



**HAL**  
open science

# Événements et territoires - le coût des inondations en France : analyses spatio-temporelles des dommages assurés

David Bourguignon

► **To cite this version:**

David Bourguignon. Événements et territoires - le coût des inondations en France : analyses spatio-temporelles des dommages assurés. Histoire. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2014. Français. NNT : 2014MON30042 . tel-01127061

**HAL Id: tel-01127061**

**<https://theses.hal.science/tel-01127061>**

Submitted on 6 Mar 2015

**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.

# THÈSE

Pour obtenir le grade de  
Docteur

Délivré par l'**Université Paul Valéry - Montpellier 3**

Préparée au sein de l'**école doctorale 60  
Territoire, Temps, Sociétés et Développement**

Et de l'unité de recherche **UMR GRED**

Spécialité : **Géographie (section CNU 23)**

Présentée par  
**David BOURGUIGNON**

**Evénements et territoires :  
Le coût des inondations en France**  
*Analyses spatio-temporelles des dommages assurés*

Sous la direction de **Freddy Vinet**

Soutenue le 28 novembre 2014 devant le jury composé de

<b>Franck Guarnieri</b> , <i>Directeur de recherche</i> , Mines ParisTech	Rapporteur
<b>Patrick Pigeon</b> , <i>Professeur de géographie</i> , Université de Savoie	Rapporteur
<b>Anne Rozan</b> , <i>Professeur d'économie</i> , ENGEES - Université de Strasbourg	Examineur
<b>Michel Luzzi</b> , <i>Membre de l'Institut des Actuaire</i> s	Examineur
<b>Régis Thépot</b> , <i>Directeur Général de l'EPTB Seine Grands-Lacs</i>	Examineur
<b>Freddy Vinet</b> , <i>Professeur de géographie</i> , Université Paul Valéry - Montpellier 3	Directeur de thèse
<b>Roland Nussbaum</b> , <i>Directeur de la Mission Risques Naturels</i> (MRN)	Directeur de thèse



Université Paul Valéry – Montpellier III  
*U.F.R. Sciences Humaines et Sciences de l'Environnement*

École Doctorale 60 – Territoires, Temps, Sociétés et Développement  
U.M.R. 0007 – Gouvernance, Risque, Environnement, Développement (GRED)

Thèse pour l'obtention du titre de Docteur en Géographie et Aménagement de l'Espace de  
l'Université Paul Valéry – Montpellier III

*Présentée et soutenue publiquement le 28 novembre 2014 par*

**David BOURGUIGNON**



**Événements et territoires - le coût des inondations en France**  
*Analyses spatio-temporelles des dommages assurés*

**Membres du Jury :**

**Franck GUARNIERI** – *Rapporteur*

Directeur de recherche – Mines ParisTech

**Patrick PIGEON** – *Rapporteur*

Professeur de géographie – Université de Savoie

**Anne ROZAN** – *Examineur*

Professeur d'économie – ENGEES – Université de Strasbourg

**Michel LUZI** – *Examineur*

Membre de l'Institut des Actuaire

**Régis THÉPOT** – *Examineur*

Directeur Général de l'EPTB Seine Grands Lacs

**Freddy VINET** – *Co-directeur de thèse*

Professeur de géographie – Université Montpellier III

**Roland NUSSBAUM** – *Co-directeur de thèse*

Directeur de la Mission Risques Naturels (MRN)



***Photographie de couverture :***

Crue du Rhône (novembre 1982) : inondation du boulevard Charles de Gaulle à Guilhaud-Granges (Ardèche)

(© Roger Soulas)



---

# REMERCIEMENTS

---

Je tiens d'abord à exprimer ma reconnaissance envers mes deux directeurs de thèse, Roland Nussbaum et Freddy Vinet. Merci à toi, Roland, pour la confiance que tu m'as accordée et pour tout ce que tu m'as appris. Je ne pouvais pas espérer quelqu'un d'aussi ouvert et à l'écoute que toi pour guider mes premiers pas dans le monde du travail. Quant à toi Freddy, qui m'a accompagné durant mes dernières années en tant qu'étudiant, je te remercie de m'avoir transmis ton sens de la précision et de l'efficacité. Sans tes connaissances, tes conseils avisés et ton soutien indéfectible, je n'aurais pas mené ce travail avec autant de passion. Je suis fier d'avoir partagé tous ces moments de travail et de bonne humeur avec chacun d'entre vous. Et j'espère sincèrement qu'ils seront encore nombreux.

J'adresse également mes remerciements à Messieurs Franck Guarnieri et Patrick Pigeon d'avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse, ainsi que Madame Anne Rozan, Messieurs Régis Thépot et Michel Luzi pour leur présence dans le jury. Je suis honoré par votre implication dans l'évaluation de ce travail.

Un merci particulier à Michel Luzi, sans qui l'accès aux données de sinistralité n'aurait pas pris une telle ampleur. Le secteur de l'assurance évolue, grâce à vous, vers un peu plus de transparence dans le domaine des catastrophes naturelles.

Concernant, justement, le monde de l'assurance, je tiens à remercier la FFSA et le GEMA, ainsi que l'ensemble des membres du conseil d'administration de la MRN. C'est parce que chacun de vous a joué le jeu du partage des connaissances que ce travail a pu être mené à bien. J'exprime également toute ma gratitude aux personnes que j'ai côtoyées au sein de GPSA, en les remerciant de m'avoir permis de mener cette thèse dans les meilleures conditions.

Comment pourrais-je assez remercier l'ensemble de l'équipe MRN, y compris les « anciens » ? Catherine, Jérôme, Emmanuelle, Chadi, Sarah, Gaspard, Flora et Elsa : merci d'avoir contribué par vos compétences, vos conseils, vos relectures, votre présence et vos ondes toujours positives à l'accomplissement de cette thèse. Grâce à vous, j'ai chaque jour le sentiment de venir travailler en famille.

Un grand merci aux membres de l'UMR GRED, malgré les 750 km qui nous séparent... Je pense en particulier à Monique Gherardi, Annabelle Moatty et Frédéric Leone. Les moments conviviaux que nous avons partagés me font seulement regretter de ne pas être venu vous voir plus souvent. L'évocation de Montpellier m'invite également à remercier l'ensemble de mes camarades du master GCRN (promotion 2009-2010), je pense notamment à Antonin Montané et Romain Charroin avec qui je continue de partager une sincère amitié.

Les jeux d'acteurs et les changements d'échelles étant le fil rouge de tous les travaux de géographes, je remercie en conséquence l'ensemble des personnes qui m'ont fait sortir de mon bureau parisien pour d'autres terrains de « jeux » : de l'administration centrale, aux services déconcentrés, en passant bien sûr par les acteurs « locaux » (EPTB, Agences de l'Eau, Conseils Généraux, *etc.*). Je m'excuse de ne pouvoir citer chacun de vous, la liste serait trop longue, mais sachez que sans votre sollicitude cette thèse ne serait, de fait, pas celle d'un géographe.

Je ne saurais oublier tous mes amis, avec une pensée particulière pour Benoit, Julien, Laurie, Sylvain et le gang des lyonnais : Romain, Solenne, Matthieu, Marion, Nicolas, Manon, Fabien, Laetitia et Mourad. Pour faire une thèse il faut aussi savoir oublier que l'on en fait une... un grand merci à tous pour votre présence dans tous ces moments « à part » !

Je pense aussi à Jake et à toute sa famille, là-bas, aux Philippines. Maraming salamat sa inyong lahat !

Un immense merci à ma famille : mon frère Benjamin et mes grands-parents, sans oublier mes oncles, ma tante, mes cousines et petits cousins. Vous êtes le p'tit bout de province auquel j'ai besoin de penser lorsque Paris m'ennuie. Merci également à vous, Maryline, pour vos encouragements constants.

Enfin, je remercie mes parents, Marianne et Philippe, de n'avoir jamais douté de moi depuis 27 ans, en me tirant toujours vers le haut.

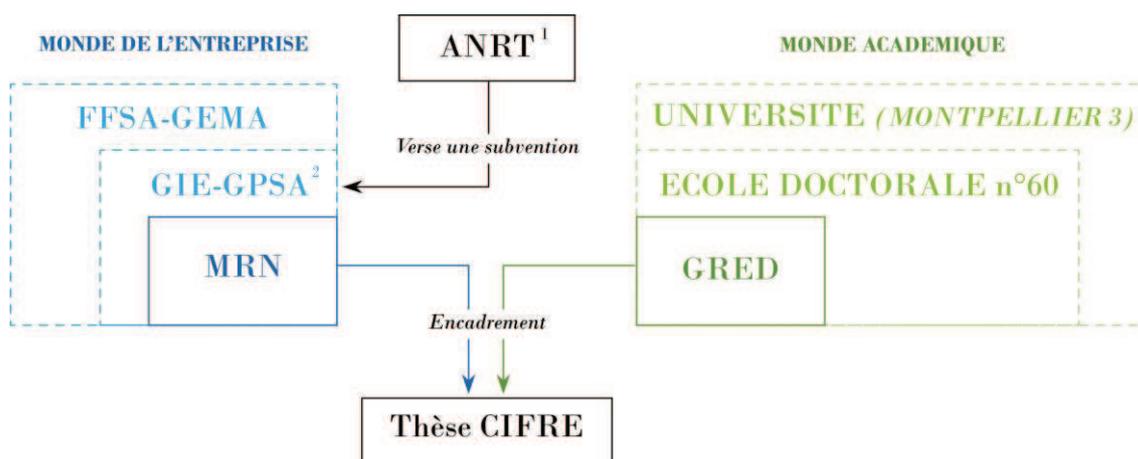
Je réserve ma dernière et plus tendre pensée à Sophie, avec qui je compte désormais écrire chaque nouvelle page.

---

# PRÉAMBULE

---

Ce travail de thèse a été réalisé entre 2010 et 2014, dans le cadre d'une convention CIFRE<sup>1</sup> établie entre la Mission Risques Naturels (MRN), association entre FFSA et GEMA, et l'Unité Mixte de Recherche GRED<sup>2</sup>. La figure 1 illustre de manière plus complète l'organisation et le fonctionnement du dispositif.



1 : Association nationale de la recherche et de la technologie

2 : Groupement d'intérêt économique «Gestion Professionnelle des Services de l'Assurance», qui héberge notamment la MRN

Figure 1. Organisation et fonctionnement du dispositif CIFRE

En tant que doctorant, l'intérêt de mener un projet de recherche sous forme d'un partenariat entre une entreprise et un laboratoire est de pouvoir acquérir une « bi-culturalité » (Angelier & Courouble, 2011). En effet, l'enjeu de cette thèse est de répondre à des besoins professionnels spécifiques, tout en contribuant à alimenter des réflexions plus académiques sur certains concepts et notions en géographie des risques naturels.

Au niveau de l'entreprise, l'objet de la MRN est contenu dans son intitulé complet : Mission des sociétés d'assurances pour la connaissance et la prévention des risques naturels. Il s'agit en effet pour la profession de l'assurance de contribuer à une meilleure connaissance des risques naturels et d'apporter une contribution technique aux politiques de prévention.

Au niveau universitaire, les recherches du laboratoire d'accueil, l'UMR GRED (plus précisément l'équipe de l'axe 3), sont très proches des thématiques abordées par la MRN, puisqu'elles concernent notamment l'analyse des impacts potentiels des catastrophes

---

<sup>1</sup> Convention Industrielle de Formation par la Recherche.

<sup>2</sup> Gouvernance, Risques, Environnement et Développement.

naturelles, la mise à disposition d'outils d'aide à la décision pour les acteurs institutionnels ou les populations, l'évaluation des actions de prévention, *etc.*

La nécessité de s'adapter à des mondes différents, autour d'une thématique commune, est au cœur même de la problématique de la thèse. En effet, l'objectif du travail est d'étudier le coût des dommages causés par les inondations, en favorisant le partage de connaissances entre assureurs et gestionnaires des risques.

Encadrée par deux directeurs<sup>3</sup>, cette thèse représente une démarche inédite dans le domaine de l'analyse du coût des catastrophes naturelles. Mené en synergie avec l'Observatoire National des Risques Naturels (ONRN), le projet bénéficie de l'appui du Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) à travers la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR), de plusieurs gestionnaires de bassin et de la majorité des sociétés du marché français de l'assurance, chacun ayant accepté de fournir certaines de leurs données.

---

<sup>3</sup> Roland Nussbaum, Directeur de la MRN et Freddy Vinet, Professeur à l'Université Paul Valéry - Montpellier 3 (laboratoire GRED).

---

# SOMMAIRE

---

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>1</b>
<b>PRÉAMBULE</b> .....	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b> .....	<b>7</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : État des connaissances sur le coût des inondations en France</b> .....	<b>15</b>
<b>Chapitre 1.</b> Des connaissances encore sommaires et incertaines .....	19
<b>Chapitre 2.</b> Une évolution des besoins et des pratiques qui nécessite une amélioration des connaissances.....	53
<b>Chapitre 3.</b> Par quelle méthode améliorer les connaissances sur le coût des inondations ? .....	81
<b>DEUXIÈME PARTIE : Analyse spatio-temporelle des sinistres et des événements</b> .....	<b>109</b>
<b>Chapitre 4.</b> Analyse macroscopique des sinistres .....	113
<b>Chapitre 5.</b> Analyse spatio-temporelle des événements.....	133
<b>Chapitre 6.</b> Catastrophe naturelle : une notion galvaudée ? .....	155
<b>TROISIÈME PARTIE : Dommages et territoires, vers de nouvelles approches dans l'explication de la sinistralité</b> .....	<b>181</b>
<b>Chapitre 7.</b> Analyse de la relation entre connaissances sur l'aléa et sinistres observés .....	185
<b>Chapitre 8.</b> Vers une approche macroscopique de la relation entre enjeux et sinistres .....	213
<b>Chapitre 9.</b> L'apport des données de sinistralité pour une évaluation de la prévention .....	227
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b> .....	<b>245</b>

---

<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>255</b>
<b>WEBOGRAPHIE COMMENTÉE .....</b>	<b>277</b>
<b>SIGLES ET ACRONYMES .....</b>	<b>281</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>285</b>
<b>TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>291</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX .....</b>	<b>295</b>
<b>TABLE DES CARTES .....</b>	<b>297</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>301</b>

---

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

---



Il existe schématiquement deux branches d'assurance : l'assurance de personnes et l'assurance de biens et responsabilités. En 2013, le montant total des cotisations à l'échelle du marché français atteignait 140 milliards d'euros pour la première catégorie et 50 milliards pour la seconde (FFSA, 2013). Au sein de cette branche (dommages aux biens), le chiffre d'affaire des catastrophes naturelles était de 1,5 milliards d'euros et de 1,4 milliards pour les garanties Tempêtes Grêle Neige (TGN). En outre, moins d'un pourcent du total des primes collectées concerne les risques de catastrophes naturelles. En revanche, en termes de sinistralité, il n'existe pas d'autre risque potentiellement plus dommageable que les événements naturels (à l'exception d'attentats terroristes majeurs ou de certains risques technologiques). Par exemple, une inondation de la Seine comparable à celle de 1910 pourrait coûter à elle seule l'équivalent de l'ensemble des primes dommages aux biens collectées sur une année, à l'échelle du marché. Le principal frein à l'anticipation, la prévention et la gestion des catastrophes naturelles par les assureurs est la très forte variabilité interannuelle des coûts engendrés par ces catastrophes. Pour le risque automobile par exemple, le nombre et le montant des sinistres sont beaucoup plus stables, ce qui permet à la profession d'avoir des leviers de contrôle plus efficaces.

Cette distinction entre primes et sinistres illustre, d'une certaine manière, la différence entre risques et catastrophes (November, 2009). La notion de risque se réfère à un objet immatériel, lié à une probabilité de réalisation (Vinet, 2007 ; Metzger & d'Ercole, 2009 ; Ferrari, 2011). La catastrophe correspond à la matérialisation de ce risque, par la survenance d'un phénomène naturel qui occasionne des dommages à des enjeux plus ou moins vulnérables (Veyret et *al.*, 2003). La confusion entre les notions de risque et de catastrophe dépasse les débats d'ordre sémantique, puisqu'elle peut avoir des répercussions dans les politiques publiques de prévention. Par exemple, en France, les principaux outils et grandes orientations relatifs à la prévention des risques sont pour la plupart muris avant la catastrophe mais c'est la survenance de cette dernière qui déclenche leur mise en œuvre. C'est ainsi que malgré l'augmentation des connaissances scientifiques sur les catastrophes, on constate paradoxalement un accroissement des dégâts causés par ces dernières (Weichselgartner & Sendzimir, 2004 ; Pigeon, 2012). En outre, l'interprétation des catastrophes passées ne se traduit pas vraiment par une meilleure compréhension de l'exposition aux risques des territoires.

L'étude du coût des dommages causés par les inondations est une manière d'aborder les deux notions de risque et de catastrophe. Car même si le dommage se réfère aux conséquences tangibles d'un danger qui s'est réalisé (Tricart, 1992), il peut également être considéré comme l'expression synthétique de ce risque (Pigeon, 2005 ; Vinet, 2007). Autrement dit, à l'échelle d'un contrat assuré ou d'un territoire (pays, bassin versant, commune, *etc.*) l'étude des sinistres observés apporte un éclairage à la fois sur les catastrophes elles-mêmes et sur la propension des enjeux à être endommagés, soit leur vulnérabilité.

Cette thèse est donc d'abord un travail de géographie, motivé par l'étude de la relation entre le milieu physique et la société. L'approche par les dommages et par les événements permet, en effet, de s'intéresser à l'organisation et au fonctionnement des territoires au regard des risques et des catastrophes naturelles. Elle mobilise donc la plupart des notions et concepts relatifs à la géographie des risques.

### *Éléments de définition*

Dans le champ d'étude des risques et des catastrophes naturelles, de nombreux termes couramment utilisés sont polysémiques, car provenant pour la plupart d'autres disciplines que la géographie (Pigeon, 2005). Toutefois, un corpus sémantique s'est depuis quelques années stabilisé autour de ces notions et concepts. Nous proposons d'utiliser des définitions conventionnelles, de manière à favoriser la compréhension entre chaque partie prenante, notamment entre assureurs et gestionnaires du risque.

- **Aléa :** Nous considérons l'aléa comme la manifestation d'un phénomène naturel, caractérisé par une fréquence et une intensité associée (Dauphiné, 2005). Seuls les phénomènes d'inondation sont abordés dans cette thèse (débordement, remontées de nappes, ruissellements, submersions marines, coulées de boues) ;
- **Enjeux :** Les enjeux sont couramment définis comme les biens et les personnes potentiellement exposés à un risque. Dans le cadre de cette thèse, un enjeu équivaut à un contrat assuré. Il peut donc concerner plusieurs personnes exposées au risque. Lorsque le contrat concerne des « particuliers » il correspond à une maison ou un appartement. Dans le cas d'enjeux dits « professionnels », le contrat désigne une entreprise en tant que bâtiment ;
- **Exposition :** Terme utilisé pour traduire la présence d'enjeux en zone inondable. C'est donc la localisation des biens assurés susceptibles d'être endommagés ;
- **Vulnérabilité :** C'est la propension d'un enjeu à être endommagé. Cette notion systémique englobe tous les facteurs de fragilité, de la structure des bâtiments aux niveaux de prévention/protection à échelle collective et individuelle, en passant par la conscience du risque des occupants du bâtiment ainsi que leurs comportements, *etc.* (Blaikie et al., 1994 ; D'Ercole, 1994 ; Cannon, 2000 ; Leone & Vinet, 2006) ;
- **Événement :** Une section plus détaillée est dédiée à la définition de ce terme dans la première partie de cette thèse (*cf.* 3.1.1.). Un événement correspond au périmètre des arrêtés de catastrophe naturelle (groupe de communes), qui font suite à un épisode hydro-climatique distinct dans le temps et dans l'espace.
- **Dommages ou sinistres :** Ces termes font donc référence aux dommages directs tangibles uniquement (Jonkman et al., 2003 ; Penning-Rowsell et al., 2005 ; Messner et al., 2007). Ces deux notions désignent, en nombre ou en valeur, les indemnités versées par les assureurs à leurs assurés, pour un ou plusieurs biens endommagés. Définis ainsi, les dommages ne rendent compte que d'une partie des impacts que peut avoir une catastrophe.

- **Connaissances** : Ce terme englobe l'ensemble des expériences, données, indicateurs ou documents, qui renseignent sur le coût des dommages ou le déroulement d'un événement.

### ***Constats, problématiques et objectifs***

Les Assises Nationales des Risques Naturels (ANRN), qui se sont tenues les 19 et 20 janvier 2012 à Bordeaux, avaient pour fil rouge : « *dépasser les contradictions pour agir ensemble* ». Cet objectif souligne, 30 années après l'instauration du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles (CatNat), que la multiplicité des acteurs, la diversité des outils et des connaissances, dans le domaine des risques naturels, aboutissent encore à trop de cloisonnement. Pourtant, la prévention des risques étant une préoccupation collective, chaque partie prenante (collectivités, État, assureurs, chercheurs, *etc.*) devrait pouvoir puiser les ressources qui lui sont utiles dans les champs de compétences de chacun ; d'autant plus qu'aucun acteur ne peut assumer seul sa part de responsabilité que ce soit avant ou après une catastrophe. Parmi les passerelles pouvant être créées entre ces différents acteurs, l'étude des dommages semble être une thématique porteuse. En effet, le dommage apparaît comme le dénominateur commun de la plupart des études liées à la gestion et prévention des risques ou catastrophes. Il est un des éléments de langage les plus partagés entre parties prenantes et permet de dépassionner certains débats par l'apport d'informations objectives et quantifiées. La première question structurante de cette thèse est donc : **comment développer un langage commun et organiser un partage d'informations entre différents gestionnaires du risque pour améliorer durablement les connaissances sur les conséquences économiques des inondations ?**

Dans le cadre de cette thèse, le Ministère de l'Écologie, plusieurs gestionnaires des risques à l'échelle locale, la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) et la majorité des sociétés du marché français de l'assurance ont accepté de mener des expérimentations fondées sur le partage de leurs données. Cette collaboration inédite a également pour but de faire prendre conscience de l'état des connaissances de chacun et du degré d'incertitude qui pèse sur les données existantes, de manière à mettre un terme à certains fantasmes, notamment vis-à-vis des données d'assurance. En France, les attentes à l'égard des données sur les dommages sont d'autant plus grandes que les connaissances sur le coût des inondations sont lacunaires, peu accessibles et aléa-centrées (Ledoux & Hubert, 1999 ; Vinet, 2007 ; André, 2013). En effet, faute de pouvoir facilement accéder aux données sur les sinistres observés, les analyses économiques relatives aux inondations sont encore aujourd'hui largement développées à travers des modèles d'endommagement qui considèrent l'aléa comme le principal facteur explicatif des dommages. Ces modélisations sont utilisées par les assureurs ou réassureurs pour évaluer les risques qui pèsent sur leurs portefeuilles, mais également par des acteurs locaux ou collectivités, qui ont l'obligation de mener des Analyses Coûts-Bénéfices (ACB) dans le cadre de la mise en œuvre de Programmes d'Actions et de Prévention des Inondations (PAPI) par exemple. Or, la propension à vouloir expliquer les dommages en

fonction des paramètres d'aléa induit une vision « isotropique » des territoires. Ces derniers ne seraient que des réceptacles inertes des pluies et les dommages se révéleraient, par conséquent, irrémédiablement proportionnels aux paramètres pluviométriques et hydrologiques. La bibliographie récente montre pourtant que les dommages sont le résultat d'un processus qui intègre certes l'aléa, mais également, à des degrés divers et à différentes échelles, d'autres paramètres liés à la vulnérabilité des enjeux et aux niveaux de prévention/protection individuelles et collectifs (Thieken et *al.*, 2008 ; André, 2013). Les données de sinistralité recueillies dans le cadre de cette thèse sont à la maille communale. L'objectif des travaux n'est donc pas de développer de nouvelles fonctions d'endommagement à l'échelle de l'enjeu, mais de tester une approche fondée sur la reconstitution d'événements dommageables afin de mieux caractériser l'origine des coûts. Nous tenterons donc de montrer tant aux assureurs qu'aux acteurs locaux (gestionnaires de risques) d'une part, qu'il existe potentiellement une multitude de variables explicatives des dommages et, d'autre part, qu'une approche macroscopique, à travers l'étude des coûts moyens par commune, peut permettre de calibrer des fonctions d'endommagement. Ces objectifs soulèvent donc d'autres questions fondamentales traitées dans cette thèse : **est-il possible de mesurer l'influence des aléas, des enjeux et des dispositifs de prévention sur le niveau des dommages, en utilisant des données d'assurance à la maille communale, enrichies d'autres connaissances (nationales et locales) ? Inversement, les données sur les dommages permettent-elles de mesurer la vulnérabilité des territoires et notamment l'efficacité ou la pertinence de certains outils de prévention ?**

Nous émettons l'hypothèse que le poids des paramètres en jeu dans l'explication des dommages varie en fonction de l'échelle d'analyse. Autrement dit, à l'échelle globale de l'événement, les coûts sont potentiellement fortement corrélés à l'intensité du phénomène naturel. Or, à une résolution spatiale plus fine, des différences notables apparaîtraient entre communes impactées par un même événement, qui pourraient être expliquées par d'autres critères, davantage liés à la vulnérabilité des enjeux et aux niveaux de prévention/protection. L'analyse spatio-temporelle des événements dommageables sera donc menée à différentes échelles, du national au communal en passant par un niveau intermédiaire, celui du bassin de risque (bassin versant, groupement de communes, *etc.*). Pour ce faire, plusieurs terrains d'étude ont été sélectionnés, en fonction de la fréquence de sinistralité, du type d'aléa auxquels ils sont exposés, de leurs modes de gouvernance, de leur niveau de prévention collective, *etc.*

Les finalités opérationnelles de cette thèse sont donc diverses. Certains résultats peuvent, par exemple, permettre aux acteurs de terrain de mieux calibrer leurs ACB ou d'améliorer leurs actions de communication à l'aide d'éléments chiffrés. Côté assureurs, l'intégration d'une dimension géographique (logiques territoriales) à l'étude des sinistres par événement, permet d'apporter plus de crédibilité dans la gestion des risques en interne, notamment en souscription et en prévention. Elle offre par ailleurs la possibilité de comparer l'exposition

d'un portefeuille par rapport à l'ensemble du marché et contrôler son évolution dans le temps, sur un territoire, par exemple.

### *Structure de la thèse*

La première partie dresse un panorama de la connaissance sur le coût des inondations en France. Dans le premier chapitre nous tenterons d'expliquer les causes de l'insuffisance et de la fragmentation des connaissances sur les dommages causés par les catastrophes naturelles en France. Nous présenterons également l'état à l'échelle nationale et à l'échelle du sinistre. Le deuxième chapitre décrit des éléments de contexte qui incitent à améliorer les connaissances sur la relation entre sinistralité et inondation, à la fois dans le domaine assurantiel mais aussi à l'échelle sociétale. Le troisième chapitre propose une méthode pour répondre à ces différentes attentes, en montrant la nécessité de dépasser la vision-aléa centrée des dommages à travers une approche plus territorialisée, fondée sur la mutualisation des connaissances. Cette section présente notamment l'intérêt de travailler à l'échelle de l'événement et propose une définition de cette notion. Elle décrit également la méthode de conception d'une base de données reliant sinistres et événements (BD SILEHC<sup>4</sup>), sur laquelle se fondent les travaux présentés dans les deux dernières parties de la thèse.

La deuxième partie vise à analyser la base de données SILEHC en montrant les caractéristiques des dommages et des événements à une échelle macroscopique, sans apport de connaissances « externes »<sup>5</sup>. Seules quelques données relatives aux aléas seront utilisées (exemple : cumuls de pluie) dans un but essentiellement descriptif. Le quatrième chapitre étudie la distribution des sinistres, de manière à révéler leurs logiques spatiales et temporelles, à l'instar du cinquième chapitre qui s'intéresse aux événements. À partir des différents résultats révélés dans ces deux sections, des hypothèses pourront être émises sur certains facteurs explicatifs de dommage. Le sixième chapitre propose une lecture critique de la notion de « catastrophe naturelle » à travers une classification des événements selon leur degré de documentation.

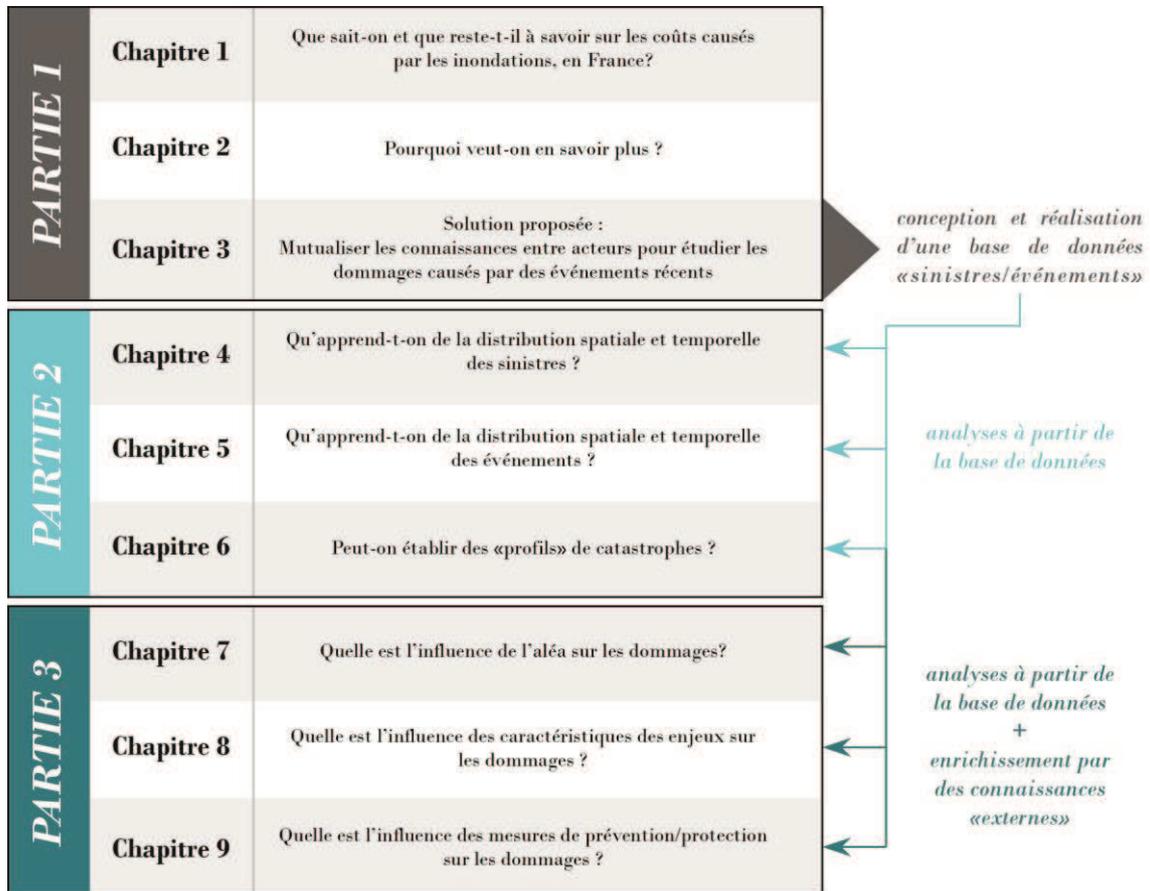
La troisième partie a pour objectif de tester des connaissances « externes » de manière à infirmer ou confirmer les hypothèses émises dans la partie précédente. Il s'agit en effet d'étudier des variables d'influence sur les dommages et, inversement, d'utiliser les données de sinistralité comme indicateurs d'exposition des territoires. Le septième chapitre s'intéresse principalement aux relations potentielles entre aléas et sinistralité (zones inondables, cumuls de pluies, paramètres d'aléa utilisées dans les fonctions d'endommagement). Le huitième chapitre est consacré à l'influence des enjeux sur les dommages et notamment, à l'échelle des zones d'habitat, par rapport à leur niveau de

---

<sup>4</sup> Base de Données des Sinistres Indemnisés Liés aux Événements Hydro-Climatiques.

<sup>5</sup> Éléments fournis par des acteurs locaux, tels que des cartographies d'aléa, des informations sur le standing des enjeux, des études ou des témoignages sur les niveaux de prévention/protection, etc.

standing. Le neuvième chapitre aborde la question de l'influence des mesures structurelles et non structurelles de prévention sur l'exposition du territoire, au regard des sinistres observés.



© D. Bourguignon / MRN, 2014

Figure 2. Principaux questionnements structurants le manuscrit

---

**PREMIÈRE PARTIE : État des connaissances sur  
le coût des inondations en France**

---



## Introduction de la première partie

Dans le cas particulier de la recherche en géographie sur les dommages assurés causés par les inondations, on constate une augmentation récente du nombre de travaux menés en collaboration avec le secteur de l'assurance (Chemitte, 2008 ; Gérin, 2011 ; Donguy, 2012 ; Eleutério, 2012 ; André, 2013 ; MRN, 2014 ; *etc.*). Ceci témoigne de l'évolution du concept de risque, depuis le « hazard-paradigm » ou paradigme « aléa-centré », jusqu'à une vision systémique du rapport entre nature et société (Hewitt, 1983 ; Parker, 2000 ; Pigeon, 2005). Ce changement d'approche se traduit depuis les années 1990 par l'émergence d'une gestion plus intégrée du risque inondation (Laganier et *al.*, 2000 ; Pottier, 2003 ; Schanze et *al.*, 2006) qui favorise le décloisonnement des notions d'aléa et de vulnérabilité par le partage de connaissances et de pratiques entre parties prenantes (État, collectivités, assureurs, scientifiques, *etc.*).

Toutefois, l'évaluation économique des dommages demeure une thématique largement sous-développée dans le vaste champ que couvrent la gestion et la prévention des risques naturels en France. Nous aborderons dans cette première partie l'état des connaissances sur la relation entre risques et sinistralité, en apportant des éléments de réponse à trois questions centrales :

- Pourquoi la France ne dispose-t-elle pas, à ce stade, d'un niveau de connaissances satisfaisant sur le coût des catastrophes naturelles ?
- Quel est l'état des lieux aujourd'hui des données et indicateurs qui constituent cette connaissance ?
- Pour quelles raisons est-il devenu nécessaire de pallier le manque de connaissances sur les dommages, tant du côté du secteur de l'assurance que de la force publique, des collectivités ou de la communauté scientifique ?

La dernière section de ce chapitre présentera plus particulièrement la méthodologie employée pour collecter, décrire et uniformiser les données publiques et assurantielles et décrira les campagnes d'expérimentation sur les terrains d'études.



## Chapitre 1. Des connaissances encore sommaires et incertaines

### 1.1. Éléments d'explication sur le déficit d'approches économiques des risques en France

En France la politique de prévention des risques est largement impulsée et contrôlée par l'État (Laganier, 2006). Ce fonctionnement « jacobin » a entretenu, selon Vinet (2007), l'idée que « la prévention et la réparation des risques naturels allaient de soi, qu'il fallait rechercher toujours plus de sécurité et que la protection des biens et des personnes n'avait pas de prix ». Or, dans un contexte où les ressources financières destinées à la prévention des risques sont limitées et que, dans un même temps, le coût des catastrophes semble augmenter (MEDDE / CGDD, 2014), comment expliquer le manque de rationalité économique qui caractérise la gestion des risques naturels à la française ?

#### 1.1.1. L'évaluation quantitative des risques : le retard français

La notion d'évaluation quantitative des risques peut être abordée sous deux angles complémentaires : le coût de la prévention au sens large et le coût des dommages causés par un événement d'origine naturelle. En France, le développement et l'utilisation d'outils d'évaluation économique des risques accusent un certain retard.

La première approche repose sur la construction d'indicateurs de suivi des montants alloués aux politiques de prévention. À titre d'exemple, en Suisse, il est possible de se procurer ce type d'information grâce aux rapports diffusés publiquement par la plate-forme nationale «Dangers naturels» (PLANAT) de la Confédération suisse<sup>6</sup> (cf. figure 3). L'objectif du travail mené par PLANAT est d'identifier le montant et la provenance (secteur privé et public) des investissements dédiés chaque année à la prévention et la protection des catastrophes naturelles, afin de proposer des pistes d'optimisation dans l'affectation des fonds.

La France quant à elle ne dispose pas d'indicateurs similaires accessibles librement. Elle est d'ailleurs encore loin d'atteindre ce niveau d'évaluation et de nombreux rapports déplorent l'absence d'outils, de méthodes et d'initiatives en faveur de la mesure économique des risques (Cour des Comptes, 2008 ; Mazière & Juffé, 2008 ; Helias et al., 2009).

Suite à un travail mené entre 2007 et 2009 en association avec de nombreux partenaires (chercheurs, décideurs, gestionnaires, etc.), le Ministère chargé du développement durable (MEDDE) a d'ailleurs considéré la progression de méthodes d'évaluation économique comme un défi essentiel pour la recherche (MEDDE / CGDD, 2012a).

---

<sup>6</sup> Créée en 1997, PLANAT est une commission extraparlamentaire qui œuvre pour l'amélioration de la gestion des risques et des catastrophes naturelles en Suisse (<http://www.planat.ch/fr/home/>).

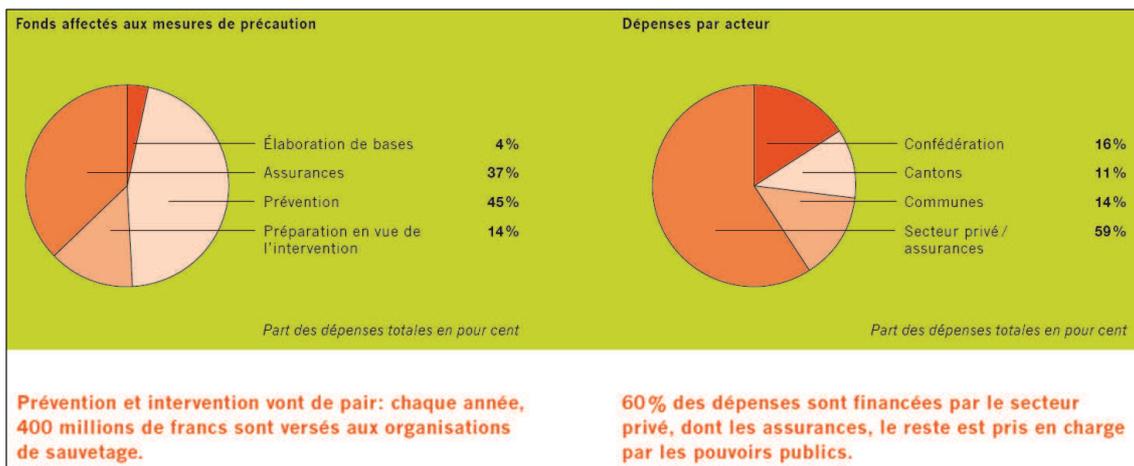


Figure 3. « La sécurité à quel prix ? » - Indicateurs diffusés par PLANAT (2007)

Concernant l'évaluation fondée sur le coût des dommages, l'analyse coûts-bénéfices (ACB) est la méthode la plus utilisée. Elle est dédiée à la justification des choix d'investissement et de la pertinence de projets. Dans le cadre des inondations, elle est reconnue comme l'un des outils d'aide à la décision les plus efficaces, notamment dans les pays anglo-saxons (Grelot, 2004). En Angleterre elle est pratiquée depuis les années 1920 et rendue obligatoire environ cinquante ans plus tard (Ledoux et *al.*, 2003.). L'évaluation des dommages est un domaine dans lequel les Anglais ont régulièrement démontré leur maîtrise, notamment au travers de travaux du Flood Hazard Research Center (Parker et *al.*, 1987 ; Penning-Rowsell, 1999 ; Penning-Rowsell et *al.*, 2005). Aux États-Unis, l'utilisation de l'ACB dans le cadre de projets de réduction des risques d'inondations est systématique depuis la mise en place du Flood Control Act en 1936 (United States Congress, 1936). Néanmoins la première référence à cette méthode remonterait à 1808, dans le rapport Gallatin (Gallatin, 1808), qui recommandait déjà la pratique d'une ACB avant tout projet d'aménagement hydraulique (Grelot, 2004).

En France, les ACB sont encore peu mises en pratiques (Erdlenbruch et *al.*, 2008). Les premières ACB relatives aux mesures structurelles de protection contre les inondations datent des années 1970-1980 (BCEOM, 1969). Elles ont pour objectifs d'étudier les dommages causés par des inondations fluviales récentes afin d'estimer dans un premier temps le coût moyen annuel à l'échelle du bassin versant et concevoir des fonctions d'endommagement dans un second temps (Hubert & Ledoux, 1999). Toutefois ces études ne sont pas systématiques et demeurent rares notamment dans le domaine de la recherche institutionnelle (Hubert & Ledoux, 1999 ; Vinet, 2007, Erdlenbruch et *al.*, 2008).

Il faut attendre l'année 2011 pour que les ACB soient rendues obligatoires : il s'agit alors, dans le cadre des programmes d'action de prévention des inondations (PAPI), de réaliser des ACB sur les mesures les plus coûteuses. Elles sont requises pour tout projet nécessitant un investissement de plus de 2 millions d'euros ou qui représente plus de 25 % du montant global du programme (circulaire du 12 mai 2011) (MEDDE / DGPR, 2011a).

Pour quelles raisons la France n'a-t-elle pas davantage développée ce type d'analyse économique ?

Il est tout d'abord culturellement difficile en France de prendre une décision fondée sur des critères uniquement monétaires souvent jugés trop synthétiques (Gendreau *et al.*, 1998). En effet, la rationalité économique que nécessite une ACB ne permet pas de rendre compte d'autres problématiques telles que la sécurité des personnes, la préservation de l'environnement ou du patrimoine, lesquelles sont souvent prioritaires pour justifier des choix de prévention ou de protection (Erdlenbruch *et al.*, 2008). Cette frontière hermétique entre les dommages monétarisables (biens matériels) et les dommages « intangibles » (vies humaines, enjeux environnementaux, *etc.*) est idéologiquement moins affirmée dans d'autres pays (Mathot & Mariani, 1994). À titre d'exemple, une étude de l'OCDE publiée en 2012 a montré que sur 74 enquêtes menées depuis 1970 pour estimer la valeur monétaire d'une vie humaine, seules quatre sont françaises contre 25 anglo-saxonnes (Canada, États-Unis et Royaume-Uni) (OCDE, 2012).

Consécutivement à ces facteurs culturels, d'autres aspects expliquent le retard français dans l'analyse quantitative des dommages. Tant du côté de l'État que du secteur de la recherche, plusieurs acteurs déplorent notamment l'absence de retours d'expériences systématiques après chaque événement qui permettraient de collecter des données sur les dommages et donc de constituer un socle de connaissances (Bourrelhier, 1997 ; Barthélémy *et al.*, 1999 ; Ledoux, 2000 ; Grelot, 2004). Par ailleurs, certains spécialistes s'interrogent sur l'extrême difficulté d'accéder à des données d'indemnisation auprès des sociétés d'assurances ou de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), alors qu'elles s'avèreraient fondamentales pour améliorer les méthodes actuelles d'évaluation des dommages (Limodin *et al.*, 2002 ; Grelot, 2004). Toutefois, d'après un rapport de la Cour des Comptes (1999), « la loi de 1982 n'a pas [...] prévu d'obligation pour les assureurs privés d'informer l'État des montants des dommages indemnisés, mais il n'apparaît pas non plus que les services concernés se soient attachés à les obtenir. ».

Pour comprendre cet état de fait, il est nécessaire d'expliquer les grands principes du régime français d'indemnisation des catastrophes naturelles (CatNat) et l'incidence de ce système quant au niveau des connaissances sur les coûts des catastrophes naturelles.

### *1.1.2. Le système d'indemnisation des CatNat, le choix de la solidarité sur l'équité*

Pour qu'un risque soit assurable quatre conditions doivent être respectées (Zajdenweber, 2006). D'abord il doit y avoir préjudice, dont le type et la gravité peuvent être évalués pour permettre aux assureurs et réassureurs de fixer le prix de la couverture. Ensuite l'événement doit être aléatoire, l'assureur ne peut en effet s'engager sur des risques dont l'occurrence est prévisible. De plus, le risque doit être mutualisable car c'est la collecte d'une multitude de

primes indépendantes qui permet l'indemnisation d'un ou de plusieurs sinistres. Enfin, la souscription du contrat d'assurance doit témoigner d'un intérêt commun entre l'assureur et l'assuré de ne pas voir le risque se matérialiser.

Dans le domaine des risques naturels, les effets du vent, de la grêle et du poids de la neige sont considérés comme assurables, car chacun d'eux remplit les conditions énumérées précédemment ; la mutualisation suffit à les garantir à un prix acceptable (garantie dite « TGN »). En revanche les autres périls d'origine naturelle, définis comme catastrophes naturelles (CatNat)<sup>7</sup>, sont considérés comme non assurables puisqu'il est impossible de les garantir à un prix acceptable par simple mutualisation. Un principe de solidarité y est alors adjoint, favorisé par le fort taux de pénétration d'assurance dommages en France métropolitaine (90 % des particuliers et des entreprises sont assurés contre l'incendie) (GEMA, 2013). Ainsi l'instauration du régime d'indemnisation CatNat, par la loi n°82-600 du 13 juillet 1982, traduit le consensus entre l'État et le marché de l'assurance pour la mise en place d'une extension de garantie obligatoire des dommages causés par les CatNat sur tous contrats de dommages aux biens, librement souscrits, comportant donc *a minima* la garantie incendie. Toutefois le volet assurantiel ne constitue qu'une partie du système CatNat puisque le législateur a décidé d'y associer une composante « prévention »<sup>8</sup>. De cette manière le partenariat public-privé (PPP) entre assurance et État devient un des éléments fondamentaux de la gestion intégrée des risques naturels (Nussbaum, 2006) et permet selon Lamère (2000) de « tirer le meilleur parti des différentes compétences des acteurs ». Ce PPP se retrouve aussi dans la composante assurance inhérente au régime CatNat.

Comment fonctionnent les grands principes du régime CatNat, fondé sur le couplage prévention/indemnisation autour d'un PPP ?<sup>9</sup>

#### Composante « assurance » :

La garantie est encadrée par quatre éléments qui échappent à la maîtrise de l'assureur :

- **La définition des risques couverts** : c'est une commission interministérielle dédiée aux CatNat qui détermine quels agents naturels d'« intensité anormale » peuvent faire l'objet d'une reconnaissance CatNat.
- **La tarification** : les assureurs ne sont pas libres de fixer le montant des primes CatNat. Le législateur a décidé d'introduire un principe d'extension de garantie obligatoire reposant sur un taux de surprime unique, fixé par arrêté ministériel. Le

---

<sup>7</sup> Selon l'article L125-1 du Code des assurances : « sont considérés comme les effets des catastrophes naturelles [...] les dommages matériels directs non assurables ayant eu pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises ».

<sup>8</sup> La loi de 1982 a été complétée par différentes lois relatives à la prévention des risques naturels, notamment en 1995 et 2003.

<sup>9</sup> Les éléments qui décrivent le dispositif CatNat présentés ci-après sont issus des exposés, supports de cours ou de formations que nous avons dispensés au nom de la MRN depuis 2010. Ils sont disponibles sur : [www.mrn.asso.fr](http://www.mrn.asso.fr).

- taux de surprime est de 12 % pour tous les contrats de dommages aux biens et de 6 % pour le cas particulier des véhicules terrestres à moteur (VTM).
- **Les franchises** : elles sont fixées par l'État, obligatoires et non rachetables. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2001, elles s'établissent comme suit :
    - Biens à usage non professionnel : 380 euros sauf pour les dommages imputables à la sécheresse (1 520 euros)
    - Biens à usage professionnel : 10 % des dommages (minimum 1 140 euros), sauf si une franchise plus élevée est prévue dans la garantie de base (sécheresse : 3 050 euros)
    - Pertes d'exploitation : 3 jours ouvrés (minimum 1 140 euros), sauf si une franchise plus élevée est prévue dans la garantie de base
  - **La déclaration de l'état de catastrophe naturelle** : c'est la commission interministérielle citée précédemment, se réunissant environ une fois par mois, qui décide à partir de divers critères d'appréciation de déclarer ou non une commune en état de catastrophe naturelle. Cette commission est composée de représentants de différents ministères<sup>10</sup>. La Caisse Centrale de Réassurance (CCR) en assure le secrétariat.

La CCR joue de plus un rôle majeur dans le dispositif CatNat : habilitée à réassurer les risques de catastrophes naturelles et bénéficiant en ultime recours de la garantie de l'État, elle assure la solvabilité du système d'indemnisation. Elle fournit ainsi aux assureurs des formules de réassurance comportant des couvertures illimitées (CCR, 2011).

#### **Composante « prévention » :**

Pour compléter ce dispositif le législateur a choisi de mettre en place des mesures d'incitation à la prévention à travers le système assurantiel. D'abord, l'assureur, l'assuré, le Préfet ou le Président de la CCR peuvent, au cas par cas, saisir le Bureau Central de Tarification (BCT) qui pourra décider de majorer la franchise de l'assuré en fonction de son niveau d'exposition au risque. Le BCT peut être saisi, par exemple, si un bâtiment situé dans une zone de précaution d'un Plan de Prévention des Risques (PPR) n'a pas été mis en conformité avec les prescriptions de ce dernier.

La majoration de la franchise n'a jamais été mise en œuvre à ce jour pour un particulier. En revanche il existe des cas de professionnels dont la franchise a été majorée pour cause d'inondations répétées et d'absence de mesures de protection (cf. [Annexe 1](#)).

Ensuite, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2001, les franchises sont soumises à modulation pour les communes dépourvues de PPR en fonction du nombre d'arrêtés CatNat parus dans cette même commune<sup>11</sup>. Cette modulation est suspendue dès la prescription d'un PPR pour le type de risque concerné.

---

<sup>10</sup> Intérieur, Économie et finance, Environnement et Outre-Mer le cas échéant.

<sup>11</sup> Articles L125-6 et A125-1 du code des assurances.

Enfin, depuis 1995<sup>12</sup>, un prélèvement de 12 % sur la surprime CatNat finance le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM ou fonds « Barnier ») destiné à subventionner jusqu'à un certain montant différentes mesures de prévention individuelle ou collective telles que des expropriations, des acquisitions amiables, des programmes d'action et de prévention des inondations (PAPI), des études pour l'élaboration de PPR, *etc.*

Plus de trente ans après l'instauration du régime CatNat, quels sont les effets réels de l'équilibre recherché entre solidarité et responsabilisation ?

Le principe de solidarité à l'origine du système d'indemnisation des CatNat est le reflet d'un choix sociétal et éthique, où l'État ne veut pas de laissés-pour-compte (Vinet, 2010). Ainsi, contrairement à la plupart des modèles étrangers le régime français n'est pas fondé sur une logique économique de marché (Nussbaum & Chemitte, 2006). Il interdit en effet à l'assurance de pratiquer le « juste prix du risque » car le même taux de prime contre les catastrophes naturelles s'applique à tous les assurés, qu'ils soient exposés à un risque ou non, permettant à ces derniers d'être couverts pour un coût modéré<sup>13</sup>. En Allemagne par exemple, selon l'association des assureurs allemands (GDV, 2013), sur les 82 % d'habitations assurées dans le pays seulement 32 % sont couvertes contre les CatNat.

Néanmoins, en prônant la solidarité plus que l'équité, le régime français est souvent considéré comme déresponsabilisant (Latruffé et Picard, 2002) et de nombreux spécialistes estiment qu'il est à l'origine d'une culture du risque défaillante (Kessler & Vandier, 1994 ; Bourrellet et *al.*, 2000 ; Douvinet, 2010 ; Gérin, 2011).

Par ailleurs, les mesures d'incitation à la prévention par l'assurance qui sont venues compléter le dispositif, ne semblent pas réellement avoir eu, jusque-là, d'incidence notable sur la réduction de l'exposition des enjeux face aux risques (Dubois-Maury, 2002 ; MEDD, 2005 ; MEDDE / CGDD, 2009). Le recours, notamment, à la majoration de franchise est peu utilisé par les assureurs (Gérin, 2011). D'une part, il est techniquement difficile de vérifier pour chaque bien situé en zone réglementaire si l'assuré a bien mis en place les mesures de mitigation du bâti prescrites par le PPR, dans le délai de 5 ans prévu après l'approbation de ce dernier. D'autre part, ce type de mesure incitative est délicat à appliquer dans le cadre d'une relation commerciale entre l'assureur et son assuré, *a fortiori* suite à un sinistre. Il s'avère en effet contradictoire pour un assureur d'exercer à la fois son métier d'indemnisateur, en respect du contrat qui le lie avec son assuré, et celui de « contrôleur », qui incombe plutôt à l'État. Toutefois, si ce constat s'applique pour les particuliers, il n'en est pas de même pour les professionnels, notamment ceux dont les contrats représentent de forts capitaux assurés. Dans ce cas l'assureur est plus attentif au niveau d'exposition de son client en raison de l'importance des enjeux financiers d'une part et de la plus grande facilité de contrôle. En effet, contrairement aux particuliers qui sont perçus comme un ensemble, autrement dit une masse assurée, les « grands risques », moins nombreux, bénéficient d'une plus grande visibilité et sont considérés au cas par cas.

---

<sup>12</sup> Loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement.

<sup>13</sup> En moyenne 25 à 30 euros par an pour les contrats multirisques habitation (MRH).

Pour garantir l'équité de traitement entre assurés sur l'ensemble du territoire, dans un contexte où l'indemnisation systématique ne semble pas être une solution à la survenance des catastrophes naturelles, la prévention collective à l'échelle des bassins et la responsabilisation des acteurs exposés sont des pistes à considérer en priorité (Chavarot et al., 2005 ; SNGRI, 2013). Pour y parvenir, l'enrichissement, le partage et l'amélioration des connaissances sur les impacts des catastrophes naturelles apparaissent comme des étapes fondamentales auxquels les assureurs devraient pouvoir participer (Nussbaum, 2000a). C'est dans cet esprit que la profession des assurances a créée en 2000 la Mission des sociétés d'assurance pour la connaissance et la prévention des risques naturels (MRN), association entre FFSA et GEMA (Nussbaum, 2000b). Toutefois, même si la MRN a contribué au développement d'une connaissance économique des risques naturels grâce à la production d'informations synthétiques sur l'exposition des enjeux en France, elle s'est heurtée, jusqu'à aujourd'hui, à de nombreuses difficultés pour faire remonter des données de sinistralité fines provenant des assureurs.

La question est alors légitime : pour quelles raisons le couplage prévention/indemnisation, principe fondamental du régime CatNat, n'a-t-il pas facilité l'exploitation de données d'assurance ?

### *1.1.3. Les effets du système CatNat sur le niveau des connaissances dans le secteur de l'assurance*

Aujourd'hui, la publication d'un arrêté de catastrophe naturelle ne sert qu'à ouvrir le droit à l'indemnisation des sinistrés situés sur la commune déclarée en état de CatNat. Il ne donne donc aucune indication sur l'intensité et la fréquence de l'aléa générateur des sinistres, ni sur la gravité de ces derniers (Douvinet, 2010 ; Gérin, 2011 ; André, 2013). En effet, entre plusieurs communes sinistrées par le même événement, l'arrêté CatNat ne permet pas de distinguer celles qui ont été le plus durement touchées de celles peu sinistrées. Ainsi, suite à des événements particulièrement traumatisants et en réponse à un contexte émotionnel, politique et médiatique fort, des départements entiers ont déjà été déclarés CatNat indépendamment de leur niveau de sinistralité ; parfois même suite à des tempêtes qui, pour rappel (*cf.* [1.1.2.](#)), ne sont pas censées être couvertes par le régime CatNat<sup>14</sup>.

Pourtant, l'apport de données, d'indicateurs ou d'informations sur les montants indemnisés par commune et par événement permettrait de mieux comprendre l'origine des dégâts et donc de proposer des pistes de prévention pour l'avenir (Bidan, 2000), même si les indemnisations ne représentent qu'une partie des dommages économiques. Pourquoi, dès lors, le législateur n'a-t-il pas imposé aux assureurs ou réassureurs de transmettre des données sur les sinistres aux gestionnaires des risques ou aux scientifiques (Cours des Comptes, 1999) ?

---

<sup>14</sup> Exemples de Lothar et Martin en décembre 1999, Klaus en 2009 et Xynthia en 2010.

Au-delà de la déresponsabilisation des assurés évoquée précédemment, l'autre effet négatif du régime CatNat est d'avoir quasiment annihilé la culture statistique au sein des compagnies d'assurances françaises dans le domaine des catastrophes naturelles. En effet, l'exploitation des données de sinistralité à une échelle fine s'avère inutile si l'assureur n'a pas la possibilité d'établir lui-même des critères de tarification. À titre comparatif, les garanties « vol » ou « incendie » sont fondées sur des études actuarielles beaucoup plus avancées, puisque la prime doit refléter le niveau d'exposition de l'assuré face au risque.

Toutefois, chaque année depuis 1995, certains assureurs français fournissent à la CCR des données ventilées par type d'aléa (inondation, sécheresse, glissement de terrain, avalanche, etc.), afin d'avoir une vision plus fine des indemnités versées au titre des CatNat à l'échelle du marché et ainsi permettre à la CCR de calibrer ses propres modèles de simulation des dommages. Ainsi les indicateurs issus de cette base de données, consultables à travers l'outil CERES<sup>15</sup> (cf. figure 4), sont alimentés par des données sur :

- les montants indemnisés cumulés sur la période 1995-2012, agrégés à la maille communale ou géocodés à l'adresse ;
- les coûts indemnisés par événement, à la commune ou à l'adresse, pour les événements « majeurs ».

Cependant, seules les sociétés clientes et certains services de l'administration centrale ont accès à l'outil CERES, notamment par respect des clauses de confidentialité convenues contractuellement entre la CCR et ses cédantes<sup>16</sup>.

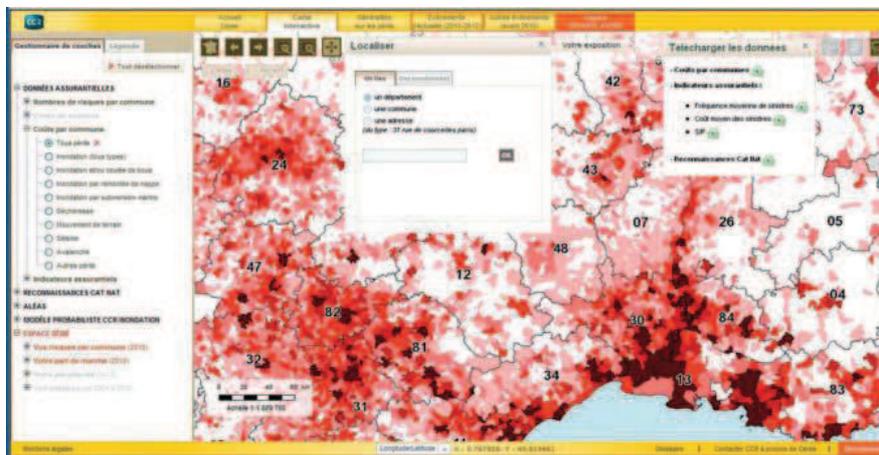


Figure 4. Carte interactive de CERES  
(Extrait de la brochure sur l'expertise CatNat, CCR, juin 2013)

Le déficit de culture économique et le problème d'accessibilité à certaines données, notamment auprès des sociétés d'assurances, ne doivent pas pour autant occulter les connaissances existantes qui apportent des réponses, malgré leur hétérogénéité, aux

<sup>15</sup> Cartographie des Événements, des Risques et des Sinistres.

<sup>16</sup> <http://www.ccr.fr/index.do?aid=2527102073971933610>

questions relatives aux dommages causés par les catastrophes naturelles. Nous proposons dès lors d'esquisser un panorama des connaissances sur le coût des risques naturels en France, en se focalisant plus particulièrement sur le risque inondation.

## 1.2. Que sait-on à l'échelle nationale sur la sinistralité observée ?

Les indicateurs macroscopiques, chiffres clés ou études statistiques sur la sinistralité observée sont produits essentiellement par les familles professionnelles de l'assurance et de la mutualité que sont la Fédération Française des Sociétés d'Assurances (FFSA) et le Groupement des Entreprises Mutuelles d'Assurances (GEMA), ainsi que par la CCR. Ces entités sont en effet les seules capables de fournir des informations représentatives au niveau du marché français de l'assurance. La mise en commun et la diffusion de certaines de ces informations est une des missions de l'Observatoire National des Risques Naturels (ONRN), issu d'un partenariat entre l'État<sup>17</sup>, la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) et la MRN<sup>18</sup>. Ainsi, depuis sa création le 3 mai 2012, l'ONRN a pour objectif de rassembler les acteurs de la prévention des risques naturels autour de données et d'indicateurs mutualisés, provenant notamment du secteur de l'assurance. Les indicateurs proposés via le portail de l'ONRN ne sont pas utilisables de manière opérationnelle pour conduire des projets de prévention à l'échelle locale. En revanche ils ont le mérite d'être homogènes sur l'ensemble du territoire et permettent d'assurer un suivi de l'évolution spatio-temporelle de la sinistralité à l'échelle nationale. Par ailleurs, l'ONRN s'est attaché à décrire les limites et les usages possibles de chaque donnée disponible.

### 1.2.1. *Éléments de connaissance « macro » sur la sinistralité par nature de périls*

Il existe des informations générales, disponibles au niveau national et au niveau départemental, qui permettent d'avoir des ordres de grandeurs sur les dommages causés par les CatNat. Toutefois ces éléments de connaissances macroscopiques comportent des limites tant au niveau des données sources que des méthodes utilisées.

#### **Au niveau national :**

D'après le rapport annuel sur les catastrophes naturelles du service statistique FFSA-GEMA<sup>19</sup>, sur la période 1982-2012, le montant cumulé des indemnités versées au titre des CatNat s'élève à environ 17 milliards d'euros. Ce montant atteint 20 milliards pour la garantie TGN, dont 90 % sont uniquement dus aux effets du vent. Il existe une forte

---

<sup>17</sup> Représenté par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie à travers la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR).

<sup>18</sup> <http://www.onrn.fr/site/rubriques/qui-sommes-nous.html>

<sup>19</sup> Chiffres issus de données recueillies une enquête adressée aux sociétés membres de la FFSA et du GEMA, complétées par les informations provenant des états comptables réglementaires.

volatilité annuelle de ces coûts historiques (non actualisés), qui s'explique notamment par la survenance d'événements majeurs, tant en CatNat qu'en TGN (cf. figure 5). Le service statistique FFSA-GEMA n'est cependant pas en mesure de fournir la répartition des indemnités par nature de périls CatNat. Pour l'année 2003 par exemple, il n'existe pas de distinction entre les dommages causés par la sécheresse estivale et les inondations du Rhône en décembre.

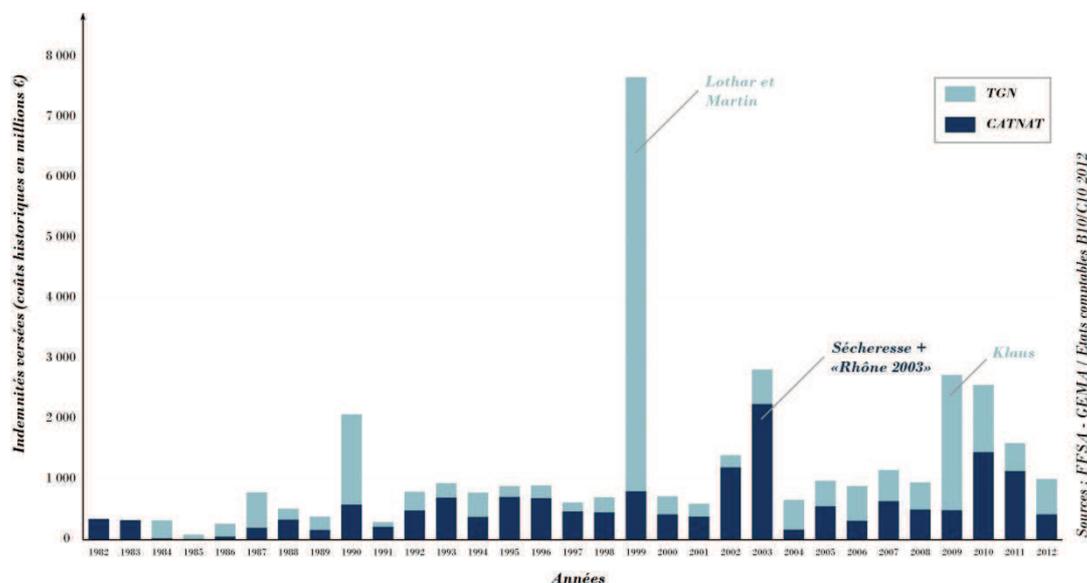


Figure 5. Evolution des indemnités versées en France par régime d'indemnisation (CATNAT et TGN)

La CCR fournit des informations plus précises, en segmentant les coûts indemnisés par nature de périls (cf. figure 6). Ces chiffres, actualisés en euros 2009 par l'indice de la Fédération Française du Bâtiment (FFB)<sup>20</sup>, révèlent que la moitié des indemnités CatNat versées entre 1982 et 2009 est liée à des événements d'inondation. La sécheresse, soit l'effet de subsidence provoqué par le retrait-gonflement des argiles, représente 45 % des coûts indemnisés alors que sur la même période ce type d'aléa n'est à l'origine que de 12 % du nombre d'arrêtés. Néanmoins cet indicateur n'est disponible que pour la période 1982-2009, car il n'est produit que ponctuellement. L'intégration des effets de Xynthia en 2010 et des inondations du Var en 2010 et 2011 doivent probablement augmenter la part des inondations dans cette répartition.

<sup>20</sup> Indice trimestriel du coût de la construction, calculé par la Fédération Française du Bâtiment (FFB) depuis le 1er janvier 1941.

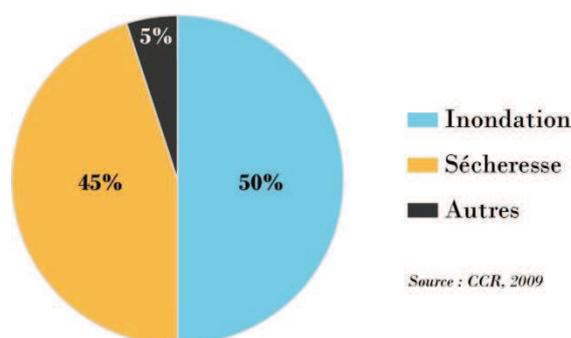


Figure 6. Répartition du coût des CatNat par nature de périls (1982-2009)

Même si les arrêtés CatNat ne rendent pas compte de l'intensité des dommages (cf. 1.1.3.) il demeure intéressant d'avoir un ordre de grandeur sur la part que représente chaque péril en nombre de déclarations CatNat.

Deux bases données permettent de mesurer le nombre d'arrêtés CatNat par type d'aléa :

- Base de données de la CCR, alimentée en interne par la CCR au fil des réunions de la commission interministérielle CatNat, dont elle assure le secrétariat<sup>21</sup>.
- Base de données publique Gaspar du MEDDE<sup>22</sup>, alimentée par les agents des services déconcentrés de l'État, mais avec une périodicité variable.

Néanmoins, la répartition des arrêtés CatNat par nature de périls diffère selon les deux bases. Cela tient tout d'abord d'une simplification différente de la typologie d'aléa reconnue au Journal Officiel. Sur les 59 types de périls recensés dans ce dernier, la CCR a opéré une ventilation en 13 catégories, alors que la base Gaspar en considère 27. (cf. Annexe 2). Ensuite de nombreux arrêtés, publiés rapidement et de manière massive suite aux événements Lothar et Martin (1999), Klaus (2009) et Xynthia (2010) notamment, ont été renseignés dans la base Gaspar en tant qu'« inondations » alors qu'ils sont majoritairement dus à des phénomènes de tempêtes ou de grêle pour quelques événements anciens. Sur ce point la CCR est plus fiable, puisque, pour éviter certains biais, elle a supprimé de sa base les arrêtés CatNat hors inondation relatifs aux trois événements majeurs cités précédemment. Par conséquent, si l'on associe aux arrêtés enregistrés dans la base Gaspar les catégories de périls utilisées par CCR, on constate que 68 % des arrêtés CatNat publiés entre 1982 et 2012 sont la conséquence d'inondations selon la base Gaspar alors qu'ils n'en représentent que 56 % d'après la CCR (cf. figure 7).

<sup>21</sup> Retenue par l'ONRN comme base de référence.

<sup>22</sup> Gestion Assistée des Procédures Administratives relatives aux Risques naturels et technologiques. Téléchargeable sur : <http://macommune.prim.net/gaspar/>

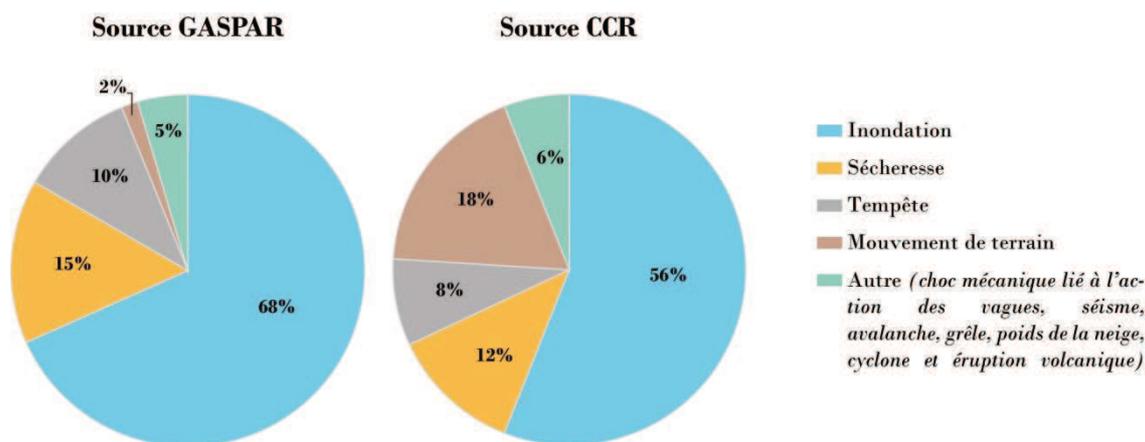


Figure 7. Comparaison de la répartition des arrêtés CatNat par nature de périls entre les données de la CCR et celles de Gaspar (période 1982-2012)

La différence la plus notable entre les deux bases concerne le compte des arrêtés consécutifs à des mouvements de terrain. Cet écart de 16 points peut s'expliquer par le fait qu'il existe selon le Journal Officiel une catégorie « inondation et mouvement de terrain ». Ainsi, il semblerait que la CCR rattache cette catégorie uniquement aux mouvements de terrain tandis que la base Gaspar semble les associer uniquement aux inondations.

#### Au niveau départemental :

Dans le rapport annuel « l'assurance des catastrophes naturelles », le service statistique FFSA-GEMA fournit des éléments sur la sinistralité CatNat par département à travers différents indicateurs sur la période 1988-2012 (cf. tableau 1).

Les trois premiers indicateurs concernent l'ensemble des risques (automobiles, particuliers et professionnels) et tous les aléas CatNat confondus :

- Le premier indicateur représente la fréquence (en ‰), c'est-à-dire le nombre de sinistres rapporté au nombre de contrats en portefeuille ;
- Le deuxième indicateur est l'indemnité moyenne (en milliers d'euros) ;
- Le troisième indicateur fait état du rapport sinistres/primes, soit la charge des sinistres de l'année divisée par le montant des primes acquises à cette même année. Dans les brochures FFSA, il s'entend net de recours.

Pour le quatrième indicateur, soit l'indemnité moyenne des particuliers<sup>23</sup> (en milliers d'euros), les inondations ont été dissociées du reste des aléas. Enfin, le dernier indicateur correspond au coût moyen maximal (en milliers d'euros) pour l'ensemble des risques, c'est-à-dire l'indemnité moyenne pour la fréquence annuelle maximale observée.

L'ensemble de ces informations permet de faire une première analyse spatiale des sinistres en comparant les situations de chaque département.

<sup>23</sup> On entend par indemnité moyenne des particuliers le coût moyen indemnisé pour un contrat MRH

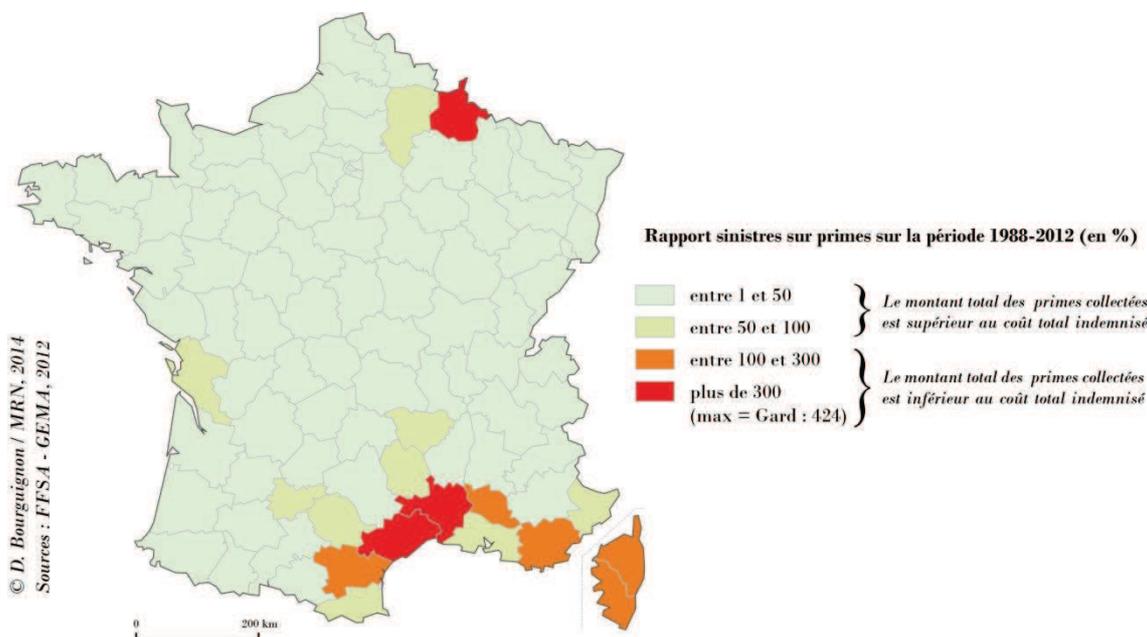
	FREQUENCE EN %	INDEMNITE MOY. (milliers euros)	S/P EN %	INDEMNITE MOYENNE DES PARTICULIERS (milliers euros)		CM MAX* (milliers euros)
				ENSEMBLE DES RISQUES	INONDATIONS	AUTRES
01 AIN	0,5	11,9	20,3	5,2	6,4	12,8
02 AISNE	1,4	11,1	69,6	11,8	6,4	19,7
03 ALLIER	0,5	5,7	13,0	4,6	5,1	3,5
04 ALPES (HTE PROVENCE)	0,6	7,9	25,7	7,0	4,4	14,0
05 ALPES (HAUTES)	0,3	10,3	11,0	7,5	5,2	14,6
06 ALPES MARITIMES	1,3	13,7	54,6	9,7	8,3	7,9
07 ARDECHE	1,0	7,8	37,9	5,9	5,9	20,2

Source : FFSA - GEMA, 2012

Tous les coûts sont actualisés en euros 2012 par l'indice FFB

Tableau 1. Extrait des résultats CatNat cumulés 1988-2010 par département

Ainsi, par exemple, la répartition du rapport « sinistres sur primes » par département permet de souligner la très forte sinistralité du pourtour méditerranéen aux CatNat (cf. carte 1). Cette logique spatiale peut s'expliquer d'une part par l'intensité des dommages causés par des crues « cévenoles » qui surviennent fréquemment sur ces départements et d'autre part, par le fait que plus de 3 % de la population des départements « méditerranéen » est située en zone inondable<sup>24</sup>, alors que la moyenne nationale est de 2 %. La répartition spatiale et temporelle des sinistres sera analysée plus en détail dans les deux dernières parties de cette thèse.

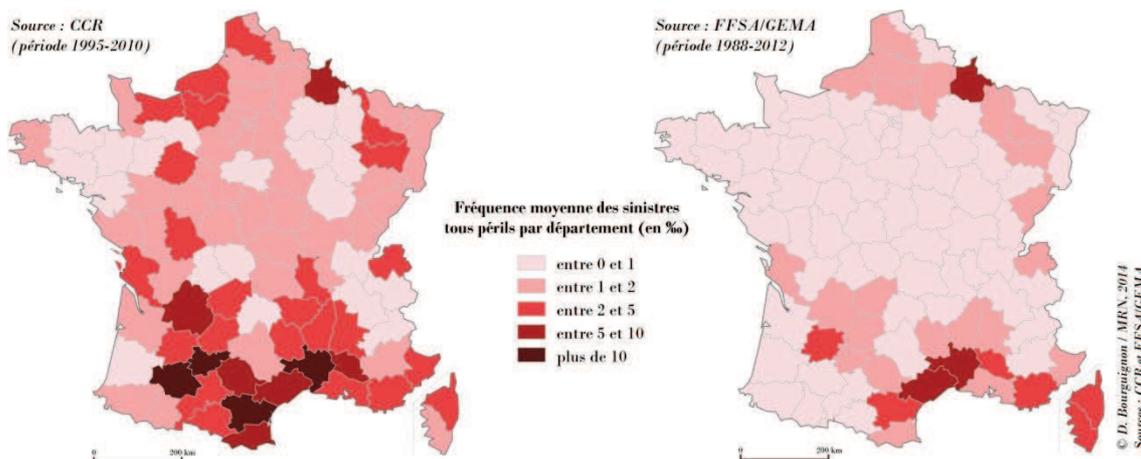


Carte 1. Répartition du rapport « sinistres sur primes » par département, sur la période 1988-2012

Tous les indicateurs cités précédemment (fréquence, coûts moyens, rapport sinistres sur primes, arrêtés CatNat, etc.) sont produits en parallèle par la CCR et visualisables sur leur

<sup>24</sup> D'après l'ONRN : indicateur de la population dans l'EAIP pour les départements 04 ; 06 ; 11 ; 13 ; 30 ; 34 ; 66 ; 83 ; 84.

site public Erisk<sup>25</sup>. Des différences subsistent néanmoins entre les indicateurs FFSA-GEMA et ceux de la CCR, notamment parce que les méthodes de calcul, la représentativité des données sources et les périodes d'observations entre les deux organismes sont différentes. L'indicateur de fréquence est un des exemples les plus révélateurs des différences qui existent entre la CCR et FFSA-GEMA et qui peuvent conduire à des erreurs d'interprétation par les utilisateurs de cet indicateur (*cf.* carte 2).



Carte 2. Fréquence moyenne des sinistres CatNat par département, selon la CCR et FFSA-GEMA respectivement sur les périodes 1995-2010 et 1988-2012

D'abord, FFSA-GEMA n'utilisent que les montants comptabilisés à la fin de l'exercice en court, dits « vu fin de première année », ce qui exclut les sinistres dus à la sécheresse. En effet, les phénomènes de retrait-gonflement des argiles sont enregistrés plus tardivement, parfois cinq ans après. La CCR, en revanche, inclut la sécheresse dans le calcul de son indicateur de fréquence, ce qui explique les fortes disparités entre les deux cartes.

Ensuite les données collectées par la CCR auprès de ses cédantes représentent entre 10 % et 50 % du marché pour les sinistres et entre 50 % et 70 % pour les portefeuilles, selon l'ancienneté des exercices<sup>26</sup>. Des méthodes d'extrapolation sont donc employées pour disposer d'une vision plus représentative, mais elles ajoutent un certain degré d'incertitude. La FFSA, quant à elle, utilise des données brutes non extrapolées. Par ailleurs, selon la CCR, la fréquence moyenne des sinistres correspond à la moyenne des fréquences annuelles. La FFSA n'utilise pas la même méthode puisqu'elle calcule une moyenne sur l'ensemble de la période observée. Enfin, il est possible qu'entre 1988 et 1995, la fréquence des sinistres ait été suffisamment faible pour que l'indicateur FFSA-GEMA, calculé sur une période de 24 années, diffère largement de l'indicateur de la CCR, issu d'une période d'observation plus courte (15 ans). Les mêmes indicateurs, produits par FFSA-GEMA, existent par ailleurs pour les risques relevant de la garantie TGN et sont accessibles via le portail de l'ONRN.

<sup>25</sup> <https://erisk.ccr.fr/faces/erisk-carte.jsp>

<sup>26</sup> Bien que la majeure partie du marché se réassure auprès de la CCR, cette dernière ne dispose pas de données exhaustives puisque les cédantes, pour des raisons notamment techniques, sont dans l'incapacité de fournir 100 % de leurs sinistres.

### 1.2.2. Connaissances spécifiques sur la sinistralité « inondations »

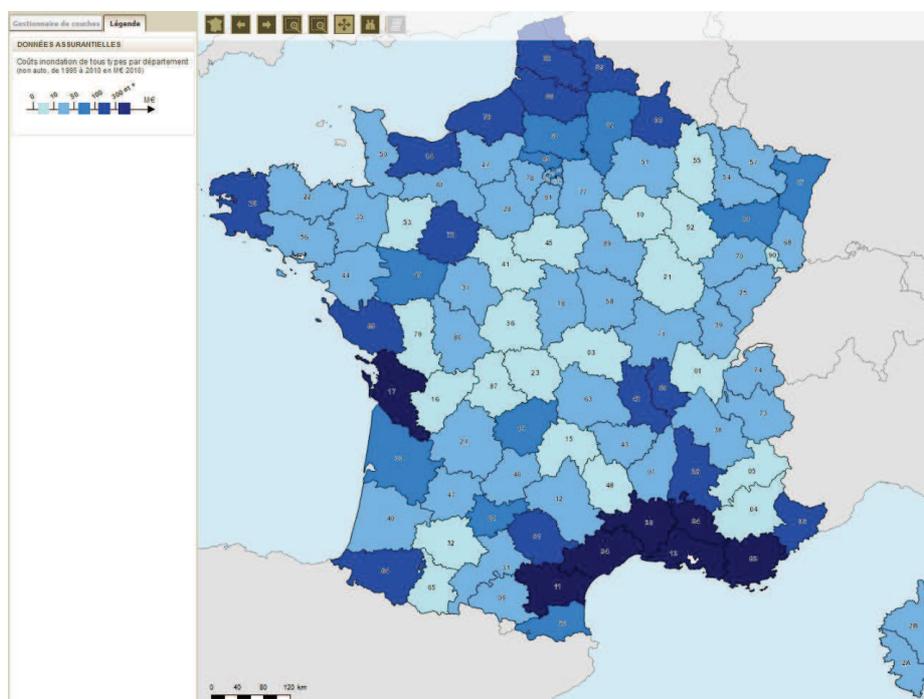
D'autres indicateurs permettent d'apprécier la part de la sinistralité « inondations » par rapport aux autres aléas indemnisés au titre de la garantie CatNat, aux échelles départementales et communales.

#### Au niveau départemental (France métropolitaine seulement)

Dans le rapport annuel CatNat, le service statistique FFSA-GEMA propose un seul indicateur spécifique à l'inondation au niveau départemental, qui est l'indemnité moyenne versée aux particuliers (en millions d'euros 2012, actualisés par l'indice FFB) depuis 1988 (présenté précédemment dans le tableau 1). D'après cet indicateur, l'indemnité moyenne des particuliers pour les inondations est de 5 800 € et de 6 500€ pour les autres périls (dont sécheresse).

Mais c'est la CCR qui fournit les informations spatialisées les plus complètes sur le risque inondation, puisqu'elle propose une batterie d'indicateurs départementaux ventilés par nature d'inondation (inondation tous types, inondation et/ou coulée de boue, inondation par remontée de nappe et inondation par submersion marine), de 1995 à 2010.

Sont ainsi consultables sur le site Erisk des indicateurs classiques de fréquence, coût moyen et rapport sinistres sur primes (cf. carte 3).

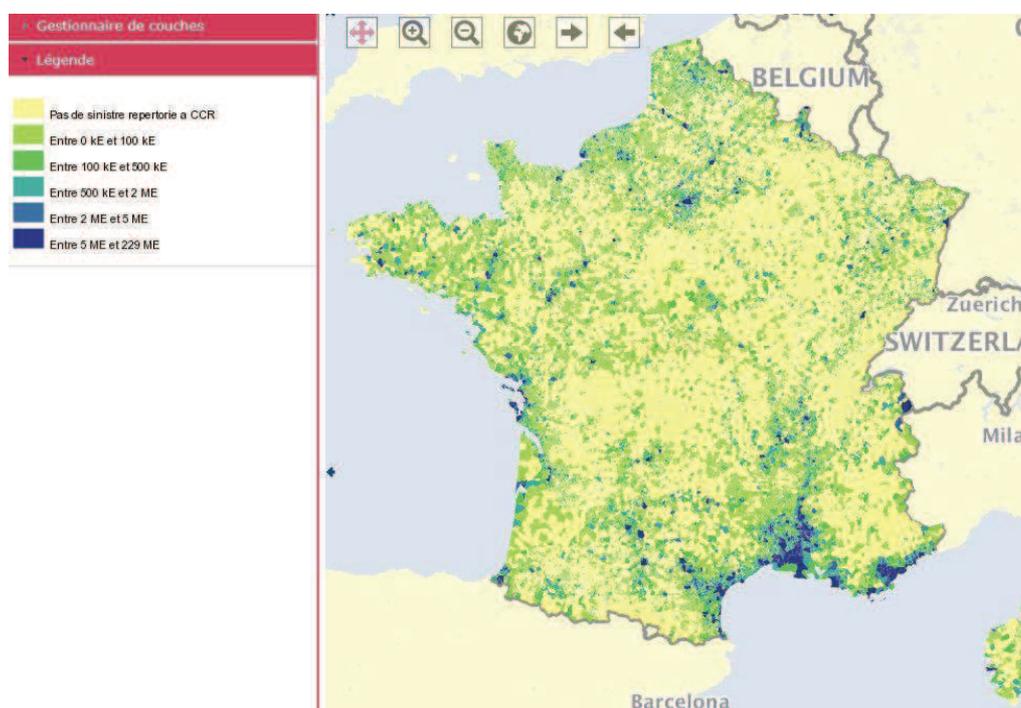


Carte 3. Illustration de l'indicateur « coût cumulé des sinistres inondation (tous types) par département » - période 1995-2010

(Capture d'écran du site ERisk, CCR, 2014)

### Au niveau communal (France métropolitaine seulement)

Grâce à l'ONRN, qui s'est focalisé dans un premier temps sur le risque inondation, les indicateurs départementaux conçus par la CCR sont aujourd'hui consultables et téléchargeables librement à la maille communale, ce qui permet une visualisation plus fine des territoires sinistrés (cf. carte 4). La période d'observation disponible à ce jour couvre 15 années, de 1995 à 2010. L'avantage de la mise à disposition par l'ONRN de ce type d'indicateur est d'avoir incité à la transparence sur les données sources et les méthodes mobilisées pour les exploiter. Ainsi en téléchargeant une « fiche indicateur », l'utilisateur bénéficie d'une vision claire des limites de l'indicateur et des précautions d'usage à respecter. La CCR précise, pour l'indicateur des coûts cumulés par exemple, que « malgré la part de marché significative prise en compte dans la base de données CCR, [...], l'extrapolation nécessaire pour disposer d'une vision de la sinistralité pour l'ensemble du marché ajoute une incertitude à cet indicateur, d'où la fourniture sous forme de classes. »<sup>27</sup>.



Carte 4. Illustration de l'indicateur « coût cumulé des sinistres inondation (tous types) par commune » sur période 1995-2010

(Capture d'écran du portail ONRN, CCR, 2014)

Ces indicateurs disponibles à la maille communale (fréquence, coût moyen, rapport sinistres sur primes, etc.) pourraient permettre le suivi spatial et temporel de l'évolution des sinistres, sur l'ensemble du territoire. En revanche, même s'ils traduisent les effets d'événements dommageables, ils ne donnent aucune information sur la fréquence et

<sup>27</sup> Indications données par la CCR dans la fiche indicateur sur les coûts cumulés des inondations, téléchargeable depuis le portail de l'ONRN.

l'intensité de chacun de ces événements. Par exemple, l'indicateur de coût moyen ne permet pas de vérifier si l'événement Xynthia explique à lui seul que l'indemnisation moyenne d'une inondation pour un particulier, dans la commune de la Faute-sur-Mer, soit quatre fois supérieure à la moyenne nationale.

### 1.2.3. Quelle mesure de la sinistralité par événement ?

Plusieurs acteurs produisent des connaissances sur les coûts observés par événement d'inondation, sous forme de rapports monographiques, d'indicateurs synthétiques ou de bases de données. Toutefois ces informations sont très hétérogènes et se limitent principalement aux événements ayant engendré des dommages socio-économiques significatifs.

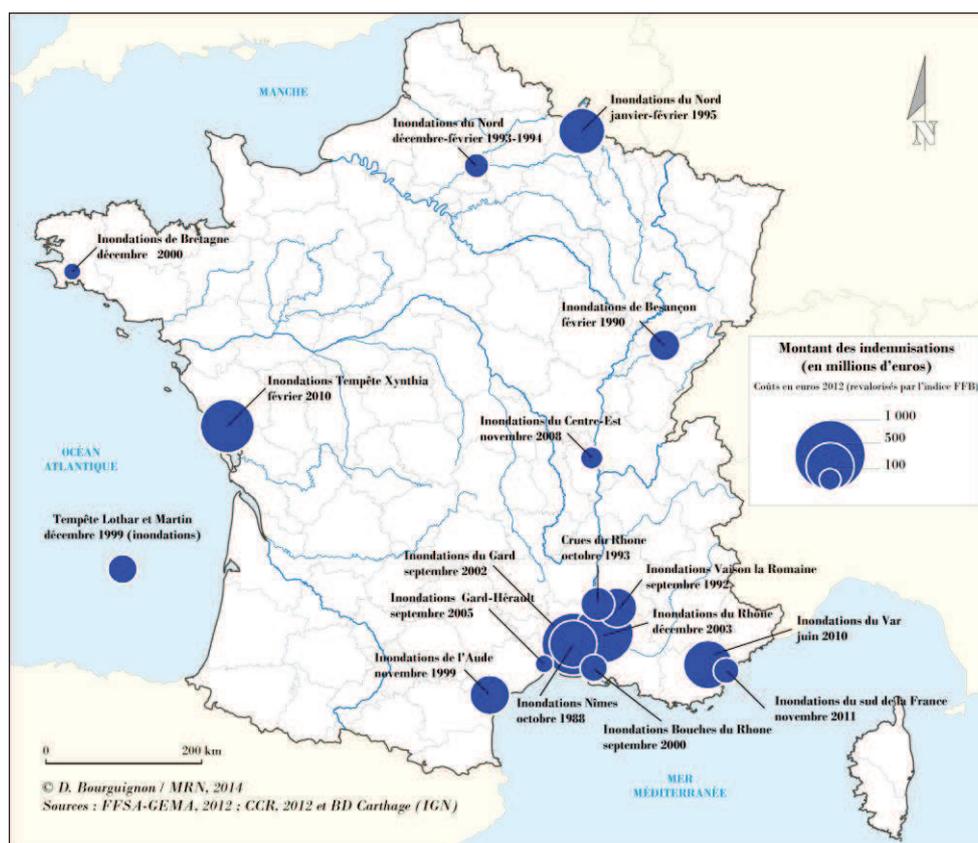
Les éléments de connaissance provenant du secteur assurantiel, accessibles via le site de l'ONRN, sont produits par la FFSA et le GEMA, qui dans les rapports annuels sur l'assurance des catastrophes naturelles et certaines monographies d'événements majeurs tels que Var 2010 ou Xynthia, fournissent les montants historiques et actualisés des principaux événements naturels depuis 1988, dont une vingtaine d'inondations, en précisant le type de péril (cf. tableau 2 et carte 5).

Régime d'assurance	Exercice de survenance	Événements dont le coût estimé est supérieur à 100 M€ actualisés Désignation de l'événement	Coût pour le marché national	
			en M€	en M€ constants*
Cat Nat	1988	Inondations Nîmes/octobre	288	637
Cat Nat	1989 à 2002	Subsidence	2 820	5 041
Cat Nat	1990	Inondations de Besançon/février	150	310
Cat Nat	1992	Inondations Vaison la Romaine/septembre	240	462
Cat Nat	1993	Inondations Bouches du Rhone/septembre	130	240
Cat Nat	1993	Crués du Rhone/octobre	190	351
Cat Nat	1993-1994	Inondations du Nord/décembre-février	110	203
Cat Nat	1995	Inondations du Nord/ janvier-février	350	604
Cat Nat	1996	Séisme d'Annecy/juillet	60	101
Cat Nat	1999	Inondations de l'Aude/novembre	290	465
Cat Nat	1999	Inondations Tempête Lothar et Martin/février	170	273
Cat Nat	2000	Inondations de Bretagne/décembre	70	108
Cat Nat	2002	Cyclone Dina - Réunion/janvier	90	131
Cat Nat	2002	Inondations du Gard/septembre	700	1 021
Cat Nat	2003	Inondations du Rhône/décembre	670	942
Cat Nat	2003	Subsidence	1 420	1 996
Cat Nat	2004-2010	Subsidence	825	1 001
Cat Nat	2005	Inondations Gard - Hérault/septembre	91	119
Cat Nat	2007	Cyclone Dean-Guadeloupe/août	190	222
Cat Nat	2008	Inondations du Centre-Est/novembre	160	178
Cat Nat	2010	Inondations Tempête Xynthia / février	745	800
Cat Nat	2010	Inondations du Var/juin	615	661
Cat Nat	2011	Inondations du sud de la France/novembre	215	221
Cat Nat	2011	Subsidence 2011	800	822
Cat Nat	2012	Subsidence	250	250
Total	25		11 639	17 161

\* coût en euros 2012 revalorisé par l'indice FFB

Source FFSA-GEMA (en gras dans le tableau) et CCR

Tableau 2. Historique des principales catastrophes naturelles depuis 1988



Carte 5. Répartition des inondations les plus coûteuses pour le marché de l'assurance (17 événements supérieurs à 100 millions d'euros actualisés 2012)  
(Source : FFSA-GEMA et CCR)

La CCR fournit également des informations via son site E-Risk, notamment des classes de coûts indemnisés et les périmètres à la maille communale des principaux événements depuis 1990 (cf. figure 8). Plus de trente inondations sont recensées, dont celles déjà référencées par FFSA-GEMA. En revanche, comme évoqué précédemment, les coûts estimés peuvent être différents entre la CCR et FFSA-GEMA, notamment parce que les données sources et les méthodes utilisées pour relier les sinistres à un événement ne sont pas les mêmes.

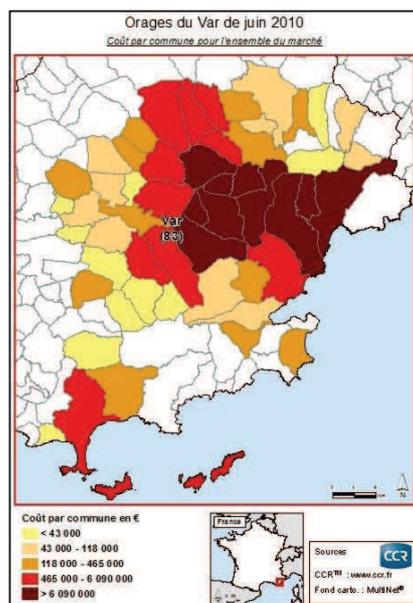


Figure 8. Illustration de la distribution des coûts, par commune, pour l'événement « Var – juin 2010 »  
(Capture d'écran du site ERisk, CCR, 2014)

En parallèle, les services de l'État et la communauté scientifique réalisent des bases de données documentaires sur les événements passés et leurs conséquences. On peut notamment citer :

- La Base de Données Historique des Inondations (BDHI) du MEDDE - avec l'appui scientifique de l'Irstea - qui recense et décrit les inondations de tous types survenues en France depuis la fin du XIII<sup>ème</sup> siècle, soit environ 900 événements répertoriés à ce jour. L'objectif de cette base est de fournir des éléments quantitatifs et qualitatifs sur les phénomènes physiques qui caractérisent l'aléa (période de retour hydrologique, pluviométrique, hauteur d'eau, durée de submersion, *etc.*) et sur les impacts socio-économiques de l'événement (coûts humains, matériels, conséquences environnementales, *etc.*). C'est une base récente, développée depuis 2010 dans le cadre de la Directive Inondation. À ce jour, la BDHI n'est toutefois pas accessible au public.
- La base de données EM-DAT du Centre de Recherche en Épidémiologie des Désastres (CRED) de l'Université de Louvain, qui recense les principaux événements (naturels, sanitaires et technologiques) sur l'ensemble du globe, avec des indicateurs généraux sur les dommages économiques et humains, la localisation et la date de survenance. Ces données sont publiques et accessibles en ligne<sup>28</sup>. Cependant, l'échelle d'observation de cette base n'est pas suffisamment précise pour apporter des éléments de connaissances nouveaux sur les conséquences des inondations survenues en France. Seules 34 inondations sont recensées dans cette base depuis 1900.

<sup>28</sup> <http://www.emdat.be/>

Enfin, les sources d'informations les plus complètes sur les impacts des événements sont fournies par les rapports de retours d'expérience (REX) (Lefrou et *al.*, 2000 ; EDATER, 2001 ; MEDD / DPPR, 2003). Les REX représentent un apport important de connaissances sur les événements passés puisqu'ils ont pour objectif de tirer des enseignements de l'expérience collective d'une catastrophe pour définir des stratégies de prévention et de protection plus efficaces pour le futur (Huet, 2005). Par ailleurs, à la disparition de la MISE (Mission d'inspection spécialisée de l'Environnement) en 2000, les missions de retour d'expérience ont été prises en main par l'Inspection Générale de l'Environnement (IGE) avec le souci de rendre totalement transparents les rapports de REX.

En France, les REX sont avant tout initiés par l'État, via le Ministère chargé de l'Écologie et notamment l'IGE. Mais ils peuvent être réalisés par d'autres acteurs tels que des parlementaires, des collectivités, des acteurs privés ou opérateurs d'infrastructures de réseaux (EDF, SNCF, *etc.*), des universitaires ou institutions scientifiques, *etc.* Par certains aspects, ils ont favorisé l'amélioration de la gestion des inondations, avec par exemple la création du SCHAPI en juin 2003 et la réforme du service d'annonce des crues (SPC) (suite aux recommandations formulées dans le REX des inondations de 1999 dans l'Aude (Lefrou et *al.*, 2000), l'amélioration des connaissances sur l'aléa en termes de réévaluation de paramètres hydrauliques, le redimensionnement des ouvrages de protection et autres travaux, l'amélioration de politiques publiques notamment en matière d'urbanisme, *etc.* (Huet, 2005).

Néanmoins, plusieurs aspects rendent difficile l'utilisation des informations contenues dans les REX, notamment concernant les dommages économiques. D'abord, un même événement peut générer plusieurs REX ce qui accentue la fragmentation des connaissances et accroît le risque d'incohérence des chiffres entre les différentes sources. Ensuite le degré d'accessibilité aux rapports diffère largement selon les acteurs qui les produisent. Par exemple, un REX sous maîtrise d'ouvrage EDF est plus difficile à obtenir qu'un REX mené par l'administration centrale (Vinet, 2007). Enfin, les données qualitatives et factuelles présentes dans certains rapports ne sont pas facilement mobilisables pour des traitements statistiques, car les REX ne sont pas standardisés et peu adaptés aux outils informatiques de gestion de base de données (la plupart des REX de l'IGE sont des versions numérisées de rapports papiers). Les informations présentes dans les REX sont rarement issues de traitements de données brutes, mais sont fondées sur des déclarations d'experts ou des données agrégées et non consolidées.

Le tableau 2 est un premier recensement des sources de données sur les événements naturels dommageables survenus en France.

Source	Producteur	Format de diffusion	Accessibilité	Nombre d'événements	Champs renseignés
Reconnaissance CatNat	Commission Interministérielle / CCR	?	?	?	?
Erisk	CCR	Internet (fiches synthétiques et cartes)	Publique (site E-risk de CCR)	68 (dont 27 "sécheresses" et 33 "inondations")	Nom de l'événement, date (début et fin), aléa (exemple : pluviométrie maximale), départements concernés, communes les plus sinistrées, coût marché historique
FFSA-GEMA	Service statistique FFSA	Rapports papiers et ou .pdf	Publique (site de l'ONRN)	25	Date (année/mois), localisation, causes, coûts historiques et actualisés pour les assureurs
Fiches événements MRN	MRN	.doc, .pdf et papier	sur demande	7	Textuel
Rapports REX (officiels)	Inspections Générales	Papier ou .pdf	Internet ? Sur demande ?	Une dizaine	Textuel
REX (spécifiques) exemple EDF, SNCF...	Professionnelles	Papier ou .pdf	Internet ? Sur demande ?	?	Textuel
Rapports événements dommageables	DGPR	Papier + Table .xls	Publique (prim.net)	135	Code événement, dates (début et fin), nature l'événement, localisation, victimes, dommages, gravité, intensité maximale, commentaires
Site « Mémoire de catastrophes »	IHMEC (avec le soutien du MEDDE)	Internet	Publique	256	Tous types d'informations issues de témoignages
EPRI*	Collectivités/État	Rapports papiers et ou .pdf	Publique (sites internet des DREAL, Agences de l'eau, EPTB)	entre 3500 et 4000 informations textuelles (correspondant à env. 800 événement)	Cours d'eau, localisation, date (année, mois, jour), type d'inondation, hydrographie (hauteurs, débits, période de retour), pluviométrie (hauteur, période de retour), impacts (pertes humaines, dommages), crue de référence (PPR, AZI -> oui/non), commentaires
BDHI	DGPR	Fiches synthétiques + Table .xls ?	Publique (en 2014)	env. 900	Idem EPRI
BD EM-DAT CRED	Université de Louvain	Table .xls	Publique (site du CRED)	131 (dont 40 inondations)	Dates (début et fin), localisation, aléa (type, sous-type et nom), enjeux (nombre de morts, d'affectés et montant des dommages économiques en million \$US), code événement
Météo France	Météo France	Internet (fiches synthétiques et cartes)	Publique (site "pluies extrêmes")	167 (depuis 1982)	Date, nom de l'événement, départements concernés, carte des cumuls de précipitations, infos textuelles
Base de données RTM	RTM	Internet (fiches synthétiques et cartes)	Publique (site RTM)	30 000	Type de phénomène, date, localisation, victimes, dégâts
Bases de données SDIS	SDIS	?	?	?	?

Presse nationale  
et locale / archives  
/ travaux  
universitaires...

\* Les informations indiquées en bleu sont uniquement basées sur les événements relatifs aux inondations.

Tableau 2. Recensement des sources de données sur les événements naturels survenues en France

Même si ces sources sont nombreuses, il n'existe pas encore d'études comparatives ou d'outils qui permettraient d'homogénéiser les connaissances et les rendre interopérables. Ainsi, aucune indexation ou typologie n'ont été clairement définies dans le but de qualifier les événements. Par exemple, la CCR et la FFSA identifient *a priori* comme « majeurs » les événements qui dépassent 50 millions d'euros de dommages assurés (coûts historiques). Toutefois, selon le contexte médiatique, l'intensité du phénomène naturel, le nombre de décès, *etc.* certaines inondations peuvent être associées à cette catégorie sans atteindre un tel seuil de pertes économiques (exemple : les inondations du Gard en octobre 2007 qui ont coûtées moins de 15 millions d'euros historiques, sont référencées par la CCR comme un événement « majeur »). Le même problème se pose concernant la définition des événements « fréquents ». En effet, bien que les inondations inférieures à une période de retour décennale n'entrent pas, théoriquement, dans le cadre du régime CatNat, il existe des situations où des événements inférieurs ou supérieurs à ce seuil sont respectivement acceptés ou refusés par la commission interministérielle CatNat.

### 1.3. Que sait-on sur les dommages observés et potentiels, à l'échelle du sinistre ?

Les indicateurs macroscopiques décrits précédemment (*cf.* 1.2.) n'entretiennent qu'une connaissance généraliste des sinistres CatNat en France. Leur résolution spatiale ne permet pas de répondre aux besoins opérationnels des professionnels du risque ou des aménageurs. Dès lors, de nombreux acteurs produisent et utilisent des données plus fines sur la relation enjeux/dommages, à travers des sinistres observés (analyses *a posteriori*) et des outils de modélisation (analyses *a priori*) (Hubert & Ledoux, 1999 ; André, 2013).

#### 1.3.1. Données fines à l'échelle des sinistres observés

Il existe trois principaux types de données ou d'informations sur le coût des dommages observés, assurés ou non assurés, à l'échelle de l'enjeu sinistré :

- les données de gestion, issues des systèmes d'information, centralisées par les sociétés d'assurances ou d'autres acteurs concernés par la gestion des dommages ;
- les rapports d'expertise ;
- les enquêtes ponctuelles et le recensement de témoignages, notamment dans le cadre de travaux de recherche.

La première catégorie concerne notamment les bases de données sur les sinistres indemnisés, propres aux sociétés d'assurances. Elles permettent aux compagnies de faire un suivi comptable, à l'échelle de leur portefeuille, de l'évolution des indemnités versées aux assurés et de calculer, par exemple, leurs besoins en réassurance. Pour chaque sinistre les informations enregistrées dans les bases sont, au minimum, le numéro de contrat de l'assuré, le type de contrat (particulier, professionnel, *etc.*), la date et le code postal de survenance du sinistre et le montant indemnisé hors frais de gestion suite à l'événement. La plupart des sociétés ajoutent d'autres champs tels que la nature du bien assuré (appartement, maison, *etc.*), l'usage du bien (propriétaire, locataire, *etc.*), la garantie mobilisée (TGN, CatNat, dégât des eaux, *etc.*)<sup>29</sup>.

Les assureurs qui se réassurent à la CCR, soit plus de 90% du marché français, ont l'obligation contractuelle de fournir annuellement au réassureur le montant total des primes perçues et des sinistres indemnisés en CatNat, sans quoi les couvertures de réassurance ne pourraient être mesurées. Toutefois, depuis 1995, certaines sociétés fournissent des données plus détaillées (date et lieu de survenance, nature et usage du bien, *etc.*) pour permettre à la CCR d'améliorer ses outils de modélisation des risques. Par ailleurs, d'autres acteurs tels que les chambres consulaires ou les services de l'État possèdent des informations sur les dommages post-inondation (assurés ou non assurés), relatives aux secteurs économiques qu'elles représentent. C'est notamment le cas des Chambres d'agriculture, qui recensent les dommages aux cultures pour l'estimation des indemnisations éligibles aux fonds de garantie des calamités agricoles (Vinet, 2007). Toutefois, ce type de recensement, utile notamment pour la gestion du régime des calamités agricoles, ne participe pas d'une procédure standardisée et systématique.

La deuxième catégorie se rapporte aux dossiers d'expertise post-sinistres, qui contiennent les informations *a priori* les plus détaillées sur la description des dommages. Dans le secteur assurantiel, lorsque le montant des dommages déclarés par un assuré dépasse un certain seuil fixé par la société d'assurance (plusieurs milliers d'euros), l'assureur mandate un expert (libéral ou salarié) qui se rend sur les lieux sinistrés pour chiffrer les dommages. Ainsi les rapports d'expertise contiennent des informations de différentes natures sur (André, 2013) :

- l'assuré (adresse et coordonnées, garanties du contrat, franchises applicables, *etc.*) ;
- les dommages (description des biens endommagés, détail du calcul du montant à indemniser, taux de vétusté retenus, *etc.*) ;
- et parfois l'aléa (caractéristiques du phénomène : hauteur d'eau, durée de submersion, vitesse d'écoulement, *etc.*).

Néanmoins ces documents, sous format papier, ne sont ni standardisés ni centralisés, ce qui rend leur utilisation particulièrement laborieuse en termes de traitement statistique (André, 2013). C'est pour cette raison que des solutions d'Échange de Données Informatisées (EDI) ont été développées telles que la société DARVA<sup>30</sup>, dont l'une des activités est de constituer des bases de données à partir des informations contenues dans les rapports d'expertise

---

<sup>29</sup> Des informations plus détaillées sont abordées dans la section [2.3.2.](#)

<sup>30</sup> <http://www.darva.com>

fournis par les sociétés membres. Par ailleurs, hors secteur assurantiel, certains acteurs publics ou privés produisent des REX suite à des événements majeurs qui contiennent des informations précises sur les dommages directs et indirects concernant des biens spécifiques, tels que les réseaux (transports, électricité, télécommunication, *etc.*) (CEPRI, 2008).

Toutefois, les bases de données sur les sinistres observés ou les rapports d'expertise sont des informations difficiles à obtenir, car elles sont souvent détenues par des acteurs qui doivent respecter des clauses de confidentialité et être en conformité avec les règles de concurrence (sociétés d'assurances, réassureurs, chambres de commerce et d'industrie, *etc.*) (Hubert & Ledoux, 1999 ; Pottier *et al.*, 2004 ; Vinet, 2007).

Enfin, la troisième catégorie correspond à l'ensemble des études ponctuelles et enquêtes de terrain, menées par des chercheurs ou des bureaux d'études, qui permettent d'obtenir ponctuellement des données de sinistralité suite à des événements précis et de proposer des méthodes d'évaluation de l'endommagement (Torterotot, 1993 ; Équipe pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature, 1998 ; André, 2013 ; *etc.*). Elles demeurent cependant peu nombreuses et sont rarement mises à jour.

Contrairement aux connaissances macroscopiques évoquées précédemment (*cf.* 1.2.), les données sur les dommages directs ou indirects, assurés ou non assurés, causés par des inondations passées, sont essentielles pour anticiper les catastrophes futures. En effet, l'évaluation des conséquences économiques potentielles d'une inondation est un enjeu majeur notamment pour les acteurs en lien avec la gestion des risques naturels tels que les assureurs, les réassureurs, les services de l'État, les bureaux d'études ou les chercheurs. Ainsi, la traduction du risque en une probabilité de concrétisation d'un danger (Tricart, 1992) est une manière de rendre tangible un objet par essence immatériel (Veyret *et al.*, 2004). Le recours aux méthodes de modélisation apparaît dès lors comme le stade ultime d'enrichissement de la connaissance sur les sinistres.

### 1.3.2. Les outils de modélisation : un apport de connaissances sur les sinistres potentiels

La modélisation des catastrophes naturelles est une pratique particulièrement répandue dans le secteur de l'assurance. L'estimation des risques en termes de pertes économiques potentielles est déterminante, par exemple, dans la gestion des portefeuilles, puisqu'elle conditionne les choix de tarification, de provisionnement, de diversification géographique des risques ou de transfert de risques à la réassurance (Grossi & Kunreuther, 2005). Ainsi, les principaux outils de modélisation relatifs aux catastrophes naturelles ont d'abord été développés par des réassureurs ou courtiers en réassurance internationaux (Swiss Re, Munich Re, AON Benfield, Guy Carpenter, Willis, *etc.*) et sont aujourd'hui commercialisés par des agences de modélisation (AIR, RMS, EQECAT, *etc.*) (Chemitte, 2008). Par ailleurs la modélisation des dommages est beaucoup plus avancée dans les pays au sein desquels l'assurance CatNat est un marché libre. Les États-Unis par exemple, sont allés jusqu'au développement d'outils *open source* et personnalisables à destination des acteurs privés ou

publics, tels que le modèle *HAZUS*<sup>31</sup> développé par la *Federal Emergency Management Agency* (FEMA)<sup>31</sup>. En France *a contrario*, puisque l'assurance CatNat est encadrée par l'État, il n'existe que très peu d'initiatives de modélisation provenant du secteur assurantiel, notamment en inondation (Chemitte, 2008). La CCR est quasiment le seul acteur à proposer ce type de solutions à ses cédantes et à d'autres acteurs de la prévention (cf. figure 9).

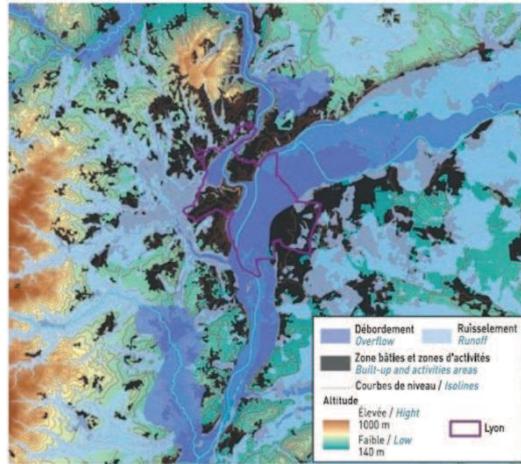
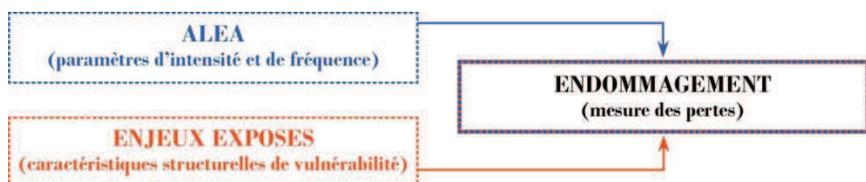


Figure 9. Exemple de cartographie du modèle inondation CCR dans la région de Lyon  
(Extrait de la brochure CatNat CCR, 2014)

La modélisation des dommages est également utilisée dans le cadre de politiques publiques de gestion des risques. La nécessité de prioriser les actions de prévention, en fonction des ressources financières disponibles, contraint en effet les collectivités et l'État à évaluer davantage les dommages potentiels d'une catastrophe en se basant sur différents scénarios. C'est le cas depuis longtemps aux États-Unis ou en Angleterre et de plus en plus en France, notamment par l'utilisation des ACB, qui sera présentée plus en détails dans la troisième partie de cette thèse.

Tous les modèles d'évaluation des dommages reposent sur une structure commune, indépendamment de l'acteur qui le produit ou de celui qui l'utilise (cf. figure 10).



© D. Bourguignon / MRN, 2014

Figure 10. Schéma simplifié d'un modèle CatNat

<sup>31</sup> <http://www.fema.gov/hazus>

La première étape consiste à modéliser l'aléa soit par une approche déterministe, à partir d'un événement observé, soit de manière probabiliste (utilisation de méthodes de simulation). Elle a pour but de définir la fréquence (période de retour) et/ou l'intensité (hauteur d'eau, vitesse d'écoulement, durée de submersion, *etc.*) du phénomène générateur de dommages (Gissing & Blong, 2004 ; Kelman & Spence, 2004 ; Merz *et al.* 2010). La deuxième étape vise à caractériser la vulnérabilité structurelle des enjeux exposés (Gleyze & Reghezza, 2007). Pour le bâti par exemple les facteurs de vulnérabilité étudiés en priorité seront l'âge des bâtiments, les matériaux de construction ou le nombre d'étages (Valencia David, 2006). Enfin, la dernière phase consiste à calculer un taux ou un coût d'endommagement en croisant les paramètres d'aléa et de vulnérabilité des enjeux (White, 1964 ; Penning-Rowsell & Chatterton, 1977 ; Torterotot, 1993 ; Leone *et al.* 1995 ; Messner *et al.*, 2007).

Les données sur les sinistres observés s'avèrent dès lors primordiales, puisqu'elles permettent de tester la pertinence du modèle et de le calibrer si besoin. Par exemple, en 1992 suite au passage de l'ouragan Andrew à Miami, la société américaine de modélisation AIR a pu asseoir sa réputation sur une excellente estimation des dommages aux biens quelques heures seulement après la catastrophe (Morlaye, 2006). Cependant, faute de réévaluation *a posteriori* du coût des événements à partir des données sur les sinistres observés, les premiers montants estimés par modélisation sont souvent considérés comme des valeurs réelles et définitives (Dowton & Pielke, 2005).

Les résultats obtenus sont en général représentés sous forme d'une courbe « dommages/fréquences », parfois appelée courbe de Farmer (Farmer, 1977) ou « *loss exceedance probability curve* » (Grossi & Kunreuther, 2005), qui permet d'avoir une vision synthétique de la mesure des dommages sur le périmètre d'enjeux considéré (*cf.* figure 11). L'un des principaux avantages de cette représentation est de pouvoir calculer le coût moyen annuel des dommages (CMA) pour une plage de fréquence considérée (aire située sous la courbe reportée aux écarts de fréquence) (MRN, 2012). Dans le cas particulier des inondations : « Le CMA considère les dommages engendrés par toutes les périodes de retour de crue. Il exprime ce que coûte en moyenne par an l'ensemble des crues possibles sur le territoire. Le CMA représente également ce qu'il conviendrait de provisionner annuellement, de manière collective, pour couvrir les dommages monétaires sur une durée d'analyse considérée. » (CEPRI, 2011a).

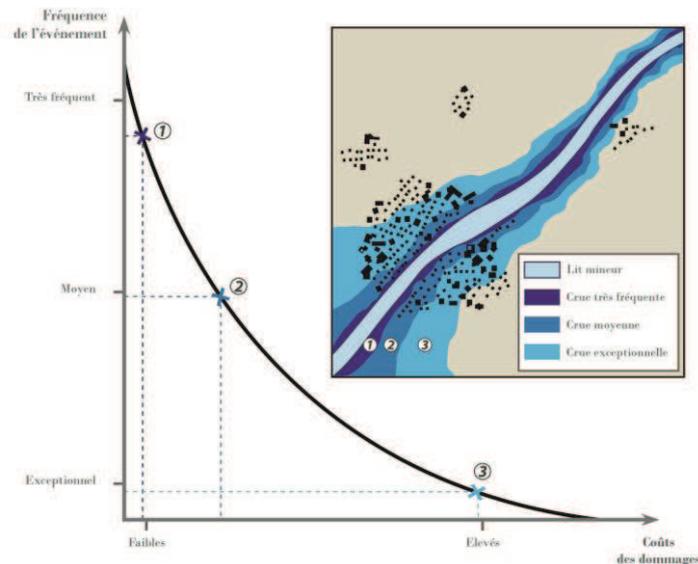


Figure 11. Représentation d'une courbe de dommages/fréquence dans le cas du risque inondation  
(D'après MRN 2012)

La qualité d'un modèle dépend de plusieurs paramètres, dont :

- La précision et l'exhaustivité des données sources qui alimentent chaque module :
  - Aléa : précision géographique (altimétrie, positionnement des points de mesure, etc.), profondeur historique des statistiques météorologiques et hydrologiques, etc. ;
  - Exposition et vulnérabilité : géocodage des biens, fiabilité des informations sur les enjeux (source officielles ?), etc. ;
  - Dommages : les données sur les sinistres observées doivent être suffisamment fines et représentatives des enjeux étudiés.
- La pertinence des hypothèses émises, l'interprétation des données et les méthodes employées dans chaque module (aléa, vulnérabilité et dommage) ;
- Les moyens techniques mis en œuvre pour faire fonctionner le modèle, notamment la performance des logiciels de calculs, la précision des modèles numériques de terrain (MNT) dans le cas de simulations hydrauliques, etc.

Ainsi sur un même périmètre d'étude les résultats peuvent varier sensiblement d'un modèle à un autre. La figure 12 illustre les écarts observés entre les trois principales agences de modélisation suite à l'analyse du portefeuille d'un grand groupe français d'assurance pour le risque tempête. On constate par ailleurs qu'il existe des différences entre plusieurs versions d'un même modèle.

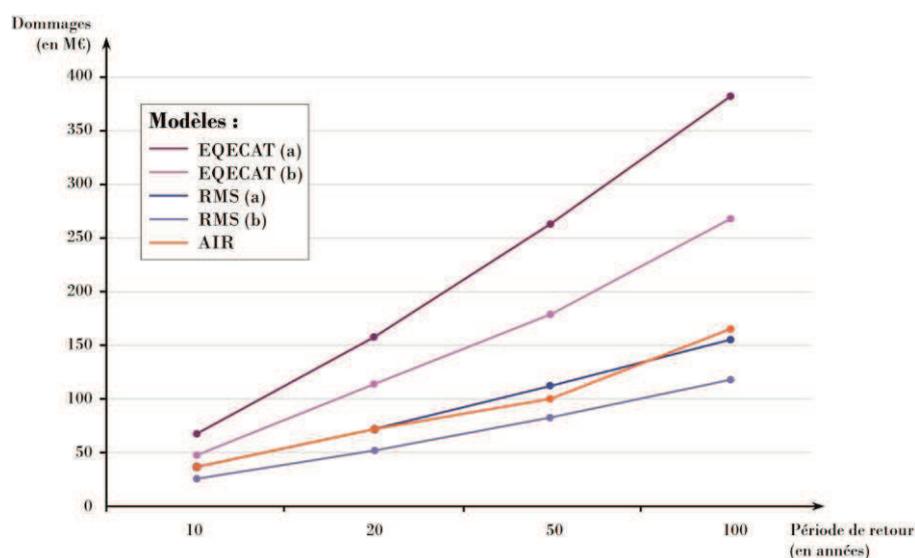


Figure 12. Comparaison des résultats des principaux modélisateurs sur un portefeuille d'assurance (Informations fournies par un grand groupe français d'assurance, 2012)

*Exemple de lecture : Si une tempête de période de retour vicennale impactait le portefeuille étudié, elle coûterait 150 millions d'€ selon le modèle le plus pessimiste d'EQECAT, soit trois fois plus que les estimations du modèle le plus optimiste de RMS.*

Au même titre que les données sur les sinistres observés, les connaissances issues des outils de modélisation, hormis quelques travaux de recherche, sont difficiles à analyser et rarement transposables d'un cas d'étude à un autre (Roazan & Stenger, 2000 ; Roazan, 2004). Dans un contexte commercial, les modélisateurs n'ont en effet aucun intérêt à jouer la transparence sur le contenu de leurs outils et méthodes même si, au-delà du secteur assurantiel, de telles informations pourraient s'avérer utiles à la prévention des risques naturels (conduite d'ACB par exemple). Toutefois les incertitudes inhérentes aux fonctions d'endommagement ne sont pas négligeables. Elles doivent être analysées avec le plus grand soin, de manière à ne pas laisser croire que la modélisation des dommages est la méthode la plus fiable pour répondre aux questions sur les impacts économiques des catastrophes naturelles. Dès lors, même si le manque de transparence des modèles existants est souvent dénoncé, certaines sociétés admettent davantage leurs limites. C'est le cas de la fondatrice de la société AIR, Karen Clark, qui a déclaré récemment : « Sachons dire "Je ne sais pas". Si je le disais à chaque fois que c'est approprié, je le ferais souvent... »<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> Source : Argus de l'assurance, 14 septembre 2012 (<http://www.argusdelassurance.com/acteurs/catastrophes-naturelles-la-modelisation-entame-une-nouvelle-revolution.57952>).

### 1.3.3. Les fonctions d'endommagement ou le paradigme de la relation aléa/dommage

De nombreux auteurs, notamment en France, ont contribué au débat sur les incertitudes inhérentes aux modèles d'évaluation des dommages causés par les inondations (Torterotot, 1993 ; Grelot, 2004 ; Eleutério et al., 2008 ; André, 2014). Même si les connaissances issues de ce type d'analyse semblent les plus fines pour estimer le coût des risques, il est illusoire de penser qu'un modèle est capable d'expliquer parfaitement les dommages observés (Black & Evans, 1999 ; Merz et al., 2004 ; Spekkers et al., 2011). La volonté de traduire de manière fictive les conséquences d'une catastrophe sur un territoire implique de prendre en considération tous les éléments qui constituent la complexité de la relation entre risque et territoire (Dauphiné, 2003 ; Pigeon, 2012). Les modèles de dommages traduisent donc un paradoxe, puisqu'en cherchant à reproduire le plus fidèlement la réalité, ils accroissent le risque de s'en éloigner, par la propagation croissante d'incertitudes (cf. figure 13). Certains auteurs recommandent donc la pratique systématique d'analyses de sensibilité pour évaluer le degré d'incertitude des modèles et en informer l'utilisateur de manière transparente (Grelot et al., 2008 ; Eleutério, 2012). Toutefois peu d'auteurs remettent en question l'emprise du paradigme aléa-centré dans la modélisation des dommages. En effet, le phénomène naturel est encore largement considéré comme le principal facteur explicatif de la variance du coût des dommages coûts (Gleyze & Reghezza, 2007 ; Domenichini, 2008).

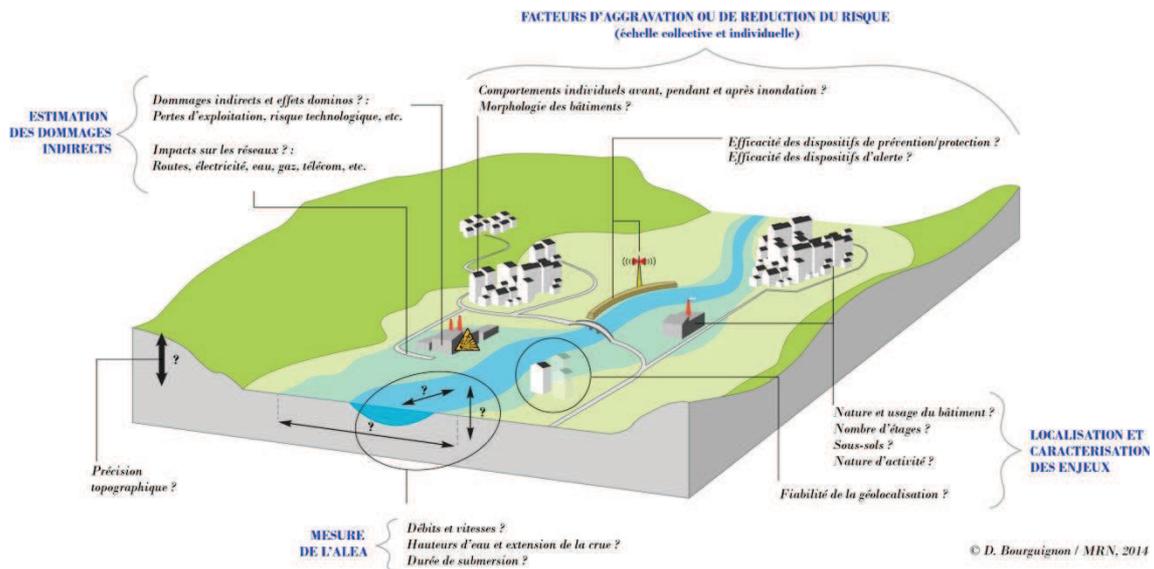


Figure 13. Propagation des incertitudes induite par les modèles

La plupart des modèles cherchent en premier lieu à mettre en évidence une corrélation entre les hauteurs d'eau et le niveau de dommages (Messner et al., 2006 ; Kreibich & Thieken, 2010), car cette caractéristique de l'aléa est considérée comme la plus discriminante pour expliquer les sinistres liés aux inondations (Swiss Re, 1999 ; Penning-Rowsell et al., 2005 ;

Messner *et al.*, 2007). Par ailleurs, c'est également l'une des variables les plus faciles à obtenir. À travers l'étude d'événements récents, certains géographes ont pourtant souligné le décalage parfois important entre le paramètre « hauteur d'eau » et les coûts observés. Le graphique ci-dessous (*cf.* figure 14) illustre la distribution d'un échantillon de sinistres observés consécutifs à la tempête Xynthia de 2010, en fonction des hauteurs d'eau (André, 2013). On constate, d'après la dispersion importante du nuage de points, qu'il est difficile de confirmer une relation entre la hauteur d'eau et le coût des dommages. Cette distribution interroge la pertinence des différents modèles prédictifs testés dans ce cas particulier.

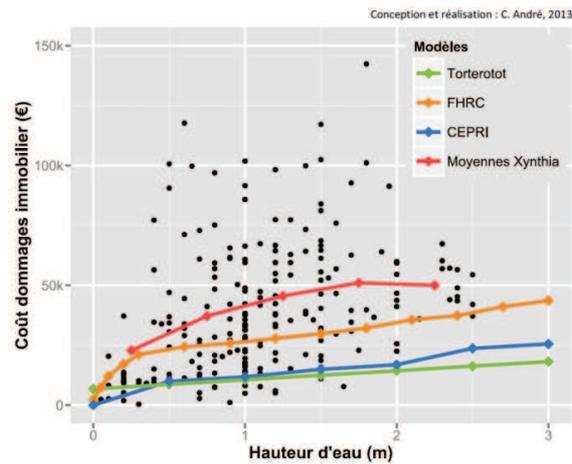


Figure 14. Relation coûts/hauteurs d'eau, comparaisons entre modèles et observations dans le cas de Xynthia  
(Extrait d'André, 2013)

Le même constat est fait par Domenichini (2008) pour le cas des inondations fluviales à Arles en 2003 (*cf.* figure 15). Outre le paramètre « hauteurs d'eau », d'autres analyses révèlent les mêmes décalages selon les durées de submersion (Merz *et al.*, 2010) ou les vitesses d'écoulement (Clausen, 1989 ; Kreibich *et al.*, 2009 ; Pitriska & Jonkman, 2010).

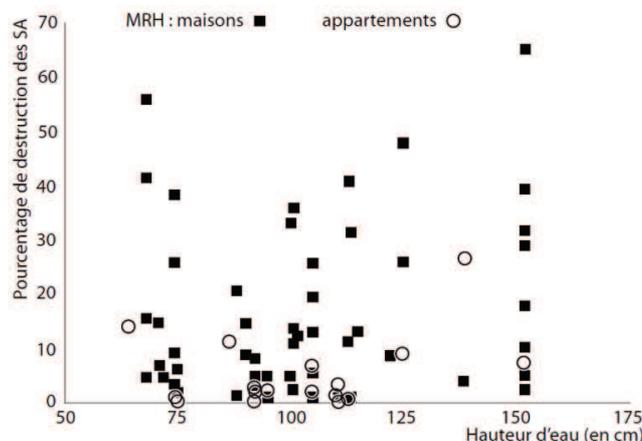
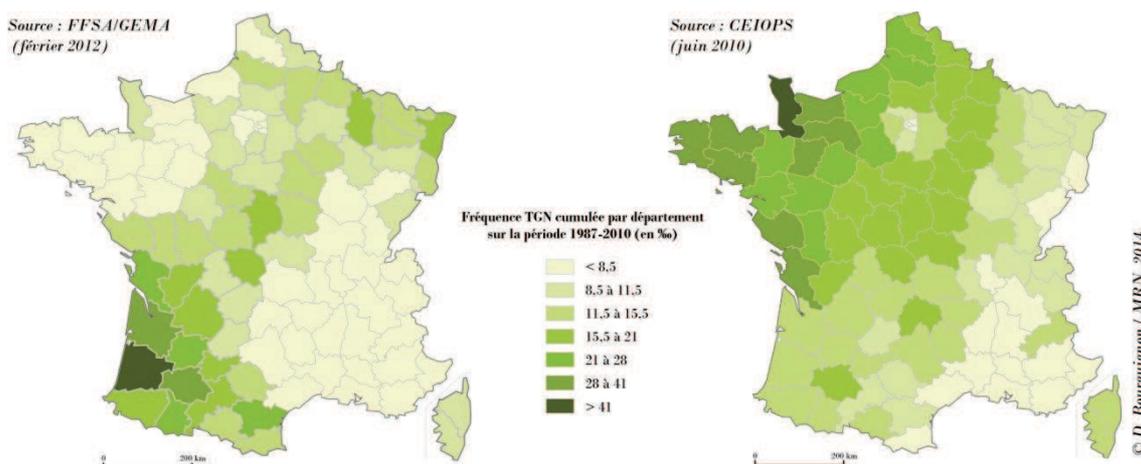


Figure 15. Relation coûts/hauteurs d'eau, le cas des inondations du Rhône en 2003  
(Extrait de Domenichini, 2008)

Certains auteurs ont également mesuré l'influence de plusieurs combinaisons d'aléa sur les dommages à partir de modèles multi-variés (Thieken *et al.*, 2005 ; André, 2013 ; *etc.*). Par exemple, dans le cas des submersions marines consécutives à Xynthia, André a utilisé une méthode de régression multiple en combinant plusieurs critères quantitatifs tels que : les hauteurs d'eau et les durées de submersion. Bien qu'il existe, selon l'auteur, une corrélation entre les deux paramètres d'aléa, ces derniers ne semblent pas expliquer de manière significative la variance du coût des dommages.

Les cartes ci-dessous (*cf.* carte 6) soulignent à l'échelle macroscopique, pour le cas des tempêtes, les différences entre les fréquences des sinistres observés par le marché français de l'assurance sur la période 1988-2012 et le résultat du modèle retenu par l'EIOPA (ex CEIOPS)<sup>33</sup>. Ce dernier semble avoir sur-interprété les paramètres de vitesses et de trajectoires de vent, notamment en Bretagne où l'adaptation historique du bâti dans les zones les plus exposées aux tempêtes n'a vraisemblablement pas été intégrée. Des expériences similaires, notamment en Autriche, ont donné lieu à des publications critiques envers les outils de modélisation par des économistes (Prettenhaler *et al.*, 2012)<sup>34</sup>.



Cartes 6. Distribution géographique de la fréquence des sinistres tempêtes. Comparaison entre les observations (à gauche) et les résultats d'une modélisation (à droite)

*Exemple de lecture : Sur la période 1987-2010, moins de 8,5 contrats sur mille situés dans le Finistère ont été sinistrés en tempête. D'après le modèle retenu par le CEIOPS il aurait dû y avoir entre 28 et 41 contrats sur mille sinistrés dans le même département et sur la même période.*

Par ailleurs, si un paramètre d'aléa n'explique pas les dommages, la plupart des modèles testeront des variables de vulnérabilité liées uniquement à la fragilité structurelle de l'enjeu. En effet, les facteurs les plus couramment utilisés pour caractériser la vulnérabilité sont les

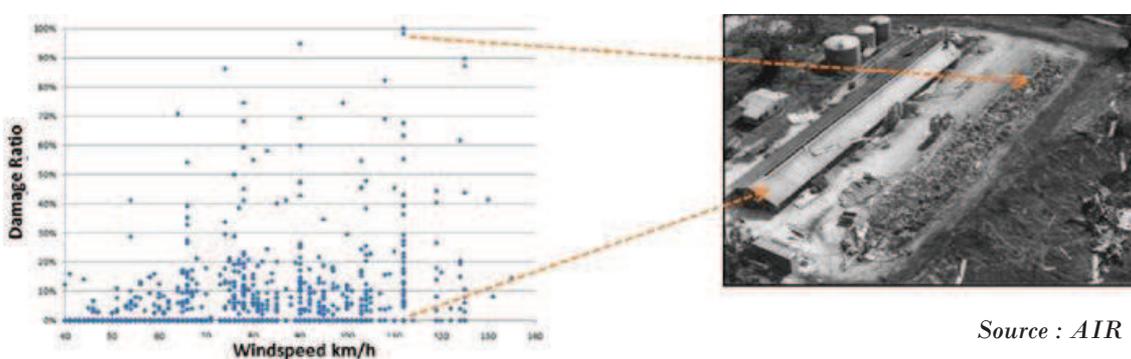
<sup>33</sup> European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA) : Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles.

<sup>34</sup> Plus de précisions sont apportées sur ce point en [2.2.2.](#), au sujet de l'application de la Directive Solvabilité 2.

matériaux de construction, l'âge des bâtiments, la surface du bien, le nombre d'étages ou de pièces, *etc.* (MECSL / DGHUC / CSTB, 2005 ; Salagnac, 2006 ; Toothill, 2007 ; Penning-Rowell *et al.*, 2010).

Pourtant, d'autres variables non structurales ont, *a priori*, une influence positive ou négative sur les dommages (Thieken *et al.*, 2005 ; Merz *et al.*, 2012) tels que : la culture du risque des populations, le niveau de prévention collective ou individuelle, l'efficacité de la gestion de crise, la maîtrise de l'urbanisme, voire de même simples faits comportementaux, comme l'illustre la figure 16.

Cet exemple montre, pour deux bâtiments identiques et des vitesses de vents similaires, que la fermeture ou non des portes d'un bâtiment en cas de tempête, peut provoquer un endommagement nul dans un cas et total dans l'autre. Une situation qui est parfaitement transposable au cas des inondations.



Source : AIR

Figure 16. Exemple de biens endommagés par un coup de vent

Des initiatives récentes de la part des acteurs de l'assurance, telles que Périls en 2009<sup>35</sup> ou OASIS en 2011<sup>36</sup>, montrent l'intérêt grandissant du secteur dans la réduction des incertitudes liées aux modèles, notamment par un meilleur partage des connaissances sur les sinistres observés entre producteurs de données.

Puisque le dommage est une expression synthétique du risque (Vinet, 2010), il y a un réel enjeu pour les géographes à contribuer au perfectionnement des études sur l'endommagement, à travers l'apport d'une vision moins segmentée et plus « intégrative » (Pigeon, 2005).

<sup>35</sup> <http://www.perils.org/web.html>

<sup>36</sup> <http://www.oasislmf.org/>

## Conclusion

Les gestionnaires du risque en France, de l'assurance aux services de l'État, en passant par les chercheurs et les collectivités, déplorent le niveau lacunaire des connaissances sur les dommages causés par les catastrophes naturelles<sup>37</sup>. Ce chapitre a permis de mettre en lumière, d'abord, les raisons du retard français en termes d'évaluation économique en France. La difficulté idéologique de raisonner à partir d'indicateurs monétarisables est la première explication que nous avons développée. La seconde, porte sur la nature même du système d'indemnisation des catastrophes naturelles, qui n'a pas permis d'instaurer une culture du partage d'information et de valorisation des données de sinistralité détenues par le secteur de l'assurance. Les principaux éléments de connaissances existants se situent à un niveau macroscopique, se sont par exemple les indicateurs fournis par la FFSA, le GEMA et la CCR à l'ONRN, à l'échelle d'une période d'observation ou d'événements, aux mailles nationales, départementales ou communales. Toutefois ils sont peu opérationnels, car ils ne permettent pas de répondre aux questions relatives à la mesure de l'endommagement, à l'échelle du sinistre. Le manque de connaissances sur les sinistres observés a donc conduit certains chercheurs et gestionnaires du risque (bureaux d'études, collectivités, assureurs, *etc.*) à développer des fonctions d'endommagement. Or, ces outils de modélisation sont source de nombreuses incertitudes, notamment parce qu'ils sont rarement calibrés à partir de données observés. Le principal problème lié aux modèles de prédiction des dommages est leur aléa-centrage. La majorité d'entre eux considère que les mêmes paramètres d'aléa produisent le même niveau d'endommagement sur des bâtiments comparables, quel que soit le territoire où se situe l'enjeu. Ce paradigme a donc pour conséquence de déterritorialiser la notion de risque, car il n'intègre pas le fonctionnement et l'organisation spécifique à chaque territoire qui influent potentiellement sur la vulnérabilité de ce dernier (quelles politiques menées à différentes échelles ?, quelles cultures du risque des populations ?, *etc.*).

Toutefois, le manque de données fines de sinistralité et l'utilisation de méthodes d'estimation des dommages jugées trop hétérogènes, incertaines et peu accessibles ne semblent pas avoir eu jusqu'à récemment de conséquences lourdes sur la gestion et la prévention des risques, dans un contexte où les dommages assurés sont financés par un système d'indemnisation solidaire. La situation actuelle ne permet pourtant plus de se contenter d'une connaissance sommaire des niveaux d'exposition aux risques naturels et notamment aux inondations. Ainsi, dans le prochain chapitre, nous expliciterons les raisons pour lesquelles l'amélioration des connaissances devient un enjeu majeur, à différents niveaux, pour l'ensemble des parties prenantes concernées par la gestion et la prévention des risques.

---

<sup>37</sup> Un tableau récapitulatif des indicateurs et données disponibles sur les dommages liés aux CatNat, en France, est consultable en [Annexe 3](#).



## Chapitre 2. Une évolution des besoins et des pratiques qui nécessite une amélioration des connaissances

### 2.1. Risques et sociétés : un rapport en mutation

D'après le réassureur Swiss Re (2014) les catastrophes naturelles sont en moyenne chaque année de plus en plus coûteuses à l'échelle planétaire (cf. figure 17). Malgré de fortes disparités entre pays, creusées notamment par les différents niveaux de couverture d'assurance, aucune région du monde n'est épargnée par le phénomène (Hallegatte et al., 2007).

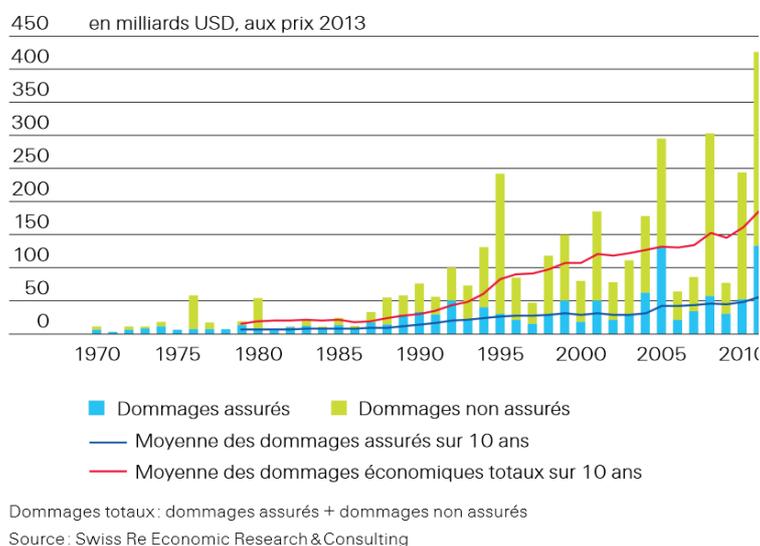


Figure 17. Évolution des dommages assurés et non assurés causés par les catastrophes naturelles dans le monde, depuis 1970

Face à cette tendance, la prévention des catastrophes naturelles est devenue, à partir des années 1990, une priorité à l'échelle du globe. L'ONU a d'ailleurs proclamé la décennie 1990-2000 « décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles »<sup>38</sup> et a instauré la Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes (SIPC), qui vise à assister les communautés dans la gestion et la prévention des risques. L'adoption du cadre d'action de Hyogo sur la période 2005-2015 permet de poursuivre et de renforcer les initiatives de prévention des risques et d'amélioration de la résilience des nations (ONU, 2005).

En France, la pratique d'une gestion plus intégrée du risque (Laganier, 2006) notamment par l'essor des PAPI à partir des années 2000 et la mise en œuvre de la Directive Inondation depuis 2007, sont autant d'éléments qui concrétisent les efforts portés à la réduction des catastrophes.

<sup>38</sup> Selon la résolution 44/236 adoptée en 1989.

### 2.1.1. Des aléas aux enjeux : une société de plus en plus exposée aux risques

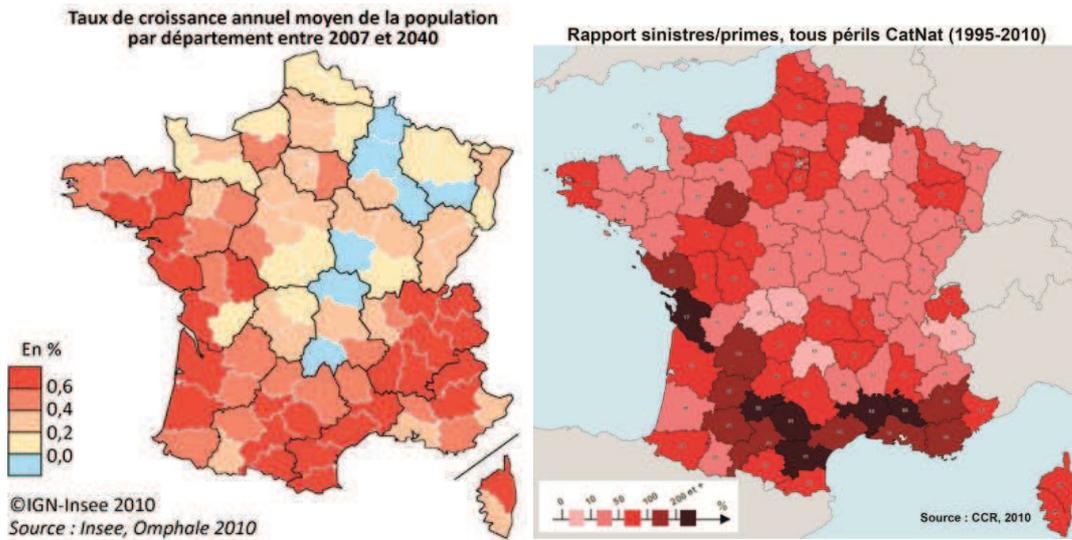
L'augmentation du coût des catastrophes naturelles est due à plusieurs facteurs avérés et supposés, plus ou moins mesurables. D'abord, l'accroissement du nombre d'enjeux dans les zones exposées aux risques naturels et notamment les zones inondables est un fait inéluctable. Ce facteur démographique est vérifié à la fois dans le monde et en France, avec une concentration des enjeux et par conséquent des masses assurables dans les zones littorales ainsi qu'au bord des cours d'eau (Dauphiné, 2005). Le SOeS<sup>39</sup> a estimé à 11 % la part de la population française exposée au risque d'inondation en 2009. Selon la même source, entre 2000 et 2006, le taux moyen de croissance de la population française dans les zones inondables était de 4,87 %, soit légèrement supérieur au taux de croissance sur l'ensemble du territoire métropolitain (4,82 %). Ces moyennes cachent de fortes disparités, notamment l'île de France où selon l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France (IAU) (IAU, 2013) 8 % des logements sont situés en zone potentiellement inondable. Cela représente près de 435 000 habitations, parmi lesquelles 100 000 ont moins de 30 ans. À titre d'illustration, si une crue de la Seine type 1910 survenait dans les conditions actuelles d'aménagement du territoire, elle coûterait jusqu'à 30 fois plus cher qu'il y a un siècle, soit 30 milliards d'euros (Rizzoli 1997 ; OCDE, 2014). Cette situation soulève la question de l'efficacité des politiques publiques de prévention en termes de maîtrise de l'urbanisation. En effet, certains outils tels que le PPR par exemple, ne semblent pas avoir totalement freiné l'augmentation de l'exposition des enjeux (Gérin, 2011 ; Pigeon, 2012).

Les départements littoraux et de montagne sont les zones les plus exposées aux aléas naturels CatNat, en particulier l'espace méditerranéen. Pourtant, comme l'illustrent les deux cartes ci-dessous (*cf.* carte 7), les zones à forte sinistralité<sup>40</sup> (carte de droite) sont globalement celles dont la croissance de la population est la plus forte (carte de gauche). En effet la pression démographique actuelle et future, à proximité de la mer ou des cours d'eau, montre que la recherche d'un cadre de vie de qualité est plus importante, pour la population, que le degré de risque encouru. Par ailleurs, dans le sud-ouest de la France notamment, la désindustrialisation des fonds de vallée a entraîné un mouvement global de migration des enjeux dans les zones « basses ». L'augmentation du niveau de sinistralité paraît donc inévitable, puisqu'à en juger les prédictions de l'INSEE en termes de taux de croissance de la population, le déni du risque à l'échelle nationale devrait se poursuivre sur plusieurs décennies.

---

<sup>39</sup> Service de l'observation et des statistiques du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

<sup>40</sup> Département pour lesquels le montant des indemnités versées au titre des CatNat est plus important que les primes perçus.



Carte 7. Comparaison entre les perspectives d'évolution démographique et la sinistralité par département

Le deuxième facteur responsable de l'accroissement du coût des catastrophes est la hausse de la valeur des biens exposés. La figure 18 illustre l'évolution du taux d'équipement des ménages français sur la période 1962-2006 selon l'INSEE. On constate que les principaux postes de consommation ne cessent de progresser depuis 40 ans. De fait, la valeur moyenne des sinistres causés par une inondation, à fréquence équivalente, est plus élevée chaque année. Par ailleurs cet indicateur de volume ne rend pas compte du perfectionnement technique de chacun de ces postes au fil du temps, ni la généralisation des couvertures d'assurance. Ainsi l'enrichissement ininterrompu des ménages, conjugué à l'augmentation du nombre de biens situés en zone à risque, expliquent en grande partie l'aggravation tendancielle des impacts des catastrophes et notamment des dommages assurés (Zajdenweber, 2000).

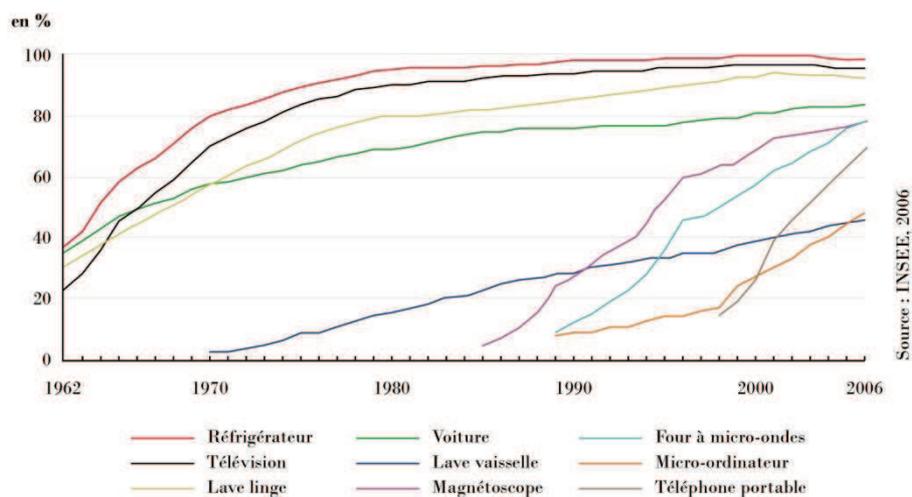


Figure 18. Évolution du taux d'équipement des ménages en France métropolitaine entre 1962 et 2006

*Exemple de lecture : En 2006 presque tous les ménages français possède un réfrigérateur contre 40 % au début des années 1960.*

Enfin, le changement climatique est souvent évoqué comme un facteur déterminant dans l'augmentation du coût des catastrophes telles que les inondations, les tempêtes ou les sécheresses, à travers l'accroissement supposé de la fréquence et de l'intensité des aléas générateurs de dommages. Selon le rapport Stern (2006), le coût moyen annuel des dommages causés par des événements climatiques extrêmes pourrait doubler dans les prochaines décennies. Ce scénario alarmant pose la question, dans les pays développés, de la pérennité du financement de la réparation des dommages par l'assurance, à travers la mutualisation des risques (Nussbaum, 2008). D'ailleurs assureurs et réassureurs se préparent déjà à de tels scénarios en évaluant les incidences du changement climatique sur les primes et les besoins en fonds propres (ABI, 2007 ; ADEME, 2007).

Des chercheurs ont pu mettre en évidence l'impact du changement climatique sur l'érosion littorale et par conséquent sur l'aggravation du risque de submersion marine (Ullman & Pirazzolli, 2007 ; BRGM, 2010). Toutefois, ils s'accordent sur la difficulté d'établir un lien entre changement climatique et phénomènes d'inondation par débordement de cours d'eau (Lang et Renard, 2007 ; Kundzewicz et *al.*, 2013). Dans un rapport récent le GIEC (2012) précise d'ailleurs que : « L'évolution de l'ampleur et de la fréquence des crues imputables au climat bénéficie à l'échelon régional d'un degré d'évidence faible à moyen, parce que les relevés effectués aux stations de mesure du niveau sont limités dans le temps et dans l'espace, et parce qu'il est impossible de déterminer la contribution des changements survenus dans l'aménagement et l'utilisation des terres ». Pourtant même si le débat scientifique reste ouvert, les réflexions sur le changement climatique ont l'avantage de faire émerger et d'entretenir une culture du risque durable (Scarwell, 2007). L'essentiel est de trouver le juste équilibre entre une prise de conscience utile à la prévention et la déresponsabilisation de certains acteurs. En effet, sur ce dernier point, le changement climatique peut également être perçu comme la version moderne de la fatalité divine, qui offre à certains élus une raison de se déresponsabiliser suite à la survenance d'une catastrophe (Vinet, 2010).

Face à l'aggravation des conséquences économiques des catastrophes naturelles, l'évolution des politiques publiques de prévention des inondations, en France, s'est orientée vers une gestion plus intégrée du risque qui nécessite par conséquent un apport accru de connaissances notamment sur les dommages. Nous nous focaliserons sur les deux outils les plus révélateurs de cette évolution idéologique : les programmes d'action et de prévention des inondations (PAPI) à travers leur dimension économique et la Directive Inondation.

### 2.1.2. L'outil PAPI et la pratique obligatoire des analyses-coûts-bénéfices

Les programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI) ont été lancés suite aux nombreuses inondations qui ont impacté l'ensemble du territoire national entre 1999 et 2002<sup>41</sup>. Ils ont pour objectifs de permettre à des structures porteuses de mener des actions de réduction des risques d'inondation via des mesures structurelles et non structurelles, à l'échelle d'un bassin versant. Cet outil est un moyen pour l'État de responsabiliser les collectivités territoriales en matière de prévention des inondations, en définissant avec elles une stratégie de gestion du risque à l'échelle du bassin, mais c'est aussi un moyen de renforcer la gouvernance locale en favorisant l'émergence d'une solidarité amont-aval autour d'une thématique partagée (MEDDE / DGPR, 2011a).

Entre 2003 et 2009, environ 50 PAPI ont été lancés sur l'ensemble du territoire. Le principal avantage du dispositif est d'avoir instauré une vision plus cohérente dans la prévention des risques, à la fois en termes d'échelle d'action (celle du bassin), de renforcement des prérogatives d'acteurs locaux (EPTB, syndicats de rivières, etc.) et de complémentarité des dispositifs d'actions (entre mesures structurelles et non structurelles). Toutefois, le bilan de cette première génération fait également état de plusieurs faiblesses (MEEDDM, 2009). En premier lieu, les études et actions relatives à la réduction de la vulnérabilité demeurent secondaires face à la mise en œuvre de mesures structurelles dédiées à la maîtrise des aléas. Certaines structures porteuses ont par ailleurs déploré le manque de moyens, de temps et de compétences pour mettre en place une réelle réflexion stratégique, *a fortiori* dans un contexte où leur responsabilité est engagée. De plus, le manque d'outils et de méthode d'évaluation des dommages a conduit certains projets à adopter des mesures sans avoir les moyens de justifier leur pertinence.

Ainsi, en 2009, le Ministère de l'environnement a décidé d'améliorer le dispositif en initiant la réflexion pour la mise en place d'une deuxième génération de PAPI. La démarche vise à mieux coordonner les acteurs et leurs stratégies à l'échelle d'un bassin de risque cohérent, à renforcer les capacités techniques et financières des maîtres d'ouvrage et à optimiser les moyens publics dédiés à la mise en œuvre des programmes (MEDDE / DGPR, 2011a). Sur ce dernier point, un guide méthodologique à destination des porteurs de projets a d'ailleurs été conçu pour faciliter la réalisation d'ACB (CEPRI, 2010a).

Le nouveau cahier des charges distingue trois types de PAPI : les PAPI complets, les petits PAPI (moins de 3 millions d'euros) et les PAPI d'intention (études et diagnostics qui préfigurent la mise en place d'un PAPI complet).

---

<sup>41</sup> Cf. Circulaire du 1<sup>er</sup> octobre 2002 relative au plan de prévention des inondations et à l'appel à projets : [http://www.ineris.fr/aida/consultation\\_document/7709](http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/7709)

En 2011, dans le cadre de la Stratégie Nationale de Gestion des Risques Inondations (SNGRI), la Commission Mixte Inondation (CMI) a été créée afin d'évaluer la cohérence de la politique nationale de gestion des inondations. Cette instance, composée de représentants de collectivités, de l'État, de la société civile et d'experts en prévention, labellise notamment les PAPI de plus de 3 millions d'euros. Elle établit un bilan régulier des projets labellisés au niveau national et au niveau local par les comités de bassin (MEDDE / DGPR, 2013).

D'après les chiffres issus du bilan global des labellisations PAPI, les mesures structurelles représentent encore aujourd'hui presque 90 % du montant global des projets (cf. figure 19).

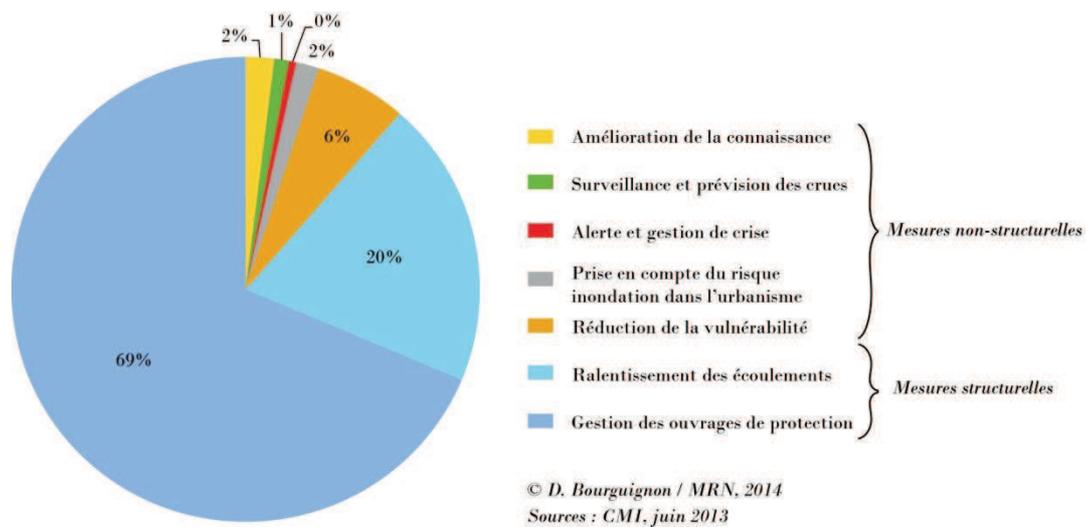


Figure 19. Montants des projets par axes d'après les chiffres de la CMI

Selon Vinet (2010) la prédominance des moyens alloués à une gestion aléa-centrée du risque inondation montre que les PAPI sont dans une certaine mesure « des outils d'apurement des retards de la protection ». Ces derniers ont en effet permis de mettre en œuvre des aménagements qui étaient restés, jusque-là, à l'état de projet faute de moyens humains et financiers.

Toutefois, la nouvelle génération de PAPI a l'avantage d'avoir développé, en réponse aux exigences européennes instaurées par la Directive Inondation, une volonté de rationalisation économique des projets nécessitant des investissements importants<sup>42</sup>, à travers l'obligation de conduire des analyses coûts-bénéfices. Rappelons que l'ACB est une évaluation probabiliste qui a pour objectif de comparer de manière quantitative le coût de mesures de prévention/protection aux dommages potentiels qu'elles permettent d'éviter (Munier et al., 1997 ; Treich, 2005 ; MRN, 2012) (cf. figure 20). Elle est ainsi considérée comme l'outil de référence pour l'aide à la décision qui permet de « hiérarchiser, pondérer et discuter, pour

<sup>42</sup> Actions dont l'investissement représente 25 % du montant total du programme ou dont le montant dépasse 2 millions d'euros.

établir une stratégie sur la base de critères autres que ceux de la seule analyse hydraulique. » (MEDDE / DGPR, 2011a, 2011).

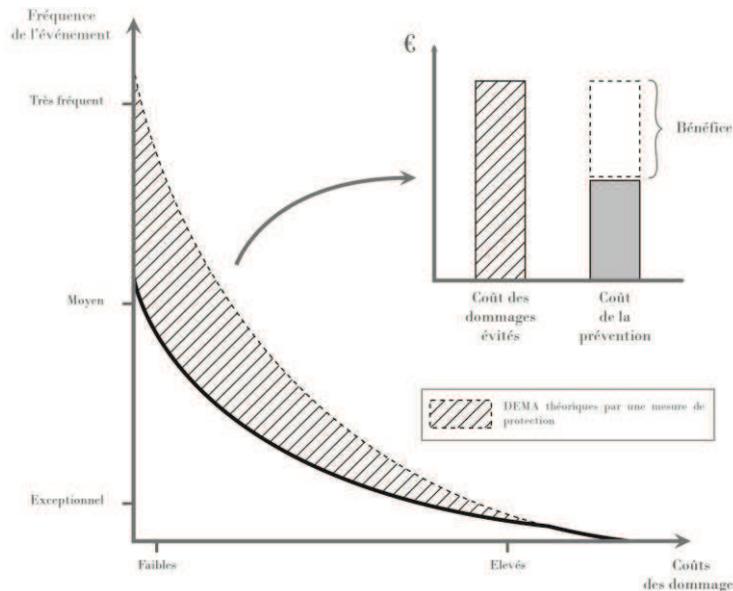


Figure 20. Principe de l'ACB  
(D'après MRN, 2012)

L'ACB apporte une vision objective de l'exposition économique d'un territoire, ce qui est intéressant pour le financeur du projet ainsi que pour le gestionnaire de bassin ; mais permet-elle réellement de guider les choix de prévention ? En effet, prenons l'exemple d'un territoire qui hésite entre deux projets : construire des digues ou implanter des bassins de rétention. Si l'ACB s'avère positive dans les deux cas, seule une décision politique impliquant donc une vision subjective pourra orienter la stratégie du territoire.

Ainsi, pour compléter l'analyse des dommages difficilement monétarisables, le ministère préconise que l'ACB prenne la forme d'une Analyse Multicritères (AMC). Cette dernière, permet de prendre en compte des éléments intangibles tels que la vie humaine, les traumatismes psychologiques, les impacts environnementaux ou patrimoniaux, *etc.* (CEPRI, 2011a). De nombreux géographes ont pratiqué l'AMC, dans le but d'étudier les vulnérabilités autrement qu'à travers le prisme réducteur des dommages (D'Ercole, 1994 ; Graillet et *al.*, 2001 ; Barroca et *al.*, 2005 ; Leone et *al.*, 2007). Toutefois, si la pratique de l'ACB est aujourd'hui systématique, celle de l'AMC demeure quant à elle marginale. Ledoux (2012), estime d'ailleurs que la méthode AMC développée par le Ministère n'est pas applicable en l'état, car la pondération des critères, sur laquelle repose l'analyse, n'est pas clairement définie.

Ajoutons que les ACB de chaque projet sont soumis au contrôle d'un service d'instruction dédié, en amont des séances de labellisation de la CMI, même si un avis défavorable émis par cette commission n'est pas forcément « éliminatoire ».

À l'instar des outils de modélisation cités précédemment (cf. 1.3.2.), la qualité d'une ACB dépend principalement des éléments suivants :

- La modélisation de l'aléa : scénarios d'aléa retenus, précisions des modèles de simulation hydrauliques, effets de la mesure étudiée sur les hauteurs d'eau par exemple, etc.
- L'estimation des dommages, avec et sans le projet de protection.

Cependant, les porteurs de projet sont souvent démunis lorsqu'il s'agit de produire des fonctions d'endommagement. Le manque de connaissance sur ce sujet, en France, a conduit la plupart des acteurs à utiliser les courbes issues des travaux de Torterotot, qui datent de 1993 (Torterotot, 1993). Ce n'est que depuis 2012, qu'un guide méthodologique a été diffusé par le Ministère de l'environnement afin d'aider les porteurs de projet à mener leur ACB. La version finale sera publiée au cours de l'année 2014 (MEDDE / CGDD, 2012b). Néanmoins les connaissances sur les dommages demeurent limitées et sont sources d'importantes incertitudes et difficiles à évaluer. Le cahier des charges PAPI (2011) stipule pourtant que « le maître d'ouvrage devra fournir une analyse de la sensibilité des résultats basée sur une variation des données d'entrée et des hypothèses faites ». Ainsi, depuis quelques années, les porteurs de projet PAPI se tournent notamment vers le secteur de l'assurance pour obtenir des données chiffrées sur les dommages dus aux inondations.

Parallèlement, la mise en œuvre de la Directive Inondation nécessite un enrichissement des connaissances sur les impacts des inondations, à une échelle plus macroscopique que les PAPI.

### 2.1.3. Les changements apportés par la Directive Inondation

Le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne ont adopté la Directive 2007/60/CE, qui impose à tous les États membres d'établir « un cadre pour l'évaluation et la gestion des risques d'inondation visant à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux inondations dans la Communauté »<sup>43</sup>. Entrée en vigueur le 27 novembre 2007, cette « Directive Inondation » a été transposée dans le droit français par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010, portant engagement national pour l'environnement (LENE).

Trois étapes ont été retenues pour atteindre les objectifs fixés par la Directive ; trois niveaux de détails, du général au précis, qui décrivent un processus en « tamis » devant être actualisé tous les six ans :

- La première phase est une approche globale nommée Évaluation Préliminaire du Risque d'Inondation (EPRI), dont l'objectif est de recenser et d'identifier de manière homogène, l'ensemble des aléas et enjeux qui caractérisent le territoire national (période 2009-2011). La première étape de l'EPRI est une caractérisation nationale et uniforme de l'aléa inondation (Enveloppe Approchée d'Inondation Potentielle : EAIP). Cette enveloppe maximale de l'aléa est issue de la fusion de

---

<sup>43</sup> Source : Journal Officiel de l'Union Européenne, L288/27, 06/11/2007.

diverses connaissances (cartes géologiques pour déterminer l'emplacement des alluvions modernes, cartes topographiques et modèles numériques de terrain pour modéliser le niveau maximal potentiel d'inondation, couches de synthèse déjà disponibles sur le portail numérique du MEDDE : *Cartorisque*<sup>44</sup>, etc.). La seconde étape consiste à croiser le zonage de l'EAIP et des indicateurs d'exposition et de caractérisation des enjeux. Ces derniers indicateurs sont destinés à évaluer les conséquences négatives des inondations sur la santé humaine, l'économie, l'environnement et le patrimoine ;

- La deuxième phase qui s'est déroulée entre 2011 et 2013 avait pour but d'identifier et de sélectionner des Territoires à Risques Importants (TRI), révélés par l'EPRI, et de cartographier ces zones, selon trois scénarios de risque. Ce travail cartographique passe par une représentation des zones inondables et de leurs caractéristiques (vitesses de courant et niveaux d'eau, en fonction de différentes périodes de retour) et de l'exposition des enjeux humains, économiques, environnementaux et patrimoniaux<sup>45</sup> ;
- L'objectif de la troisième phase, à l'horizon fin 2015, est de concevoir à l'échelle du district hydrographique une stratégie de gestion et une gouvernance adaptée à travers un Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI), pour réduire le risque par la prévention, la prévision, la protection et la participation du public.

La mise en œuvre de la Directive vise à être compatible avec les dispositifs existants, de manière à renforcer la gestion des inondations à l'échelle de bassins hydrographiques. Elle permet notamment de valoriser et faire évoluer les démarches PAPI existantes ou inciter à la mise en place de nouveaux programmes (*cf.* figure 21).

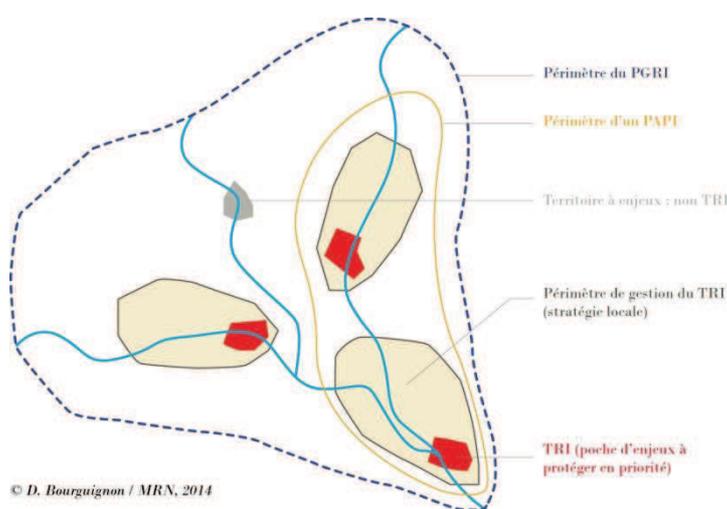


Figure 21. Articulations spatiales entre outils de la Directive Inondation et PAPI

<sup>44</sup> Bientôt remplacé par la plateforme Géorisque.

<sup>45</sup> Un exemple de cartographie de synthèse sur un TRI (Plaine de Valence), est disponible en [Annexe 4](#).

La Directive Inondation n'a pas pour objectif d'imposer le même niveau de prévention à l'ensemble du pays, mais de prioriser et d'adapter la prévention selon le niveau d'exposition des différents territoires<sup>46</sup>. De fait, si l'EPRI vise à homogénéiser les connaissances relatives aux risques à l'échelle nationale, c'est pour mieux sélectionner des territoires qui nécessitent un effort particulier de prévention (les TRI). Cette démarche impose à la France de reconnaître les limites d'une approche isotrope de la prévention (mesures générales étatiques), par l'adoption d'une vision « territorialisée » du risque au travers de stratégies locales adaptées à chaque TRI ciblé (Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondations - SLGRI). Alors que le premier cycle arrive à son terme, la France a pris l'engagement de perfectionner tous les six ans les trois étapes clés qui constituent la Directive (EPRI, sélection des TRI, mise en œuvre des PGRI). L'intérêt est de pouvoir anticiper l'évolution des enjeux et d'agir là où les menaces sont en augmentation. Pour garantir cette sophistication croissante, l'amélioration des connaissances sur les aléas, les vulnérabilités et les dommages, apparaît dès lors être un enjeu majeur.

L'évolution des méthodes et des pratiques en prévention des risques naturels ne concerne pas que les pouvoirs publics ou les collectivités. En effet, le secteur de l'assurance est également soumis à un contexte en mutation, qui le contraint à faire évoluer sa manière de gérer les catastrophes naturelles.

## 2.2. Des enjeux spécifiques dans le domaine de l'assurance

De nombreux métiers composent le secteur de l'assurance des dommages aux biens, chacun ayant un regard spécifique sur la thématique des catastrophes naturelles.

En première analyse, les besoins du secteur de l'assurance se situent dans les trois domaines suivants (Guarnieri et *al.*, 2003) :

- Un besoin organisationnel, pour se préparer à la gestion d'une éventuelle crise ;
- Un besoin de gestion technique, pour évaluer les cumuls d'exposition et donc planifier l'achat de réassurance, pour affiner la politique de souscription en surveillant l'exposition du portefeuille, et pour favoriser la prévention des assurés situés en zone à risque.
- Un besoin de relations entre la profession et les acteurs publics, afin de coopérer dans la gestion post-crise et de participer aux politiques de prévention à différentes échelles.

L'évaluation des risques naturels, quant à elle, conduit à différencier plus précisément trois échelles d'application dans les métiers de l'assurance (Chemitte, 2008) (*cf.* tableau 3) :

- Une échelle macro, qui décrit une évaluation globale de l'exposition d'un portefeuille d'assurés (cumul) ;

---

<sup>46</sup> Article 5 de la Directive.

- Une échelle méso, permettant l'évaluation de la sinistralité par événement, lorsqu'elle est mise en œuvre ;
- Une échelle micro, dite « site par site », pour la connaissance de l'exposition de chaque assuré.

	Métiers	Finalités	Contexte en évolution	Type d'application	
Portefeuille d'assurance	Souscription - Prévention	Incitation à la prévention Connaissance de l'exposition des risques	Régime CATNAT	Site par site « notation »	Echelle micro
	Gestion sinistres	Contrôle de cohérence des déclarations	Régime CATNAT		
		Évaluation rapide des sinistres Organisation gestion de crise			
	Réassurance Cessions	Cumul de risques Souscription sous-jacentes	Régime CATNAT Offre outils modélisation Solvabilité II	Cumul « modélisation »	Echelle méso ou macro
	Statistiques - Actuariat Gestion de risques	Connaissance de l'exposition des risques Études - pilotage Allocation d'actifs	Solvabilité II Régime CATNAT		
Gestion patrimoine Immobilier		Prévention et préparation à la crise interne	• Plan de secours zonal Inondation • LRE (rapports DD et gestion de risques)	• Site par site « notation » • Cumul « modélisation »	

Tableau 3. Classification des besoins des sociétés par catégorie de métiers  
(D'après Chemitte, 2008)

Au sein du premier type d'application, orienté vers la modélisation, trois principales catégories sont représentées :

- Les métiers de la gestion de sinistres, qui fournissent une évaluation globale des sinistres et organisent la gestion de crise.
- Les métiers de la réassurance, qui évaluent le cumul des portefeuilles exposés aux risques.
- Les métiers relatifs aux statistiques et à l'actuariat, qui apportent des connaissances sur l'exposition aux risques.

Le troisième type d'application est essentiellement utilisé par les métiers de la souscription et de la prévention qui visent à connaître l'exposition des risques au cas par cas (plus un processus de notation que de modélisation).

Le second type est à la rencontre des deux précédents, en évaluation des sinistres comme en modélisation, mais il est encore peu mis en œuvre.

Plusieurs éléments de contexte expliquent l'émergence de nouveaux besoins au sein de ces différents métiers. En effet, le secteur assurantiel doit faire face, d'une part, à l'augmentation de l'exposition des portefeuilles aux risques et par conséquent de l'accroissement des dommages indemnisés et, d'autre part, à de nouvelles contraintes réglementaires et des perspectives d'évolutions législatives du régime CatNat.

### 2.2.1. Le spectre d'événements extrêmes

L'industrie de l'assurance et de la réassurance mènent de nombreuses études prospectives pour se préparer à la survenance d'événements « extrêmes » (AXA, 2012 ; Swiss Re, 2013 ; Munich Re, 2014 ; *etc.*) et des conséquences majeures que ces catastrophes pourraient induire d'un point de vue organisationnel, technique et financier (Michel-Kerjean & Morlaye, 2008 ; Nussbaum, 2008).

La perception du caractère « extrême » d'un événement diffère largement selon les marchés, puisque la fréquence et l'intensité des catastrophes sont des critères relatifs. Aux États-Unis par exemple, 16 inondations de plus d'un milliard de dollars (actualisés en \$ 2011) sont survenues entre 1980 et 2011 (Smith & Katz, 2013). En France, la FFSA recense de manière heuristique seulement quatre inondations qualifiées d'« extrêmes », survenues entre 1982 et 2009 (FFSA, 2009) (*cf.* tableau 4). Les submersions marines consécutives à Xynthia en 2010 ainsi que les inondations du Var en 2010 et 2011<sup>47</sup> complèteraient certainement à ce jour le tableau.

Nom de l'événement	Coûts historiques (en millions d'€)	Période de retour
Gard 1988	521	50 ans
Vaison-la-Romaine 1992	381	50 ans
Gard 2002	810	75 ans
Rhône 2003	769	100 ans

Source : FFSA-GEMA, 2012

Tableau 4. Liste des inondations « extrêmes » survenues en France d'après la FFSA, entre 1982 et 2009

Au sens statistique, un événement extrême est caractérisé à la fois par une très faible probabilité d'occurrence et par une très forte intensité (Zajdenweber, 2006). Si l'on représente les valeurs extrêmes sur une courbe de probabilité de dépassement des pertes, elles se situent donc en queue de distribution (*cf.* figure 22) (Grossi & Kunreuther, 2005). Dès lors, peut-on réellement qualifier les quatre inondations citées plus-haut d'« extrêmes », alors que leur période de retour n'excède jamais 100 ans et que le montant total des dommages ne semble pas avoir, jusque-là, mis en péril la solvabilité du système CatNat ? Quelles seraient les conséquences d'événements encore plus rares et plus intenses ?

<sup>47</sup> Chacun ayant coûté respectivement : 750, 440 et 260 millions d'euros (coûts historiques).

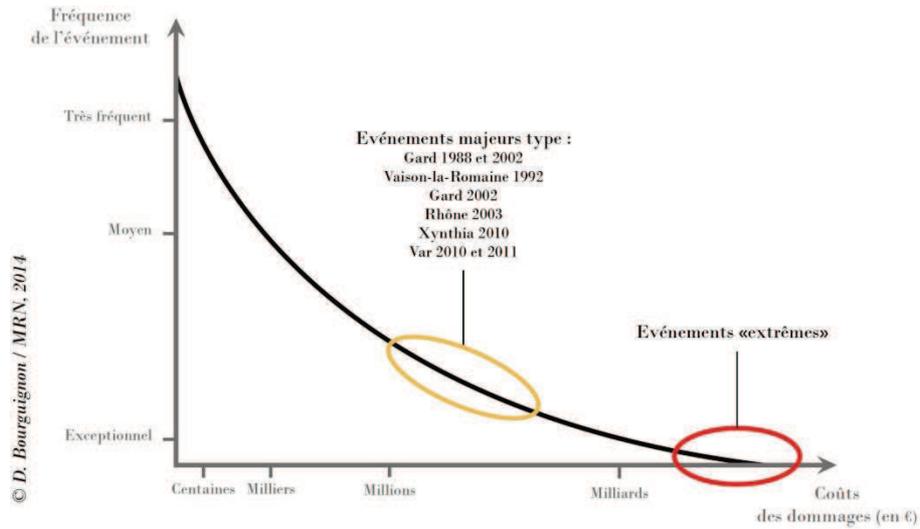


Figure 22. Catégorisation des événements selon leur fréquence et leur intensité

Au Royaume-Uni, entre 2004 et 2006, l'Association des assureurs britanniques (ABI) a réalisé plusieurs études pour mesurer les impacts du changement climatique sur le coût des dommages liés aux catastrophes naturelles sur la période 2005-2080 (ABI, 2005). D'après ces travaux, basés sur les scénarios du GIEC, l'augmentation des aléas extrêmes aura pour conséquence l'accroissement, à la fois du niveau de prime et du besoin en capital, car la probabilité de ruine sera plus forte (Nussbaum, 2008) (cf. figure 23). Toutefois, plusieurs spécialistes ont montré que le manque de profondeur historique des données climatiques incite à rester prudent quant à l'affirmation d'une augmentation tendancielle des événements extrêmes (Lang et al., 2014).

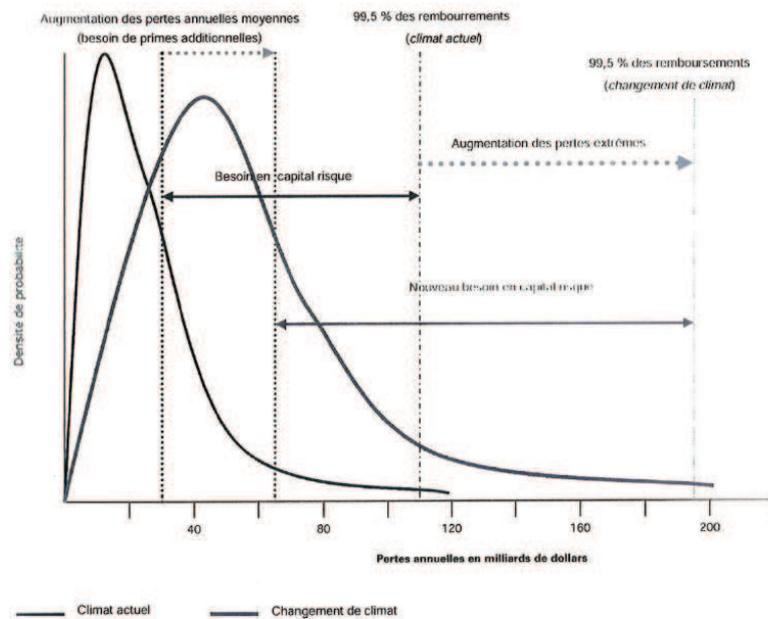


Figure 23. Impact du changement climatique dans le secteur de l'assurance (Extrait de Nussbaum 2008, d'après ABI 2006)

En France, dans le cas des inondations, l'événement potentiel le plus redouté et le plus étudié demeure la crue de la Seine (Grands Lacs de Seine, 2009 ; CCR, 2014 ; OCDE, 2014). En effet, le territoire francilien, qui concentre près du tiers de l'activité économique de la France, est particulièrement exposé à ce risque. Ainsi, une crue de la Seine de période de retour centennale, type 1910, aurait des conséquences sociales, économiques et politiques catastrophiques à l'échelle du pays. D'après une étude récente de l'OCDE (2014), le coût des dommages directs d'une telle inondation oscillerait entre trois et 30 milliards d'euros, soit deux à 20 fois le coût moyen indemnisé pour les inondations chaque année en France. Une telle catastrophe dépasserait vraisemblablement la capacité maximale de couverture du système CatNat, ce qui nécessiterait l'intervention de l'État, c'est-à-dire la solidarité nationale. En effet, toujours d'après l'OCDE (2014) : « Les réserves du système CAT-NAT sont évaluées à 5,7 milliards € en 2013 (3,4 milliard € chez la Caisse Centrale de Réassurance et 2,3 milliard auprès des assureurs privés). Au-delà de ce montant, la garantie d'État serait automatiquement activée pour financer les autres dommages et pertes couvertes par ce régime sur le budget de l'État, affectant ainsi les finances publiques. ». Toutefois le scénario « Seine 1910 », malgré les conséquences majeures qu'il engendrerait, ne représente pas *a fortiori* pour l'assurance l'événement à prendre en compte pour apprécier le sinistre maximum possible (SMP). En effet, la survenance d'une inondation de période de retour supérieure à 100 ans demeure statistiquement tout à fait probable. De plus d'autres territoires, en France, présentent une forte exposition. Par ailleurs un risque de débordement concomitant de grands fleuves tels que la Loire, le Rhône et la Garonne, dû à des épisodes pluvieux généralisés, est envisageable. De tels événements sont d'ailleurs survenus en 1846, 1856 et 1866. Certains géographes focalisent en ce sens leurs analyses sur les impacts des événements historiques majeurs d'inondations, dans le but d'évaluer de manière prospective l'exposition réelle des territoires (Boudou et al., 2013).

Le secteur de l'assurance se voit aussi concerné par ces questions. En effet, depuis 2009, il est soumis aux exigences de la Directive européenne « Solvabilité 2 », qui impose aux assureurs et réassureurs d'évaluer les risques inhérents à leurs activités et notamment les scénarios extrêmes, afin de mieux estimer les moyens à mobiliser pour prévenir ces risques.

### 2.2.2. Directive solvabilité 2 : l'obligation réglementaire de modéliser les risques catastrophiques

La Directive 2009/138/EC1, dite Solvabilité 2, votée par le Parlement européen le 22 avril 2009 et par le Conseil le 5 mai 2009, a notamment pour objectif de réglementer à l'échelle européenne l'analyse et la gestion des risques au sein des entreprises d'assurance et de réassurance. Concrètement, dans le cadre des inondations par exemple, la Directive impose aux sociétés de modéliser l'exposition de leur portefeuille aux risques maximaux en considérant *a minima* une période de retour bi-centennale, par le calcul du SCR : « *Solvency Capital Requirement* ». Pour ce faire, les compagnies ont deux possibilités : elles peuvent recourir à l'utilisation d'une formule standard de calcul, imposée par Solvabilité 2 ou

concevoir leur propre outil de modélisation, qui le cas échéant, devra être certifié. L'adoption de la formule standard est une option intéressante pour les petites et moyennes compagnies d'assurance, puisque le développement d'un modèle interne nécessite des moyens techniques et financiers importants. Elle présente également l'avantage d'être un modèle ouvert et détaillé. En revanche, cette méthode ne prend pas en compte la diversité des réglementations qui existent dans chaque compagnie européenne<sup>48</sup> et elle intègre des indicateurs standards difficilement personnalisables (Derien, 2010). La formule standard est donc parfois à l'origine de résultats contradictoires avec l'expérience réelle des dommages de certaines compagnies (Prettenthaler, 2012).

Les modèles internes permettent, en théorie, de calculer de manière plus réaliste les risques auxquels s'expose la compagnie. La plupart sont développés par des agences de modélisations spécialisées, ce qui permet aux assureurs clients de partager la responsabilité des résultats du modèle. Toutefois, même si pour certains grands groupes la Directive permet aux assureurs d'être plus « indépendants et autonomes en matière de modélisation des risques »<sup>49</sup>, d'autres acteurs s'interrogent sur le bien-fondé du développement d'une culture du risque basée uniquement sur des résultats de modèles, notamment face aux diverses sources d'incertitudes qui proviennent de ces outils (cf. 1.3.2.) (Prettenthaler, 2012 ; Luzi, 2012).

Solvabilité 2 est un défi particulièrement important pour l'industrie de l'assurance en France au vu de la pauvreté des données sur les dommages, du manque de culture statistique et de pratiques actuarielles dans le domaine des CatNat. Ce défi est d'autant plus grand que le marché français, en parallèle de la Directive, doit se préparer au projet de réforme du régime CatNat qui vise notamment à mettre en place une modulation tarifaire de la surprime CatNat en fonction du degré d'exposition des enjeux assurés.

### *2.2.3. Le projet de réforme du régime CatNat et ses conséquences sur l'appréhension des risques*

Le régime CatNat est un système envié par de nombreux pays, du point de vue notamment de son taux de couverture et d'indemnisation des victimes (Nussbaum, 2000a). Le dispositif présente néanmoins certaines limites, par des aspects de connaissances et de prévention des risques et par une certaine forme de déresponsabilisation des acteurs (cf. 1.1.2.). Par ailleurs, même si le régime reste bénéficiaire, l'augmentation tendancielle de la sinistralité et le risque de survenance d'événements extrêmes sont susceptibles de mettre en péril l'équilibre financier du système (MEDD, 2005). Ainsi, en 2005, en réponse au sévère épisode de

---

<sup>48</sup> La formule standard ne distingue pas, par exemple, une petite mutuelle d'une grande multinationale.

<sup>49</sup> Source : Argus de l'assurance, 14 septembre 2012 (<http://www.argusdelassurance.com/acteurs/catastrophes-naturelles-la-modelisation-entame-une-nouvelle-revolution.57952>).

sécheresse de 2003, une mission interministérielle composée de l'Inspection Générale des Finances, de l'Inspection Générale de l'Environnement et du Conseil Général des Ponts et Chaussées, a été mandatée pour faire un état des lieux du système d'indemnisation des catastrophes naturelles<sup>50</sup> et formuler des recommandations en vue d'une éventuelle réforme (MEDD, 2005). D'après cette enquête, les principaux enjeux identifiés sont la nécessité d'améliorer l'incitation à la prévention, à travers une plus grande responsabilisation des acteurs et de rendre la gestion du régime plus rigoureuse et transparente. Toutefois les diverses propositions issues de ces travaux sont restées quelques années à l'état de recommandations, sans une réelle volonté politique de les concrétiser sous forme réglementaire. Le projet de réforme a été relancé par différents rapports parlementaires, en 2009 (Frécon & Keller, 2009) et surtout en 2010, suite à la tempête Xynthia et aux inondations du Var (Anziani, 2010 ; Collombat, 2010 ; Leonard, 2010). L'ensemble de ces rapports reprend les préconisations déjà formulées en 2005 et ont conduit à la rédaction d'un projet de loi, déposé au Sénat en avril 2012. À ce jour, il n'a pas encore été soumis au vote de l'Assemblée Nationale. Il est probable que ce soit la survenance d'une catastrophe majeure qui conduise à la mise en application de la réforme.

Les conséquences potentielles de l'évolution du régime CatNat dans le secteur de l'assurance, expliquent en grande partie l'intérêt des sociétés à l'égard de ce travail de thèse.

Schématiquement, trois axes structurent le projet de réforme (Sénat, 2012). Le premier axe vise à renforcer la transparence et l'équité du régime. Il s'agit d'établir d'une part une liste exhaustive des phénomènes naturels éligibles au régime, et d'autre part les paramètres et seuils d'évaluation de l'« intensité anormale d'un agent naturel » fixés par voie réglementaire. Le deuxième axe cible les dommages dus à la sécheresse. Le projet préconise une systématisation des études de sol préalable à la construction sur terrain argileux et limite l'indemnisation des dommages liés aux phénomènes de subsidence, dans le cadre du régime CatNat, aux seuls biens de plus de 10 ans. Le troisième axe a pour objet l'incitation aux comportements responsables en matière de prévention. Il introduit ainsi un changement substantiel en instaurant une modulation de la surprime CatNat en fonction de l'exposition au risque de l'assuré et des mesures de prévention mises en œuvre. Cette modulation peut donc être revue à la hausse ou à la baisse dans une fourchette préétablie. Seules les entreprises et les collectivités locales qui dépassent un certain montant de capitaux assurés seront concernées par cette mesure. En effet, la modulation tarifaire ne peut inciter efficacement à la prévention que si la surprime de base est élevée. Dans le cas des particuliers, à titre d'illustration, si la surprime des contrats les plus exposés passait de 12 % à 30 %<sup>51</sup>, la modulation se traduirait par une augmentation de seulement 10 euros par an. Cet axe du projet de réforme est le plus impactant pour l'industrie de l'assurance car il oblige

---

<sup>50</sup> À travers notamment une étude comparative de divers régimes CatNat étrangers (Grande-Bretagne, Italie, Espagne, *etc.*).

<sup>51</sup> Pour une surprime CatNat de 25 euros par an en moyenne.

les compagnies à développer des outils de segmentation et d'évaluation des risques, inexistantes jusque-là en France pour les CatNat.

En conséquence, la Commission Plénière des Assurances de Biens et de Responsabilités (CPABR) de la FFSA a décidé, en 2012, de créer un groupe de travail (GT) chargé de réfléchir à la mise en application de la modulation tarifaire par la profession et de proposer une méthode d'application<sup>52</sup>. À ce stade les travaux du GT sont encore à l'état de projet et n'ont fait l'objet d'aucune publication de la part de la FFSA. Nous pouvons en décrire malgré tous les grandes lignes pour le cas spécifique des inondations.

Il s'agit tout d'abord d'évaluer le niveau d'exposition de l'enjeu assuré pouvant faire l'objet d'une modulation de la surprime. Cette première étape étudie en particulier la distance de l'enjeu à un cours d'eau ou sa situation par rapport aux cartographies d'aléa existantes, notamment les AZI et, depuis 2014, la cartographie multi-scénarios réalisée sur les TRI. L'expérience de sinistralité à partir, par exemple, du nombre d'arrêtés CatNat publiés est également retenu comme critère d'appréciation de l'exposition au risque.

À la connaissance de l'exposition de l'enjeu doit s'ajouter l'analyse du niveau de protection collective. La présence ou non d'un PPR, d'un PCS, d'un PAPI et d'ouvrages de protection tels que des digues, sur la commune ou le bassin, sont autant d'indicateurs à retenir pour juger du niveau de prévention collective. Enfin, la connaissance de l'exposition et du niveau de protection peut se compléter par la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité, au cas par cas à l'échelle du bien, qui tient notamment compte des mesures individuelles de mitigation mises en place par l'assuré. La synthèse de l'ensemble des données collectées doit donner lieu à une notation, qui permet à l'assureur de moduler à la hausse ou à la baisse la surprime CatNat de l'assuré.

Dans ce cadre il est envisagé que la plateforme cartographique de la MRN, actuellement destinée aux souscripteurs et ingénieurs en prévention, puisse servir d'outil privilégié d'analyse de l'exposition aux risques naturels (*cf.* encadré ci-dessous). La pérennisation de cet outil nécessite en revanche une mise à jour et une amélioration de la couverture des cartographies d'aléa produites et mises à disposition par l'État, afin de garantir une équité de traitement des assurés sur l'ensemble du territoire.

---

<sup>52</sup> La MRN apporte un appui technique au groupe.

Le SIG MRN est une plateforme extranet de géoservices, accessible aux sociétés adhérentes à la FFSA et au GEMA, qui existe dans sa version « industrielle » et opérationnelle depuis mai 2010. Elle a pour objectif de fournir des outils d'aide à l'analyse de l'exposition aux aléas naturels et à leur prévention. Le SIG MRN compte aujourd'hui plus de 1 000 utilisateurs répartis sur le territoire métropolitain.

La plateforme permet de :

- Télécharger des lots de données sur les aléas et les risques naturels ;
- Consulter de manière cartographique les indicateurs de risques ;
- Éditer un rapport d'exposition d'un lieu de risques à partir de son adresse, de coordonnées GPS ou d'un positionnement manuel. Ce rapport rassemble des informations administratives (nombre d'arrêtés CatNat publiés dans la commune par exemple), préventives (situation au regard des zones d'aléas), réglementaires (existence d'un PPR, modulation de franchise, *etc.*) et un indicateur synthétique conventionnel de risque dénommé « seuil de vigilance ».

L'évolution de la gestion des risques en France, tant du point de vue des politiques publiques que du secteur de l'assurance, incite l'ensemble des acteurs à enrichir mutuellement leurs connaissances sur les conséquences dommageables des catastrophes naturelles.

La création de l'ONRN répond, dans ce contexte en forte mutation, à ce besoin identifié et partagé quant à la production de connaissances plus fines sur les risques. Cette démarche inédite se fonde sur une approche collaborative entre assureurs, réassureurs, État et collectivités.

### 2.3. Vers un dialogue plus ouvert entre secteur de l'assurance et gestionnaires du risque : la fin du fantasme sur les données ?

Certains gestionnaires de risques et notamment les porteurs de projets PAPI estiment que les assureurs et réassureurs possèdent des données sur les dommages suffisamment fines pour les aider à concevoir ou du moins calibrer leurs ACB. De l'autre côté, le secteur de l'assurance cherche par exemple à obtenir de la part des pouvoirs publics des données sur les cartographies numériques de zones inondables telles que les AZI ou les zonages des TRI ou encore des informations sur la localisation et les caractéristiques d'ouvrages de protection (digues, barrages, bassins de rétention, *etc.*). Cette situation conduit à alimenter certains fantasmes à l'égard des données produites par les uns et les autres.

Toutefois les données de sinistralité sont créées par le secteur de l'assurance pour répondre à ses besoins propres. La mobilisation de ces données hors de leur contexte, par des porteurs de projet PAPI par exemple, peut mener à une mauvaise utilisation/interprétation.

Dès lors, comment mutualiser de manière plus rationnelle et constructive les connaissances entre parties prenantes, dans un objectif partagé d'amélioration de la prévention ?

### 2.3.1. Les enjeux de l'ONRN

La catastrophe Xynthia et les inondations dans le Var en 2010 et 2011, ont suscité une prise de conscience collective sur le dysfonctionnement de certains dispositifs de prévention et de protection et plus globalement sur les stratégies de gestion des inondations en France. L'État, les collectivités, les chercheurs et même le secteur de l'assurance ont souligné les limites du morcellement des compétences et des connaissances, ainsi que le manque de vision globale et de partage d'expertises entre parties prenantes. En réponse à ces constats faisant consensus, la création d'un observatoire national des risques naturels (ONRN)<sup>53</sup> a été suggérée par le président de la FFSA, Bernard Spitz, auditionné par des parlementaires (ONRN, 2013). Cette proposition s'est concrétisée, à la faveur du Conseil d'Orientation pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs (COPRNM), le 3 mai 2012 par la signature d'une convention de partenariat entre l'État (via la DGPR), la CCR et la MRN qui représente les assureurs au nom de la FFSA et du GEMA.

L'ONRN n'a pas de moyens propres et n'a aucune autorité sur l'ensemble des acteurs qui y participent. Il est un cadre de rassemblement des parties prenantes de la prévention et favorise la mise en réseau de ces acteurs, notamment des observatoires régionaux ou locaux des risques naturels. L'originalité de cette structure vient de la volonté de faire remonter les connaissances et expériences du niveau local au niveau national et non pas d'imposer une vision unique qui serait trop détachée des particularismes territoriaux. Ce procédé « *bottom-up* » permet à la fois de recenser les bonnes pratiques et de mieux cibler les dysfonctionnements ou insuffisances en termes de prévention. L'organisation et le fonctionnement de l'ONRN dépend de quatre entités (cf. figure 24).

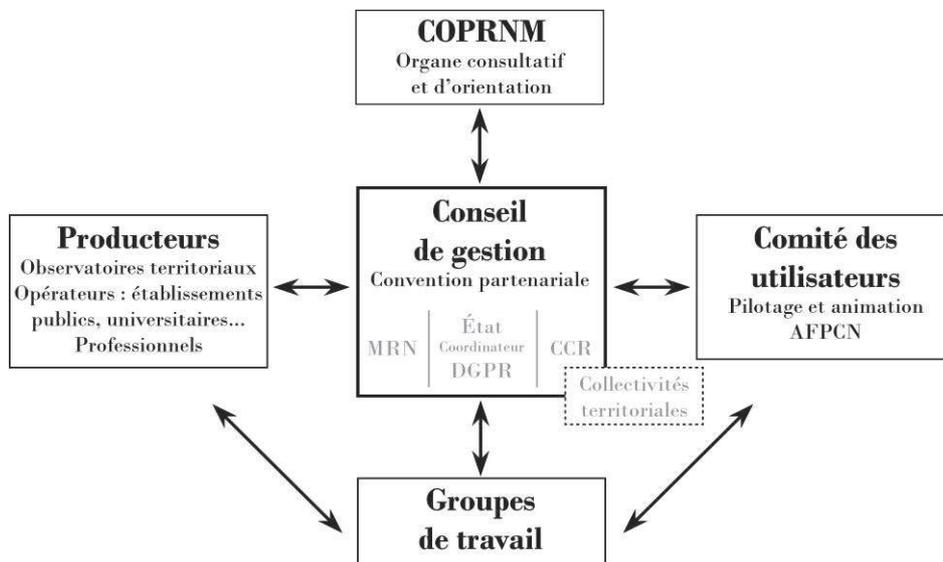


Figure 24. Organisation et fonctionnement de l'ONRN  
(D'après ONRN, 2013)

<sup>53</sup> [www.onrn.fr](http://www.onrn.fr)

L'observatoire est administré par un conseil de gestion, composé des trois membres fondateurs (État, CCR, MRN) et d'un représentant des collectivités territoriales. Ce conseil établit le programme de travail et prend les décisions relatives à la gestion, la communication et la gouvernance de l'ONRN. Différents partenaires producteurs de données (opérateurs de service public, observatoires locaux, collectivités, professionnels, *etc.*) peuvent être associés aux travaux de l'ONRN en fonction des besoins exprimés et des expérimentations menées. L'échange de données et de services est alors encadré par des conventions d'affiliation. Par ailleurs, un comité des utilisateurs animé par l'Association Française de Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN), rend compte des attentes et des observations des utilisateurs. Des groupes de travail sont de même constitués par le conseil de gestion pour répondre aux différentes attentes sur les sujets retenus.

Les missions et objectifs qui constituent le plan d'action 2013 de l'ONRN sont de quatre ordres (ONRN, 2013). Ils visent à :

- « **Structurer, rendre accessible et valoriser les connaissances** ». Cet axe comprend le recensement des connaissances existantes (cartographies d'aléas, indicateurs de sinistralité et vulnérabilité des enjeux, retours d'expérience, acteurs et leurs projets, procédures et programmes publics de prévention) et la mise en ligne, sur le portail de l'ONRN, d'un service d'annuaire des acteurs de la prévention et des liens vers les bases de données existantes.
- « **Produire des indicateurs nationaux et territoriaux** », visualisables et téléchargeables librement. Les assureurs par exemple ont ainsi rendu public des éléments de connaissances jusqu'alors réservés au secteur. La valeur ajoutée de cette démarche réside également dans la mise à disposition de « fiches indicateurs » et de « fiches métadonnées », qui permettent à l'utilisateur de prendre connaissance des limites d'utilisation et conditions d'usage des indicateurs.
- « **Étendre avec les partenaires le champ des connaissances** ». Cette mission prend la forme d'expérimentations, menées entre les membres fondateurs de l'ONRN et des partenaires extérieurs, sur des terrains et des thématiques spécifiques. On peut citer par exemple le partenariat entre l'ONRN et l'IAU Île-de-France, qui a pour objectifs de produire des connaissances sur les dommages causés par les épisodes de ruissellement et de débordement sur un échantillon de communes franciliennes.
- « **Communiquer et faire évoluer le portail** ». La mise en place du portail internet de l'ONRN, à destination du grand public et des professionnels du risque, a pour but d'améliorer la culture du risque et de faciliter les échanges entre acteurs.

Le portail de l'ONRN est structuré en deux rubriques. La première, dénommée « Informations générales » permet à un public non spécialiste de recueillir des informations fondamentales sur les notions d'aléas ou de vulnérabilité ainsi que sur la manière de prévenir les risques et d'agir pendant ou après une catastrophe. La seconde rubrique, « Informations thématiques », s'adresse à un public averti et donne accès à des connaissances très variées

(base de données, rapports, indicateurs, *etc.*). Par ailleurs l'utilisateur a la possibilité de rechercher l'information soit par thématique soit par secteur géographique.

Toutefois la notion d'observatoire territorial ne se limite pas à la mise en relation d'acteurs, à la collecte et qualification de données, à l'élaboration d'indicateurs ou à une stratégie de communication plus large sur une thématique. En effet, un observatoire, qu'il soit national ou local, doit prioritairement s'interroger sur « la manière d'impliquer les acteurs dans son fonctionnement » (Moine, 2008). Pour que la synergie entre parties prenantes d'un observatoire aboutisse à des résultats efficaces, chaque acteur doit avoir conscience de ce qu'il est possible ou non de faire avec les expertises et les données de chacun. Au-delà de l'utilisation des données elles-mêmes, la principale valeur ajoutée de l'ONRN réside donc dans l'émergence d'un dialogue plus constructif entre parties prenantes. La recherche de transparence permet de démystifier certaines attentes en proposant des pistes de collaboration et d'actions concrètes.

Ainsi, sur la thématique de l'évaluation économique de l'exposition au risque inondation, il a été proposé par les assureurs, dans le cadre de l'ONRN, de convier une délégation d'acteurs publics dans leurs locaux pour leur présenter les données disponibles et examiner le meilleur profit des informations exploitables. Cette initiative est une réponse aux critiques adressées par de nombreux acteurs déplorant le manque d'accès aux informations sur les sinistres indemnisés (Ledoux, 1999 ; Grelot, 2004 ; CEPRI, 2008).

### 2.3.2. *Limites des données de sinistralité*

Comme évoqué précédemment (*cf.* 1.3.1.), les données sur les sinistres indemnisés détenues par les assureurs sont difficilement accessibles car soumises à des contraintes de confidentialité et de concurrence entre sociétés. Toutefois, les limites et incertitudes afférentes à ces données expliquent également qu'elles ne soient pas davantage exploitées pour mesurer plus précisément l'endommagement des biens exposés au risque inondation<sup>54</sup>.

Dès lors, les données de sinistralité issues du secteur de l'assurance permettent-elles vraiment de répondre aux besoins des acteurs impliqués dans l'évaluation économique des dommages causés par les inondations ? Nous présenterons ici les limites des deux principales catégories de connaissances : les données de gestion issues des systèmes d'information et les rapports d'expertises.

#### **Données de gestion issues des systèmes d'information**

Elles proviennent des bases de données qui sont alimentées par la gestion courante des activités de l'entreprise. Elles sont obtenues par des extractions informatiques qui spécifient la structure et le format des données souhaités et qui peuvent être réalisées au niveau de

---

<sup>54</sup> Les informations données dans cette section sont issues de la synthèse de l'atelier de l'ONRN « connaissance de la sinistralité assurance inondation » rédigée par la MRN. Les travaux se sont déroulés entre décembre 2013 et février 2014.

l'administration centrale. Elles sont de deux grands types : données « portefeuille » et données « sinistres »

***Données « portefeuille » :***

Il s'agit des bases de données qui répertorient les clients assurés des compagnies. Ces clients sont caractérisés par un certain nombre de champs. Le nombre et la nature de ces champs varient selon la nature du contrat assuré : particuliers, professionnels (artisans, commerçants, prestataires de services - ACPS) et entreprises. Certaines des compagnies assurent également des collectivités locales et des exploitations agricoles, qui font en général l'objet d'un traitement informatique différencié. Le tableau ci-dessous (cf. tableau 5) reprend, de manière non exhaustive et sans distinction entre compagnies, des exemples de champs disponibles pour les principales catégories d'assurés :

Champs disponibles	Particuliers	Professionnels	Entreprises
Numéro de contrat	✓	✓	✓
Type de contrat (garanties souscrites)	✓	✓	✓
Date de souscription	✓	✓	✓
Code postal	✓	✓	✓
Adresse	✓	✓	✓
Nature du bien (appartement ou maison)	✓		
Qualité juridique de l'occupant (propriétaire ou locataire)	✓		
Nombre de pièces	✓		
Surface	✓	✓	✓
Franchise applicable	✓	✓	✓
Capital assuré contenant	✓	✓	✓
Capital assuré contenu	✓	✓	✓
Code ou libellé d'activité		✓	✓
Chiffre d'affaires		✓	✓
Pertes d'exploitation		✓	✓
Multi-sites ou non			✓
Sinistre Maximum Probable			✓
Code réassurance			✓

Tableau 5. Exemple de champs disponibles pour les données « portefeuille » par nature de contrat

Les informations issues de ces bases de données sont à manipuler avec une grande précaution pour les raisons suivantes :

- Les champs listés ne sont pas renseignés systématiquement, pour de multiples raisons :
  - Certains champs ne figuraient pas dans les bases de données à la date de souscription et sont donc vides aujourd'hui. Par ailleurs, certains champs n'ont pas pu être récupérés du fait des migrations informatiques successives ;

- Les données ne sont pas toujours disponibles ou saisies correctement à la souscription.
- Une partie des champs n'est pas à proprement parler mesurée et/ou déclarée par l'assuré, mais estimée par l'assureur (par exemple : la surface ou le capital assuré pour les particuliers, le contenu pour les professionnels, etc.). Les méthodes d'estimation comportent nécessairement une part d'arbitraire, d'autant qu'elles varient parfois au sein d'une même compagnie, selon la nature ou le type de contrat. Par ailleurs, certains champs sont uniquement basés sur la déclaration de l'assuré (sans vérification de la part de l'assureur) - et ce n'est qu'après la survenance d'un sinistre que l'assureur constate parfois les écarts existants entre le déclaré et le réel.
- Les données « adresse » sont rarement fiables :
  - La distinction entre l'adresse de souscription du contrat de celle du bien assuré est parfois difficile à établir ;
  - Les adresses sont renseignées de manière extrêmement hétérogène, en particulier en milieu non urbain et dans les zones d'activités : elles sont de fait souvent impossibles à géocoder de manière automatique par un algorithme ;
  - Même après géocodage la précision de la localisation dépend des référentiels d'adresse utilisés et peut donc fortement varier, rendant l'évaluation très difficile en dehors d'une analyse au cas par cas ;
  - Certains contrats portent sur plusieurs sites, notamment pour les grandes entreprises. Or la plupart du temps, une seule adresse leur est associée.

Les compagnies s'accordent pour estimer qu'environ 50 à 70 % d'un portefeuille peut raisonnablement être bien localisé de façon automatisé (au numéro de rue).

L'ensemble des champs qui décrivent le portefeuille illustrent les informations fondamentales dont doit disposer l'assureur pour établir une tarification. Si la garantie CatNat était soumise à un zonier tarifaire, des critères tels que le nombre d'étages seraient probablement demandés par l'assureur au moment de la souscription et intégrés dans la base de données.

#### ***Données « sinistres » :***

Ce sont les bases de données des sinistres réglés par l'assureur. Les champs renseignés sont semblables aux données portefeuille avec, en plus, des informations sur la date de survenance du sinistre, l'événement générateur du sinistre et le montant total indemnisé par l'assureur. Les données sinistres comportent les mêmes limites que les données portefeuille, avec des spécificités supplémentaires :

- Les événements de grande ampleur comme les événements climatiques imposent des contraintes fortes en matière de gestion de sinistres aux assureurs et

- provoquent des phénomènes de « goulot d'étranglement » qui impliquent parfois une incomplétude des informations renseignées dans l'urgence ;
- La dénomination du « fait générateur de sinistre » est souvent ambiguë et subjective, parfois même renseignée de manière hétérogène. Cela rend l'utilisation des données difficile lors des traitements de masse ou des extractions informatiques. Par exemple, si l'assureur précise que le sinistre est dû à un « événement climatique », il n'y a pas de précision sur le type d'aléa ;
  - De même, le champ « garantie sinistrée » peut comporter des imprécisions du fait de la façon dont est géré le sinistre : lorsqu'une inondation survient, l'arrêté de catastrophe naturelle n'est pas immédiatement publié, les sinistres sont donc généralement ouverts en garantie « dégâts des eaux ». Une fois l'arrêté publié, les sinistres doivent théoriquement être réenregistrés en CatNat, avec parfois des oublis ou des erreurs ;
  - Les garanties proposées sont différentes entre sociétés. Chaque compagnie possède sa propre définition du dégât des eaux par exemple.

### Rapports d'expertise

Pour certains sinistres, les sociétés font appel à un expert d'assurance (salarié de l'entreprise ou externe) qui évalue les dommages et produit un rapport d'expertise. Plusieurs précautions doivent être respectées en cas d'utilisation de ce type de document :

- Le seuil du montant du sinistre à partir duquel celui-ci passe d'une télé-expertise au missionnement d'un expert sur place varie entre les sociétés, et parfois au sein d'une même société ;
- Les rapports sont généralement au format papier ; ils sont parfois numérisés et donc consultables au cas par cas (sous format *pdf*) ;
- Les originaux, au format papier, sont conservés et gérés localement (dans la zone où a eu lieu le sinistre) : aucune compagnie ne stocke l'intégralité de ses rapports d'expertise de façon centrale ;
- La nature et le détail des informations contenues dans les rapports est extrêmement variable en fonction du montant du sinistre, de l'expert mandaté, des circonstances de l'événement... Par exemple, certains rapports fournissent le détail précis des coûts par poste alors que d'autres ne donnent qu'un montant agrégé. En général, plus le montant du sinistre est élevé, plus les informations du rapport sont détaillées.

Les informations relatives aux charges indemnisées, issues des données des systèmes d'information ou des rapports d'expertises, sont les plus délicates à interpréter, *a fortiori* pour l'élaboration de fonctions d'endommagement. En effet le montant des dommages ne se limite pas aux conséquences d'un aléa, ni même au niveau de vulnérabilité de l'enjeu (cf. [1.3.3.](#)). Il est aussi la traduction d'une relation humaine, d'assistance voire de négociation entre un assureur et son assuré. Suite à une inondation par exemple, il arrive que certains assurés décident d'assumer eux-mêmes des travaux de second œuvre, alors que d'autre, pour

le même niveau de dommages, solliciterons légitimement leur assureur. Dans ce cas, deux situations rigoureusement identiques en termes d'endommagement (aléa et enjeu) donneront lieu à des indemnisations radicalement différentes. Par ailleurs, la gestion des sinistres en inondation représente un enjeu d'image pour les compagnies d'assurance. En effet, les CatNat sont un domaine où les sinistrés peuvent évaluer et comparer, en temps réel, l'efficacité des différents assureurs sollicités sur un territoire donné. De fait, selon l'ampleur de la catastrophe, les montants indemnisés par certaines compagnies peuvent traduire davantage des effets d'ajustement commerciaux dans un contexte concurrentiel que la valeur réelle des dommages.

Il convient également de préciser, d'une part, que les données de sinistres ne rendent compte que des dommages directs (sauf si l'assuré, professionnel, est garanti en perte d'exploitation). Les conséquences économiques d'une inondation, au-delà de la zone inondable ne sont donc pas mesurables à travers ce type de données. D'autre part la faible expérience de sinistralité relative au débordement de cours d'eau sur certains territoires, par exemple au bord de la Loire, montre qu'il est difficile d'utiliser les montants observés (généralement consécutifs à des crues rapides type cévenol) pour estimer des coûts potentiels sur des zones exposées mais épargnées jusqu'à présent.

	<b>Données de gestion - systèmes d'information (portefeuilles et sinistres)</b>	<b>Rapports d'expertise</b>
<b>Types de données</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de données tabulaires</li> <li>• Volume important de données</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapports papiers</li> <li>• Rapports intégrés dans bases de données</li> <li>• Rapports numérisés</li> </ul>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous sinistres considérés (y compris indemnités inférieures au seuil d'expertise)</li> <li>• Possibilité de traitements statistiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apport d'informations qualitatives et quantitatives à l'échelle du sinistre</li> </ul>
<b>Limites</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Champs de description de l'assuré limités</li> <li>• Champs parfois non renseignés ou mal renseignés</li> <li>• Informations saisies sur la base des déclarations de l'assuré</li> <li>• Biais lié à l'adressage du sinistre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seuls les sinistres les plus importants sont représentés</li> <li>• Format des rapports rend difficile les traitements statistiques (structure des rapports non homogène, format papier, ...)</li> <li>• Nature et qualité des informations contenues très variables d'un rapport à un autre</li> </ul>
<b>Usages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse spatio-temporelle des sinistres aux échelles macros et méso</li> <li>• Description quantitative des conséquences des événements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des processus d'endommagement (échelle du sinistre)</li> </ul>

Tableau 6. Synthèse des avantages, limites et usages des données d'assurance

## Conclusion

Ce chapitre a permis, dans un premier temps, de décrire les éléments de contexte qui incitent à améliorer le niveau de connaissances sur les dommages causés par les catastrophes naturelles. Nous avons notamment décrit la nécessité de répondre à des problématiques sociétales telles que l'augmentation constante de l'exposition des enjeux aux risques, en nombre et en valeur, ou de l'impact potentiel du changement climatique sur l'économie. Il existe également des besoins liés à l'évolution des politiques publiques de prévention est notamment la nécessité de conduire des ACB dans le cadre de projets PAPI. Par ailleurs, le secteur de l'assurance fait également part de nouveaux besoins, notamment à l'égard de la réforme probable du régime CatNat ou la mise en œuvre de la Directive Solvabilité 2.

Dans un deuxième temps, nous avons fourni une analyse critique des données assurantielles, de manière à montrer que les connaissances sur la sinistralité détenues par les assureurs ne permettent pas de répondre à toutes les questions relatives aux coûts des inondations. Il existe de nombreuses limites pour les deux catégories de données existantes, à savoir les données de gestion des portefeuilles et des sinistres issues des systèmes d'information et les rapports d'expertises (biais liés à l'enregistrement d'informations erronées, incomplétude des informations renseignées, hétérogénéité des rapports, problèmes liés aux difficultés de gestion des bases et d'automatisation des processus de collecte ou d'analyse des données, *etc.*) (*cf.* tableau 6).

Parmi les réponses apportées au Livre Vert sur les assurances contre les catastrophes d'origine naturelle et humaine de la Commission Européenne<sup>55</sup>, la FFSA souligne les efforts réalisés en termes de partage de connaissances entre le secteur de l'assurance et les décideurs dans le domaine de la prévention des risques. Toutefois, malgré un contexte en évolution et l'émergence de nouveaux besoins, la culture économique sur les dommages causés par les catastrophes naturelles demeure faible.

Le cadre favorable offert par l'ONRN et la MRN permet de développer une méthode inédite d'évaluation des coûts causés par les inondations en France, fondée sur le partage d'expériences et de données entre assureurs et gestionnaires du risque à une autre échelle que celle du sinistre (ou de l'enjeu). L'approche se veut géographique et phénoménologique, de manière à montrer que les dommages ne se limitent pas à une relation statistique entre un aléa et un enjeu, mais sont la traduction de logiques territoriales complexes (Pigeon, 1994).

---

<sup>55</sup> [http://ec.europa.eu/internal\\_market/consultations/2013/disasters-insurance/docs/contributions/registered-organisations/ffsa\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/internal_market/consultations/2013/disasters-insurance/docs/contributions/registered-organisations/ffsa_fr.pdf)



## Chapitre 3. Par quelle méthode améliorer les connaissances sur le coût des inondations ?

### 3.1. D'une vision aléa-centrée à une approche territorialisée des dommages

La notion théorique du risque en assurance a principalement été développée sous l'angle des sciences économiques (Zajdenweber, 2006), mais depuis une vingtaine d'années les assureurs affichent un intérêt croissant à l'égard des approches géographiques, notamment par l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) (Chemitte, 2008 ; Iris, 2009 ; Donguy, 2012 ; Guarnieri, 2006). Toutefois la géographie des risques n'est pas appréhendée par le secteur dans toute sa dimension théorique, mais davantage comme une « méthode-outil » au service de l'analyse spatiale, permettant de mesurer de manière statique l'exposition d'un enjeu ou d'un portefeuille par rapport à un aléa. Or, le coût des inondations est le résultat d'un processus d'endommagement qui dépend des rapports complexes et évolutifs entre les sociétés et leurs territoire (Pigeon, 2002 ; Meschinet de Richemond & Reghezza, 2010), ce qui constitue l'objet même de la discipline géographique (Veyret, 2004). Pour répondre de façon plus pertinente aux attentes professionnelles du secteur et s'orienter vers une opérationnalisation de la recherche il apparaît en effet nécessaire de faire le lien de manière cohérente entre approche économique et une réelle approche géographique (Bourguignon, 2012). Nous expliciterons donc l'intérêt d'adopter une vision par événement et par territoire, pour mieux comprendre l'origine des dommages.

#### 3.1.1. L'entrée par les événements

Selon les informations contenues dans la base de données Gaspar, plus de 100 000 arrêtés de catastrophes naturelles relatifs au risque inondation ont été déclarés en France entre le 1er janvier 1982 et le 1er janvier 2014. Toutefois, il n'existe aucune information sur ce que représente ce volume en nombre d'événements. Ainsi il n'est pas possible de répondre à des questions du type : quelle part représentent les événements « majeurs » sur le nombre total d'événements survenus ; pour une période donnée, par année, par mois ou en nombre de commune ? Par exemple, les inondations qui surviennent en septembre chaque année dans le Gard touchent-elles en moyenne le même nombre de communes ? Quel poids représentent les crues de septembre 2002 par rapport aux événements plus « banals » qui se produisent chaque année localement ? L'analyse spatio-temporelle des événements permettrait en effet d'avoir une vision plus juste de l'exposition des territoires (Bourguignon, 2013).

Cependant, comment définir un « événement inondation » ?

La notion d'événement n'est pas déterminée de manière conventionnelle et plusieurs acteurs ont leurs propres définitions, plus ou moins précises. Par exemple, selon le SCHAPI<sup>56</sup> et Météo-France, un événement est « un épisode hydrométéorologique dans sa globalité, du début des pluies génératrices des premières crues sur l'amont des bassins, jusqu'à la fin de la propagation sur les stations les plus en aval. L'événement regroupe donc l'ensemble des crues observées sur les différents sites du bassin versant touché par les précipitations (et/ou la fonte nivale, et/ou la marée) » (SCHAPI, 2009). Le rapport de la Mission d'Inspection Spécialisée de l'Environnement sur la mise en place d'un retour d'expérience dans le domaine des risques naturels, ainsi que sur l'élaboration d'une échelle de gravité des dommages (Barthélémy et al., 1999), associe la notion d'événement à celle d'endommagement. Dans ce cas l'événement est clairement dissocié du simple phénomène naturel. La DGPR reprend cette définition dans ses rapports sur les événements naturels dommageables (MEDDM / DGPR, 2007) et notamment l'échelle (arbitraire) de gravité des événements, établie en fonction des dégâts humains et/ou matériels (cf. tableau 7). Une autre définition de la notion d'événement est retenue par Vinet et Douvinet (2012), qui, dans une étude récente sur l'analyse spatio-temporelle des arrêtés CatNat, considèrent que tous les arrêtés ayant la même date de début d'événement constituent un événement unique et distinct. Les auteurs soulignent toutefois le biais important qu'induit une telle méthode, puisque d'une part plusieurs inondations peuvent avoir lieu le même jour sur des territoires très éloignés et d'autre part, une crue peut durer plusieurs jours sur un même territoire.

Classe	Dommages humains	Dommages matériels
incident	aucun blessé	moins de 0,3 millions d'€
accident	1 ou plusieurs blessés	entre 0,3 et 3 millions d'€
accident grave	1 à 9 morts	entre 3 et 30 millions d'€
accident très grave	10 à 99 morts	entre 30 et 300 millions d'€
catastrophe	100 à 999 morts	entre 300 millions et 3 milliards d'€
catastrophe majeure	1000 morts ou plus	3 milliards d'€ ou plus

Tableau 7. Échelle de gravité des événements selon la MISE (1999), reprise par la DGPR (2007)

Selon les critères retenus, un même événement peut donc concerner des périmètres très différents. La figure 25 illustre les écarts qui peuvent exister entre les périmètres d'un phénomène naturel (facteurs météorologiques et/ou hydrologiques), ceux des conséquences dommageables (dommages matériels ou humains, publication des arrêtés CatNat, etc.) ou ceux de l'événement perçu, vécu ou géré par un individu et/ou un groupe d'individus (personne sinistrée, médias, secours, etc.). Cette représentation schématique ne prend pas en compte les périmètres temporels des événements qui peuvent également varier selon différents facteurs (nature du phénomène, réactivité des secours, délai d'indemnisation, etc.) On peut noter par ailleurs la dissemblance potentielle entre le périmètre des dommages et celui des déclarations CatNat qui peut s'expliquer par les différences d'intensité de l'aléa. Il

<sup>56</sup> Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations.

est également possible de constater des dommages en dehors du périmètre hydrologique de l'événement, puisque certains biens peuvent être endommagés par du ruissellement et non par du débordement par exemple. Dans le cadre de cette thèse, nous retiendrons uniquement les périmètres d'événements dommageables (en vert et en rouge sur la figure 25).

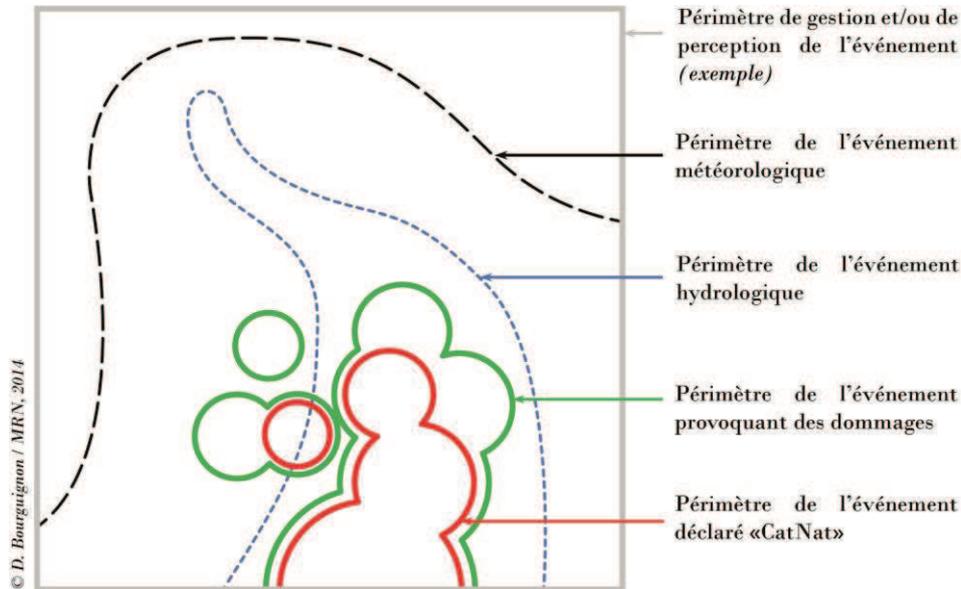


Figure 25. Représentation des différents périmètres d'un même événement

Nous avons déjà mentionné l'existence de plusieurs bases de données qui recensent les événements dommageables survenus en France (cf. 1.2.3.). À l'échelle internationale, la Commission européenne, à travers le *Joint Research Center* (JRC), en collaboration avec l'*Integrated Research on Disaster Risk* (IRDR)<sup>57</sup> mènent des travaux relatifs au recensement des bases de données sur les événements naturels et leurs conséquences dommageables, essentiellement sur les vies humaines. Outre la base de données EM-DAT évoquée précédemment, d'autres bases ont pour objectifs de qualifier les événements survenus à l'échelle du globe, on peut citer notamment :

- Celles des deux principaux réassureurs : Swiss Re Sigma et Munich Re CatNat. Ces bases ne sont pas téléchargeables librement, mais les résultats de traitement, sous formes d'indicateurs statistiques, sont disponibles à travers des rapports annuels<sup>58</sup>.
- La base de données interactive DesInventar initiée par le *Network of Social Studies in the Prevention of Disasters in Latin America* (LA RED) et soutenue par l'ISDR, est alimentée par les acteurs locaux de chaque région du monde et permet ainsi de recenser tous types d'événements dommageables y compris les incidents quotidiens. Toutefois les informations qu'elle contient sont à ce jour encore très

<sup>57</sup> Programme de recherche soutenu par l'*International Council for Science* (ICSU), l'*International Social Science Council* (ISSC) et la Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes de l'ONU (ISDR).

<sup>58</sup> <http://www.swissre.com/sigma/> ; <http://www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/natcat/service/index.html>

partielles. Il n'existe, par exemple, aucune information pour le continent européen.

Elle est téléchargeable sur : <http://online.desinventar.org/>

Par ailleurs, l'*Asian Disaster Risk Center* (ADRC) a mis en œuvre le système GLIDE<sup>59</sup> qui permet d'attribuer un identifiant commun aux événements recensés par divers acteurs, dont certains que nous venons de mentionner (CRED, ISDR, LA RED, Banque mondiale, etc.). À ce jour environ 6 000 catastrophes d'origine naturelle ou sanitaire sont recensées dans la base.

À l'échelle d'un pays on peut également mentionner :

- Les travaux de l'Université de Caroline du Sud consacrés à la réalisation d'une base de données sur les événements naturels dommageables, de tous types, survenus aux États-Unis. Cette base du nom de *SHELDUS*<sup>TM</sup> (*Spatial Hazard Events and Losses Database for the United States*) recense plus de 810 000 événements sur la période 1960-2012 à la maille du comté. Les bilans en pertes humaines et matérielles, issus de différentes sources essentiellement gouvernementales, sont associés à chaque événement avec la possibilité d'actualiser les valeurs. La base est téléchargeable librement<sup>60</sup>, ainsi que plusieurs indicateurs synthétiques et des informations sur les métadonnées.
- La base de données sur les 37 événements naturels dommageables survenus en Suède, entre 1950 et 2014. Elle est représentée sous forme de portail cartographique, visualisable sur : <http://ndb.msb.se/>.

Rappelons qu'en France l'ONRN recense et met en réseau l'ensemble des connaissances disponibles sur les conséquences des événements naturels survenus dans le pays. Pour la plupart ces bases demeurent centrées sur les événements majeurs et il existe très peu d'informations centralisées sur les « petits » événements, notamment en France. De telles connaissances sont pourtant disponibles dans le cas des accidents et des catastrophes industriels, à travers la base de données ARIA<sup>61</sup> de la DGPR et plus particulièrement du BARPI<sup>62</sup>, qui recense plus de 42 000 accidents. Elle est essentiellement alimentée par les retours d'expérience systématisés des services de l'État, mais aussi par des organismes professionnels ou des articles de presse<sup>63</sup>.

En 2001, la DGPR avait mis en chantier un outil similaire concernant les catastrophes naturelles, sous le nom de GEDEON (Gestion des données sur les événements d'origine naturelle). Ce projet, qui visait à centraliser et analyser les informations provenant des retours d'expérience, n'a toutefois jamais vu le jour, notamment par faute de moyens.

Depuis 2013, le Centre d'Information pour la Prévention des Risques Majeurs (CYPRES) a relancé un projet de base de données sur les « petits événements naturels ». L'objectif est de

---

<sup>59</sup> GLObal IDentifier Number : <http://www.glidenumbers.net/glide/public/search/search.jsp>

<sup>60</sup> [http://webra.cas.sc.edu/hvriapps/sheldus\\_web/sheldus\\_login.aspx](http://webra.cas.sc.edu/hvriapps/sheldus_web/sheldus_login.aspx)

<sup>61</sup> Analyse, Recherche et Information sur les Accidents.

<sup>62</sup> Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels.

<sup>63</sup> <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

permettre aux acteurs locaux de faire part de leurs expériences en remplissant une fiche synthétique de REX, à compléter quelques jours après l'incident ou la catastrophe, pour alimenter de manière automatique une base de données dédiée<sup>64</sup>. Cette démarche s'appuie sur l'hypothèse que le partage d'expériences sur les événements « chroniques » contribue à améliorer la culture du risque et donc à rendre plus efficace l'appréhension des risques majeurs.

### *3.1.2. L'étude des événements « chroniques », une approche nécessaire en prévention*

En comparant le coût cumulé des CatNat depuis 1982 (13 milliards d'euros) au montant total des 50 événements les plus coûteux pour le marché de l'assurance (12 milliards d'euros), on s'aperçoit que 90 % des coûts sont associés à des catastrophes « majeures »<sup>65</sup>. En l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'une part de faire ce type d'analyse pour le risque inondation seulement et d'autre part de savoir à combien d'événements se rapportent les 10 % de coûts non associés à des catastrophes « majeures ».

La part écrasante du coût des inondations majeures pourrait amener à orienter les réflexions sur ces seuls événements. Pourtant, les événements moins dommageables que nous qualifierons de « chroniques » en référence à leur fréquence élevée, représentent un enjeu important en termes de prévention, y compris pour le secteur de l'assurance.

Dans le cas des inondations, un événement est considéré comme CatNat lorsqu'il dépasse une période de retour de dix ans. Or le contexte d'augmentation du coût des inondations, y compris pour les événements fréquents, conduit à s'interroger sur la pertinence de ce seuil arbitraire de transfert de risque vers le régime CatNat, au regard notamment des inégalités territoriales en termes de niveaux de prévention/protection. La figure 26 illustre de manière schématique le partage de responsabilités entre acteurs de la prévention sur un territoire. Elle permet de représenter les deux modalités stratégiques de financement des risques : le transfert et la rétention (MRN, 2012). La première notion consiste à faire supporter les conséquences financières d'un sinistre à autrui, via un arrangement contractuel. C'est le principe de l'assurance CatNat par exemple, puisque les assurés transfèrent à leur assureur le risque supérieur à une période de retour de dix ans. Dans le cadre assurantiel ce transfert n'est pas total puisqu'une franchise reste systématiquement à la charge de l'assuré. La deuxième notion, celle de rétention, consiste à accepter la prise en charge totale ou partielle du coût du risque et à en assumer les conséquences. Les courbes représentées montrent deux territoires aux profils d'exposition identiques (l'aire sous la courbe, c'est-à-dire le coût moyen annuel des dommages, est la même). Le premier cas, à gauche, traduit le principe de transfert vers les sociétés d'assurances à partir d'un seuil très bas. Au-delà d'un certain seuil

---

<sup>64</sup> Ce projet est co-piloté par l'AFPCN et bénéficie de l'appui technique de divers acteurs (État, collectivités, opérateurs publics, bureaux d'études et assureurs via la MRN).

<sup>65</sup> Ces chiffres de la FFSA concernent tous les aléas CatNat, y compris les épisodes de sécheresses comptabilisés sur une année entière.

les assureurs transfèrent eux-mêmes une partie du risque vers la CCR qui bénéficie également de la garantie de l'État. Le dernier pallier montre l'intervention du principe de solidarité nationale, voire internationale pour les catastrophes majeures.

Le deuxième cas, à droite, illustre une situation de plus en plus courante, dans le cadre des PAPI notamment, où le territoire engage sa responsabilité en mettant en place des actions de réduction de la vulnérabilité et/ou de l'aléa. Ces mesures, qui agissent jusqu'à un certain niveau d'occurrence sur une plage de fréquence donnée, ont pour conséquences de repousser partiellement le seuil d'intervention de l'assurance, ce qui modifie les conditions de partage du risque.

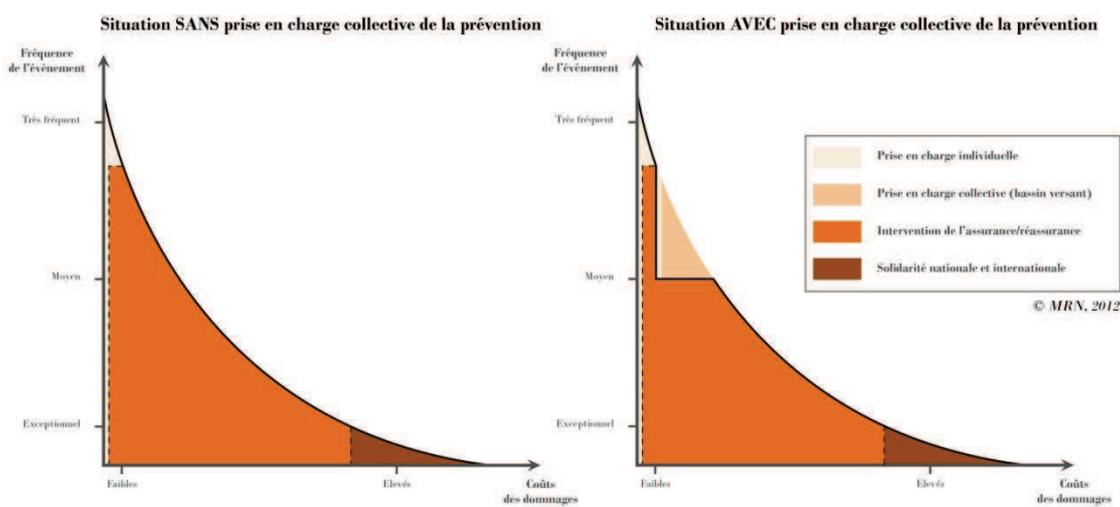


Figure 26. État du partage du risque entre deux territoires

L'un des objets de la SNGRI est justement d'inciter les territoires « déresponsabilisés » (courbe de gauche) à prendre en charge une partie du coût des risques (courbe de droite), de manière à permettre aux assureurs et réassureurs de garantir un niveau de couverture équitable entre les territoires. Dans la réalité, certains acteurs sont confrontés à des situations paradoxales, où les objectifs de priorisation et de responsabilisation instaurés par la Directive Inondation s'avèrent incompatibles avec des volontés locales de prévention/protection. C'est le cas par exemple sur le petit bassin versant du Tourrenc (800 ha), affluent de l'Orbieu dans le département de l'Aude, où une association a été créée en 2003 pour trouver des solutions face à la survenance régulière de crues dommageables. Or la mise en application de la Directive Inondation impose aux services de l'État de prioriser les efforts de prévention sur des bassins plus importants (l'Orbieu dans ce cas). Le fait de reconsidérer la crue centennale, jusqu'alors exceptionnelle, en une crue moyenne, a certainement permis de faire émerger une prise de conscience sur l'exposition réelle du territoire national. Néanmoins, pour de nombreux gestionnaires, ce changement de

paradigme a également eu pour effet de freiner l'émergence de projets locaux fondés sur la prévention des risques fréquents, *a fortiori* sur des territoires à faibles enjeux<sup>66</sup>.

Cette situation illustre la nécessité de disposer d'informations sur les dommages provoqués à la fois par des événements majeurs mais également par de « petits événements ». L'utilisation de données factuelles et quantifiées permettrait de justifier de manière objective certaines initiatives locales, qui, aujourd'hui, n'aboutissent pas. La notion de « petits événements » fait ici référence aux inondations fréquentes et non à l'extension spatiale de l'événement. Il existe en effet, notamment dans les petits bassins versants méditerranéens, de nombreux cas de crues à faible ampleur géographique avec des périodes de retour pourtant historiques.

### 3.2. Vers une reconstitution de la sinistralité assurantielle d'inondations récentes

L'analyse spatio-temporelle des coûts par événement, qui constitue l'objet de la deuxième et troisième partie de cette thèse, requiert au préalable un travail de conception et de réalisation de trois bases de données : une base « événements », une base « sinistre » et une base des sinistres par événement, qui résulte de la fusion des deux précédentes. Nous nommerons cette dernière base : BD SILEHC<sup>67</sup>. Au-delà du caractère inédit de ce socle d'information, la méthode de conception des bases données soulève des questions fondamentales sur les notions d'événement et de sinistralité : comment définir le type d'événement ? Sur quels critères définir les limites spatiales et temporelles de son périmètre ? Comment identifier les sinistres uniquement liés aux événements considérés ? Comment mesurer les incertitudes liées à ce rattachement entre sinistres et événements ?

#### 3.2.1. Conception d'une base de données « événements inondations »

La base de données sur les événements inondations a été conçue de manière à renseigner le plus d'informations possible pour chaque événement. Elle se structure autour de divers champs qui décrivent : un nom d'événement, des informations sur la date (date de début ou de fin, jour, mois et année) et le lieu de survenance (département, commune, bassin hydrographique, cours d'eau ou autre), des précisions sur les caractéristiques de l'aléa (type d'inondation, hauteur d'eau, débit, période de retour hydrologique et pluviométrique), des informations sur les dommages économiques (assurés ou non) et des commentaires divers (autres informations qualitatives et sources des données).

---

<sup>66</sup> Témoignages recueillis à l'occasion de la 6<sup>ème</sup> conférence régionale sur la prévention des inondations en Languedoc-Roussillon (30 novembre 2012) : [http://www.laregion.fr/uploads/Externe/8b/17659\\_1354297727\\_DP-Prevention-inondations.pdf](http://www.laregion.fr/uploads/Externe/8b/17659_1354297727_DP-Prevention-inondations.pdf)

<sup>67</sup> Base de Données des Sinistres Indemnisés Liés aux Événements Hydro-Climatiques.

Pour concevoir cette base de données, nous avons utilisé, dans un premier temps, la liste des arrêtés CatNat inondation enregistrés dans la BD Gaspar sur la période 1982-2011<sup>68</sup>, pour la France métropolitaine uniquement. Nous avons choisi de définir la notion d'événement en s'inspirant de la méthode d'identification élaborée par la DGPR (2007). Ainsi, d'après notre définition, un événement inondation est un ensemble d'arrêtés CatNat circonscrit dans un périmètre spatio-temporel cohérent, causé par un épisode hydrométéorologique particulièrement intense. L'événement n'est donc pas un périmètre d'aléa, mais un périmètre de dommages indemnisés au titre du système CatNat, à la maille communale.

Trois critères doivent être réunis pour distinguer un événement :

**Le type de phénomène :** seules les communes déclarées en état de catastrophe naturelle et sinistrées par un aléa de type inondation (ruissellement, débordement, submersion marine, coulée de boue, *etc.*) peuvent constituer le périmètre de l'événement (dans la base de données Gaspar, tous les arrêtés relatifs aux inondations sont associés à un code, dit « num\_risq », commençant par 11).

**Le périmètre temporel :** l'événement n'est considéré comme unique et distinct que lorsque les dates de début de ce dernier sont semblables. En outre, la période de survenance du phénomène dommageable doit être similaire entre les communes retenues, soit comprise entre une, deux ou trois journées (selon la saisonnalité, notamment en situation d'orages très localisés, un délai d'un jour peut suffire à distinguer plusieurs événements).

Toutefois les conditions météorologiques ou le type d'aléa inondation à l'origine de l'événement peuvent conduire à élargir de manière empirique le périmètre temporel de ce dernier. Par exemple : les inondations par remontées de nappes survenues dans le nord de la France entre décembre 2000 et août 2001, sont considérées comme un seul événement malgré leur durée importante.

**Le périmètre spatial :** si des inondations surviennent de manière synchrone, c'est la distribution spatiale de ces phénomènes qui permet de les regrouper en un ou plusieurs événements. Si par exemple deux phénomènes ont lieu dans des régions hydrographiques disjointes<sup>69</sup>, alors ils seront considérés comme deux événements différents (*cf.* carte 8). Ainsi, pour être identifié comme unique et distinct un événement doit remplir les critères spatiaux suivants :

- Les communes retenues doivent appartenir à la même région hydrographique ;
- Si l'événement survient dans plusieurs bassins, les communes retenues doivent appartenir au même département et/ou plusieurs départements limitrophes (extension spatiale cohérente, qui rend compte d'une certaine continuité hydrographique et/ou de l'influence d'un épisode météorologique singulier) ;

---

<sup>68</sup> Les données ne vont pas au-delà de 2011 car elles ont été collectées au cours de l'année 2012.

<sup>69</sup> Découpage hydrographique le plus large, d'après le référentiel hydrographique du SANDRE. La liste des régions hydrographiques a été arrêtée dans la circulaire n°91-50 du 12 février 1991 mais la détermination de leurs limites est sous la responsabilité des Agences de l'Eau ([www.sandre.eaufrance.fr](http://www.sandre.eaufrance.fr)).



Carte 8. Limites spatiales utilisées pour définir les périmètres des événements

Font toutefois exception les inondations générées par des conditions météorologiques généralisées (épisode spatialement très étendu) et affectant pendant la même période des secteurs parfois dispersés. Certains épisodes orageux très localisés qui engendrent des déclarations CatNat liés aux phénomènes de ruissellement, peuvent avoir lieu sur un même département alors qu'ils représentent plusieurs événements distincts.

La figure ci-dessous (cf. figure 27) illustre la méthode d'attribution d'un nom d'événement à un groupement d'arrêtés CatNat, selon une appréciation subjective des périmètres spatio-temporels. Cette méthode d'indexation des événements est assez proche de celle pratiquée à l'échelle internationale par l'Asian Disaster Risk Center (ADRC) à travers le système GLIDE (cf. 3.1.1.).

Nom de l'événement	Code de l'arrêté CatNat (préfecture)	Département	Code INSEE commune	Date de début	Date de fin
38 27 04 2007	38PREF20070003	38	38039	27/04/2007	27/04/2007
85 27 04 2007	85PREF20070004	85	85013	27/04/2007	27/04/2007
85 27 04 2007	85PREF20070005	85	85030	27/04/2007	27/04/2007
85 27 04 2007	85PREF20070006	85	85208	27/04/2007	27/04/2007

© D. Bourguignon / MRN, 2014

↓ **Noms d'événements ajoutés manuellement**
↓ **Informations originales, extraites de la BD Gaspar**

Figure 27. Méthode d'attribution d'un nom d'événement aux arrêtés CatNat

Exemple de deux événements distincts (cf. figure 27) : l'événement du 27/04/2007 survenues dans le département de l'Isère (38) est considérée comme différent de l'événement survenu le même jour dans le département de la Vendée (85).

Exemple d'événement unique survenu entre deux bassins : les inondations du 07/06/2007 survenues dans l'Isère (38), le Rhône (69), l'Ain (01), la Loire (42), etc. sont partagées entre deux bassins (Rhône et Loire) mais sont considérées comme un événement unique car le périmètre spatial est cohérent.

Un nom d'événement a été associé manuellement à chacun des 60 000 arrêtés CatNat inondation de la base Gaspar. Les événements difficilement identifiables (problèmes de distinction de périmètres spatiaux et/ou temporels) ont été cartographiés à partir des numéros de communes déclarés CatNat, pour affiner l'analyse et valider ou non les périmètres. Les événements ainsi définis ne représentent pas forcément toutes les communes ayant subi des dommages. En effet, certaines communes peuvent avoir été sinistrées sans que le niveau des dommages ne suffise à atteindre le seuil de reconnaissance CatNat (l'intensité de l'agent naturel n'étant pas jugée anormale ou, par exemple, refus du maire de déclarer sa commune en état de catastrophe naturelle car l'écart entre les dégâts et les franchises potentielles est jugé trop faible).

Les travaux de Douvinet et Vinet (2012) ont déjà souligné les limites inhérentes aux arrêtés CatNat contenus dans la BD Gaspar. Il convient dès lors d'effectuer un « nettoyage » minutieux de la table (cf. tableau 8). L'un des principaux biais concerne la présence d'arrêtés CatNat enregistrés en tant qu'inondation alors qu'ils sont en réalité consécutifs à des épisodes de tempêtes voire de chutes de grêle ou de neige. Ces types de périls n'entrent pas dans le cadre de la garantie CatNat. Sur ce point, la CCR a accepté de fournir la liste des communes déclarées en état de catastrophe naturelle au seul titre des inondations consécutives aux événements Lothar et Martin (du 24 au 26 décembre 1999), Klaus (24

janvier 2009) et Xynthia (26 février 2010)<sup>70</sup>. Grâce à plusieurs autres sources d'informations plus de 3 000 arrêtés CatNat litigieux ont ainsi été identifiés et supprimés. L'autre biais important concerne les deux premières années de mise en place du régime, 1982 et 1983, où par effet de rattrapage des arrêtés ont été publiés de manière massive sur tout le territoire. Ces deux années, qui représentent 15 000 arrêtés au total, ne sont donc pas prises en compte, à défaut de pouvoir associer les arrêtés à des événements.

Événements inondation erronés	Cause du biais	Traitement
Année 1982	Effets de rattrapages	Suppressions totales
Année 1983		
11 juillet 1984 (épisode de grêle)	Phénomènes générateurs de dommages qui dépendent de la garantie TGN	
14 août 1985		
23 juillet 1988		
22 janvier 1992 (épisode neigeux)		
6 juin 1998	Suppression des arrêtés hors inondations, à partir de données CCR	
4 juillet 2005		
25 décembre 1999 (Tempêtes Lothar et Martin)		
24 janvier 2009 (Tempête Klaus)		
27 février 2010 (Tempête Xynthia)		

Tableau 8. Protocole de nettoyage de la base des arrêtés CatNat (BD Gaspar)

La base de données « événements inondations » a ensuite été complétée à partir d'une recherche d'informations et de données sur chaque événement. Les rapports EPRI des six grands bassins hydrographiques français ont été mobilisés en premier lieu, car en annexe de chacun d'eux est fournie une liste des inondations remarquables survenues dans le bassin, avec des informations sur les caractéristiques de l'aléa et les conséquences dommageables. Dans un second temps, des informations ont été collectées à partir du site « pluies extrêmes » de Météo France, qui apporte des informations sur la fréquence et l'intensité des événements<sup>71</sup>. Enfin, nous avons utilisé les chroniques météorologiques du site Météo Paris<sup>72</sup>, qui rassemblent de multiples informations issues principalement d'articles de presse, sur les inondations passées.

Une nature de péril a été attribuée à chaque événement à partir des informations contenues dans la base Gaspar et des différentes sources de données citées plus haut. Cinq classes ont ainsi été retenues :

- Crue lente et remontée de nappe ;
- Crue rapide (essentiellement à influence cévenole) ;

<sup>70</sup> Comme évoqué en 1.2.1, la CCR, qui assure le secrétariat de la commission CatNat, possède sa propre liste des arrêtés CatNat.

<sup>71</sup> <http://pluiesextremes.meteo.fr>

<sup>72</sup> <http://www.meteo-paris.com/chronique>

- Débordement et ruissellement (effet combiné des deux aléas) ;
- Ruissellement urbain et crue d'orage ;
- Situation généralisée (événements pour lesquels il est impossible de distinguer une catégorie précise de péril). Les submersions marines sont, *a priori*, incluses dans cette classe.

Enfin, les événements ont été qualifiés selon leur degré de documentation. La catégorie « très documentée » représente les événements, *a priori* les plus dommageables, qui ont fait l'objet d'enquêtes spécifiques de la part du secteur de l'assurance (CCR et/ou FFSA-GEMA). La deuxième catégorie comprend les événements moins documentés, mais pour lesquels il existe quelques informations (articles de presse, rapports publics, *etc.*). La dernière catégorie désigne les événements qui sont à l'origine de déclarations CatNat mais pour lesquels il n'existe aucune autre information que celle contenue dans la base Gaspar. Le tableau 9 permet d'illustrer la répartition des arrêtés CatNat en nombre d'événements et par catégorie d'événement.

Catégories d'événements	Nombre d'arrêtés*	Nombre d'événements	Nombre moyen d'arrêtés par événement
Très documentés	21 636	45	480
Moins documentés	21 221	405	52
Non documentés	15 391	2 072	7
<b>Total</b>	<b>58 248</b>	<b>2 522</b>	<b>23</b>

\* Arrêtés enregistrés dans la BD Gaspar

Tableau 9. Arrêtés CatNat et événements sur la période 1984-2011

### 3.2.2. Conception d'une base de données « sinistres »

Dans le même temps, une base de données sur la sinistralité a été conçue grâce à la collecte de données d'assurances, fournies par sept compagnies. La contribution de ces sociétés, anonymes ou à forme mutuelle, représente un échantillon d'environ 50 % du marché.

Les données recueillies répondent à un cahier des charges précis, élaboré par la MRN, qui décrit les objectifs et l'intérêt du projet, les premiers travaux réalisés et le type de données sollicitées. Ce document a permis de susciter l'intérêt des sociétés envers la démarche d'une part et d'obtenir des informations standardisées d'autre part, de manière à faciliter leur traitement. Le cahier des charges précise par ailleurs que les données n'ont pas pour but de construire des courbes d'endommagement mais de fournir des ordres de grandeur sur des coûts moyens par événement, type de territoire et catégorie d'inondation.

Les éléments récoltés renseignent les lieux et les coûts des sinistres causés par des inondations *a priori* CatNat, à l'adresse, agrégés à la commune ou au code postal, par date de survenance ou par événement, pour la période 1999-2011. La table homogénéisant l'ensemble des données sinistres comportent au minimum les champs suivants : la charge du

sinistre (montant indemnisé franchise déduite et hors frais de gestion du dossier), code postal ou code INSEE du lieu de survenance et/ou adresse de souscription, date de survenance du sinistre, type d'enjeu impacté (professionnel ou particulier) (cf. tableau 10). Au total, la base de données des sinistres comporte environ 265 000 enregistrements<sup>73</sup>, ce qui correspond à plus de 600 000 sinistres particuliers et 40 000 sinistres professionnels.

Les données ont été rendues anonymes dans le respect des contraintes de confidentialité. Toutefois, les sociétés peuvent bénéficier d'éléments exclusifs de « *benchmarking* », de manière à comparer les résultats issus de leur échantillon de donnée par rapport à celui obtenue pour l'ensemble du marché.

Département	Code INSEE	Code postal	Date de survenance	Contrat	Nombre de sinistres	Charge (en € non actualisés)*
26	26338	-	03/09/2008	Particulier	12	16 000
26	26339	-	03/09/2008	Particulier	15	35 000
26	26347	-	03/09/2008	Particulier	14	26 000
26	26353	-	03/09/2008	Professionnel	7	43 000
26	26355	-	03/09/2008	Professionnel	1	90
26	26357	-	03/09/2008	Particulier	2	12 500
26	26362	-	03/09/2008	Particulier	5	2 200

\* Valeurs arrondies

Tableau 10. Extrait de la base de données « sinistres »

Compte tenu des limites que comporte la base, il est nécessaire d'en expliciter les précautions d'usage afin d'éviter une mauvaise interprétation des données :

**La représentativité de l'échantillon :** Les données collectées représentent, globalement, la moitié du marché français de l'assurance, d'après les informations que nous a communiqué le service statistique FFSA-GEMA. Toutefois, cette représentativité peut être différente en fonction de l'échelle d'analyse. En effet, si une compagnie est particulièrement implantée sur un territoire, alors qu'elle ne fait pas partie des sept sociétés participantes, la représentativité des résultats sur ce secteur sera différente par rapport à l'échelle nationale. Or il est impossible, car trop sensible dans un contexte concurrentiel, de disposer d'une information sur les parts de marché des différents assureurs à une échelle autre que nationale. Par ailleurs, la représentativité des sinistres évolue, au sein des compagnies, en fonction des années, ce qui peut introduire un biais lors de la comparaison des données dans le temps. Suite à des entretiens menés avec les services responsables des données CatNat pour chacune des sociétés participantes, il a été possible d'obtenir des ordres de grandeurs sur l'évolution temporelle de cette représentativité (cf. figure 28). Ainsi, on estime que de 1999 à 2005, environ 30 % des sinistres n'ont pas été transmis par les compagnies,

<sup>73</sup> Un enregistrement correspond à une ligne dans la table (une commune reliée à un événement) et non à un sinistre.

essentiellement pour des raisons techniques (pertes d'informations suite à la refonte de systèmes d'informations). À partir de 2005, nous disposons d'environ 90 % des informations pour chacune des sociétés.

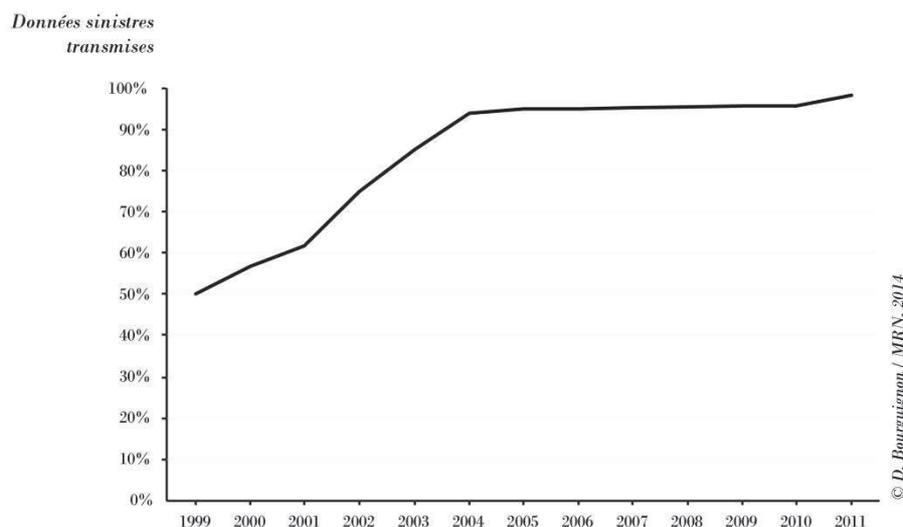


Figure 28. Évolution annuelle du nombre de données sur les sinistres fournies par les sociétés

**La signification des dommages :** les données concernent uniquement les dommages directs aux biens pour les particuliers et les professionnels, couverts par une garantie Catastrophe Naturelle, impactés par une inondation. Les véhicules terrestres à moteurs (automobiles, motocyclettes, *etc.*) ne sont pas pris en compte, ni les dommages aux cultures pour les agriculteurs. En revanche, les pertes d'exploitation pour les professionnels sont prises en compte, si ces derniers sont couverts. L'ensemble de ces coûts (franchise déduite) représentent donc uniquement la somme indemnisée par l'assureur. La valeur réelle des dommages est souvent supérieure (franchise, prise en compte de la vétusté des biens endommagés, *etc.*).

**La localisation des sinistres :** comme évoqué en [2.3.2.](#), les informations sur l'adresse des biens sinistrés sont souvent limitées. Ainsi, certaines sociétés ne disposent que des codes postaux du lieu de survenance. Pour cartographier les sinistres à la maille communale, il a donc fallu convertir des codes postaux en codes INSEE. Or, il n'y a pas de bijection parfaite entre ces deux éléments (un code postal peut contenir plusieurs communes et inversement), ce qui introduit un biais dans l'analyse spatiale. Toutefois, la conversion des codes postaux en code INSEE ne concerne que 10 % de la base.

D'après les compagnies, les lieux indiqués ne concernent que ceux de la survenance du sinistre, mais des erreurs indétectables peuvent subsister et indiquer en réalité le lieu de souscription du contrat.

**Le montant des charges :** certains montants indiqués sont nuls. D'après les compagnies ces charges représentent majoritairement des sinistres inférieurs au montant de la franchise ou

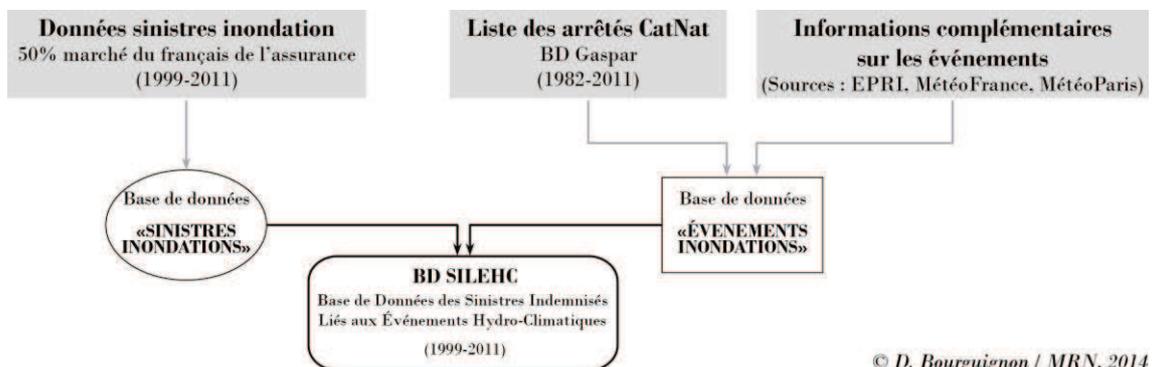
des dossiers ouverts mais classés sans suite. Par ailleurs, certains coûts sont le résultat d'indemnisations forfaitaires, il peut donc y avoir des effets de seuils moins représentatifs de la réalité des dommages. Enfin, les charges transmises par les sociétés sont en euros courants (montant de l'indemnisation à l'époque du sinistre). Or, pour pouvoir comparer les sinistres dans le temps, les coûts ont été actualisés à partir de l'indice FFB (en conservant néanmoins un champ avec les coûts historiques). Cependant pour une meilleure représentativité, il conviendrait d'actualiser également en volume, en prenant en compte l'évolution du nombre de biens potentiellement exposés (évolution du parc de logement de l'INSEE par exemple).

**Identification du phénomène générateur de sinistre :** certaines compagnies ne précisent pas si le sinistre est consécutif à une inondation, elles ont donc fourni la totalité des sinistres indemnisés en CatNat et en dégâts des eaux. Ce point révèle que certains montants peuvent ne pas être réellement liés à des inondations. Il peut s'agir de tempêtes ou d'infiltration d'eaux par toiture. Nous développerons dans la prochaine section (cf. 3.2.3.) la manière dont nous avons traité ce biais.

**Informations sur les assurés :** dans le cas des contrats professionnels, la base ne permet pas de distinguer les « petits » enjeux (artisans, commerçants, prestataires de services) des grandes entreprises industrielles. D'autres informations sur les contrats assurés sont indisponibles telles la nature et l'usage des habitations (maison, appartement, locataire, propriétaire), le nombre de pièces ou d'étages, la superficie des biens ou le montant des valeurs assurées.

### 3.2.3. Mise en relation entre sinistres et événements : création de la BD SILEHC

La dernière étape a consisté à associer à chacun des 265 000 enregistrements de la base sinistres un nom d'événement, à partir des 2 500 inondations recensées dans la base « événements » (cf. figure 29). Face au nombre trop important de données, il n'a pas été possible d'effectuer manuellement la jointure entre les deux tables. Par conséquent, nous avons conçu une méthode automatisée à partir du logiciel libre R.



© D. Bourguignon / MRN, 2014

Figure 29. Processus simplifié de conception des bases de données

La méthode est fondée sur des critères de sélection spatiaux et temporels qui se déclinent en 15 niveaux de « fiabilité »<sup>74</sup> (cf. tableaux 11). Le processus suivi par l'algorithme est assez simple : lorsque le programme ne trouve pas de correspondance entre un sinistre et un événement, en fonction des critères du premier niveau de sélection, il passe automatiquement au deuxième niveau et ainsi de suite, jusqu'à trouver une correspondance ou non.

Niveaux de fiabilité	Description
<b>1</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu sur cette même commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est exactement la même que la date de début de l'événement
<b>2</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu sur cette même commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est comprise entre la date de début et la date de fin de l'événement
<b>3a</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu sur cette même commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 1 jour de la période d'occurrence de l'événement (entre date de début et date de fin)
<b>3b</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu sur cette même commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 2 jours de la période d'occurrence de l'événement (entre date de début et date de fin)
<b>3c</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu sur cette même commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 3 jours de la période d'occurrence de l'événement (entre date de début et date de fin)
<b>4</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans le département où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est exactement la même que la date de début d'un événement survenu dans le département
<b>5</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans le département où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est comprise entre la date de début et la date de fin d'un événement survenu dans le département
<b>6a</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans le département où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 1 jour de la période d'occurrence de l'événement survenu dans le département (entre date de début et date de fin)
<b>6b</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans le département où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 2 jours de la période d'occurrence de l'événement survenu dans le département (entre date de début et date de fin)
<b>6c</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans le département où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 3 jours de la période d'occurrence de l'événement survenu dans le département (entre date de début et date de fin)
<b>7</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans un département limitrophe où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est exactement la même que la date de début d'un événement survenu dans le département limitrophe
<b>8</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans un département limitrophe où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est comprise entre la date de début et la date de fin d'un événement survenu dans le département limitrophe
<b>9a</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans un département limitrophe où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 1 jour de la période d'occurrence de l'événement survenu dans le département limitrophe (entre date de début et date de fin)
<b>9b</b>	La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans un département limitrophe où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 2 jours de la période d'occurrence de l'événement survenu dans le département limitrophe (entre date de début et date de fin)

<sup>74</sup> Soit le degré de confiance relatif au rattachement d'un sinistre à un événement.

9c

La commune sinistrée est reliée à un événement qui a eu lieu dans un département limitrophe où se situe la commune et où la date de survenance du sinistre sur ladite commune est à plus ou moins 3 jours de la période d'occurrence de l'événement survenu dans le département limitrophe (entre date de début et date de fin)

Tableaux 11. Critères de jointure entre sinistres et événements

En résumé, l'algorithme commence par rechercher une correspondance entre la base « sinistres » et la base « événements » en fonction de la commune et de la date exacte de survenance. S'il ne trouve pas d'arrêté CatNat déclaré sur la commune à la date exacte du sinistre, il élargit automatiquement la recherche à plus ou moins trois jours. Lorsqu'aucun événement n'est rattaché à un sinistre à partir de la commune, le programme testera la même démarche (date exacte puis un, deux ou trois jours autour de la date du sinistre) en retenant le département dans lequel se situe la commune sinistrée, puis, s'il ne trouve toujours aucune correspondance, il considère les départements limitrophes.

Finalement, seuls les cinq premiers niveaux de fiabilité (1, 2, 3a, 3b, 3c) permettent d'associer un arrêté CatNat à un sinistre, puisque l'individu de référence est la commune. Pour un sinistre rattaché à un événement avec un niveau de fiabilité au département (niveaux 4, 5, 6a, 6b, 6c) on peut supposer qu'il correspond probablement à une inondation n'ayant pas atteint le seuil requis pour que la commune soit déclarée CatNat. Si le sinistre est rattaché à un événement ayant eu lieu dans un département limitrophe (niveaux 7, 8, 9a, 9b, 9c), le risque d'inclure des sinistres de type dégât des eaux et beaucoup plus élevé (infiltration d'eau par toiture, débordement de réseau d'assainissement, etc.) (cf. figure 30).



© D. Bourguignon / MRN, 2014

Figure 30. Exemple de jointure automatique entre sinistres et événements

Les choix retenus pour relier un sinistre à un événement sont ceux qui permettent d'approcher le plus possible la notion d'événement en termes d'association spatio-temporelle de sinistre. Ils demeurent toutefois relativement subjectifs et arbitraires, car il n'existe aucune solution parfaitement objective qui permettrait d'effectuer cette jointure de manière incontestable. Il serait toutefois intéressant de prendre en compte d'autres critères pour mieux tester la perfectibilité de la méthode. Par exemple, on pourrait utiliser la notion de

bassin hydrographique au lieu de département. En effet, les périmètres hydrologiques sont *a priori* plus pertinents que des contours administratifs pour décrire un événement. Par ailleurs, il pourrait être envisagé d'étendre la période autour de la date de survenance de l'événement. Nous avons considéré qu'un sinistre enregistré plus de trois jours après la date d'un événement, ne peut être associé à ce dernier. Or, nous pourrions prendre en compte une fourchette plus large, notamment pour des cas de débordements lents de cours d'eau ou de remontées de nappes, qui peuvent affecter des biens durant plus de trois jours. Néanmoins la figure 31 atteste que le nombre de sinistres référencés avec des codes a, b ou c sont marginaux.

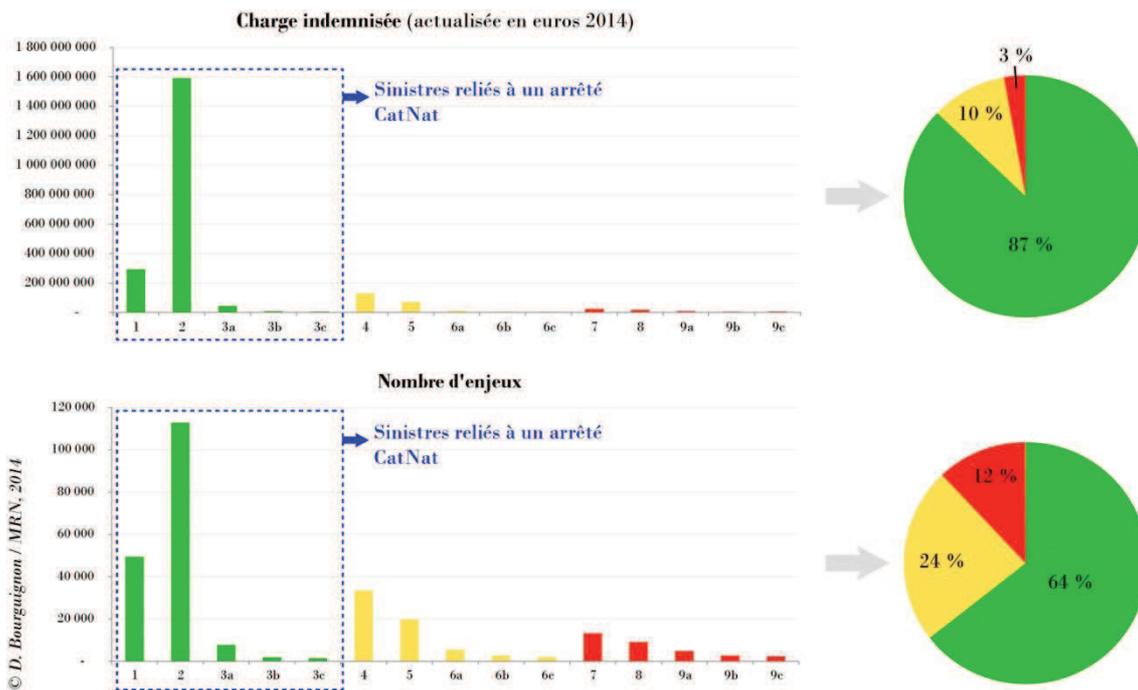


Figure 31. Éléments de qualification du croisement entre sinistres et arrêtés CatNat

Les événements qui ont touché moins de 10 enjeux sur une commune qui n'a jamais connu d'arrêté CatNat depuis 1982, sont supprimés de la base. Car nous émettons l'hypothèse qu'ils sont probablement liés à des dégâts des eaux et non à des inondations par débordement. En revanche, nous ne supprimons pas les sinistres non CatNat (au-delà des niveaux de fiabilité 1, 2, 3a, 3b et 3c), car il paraît intéressant d'étudier les différences entre sinistres CatNat et non CatNat et notamment les seuils qui justifient le passage de l'un à l'autre. Par ailleurs, ont été également supprimés de la base tous les événements pour lesquels la charge totale est nulle, ainsi que Lothar, Martin et Klaus. En effet, malgré les informations fournies par la CCR pour distinguer les inondations des tempêtes, l'observation statistique des données a montré qu'il pouvait subsister un certain biais : un nombre important de communes sinistrées dans notre échantillon n'a connu qu'un seul événement correspondant à l'une des tempêtes précitées et les coûts moyens associés sont beaucoup plus faibles par rapport aux coûts moyens calculés sur l'ensemble des données. Par ailleurs la

répartition géographique des sinistres inondations pour ces trois tempêtes (à la maille communale), révèle une distribution uniforme est spatialement très étendue, qui semble donc davantage correspondre aux conséquences de trajectoires de vents et d'infiltrations en toiture dues aux cumuls de pluie. Le risque trop important d'inclure des sinistres en réalité non-inondation incite donc à ne pas intégrer Lothar, Martin et Klaus dans la base de données (cf. figure 32). Le cas de Xynthia est moins problématique car les effets de la submersion marine par rapport à ceux du vent sont beaucoup facilement détectables.

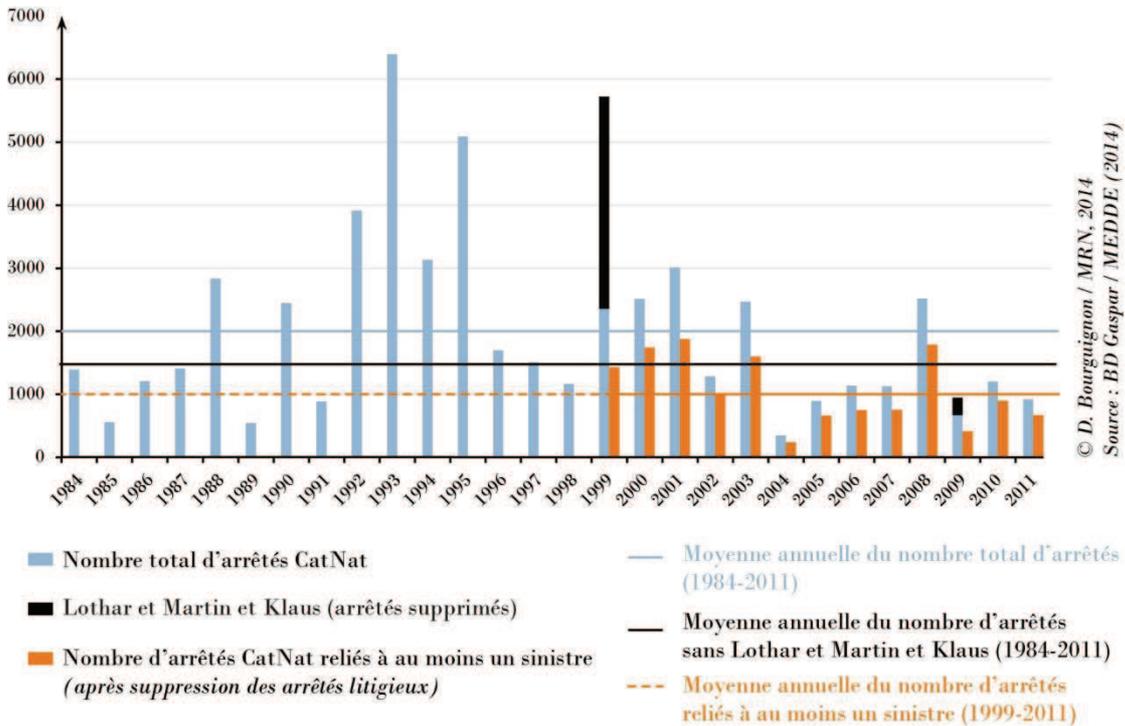


Figure 32. Répartition du nombre d'arrêtés CatNat par année, avant et après le traitement des bases de données

Sur les 265 000 enregistrements de la base sinistres, moins de la moitié ont pu être reliés à un événement et seulement 20 % à un arrêté CatNat (niveaux de fiabilité 1, 2, 3a, 3b, 3c). Inversement, environ 20 % des arrêtés CatNat n'ont pas pu être associés à au moins un sinistre. Au final, 764 événements sont identifiés dans la base de données SILEHC sur la période 1999-2011 et sont reliés à 9 245 communes.

La majorité des arrêtés CatNat sont bien représentés en termes d'informations sur les sinistres et cette représentativité tend à s'améliorer au fil des années (figure 33).



Figure 33. Taux d'arrêtés CatNat reliés à un sinistre, par événement

*\*Exemple de lecture : Sachant qu'un événement est constitué d'un ou plusieurs arrêtés CatNat, on constate pour l'année 2006, que 100 % des arrêtés CatNat de 30 événements sont reliés à au moins un sinistre. En revanche, 15 événements ne disposent pas de données de sinistralité dans notre base. En effet, pour ces derniers, aucun sinistre n'a pu être relié à un arrêté CatNat.*

Malgré les limites énoncées, la base de données SILEHC permet d'entreprendre deux types de travaux : une analyse générale des seules informations sur les sinistres et les événements contenues dans la base et l'intégration de données ou d'informations extérieures à la base, pour évaluer plus finement les causes et les conséquences de la sinistralité. Ce dernier type de travaux passe notamment par la collecte d'informations auprès d'acteurs locaux, sur un échantillon de sites d'étude.

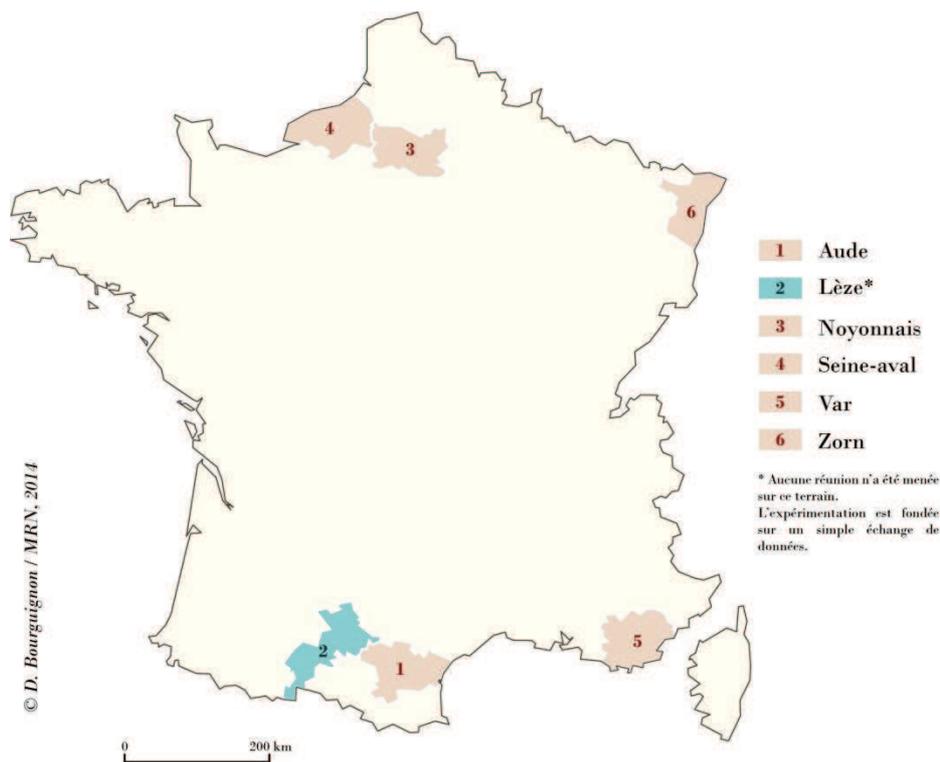
### 3.3. Expérimentations sur des terrains d'études

La démarche d'expérimentation sur des terrains d'études vise à tester des conditions de micro-observation territoriale des risques, en proposant aux participants de reconstituer les événements dommageables d'un passé récent à partir des sinistres observés. L'objectif est de mettre en place un réseau d'acteurs, qui par le partage d'expériences, de techniques ou de données statistiques et géographiques, contribueront ensemble à développer une

« intelligence territoriale » (Pelissier, 2009) autour de l'évaluation des conséquences dommageables des inondations.

Le véritable intérêt d'un observatoire territorial réside dans la création d'indicateurs hybrides, issus de données variées, qui permettent d'établir un suivi dans le temps et dans l'espace de l'évolution du territoire (Moine, 2008). Dans le cas de l'évaluation des dommages causés par les inondations, les données de sinistralité ne sont utiles que si elles sont mises en regard des connaissances propres aux territoires sinistrés (cartographies d'aléas, données socio-économiques, diagnostics de vulnérabilité, etc.) Nous émettons ainsi l'hypothèse que malgré l'apport d'un même type de donnée sur les sinistres, chaque territoire aura une approche différente de l'observation des risques, qui dépendra de son niveau de connaissances et de sa structuration en termes de gouvernance.

Six territoires tests, favorables à une démarche partenariale, ont été identifiés pour mener les expérimentations (cf. carte 9). Tous les acteurs ont ainsi exprimé leurs attentes vis-à-vis des données d'assurance et proposé en retour la mise à disposition de connaissances propres à l'exposition de leur territoire.



Carte 9. Localisation des terrains d'expérimentation

Les travaux réalisés sur les terrains expérimentaux sont valorisés dans cette thèse sous forme d'études de cas qui permettent d'illustrer par l'exemple les analyses spatio-temporelles des sinistres. À titre d'illustration, c'est à partir des données sur l'aléa, recueillies dans l'Aude, que nous avons pu tester la relation entre les seuils pluviométriques ou les périodes de retour hydrologiques et la répartition des dommages. D'autres territoires, qui n'ont pas fait l'objet

d'expérimentations spécifiques, mais lesquels sont particulièrement représentatifs d'une thématique spécifique, sont également étudiés, comme le Gard par exemple.

Les expérimentations menées avec les terrains s'inscrivent dans une démarche pérenne de partage de connaissances entre assureurs et acteurs locaux. De fait, certains travaux et projets entrepris récemment ne sont pas décrits dans cette thèse.

### 3.3.1. Choix des territoires d'expérimentation

Ne disposant pas d'informations sur la sinistralité avant 1999, il était fondamental de sélectionner des territoires sinistrés dans un passé récent. Les terrains retenus ne représentent donc pas forcément les zones les plus exposées à l'échelle nationale. Par ailleurs, nous avons choisi des territoires sinistrés par différents type d'aléas, plus ou moins intenses et fréquents, de manière à avoir une vision plus exhaustive des stratégies de gestion des inondations. Les sites sélectionnés correspondent à des périmètres hydrographiques (bassins versants généralement inférieurs à 1 000 km<sup>2</sup>) et non administratifs. Les sites d'expérimentation se distinguent également entre eux par leurs structures de gouvernance, leurs profils socio-économiques (urbains ou ruraux) et leurs projets de prévention. Ci-dessous un descriptif synthétique des différents « terrains de jeu » :

#### **Territoire « Aude » :**

Le territoire d'étude couvre l'ensemble du département de l'Aude, les limites administratives étant proches du périmètre hydrographique du bassin versant. Toutefois, compte tenu des événements survenus dans un passé récent, le secteur des basses plaines fait l'objet d'analyses plus approfondies. Les plaines alluviales de l'Aude sont particulièrement exposées aux crues torrentielles méditerranéennes, causées par des épisodes cévenols. Le territoire demeure relativement rural, mais la pression foncière et les enjeux touristiques contribuent à aggraver son exposition face aux inondations. Les crues dans ce secteur se distinguent à la fois par leur fréquence et par leur intensité, puisqu'en plus de nombreux événements dommageables, quatre crues centennales sont survenues depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (Defossez, 2009), parmi lesquelles l'événement de novembre 1999, que nous étudierons plus particulièrement.

La gouvernance des risques sur ce territoire s'articule principalement autour de l'EPTB Aude, dit le SMMAR<sup>75</sup>, qui a mis en œuvre le PAPI sur la période 2006-2013. Cet acteur est d'autant plus légitime qu'il facilite les échanges entre les syndicats de rivières, la Région, le Conseil Général et les services de l'État, autour des projets de prévention et de protection.

Les données et témoignages recueillis auprès des acteurs rencontrés sont relatifs au profil socio-économique du territoire, au déroulement des événements et aux caractéristiques des aléas générateurs de dommages, notamment les périodes de retour par tronçons de cours d'eau (1999, 2005 et 2006).

---

<sup>75</sup> Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques et des Rivières.

**Territoire « Lèze » :**

Le bassin versant de la Lèze, entre la Haute-Garonne et l'Ariège, couvre une superficie de 350 km<sup>2</sup>. À l'instar des basses plaines de l'Aude, le territoire est soumis à des crues rapides consécutives à des épisodes pluvieux très intenses et localisés. Trois crues de la Lèze ont été particulièrement dommageables ces dernières années : en juin 2000 (période de retour centennale), en février 2003 (période de retour décennale), en mai et juin 2007 (périodes de retour d'environ 5 ans). Les actions de prévention et de protection sur le bassin sont principalement menées par le Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée de la Lèze (SMIVAL).

L'objectif de la collaboration avec le SMIVAL est de permettre le calibrage d'une ACB, produite dans le cadre de la mise en œuvre d'un PAPI. Nous avons donc obtenu de cette structure les résultats de leurs modélisations en fonction de différents scénarios d'aléas, que nous avons comparés avec le coût moyen des sinistres observés suite aux trois inondations décrites précédemment.

**Territoire « Noyonnais » :**

Le bassin versant de la Verse, d'une superficie de 150 km<sup>2</sup>, est situé au nord-est du département de l'Oise, à la frontière avec celui de l'Aisne. La Verse est un affluent de l'Oise et s'écoule sur environ 20 km. Les 14 communes contenues dans ce périmètre comptent moins de 2 000 habitants hormis Noyon, à la confluence avec l'Oise, qui en a plus de 13 000. Le territoire est soumis à deux types de phénomènes que sont les crues hivernales par débordement de la Verse et ses affluents (saturation des sols) et les crues rapides consécutives à des épisodes orageux intenses plus fréquents en période estivale (mai –août). D'ailleurs, les deux événements les plus dommageables survenus sur le bassin, à savoir les crues de décembre 1993 et celles de juin 2007, reflètent chacun ces deux catégories.

Les données recueillies sur ce site ont été fournies par l'EPTB Entente Oise-Aisne qui est l'acteur prépondérant de la gestion locale des inondations. Cette structure, en partenariat avec d'autres collectivités et l'État, a notamment piloté la mise en œuvre d'un PAPI (labélisé par la CMI en janvier 2013) et réalisé différents ouvrages de protection. Nous avons ainsi collecté la cartographie des zones inondées par le débordement de la Verse en juin 2007 (issue d'une modélisation hydraulique) ainsi que les résultats de l'ACB menée dans le cadre du PAPI.

**Territoire « Seine-aval » :**

Cette région est régulièrement impactée par des épisodes de ruissellement et de coulées de boues, très localisés, dues notamment à l'érosion des sols. Le périmètre retenu ne correspond donc pas à un bassin versant particulier mais à l'ensemble du département de la Seine-Maritime et à une partie du Calvados, au niveau de l'embouchure de la Seine.

Les problématiques de ruissellement et par conséquent de pollution des sols, ont favorisé l'émergence d'une gouvernance spécifique des inondations, au sein de laquelle l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) joue un rôle prépondérant notamment en termes d'animation du réseau d'acteurs. À partir de cette structure fédératrice nous avons rencontré

d'autres entités telles que l'Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS) et plus localement les syndicats mixtes des bassins versants de l'Austreberthe et du Saffimbec (SMBVAS), de la pointe de Caux ou la communauté d'agglomération du Havre.

**Territoire « Var » :**

C'est la répétition de crues rapides particulièrement dommageables à l'échelle du marché français de l'assurance, à une fréquence quai-annuelle, qui a motivé le choix de ce site d'étude. Comme dans le cas précédent, l'ensemble du département constitue le périmètre d'expérimentation, bien que les inondations les marquantes soient survenues plus particulièrement sur les bassins de l'Argens et de la Nartuby (crues de juin 2010 et novembre 2011). Un PAPI d'intention, piloté par le Conseil Général du Var, est en cours depuis 2013 sur le bassin de l'Argens (en vue d'un PAPI complet). La gouvernance des risques sur ce territoire est délicate, puisque malgré la présence de structures locales possédant des compétences en gestion des inondations, telles que le Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Nartuby (SIAN) et la Communauté d'Agglomération Dracénoise, il n'existe pas, à une échelle plus globale, de structures porteuses spécifiques type EPTB.

**Territoire « Zorn » :**

Le site d'étude correspond à la section aval du bassin versant de la Zorn, dans un périmètre composé d'une vingtaine de commune, parmi lesquelles Brumath, Eckersheim, Ettendorf et Mommenhein qui ont été particulièrement impactées par des coulées de boues en mai 2008. Le territoire, à dominante rurale, est en effet exposé aux phénomènes de submersion par ruissellement. D'après les acteurs locaux rencontrés, la fréquence et l'intensité de ces aléas semblent augmenter à cause de l'évolution des pratiques agricoles qui accentuent l'érosion des sols. Par conséquent, un PAPI a été mis en place depuis 2013 par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Haute-Zorn et le Conseil Général du Bas-Rhin, pour réaliser des aménagements de protection contre ces phénomènes de coulées d'eau boueuse. C'est principalement auprès de ces deux structures que nous avons recueillies des informations sur l'exposition des enjeux et les mesures de prévention/protection du territoire.

### *3.3.2. Déroulement de la campagne d'expérimentation*

Deux réunions de travail, rassemblant entre six et douze personnes, ont été organisées pour chaque terrain entre le deuxième semestre 2012 et le troisième semestre 2013, avec l'aide d'un référent local (cf. tableau 12). Un guide d'entretien a été conduit lors de la première réunion, de manière à organiser les travaux autour de cinq axes :

**Présentation de la démarche**

Cette partie introductive a permis de décrire aux participants le contexte de l'étude, notamment le lien entre le projet de recherche universitaire et les finalités opérationnelles

dans le secteur de l'assurance et potentiellement à travers l'ONRN. L'objet était également de discuter de la problématique, en montrant l'intérêt de reconstituer les dommages à partir d'événements et de sinistres observés plutôt que d'avoir recours à l'utilisation de modèles probabilistes d'évaluation des dommages. Nous avons par la suite détaillé la méthode proposée, qui se base sur une reconstitution de la sinistralité passée à partir du partage de données d'assurance et de connaissances locales. Enfin, les données de sinistralité disponibles ont été présentées, en précisant leur résolution spatiale (maille communale), la méthode d'acquisition de ces informations, leur utilité et leurs limites.

### **La description du contexte territorial**

Ce deuxième avait pour objectifs de permettre aux acteurs locaux de dresser le profil de leur territoire, en répondant à des questions d'ordre socio-économiques du type : le territoire est-il plutôt urbain ou rural ? Quels sont les secteurs économiques les plus prégnants (industriels, agricoles, touristiques, *etc.*) ? Comment évolue la pression foncière et la situation démographique ? *etc.*

D'autres questions liées à la gouvernance, en termes de gestion des inondations, ont également été posées telles que : qui sont les principaux porteurs de projets ? Comment se traduit la complémentarité entre services de l'État et actions des collectivités ? *etc.*

Enfin, la dernière série de questions relatives à la description du contexte territorial avait pour but de faire le point sur l'état de la prévention, par exemple : concernant les mesures non structurelles, quelle est la situation des PPR et des PCS ? Le territoire est-il dans le périmètre d'un PAPI ou d'un TRI ? Du point de vue des mesures structurelles, le site est-il protégé par des digues, barrages ou autres aménagements et dans quel état sont ces infrastructures ? *etc.*

### **Un diagnostic d'événements marquants**

Dans cette partie les acteurs locaux ont été amenés à énumérer les événements les plus dommageables survenus sur leur territoire depuis 1999 et à identifier des variables d'influence sur la sinistralité. Ils ont ainsi décrit les caractéristiques des aléas (fréquence et intensité) mais aussi les facteurs ayant potentiellement aggravés les effets de l'aléa (manque d'entretien du cours d'eau, embâcles, *etc.*). La situation et le niveau de vulnérabilité des enjeux les plus sinistrés ont également été abordés, autour de questions telles que : les dommages les plus importants sont-ils concentrés dans une zone résidentielle de standing en pleine expansion ou sur un secteur industriel ancien ?

### **Liens entre prévention et dommages.**

L'objectif de ce quatrième axe de la réunion a été d'identifier les impacts présagés des efforts de prévention sur la sinistralité, en proposant aux acteurs interrogés de décrire et de situer sur leur territoire les secteurs de la prévention qui nécessitent une amélioration. Parmi ces catégories de « dysfonctionnement » on recense notamment la connaissance et la conscience du risque, la surveillance et la prévision, l'alerte et la gestion de crise, l'urbanisme, les mesures de réduction de la vulnérabilité des biens et personnes, les mesures de réduction des

effets de l'aléa (ouvrages de protection, actions sur l'écoulement). Il a également été demandé de préciser si des évaluations économiques sur l'efficacité de la prévention, telles que des ACB ont déjà été pratiquées sur le territoire.

#### **Les perspectives envisagées dans la poursuite des travaux**

Ce dernier point visait, dans un premier temps, à identifier les besoins spécifiques des différents acteurs et confirmer ou infirmer leur intérêt pour la démarche. Dans un second temps, l'objectif était d'inciter les acteurs locaux à proposer une mise à disposition d'éléments connaissances et expliciter, par exemple, la nature des données pouvant être mobilisées et transmises. Enfin, chacun a été amené à formuler des propositions pour la mise en place d'un projet collaboratif durable.

Suite à ces premières réunions, nous avons produit une synthèse des travaux et effectué des extractions de données, adaptées à la demande de chaque terrain, depuis la base SILEHC. Une notice d'utilisation a également été élaborée pour expliciter : la nature des données sources, la méthode de conception de la base et les limites d'usage de ces informations.

La deuxième réunion avait pour objectifs de proposer des indicateurs croisés, pouvant être réalisés à partir des données de chacun, en fonction des besoins exprimés et de discuter des modalités de mise en place d'un partenariat pérenne. Une extraction de la base de données SILEHC a par ailleurs été fournie aux parties prenantes. En retour les acteurs locaux ont apporté diverses connaissances (données, indicateurs, études, *etc.*) utiles à l'analyse des risques.

<b>Terrain</b>	<b>Référent local</b>	<b>Participants<sup>76</sup></b>	<b>Événements marquants</b>	<b>Connaissances disponibles</b>
Aude	SMMAR (EPTB)	SMMAR, DDTM 11	Crues rapides (Basses Plaines de l'Aude) novembre 1999, septembre 2005 et janvier 2006	Données sur les caractéristiques des aléas ; Dommages non assurés (réseaux notamment)
Noyonnais	Entente Oise-Aisne (EPTB)	Entente Oise-Aisne (EPTB)	Crues lentes par débordement (Noyonnais) – crue de la Verse en juin 2007	Cartographies des surfaces inondées ; Données produites dans le cadre d'ACB
Seine-aval	Agence de l'Eau	Agence de l'Eau, DREAL, Conseil Général (76), SMBV Pointe de Caux, SMBV Austreberthe et Saffimbec, CODAH, AREAS	Épisodes récurrents de ruissellement	Base de données des ouvrages hydrauliques
Var	Conseil Général (83)	Conseil Général (83), communauté d'agglomération de Draguignan, SIA Nartuby et CCI Var	Crues rapides (Argens) – juin 2010 et novembre 2011	Données sur les caractéristiques des aléas ; Table sur les subventions exceptionnelles accordées par l'État aux communes pour la réparation des dommages.
Zorn	Conseil Général (67)	Conseil Général (67), maires, SIA Haute Zorn, Chambre d'agriculture	Coulées de boues (Zorn) – mai 2008	Données produites dans le cadre d'ACB

Tableau 12. Synthèse des réunions sur les terrains d'expérimentation

Suite à ces rencontres, des échanges réguliers ont été établis avec les territoires les plus intéressés de manière à pérenniser la démarche d'échange de données et d'expériences.

<sup>76</sup> Se référer aux [Sigles et Acronymes](#).

## Conclusion de la première partie

Cette partie a permis de dresser un premier panorama de l'état des connaissances existantes, sur le coût des dommages causés par les catastrophes naturelles et plus particulièrement par les inondations.

Elle a ainsi montré que la France accuse un certain retard quant aux approches économiques du risque et que, plus globalement, le cloisonnement des connaissances et des pratiques comme le manque de données fiables sont autant d'éléments défavorables à l'émergence de travaux collaboratifs entre assureurs, gestionnaires et chercheurs.

À l'international, comme le rappelle André (2013), de nombreux travaux de recherche font usage de données d'assurance pour l'évaluation des dommages causés par les inondations. C'est le cas par exemple au Royaume-Uni (Black & Evans, 1999), en Allemagne (Merz et *al.*, 2004) ou aux Pays-Bas (Spekkers et *al.*, 2011).

L'ensemble des acteurs de la gestion des risques, notamment les assureurs, les services de l'État et certaines collectivités, doivent pourtant adapter leurs pratiques à de nouvelles contraintes (changement climatique, réforme du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, directives européennes récentes, pratique obligatoire des ACB, *etc.*). Ce contexte en évolution implique une nécessaire amélioration des connaissances sur les dommages, pour mesurer de manière plus efficace l'exposition des enjeux aux risques, prioriser les actions de prévention et en mesurer l'efficacité. Ces objectifs sont d'autant plus cruciaux qu'ils visent à garantir une équité de traitement des assurés sur tout le territoire, dans un contexte où le système d'indemnisation des catastrophes naturelles est fondé sur le couplage entre prévention et indemnisation. Nous proposons donc de développer une approche collaborative entre parties prenantes des risques, à travers la mutualisation des connaissances de chacun, dans l'esprit de l'ONRN. Pour cela, nous avons conçu une base de données des événements inondations (ayant fait l'objet de déclarations CatNat), enrichie de données de sinistralités transmises par des sociétés d'assurances volontaires (qui représentent environ la moitié du marché français de l'assurance). À partir de cette base SILEHC, nous avons sélectionnées plusieurs territoires qui ont contribué, par leurs données et connaissances locales, à reconstituer la sinistralité d'événements récents, de manière à mieux comprendre l'origine des dommages.

L'évaluation des dommages passe essentiellement par l'utilisation de courbes d'endommagement, soit le croisement entre des paramètres d'aléa modélisés et des facteurs de vulnérabilité à l'échelle de l'enjeu exposé. Ce travail de thèse propose une approche moins fine, car à la maille communale, mais fondée sur des sinistres observés. Cette méthode permet de limiter les incertitudes inhérentes aux modèles et de cibler potentiellement d'autres facteurs explicatifs de dommages que l'aléa, à des échelles différentes de celle de l'enjeu.

---

**DEUXIÈME PARTIE : Analyse spatio-temporelle  
des sinistres et des événements**

---



## Introduction de la deuxième partie

Bien qu'elles soient à la maille communale, les données de sinistralité reliées à des événements, permettent *a priori* de produire des indicateurs utiles aux assureurs et gestionnaires de risque en général. Les services de l'État peuvent en effet envisager l'utilisation de ces données dans le cadre de la prochaine EPRI, enrichie par des connaissances sur le coût des dommages au niveau national, afin de cibler des territoires vulnérables et y conduire des actions de prévention. Les collectivités, également, sont potentiellement intéressées par l'obtention de données sur les coûts observés. En effet, pour prioriser leurs actions de prévention, elles ont besoin de calibrer leurs ACB, qui jusqu'à alors, sont fondées sur des courbes d'endommagement mobilisées par défaut, telles que les courbes de Torterotot en francs 1991. Les assureurs quant à eux, ont l'occasion à partir de la base de données SILEHC d'appréhender de manière plus macroscopique l'exposition de leur portefeuille, à travers une vision moins fine mais potentiellement plus robuste que celle résultant des agences de modélisation.

L'objectif de cette partie est donc d'analyser la BD SILEHC, pour mettre en avant des logiques spatiales et temporelles dans la distribution des dommages et notamment des coûts moyens<sup>77</sup>.

Dans un premier temps, nous nous focaliserons uniquement sur les sinistres, de manière à étudier leurs caractéristiques selon la catégorie d'assuré, leur distribution annuelle et saisonnière ainsi que leur répartition spatiale. Dans un deuxième temps, nous étudierons les événements dommageables (reliés à des données de sinistralité). L'objectif étant de décrire leurs distributions temporelles et spatiales et de segmenter par type de phénomène naturel dommageable. Enfin, dans un troisième temps, nous nous interrogerons sur la notion de « catastrophe naturelle », pour comparer plusieurs événements dommageables, selon leur fréquence et leur intensité.

---

<sup>77</sup> Le manque potentiel de représentativité de l'échantillon à l'échelle locale incite à utiliser essentiellement des notions de coûts moyens plutôt que de charge absolue ou de nombre de sinistre.



## Chapitre 4. Analyse macroscopique des sinistres

### 4.1. Deux profils d'enjeux à distinguer : particuliers et professionnels

En 2011, plus de 80 % du nombre de sinistres CatNat survenus en France concernait des particuliers. Or, en termes de montant totaux indemnisés, la répartition entre les deux catégories d'assurés était presque parfaitement équilibrée (cf. figure 34). La comparaison de ces deux indicateurs permet de constater que les CatNat génèrent des coûts beaucoup plus importants sur les biens professionnels que sur les particuliers<sup>78</sup>.

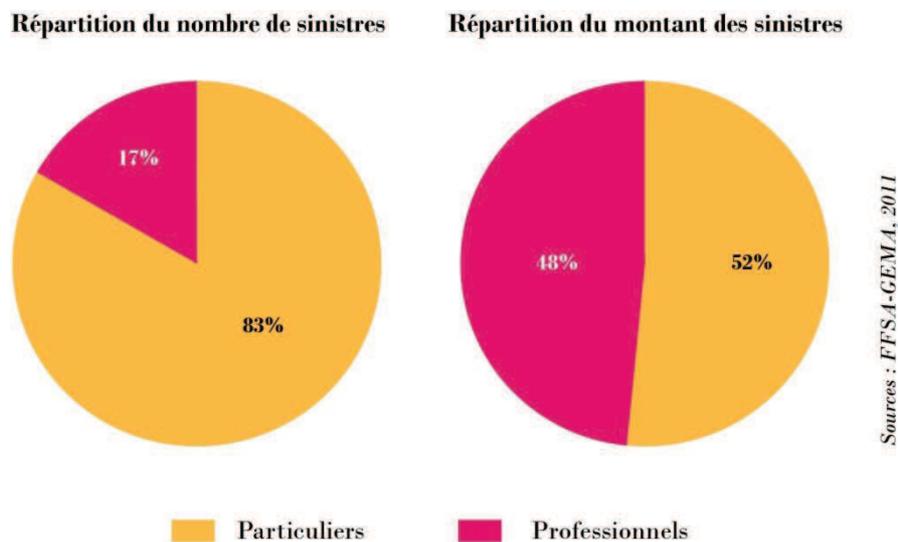


Figure 34. Ventilation de la sinistralité CatNat par catégorie d'assurés pour l'année 2011

Dans cette section, la distribution des sinistres de la base de données SILEHC sera étudiée en fonction de la catégorie d'assurés afin de voir si la distinction entre professionnels et particuliers est fondamentale pour l'analyse des événements.

#### 4.1.1. La distribution des sinistres professionnels et particuliers, en nombre et en valeur

Parmi les 240 000 sinistres de particuliers recensés dans la BD SILEHC, environ 150 000 ont été rattachés à un arrêté CatNat « inondation »<sup>79</sup> (cf. figure 35). Il est donc intéressant d'étudier en parallèle la distribution du nombre de dossiers sinistres « fiables », dénommé ci-après sinistres CatNat, et la totalité des sinistres (y compris les « non-CatNat »), par tranche

<sup>78</sup> Ces chiffres n'intègrent pas les sinistres véhicules terrestres à moteur.

<sup>79</sup> Ce qui correspond aux niveaux de fiabilité 1, 2, 3a, 3b, 3c.

de coûts indemnisés. De cette manière, on constate, d’une part que la distribution des coûts traduit une représentation importante des sinistres de moins de 5 000 euros que ce soit pour l’ensemble des sinistres ou seulement pour ceux reliés de manière fiable à un arrêté CatNat. Les sinistres de moins de 1 000 euros représentent un tiers du nombre d’indemnisations et environ un quart en considérant les seuls sinistres « fiables ». D’autre part, il apparait que les coûts moyens sont nettement différents entre l’ensemble des sinistres (6 800 euros) et les seuls sinistres CatNat (8 500 euros). Cet écart d’environ 2 000 euros s’explique, lorsqu’on considère l’ensemble des sinistres, par la prise en compte de nombreux cas peu coûteux liés à des phénomènes de dégâts des eaux (notamment d’infiltration par toiture) qui tirent la moyenne vers le bas. Toutefois, cela ne signifie pas que tous les sinistres non rattachés de manière certaine à des arrêtés CatNat soient liés à du dégât des eaux (nous qualifions ces sinistres de non CatNat). Certains peuvent traduire les effets de débordement de cours d’eau ou de ruissellement, mais dont l’intensité ou la fréquence ne dépassent pas le seuil de reconnaissance CatNat pour la commune concernée.

Les sinistres non CatNat représentent un coût moyen de 2 300 euros pour les particuliers et de 11 000 euros pour les professionnels, soit respectivement quatre et trois fois moins que le coût moyen d’un sinistre CatNat pour ces deux catégories d’assurés.

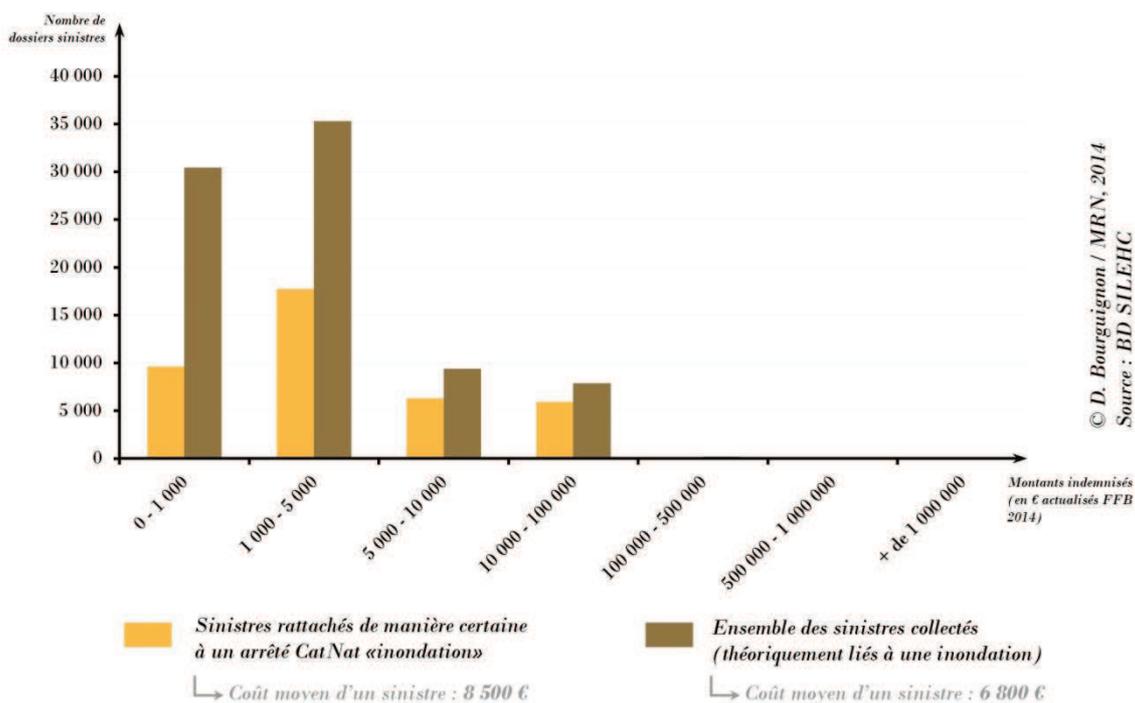


Figure 35. Nombre de dossiers sinistres par tranches de coûts indemnisés (Particuliers - période 1999-2011)

Concernant les dommages aux biens des professionnels le même constat s’applique quant à la différence en nombre de sinistres et en coûts moyens entre les sinistres rattachés à un arrêté CatNat et l’ensemble des sinistres (cf. figure 36). En revanche, la distribution est différente de celle qui concerne les dommages aux particuliers, puisque l’on observe deux maxima : les

sinistres compris entre 1 000 et 5 000 euros et ceux compris entre 10 000 et 100 000 euros. La surreprésentation de ces classes illustre la présence, dans l'échantillon, de « petits » professionnels type ACPS<sup>80</sup>, dont le niveau de sinistralité est relativement proche de celui des particuliers, et d'entreprises plus importantes qui, elles, subissent des dommages plus coûteux.

L'interprétation des résultats pour les professionnels s'avère donc délicate en raison de la plus grande variabilité des coûts et de l'absence d'information sur la catégorie d'entreprise à laquelle ces coûts se rapportent.

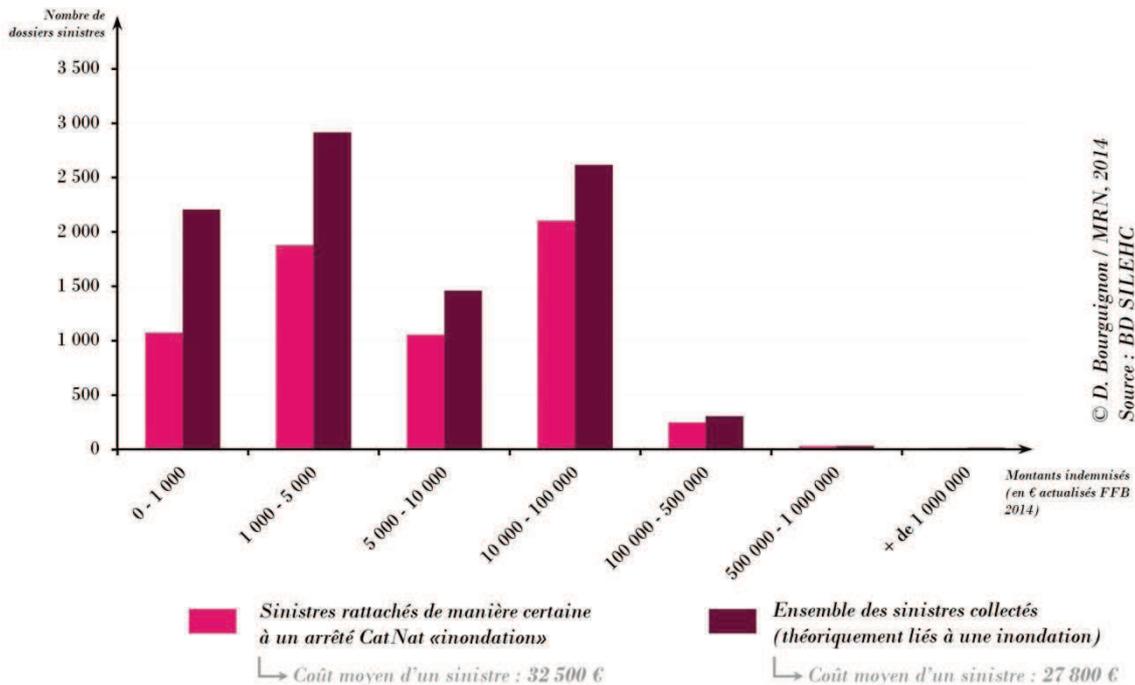


Figure 36. Nombre de dossiers sinistres par tranches de coûts indemnisés (Professionnels - période 1999-2011)

Pour un particulier le sinistre maximum probable est nettement inférieur à celui d'une grande entreprise industrielle par exemple, car l'inondation n'engendre que des dommages directs (dus à des processus d'humidification, d'hydrolyse, de déformation, de corrosion, etc.) sur de faibles capitaux assurés (en contenant et contenu) (MECSL / DGUHC / CSTB, 2005). En revanche les sinistres professionnels sont en moyenne plus coûteux, puisqu'en plus des dommages directs aux bâtiments, les entreprises sont soumises aux risques d'endommagement des stocks et des produits finis (Mengual, 2005), aux pertes d'exploitation (Hubert & Ledoux, 1999) et aux potentiels effets dominos (risques d'incendies, d'explosion, de pollution, etc.). Par ailleurs, les capitaux assurés peuvent être particulièrement élevés pour ce type d'enjeux (selon la surface des bâtiments, la valeur du matériel de production et des équipements, etc.) (Donguy, 2012).

<sup>80</sup> Artisans, commerçants, prestataires de services.

La relation forte entre la valeur des capitaux assurés et le montant du sinistre maximum probable (cf. figure 37) explique donc que le niveau d'exposition aux risques est très variable selon la catégorie d'enjeux assurés.

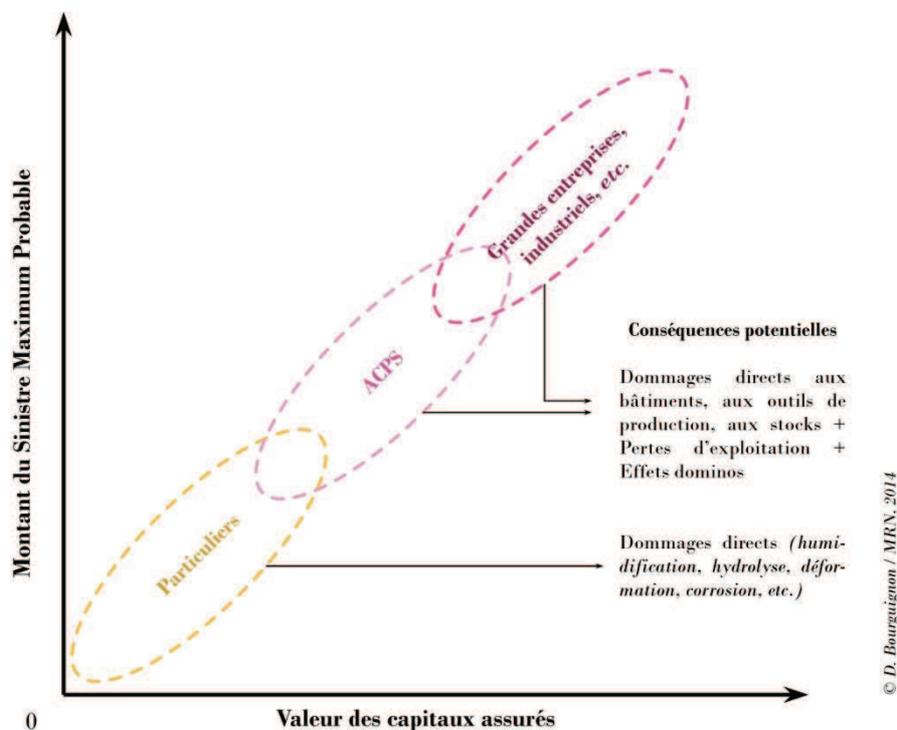


Figure 37. Conséquences potentielles d'une inondation par catégories d'assurés

Ainsi, d'après les informations contenues dans la base de données SILEHC, on constate que l'indemnisation moyenne d'un professionnel est quatre fois plus élevée que celle d'un particulier et ce, quel que soit le type d'inondation (débordement lent, ruissellement urbain, submersion marine...).

#### 4.1.2. Le cas spécifique des sinistres relatifs aux contrats professionnels

À l'échelle du marché français de l'assurance, un événement inondation est considéré comme majeur dès lors que le montant total des indemnisations est élevé et qu'il génère de nombreux sinistres, comme en atteste les enquêtes menées par la CCR et FFSA-GEMA<sup>81</sup>. Or, à l'échelle d'une société d'assurance, les événements les plus impactant ne sont pas toujours ceux pour lesquels la fréquence des sinistres est la plus élevée (nombre de sinistrés sur le nombre total d'assurés). En effet, même si les particuliers représentent un risque important

<sup>81</sup> Même si le seuil de déclenchement d'une enquête semble davantage lié à l'aspect médiatique de l'événement qu'à des critères factuels tel qu'un niveau de dommages ou de fréquence.

de pertes par effet de masse, un professionnel peut à lui seul générer des coûts élevés lors d'un événement très localisé, qui seront donc supportés par un seul assureur<sup>82</sup>.

Pour illustrer ce propos, nous avons extrait de la base de données SILEHC deux événements particulièrement différents en termes de périmètre de survenance, de coûts et de nombre de sinistres (cf. tableau 13)<sup>83</sup>. Le premier, considéré comme majeur à l'échelle du marché français de l'assurance, a fait l'objet d'enquêtes spécifiques de la part de la CCR et de FFSA-GEMA. Il s'agit des précipitations d'intensité exceptionnelle (plus de 200 mm) survenues dans les Bouches-du-Rhône le 19 septembre 2000, qui ont provoqués d'importantes inondations par ruissellement, notamment dans le centre-ville de Marseille (Douguédroit, 2008). La base de données indique que l'événement représente presque quatre millions d'euros de dommages assurés et qu'il concerne principalement des sinistres aux particuliers (746 contre seulement quatre professionnels). Bien que le périmètre de l'événement soit considéré comme très localisé d'un point de vue météorologique, 14 communes ont été déclarées CatNat consécutivement à ces inondations. Le deuxième événement, survenu sur la commune de Sixt-Fer-à-Cheval (Haute-Savoie) le 20 juillet 2007, est consécutif à un orage extrêmement localisé aggravé par des ruptures d'embâcles le long du Giffre<sup>84</sup>. Le coût total est presque cinq fois inférieur à celui des inondations en Bouches-du-Rhône et seule la commune de Sixt-Fer-à-Cheval a été reconnue en état CatNat. Par ailleurs, seulement quatre particuliers et deux professionnels ont été sinistrés. Les coûts moyens par catégorie d'assurés sont en revanche très élevés et le montant des sinistres, pour les professionnels, est supporté par un seul assureur.

	<b>Bouches-du-Rhône</b> <i>(19/09/2000)</i>	<b>Sixt-Fer-à-Cheval</b> <i>(20/07/2007)</i>
Nombre de communes déclarées CatNat	14	1
Nombre de particuliers sinistrés	746	4
Nombre de professionnels sinistrés	4	2
Coût moyen d'un sinistre pour un particulier	5 000 €	12 000 €
Coût moyen d'un sinistre pour un professionnel	2 200 €	325 000 €
Nombre de sociétés d'assurances engagées pour les sinistres particuliers	5	3
Nombre de sociétés d'assurances engagées pour les sinistres professionnels	2	1
<b>Coût total de l'événement</b>	<b>3 600 000 €</b>	<b>800 000 €</b>

Source : BD SILEHC (les coûts sont en € actualisés par l'indice FFB 2014)

Tableau 13. Impact des dommages sur les particuliers et les professionnels : éléments de comparaison entre deux événements sur des territoires différents.

<sup>82</sup> À l'exception des situations de coassurance.

<sup>83</sup> Les chiffres présentés sont issus de la BD SILEHC, ils ne représentent donc qu'un échantillon des dommages réellement observés.

<sup>84</sup> Source EPTB SM3A (Arve) : <http://www.riviere-arve.org/articles/le-risque-d-inondation.htm>

Cette situation montre à quel point l'engagement financier que représentent certains enjeux professionnels incite les assureurs à mieux connaître l'exposition de leurs assurés, y compris pour les risques de fréquence. Ainsi, certaines sociétés accordent une importance particulière aux mesures de réduction de la vulnérabilité des entreprises face au risque inondation, notamment à la mise en place de Plan de Continuité d'Activités (PCA) et plus généralement à la réalisation de diagnostics de vulnérabilité (MRN, 2005, 2011 ; AXA, 2009). Par ailleurs, l'analyse comparée des coûts moyens a montré de fortes disparités entre les catégories d'assurés ; ainsi les sinistres moyens pour les professionnels sont beaucoup plus élevés et peuvent introduire un biais important dans l'interprétation des sinistres.

## 4.2. Les logiques temporelles de la sinistralité

Après avoir distingué les dommages par catégorie d'assurés, l'objectif de cette section est de décrire la distribution des sinistres dus aux inondations en fonction de critères temporels.

D'abord, nous décrirons le coût des dommages pour les professionnels et les particuliers pour chaque année, sur la période couverte par la base de données (1999-2011), puis nous étudierons la distribution des dommages en fonction des mois de survenance de manière à révéler ou non des variations saisonnières de la sinistralité. Tous les indicateurs présentés ci-après sont fondés sur les sinistres rattachés de manière certaine à un arrêté CatNat (niveaux de fiabilité 1, 2, 3a, 3b, 3c, précisés dans la BD SILEHC)<sup>85</sup>.

### 4.2.1. Forte volatilité interannuelle des sinistres

Sur la période 1999-2011, l'analyse de la base de données montre que le montant des indemnités représente en moyenne chaque année 100 millions d'euros pour les particuliers et 49 millions pour les professionnels. Cependant, il existe une forte variabilité interannuelle de la charge totale indemnisée (*cf.* figure 38), à travers l'alternance d'années particulièrement coûteuses, notamment 2002, 2003 et 2010, et de périodes plus clémentes (2004, 2005, 2006, 2007, 2009). Autrement dit, sur la période observée, les données issues de notre échantillon ne permettent pas de confirmer une tendance à l'augmentation de la sinistralité. Notons que même si une telle tendance avait été constatée, il aurait été difficile de tirer des conclusions, étant donné que la représentativité de l'échantillon de sinistres s'améliore d'année en année.

Outre les incertitudes inhérentes aux données elles-mêmes (manque de représentativité, peu de profondeur historique, *etc.*), deux raisons peuvent expliquer cette volatilité : le caractère stochastique du nombre d'événements par année (variabilité naturelle des conditions hydro-

---

<sup>85</sup> Les mêmes indicateurs ont été élaborés à partir de l'ensemble des sinistres (y compris les non CatNat). Toutefois, les résultats étant très similaires en termes de distribution statistique, il ne nous a pas paru utile de les commenter.

climatiques) et/ou le fait que certaines années connaissent des événements particulièrement rares et dommageables.

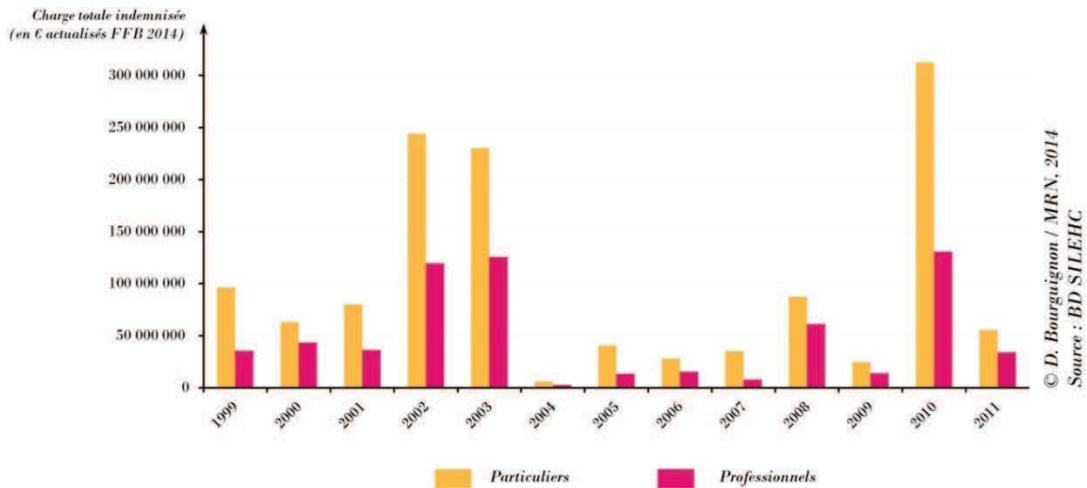


Figure 38. Distribution de la charge totale indemnisée, par année et par catégories d'assurés

On constate par ailleurs que la charge totale des sinistres dus aux inondations est plus importante pour les particuliers que pour les professionnels et ce quelle que soit l'année. L'effet de masse inhérent aux portefeuilles MRH (nombre important et forte concentration des contrats) explique cette situation. L'analyse du nombre annuel de sinistres<sup>86</sup> renforce ces constats (cf. figure 39). En effet, malgré des différences interannuelles, les sinistres des particuliers sont toujours beaucoup plus nombreux que ceux des professionnels. On dénombre en moyenne chaque année, dans notre échantillon, 12 000 sinistres pour les particuliers et 1 500 pour les professionnels.

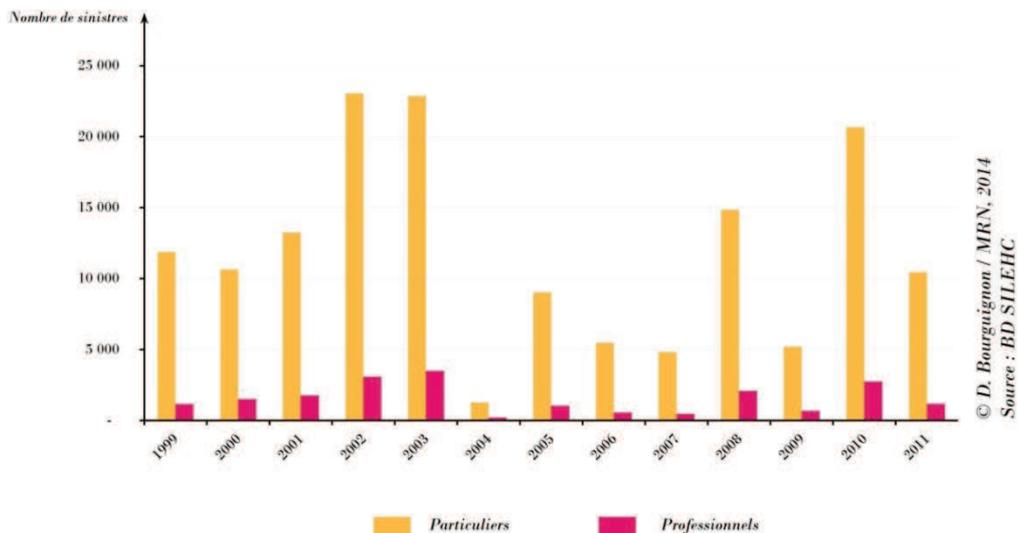


Figure 39. Distribution du nombre de sinistres, par année et par catégories d'assurés

<sup>86</sup> Le nombre de sinistres signifie le nombre de dossiers sinistres ayant donné lieu à une indemnisation. Ce n'est donc pas le nombre de personnes sinistrées, mais le nombre de contrats.

La prise en compte des coûts moyens permet de supprimer l'effet de masse des contrats MRH (cf. figure 40). On peut ainsi confirmer que l'indemnisation moyenne d'une inondation pour un professionnel est chaque année quatre fois plus élevée que celle d'un particulier<sup>87</sup>. Pour ces deux catégories d'assurés, les coûts moyens annuels les plus élevés, c'est-à-dire supérieurs à la moyenne annuelle, concordent avec les années d'occurrence des cinq inondations les plus coûteuses depuis l'origine du régime CatNat (FFSA-GEMA, 2014).

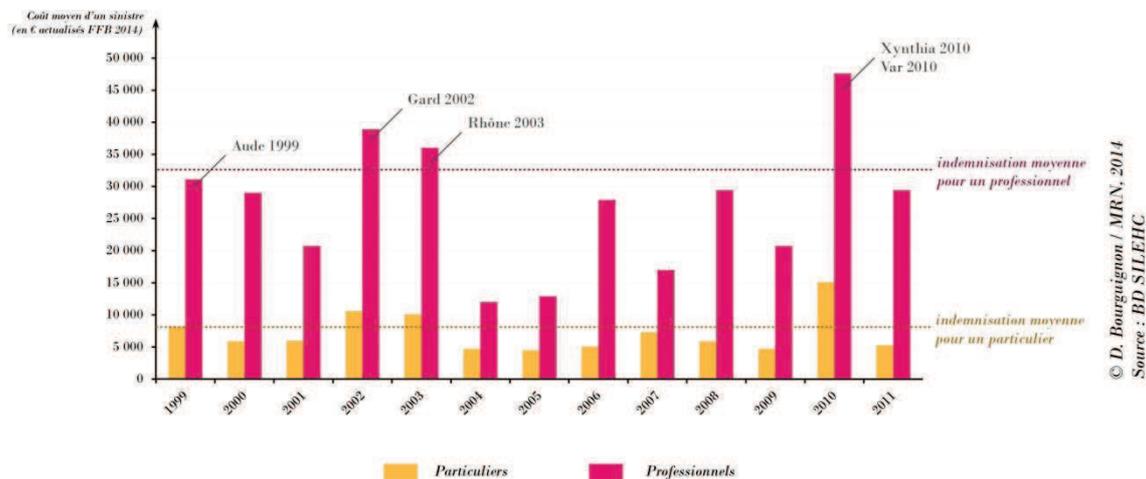


Figure 40. Distribution du coût moyen des sinistres, par année et par catégories d'assurés

C'est donc, *a priori*, la survenance d'événements particulièrement dommageables qui influence le plus la volatilité du coût des dommages par année.

#### 4.2.2. Effets de saisonnalité : la surreprésentation des sinistres en automne

Les travaux de Douvinet et Vinet (2012) ont montré que la distribution temporelle des arrêtés CatNat inondation reflète les logiques saisonnières des différents types d'épisodes hydro-climatiques (orages, phénomènes cévenols, crues lentes par remontées de nappes, etc.). Trois grandes périodes ont été ainsi mises en avant : de janvier à avril, de mai à août et de septembre à décembre. Peut-on constater ces effets de saisonnalité sur notre échantillon de sinistres ?

La répartition mensuelle de la charge totale indemnisée n'est pas uniforme (cf. figure 41). Elle peut traduire, *a priori*, une influence de la saisonnalité sur la distribution du coût total des dommages, selon les trois périodes identifiées par Douvinet et Vinet ; la période de janvier à avril inclus est caractérisée par des charges totales relativement faibles (à l'exception du mois de février), les coûts pour la période de mai à août seraient plus élevés et la période de septembre à décembre inclus, représenterait la saison concentrant les coûts les plus importants.

<sup>87</sup> Il n'est pas possible de donner une valeur médiane, en l'absence de données détaillées des coûts par sinistre.

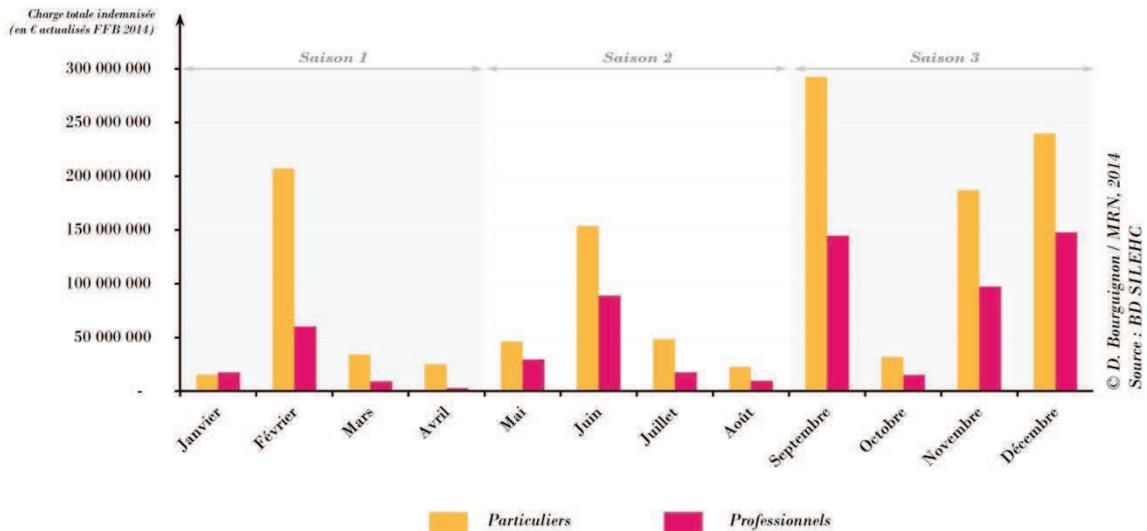


Figure 41. Distribution de la charge totale indemnisée, par mois et par catégorie d'assurés

Cette disparité saisonnière pourrait refléter l'existence d'une corrélation entre l'intensité des phénomènes naturels générateurs de dommages et la saison d'occurrence. En effet, la hausse de la sinistralité entre septembre et décembre pourrait correspondre, par exemple, à la survenance de crues de type cévenol, caractérisées par des épisodes pluvieux intenses et typiques de cette saison. La période hivernale quant à elle serait alors impactée par des inondations de moindre intensité et donc moins dommageables. Toutefois l'observation des coûts cumulés ne permet pas de mettre en avant l'influence potentielle de l'intensité des dommages. Cette dernière dépend de plusieurs paramètres dont le niveau d'impact à l'enjeu, révélé par les coûts moyens, et le nombre d'enjeux impactés. Il est donc supposé que l'observation de la distribution de ces deux variables, à l'échelle nationale, permet de retrouver et de caractériser les logiques de saisonnalité. Néanmoins le manque de profondeur historique de l'échantillon ne permettra pas de tirer des conclusions fiables des traitements statistiques.

L'analyse des coûts moyens, présentée dans la figure 42, ne reproduit pas la distribution saisonnière telle qu'établie précédemment. En effet, les sinistres, qu'ils soient relatifs à des contrats particuliers ou professionnels, semblent plus importants durant la saison hivernale qu'automnale. Par ailleurs, ce constat irait à l'encontre de l'exemple mettant en regard des crues cévenoles très intenses en automne face aux inondations hivernales. Le niveau d'impact à l'enjeu ne semble donc pas, au premier abord, être un facteur déterminant de la relation entre phénomènes naturels dommageables et saisonnalité.



Figure 42. Distribution du coût moyen des sinistres, par mois et par catégorie d'assurés

Un autre facteur explicatif de la variabilité inter-mensuelle des sinistres peut donc être la fréquence des sinistres. Les phénomènes de ruissellement urbain par exemple, consécutifs à des orages d'été, sont *a priori* plus nombreux que les inondations hivernales de plaines. Cette hypothèse est en partie confirmée par la figure 43 qui montre en effet un nombre relativement faible de dossiers sinistres durant la période de janvier à avril, contrairement aux saisons estivales et automnales, propices aux crues fréquentes à cinétique rapide (Dauge, 1999).

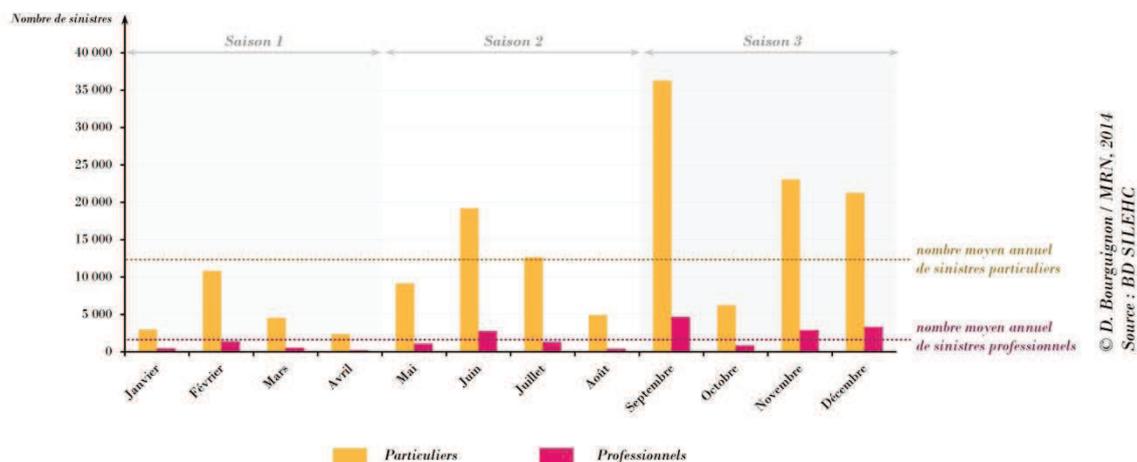


Figure 43. Distribution du nombre de sinistres, par mois et par catégorie d'assurés

Il convient de rester vigilant quant à l'interprétation de ces données. Comme évoqué précédemment (cf. 4.2.1.), la distribution des sinistres est particulièrement influencée par des événements majeurs. Par ailleurs, la distribution du nombre de sinistre ne permet pas de savoir si ce nombre dépend de l'extension spatiale d'un événement ou de la fréquence d'un type d'événement (cf. Chapitre 5).

Pour tester les effets induits des valeurs statistiques extrêmes, nous avons comparé les écarts entre la médiane et la moyenne du nombre moyen annuel de sinistres par mois (cf. figure

44)<sup>88</sup>. Ainsi, nous observons que la médiane est presque toujours nettement inférieure à la moyenne. En février par exemple, il semblerait que des valeurs extrêmes amplifient très nettement le nombre moyen de sinistres. Cette situation s'explique certainement par la survenance de l'événement Xynthia. En effet, selon notre base de données, environ 10 000 dossiers sinistres ont été générés en février 2010, contre 160 en moyenne pour le même mois les autres années. Le constat est similaire pour septembre (influence des inondations du Gard en 2002), novembre (les crues de l'Aude en 1999 et dans le Var en 2011) ou décembre (inondations du Rhône en 2003).

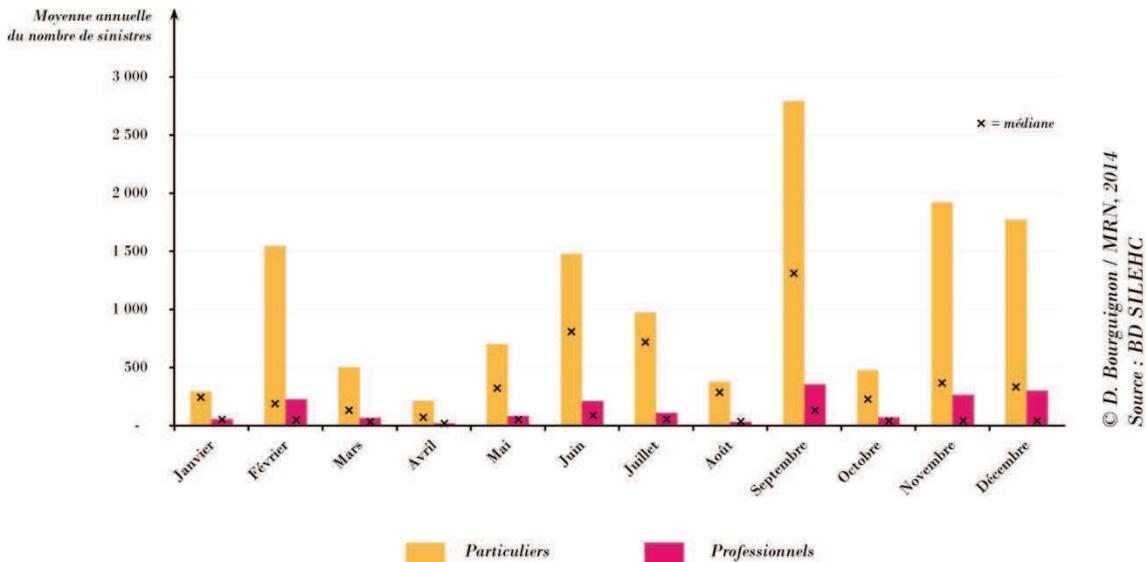


Figure 44. Distribution du nombre moyen annuel de sinistres, par mois et par catégorie d'assurés

Exemple de lecture : En moyenne, pour les particuliers, 1 500 sinistres sont indemnisés en juin chaque année, contre environ 200 en avril.

Pour réduire l'influence des événements majeurs sur la distribution des sinistres, les données de sinistralité (charges totales, coûts moyens et nombre de sinistres) ont été regroupées en fonction des trois saisons retenues (cf. tableau 14). Nous obtenons des indicateurs plus cohérents avec les hypothèses émises précédemment. Par exemple, il apparaît clairement que la fréquence élevée des inondations qui surviennent entre mai et décembre inclus (orages d'été et crues rapides sur le pourtour méditerranéen) explique partiellement le nombre important de sinistres dans cette période, contrairement à la saison hivernale (de janvier à avril inclus) qui connaît *a priori* moins d'événements et par conséquent moins de sinistres (quatre fois moins que pour la période septembre-décembre).

<sup>88</sup> Idéalement, la médiane devrait être égale à la moyenne.

	<b>Janvier à avril inclus</b>	<b>Mai à août inclus</b>	<b>Septembre à décembre inclus</b>
Nombre de sinistres (particuliers)	21 000	46 000	87 000
Nombre de sinistres (professionnels)	2 600	5 600	11 700
Nombre moyen de sinistres par an (particuliers)	5 200	11 500	22 000
Nombre moyen de sinistres par an (professionnels)	640	1 400	3 000
Coût total indemnisé (particuliers)	282 000 000	271 000 000	751 000 000
Coût total indemnisé (professionnels)	89 000 000	145 000 000	405 000 000
Indemnisation moyenne par sinistre (particuliers)	14 000	5 900	8 700
Indemnisation moyenne par sinistre (professionnels)	35 000	26 000	35 000

*Les coûts sont en euros actualisés par l'indice FFB 2014*

*Source : BD SILEHC*

*Tableau 14. Répartition des données de sinistralité par saison de survenance*

Il convient toutefois de souligner que la période d'observation n'est pas suffisamment importante pour établir une relation certaine entre sinistralité et effets de saisonnalité. Par exemple, si l'année 1995 avait fait partie de l'échantillon de données, la période janvier-avril aurait fait apparaître davantage de sinistres en nombre et en valeur, au regard des inondations survenues sur l'ensemble du nord de la France au premier semestre 1995). Par ailleurs, le fait que les logiques saisonnières ne soient pas très marquées, en dehors de la surreprésentation de la saison automnale, montre les limites d'une explication par l'aléa de la variabilité inter-mensuelle des sinistres.

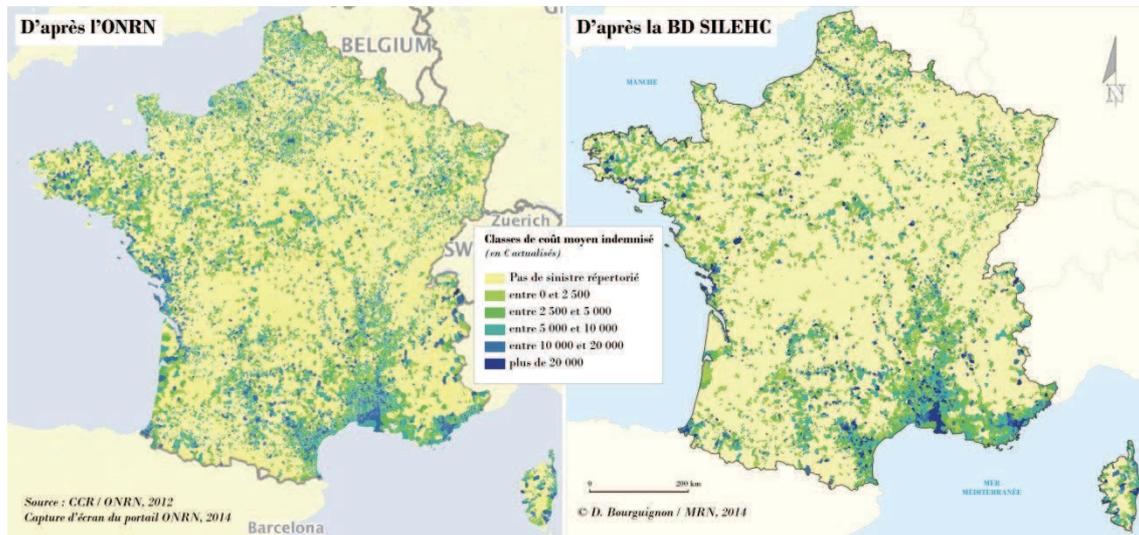
### 4.3. Les logiques spatiales de la sinistralité

Pour compléter cette analyse brute des sinistres et affiner les hypothèses émises, notamment concernant les effets de saisonnalité et l'influence des événements majeurs, il est nécessaire d'étudier la distribution spatiale des dommages. L'objectif de cette section est donc de comparer les degrés de sinistralité entre territoires, à partir du nombre et du coût moyen des sinistres CatNat et non CatNat.

#### 4.3.1. Répartition des sinistres CatNat par zone géographique

Bien que les sinistres ne soient pas géocodés à l'adresse, les informations contenues dans la base de données permettent de réaliser une cartographie de la répartition des dommages jusqu'à la maille communale, sur tout le territoire métropolitain.

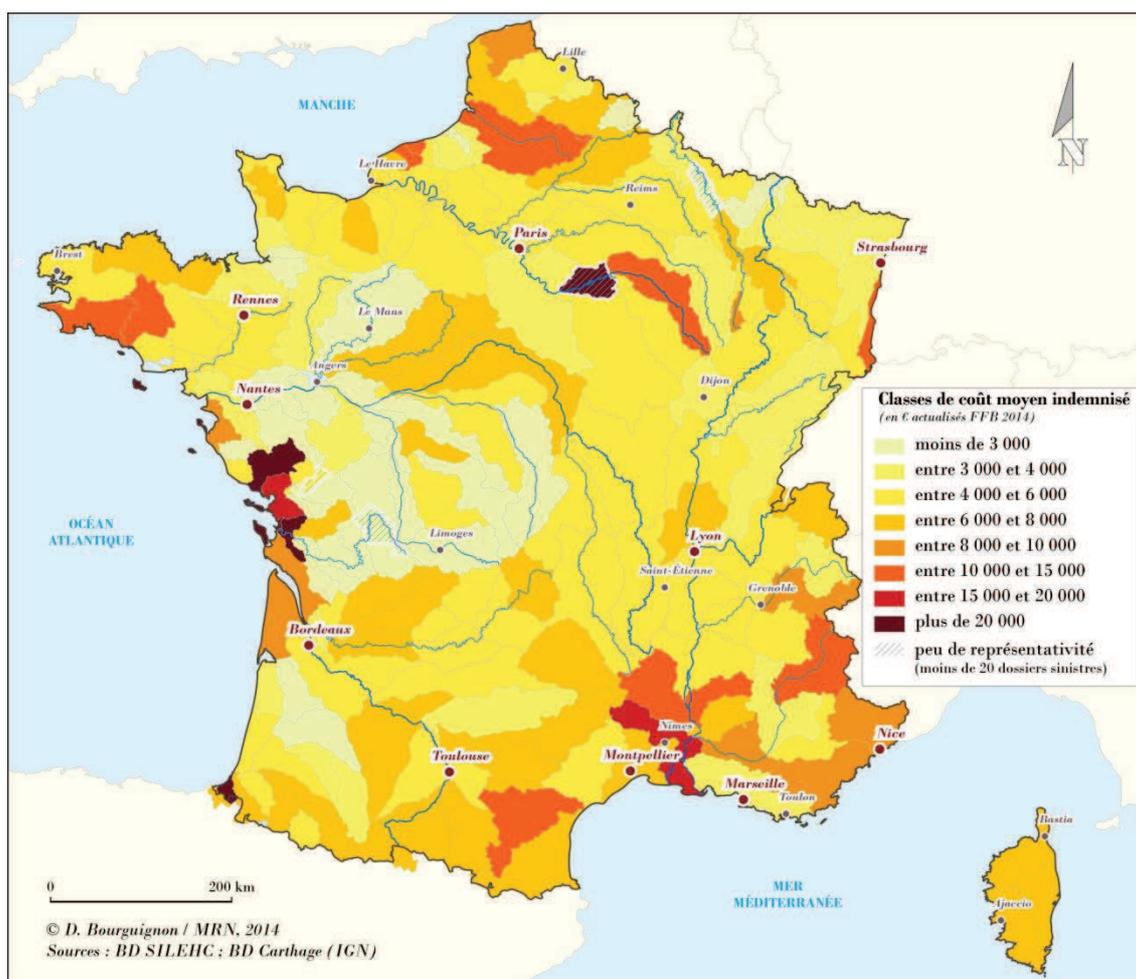
Ainsi, il est possible de comparer la distribution spatiale des coûts moyens calculés à partir de notre échantillon de sinistres, par rapport à la carte du même indicateur élaboré par la CCR et diffusé par l'ONRN (*cf.* carte 10).



*Carte 10. Répartition spatiale des coûts moyens indemnisés, par commune, selon les données de la CCR fournies à l'ONRN et l'échantillon de sinistres de la base de données SILEHC*

La comparaison de ces deux cartes révèle, d'une part, que notre échantillon comporte moins de sinistre que celui de la CCR. L'écart est particulièrement visible le long du littoral atlantique, en Bretagne, en Normandie, dans le bassin parisien et pour certaines communes du Nord-Pas-de-Calais. Il s'explique d'abord par le fait que les données de la CCR couvrent quatre années de plus (1995-2010 contre 1999-2011 pour notre échantillon) mais aussi en raison du plus grand nombre d'assureurs qui enrichissent la base de données des sinistres de la CCR. Toutefois, la répartition spatiale des sinistres est similaire entre les deux cartes, ce qui montre une certaine homogénéité en termes de représentativité de notre échantillon de données sur l'ensemble du territoire.

Contrairement aux données accessibles sur le portail de l'ONRN, qui sont représentées sous forme de classes, l'intérêt de notre échantillon de sinistres est de pouvoir étudier les dommages à partir de valeurs absolues. Ainsi il est possible, d'une part, d'obtenir des classes plus fines, notamment pour les coûts moyens les plus élevés et d'autre part, de pouvoir changer d'échelle d'observation. Par exemple, la représentation des sinistres à l'échelle de sous-secteurs hydrographiques (ou bassins versants), issus de la base Carthage de l'IGN, permet de s'interroger sur la cohérence hydrologique de la sinistralité (*cf.* carte 11).



Carte 11. Coût moyen des sinistres particuliers par sous-secteurs hydrographiques, sur la période 1999-2011

La répartition du coût moyen des sinistres (reliés à un arrêté CatNat) pour les particuliers<sup>89</sup>, par bassins versants, n'est pas uniforme sur l'ensemble du territoire. Ainsi, plusieurs secteurs géographiques sont davantage sinistrés que d'autres, en termes d'intensité des dommages. C'est notamment le cas du Sud-Est, de la façade atlantique des Charentes jusqu'en Bretagne, ainsi que le Nord ou l'amont de la Seine, avec des coûts moyens par sinistre pour les particuliers supérieurs à la moyenne nationale.

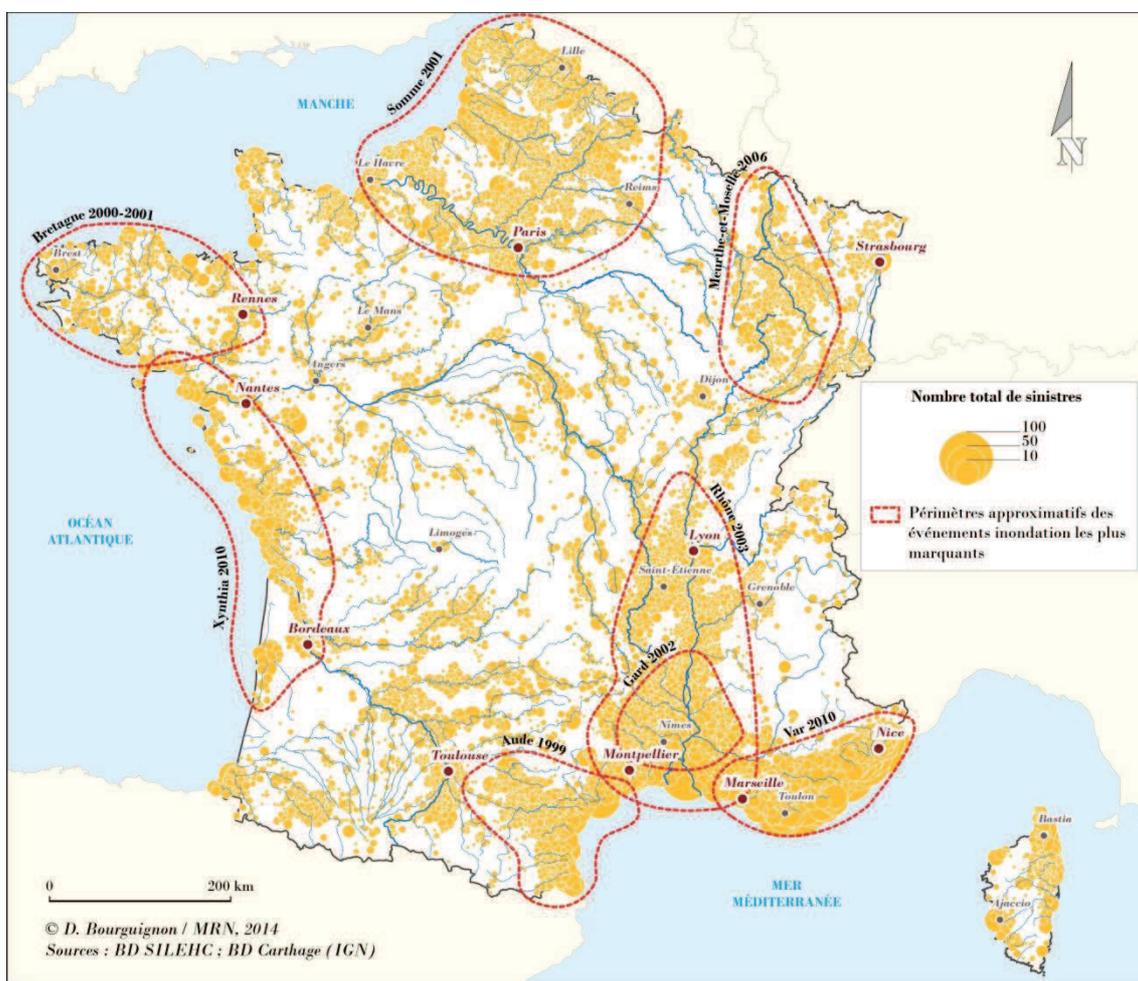
Les causes d'une sinistralité plus importante sur certains territoires peuvent être de trois ordres :

- La survenance d'événements majeurs, particulièrement intenses et dommageables (exemple : la Vendée) ;
- L'occurrence d'événements réguliers consécutifs à des périodes hydro-climatiques spécifiques (exemple : crues à influence cévenole dans la zone méditerranéenne) ;
- La combinaison des deux situations précédentes à savoir la survenance d'événements à la fois « majeurs » et fréquents.

<sup>89</sup> Les sinistres professionnels ont la même distribution, pour des coûts moyens généralement quatre fois supérieurs aux particuliers.

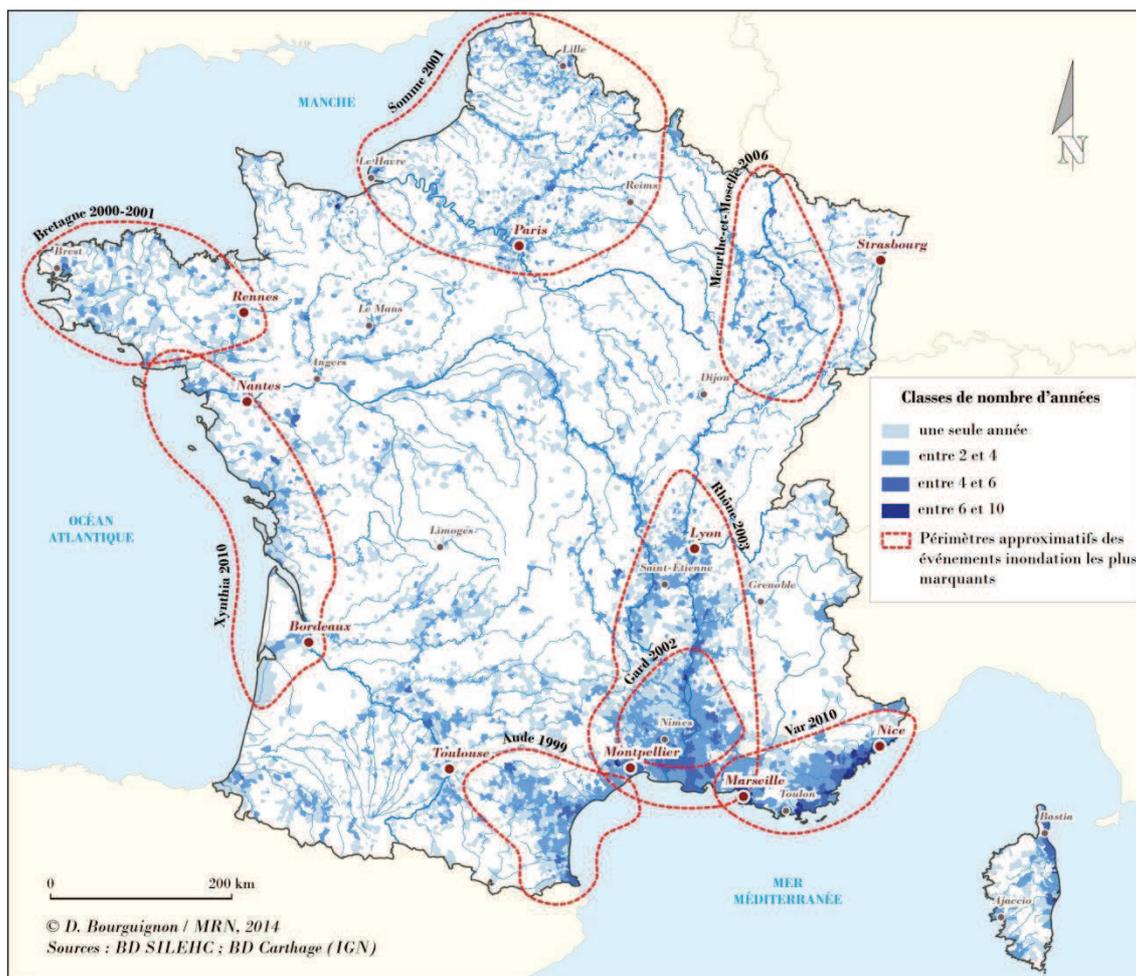
Par ailleurs, la répartition spatiale des coûts moyens peut également s'expliquer par la vulnérabilité des biens sinistrés (standing des enjeux assurés, niveau de prévention individuelle et collective, *etc.*). Nous tenterons de vérifier cette hypothèse dans la troisième partie de cette thèse.

La carte du nombre cumulé de sinistres particuliers par communes sur la période 1999-2011 (*cf.* carte 12) tend à montrer les communes les plus touchées. Cependant on retrouve *a priori* la surreprésentation de certains sinistres due à l'effet des événements « majeurs », notamment en Charente (Xynthia), Bretagne (2000-2001), Nord (remontées de nappes de 2001), Meurthe-et-Moselle (2006) et dans le quart Sud-Est (1999, 2002, 2003 et 2010).



Carte 12. Nombre total de sinistres par commune, pour les particuliers, sur la période 1999-2011

Pour ne pas tenir compte des années exceptionnelles (où un seul événement est à l'origine de nombreux sinistres) et faire ressortir les communes fréquemment sinistrées sur la période 1999-2011, nous proposons de cartographier le nombre d'années avec au moins un sinistre enregistré par commune (*cf.* carte 13).



Carte 13. Nombre d'années avec au moins un sinistre enregistré par commune, pour les particuliers, sur la période 1999-2011

On constate après ce traitement qu'un nombre important de communes n'a connu qu'une année avec au moins sinistre. Dans la majorité des cas, les dommages sont donc concentrés sur un faible nombre d'années. Les territoires impactés par Xynthia en 2010 ou par les inondations de Bretagne en 2000-2001, par exemple, sont moins visibles, ce qui confirme l'influence que pouvait avoir ces événements majeurs sur le nombre de sinistres.

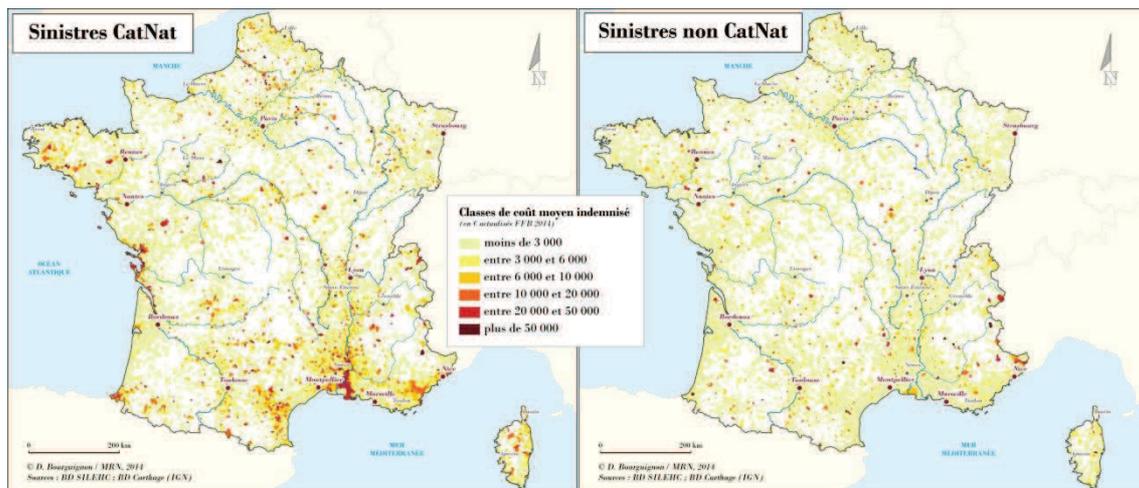
Toutefois, certaines communes semblent davantage concernées par des événements fréquents, comme en atteste la concentration du nombre sinistres résiduels dans le quart sud-est du pays et dans une moindre mesure dans la moitié nord. En effet, la plupart des régions soumises aux épisodes cévenols ont été fréquemment sinistrées (au moins une fois par an sur toute la période 1999-2011), ce qui montre l'impact des spécificités hydro-climatiques de certains territoires sur la fréquence des dommages et notamment des systèmes convectifs dits en « V » inhérents au climat méditerranéen, qui occasionnent des crues torrentielles (Rivrain, 1997 ; Vinet, 2010). Cette situation montre également qu'il existe un effet de répétition des événements majeurs sur les mêmes territoires, qui ne se traduit pas forcément par une baisse de la sinistralité au fil du temps. En d'autres termes, l'expérience de sinistralité ne conduit pas, dans tous les cas, à une meilleure préparation aux événements.

Le cas du nord de la France demeure particulier, car il est difficile de distinguer par une seule analyse des sinistres, dans quelle mesure les dommages sont dus à l'influence d'événements fréquents ou à l'effet des inondations de 2001. En effet, au-delà de la situation météorologique exceptionnelle qui s'est étendue sur plusieurs mois<sup>90</sup> (Lefrou 2001 ; Hubert, 2001 ; Vinet 2010), la liquidation des sinistres consécutifs à cet événement a duré plus d'un an et demi selon la CCR.

Plusieurs hypothèses ont été confortées grâce à la spatialisation des sinistres CatNat recensés dans la base de données. Toutefois, constate-t-on les mêmes logiques géographiques à travers la répartition spatiale des sinistres non CatNat ?

#### 4.3.2. Spatialisation des sinistres non CatNat

L'intensité des dommages, en termes de coûts moyens, est beaucoup plus homogène sur l'ensemble du territoire pour les sinistres non CatNat que pour les sinistres CatNat, comme en témoigne la carte 14. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les sinistres non CatNat sont majoritairement générés par des épisodes pluvieux intenses (type orages d'été) et face auxquels l'ensemble du territoire est exposé.

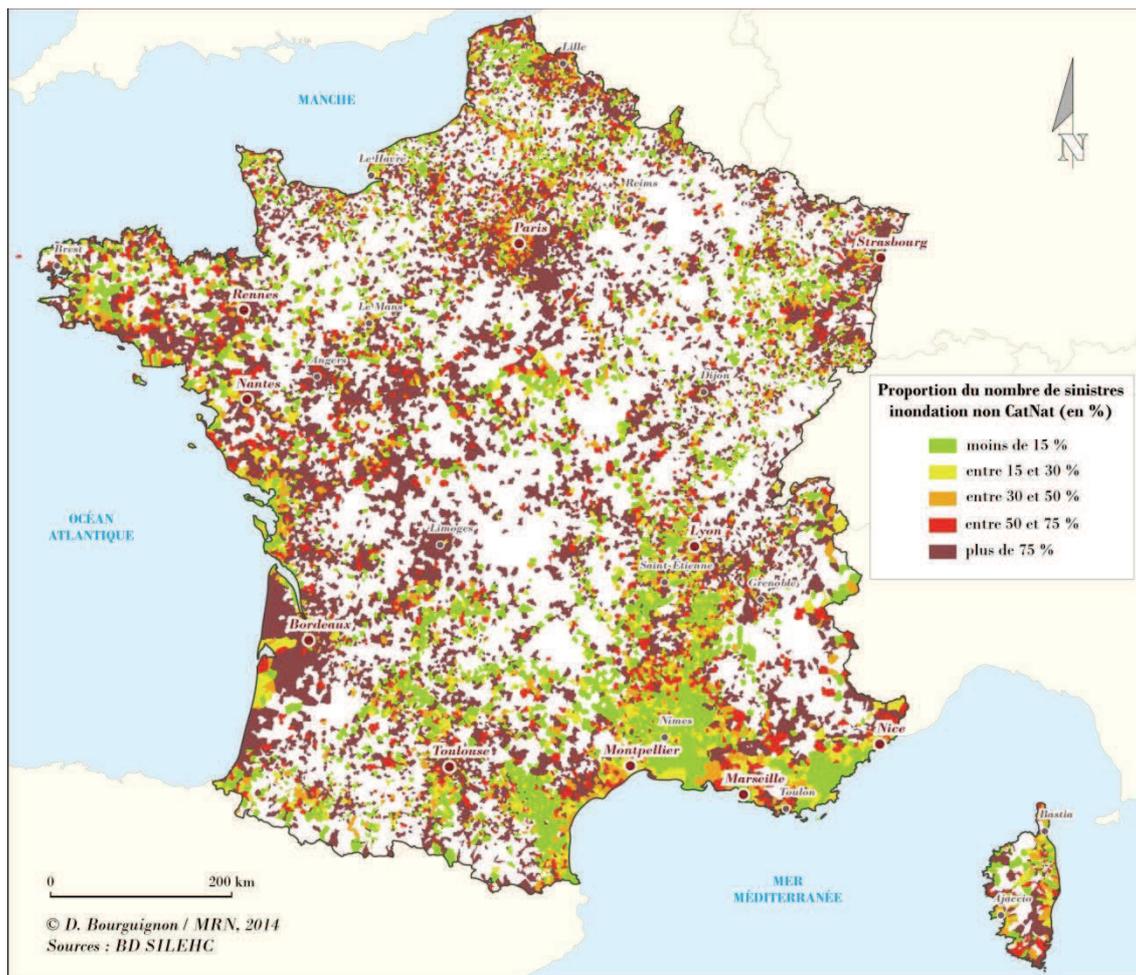


Carte 14. Coût moyen des sinistres CatNat et non CatNat par commune, pour les particuliers, sur la période 1999-2011

En revanche, les sinistres non CatNat ne se répartissent pas, en nombre, de manière uniforme, puisque le nord, l'ouest, ainsi que les principales unités urbaines sont particulièrement concernés (cf. carte 15). La surreprésentation des principales agglomérations en nombre de sinistres, confirme l'hypothèse selon laquelle les dommages non CatNat sont en partie le fait de précipitations intenses et très localisées. Ce type

<sup>90</sup> Épisodes pluvieux généralisés et répétés qui ont atteint des valeurs records en termes de cumul, sur sept mois, d'octobre 2000 à avril 2001 (d'après Météo France : [www.pluiesextremes.meteo.fr](http://www.pluiesextremes.meteo.fr)).

d'événement occasionne des désordres particulièrement exacerbés en milieu urbain et sur les surfaces imperméabilisées (infiltration par toiture, ruissellement, saturation et refoulement des réseaux d'assainissement, *etc.*). Les sinistres non CatNat peuvent également être dus au passage d'une large dépression, voire à des phénomènes de tempêtes, avec des cumuls importants sur une grande surface, qui occasionnent notamment des infiltrations en toiture. La présence de nombreuses communes où le taux de sinistres non CatNat représentent plus des deux tiers des sinistres inondations, sur un axe sud-ouest/nord-est (soit la trajectoire des principales dépressions) tend à vérifier cette hypothèse.



Carte 15. Proportion du nombre de sinistres non CatNat par commune, pour les particuliers, sur la période 1999-2011

À l'inverse, dans la zone climatique méditerranéenne, la part des sinistres CatNat sur les non CatNat est importante, ce qui confirme l'intensité des phénomènes auxquels sont soumis ces territoires. Autrement dit, lorsqu'un sinistre survient dans le sud-est, il est plus souvent qu'ailleurs couvert par le régime CatNat. Le même constat s'applique pour le nord de la France, où la proportion du nombre de sinistres CatNat est importante par rapport aux non CatNat, mais l'influence de l'événement « Somme 2001 », pour les raisons évoquées

précédemment (cf. 4.3.1.), ne permet pas à ce stade de confirmer une surreprésentation d'événements fréquents et peu intenses dans ce secteur géographique.

Enfin, la présence de sinistres non CatNat en Vendée peut s'expliquer par le caractère hybride de l'événement Xynthia, où les effets des inondations et ceux du vent peuvent ne pas avoir été clairement dissociés par les assureurs.

## **Conclusion**

L'influence des événements majeurs, les effets de saisonnalité et les prédispositions hydro-climatiques de certains territoires sont autant de variables *a priori* influentes sur la sinistralité. Des facteurs tels que la durée et l'extension spatiale des événements dommageables peuvent également expliquer la fréquence et/ou l'intensité des coûts causés par les inondations. Toutefois nous avons également montré que l'approche par l'aléa, même à une échelle nationale, n'était pas suffisante pour expliquer la distribution temporelle et spatiale des dommages. Pour aller plus loin, nous proposons de segmenter les sinistres en fonction des événements auxquels ils se rattachent. En effet, il est primordial de considérer l'événement, et non le sinistre, comme individu statistique, de manière à souligner des effets de fréquence d'une part et de pouvoir comparer les territoires à partir de critères équivalents d'autre part.



## Chapitre 5. Analyse spatio-temporelle des événements

### 5.1. Description de l'échantillon et distribution temporelle des événements

L'objectif de cette section est double : nous dresserons dans un premier temps un portrait type des différents événements qui composent notre échantillon, avant d'analyser, dans un deuxième temps, la distribution temporelle des événements selon plusieurs indicateurs tels que le nombre de communes impactées et de sinistres déclarés ou le coût moyen des dommages pour les professionnels et les particuliers. Nous tenterons ainsi de voir quelle est la proportion d'événements majeurs sur le nombre total d'événements et si, à l'instar des sinistres, l'effet de saisonnalité se confirme. Seuls les sinistres rattachés à un arrêté CatNat seront pris en compte dans cette section.

#### 5.1.1. Informations sur les événements contenus dans la base de données

D'après l'analyse des événements auxquels nous avons rattaché des données de sinistralité, les dix événements les plus coûteux en termes de charge totale indemnisée par événement, (professionnels et particuliers confondus), soient seulement 1 % des événements, représentent 70 % du montant total des indemnisations sur la période 1999-2011. Cette constatation confirme l'existence d'un régime CatNat à « deux vitesses », avec d'un côté, de nombreux événements que les actuaires qualifient d'attritionnels, et de l'autre un très faible nombre de catastrophes beaucoup plus dommageables.

La comparaison de la base « événements »<sup>91</sup> avec la base SILEHC, montre que les événements contenus dans cette dernière, soient 764 individus statistiques, sont représentatifs de l'ensemble des événements déclarés CatNat, survenus entre 1984 et 2011 (plus de 2 000 événements). En effet, comme en atteste la figure 45, la répartition des événements en fonction du nombre de communes impactées est similaire entre les deux bases. Ainsi, on constate que la majorité des événements survenus depuis l'origine du régime CatNat est très localisée, puisqu'elle concerne moins de cinq communes. Par ailleurs, plus un événement est spatialement étendu plus il est rare. Ce constat permet de soutenir l'hypothèse selon laquelle la sinistralité est principalement due à des « micros » événements de type ruissellement d'orage et que les inondations généralisées par débordement de cours d'eau sont beaucoup moins fréquentes.

---

<sup>91</sup> Issue, pour rappel, du traitement des arrêtés CatNat de la base Gaspar.

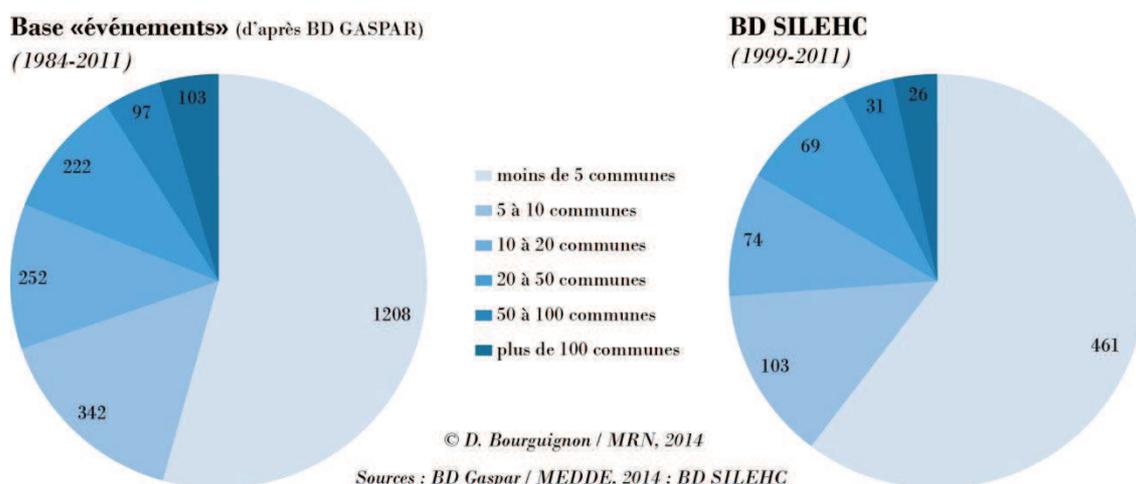


Figure 45. Répartition des événements par classe de nombre de communes impactées, comparaison entre la base « événements » et la base SILEHC

Exemple de lecture : 54 % des événements soit 1208 individus, contenus dans la base « événements », ont provoqué moins de cinq arrêtés CatNat/communes sur la période 1984-2011. La base de données SILEHC en recense 461 sur la période 1999-2011 (environ 60 % du total).

On retrouve quasiment la même répartition en nombre de sinistres (professionnels et particuliers confondus) (cf. figure 46). En effet, d'après la base de données SILEHC, 262 événements sur les 764 recensés ont causé moins de cinq sinistres<sup>92</sup> sur la période 1999-2011.

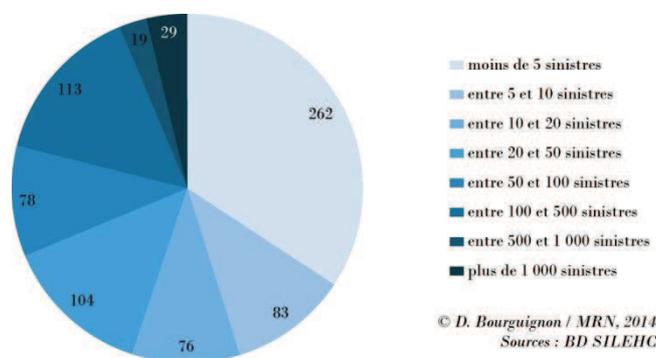


Figure 46. Répartition des événements, par classe de nombre de sinistres (particuliers et professionnels) sur la période 1999-2011

La relation entre nombre de communes impactées et nombre de sinistres n'est toutefois pas parfaite, puisque certains événements peuvent survenir sur plusieurs communes sans générer beaucoup de dégâts (cas de crues lentes notamment) et, à l'inverse, de petits périmètres de moins de cinq communes peuvent connaître un nombre important de sinistres suite à des épisodes pluvieux intenses et très localisés (inondations par ruissellement).

<sup>92</sup> On rappelle que l'échantillon représente 50 % du marché et que l'utilisation de valeurs absolues induit une forte incertitude.

Autant pour les particuliers que pour les professionnels, plus de 80 % des événements génèrent des coûts moyens par sinistre inférieurs à la moyenne de chaque catégorie d'assuré (environ 9 000 euros pour les particuliers et 33 000 euros pour les professionnels) (cf. figure 47).

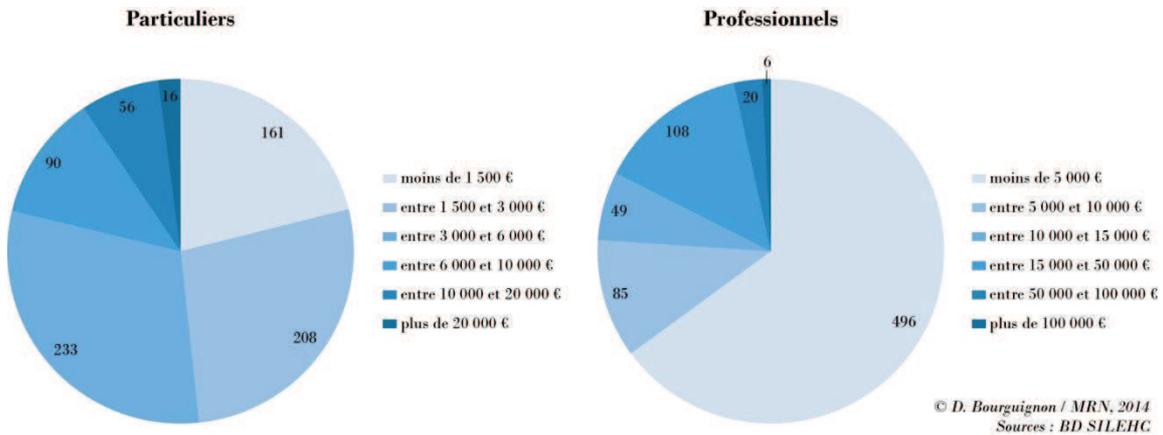


Figure 47. Répartition des événements, par classes de coûts moyens (particuliers et professionnels), sur la période 1999-2011

Cette répartition confirme que la majorité des événements, en nombre, provoquent relativement peu de dommages, alors qu'une faible part engendre des coûts particulièrement élevés.

### 5.1.2. L'évolution interannuelle du nombre d'événements

L'influence d'événements majeurs est particulièrement visible lorsque l'on compare la distribution annuelle des sinistres (en nombre et en coût moyen) avec celle du nombre d'événements. Dans le premier cas, les années de survenance d'événements majeurs (1999, 2002, 2003, 2010 et 2011) correspondent aux valeurs les plus élevées (cf. 4.2.1.), alors que ces années ne représentent pas un nombre important d'événements. Ce constat confirme donc que la sinistralité annuelle est davantage expliquée par le poids d'événements majeurs que par la survenance de multiples événements chroniques.

Depuis 1984, il ne semble pas y avoir d'augmentation du nombre d'événements au fil des années (cf. figure 48). En effet, malgré une moyenne de 80 événements par an, la distribution de ces derniers révèle une forte volatilité interannuelle qui ne permet pas d'esquisser de tendance. Par ailleurs, les événements recensés dans la base SILEHC sont, chaque année, représentatifs du nombre total d'événements comptabilisés à partir de la base Gaspar des arrêtés CatNat.

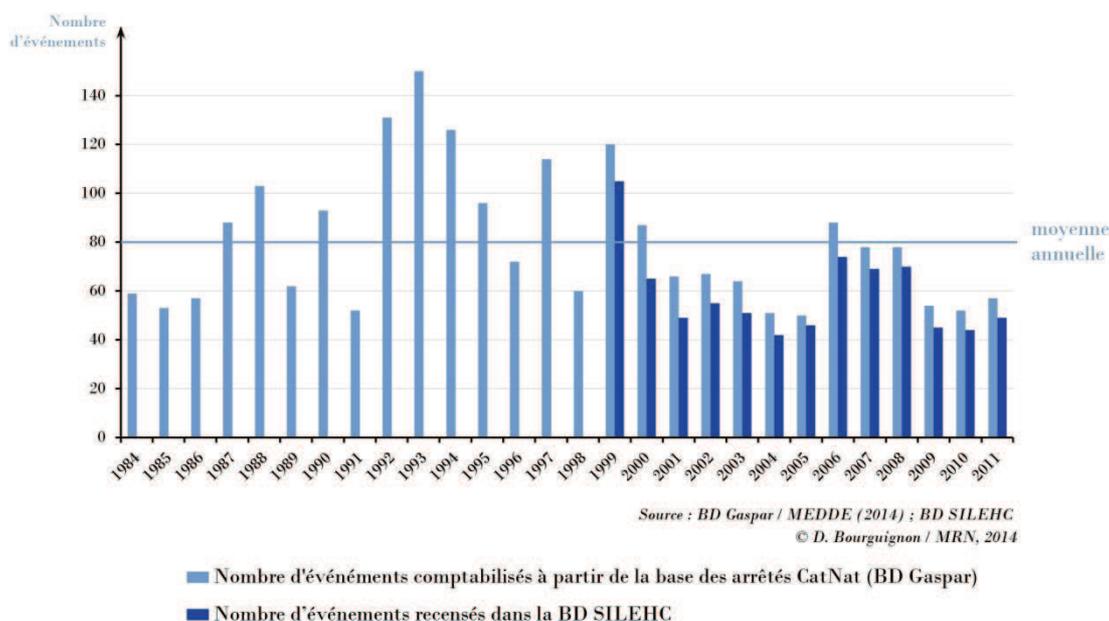


Figure 48. Évolution annuelle du nombre d'événements

*Exemple de lecture : En 2011, environ 60 événements inondations ont été recensés à partir des arrêtés CatNat et 50 ont pu être rattachés à des données de sinistralité.*

Comme évoqué précédemment (cf. 3.1.1.), il n'est pas possible d'effectuer de comparaison avec le nombre d'événements inondations recensés dans d'autres pays, puisque les bases de données étrangères n'ont pas les mêmes méthodes de recensement des événements d'une part et semblent retenir uniquement les événements « majeurs » d'autre part.

### 5.1.3. Répartition saisonnière des événements

Les effets de saisonnalité mis en exergue par l'étude des sinistres sont d'autant plus visibles à travers la distribution mensuelle du nombre d'événements, car les événements majeurs n'influent pas sur les valeurs (cf. figure 49). Le mois de février par exemple, alors qu'il représente un nombre important de sinistres et des coûts moyens élevés, est parmi les moins représentés en nombre d'événements (entre deux et trois en moyenne par an). Ce constat confirme que le seul événement Xynthia, survenu en février 2010, a d'une certaine manière faussé la représentativité des sinistres sur ce mois.

La distribution mensuelle du nombre moyen d'événements confirme, de manière plus nette qu'avec les sinistres, les trois périodes que nous avons retenues à savoir :

- La saison de janvier à avril inclus, qui correspond à une période de relatif « calme hydrologique » avec moins de quatre événements en moyenne chaque année ;
- La période estivale, de mai à août inclus, qui compte plus de la moitié du nombre annuel d'événements et traduit vraisemblablement la survenance d'épisodes orageux intenses (en moyenne 13 par an) à l'origine de crues rapides ou de ruissellement ;

- La saison de septembre à décembre inclus, qui représente en moyenne le quart des événements qui surviennent chaque année (entre quatre et huit événements par an en moyenne). Cette période comprend principalement à la fois les crues cévenoles caractéristiques des régions méditerranéennes et les inondations lentes dues à des sols saturés par des épisodes pluvieux généralisés (principalement dans le Nord et l'Ouest du pays).

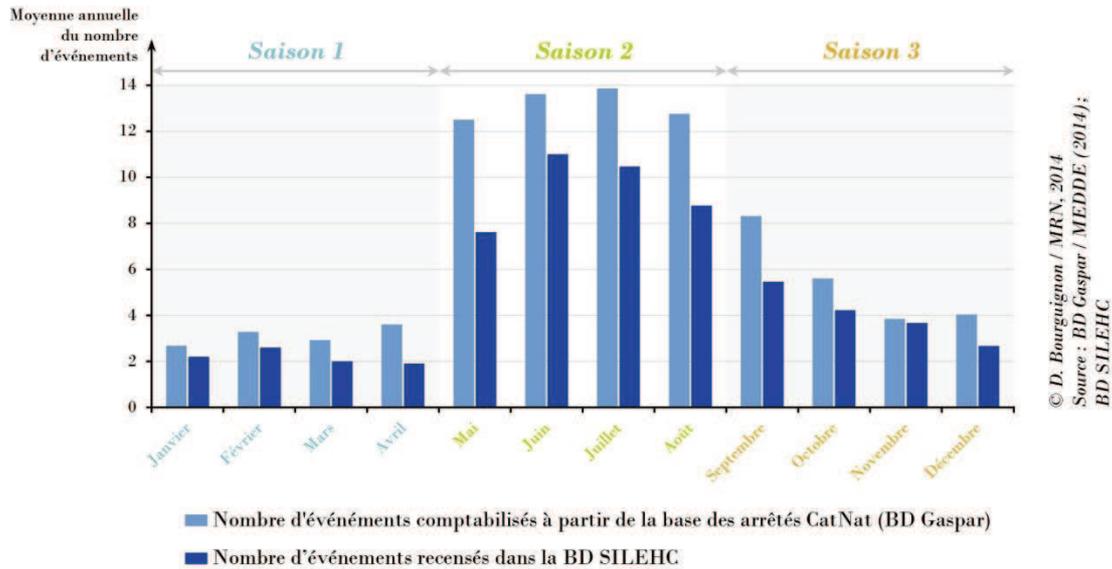


Figure 49. Répartition saisonnière du nombre d'événements

La distribution du nombre moyen d'enjeux sinistrés par événement sur la période 1999-2011 confirme les effets de saisonnalité, indépendamment de la survenance d'événements majeurs. En effet, lorsque l'on supprime les dix événements les plus coûteux de notre échantillon<sup>93</sup>, on constate que le nombre de sinistres est toujours plus important durant la période de septembre à décembre, alors qu'il est plus faible de janvier à avril et de mai à août (cf. figure 50). Seules les valeurs absolues changent considérablement selon la prise en compte ou non des événements majeurs.

<sup>93</sup> Gard 2002, Rhône 2003, Xynthia 2010, Var 2010, Aude 1999, Var 2011, Centre-Est 2008, Somme 2001, Bretagne 2000 et Gard 2005.

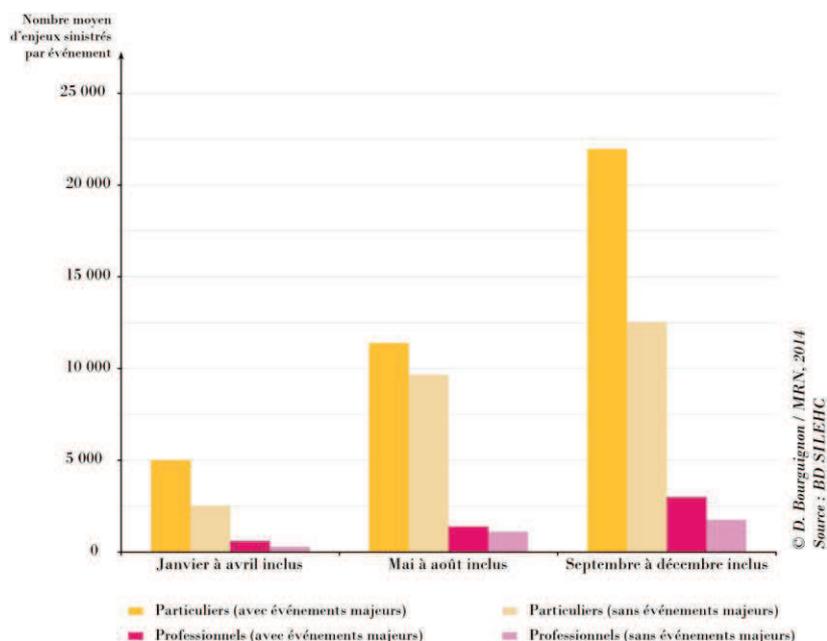


Figure 50. Répartition du nombre moyen d'enjeux sinistrés par événement et par saison, avec et sans événements majeurs (période 1999-2011)

*Exemple de lecture : En prenant en compte les dix événements les plus coûteux du marché, environ 300 sinistres, en moyenne, sont enregistrés entre janvier et avril pour les particuliers. Sans ces événements majeurs, le nombre moyen de sinistres pour les particuliers dans la même période est trois fois moindre.*

La période de mai à août est caractérisée par un nombre important d'événements qui produisent peu de sinistres (en nombre). À l'inverse, la période de janvier et avril, qui compte environ quatre fois moins d'événements, occasionne presque autant de sinistres qu'entre mai et août. Ce constat nous conduit à formuler deux hypothèses :

- Le faible nombre de sinistres entre mai et août, malgré la fréquence importante des événements, s'explique par la faible extension spatiale de ces événements (crues rapides et ruissellements localisés).
- Les événements qui surviennent entre janvier et avril, malgré leur rareté, génèrent un nombre relativement important de sinistres parce qu'ils couvrent des périmètres étendus (crues lentes par débordement ou remontée de nappe).

La distribution des coûts moyens par événement, en retirant les dix événements les plus coûteux de l'échantillon, traduit plusieurs éléments (cf. figure 51). D'abord, malgré l'intensité des phénomènes, les crues rapides qui surviennent entre mai et août et dans une moindre mesure entre septembre et décembre, semblent moins dommageables pour les particuliers que les inondations hivernales. En effet, le coût moyen des sinistres pour les particuliers est plus élevé entre janvier et avril que pour le reste de l'année (environ 7 000 euros contre moins de 5 000 entre mai et août et près de 6 000 entre septembre et décembre). Ceci peut s'expliquer par l'effet de masse des particuliers conjugué à l'extension spatiale de

la zone inondée en cas de crue lente. Par ailleurs, les durées de submersion souvent supérieures à 24 heures voire 48 heures dans le cas d'inondations par crues de plaine ou par remontées de nappes, peuvent également amplifier les dommages (Torterotot, 1993).

Par ailleurs, les professionnels sont moins sensibles aux événements qui surviennent entre janvier et avril par rapport aux autres périodes de l'année, car il est *a priori* plus efficace pour un professionnel de prévoir et de se protéger face à des crues lentes que face à des crues rapides ou à des épisodes de ruissellement intense.

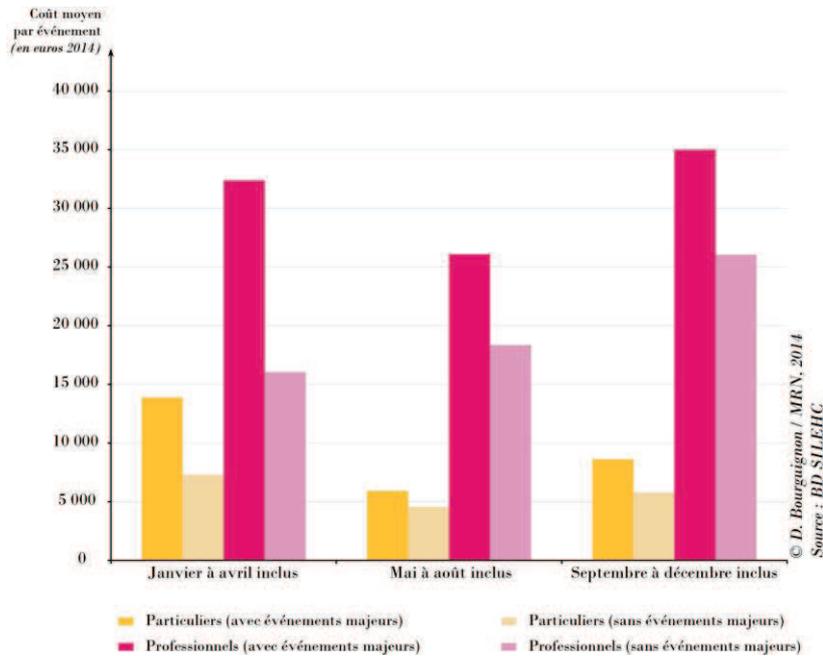


Figure 51. Répartition du coût moyen par événement et par saison, avec et sans événements majeurs (période 1999-2011)

À partir de ces informations temporelles sur les événements, fondées notamment sur la suppression de l'effet des événements majeurs, nous émettons l'hypothèse, à ce stade, que les dommages peuvent être schématiquement segmentés en trois catégories : les sinistres causés par des crues lentes entre janvier et avril, caractérisés par des événements rares mais spatialement étendus ; les événements dommageables liés aux crues d'orage et aux épisodes de ruissellement, entre mai et août, qui sont fréquents mais très localisés ; les dommages liés aux crues rapides dans le sud de la France et plus particulièrement dans l'espace méditerranéen, entre septembre et décembre (Douvinet & Vinet, 2012).

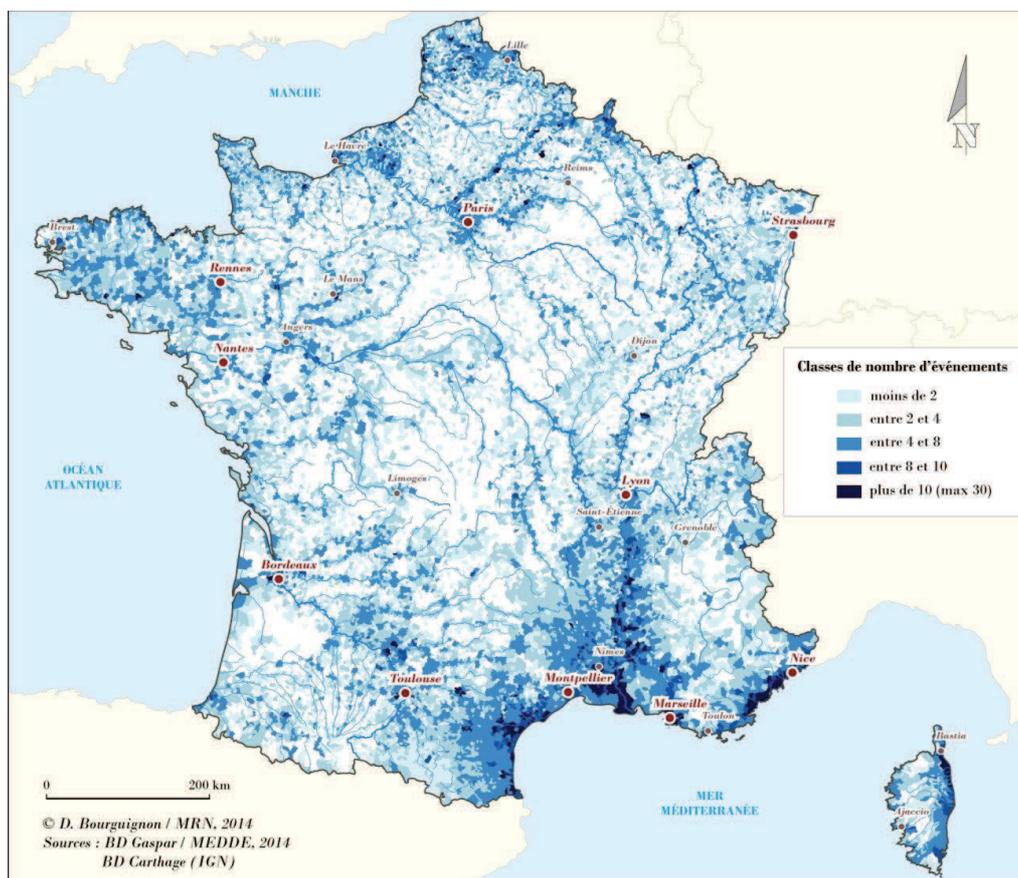
## 5.2. La distribution spatiale des événements

D'après les hypothèses émises précédemment, les logiques temporelles des événements sont corrélées à des critères géographiques. Une analyse spatiale des événements est donc nécessaire de manière à vérifier si :

- Les événements hivernaux que l'on estime être principalement des crues de plaine ou des remontées de nappes représentent une part minoritaire en nombre d'événements partout en France et sont essentiellement situés dans le nord du pays ;
- Les événements qui surviennent entre mai et août, considérés a priori comme des crues d'orage et des épisodes de ruissellement, sont à la fois nombreux et répartis de manière homogène sur le territoire ;
- Les événements inhérents à la période de septembre à décembre, identifiés principalement comme des crues typiques du climat méditerranéen, sont majoritairement représentés dans les régions du sud-est.

### 5.2.1. Spatialisation de la fréquence des événements

La spatialisation du nombre d'événements par commune nous permet de constater qu'il existe de fortes disparités en termes de fréquence des sinistres (cf. carte 16).



Carte 16. Répartition du nombre d'événements par commune (période 1984-2011)

Les zones qui comptent le moins d'événements CatNat sur la période 1984-2011 sont logiquement celles où les densités de populations sont les plus faibles, c'est-à-dire au niveau des principaux reliefs (Alpes, Pyrénées, Massif Central et montagnes corses), de la zone forestière des Landes et sur l'ensemble de la « diagonale du vide » (diagonale des faibles

densités). La correspondance entre territoires peu sinistrés et faibles densités de population, rappelle que la présence d'enjeux est un préalable à la matérialisation du risque.

Notons également, à titre d'illustration, le nombre relativement faible d'événements en Vendée, alors que ce territoire fait partie des plus sinistrés en termes de coût moyen sur la période 1999-2011 à cause du seul événement Xynthia.

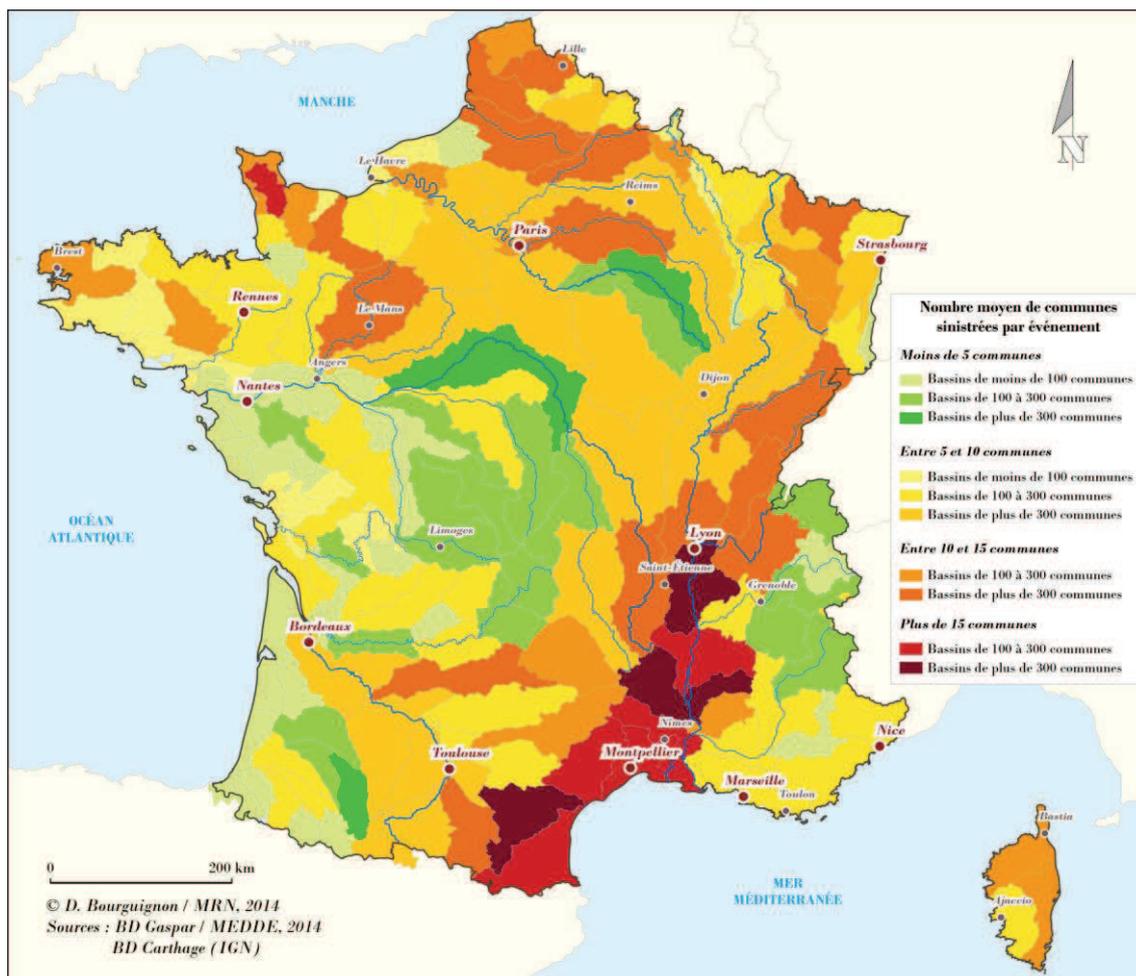
Les territoires les plus fréquemment sinistrés sont principalement situés dans le sud-est, le long du Rhône et sur le littoral méditerranéen. Sur les communes littorales de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA) par exemple, il y a en moyenne une inondation déclarée CatNat par an. On notera au passage que les inondations doivent avoir une période de retour supérieure ou égale à 10 ans pour être considérées comme CatNat. Par ailleurs, la grande majorité des communes qui composent la frange nord du pays, de la Bretagne à l'Alsace, a connu entre trois et cinq événements sur la période 1984-2011. Toutefois, certains secteurs en Bretagne, en Normandie, dans le Nord et en Champagne-Ardenne, ont connu davantage d'événements sur la période (entre cinq et dix), ce qui montre que la frange nord du pays est également exposée à des événements fréquents, probablement de type crues rapides.

### 5.2.2. *L'extension spatiale des événements*

Les événements qui impactent en moyenne le plus grand nombre de communes (plus de 15) ne surviennent pas dans le nord, mais dans le sud. Ce constat peut néanmoins être relativisé par le fait que les principaux événements majeurs ont eu lieu sur ces mêmes territoires (Aude 1999, Gard 2002 et Rhône 2003) et qu'ils sont à l'origine de nombreux arrêtés CatNat. Toutefois, le nombre moyen de communes impactées par un événement demeure relativement élevé dans le nord du pays (souvent situé entre 10 et 15 communes), alors que peu d'événements majeurs y sont recensés (*cf.* carte 17)<sup>94</sup>.

---

<sup>94</sup> Les différences de superficie entre bassins introduisent un biais et ne permettent donc pas d'établir une comparaison stricte entre eux. Afin de tenir compte de ce biais, les secteurs hydrographiques ont été segmentés en fonction du nombre de communes qu'ils contiennent.



Carte 17. Nombre moyen de communes sinistrées par événement et par secteur hydrographique (période 1984-2011)

*Exemple de lecture : Lorsqu'un événement survient sur le secteur hydrographique dans lequel se situe la commune de Montpellier, il engendre en moyenne plus de 15 arrêtés CatNat.*

L'une des raisons pourrait être que l'intensité des phénomènes dans le sud de la France, notamment en termes de cumuls de pluie, entraîne la déclaration en état de CatNat de la majorité des communes inondées, y compris par du ruissellement. À l'inverse, dans le nord du pays la survenance de crues lentes atteste que les événements sont liés à des phénomènes principalement hydrologiques. Dès lors, la proportion de communes reconnues CatNat par rapport au nombre total réellement inondées est potentiellement plus faible (cf. 4.3.2.). Pour vérifier ces hypothèses, nous proposons de segmenter les événements en fonction de la nature du phénomène naturel générateur de dommages.

### 5.3. La distribution des événements en fonction de la nature de l'aléa

Lors de la phase de conception de la base de données événements, nous avons renseigné pour chaque événement une nature de péril selon cinq catégories : crue lente et remontée de nappe ; crue rapide ; débordement et ruissellement ; ruissellement urbain et crue d'orage ; situation généralisée (événements pour lesquels il est impossible de distinguer une catégorie précise de péril). Cette qualification, faite à partir de sources diverses (BD Gaspar, Météo France, dossiers EPRI, sites Internet, articles de presse, *etc.*), a permis de relier dans un deuxième temps chaque sinistre à un type d'aléa inondation. L'analyse de ces informations conduit à dresser des « profils » d'événements dommageables qui, au niveau macroscopique, confirment les disparités territoriales en termes d'exposition au risque inondation.

#### 5.3.1. Les événements par nature d'aléa en fréquence et en intensité : analyse phénoménologique

Les différentes catégories d'inondations identifiées sont représentatives des principaux types de phénomènes d'origine climatique qui ont impacté le territoire ces dernières années. On retrouve ainsi, sous l'appellation « crue lente et remontée de nappe », les événements consécutifs à des épisodes pluvieux étendus dans le temps et l'espace, qui en saturant durablement les sols, augmentent le niveau piézométrique de la nappe souterraine et provoquent des inondations durables, dans des secteurs géologiquement propices et sans reliefs (exemple : formation crayeuse dans le bassin de la Somme).

Les phénomènes qualifiés de « crue rapide » désignent principalement les inondations causées par des épisodes de précipitations intenses, pouvant dépasser le seuil de 200 mm en 24 heures et qui, conjugués avec un effet de pentes sur des petits bassins versants, provoquent des crues torrentielles de courte durée (moins de 48 heures en général), à faible extension spatiale et dont les débits peuvent atteindre plusieurs milliers de m<sup>3</sup> par seconde. Ces phénomènes sont particulièrement répandus dans l'espace méditerranéen, où ils sont plus communément dénommés « épisodes cévenols ».

Les événements recensés dans la catégorie « débordement et ruissellement » correspondent à des scénarios plus complexes, entre les crues lentes et rapides, qui surviennent sur des bassins versants relativement étendue avec des pentes modérées. Généralement, ce type d'événement est déclenché par un épisode court de précipitations intenses, mais qui se déclare peu de temps après un plus long épisode pluvieux, ayant déjà saturé les sols. Par ailleurs, la situation est potentiellement aggravée par la fonte des neiges. Ces scénarios se traduisent par le débordement des principaux cours d'eau, qui s'étalent souvent sur plus 48 heures et, selon l'intensité des précipitations, par des phénomènes de ruissellement sur les versants.

La catégorie « ruissellement urbain et crue d'orage » comprend les événements consécutifs au passage de cellules pluvieuses très localisées, qui se traduisent par des précipitations courtes et intenses (moins d'une heure). Ce type de phénomène provoque des dommages principalement dans les zones urbaines, puisque l'imperméabilisation des sols et la saturation des réseaux d'assainissement ou d'évacuation des eaux pluviales aggravent les écoulements surfaciques. Ce type d'événement est donc davantage lié aux enjeux qu'à des caractéristiques pluvio-hydrologiques.

Les submersions marines n'ont pas pu être distinctement identifiées, puisque, liées au passage de systèmes dépressionnaires, elles sont souvent combinées avec des phénomènes de crue rapide ou de débordement. Toutefois, les submersions marines consécutives à la tempête Xynthia, sont distinguées parmi les trois événements qualifiés de « généralisés ». Cette dernière catégorie rassemble en effet les quelques événements consécutifs à des situations météorologiques complexes, spatialement étendues, à l'origine de périls divers qui s'entremêlent (submersion, ruissellement, débordement, remontée de nappe). Les trois événements qui représentent cette catégorie sont Bretagne 2001, Rhône 2003 et Xynthia 2010.

La classification des événements dommageables en fonction de la nature des aléas permet de confirmer certaines de nos hypothèses, notamment concernant l'extension spatiale des événements et leur intensité en termes de coûts moyens. D'après notre échantillon de données, plus de 80 % des événements recensés sont causés par des phénomènes de ruissellement urbain et de crue d'orage (*cf.* tableau 15). Toutefois, cette catégorie ne représente que 20 % de la charge totale indemnisée sur la période 1999-2011. Par ailleurs les coûts moyens sont, autant pour les professionnels que pour les particuliers, presque deux fois inférieurs à la moyenne nationale toutes inondations confondues. Le contraste entre fréquence et intensité montre que ce type d'événement peut être considéré comme un risque attritionnel et ne constitue donc pas, *a priori*, un réel enjeu pour les assureurs.

	<b>Crue lente et remontée de nappe</b>	<b>Crue rapide</b>	<b>Débordement et ruissellement</b>	<b>Généralisé</b>	<b>Ruissellement urbain et crue d'orage</b>
Nombre d'événements	7	32	90	3	632
Nombre d'arrêtés Catnat	1 120	1 041	3 307	1 350	5 057
Nombre moyen de commune	160	32	37	450	8
Nombre moyen de sinistres particuliers	400	100	70	900	15
Nombre moyen de sinistres professionnels	70	30	20	380	4
Coût moyen pour un particulier	7 900 €	8 500 €	9 000 €	16 000 €	4 600 €
Coût moyen pour un professionnel	28 000 €	37 000 €	34 000 €	52 000 €	20 000 €
% de la charge totale	5 %	13 %	34 %	29 %	19 %

Source : BD SILEHC

Tableau 15. Profils d'événements dommageables par nature d'aléa

L'étude des crues lentes et des remontées de nappes montre que ce type d'inondation est rare (environ 1 % des événements), que son extension spatiale est importante (en moyenne 160 communes déclarées CatNat par événement et plus de 400 sinistres en moyenne pour les particuliers) et que les coûts moyens générés sont relativement faibles (inférieurs à la moyenne nationale toutes inondations confondues pour les particuliers et les professionnels). Cette catégorie de crue représente moins de 5 % de la charge totale indemnisée sur la période d'observation.

À l'inverse, les crues rapides ou de type cévenol sont assez fréquentes, elles touchent en moyenne un nombre modéré de communes et sont à l'origine de coûts moyens assez élevés. Moins de 15 % de la charge totale indemnisée est imputable à cette catégorie d'aléa.

Les épisodes de débordement/ruissellement, qui constituent la base de la culture préventive en France, sont la seconde catégorie la plus représentée. Ils semblent avoir la même extension spatiale que les crues rapides mais provoquent moins de dommages en nombre de sinistres. Les coûts moyens pour les particuliers sont en revanche plus importants que suite à des crues cévenoles. Ces événements représentent plus du tiers de la charge totale indemnisée.

Les trois événements dits « généralisés », concentrent environ le tiers de la charge totale, puisqu'ils représentent des phénomènes exceptionnels par leur ampleur et particulièrement dommageables.

Nous avons également émis l'hypothèse en amont qu'il existe une logique saisonnière à la survenance de certains aléas. D'après la figure 52, cette supposition n'est vérifiée que pour

certains cas. Les épisodes de ruissellement urbain et de crue d'orage ont bien lieu majoritairement en période estivale. Les phénomènes de crues rapides, surviennent bien durant la période automnale, connue pour être propice à la survenance des épisodes cévenols. En revanche, les crues lentes ne se produisent pas exclusivement en hiver, mais se répartissent entre les trois périodes retenues. L'une des explications pourrait être qu'un même événement de cette catégorie, généralement étendu dans le temps, chevauche plusieurs saisons.

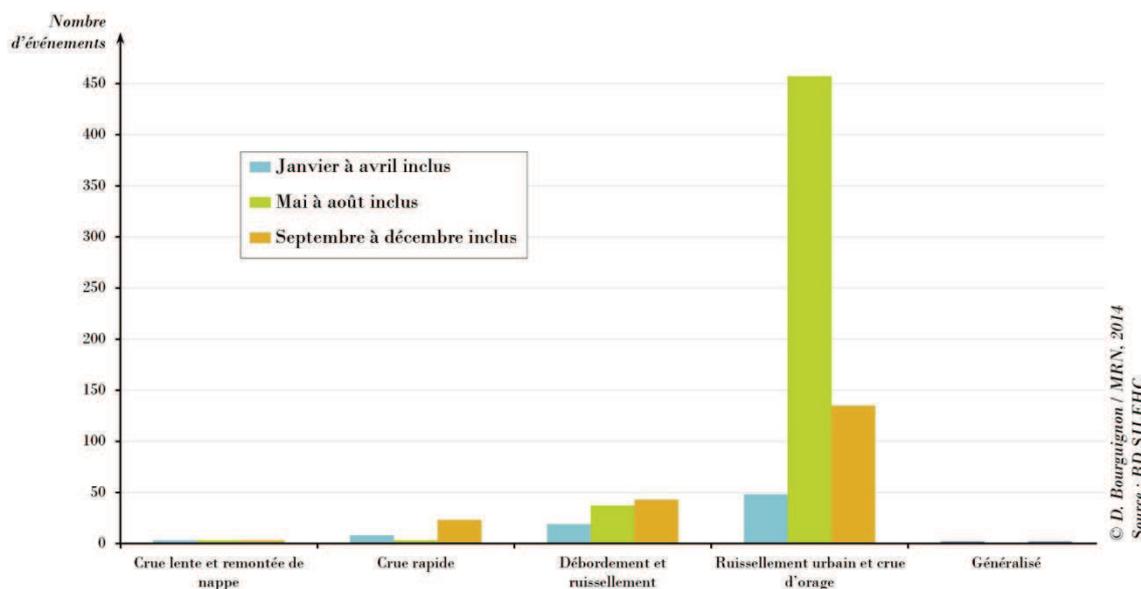


Figure 52. Répartition du nombre d'événement par nature d'aléa et par saison (période 1999-2011)

D'autre part, les crues combinées débordement/ruissellement, ne peuvent pas être clairement associées à une saison en particulier, même si elles semblent davantage survenir en dehors des périodes hivernales.

Les effets de saisonnalité sont également liés aux prédispositions hydro-climatiques des territoires sinistrés. Par exemple, les crues rapides sont *a priori* plus nombreuses dans les régions méditerranéennes. Pour vérifier cette hypothèse, il convient d'analyser la distribution spatiale des différentes catégories d'inondations.

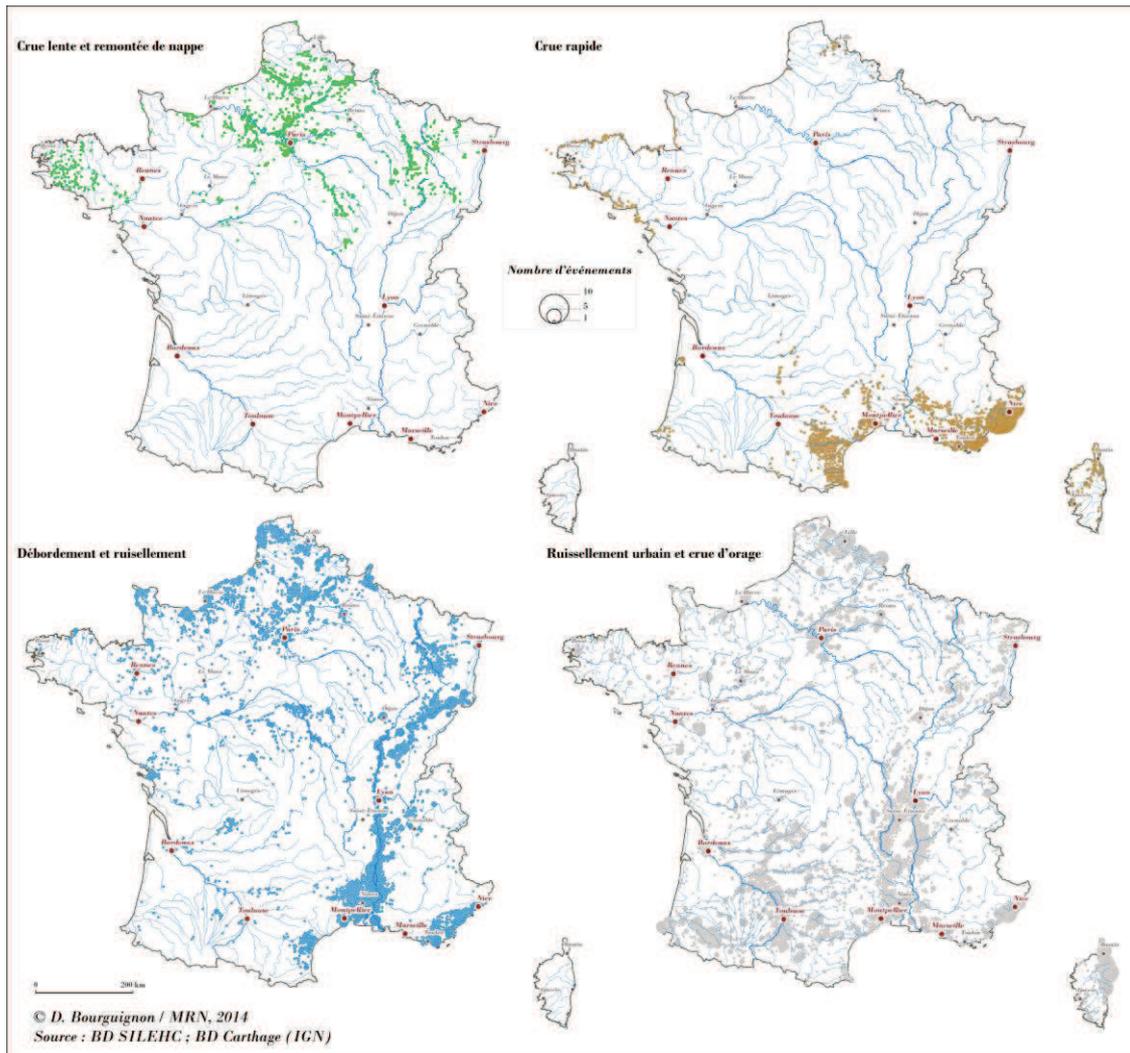
### 5.3.2. Logiques géographiques des types d'aléas

La répartition spatiale des événements par catégorie d'inondation, à la maille communale, permet de souligner d'importants contrastes géographiques (cf. carte 18). On constate, comme supposé, que les crues lentes et remontées de nappes sont des phénomènes exclusifs au Nord de la France. Cette situation s'explique par l'influence du climat océanique dégradé et par les prédispositions géologiques de ces territoires.

Concernant les crues rapides, elles se focalisent majoritairement sur les communes de l'espace méditerranéen. La morphologie des territoires (fortes pentes, bassins versants de faible étendue) et l'exposition aux épisodes pluvieux intenses, expliquent notamment cette situation (Vinet, 2010). On observe toutefois, en Bretagne, une série de communes impactées par un événement de type crue rapide, le long du littoral breton. Il conviendra de vérifier si le type d'aléa renseigné correspond au phénomène réellement survenu sur ces territoires.

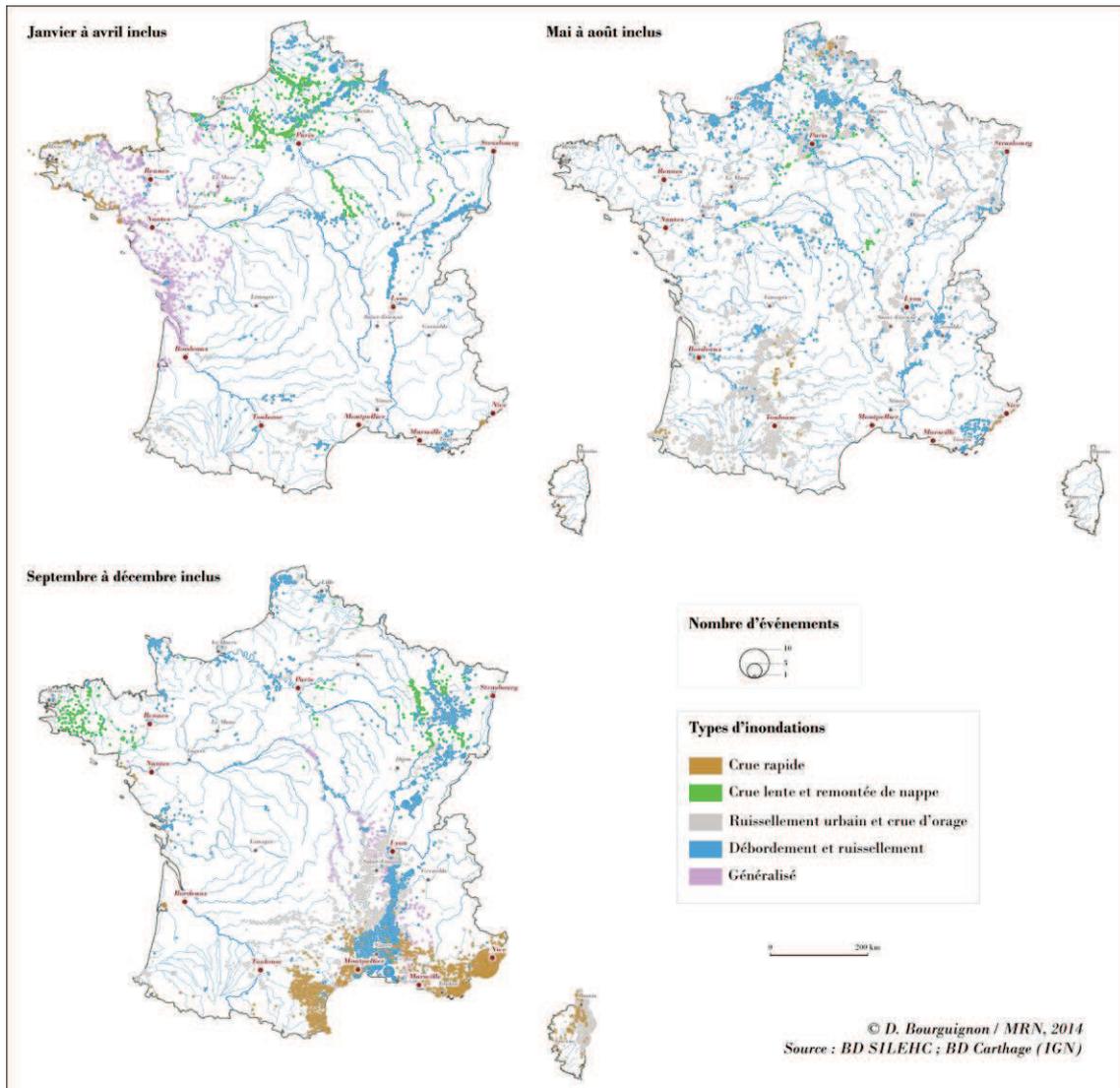
Les crues par effet combiné de débordement et de ruissellement sont nombreuses le long des principaux cours d'eau de l'est de la France (Rhône, Saône, Doubs, *etc.*). Elles surviennent également dans le nord, mais ne semblent pas suivre aussi nettement le réseau hydrographique, ce qui nous amène à penser que la part du ruissellement sur le débordement y est plus importante à cause, notamment, d'une moindre influence nivale sur les régimes hydrologiques. Dans le Var et dans l'Aude, il est possible que les événements qualifiés de débordement et de ruissellement soit en réalité des crues rapides, puisqu'ils se concentrent sur un périmètre très localisé.

Enfin, les épisodes de ruissellement urbain et de crue d'orage sont nombreux et répartis sur l'ensemble du territoire. Les plus grandes concentrations d'événement de ce type sont au niveau des grandes aires urbaines, autrement dit les zones fortement imperméabilisées (bassin parisien, agglomérations de Lyon, Marseille, Lille, *etc.*), mais également le long du Rhône moyen et aval ainsi qu'en amont de la Garonne. Les deux dernières zones citées correspondent aux secteurs qui connaissent en effet une activité orageuses régulière et particulièrement intense (Météo France, 2000).



Carte 18. Répartition spatiale des événements par type d'inondation, par commune (période 1999-2011)

Concernant les logiques saisonnières de ces différentes catégories d'inondations (cf. carte 19), on constate là encore l'hétérogénéité des territoires en termes de sensibilité à certains événements.



Carte 19. Répartition spatiale des événements par type d'inondation, par commune et par saison (période 1999-2011)

Entre janvier et avril, les événements surviennent dans la moitié nord du pays et, d'autre part, qu'ils ne sont quasiment jamais relatifs à des inondations rapides. L'une des exceptions concerne les communes du littoral breton, mais il semblerait, d'après la période d'occurrence, qu'elles traduisent en réalité les effets de la tempête Johanna (10 mars 2008).

Entre mai et août, la majorité des événements sont relatifs à des crues d'orage et des épisodes de ruissellement. D'après les travaux de Douvinet (2006), à cette période de l'année, les phénomènes qui surviennent dans les régions nord de la France sont essentiellement des crues à cinétiques rapides. Cela confirme que la catégorie débordement et ruissellement, sur ces territoires, se réfère plutôt à des phénomènes de type coulées de boue, voire à la saturation des réseaux d'évacuation des eaux pluviales. Contrairement à ce qui a été évoqué en 5.2.2., il existe donc, dans le nord, des cas de crues rapides consécutives à des épisodes

orageux, avec une intensité proche des phénomènes observés dans les régions méditerranéennes (Douvinet, 2006).

Enfin, entre septembre et décembre, les événements qui surviennent dans les régions du sud de la France sont essentiellement des inondations rapides. Les crues consécutives aux épisodes cévenols sont bien représentées et les épisodes de crue d'orage et débordement/ruissellement le long du Rhône attestent de l'influence climatique méditerranéenne. En revanche les événements recensés dans la partie nord du pays sont vraisemblablement potentiellement plus proches de décembre que de septembre et traduisent, *a priori*, des inondations à cinétique plus lente (exemple : Bretagne ou Meurthe-et-Moselle).

Toutefois, comment se traduit l'influence des aléas sur la sinistralité si l'on change d'échelle, en passant d'une vision nationale à l'analyse comparée de bassins versants par exemple ?

### 5.3.3. Analyses comparées des aléas sur différents bassins versants

L'objectif de cette section est de tester, sur quelques cas, si la nature de l'aléa a une forte influence sur la distribution géographique des coûts. On propose donc d'étudier plusieurs événements comparables, survenus chacun sur des bassins versants similaires, bien qu'il soit difficile d'identifier des scénarios « toutes choses égales par ailleurs ». À ce stade, nous ne prenons pas en compte, dans l'interprétation des résultats, des informations extérieures à la base de données. Néanmoins des paramètres d'aléas et de contexte géographique seront utilisés afin de caractériser les événements et sélectionner des situations comparables.

Nous faisons l'hypothèse, au même titre que la plupart des outils de modélisation (Melhorn, 2007), que les aléas de type débordement traduisent une logique d'amplification des sinistres en nombre et en valeur en aval du bassin et en particulier dans les zones les plus peuplées, alors que les épisodes de ruissellement sont caractérisés par des coûts moins élevés et répartis plus uniformément sur le territoire. On peut également penser dans le cas de coulées d'eaux boueuses, que les dommages sont plus importants là où les cumuls de pluie sont les plus intenses. Dans un premier temps, nous prendrons comme exemple deux inondations rapides, avec effets combinés de débordement et de ruissellement. Le premier bassin d'expérimentation est celui de la Lèze (Haute-Garonne), impacté par des crues en juin 2000. Le second territoire correspond au bassin versant de la Nartuby (Var) et l'analyse portera sur l'événement de novembre 2011. Dans un deuxième temps, nous étudierons les deux événements de ruissellement et de coulées de boue (crue d'orage) qui ont respectivement impacté le littoral normand à l'embouchure de la Touque le 1<sup>er</sup> juin 2003 (Calvados) et le bassin de la Zorn dans le Bas-Rhin les 29 et 30 mai 2008.

### Cas de débordements/crues rapides

Le bassin de la Lèze, caractérisé par des reliefs marqués, couvre une superficie de 350 km<sup>2</sup>. La rivière s'étend du nord au sud sur les départements de la Haute-Garonne et de l'Ariège, sur une cinquantaine de kilomètres. Le bassin est régulièrement impacté par des épisodes de pluies intenses qui provoquent des crues par débordement la Lèze et des coulées de boues venues des différents affluents.

Les inondations du 10 juin 2000 sont la conséquence d'un long épisode pluvieux (plus de 30 heures), relativement intense (135 mm en 12 heures) et spatialement étendu (sur l'ensemble du bassin jusqu'au piémont pyrénéen), précédé par des pluies qui avaient déjà saturées les sols<sup>95</sup>. Les crues, d'une période de retour estimée à 100 ans, ont duré six jours et ont occasionné des dommages importants, aggravés notamment par des ruptures de digues.

Le bassin de la Nartuby, situé dans le Nord Est du département du Var, diffère du précédent par plusieurs aspects d'ordre morphologiques. D'une part, il ne couvre que 220 km<sup>2</sup>, avec un cours d'eau de 33 km de longueur. D'autre part, le bassin est caractérisé par une forme d'entonnoir tandis que celui de la Lèze est plus du type « couloir ». La compacité des bassins semble donc différente, ce qui peut avoir un impact direct sur les cinétiques de crue. Toutefois, les deux cas sont caractérisés par des reliefs très marqués et sont soumis à des phénomènes hydro-climatiques semblables.

Les événements du Var en novembre 2011 et de la Lèze en juin 2000, sont comparables tant par la situation météorologique que par la réaction hydrologique. En effet, les crues de novembre 2011 sont elles aussi consécutives à des précipitations intenses sur l'ensemble du département, du 4 au 10 novembre, avec des cumuls compris entre 300 et 500 mm sur la période et jusqu'à 200 mm en 24 heures d'après Météo France. Les inondations par débordement de la Nartuby et de ses affluents, ont une période de retour maximale estimée par les services de l'État de 50 ans.

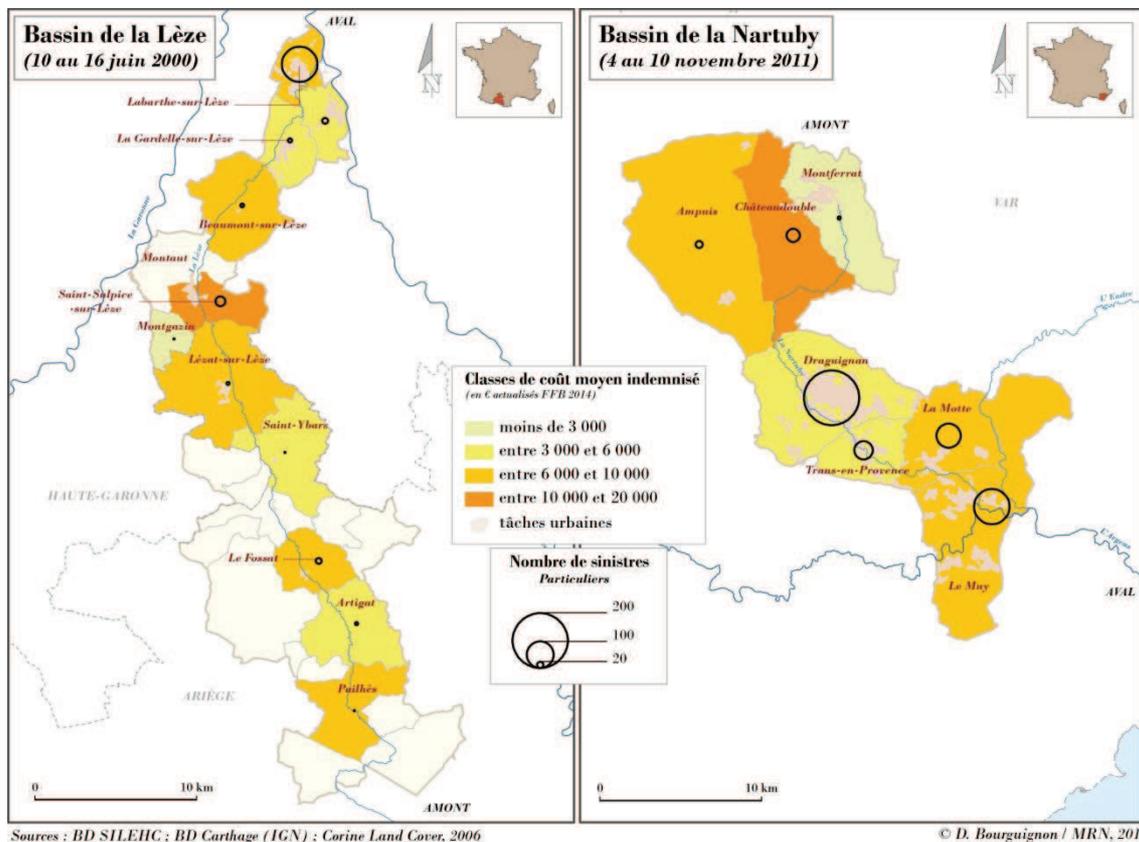
Les coûts moyens pour les particuliers<sup>96</sup> et par commune entre les deux bassins s'inscrivent dans des ordres de grandeur comparables, autour de 7 000 euros en moyenne, 15 000 euros pour le maximum et environ 3 000 euros pour le minimum (*cf.* carte 20). Par ailleurs, le nombre de sinistres est plus élevé dans les communes en aval des deux bassins, ce qui peut signifier une augmentation du nombre d'enjeux en zone inondable dans ce secteur, à cause notamment de l'élargissement du champ d'expansion des crues. Toutefois, il ne semble pas y avoir de logique amont/aval dans la répartition géographique des coûts moyens, ni pour le

---

<sup>95</sup> Source : EPRI Garonne ([http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport\\_EPRI-Adour-Garonne-v1f-2\\_cle757937.pdf](http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_EPRI-Adour-Garonne-v1f-2_cle757937.pdf)).

<sup>96</sup> Le nombre de sinistres professionnels n'est pas assez représentatif pour analyser la sinistralité de cette catégorie d'assurés.

bassin le Lèze ni pour celui de la Nartuby<sup>97</sup>. Ce constat nous amène à penser que d'autres variables explicatives entrent en compte dans la répartition de ces coûts ou nous indique les précautions à prendre dans l'utilisation des données de sinistralité à une échelle locale.



Carte 20. Comparaison de deux événements de type débordement/ruissellement

### Cas de coulées de boue/crués d'orage

Les deux autres territoires que nous proposons de comparer concernent des événements à cinétiques rapides, liés à des phénomènes de ruissellement et coulées de boue.

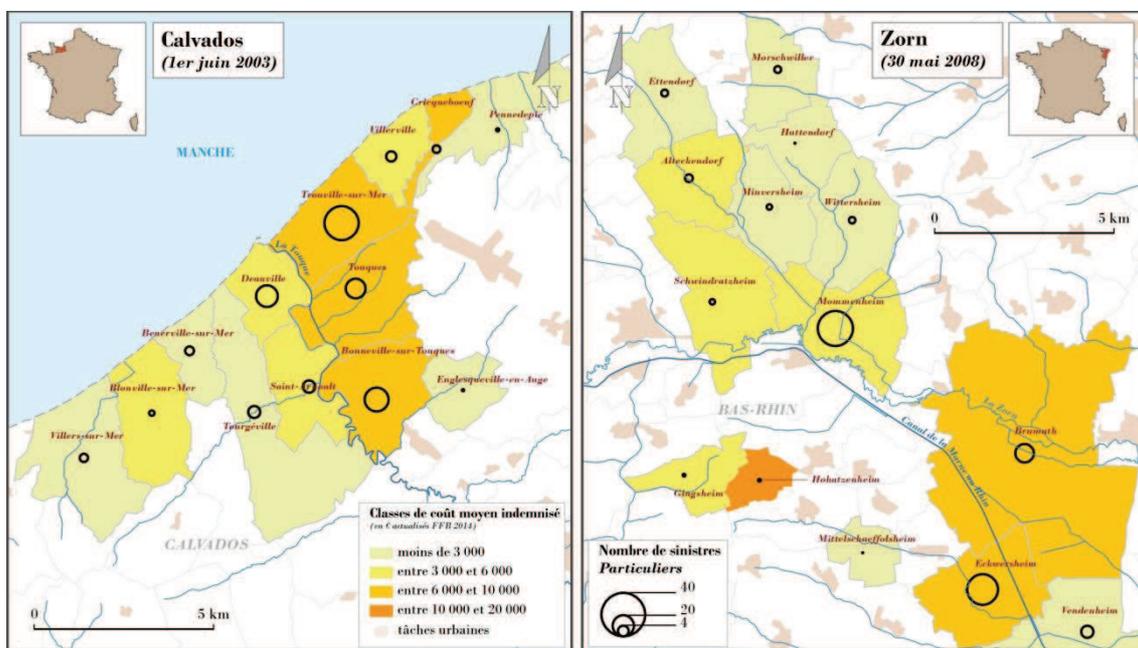
Le premier périmètre correspond à une zone composée d'environ douze communes, situées à l'embouchure de la Touque (Calvados), qui a été impacté par des coulées d'eaux boueuses au début du mois de juin 2003. L'événement est la conséquence d'un orage très localisé, caractérisé par une intensité remarquable (environ 80 mm en 1 heure à Deauville, avec un cumul de 130 mm en 15 heures) (Douvinet & Delahaye, 2010).

Le deuxième territoire est situé dans la partie médiane du bassin versant de la Zorn (Bas-Rhin). Il couvre également une douzaine de communes, déclarées CatNat suite à un épisode de coulées de boue, survenu les 29 et 30 mai 2008. D'après Météo France, il est tombé entre 40 et 50 mm en 2 heures à Brumath et sur les communes limitrophes.

<sup>97</sup> Rappelons que le manque de représentativité des sinistres pour certaines communes peut avoir un impact significatif sur les résultats, même si pour chaque exemple illustré le nombre minimum de sinistres par commune n'est jamais inférieur à cinq.

Le coût moyen d'un sinistre par commune pour un particulier de l'événement du 1<sup>er</sup> juin 2003 est de 6 000 euros, tandis que celui du 30 mai 2008 est légèrement inférieur à 5 000 euros. Rappelons que le coût moyen des événements de débordement précédemment étudiés est de 7 000 euros. Les ordres de grandeurs sont donc respectés, puisque conformément à la typologie que nous avons retenue, les inondations de type débordement/ruissellement sont plus chères, en moyenne, que les crues d'orage. Par ailleurs, ces événements concernent des périmètres plus resserrés (moins de 200 km<sup>2</sup>) que pour le cas des débordements.

Les communes les plus sinistrées en termes de coûts moyens le sont également en nombre de sinistres (*cf.* carte 21). Dans le cas de la Zorn, certaines communes font exception comme Hohatzenheim qui compte un faible nombre de sinistres pour un coût moyen supérieur à 10 000 euro ou, à l'inverse, la commune de Mommenheim pour laquelle le nombre de sinistres est important mais dont le coût moyen est moindre.



Sources : BD SILEHC ; BD Carthage (IGN) ; Corine Land Cover, 2006

© D. Bourguignon / MRN, 2014

Carte 21. Comparaison de deux événements de type coulée de boue

Par ailleurs, on observe un effet de « dilution » des coûts moyens et du nombre de sinistres autour des zones particulièrement impactées. Cette distribution semble traduire l'influence très localisée des cumuls de pluie les plus intenses, qui, en dépassant la capacité d'infiltration des sols, provoquent du ruissellement et des coulées boue, voire des débordements de réseaux d'eaux pluviales calibrés pour des périodes de retour de 10 ans maximum. L'intensité des dommages est donc, *a priori*, corrélée aux cumuls des précipitations. D'autre part, d'après les résultats de nos entretiens sur les terrains d'études, ces territoires sont d'autant plus exposés à ce type de phénomènes qu'ils sont particulièrement sensibles à l'érosion des sols (limoneux) du fait des pratiques agricoles. Ce constat est d'ailleurs partagé par de nombreux auteurs (Le Bissonais, 2002 ; Douvinet, 2006 ; Heitz, 2009).

## Conclusion

À l'échelle nationale, certaines hypothèses sur la relation entre répartition spatiale et temporelle des événements sont confortées. Ainsi, on constate que les événements qui surviennent entre mai et août sont à la fois nombreux et répartis uniformément sur le territoire, ce qui traduit l'effet de crues d'orage ou d'inondations par ruissellement. D'autre part, la majorité des inondations qui touchent les territoires soumis au climat méditerranéen ont lieu entre septembre et décembre, soit la période d'occurrence des crues fréquentes de type cévenol. Ensuite, les inondations hivernales, entre janvier et avril, sont plus nombreuses dans l'ouest et le nord du pays, ce qui traduit une plus grande exposition de ces territoires aux épisodes pluvieux généralisés qui suivent régulièrement une trajectoire Ouest/Nord-Est.

Ce niveau macroscopique d'analyse permet également de constater que le nombre de sinistres et le coût moyen des dommages, selon le phénomène naturel générateur, sont relativement prévisibles. Par exemple, un épisode de ruissellement impacte généralement une dizaine de communes et le coût moyen des sinistres ne dépasse que rarement les 5 000 euros pour un particulier. Par ailleurs, les inondations par effet combiné de débordement et de ruissellement, qui sont la base de la culture préventive en France, représentent le tiers de la charge totale indemnisée de notre échantillon.

En revanche, à une échelle plus fine, la nature de l'aléa ne permet pas à elle seule d'esquisser une logique géographique dans la répartition des sinistres par commune. Pour aller plus loin dans la caractérisation des événements et pouvoir les comparer de manière plus pertinente, il apparaît notamment nécessaire de leur associer une notion d'intensité. L'utilisation de cette information est également un moyen d'identifier les seuils à partir desquels un événement dommageable est déclaré comme catastrophe naturelle et ainsi de souligner les potentielles iniquités de traitement des territoires au regard de cette notion.

## Chapitre 6. Catastrophe naturelle : une notion galvaudée ?

### 6.1. Analyse descriptive des événements « chroniques », « marquants » et « majeurs »

Le coût total des dommages est, avec le nombre de victimes, l'un des critères les plus couramment utilisés pour définir la gravité d'un événement. Par exemple une inondation est considérée comme catastrophe majeure par le MEEDE dès lors qu'elle dépasse le seuil de trois milliards d'euros de dommages (cf. 3.1.1.). Or, notre échantillon de sinistres n'est pas assez représentatif du marché pour segmenter les événements d'après leur coût total. Ainsi, nous retenons un autre critère de segmentation : le degré de documentation relatif à chaque événement. Cette méthode de classification, que nous avons déjà évoquée précédemment (cf. 3.2.1.), s'inspire des trois domaines définis par Farmer (1977) et permet de comparer de manière plus pertinente les événements entre eux :

- La première catégorie correspond aux événements fréquents et peu intenses. Dans notre classification ils sont qualifiés de « chroniques ». Ce sont les événements à l'origine de déclaration CatNat mais pour lesquels nous n'avons trouvé aucune information ;
- La deuxième catégorie se réfère aux événements dits « marquants ». Ils correspondent aux événements CatNat pour lesquels il existe de la documentation (rapports publics type EPRI, articles de presse, données sur Internet, etc.) ;
- La dernière catégorie concerne les événements *a priori* les plus dommageables à l'échelle nationale. Ils sont particulièrement documentés et ont fait l'objet d'enquêtes par les services de l'État et/ou par la profession de l'assurance. Ces événements sont considérés comme « majeurs ».

L'objectif de cette section est de mieux connaître les caractéristiques des sinistres causés par des événements « chroniques », « marquants » ou « majeurs » (chacun étant à l'origine de déclarations CatNat), de manière à étudier la pluralité du terme « catastrophe naturelle » tel qu'il est employé dans le cadre du régime CatNat.

#### 6.1.1. Description générale de l'échantillon par catégories d'événements

Parmi les 764 événements recensés dans la base de données SILEHC, 527 sont qualifiés de chroniques, soit près de 70 % du total (cf. figure 53). Les événements marquants sont au nombre de 206 (27 % du total) et les événements majeurs sont seulement 31 (moins de 4 % du total). Ce constat signifie qu'il n'existe aucune information pour la grande majorité des événements. En termes de coûts, les proportions sont quasiment strictement inversées. En effet, les 31 événements majeurs représentent à eux seuls 80 % de la charge totale

indemnisée de notre échantillon sur la période 1999-2011 alors que les événements chroniques n'alimentent qu'un « bruit de fond » équivalent à 4 % de la charge totale.

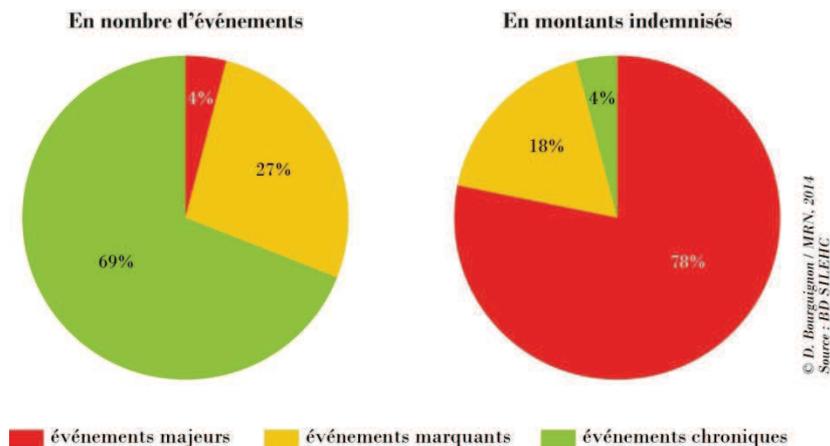


Figure 53. Classification des événements par degré de documentation, en volume et en valeur, sur la période 1999-2011

Par ailleurs, la proportion d'événements de chaque catégorie évolue peu selon les années, comme en atteste la figure 54. Il n'y a donc pas de tendance à l'augmentation du nombre d'événements majeurs.

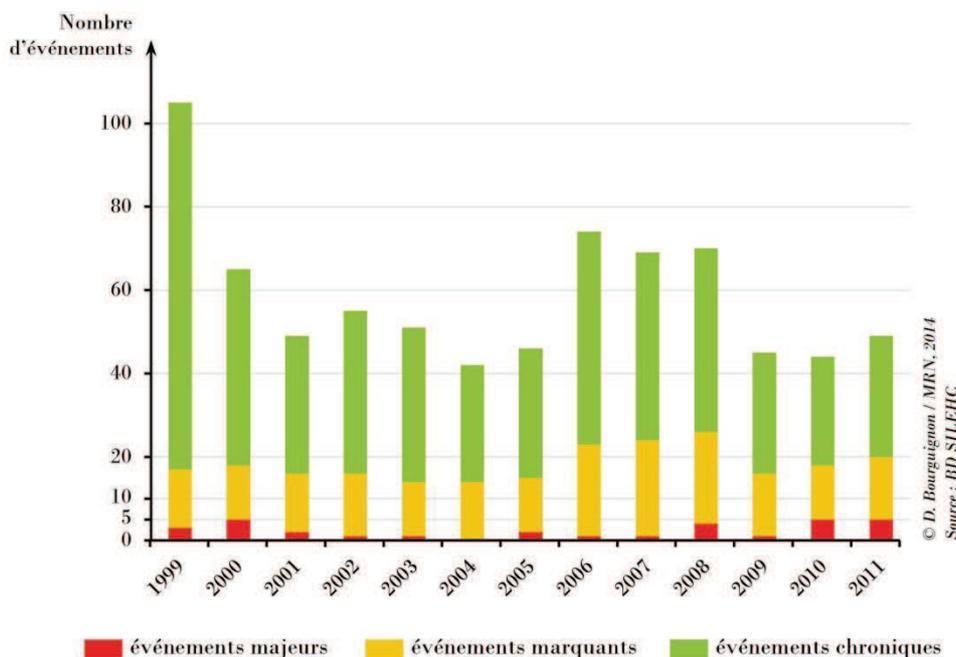


Figure 54. Distribution annuelle des catégories d'événements

La majorité du nombre d'événements « majeurs » se situe entre septembre et décembre (cf. figure 55). Il est donc probable, au regard de la période de survenance, qu'une grande partie de ces événements correspondent à des crues rapides consécutives à épisodes cévenols. On

constate également que les événements chroniques surviennent majoritairement durant la saison estivale, ce qui pourrait confirmer le caractère « banal » (Vinet, 2010) des crues d'orage, pourtant déclarées « catastrophes naturelles ».

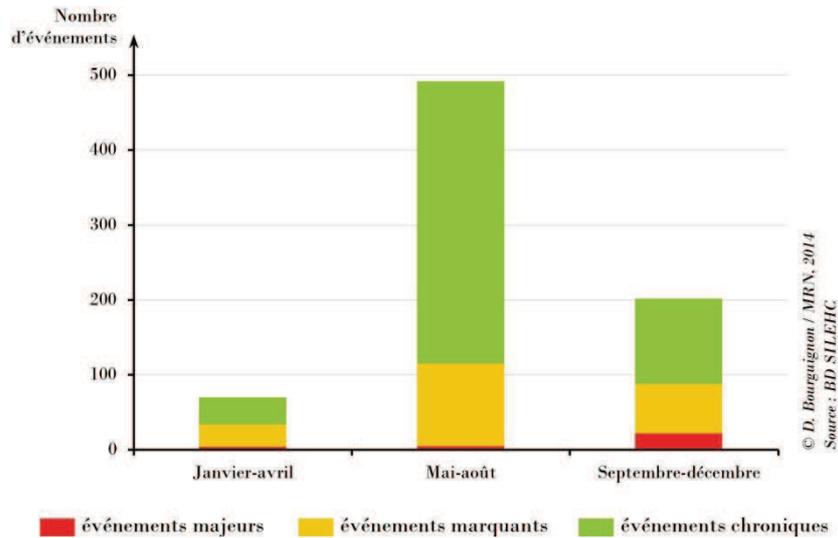


Figure 55. Distribution saisonnière des catégories d'événements (période 1999-2011)

D'ailleurs dans le cas des événements « chroniques », jusqu'où peut-on parler d'aléa naturel ? En effet, avec plus de 40 événements de ce type en moyenne chaque année, la régularité des phénomènes remet en cause leur caractère aléatoire et pose, par conséquent, la question de l'efficacité de la prévention face à ces événements de fréquence. La notion d'intensité anormale de l'agent naturel, qui selon le code des assurances permet de reconnaître ou non un événement en tant que catastrophe naturelle, couvre donc un large spectre de définitions possibles, allant de l'épisode de ruissellement chronique à l'inondation majeure de la Seine par exemple.

Ce régime CatNat à plusieurs vitesses soulève plusieurs questions :

- Quels sont les profils types de ces catégories d'événements (« chroniques », « marquants » et « majeurs ») ? Par exemple, les événements chroniques sont-ils majoritairement composés d'épisodes de ruissellement et quelle est leur extension spatiale ?
- Existe-il des logiques territoriales à l'indemnisation CatNat par catégorie d'événement ? Des territoires bénéficient-ils plus que d'autre d'indemnisation CatNat pour des événements « chroniques » par exemple ?

### 6.1.2. Profils types des catégories d'événements

Les événements « chroniques » sont représentés par trois types d'aléas : les crues par débordement/ruissellement, les crues rapides et les épisodes de ruissellement urbain (ou crue

d'orage). Toutefois, ce dernier type d'aléa représente à lui seul plus de 80 % du nombre d'événement « chronique » (cf. figure 56).

Dans le cas des événements « marquants », les crues d'orage sont également majoritaires en nombre d'événement (60 %), mais les inondations par effet combiné de débordement et de ruissellement sont également bien représentées (33 %).

Parmi les 31 événements « majeurs », aucun type d'aléa particulier ne se détache et toutes les natures d'inondation sont représentées.

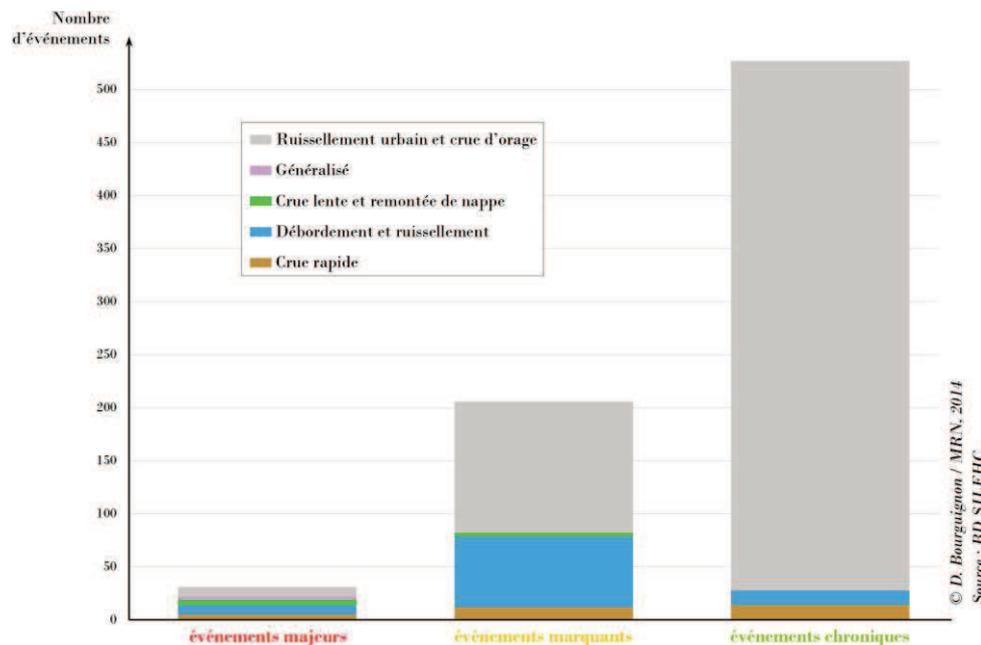


Figure 56. Répartition des types d'aléas selon la catégorie d'événement (période 1999-2011)

Seules les inondations par remontées de nappes ne sont jamais « chroniques », ce qui peut être dû au fait que les phénomènes climatiques à l'origine de tels événements sont moins fréquents. À l'inverse, les crues rapides, consécutives à des épisodes cévenols, génèrent presque autant d'événements « majeurs » que de « marquants » ou de « chroniques ». Comme pour les épisodes de ruissellement urbain, les seuils d'intensité des précipitations pourraient expliquer le passage d'une catégorie à une autre.

La logique des trois catégories est respectée en termes de coûts moyens, puisque pour les particuliers et les professionnels les événements « majeurs » sont toujours plus coûteux que les événements « marquants », eux-mêmes plus dommageables que les « chroniques » (cf. figure 57). Les événements « majeurs » sont les seuls à dépasser le coût moyen d'un événement toutes catégories confondues.

La situation des professionnels est légèrement différente de celle des particuliers puisque l'on constate, dans le cas des crues lentes, que le coût moyen des événements « marquants » est

supérieur à celui des événements « majeurs ». Deux éléments peuvent expliquer cette différence :

- La représentativité des professionnels dans notre échantillon est plus faible que pour les particuliers ;
- Ce type d'enjeu est plus sensible aux dommages. Autrement dit, un seul sinistre professionnel peut engendrer des coûts importants, quelle que soit la « gravité » de l'événement, surtout s'il s'agit d'une industrie ou d'une grande entreprise.

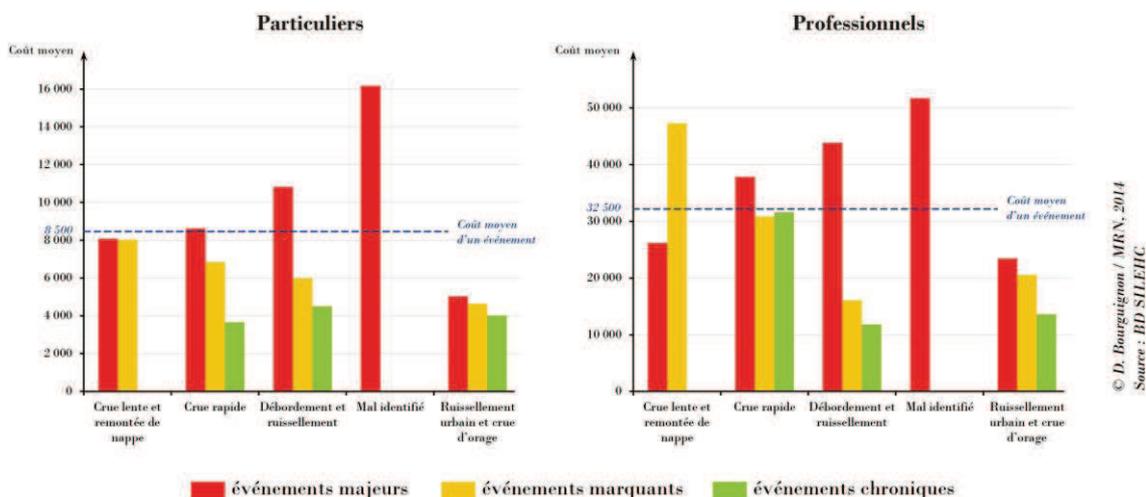


Figure 57. Distribution des coûts moyens particuliers et professionnels en fonction des types d'aléas et des catégories d'événement (période 1999-2011)

Les inondations par débordement/ruissellement ainsi que les crues rapides sont les deux types d'aléa pour lesquels l'écart de coût moyen entre un événement « majeur » et un événement « chronique » est le plus élevé. Cette situation peut s'expliquer par les variations d'extension spatiale des inondations, consécutives à des effets de seuils hydrologiques. En effet, les surfaces inondées varient sensiblement selon les débits des cours d'eau, ce qui influencerait sur le nombre de sinistres et l'intensité des dommages.

En revanche, l'écart de coût moyen entre événement « majeurs », « marquants » ou « chroniques » est moins important pour les crues d'orage, puisque malgré l'intensité des précipitations, ce type d'inondation demeure limité spatialement.

Ces hypothèses sont vérifiées par le tableau 16 qui montre la corrélation forte entre l'extension spatiale d'un événement et le fait qu'il soit « chronique », « marquant » ou « majeur ».

	Événements majeurs	Événements marquants	Événements chroniques	Moyenne générale
Crue lente et remontée de nappe	180	85	-	150
Crue rapide	160	30	3	40
Débordement et ruissellement	140	37	5	42
Mal identifié	450	-	-	450
Ruissellement urbain et crue d'orage	130	23	4	10
<i>Moyenne générale</i>	<i>180</i>	<i>30</i>	<i>4</i>	<i>18</i>

Source : BD SILEHC

Tableau 16. Nombre moyen de communes sinistrées par type d'aléas, selon la catégorie d'événement (période 1999-2011)

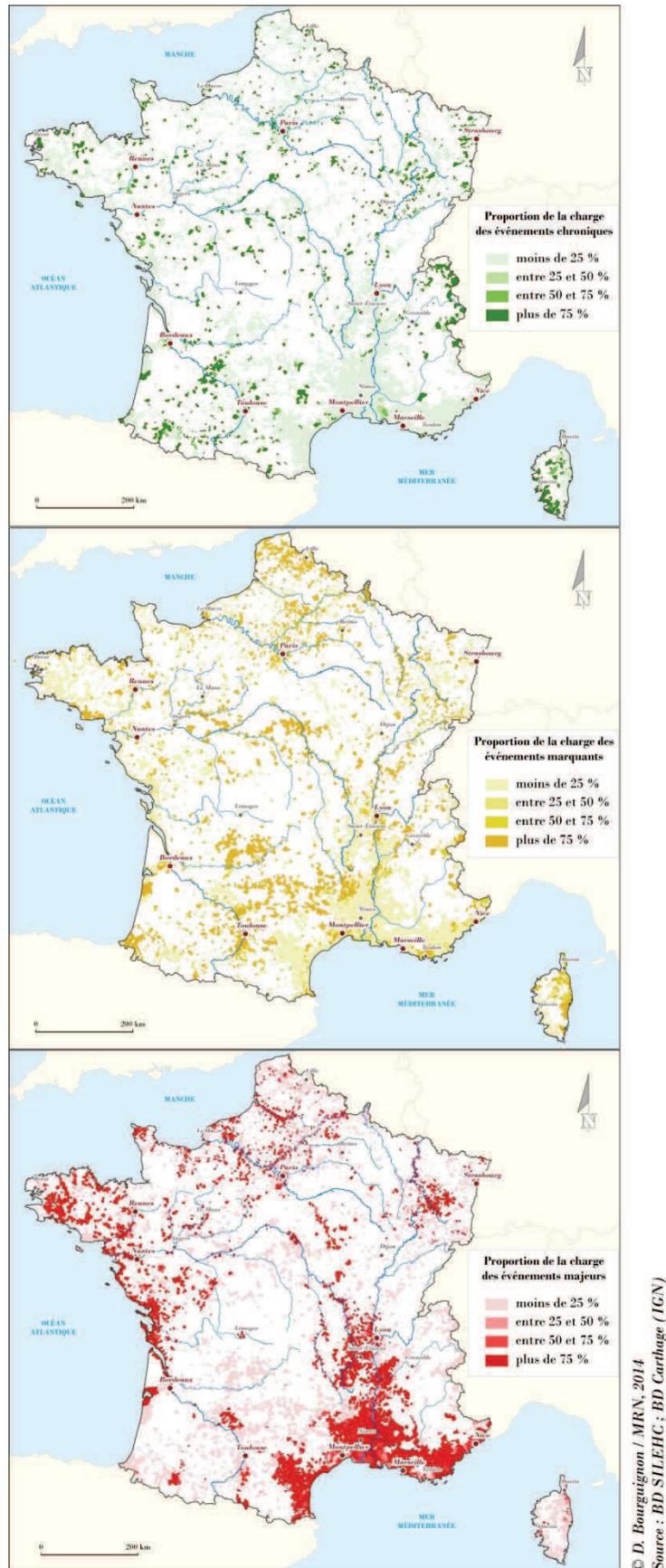
*Exemple de lecture : Une crue rapide impacte en moyenne trois communes lorsque c'est un événement qualifié de « chronique » contre 160 si c'est un événement « majeur ».*

Les événements chroniques impactent en moyenne moins d'une dizaine de communes, les « marquants » plus d'une dizaine et les « majeurs » plus d'une centaine. Toutefois, existe-t-il des zones géographiques plus exposées aux événements « majeurs » ? Les événements « chroniques » surviennent-ils dans les mêmes proportions sur l'ensemble du territoire ?

### 6.1.3. Des inondations chroniques aux majeures : géographie des rapports entre événements et territoires

La répartition géographique des catégories d'événements varie sensiblement selon les territoires, et de façon identique que l'on considère la part des montants indemnisés ou la proportion du nombre d'événement (cf. carte 22 et [annexe 5](#)). Dans certaines communes plus des trois quarts du nombre d'événements et des indemnités CatNat inondations perçues entre 1999 et 2011 concernent des événements « chroniques ». Dans les zones de montagne (Alpes, Corse, etc.) ou à dominante agricole (Lot, Alsace, etc.), cette situation peut s'expliquer par le fait que les phénomènes naturels dommageables ont une faible extension spatiale, une durée limitée et concernent des secteurs peu urbanisés. Par conséquent, ces événements sont peu documentés. À l'inverse, d'autres territoires sont davantage concernés par la survenance d'événements « majeurs », avec une charge associée élevée tels que les régions méditerranéennes<sup>98</sup>. Cette situation est potentiellement due à l'effet des crues à influence cévenoles qui sont à la fois intenses et difficiles à anticiper. De fait, malgré leur fréquence, elles engendrent généralement des coûts importants et suscitent un intérêt médiatique plus élevé. L'extension spatiale de tels événements peut également expliquer leur niveau important de documentation. En effet les crues rapides touchent en moyenne plus de 30 communes par événement, comme le montrent les résultats présentés en [5.3.1.](#)

<sup>98</sup> Le cas du littoral atlantique n'est pas abordé car la prégnance des événements majeurs correspond uniquement à Xynthia.



Carte 22. Proportion de la charge totale indemnisée par catégories d'événements et par commune (période 1999-2011)

*Exemple de lecture : Sur la commune de Nîmes, plus de 75 % de la charge indemnisée au titre des inondations sur la période 1999-2011, concerne des événements « majeurs ».*

Une autre explication peut être l'efficacité de la culture du risque développée par les populations locales. Le risque de fréquence et l'expérience récente de sinistralité a pu inciter à la mise en place, notamment à l'échelle individuelle, de mesures de prévention structurelles et non structurelles. Ainsi, l'acceptabilité du risque pour les événements fréquents et de moindre intensité, peut expliquer l'absence de documentation relative à ces événements. À l'inverse, il est également possible que le faible niveau de prévention tende à transformer certains événements *a priori* « chroniques » en des événements plus dommageables et par conséquent plus documentés.

Dans les régions du nord de la France, les événements « marquants » sont particulièrement représentés et notamment en Île-de-France (environ deux tiers des événements en nombre et en charge). Dans le cas des crues lentes ou remontées de nappes, leur moindre documentation, par rapport aux régions méditerranéennes, peut être liée à la situation hydro-climatique particulière qui implique un caractère plus prévisible et moins intense pour ces événements, malgré leur large extension spatiale. Concernant le ruissellement urbain ou les crues d'orage, ces événements sont potentiellement davantage documentés qu'ailleurs en France. En effet, malgré un nombre de communes relativement faible par événement, l'imperméabilisation des sols sur de plus grandes surfaces, en particulier dans le bassin parisien, implique potentiellement un plus grand nombre de sinistres et une densité plus importante de capitaux assurés.

D'autres secteurs sont concernés par une proportion importante d'événements « marquants ». Dans les régions du sud-ouest par exemple, le caractère moins documenté des crues rapides par rapport au bassin méditerranéen peut être expliqué par une plus faible densité d'enjeux et par une extension spatiale des événements plus limitée. En Loire-moyenne, le niveau de documentation de certains événements peut être lié aux conséquences d'épisodes cévenoles qui surviennent dans le haut bassin de la Loire et de l'Allier, avec une répercussion hydrologique en aval de la Loire quelques jours voire semaines après l'événement.

Selon les territoires, les événements ne sont pas documentés de la même manière. Ces différences peuvent résulter des natures d'aléa elles-mêmes ou des différences de perception des événements. Cela implique par conséquent des objectifs de prévention différents en fonction des territoires. Par exemple en Île-de-France, malgré les efforts consacrés à l'évaluation des conséquences économiques d'une crue centennale de la Seine, la sinistralité récente associée aux nombreux événements documentés de ruissellement urbain, montre la nécessité d'un effort de prévention pour ces inondations fréquentes. Le redimensionnement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales semblerait être une des stratégies adaptées, et potentiellement moins coûteuse que des aménagements de protection calibrés pour des crues rares.

## 6.2. Différences entre événements « majeurs » et « marquants » : études de cas

Cette section a pour but de comparer les dommages observés au sein d'un même territoire suite à plusieurs événements, de manière à relever les différences ou les similitudes entre des événements considérés comme « majeurs » et ceux de moindre importance. Rappelons que les catégories d'événement sont caractérisées selon un degré de documentation. De fait, il est probable que certains événements « chroniques » puissent en réalité être « marquants », parce que nous n'avons pas, le cas échéant, trouvé d'information, alors qu'il en existe potentiellement.

### 6.2.1. Le cas de crues rapides dans le Var : comparaison entre l'événement de juin 2010 et celui de septembre 2006

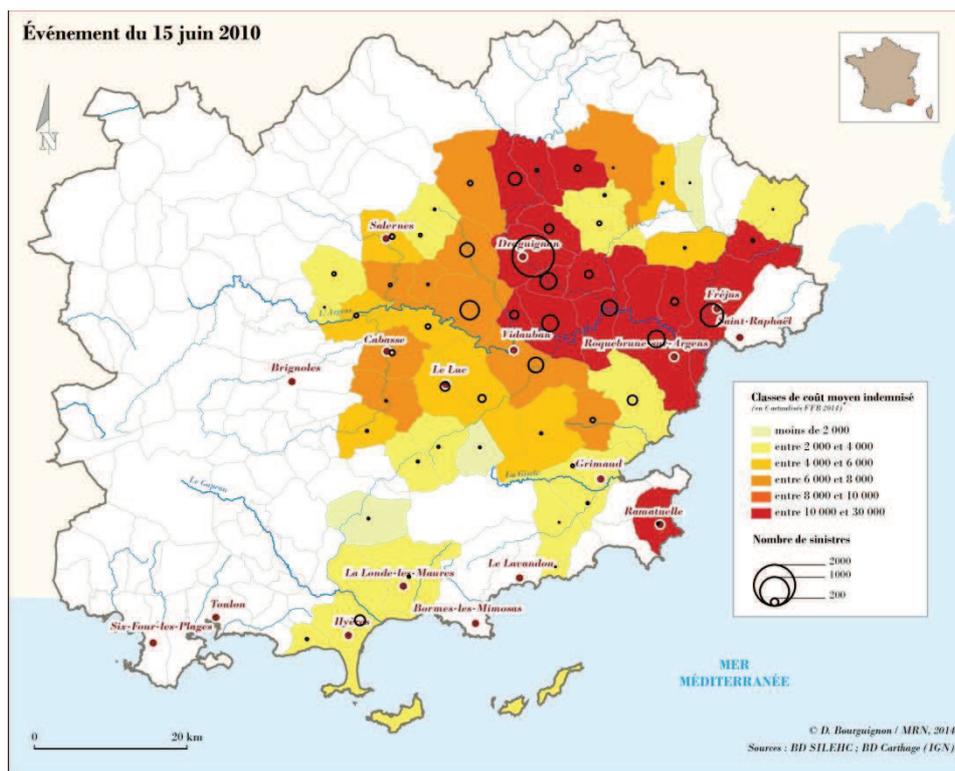
Cette section vise à analyser la distribution des dommages pour l'événement de juin 2010 et pour celui de septembre 2006, tous deux survenus dans le Var. L'objectif de cette étude comparée est de voir, dans le cas de crues à cinétique rapide, s'il existe des différences et/ou des similitudes en termes de sinistralité entre un événement considéré comme « majeur » (celui de 2010) et un autre, que nous avons qualifié de « marquant », qui n'a pas fait l'objet d'enquête spécifique de la part du secteur de l'assurance contrairement au précédent.

L'événement survenu dans le Var en juin 2010 est l'un des événements « majeurs » les plus documentés de notre échantillon (Collombat, 2010 ; Martin, 2010 ; *etc.*). Il est consécutif à des précipitations brèves mais de très forte intensité, centrées sur l'est du département et bloquées entre le littoral et les reliefs des Plans de Provence. Les précipitations ont atteint jusqu'à 400 mm en 24 heures aux Arcs d'après Météo France, et ont provoqué des submersions généralisées par ruissellement. L'IRSTEA (ex-Cemagref) estime que la période de retour hydrologique de l'événement se situe entre 100 ans et 250 ans, de l'amont à l'aval du bassin (Lang et *al.*, 2010). 25 personnes sont décédées (Collombat, 2010) et le coût des dommages assurés a été estimé à environ 1 milliard d'euros par la FFSA (2010).

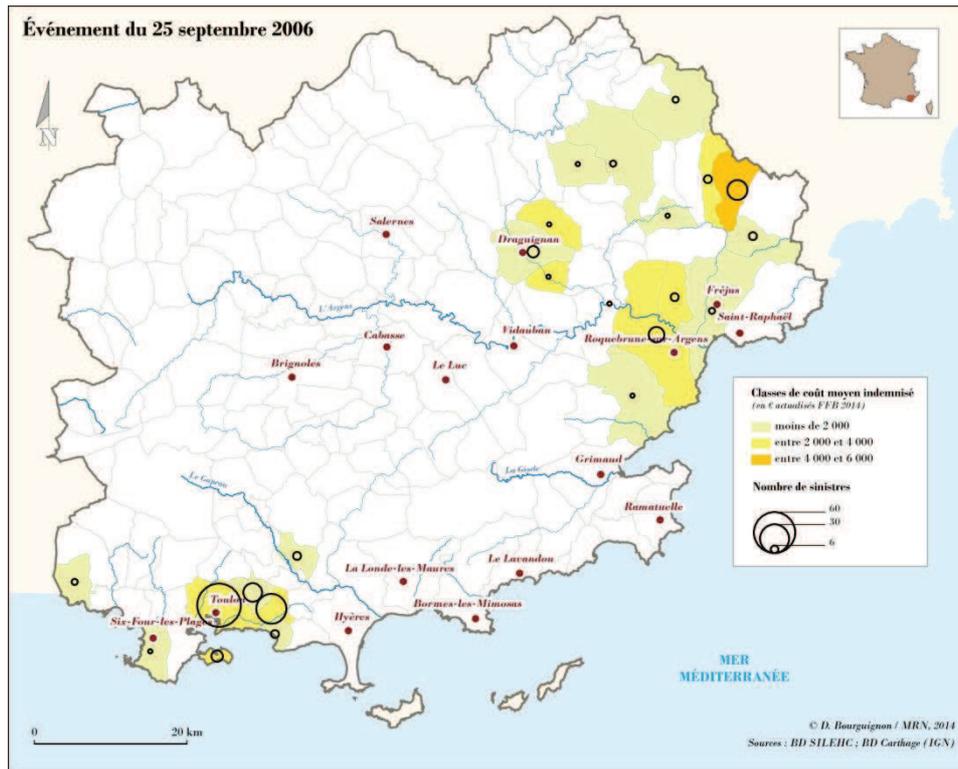
L'événement du 24 septembre 2006 est caractérisé par deux cellules orageuses, l'une centrée sur Toulon et l'autre située dans l'est du département entre Mons et Draguignan. Les inondations se sont traduites, comme pour juin 2010, par des phénomènes de débordement, de type ruissellement et de coulées de boue, consécutifs à des épisodes pluvieux intenses. Toutefois l'intensité du phénomène est bien moindre avec des cumuls maximaux inférieurs à 150 mm en 24 heures (au niveau de Toulon et dans l'est du département).

La principale différence entre l'événement majeur de 2010 (*cf.* carte 23) et celui de 2006 (*cf.* carte 24) est le nombre de communes impactées. Il y en effet trois fois moins de communes déclarées CatNat en 2006 qu'en 2010, ce qui confirme la plus grande emprise spatiale des

événements majeurs par rapport aux autres. Autrement dit, il existe une corrélation entre l'intensité des phénomènes et la superficie des territoires impactés (Neppel et al., 1998). Ensuite, la « morphologie » des événements est dissemblable puisque dans le cas de 2010 les communes impactées sont regroupées contrairement à 2006 où elles sont plus dispersées, ce qui traduit les emplacements des cellules orageuses. En effet, en juin 2010 la concentration de valeurs élevées en termes de coûts moyens et de nombre de sinistres laisse penser que les communes impactées étaient au cœur du système convectif. À l'inverse, en 2006, les sinistres peuvent résulter d'une activité orageuse moins intense.



Carte 23. Inondations de juin 2010 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune



Carte 24. Inondations de septembre 2006 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune

On constate pour l'événement de 2010 qu'il existe une relation entre le nombre de sinistres et les coûts moyens, avec une diminution de l'intensité des dommages à mesure que l'on s'éloigne des zones les plus sinistrées (autour de Draguignan). Il est probable que cette distribution concentrique des sinistres soit caractéristique des épisodes de ruissellement, où l'événement météorologique se confond avec l'événement hydrologique.

Le nombre moyen de dossiers sinistres par commune pour 2010 est six fois supérieur à celui de 2006 (cf. tableau 17). La distinction entre « majeurs » et « marquants » semble d'autant plus justifiée, que les coûts moyens en 2010 surpassent largement la moyenne nationale (8 500 euros) alors qu'ils sont nettement inférieurs en 2006.

	Événement de juin 2010	Événement de septembre 2006
Nombre moyen de sinistres particuliers par commune	120	16
Coût moyen pour un particulier	13 000 €	4 600 €

Source : BD SILEHC

Tableau 17. Comparaison du nombre et des coûts des sinistres pour les événements de 2010 et 2006

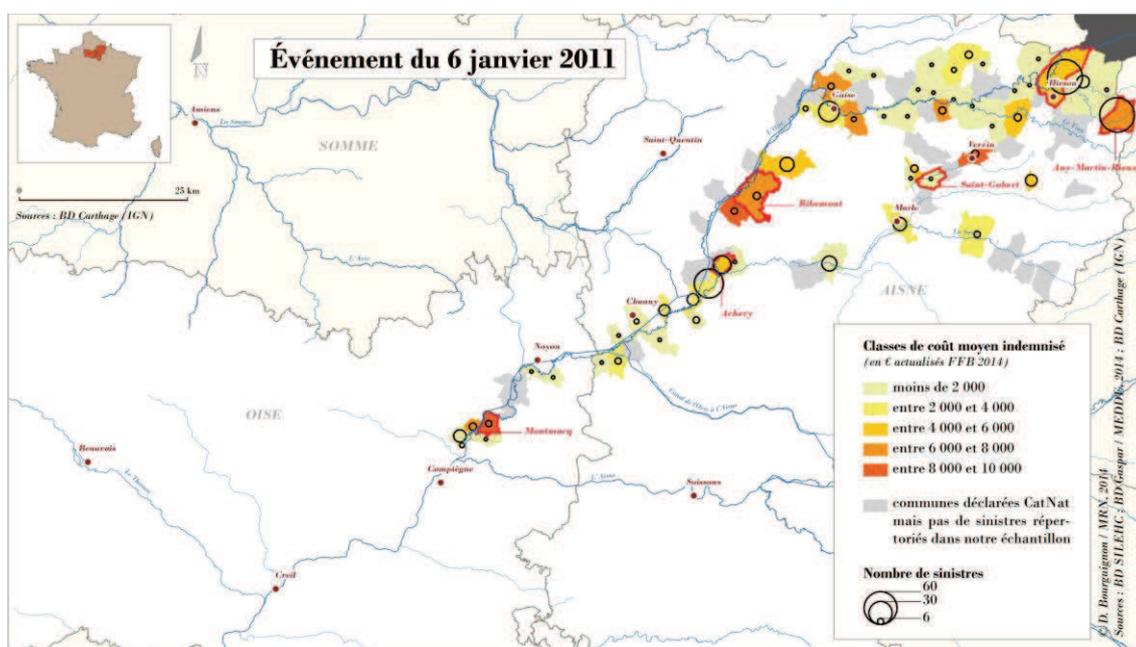
En 2010, la logique concentrique de la sinistralité laisse supposer que les conséquences dommageables de l'événement « majeur » s'expliquent principalement par des paramètres

d'aléa. À l'inverse, pour l'événement de 2006 il ne semble pas y avoir de relation entre le phénomène naturel et le niveau des dommages, ce qui peut signifier que la sinistralité traduit potentiellement davantage la vulnérabilité des enjeux, telle que leur standing ou leur degré de protection.

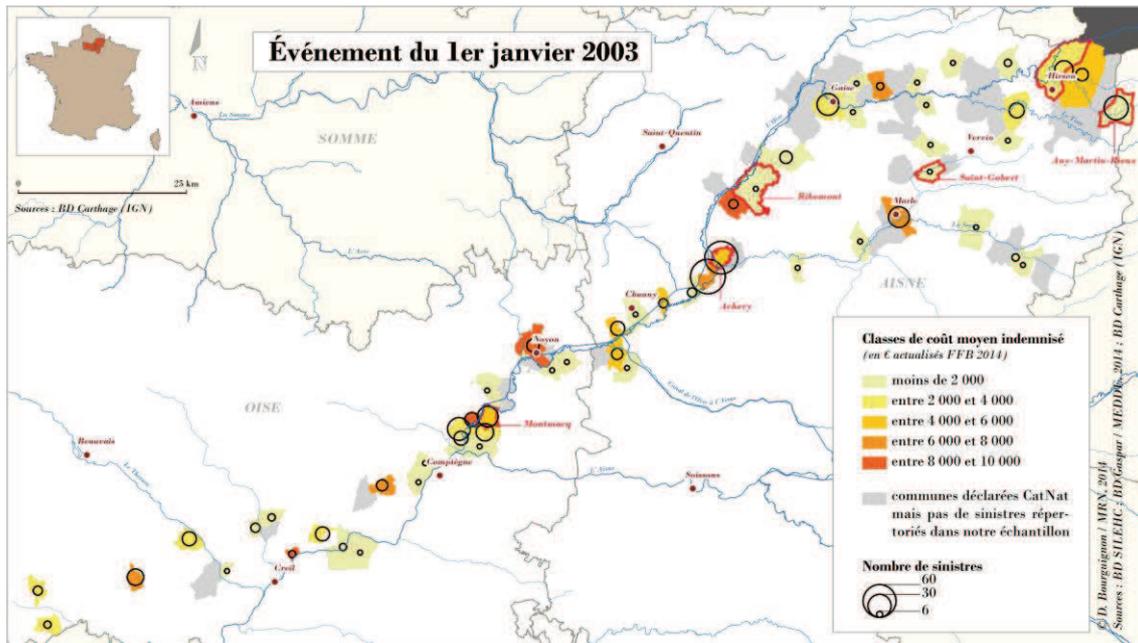
Au-delà du cas particulier des crues rapides, retrouve-t-on ces mêmes différences entre événement « majeur » et « marquant » dans un contexte géographique différent et pour un autre type d'aléa ?

### 6.2.2. Le cas de crues de plaine dans l'Oise : comparaison entre l'événement de janvier 2011 et celui de 2003

Ces deux exemples d'inondations hivernales par débordement montrent que les différences entre événement « majeurs » et « marquants » sont moins évidentes pour ce type d'aléa que dans le cas des crues rapides du Var que nous venons d'évoquer (cf. cartes 25 et 26).



Carte 25. Inondations de janvier 2011 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune



Carte 26. Inondations de janvier 2003 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune

L'événement « majeur » de janvier 2011 est caractérisé par une crue « exceptionnelle » de l'Oise, ayant provoqué des dommages essentiellement dans la partie amont du bassin. Les inondations sont consécutives à la conjonction de deux phénomènes : la fonte d'un important manteau neigeux en amont du cours d'eau (entre 50 et 60 cm) causé par un réchauffement brutal (hausse des températures de 12°C entre le 6 et le 7 janvier) et la survenance d'un épisode pluvieux intense au niveau d'Hirson (près de 80 mm en 24 heures) (De Bruyn *et al.*, 2011). D'après le Service de Prévision des Crues de l'Oise et de l'Aisne (SPC-OA), la crue s'est propagée jusqu'à la confluence de l'Aisne en huit jours. Sa période de retour, en termes de débits, est estimée à 100 ans. Les dégâts ne sont pas aussi importants que pour les crues du Var en 2010, mais la FFSA a tout de même évalué à plus de 40 millions d'euros courants le montant des dommages assurés.

Les inondations de janvier 2003, survenues sur le même territoire, ne sont pas considérées comme « majeures », mais sont relativement bien documentées. Selon un rapport du directeur du Centre départemental de documentation pédagogique de l'Oise (CDDP) (Bonnard, 2009), cet événement a été déclenché par la conjugaison de précipitations hivernales soutenues et de la non-absorption de l'eau due au gel des sols. D'après l'EPRI de l'unité Vallées d'Oise<sup>99</sup> la période de retour hydrologique de la crue se situe entre 10 et 50 ans. Par ailleurs, le SPC-OA précise qu'en termes de hauteurs d'eau enregistrées à Hirson, la crue de 2003 est l'une des plus importantes (3,6 mètres), après celle de 2011 (4,15 mètres) et 1993 (4,10 mètres).

<sup>99</sup> [http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG\\_/pdf/EPRI-Vallées-d'Oise\\_Vpublic\\_cle273277-1.pdf](http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG_/pdf/EPRI-Vallées-d'Oise_Vpublic_cle273277-1.pdf).

Pour chacun des événements environ 60 communes ont été déclarées CatNat, dont la moitié est concernée par les deux inondations. De même, ils sont caractérisés par une dispersion des sinistres le long des principaux cours d'eau. L'extension spatiale, en nombre de communes et en répartition géographique, n'apparaît donc pas comme un critère de distinction entre événement « marquant » et « majeur » dans ce cas. Cette logique de répartition de l'amont vers l'aval montre l'influence du débordement « lent » de l'Oise et de ses affluents. Dans le cas d'épisodes de ruissellement ou de crue d'orage, les sinistres auraient probablement été plus regroupés.

Dans les deux cas, c'est l'amont du bassin, de Hirson jusqu'à la confluence avec la Serre, qui concentre les principaux dommages. Par ailleurs, plus en aval et au niveau de chaque confluence entre l'Oise et ses principaux affluents, certaines communes enregistrent un nombre relativement important de sinistres et des coûts moyens élevés. Toutefois, ces coûts moyens sont généralement en dessous de la moyenne nationale d'environ 8 500 euros (cf. tableau 18), y compris pour l'événement dit « majeur ». D'autre part, les écarts-types entre coûts moyens sont bien moindres que dans les deux cas de crues rapides étudiés précédemment. Au regard des coûts moyens et du nombre de sinistres, il est difficile de mettre en avant des facteurs discriminants entre événements « majeurs » et « marquants » pour ces deux cas de débordement.

	Événement de janvier 2011	Événement de janvier 2003
Nombre moyen de sinistres particuliers par commune	7	5
Coût moyen pour un particulier	4 900 €	4 800 €

Source : BD SILEHC

Tableau 18. Comparaison du nombre et des coûts des sinistres pour les événements de 2011 et 2003

Une étude statistique permet d'aller plus loin dans la comparaison entre ces deux cas. Ainsi, les régressions linéaires effectuées sur les deux événements ont permis de définir une relation affine en termes de coûts moyens ( $R^2 = 32\%$ ) et de nombre de sinistres ( $R^2 = 54\%$ ). Selon les résultats du modèle, le nombre de sinistres estimé par commune en 2011 est 1,5 fois plus élevé qu'en 2003, ce qui suggère qu'un événement « majeur » impacte plus d'enjeux qu'un événement « marquant ». En revanche, les coûts moyens estimés sont inférieurs pour l'événement « majeur » (30 % de moins qu'en 2003).

Les analyses effectuées sur les résidus font ressortir cinq communes : d'une part Achery, Any-Martin-Rieux et Hirson au titre du nombre de sinistres et d'autre part Ribemont et Saint-Gobert au titre des coûts moyens. En effet, Any-Martin-Rieux et Hirson sont les deux communes qui comptent le plus de sinistres en 2011, dont le nombre est respectivement quatre et six fois supérieur par rapport en 2003. L'augmentation de la sinistralité de ces communes en 2011 pourrait s'expliquer par leur localisation en amont du bassin, là où le phénomène a été le plus intense. Une seconde hypothèse pourrait être une plus forte

urbanisation sur ces secteurs entre les deux dates. À l'inverse, pour la commune d'Achery, le nombre de sinistres est 1,5 fois moins élevé en 2011. La commune, située plus à l'aval à la confluence de l'Oise et de la Serre, a pu être soumise à une crue de moindre importance (absence de concomitance des pics de crues entre les deux cours d'eau par exemple). Par ailleurs, il est possible que des mesures de prévention aient été mises en place entre 2003 et 2011. Certaines dernière hypothèse est également valable dans le cas de la commune de Ribemont, où le coût moyen a diminué de 30 % entre 2003 et 2011.

Deux communes, Ribemont et Saint-Gobert localisées en amont, respectivement sur l'Oise et l'un de ses affluents (La Brune), présentent des coûts moyens en 2011 sensiblement différents des valeurs estimées. Pour Ribemont, le coût moyen observé en 2003 était le plus élevé de toutes les communes, et son coût moyen a fortement baissé en 2011, ce qui pourrait résulter de l'influence de dommages particulièrement importants enregistrés sur un ou plusieurs enjeux. De la même façon pour Saint-Gobert, il est probable que la forte augmentation des coûts moyens en 2011 résulte de l'influence d'un ou plusieurs enjeux.

Au regard des deux modèles de régression linéaire utilisés, il n'a pas été possible d'établir une différenciation objective entre événements « majeurs » et « marquants », à partir des critères de nombre de sinistres et de coûts moyens. En effet, comment justifier que le premier soit considéré comme « majeur », alors que le second n'a fait l'objet d'aucune enquête de la part de la CCR ou de FFSA-GEMA ? Il est probable que le contexte médiatique et politique influent largement sur la perception de la notion d'événement dommageable.

### 6.2.3. *L'influence des médias sur la perception des catastrophes*

À l'échelle du marché de l'assurance, la décision de mener ou non une enquête suite à une catastrophe naturelle n'est pas fondée sur des critères objectifs, mais sur un « ressenti ». En effet, puisqu'il est difficile d'obtenir des éléments factuels peu de temps après l'événement (nombre de victimes, coûts des dommages, intensité du phénomène naturel, *etc.*) ce sont souvent les réactions politiques et médiatiques qui incitent la profession à considérer certains événements comme « majeurs ». Ainsi, d'après l'étude de notre échantillon d'événement, on constate que le degré de documentation relatif à une catastrophe naturelle n'est pas toujours proportionnel à son coût réel.

Même si les dix événements les plus coûteux recensés dans notre base de données sont bien considérés comme « majeurs », il existe des cas où des événements « marquants » voire « chroniques » sont plus dommageables que certains « majeurs » (*cf. figure 58*). Rappelons toutefois que si nous disposions de données plus représentatives du marché, certains événements « majeurs » seraient potentiellement mieux représentés.

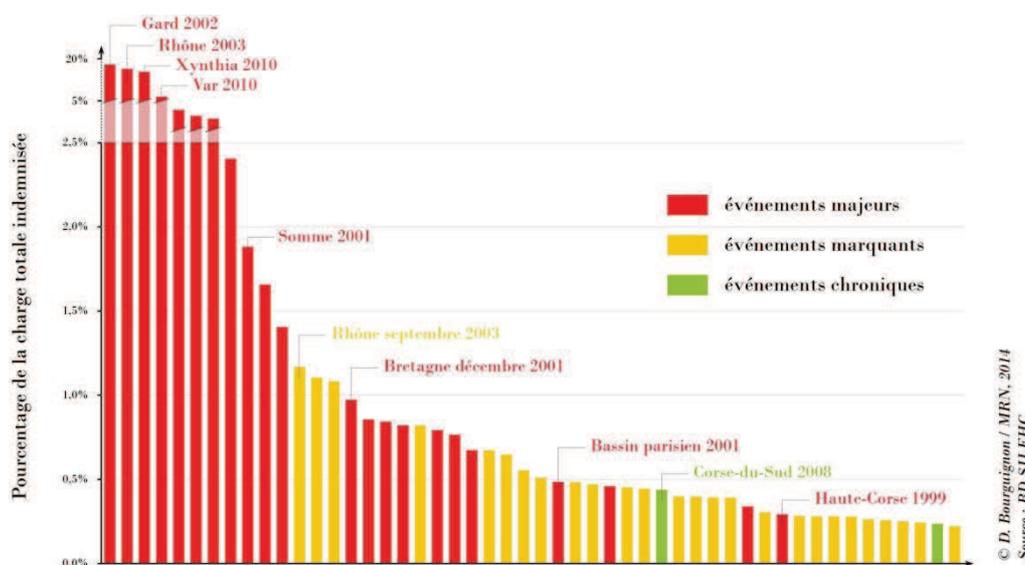


Figure 58. Distribution des 50 événements les plus coûteux de l'échantillon

*Exemple de lecture : L'événement survenu dans le Gard en septembre 2002 est l'événement le plus coûteux de l'échantillon. Il représente à lui seul 20 % de la charge totale indemnisée en CatNat sur la période 1999-2011.*

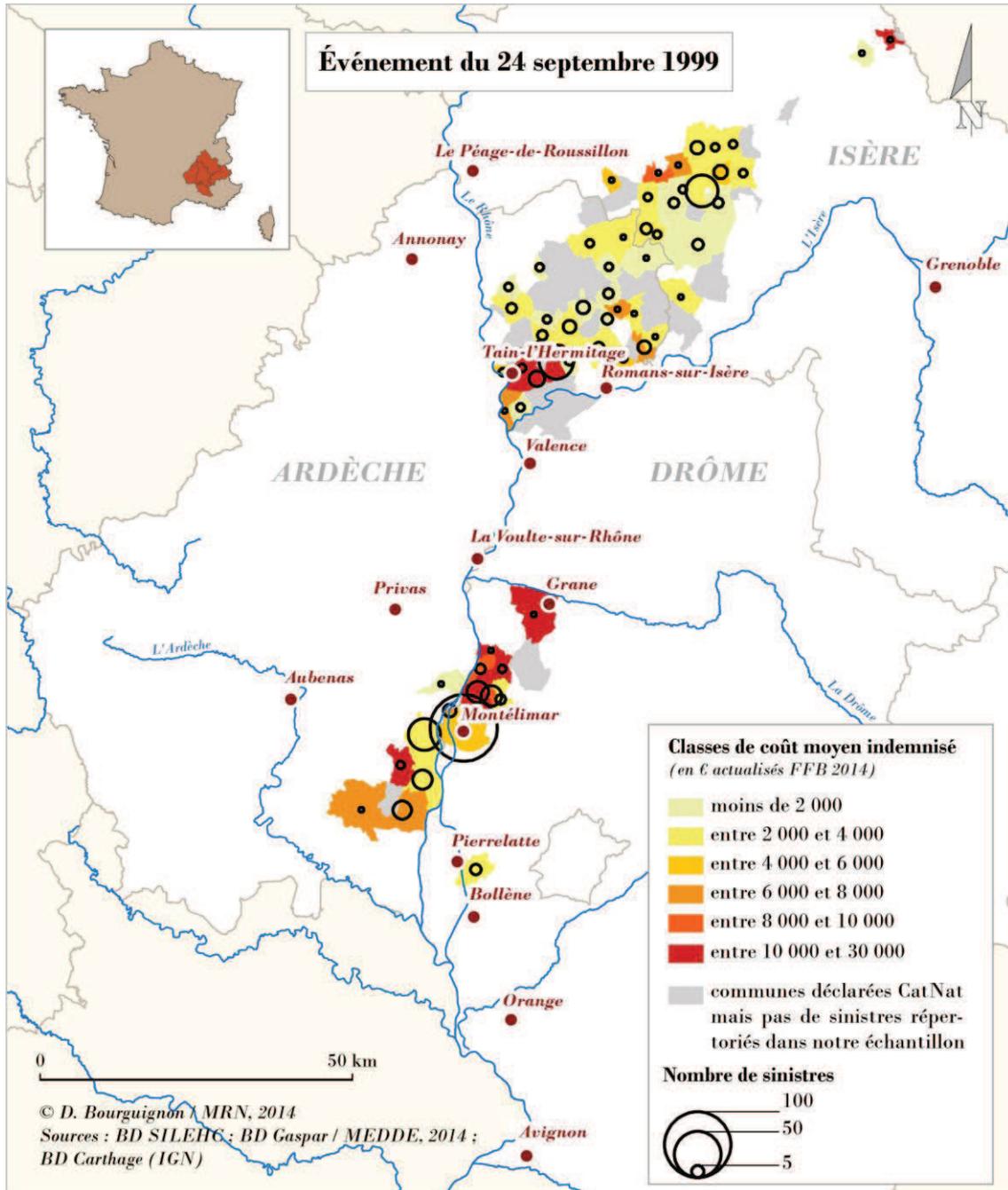
La comparaison des événements survenus en région Rhône-Alpes le 24 septembre 1999 et le 15 novembre 2002 permet d'illustrer l'évolution de la perception des catastrophes, notamment à cause d'effets de « masques » médiatiques.

Les inondations du 24 septembre 1999, considérées comme « majeures », sont la traduction d'un phénomène cévenol classique, à savoir de très forts cumuls de pluie (220 mm en 48 heures à Montélimar et 240 au nord du département) provoquant des crues rapides principalement sur les cours d'eau de petits bassins versants à forts reliefs. Les périodes de retour hydrologiques de l'événement sont comprises entre 30 et 100 ans et son coût est estimé à 11 millions d'euros à l'échelle du marché selon les informations fournies par la CCR sur son site Erisk<sup>100</sup>. La répartition des sinistres par commune permet de distinguer les deux zones principalement touchées par les orages : la zone frontalière entre l'Isère et le nord de la Drôme ainsi que les environs de Montélimar, plus au sud (cf. carte 27). Au total, 122 communes ont été déclarées CatNat et nous disposons d'information sur la sinistralité pour 75 d'entre elles. Peu de communes ont des coûts moyens supérieurs à 10 000 euros et le nombre de sinistres par commune est généralement inférieur à dix, avec un maximum d'environ 100 dossiers à Montélimar.

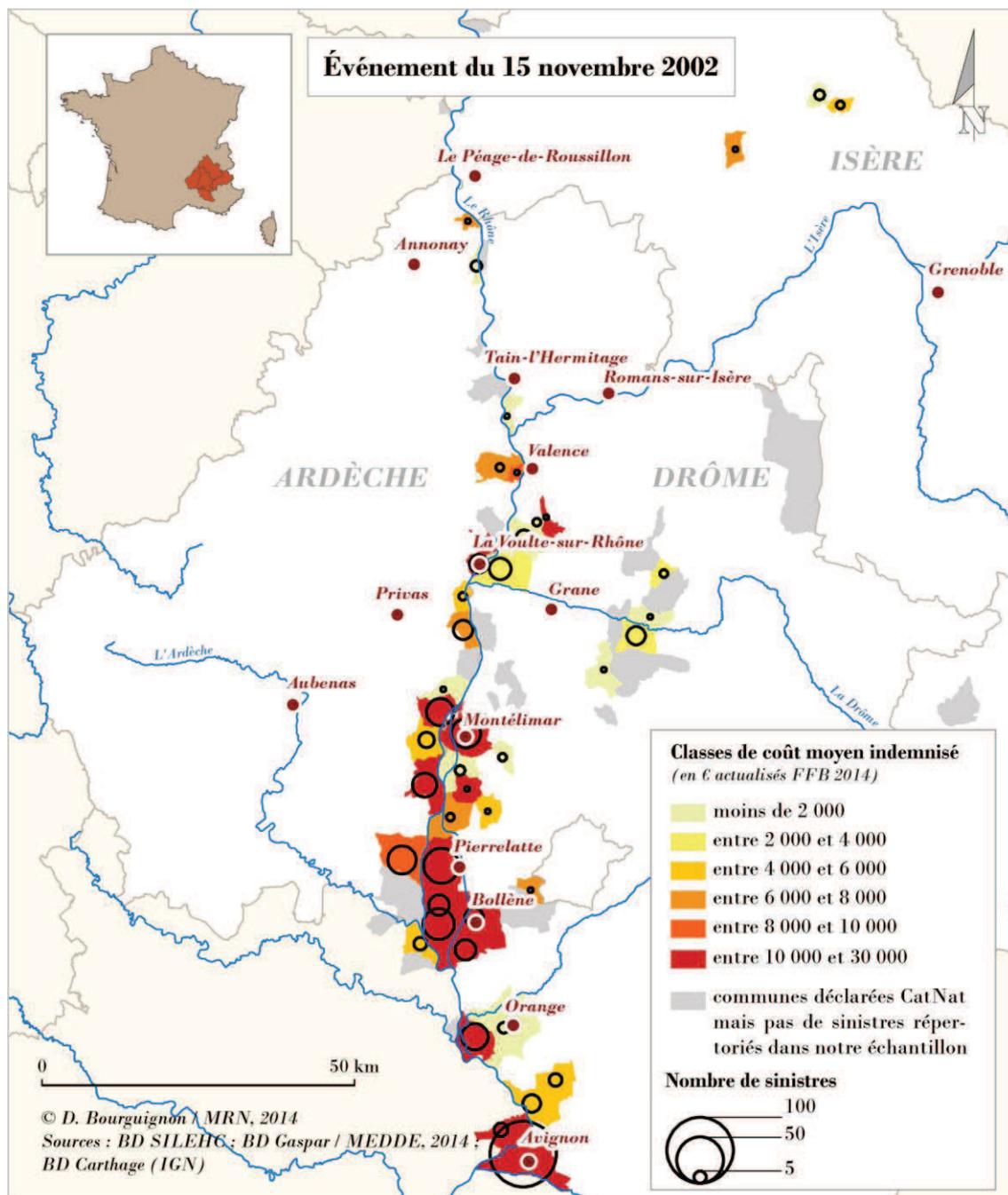
Les crues du 15 novembre 2002 ont été de même nature, avec des périodes de retour de débit estimées à 50 ans entre Montélimar et Bollène (MEDDM / CDEDD, 2009). Les cellules orageuses à l'origine des inondations étaient centrées sur la Drôme moyenne (206 mm relevés

<sup>100</sup> <https://erisk.ccr.fr/faces/erisk-autres-description-synt-inondation.jsp>

par Météo France à Piégros-la-Clastre, à l'est de Grane). Le nombre de déclaration en CatNat s'élève à 92 et nous disposons de données de sinistralité pour 62 de ces communes (cf. carte 28). La principale différence avec l'événement de 1999 vient du nombre plus important de sinistres en aval (20 en moyenne par commune) et par des coûts moyens souvent supérieurs à 10 000 euros.



Carte 27. Inondations de septembre 1999 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune



Carte 28. Inondations de novembre 1999 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune

Au vu des différences entre les deux événements, nous sommes en mesure de nous demander pourquoi celui de 1999 a-t-il fait l'objet d'une enquête par la profession de l'assurance alors que celui de 2002, *a priori* plus dommageable, n'a pas été considéré comme « majeur » ?

D'abord, l'événement de 1999 est la première véritable catastrophe naturelle d'ampleur de l'année, il a donc bénéficié d'une couverture médiatique importante. Les inondations de l'Aude et les tempêtes Lothar et Martin, beaucoup plus dommageables, ne sont intervenus

respectivement qu'en novembre et décembre. Par ailleurs, aucun autre fait important d'actualité n'était susceptible de « masquer » l'événement.

Dans le cas de 2002, deux raisons peuvent expliquer que l'événement de novembre n'a pas été considéré comme « majeur ». D'abord, les inondations du Gard, qui, en plus d'avoir fait 23 victimes, sont à ce jour les plus coûteuses de l'histoire du régime CatNat (environ 1,2 milliards d'euros selon la FFSA), sont survenues deux mois avant celles de la Drôme. De fait, la profession était encore focalisée sur l'événement du Gard, considérant celui de novembre comme « mineur ». Ajoutons que la succession de catastrophes très médiatisées entre 1999 et 2002 (Aude, Bretagne, Somme, Gard, ...) a probablement contribué à augmenter le seuil à partir duquel la profession estime qu'un événement est « majeur ».

Ensuite, les inondations de novembre 2002, intervient deux jours après le naufrage du pétrolier « Prestige », à l'origine d'une des pires marées noires survenue sur les côtes atlantiques européennes. La situation s'est donc traduite par un effet de « masque » médiatique, reléguant au second plan les inondations.

Finalement, la comparaison des inondations de la Drôme en 1999 et en 2002 permet de mettre en lumière l'influence du contexte médiatique sur la perception de la gravité des catastrophes, qui peut être responsable d'un appauvrissement des connaissances sur les conséquences économiques de certains événements.

### 6.3. Études de cas sur les événements chroniques et hors CatNat

La commission interministérielle CatNat accorde la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle lorsqu'elle considère que l'intensité de l'aléa à l'origine des dommages, a dépassé un seuil « anormal ». L'objectif de cette section est de vérifier si il existe une logique, suite à un événement dommageable, entre les communes bénéficiant d'un arrêté CatNat et les autres, qui, pourtant, peuvent également être sinistrées. Nous dresserons dans un premier temps le profil des événements « chroniques », avant, dans un deuxième temps, de caractériser les limites entre les événements CatNat et ceux ne bénéficiant pas de cette reconnaissance.

#### 6.3.1. Profils des événements « chroniques »

Les événements « chroniques » sont en grande majorité consécutifs à des crues d'orage ou des épisodes de ruissellement urbain et concernent l'ensemble du territoire. Toutefois, certains secteurs géographiques semblent davantage exposés que d'autres à ces « petits événements », comme en atteste le tableau 19 qui compare les profils d'événements « chroniques » pour nos cinq sites d'études.

	Aude	Oise	Seine aval	Var	Zorn
Nombre d'événements chroniques	7	8	22	9	21
Part d'événements chroniques sur le total	30 %	26 %	56 %	25 %	70 %
Nombre moyen de commune	2	3	3	2	4
Nombre moyen de sinistres particuliers	7	13	11	40	14
Nombre moyen de sinistres professionnels	2	2	7	14	2
Coût moyen pour un particulier	15 000 €	2 000 €	4 300 €	4 500 €	3 200 €
Coût moyen pour un professionnel	30 000 €	7 000 €	6 000 €	6 300 €	8 500 €

*En rouge : Manque de représentativité*

Source : BD SILEHC

Tableau 19. Comparaison des profils d'événements « chroniques » en fonction des terrains d'études

Alors que pour la plupart des sites étudiés les événements « chroniques » représentent entre 25 et 30 %, le territoire de la Seine aval et le bassin de la Zorn sont majoritairement impactés par ce type d'événement. D'après les témoignages recueillis lors de nos réunions sur ces deux terrains, les acteurs locaux estiment que cette situation n'est pas liée à une hausse de la fréquence des phénomènes naturels, mais à une plus grande sensibilité des sols à l'érosion, due aux pratiques agricoles. En effet la tendance à l'expansion des grandes cultures et donc à la suppression de haies ou de « couronnes vertes » semble entraîner une aggravation des écoulements, car les sols ne sont pas retenus (coulées de boues) (Meyer, 2001).

Le nombre moyen de communes impactées par un événement « chronique », est compris entre deux et quatre communes. En revanche, le nombre moyen de sinistre varie sensiblement selon les territoires. Dans le Var, par exemple, en moyenne 40 particuliers sont sinistrés suite à un « petit événement », soit deux à trois fois plus que pour les autres régions. Cette situation peut notamment s'expliquer par une plus grande pression démographique dans les zones à risques. Le constat est similaire pour le nombre de contrats professionnels sinistrés. Par ailleurs, les coûts moyens restent relativement faibles selon les territoires, puisqu'ils varient entre 2 000 et 4 500 euros pour les particuliers et entre 6 000 € et 8 500 € pour les professionnels<sup>101</sup>. Le nombre de sinistres relatifs à des événements « chroniques » dans l'Aude n'est pas suffisamment représentatif pour en tirer des conclusions.

<sup>101</sup> Pour rappel, les moyennes nationales de l'échantillon sont égales à 8 500 euros pour les particuliers et 32 500 euros pour les professionnels.

### 6.3.2. Quelles différences entre un sinistre CatNat et hors CatNat ?

Suite à une inondation dommageable, les communes impactées peuvent ou non bénéficier d'un arrêté de catastrophe naturelle. Il existe donc deux situations possibles : soit l'ensemble des communes qui compose le périmètre de l'événement sont déclarées CatNat, soit seules quelques communes sur l'ensemble bénéficient d'un arrêté. Dans ce dernier cas, les sinistres hors « CatNat » sont considérés généralement comme du dégât des eaux, ce qui peut laisser penser, comme évoqué dans la section 4.1.1., qu'ils sont très peu coûteux, spatialement dispersés et qu'ils représentent un faible nombre de sinistres.

Le nombre de communes non déclarées CatNat suite à un événement est toujours majoritaire, mais diminue selon la gravité de l'événement (*cf.* tableau 20). Ainsi, pour tous types d'aléas, lorsqu'un événement « chronique » survient, entre 15 et 5 % des communes impactées sont déclarées CatNat, autour de 25% pour un événement « marquant » et environ 35% pour un événement « majeur ».

	Majeur	Marquant	Chronique
Crue lente et remontée de nappe	66 %	59 %	-
Crue rapide	65 %	75 %	93 %
Débordement et ruissellement	54 %	74 %	96 %
Ruissellement urbain et crue d'orage	63 %	77 %	85 %

Source : BD SILEHC

Tableau 20. Part des communes non CatNat par type d'aléa et par catégorie d'événement

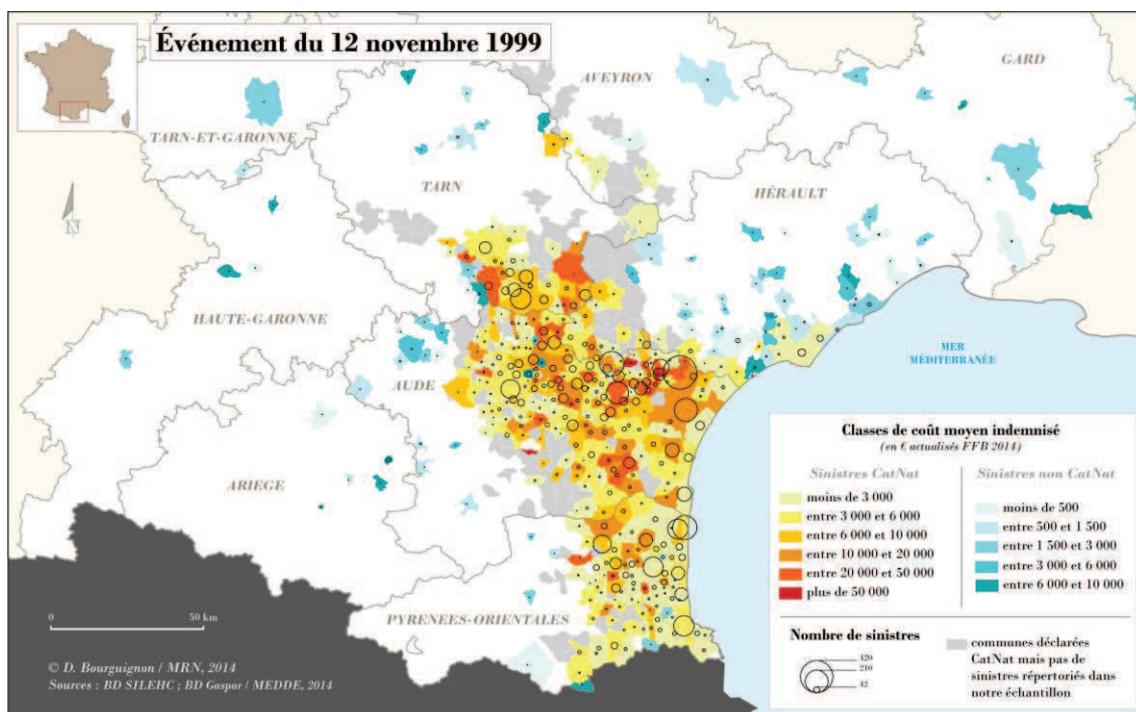
Toutefois, comme l'on rappelé récemment certains géographes (Douvinet, 2006 ; Gérin, 2011 ; Vinet, 2012 ; André, 2013), le seuil de reconnaissance du caractère « anormal » d'un agent naturel, au vu de la déclaration CatNat, est discutable. En effet, dans le cas des inondations, la période de retour décennale est un critère théorique qui ne semble pas cohérent avec la réalité des sinistres observés. Par exemple, comment justifier statistiquement que sur la commune d'Antibes plus de 30 arrêtés CatNat inondation aient été déclarés depuis 1982, soit environ un par an ?

Par ailleurs, la période de retour décennale de l'événement se réfère aux cumuls de précipitations et non aux débits, dès lors, comment sont considérées des communes sinistrées, situées en aval d'un bassin, mais qui n'ont pas connues d'épisode pluvieux ?

L'état de catastrophe naturelle a été refusé, par exemple, à la commune de Sommières (Gard) en 2009, car d'après le préfet « il ressort du rapport météorologique que les précipitations survenues du 02 au 03 février 2009 ne présentent pas une durée de retour supérieure au seuil minimum requis » (*cf.* Annexe 6). Or, selon la municipalité, la commune a connu d'importants dégâts consécutifs au débordement du Vidourle. D'après la BD SILEHC le coût moyen de cet événement hors CatNat, pour un particulier, est d'environ 3 000 euros.

La carte 29 montre la répartition spatiale des sinistres CatNat et Non CatNat, pour les particuliers, lors de l'événement « majeur » du 12 novembre 1999. Elle permet de confirmer certaines de nos hypothèses à savoir :

- Les sinistres non CatNat ont globalement des coûts moyens beaucoup plus faibles que les sinistres CatNat. Pour les particuliers : en moyenne 4 500 euros par sinistres non CatNat contre 12 500 par sinistres CatNat ;
- Le nombre de dossier sinistres (particuliers) dans les communes non déclarées CatNat est également bien inférieur à celui des communes déclarées CatNat (environ 300 contre 6 000) ;
- Les sinistres non CatNat ne sont pas concentrés sur une zone en particuliers mais dispersés, en périphérie des communes déclarées CatNat. Cette dispersion semble être corrélée avec l'intensité des cumuls de pluie.



Carte 29. Comparaison des sinistres CatNat et non CatNat, pour les particuliers, pour l'événement de novembre 1999 dans l'Aude

Globalement ces différences notables entre sinistres CatNat et non CatNat corroborent l'hypothèse que les dommages consécutifs à des épisodes météorologiques, non indemnisés dans le cadre du régime CatNat, sont le fait de désordres mineurs tels que : de l'infiltration en toiture, du ruissellement, du débordement de cours d'eau d'intensité « non anormale » (en dessous du seuil décennal), de la saturation/refoulement de réseaux d'assainissement, etc. Toutefois, il existe certains cas de communes situées dans le « foyer » de l'événement, qui ne sont pas déclarées CatNat alors que le coût moyen des sinistres est élevé. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette situation :

- La méthode de rattachement des sinistres à l'événement n'a pas fonctionné pour certaines communes, notamment le critère de sélection à plus ou moins trois jours. Par exemple : l'assuré a pu déclarer que le jour de survenance du sinistre était le 20 novembre, auquel cas notre méthode automatique, qui recherchait entre le 09 et le 19 (plus ou moins trois jours entre le 12 et le 16) n'a pas trouvé de correspondance ;
- Ponctuellement, l'intensité des phénomènes naturels peut ne pas avoir atteint le seuil nécessaire pour que la commune concernée soit déclarée CatNat. Ce dernier cas correspond à la situation de la commune de Sommières en 2009 que nous avons évoqué précédemment et pose la question du caractère à la fois arbitraire, dans sa dimension aléa centrée, et subjectif du seuil de déclaration CatNat ;
- Ce n'est pas le cas pour les inondations 1999, mais pour les événements postérieurs à 2001, certains maires dont la commune était potentiellement sous la menace d'une modulation des franchises des assurés, n'ont pas fait la demande de déclaration CatNat pour ne pas pénaliser leurs administrés ;

Par ailleurs, il existe également des cas où des communes isolées connaissent des coûts importants, mais ne sont pas déclarées CatNat à cause, justement, du fait qu'elles sont trop éloignées du « foyer » de l'événement. Inversement, certaines communes relativement peu sinistrées semblent bénéficier d'arrêtés CatNat par « effet de groupe ». La distinction entre CatNat et hors CatNat n'est toutefois pas anodine. D'ailleurs, de plus en plus de sociétés d'assurance cherchent à établir une limite plus objective entre les deux garanties que sont les CatNat et les événements d'inondations hors CatNat.

### 6.3.3. *Vers un zonier inondation hors CatNat ?*

Certaines compagnies du marché ne disposent pas de garantie « inondation hors CatNat ». En effet, les sinistres provoqués par le débordement d'un cours d'eau ou par un épisode de ruissellement, qui n'entrent pas dans le cadre d'une indemnisation CatNat, sont souvent considérés, par défaut, en tant que dégât des eaux. Le problème vient du fait que si, globalement, tous les assurés sont exposés de la même manière aux aléas communs couverts par la garantie dégâts des eaux (infiltration d'eau par toiture, fuites diverses, refoulement de réseau d'assainissement, *etc.*), ils ne le sont pas face aux inondations. Dès lors, certaines sociétés souhaitent segmenter plus précisément les garanties dégâts des eaux, en créant des clauses « inondations non CatNat », souscrites et tarifées librement au même titre qu'une garantie classique dommages aux biens. Cette segmentation peut s'avérer déterminante notamment pour des questions de réassurance ou d'organisations internes de gestion des sinistres en situation de crise ou post-crise.

À partir de la base de données SILEHC, nous avons contribué à alimenter les réflexions de plusieurs sociétés sur cette question, en développant avec elles des pistes pour l'élaboration d'un zonier tarifaire inondation hors CatNat. La méthode consiste, d'une part, à déterminer et caractériser des phénomènes naturels générateurs de sinistres non CatNat et, d'autre part

à identifier des zones géographiques les plus sinistrées et les plus exposées par ce type de dommages. La phase technique de calcul des primes pures et de réassurance est faite de manière interne par chaque société.

Les zones potentiellement concernées par la mise en place d'une garantie inondation hors CatNat sont ciblées en fonction des risques de désordres les plus couramment indemnisés suite à un événement climatique à savoir les submersions par ruissellement ou saturation des réseaux et les infiltrations par toiture. Comme nous l'avons évoqué dans la section précédente (cf. 6.3.2.), les événements pour lesquels la proportion de sinistres non CatNat est la plus grande correspondent aux inondations dites « chroniques ». De fait, au regard des différents résultats que nous avons obtenu, la sensibilité aux événements météorologiques et notamment aux épisodes pluvieux fréquents constitue le premier critère de sélection.

En conséquence, les secteurs géographiques jugés prioritaires sont :

- Les plus exposées aux phénomènes orageux cévenols et plus globalement estivaux, soit : les régions méditerranéennes, les secteurs sensibles à l'érosion des sols à cause notamment de pratiques agricoles aggravantes et les zones imperméabilisés qui correspondent aux grandes aires urbaines ;
- La façade ouest du pays, régulièrement impactée par des perturbations hivernales venant de l'atlantique et provoquant des pluies continues et durables, propices à des infiltrations par toiture.

Au stade de rédaction de cette thèse, des tests sont encore en cours avec les sociétés volontaires. Pour des raisons de confidentialité, il n'est donc pas possible de présenter les résultats obtenus jusqu'à alors.

## Conclusion de la deuxième partie

L'analyse des sinistres et des événements, dans cette deuxième partie, a permis d'identifier des logiques spatiales et temporelles qui caractérisent de manière inédite les dommages. Le premier chapitre, centré sur l'étude des sinistres, a notamment mis en avant que :

- L'indemnisation moyenne d'un professionnel est trois à quatre fois supérieure à celle d'un particulier, et ce quelle que soit la nature du phénomène générateur de dommages ;
- La distribution des dommages, tant pour les contrats particuliers que professionnels, est caractérisée par une forte volatilité interannuelle et inter-mensuelle, qui ne permet pas de dégager une tendance à l'augmentation du coût des inondations ;
- Les événements particulièrement dommageables, qualifiés de majeurs, ont une influence importante sur les données ;
- Les sinistres semblent suivre une logique de saisonnalité.

Les deux derniers chapitres, sur l'analyse spatio-temporelle des événements, ont notamment montré que :

- Sur la période 1999-2011, un faible nombre d'événements « majeurs » concentre l'essentiel de la charge indemnisée. Ce qui confirme la « double vitesse » du régime CatNat, puisque 96 % des événements représentent moins du tiers des indemnisations totales ;
- Il existe une logique spatiale et saisonnière des événements, notamment par nature des phénomènes naturels. Ainsi, entre janvier et avril, on observe essentiellement des inondations « lentes » par débordement et remontées de nappes dans le Nord de la France ; entre mai et août l'ensemble du pays est concerné par des épisodes de ruissellement, crue d'orage et quelques débordements de cours d'eau ; entre septembre et décembre les principaux événements dommageables impactent les régions méditerranéennes sous forme de crues rapides (type cévenol) ;
- L'intensité des événements en termes de coûts moyens, nombre de sinistres et nombre de communes touchées est clairement différente selon les phénomènes naturels. Par exemple, une crue rapide coûte en moyenne, par assuré, deux fois plus chère qu'un épisode de ruissellement urbain ;
- La limite entre les sinistres CatNat et non CatNat est parfois discutable. On observe notamment que certaines communes sont reconnues CatNat, malgré un faible nombre de sinistres ou de coût moyen, parce qu'elles sont situées au cœur de l'événement et bénéficient d'un effet de groupe. À l'inverse d'autres communes, qui enregistrent une sinistralité importante, ne sont pas reconnues CatNat parce qu'elles sont spatialement situées à la marge de l'événement.



---

**TROISIÈME PARTIE : Dommages et territoires,  
vers de nouvelles approches dans l'explication de  
la sinistralité**

---



## Introduction de la troisième partie

La base de données SILEHC apporte des informations utiles dans l'évaluation macroscopique de l'exposition des territoires aux risques. Elle a notamment permis d'enrichir les réflexions, au sein du secteur de l'assurance, dans la mise en place de zoniers tarifaires inondations hors CatNat. Toutefois, la base n'est pas suffisamment détaillée pour servir d'outil d'aide à la décision auprès des gestionnaires des risques et notamment des collectivités. Pour que ces nouvelles connaissances deviennent opérationnelles, il convient d'enrichir la base à partir d'informations externes (nationales et locales) qui peuvent permettre de mieux expliquer l'origine des dommages. L'objet de cette troisième partie est donc de montrer en quoi l'observation locale des dommages, par la mutualisation des connaissances entre parties prenantes, participe d'une forme d'intelligence territoriale utile à la gestion et à la prévention des risques.

Le [chapitre 7](#) abordera la relation entre aléas et dommages à travers l'utilisation de différentes données nationales telles que les AZI, l'EAIP, des données sur les cumuls de pluies ainsi que des informations locales fournies par les acteurs de terrain telles que les cartographies des zones inondées par des événements récents ou encore les résultats issus des modèles d'évaluation des dommages utilisés par ces acteurs dans le cadre d'ACB. Sur ce dernier point, nous procéderons à une analyse comparée entre les résultats des modèles théoriques de calcul d'endommagement et les sinistres réellement observés pour des événements comparables. Dans le [chapitre 8](#), les connaissances locales seront mobilisées pour caractériser la vulnérabilité des enjeux à l'échelle de zones d'habitat (niveau de standing), au regard d'événements observés et des sinistres qui leur sont associés. Le [dernier chapitre](#) aura pour but de montrer en quoi les données de sinistralité, croisées avec des informations sur les politiques de gestion et de prévention des inondations, permettent d'élaborer des indicateurs d'évaluation de l'efficacité de ces actions.



## Chapitre 7. Analyse de la relation entre connaissances sur l'aléa et sinistres observés

### 7.1. L'emprise au sol des zones inondables : quelle pertinence pour l'analyse de l'exposition ?

Cette section croise les cartographies disponibles de zones inondables (AZI, EAIP) et inondées avec notre échantillon de données de sinistralité. L'intérêt de cette démarche est de tester si l'emprise au sol des inondations observées ou potentielles peut permettre d'expliquer le niveau de dommages sur un territoire. Nous utiliserons deux types d'indicateurs : la fréquence des sinistres (au sens assurantiel) et les coûts moyens. Le premier correspond au nombre de sinistres reporté au nombre total de ménages<sup>102</sup> par commune. Puisqu'un contrat MRH correspond *a priori* à un ménage et qu'environ 90 % des ménages en France est assuré, cet indicateur semble pertinent pour tester si les enjeux sinistrés sont couverts, ou non, par une cartographie du risque. Le second indicateur vise à comparer le degré de couverture cartographique du risque avec l'intensité des inondations, en termes de coûts moyens par sinistre et par commune.

#### 7.1.1. L'exposition au prisme des AZI : une vision réduite du risque

Les AZI sont couramment utilisés pour la conception d'indicateurs d'exposition au risque, car il n'existe que très peu d'autres données cartographiques sur l'aléa accessibles librement et dont la couverture concerne potentiellement l'ensemble du territoire national. C'est un document qui n'a pas de valeur réglementaire tel que le PPR, mais il a pour vocation d'améliorer l'information préventive à destination des populations. Les services de l'État sont responsables de la production des AZI à l'échelon régional (DREAL, ex-DIREN). Il existe trois principales méthodes de production de ces cartes, qui varient selon les territoires :

- La modélisation des enveloppes de crue en fonction de plusieurs scénarios hydrauliques ;
- La reconstitution de zones inondées à partir de données historiques et/ou de relevés sur le terrain ;
- La modélisation empirique basée sur l'approche hydrogéomorphologique.

Cet outil de référence, mis en ligne par le MEDDE sur le site *Cartorisque*<sup>103</sup> (lorsque l'information est rendue disponible par les DREAL), est utilisé notamment par l'administration centrale (MEDDTL / CGDD / SOeS, 2011), certaines collectivités (Wateau

---

<sup>102</sup> Données INSEE de 2011.

<sup>103</sup> <http://cartorisque.prim.net/>

& Ségala, 2010) et les assureurs (Chemitte & Hajji, 2008) qui effectuent des croisements entre cette donnée spatialisée d'aléa et des informations sur les enjeux (population, réseaux, portefeuilles, etc.). Ces traitements peuvent être, entre autres, destinés à la réalisation d'un PPR, à la conception d'indicateurs pour un observatoire territorial ou à l'analyse de l'exposition d'un portefeuille d'assurance. Toutefois, l'emprise au sol des zones inondables décrites par les AZI a-t-elle un lien avec le niveau des dommages observés et, par conséquent, est-elle un indicateur pertinent d'exposition des territoires ?

Nous avons évalué les relations entre le coût moyen des sinistres déclarés CatNat et la proportion de surface inondable par commune, de manière à tester si les zones où les dommages sont les plus coûteux correspondent aux communes dont la surface inondable est la plus importante.

Il existe une corrélation pour certains aléas entre la proportion de surface inondable d'une commune et le coût moyen des sinistres (cf. figure 59). C'est le cas par exemple des crues rapides ou des inondations par débordement/ruissellement<sup>104</sup> qui provoquent des dommages trois fois plus élevés en moyenne dans les communes qui ont plus de la moitié de leur surface couverte par une cartographie d'AZI. Dans ce dernier cas, on peut supposer que les communes les plus inondables correspondent notamment aux zones deltaïques, où lors d'inondations, l'effet combiné de l'absence de pente (certaines zones sont même en-dessous du niveau de la mer), du vent venant de la mer et du phénomène de *set-up*, empêchent l'évacuation vers la mer des eaux de crues continentales, ce qui engendre des dommages importants dus aux durées de submersions et aux hauteurs d'eau (Vinet, 2010).

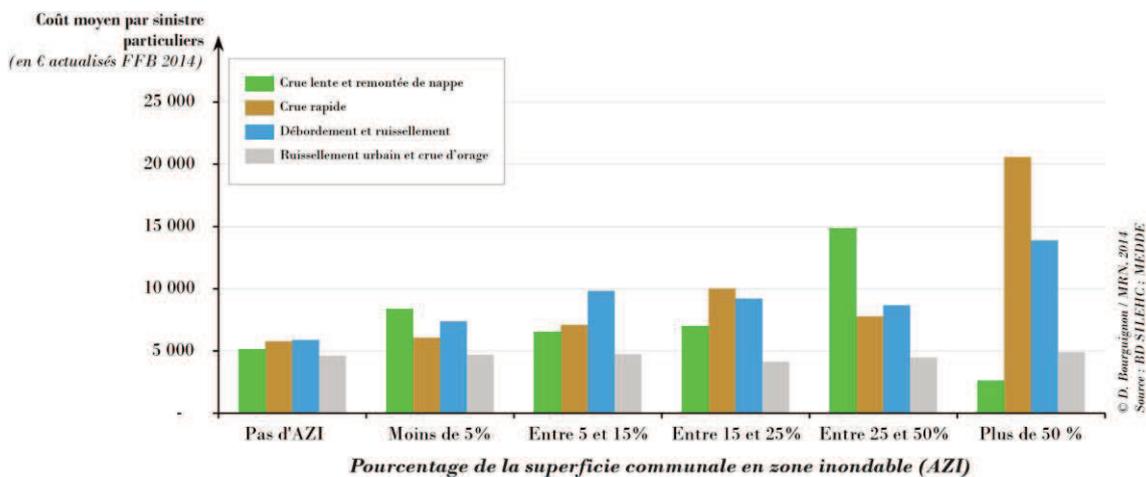


Figure 59. Distribution du coût moyen des sinistres aux particuliers par nature d'aléa, en fonction de l'emprise des zones inondables (AZI)

*Exemple de lecture : Dans les communes qui ont une surface inondable comprise entre 5 et 10 % (selon la cartographie des AZI), les sinistres causés par une crue rapide coûtent en moyenne 7 000 euros. Lorsque plus de la moitié de la surface d'une commune est inondable, le même type de sinistre correspond à un coût moyen de 20 000 euros.*

<sup>104</sup> Avec respectivement des coefficients de corrélation de 62 % et de 58 %.

Aucune relation n'a pu être mise en évidence pour les sinistres dus aux crues lentes et aux remontées de nappe<sup>105</sup>. L'absence de données associées suffisantes pour ces types de périls ne permet pas de tirer de conclusion.

Les phénomènes de type ruissellement urbain et crue d'orage, génèrent sensiblement les mêmes coûts moyens quelle que soit la proportion de surface inondable par commune. En effet, ce type d'aléa est *a priori* davantage lié aux précipitations et aux facteurs de vulnérabilité des territoires impactés (degré d'imperméabilisation des sols, efficacité des réseaux d'évacuation des eaux, type de pratiques agricoles, etc.) qu'au réseau hydrographique, ce qui va dans le sens de l'absence de lien direct entre les sinistres et les zones inondables.

La fréquence des sinistres (au sens assurantiel), soit le nombre de sinistres sur le nombre total de ménages, par type d'aléa, semble assez liée à l'emprise des zones inondables dans le cas des crues rapides et des inondations par débordement/ruissellement<sup>106</sup> (cf. figure 60).

En effet, pour ces phénomènes, plus la surface de la commune est inondable plus le nombre de sinistres observés est élevé. Par exemple, pour des événements de débordement, les communes dont plus de la moitié de leur surface est en zone inondable ont cinq fois plus de sinistres que celles qui ont moins de 5 % de leur territoire couvert par un AZI.

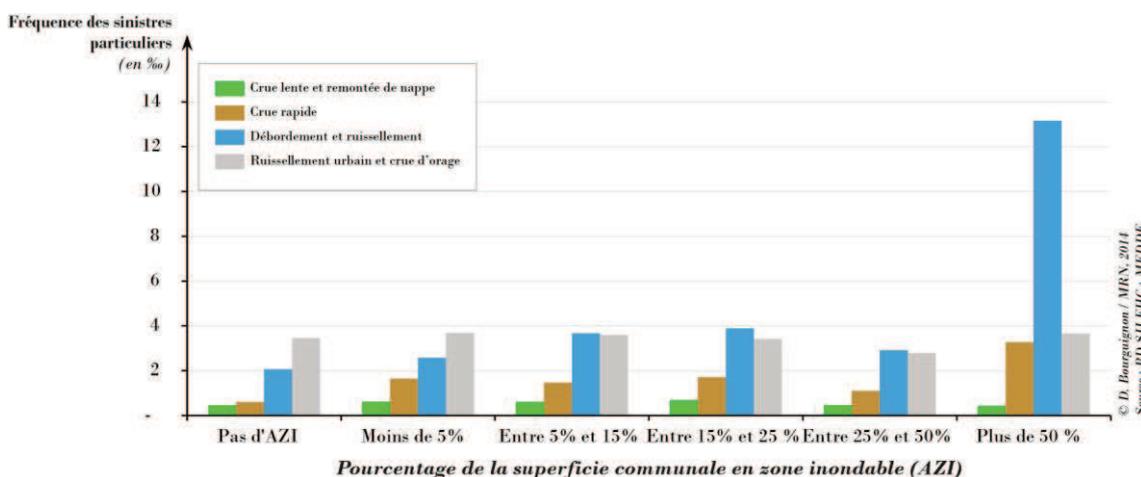


Figure 60. Distribution de la fréquence des sinistres particuliers, par nature d'aléa, en fonction de l'emprise des zones inondables (AZI)

La surface inondable ne semble toutefois pas avoir d'impact sur le nombre de sinistres dans le cas de crues lentes et de remontées de nappes<sup>107</sup>. Les zones potentiellement inondées par ce type de phénomène ne correspondent pas uniquement aux abords des cours d'eau, qui sont généralement les seuls secteurs couverts par un AZI. En effet, l'importante extension

<sup>105</sup> Coefficient de corrélation proche de 0.

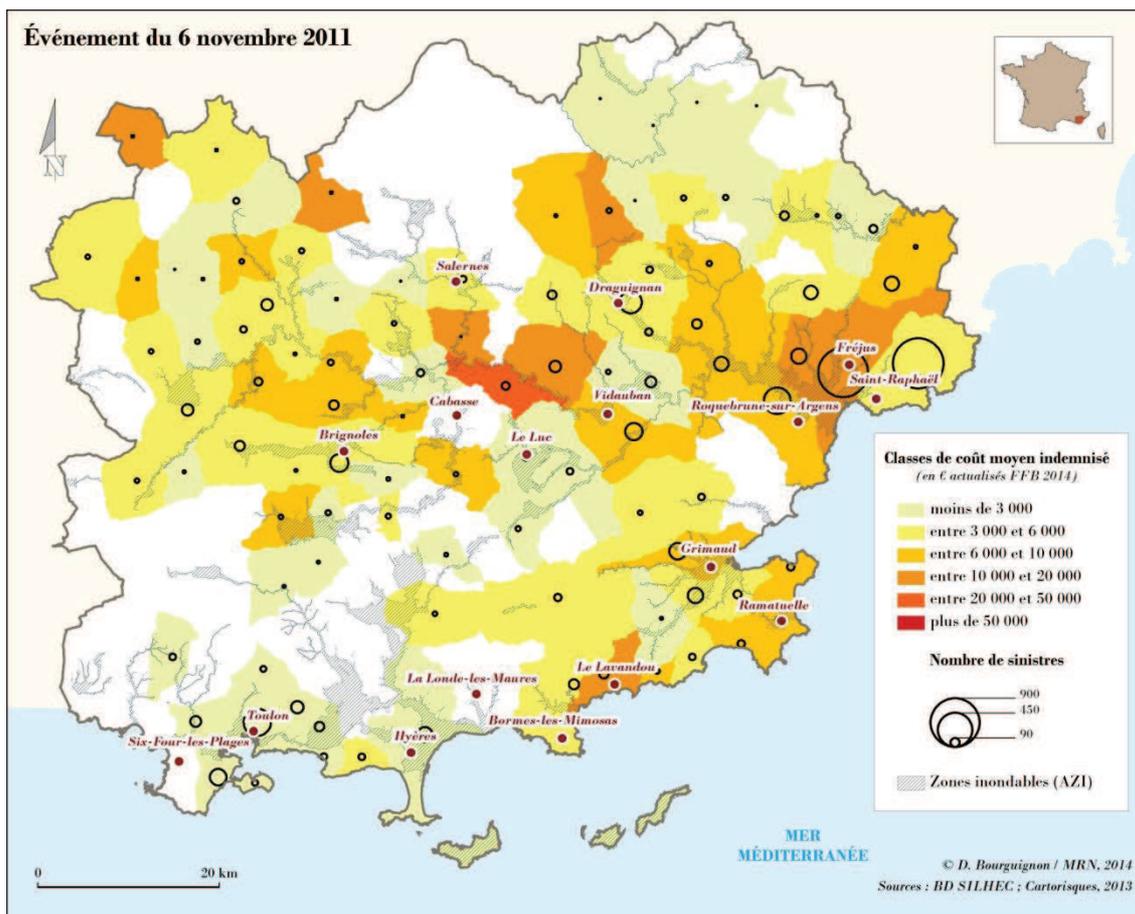
<sup>106</sup> Avec respectivement des  $R^2$  de 30 % et de 52 %.

<sup>107</sup> Coefficient de corrélation proche de 0.

spatiale des crues lentes et des remontées de nappes, dues autant à la saturation des sols qu'au débordement du réseau hydrographique, rend difficile l'appréciation des zones inondables sous forme d'un AZI classique. Rappelons par ailleurs que le faible nombre de sinistres causés par ce type de phénomène ne permet pas une interprétation robuste des résultats.

Nous retrouvons également le cas particulier du ruissellement, avec une fréquence des sinistres qui varie très peu selon la proportion de surfaces inondables, ce qui confirme que la répartition spatiale de ce type de sinistre ne suit pas une logique hydrographique et ne peut donc pas être appréhendée de manière préventive par des AZI. Certaines compagnies que nous avons interrogées constatent, après avoir effectué des tests en interne avec des sinistres géolocalisés à l'adresse, que seulement 25 % des dommages causés par des inondations sont situés dans les zones inondables des AZI. La majorité de ces assureurs considèrent donc que les 75 % de sinistres restants sont imputables à du ruissellement.

La carte 30 montre, pour l'événement du Var en 2011 qui correspond à un phénomène de type débordement/ruissellement, la relation entre les zones inondables des AZI et la sinistralité des communes déclarées CatNat. Le nombre de sinistres est globalement plus important à l'aval des principaux cours d'eau que sont l'Argens et la Nartuby, ce qui correspond aux périmètres où les surfaces inondables sont les plus importantes. La relation semble moins évidente concernant les coûts moyens (des particuliers), puisque plusieurs communes enregistrent des coûts moyens importants alors qu'elles possèdent de très faible, voire aucune surface inondable. C'est notamment le cas au nord-ouest du département, où l'on peut supposer que les dommages ont été causés par du ruissellement.



Carte 30. Comparaison entre AZI et sinistralité : le cas de l'événement de novembre 2011 dans le Var

En résumé, les AZI peuvent potentiellement être utilisés comme un outil prédictif d'évaluation des coûts moyens et du nombre de sinistres à l'échelle macroscopique, pour les communes dont la surface inondable est importante et lorsque l'aléa répond à une logique de submersion par débordement « classique » du réseau hydrographique (phénomènes de débordement ou de crues rapides).

Toutefois, même si les AZI peuvent servir à l'analyse de l'exposition des territoires aux risques d'inondations par débordement de cours d'eau, plusieurs limites sont à souligner (Chemitte, 2008):

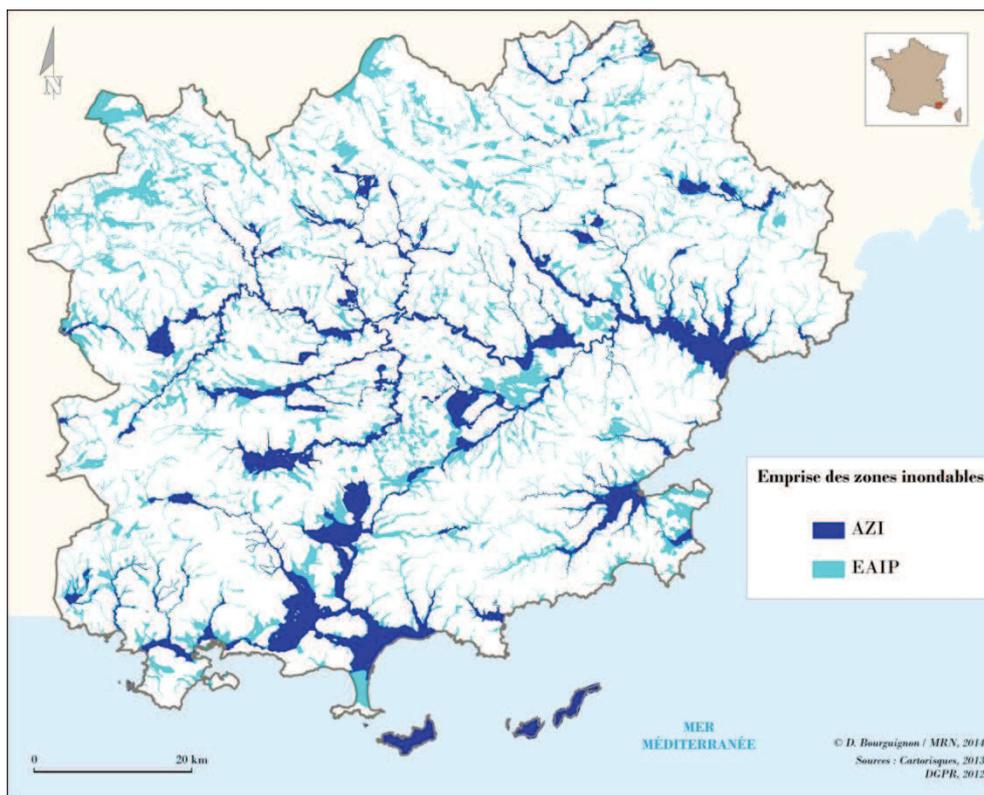
- D'après une étude menée par la MRN (Chemitte & Hajji 2008), seul le tiers des cours d'eau français est couvert par un AZI numérisé. En outre, l'absence de zone inondable en un point donné ne traduit pas nécessairement une absence de risque mais, dans la plupart des cas, un manque d'information sur le risque, comme l'illustrent les deux graphiques présentés précédemment (figure 59 et 60). Ces derniers montrent la présence de sinistres, en nombre et en coûts moyens, dans des communes qui n'ont pas d'AZI même pour des phénomènes de débordement ou de crues rapides ;

- Les méthodes de production des AZI sont très hétérogènes. Par conséquent, les emprises au sol des zones inondables varient de manière importante selon les territoires. Par exemple, sur un secteur donné, la cartographie de l'aléa peut représenter une inondation extrême obtenue par modélisation (supérieure à une période de retour de 500 ans), alors que sur un autre territoire l'AZI peut se référer à une crue centennale observée.

Pour pallier l'hétérogénéité et l'incomplétude des AZI, nous proposons d'utiliser la seule donnée relative à l'aléa inondation qui couvre l'ensemble du linéaire de cours d'eau du pays : l'EAIP.

#### *7.1.2. L'EAIP : une vision homogène et maximaliste de l'exposition*

Comme évoqué dans la section [2.1.3.](#), l'enveloppe approchée des inondations potentielles, produite par les services de l'État dans le cadre de la Directive inondation, est une représentation maximisante de l'aléa inondation, homogène sur l'ensemble du territoire national, qui sert à identifier les Territoires à Risques Importants (TRI) (MEDDE / DGPR, 2011b). À titre d'illustration, la carte 31 montre les écarts pouvant exister entre la surface inondable de l'EAIP et celle de l'AZI sur le territoire du Var et permet de constater la plus grande couverture par l'EAIP des zones potentiellement inondables et notamment la meilleure représentation au niveau des têtes de bassin versant. Par exemple, les zones sinistrées dans le nord-ouest du département sont couvertes par l'EAIP alors qu'elles ne disposent pas d'AZI. Contrairement aux AZI, l'EAIP n'est pas une donnée publique. Toutefois, la DGPR a accepté de nous la transmettre afin d'effectuer des croisements avec des données de sinistralité.



Carte 31. Comparaison entre l'EAIP et les AZI dans le département du Var

À l'instar des zones inondables décrites par les AZI, le coût moyen des sinistres, pour les particuliers, est corrélé avec l'emprise au sol de l'EAIP, et ce pour l'ensemble des aléas, à l'exception des phénomènes de ruissellement et crue d'orage (cf. figure 61). Les coefficients de corrélation associés sont de 58 % pour les crues lentes, 80 % pour les crues de débordement / ruissellement et de 45 % pour les crues rapides<sup>108</sup>.

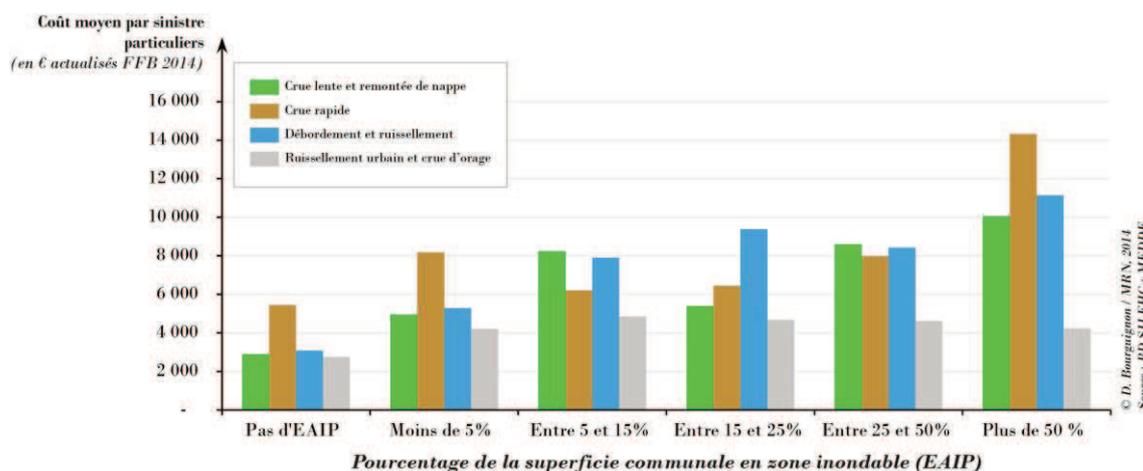


Figure 61. Distribution du coût moyen des sinistres particuliers, par nature d'aléa, en fonction de l'emprise des zones inondables (EAIP)

<sup>108</sup> Concernant le ruissellement urbain, le  $R^2$  est proche de 0.

Toutefois la distribution de la fréquence des sinistres<sup>109</sup> selon l'EAIP, en fonction des types d'aléas, est clairement différente de celle obtenue avec les AZI (cf. figure 62).

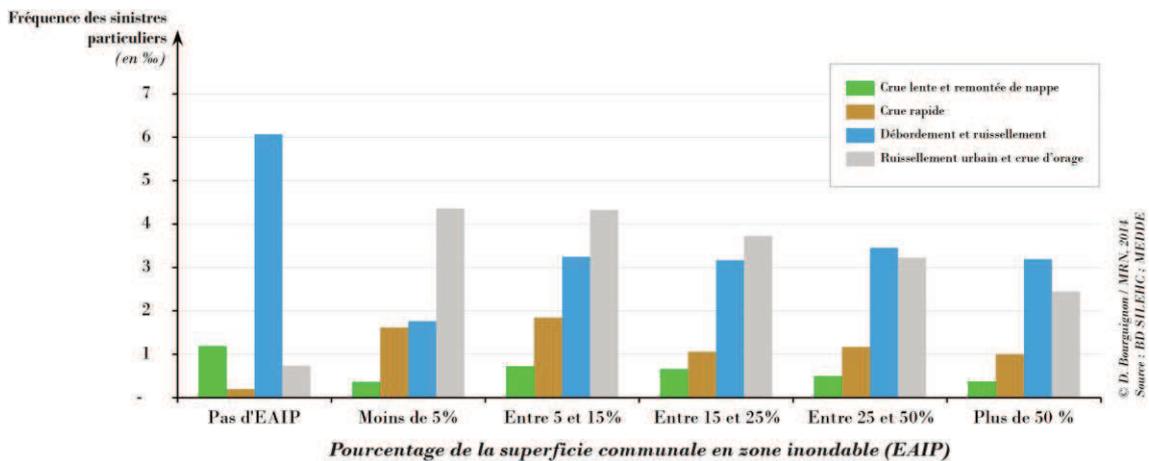


Figure 62. Distribution de la fréquence des sinistres particuliers, par nature d'aléa, en fonction de l'emprise des zones inondables (EAIP)

D'abord, étant donné le caractère maximisant de l'EAIP, il est surprenant de remarquer que la fréquence des sinistres est élevée dans les zones non couvertes par l'EAIP, d'autant plus pour des phénomènes de type crues lentes et remontées de nappes. Il semblerait en effet, comme le précise les services de l'État, que les « approximations des méthodes mobilisées » pour concevoir l'EAIP entraînent une sous-estimation du risque sur certains territoires et notamment dans le nord du pays (MEDDE / DGPR, 2011b).

Concernant les sinistres causés par des crues rapides, la fréquence des sinistres varie faiblement en fonction de la proportion de surfaces inondables. Pour ce type de phénomène, touchant des enjeux relativement proches des cours d'eau et des talwegs en général, il est probable que la variation de la surface inondable du territoire n'ait pas beaucoup d'impact sur la sinistralité. Autrement dit, il suffit d'un faible pourcentage de surface inondable pour que l'ensemble des enjeux exposés à cet aléa soit impacté.

Dans le cas d'inondations par débordement/ruissellement, l'effet spécifique du ruissellement est clairement représenté dans les zones non couvertes par un EAIP. Pour les territoires qui disposent d'une surface inondable, l'augmentation conjointe de la fréquence des sinistres et des surfaces inondables semble confirmer la prédominance des effets de débordement.

Pour les phénomènes de ruissellement urbain et crue d'orage, force est de constater que plus la couverture de l'EAIP est importante, moins on y retrouve de sinistres appartenant à cette catégorie. Cette tendance confirme l'absence de corrélation spatiale entre ruissellement et débordement « classique » et montre toute la complexité inhérente à la cartographie de ce type d'aléa.

<sup>109</sup> Au sens assurantiel : nombre de sinistres sur le nombre total de ménages.

Le tableau 21 décrit la part que représentent les charges totales indemnisées, le nombre de sinistres et les coûts moyens (pour les particuliers) selon qu'ils se situent, ou non, sur un territoire couvert par un AZI ou l'EAIP.

	<b>Part du nombre total de sinistres</b>	<b>Part de la charge totale indemnisée</b>	<b>Coût moyen par sinistre (en euros 2014)</b>
Dans un territoire couvert par un AZI	76,9 %	84,6 %	9 500
Dans un territoire non couvert par un AZI	23,1 %	15,4 %	3 800
Dans un territoire couvert par l'EAIP	99,8 %	99,9 %	10 500
Dans un territoire non couvert par l'EAIP	0,2 %	0,1 %	6 300

Sources : BD SILEHC ; MEDDE / DGPR

Tableau 21. Répartition des sinistres, des particuliers, selon la couverture des zones inondables : comparaison entre AZI et EAIP

Le nombre de sinistres et la charge totale indemnisée dans les territoires non couverts par cette enveloppe sont extrêmement faibles, ce qui confirme le caractère maximisant de l'EAIP. À l'inverse, les AZI minimisent le risque, puisqu'à l'extérieur des zones couvertes, on constate la présence de nombreux sinistres, avec des coûts moyens parfois élevés. Rappelons toutefois que nous travaillons à l'échelle communale et non à celle d'un sinistre. Ainsi, à l'intérieur des communes couvertes par l'EAIP, les sinistres peuvent être situés en dehors de cette dernière (*idem* pour l'AZI).

En conclusion, l'EAIP et les AZI sont deux outils potentiellement intéressants pour évaluer l'exposition des territoires aux risques d'inondations par débordement à une échelle macroscopique. Toutefois, ces deux données répondent à des besoins différents. En effet, l'AZI sert à cibler des territoires avec une très forte présomption sur leur caractère exposé. Cependant, les territoires non couverts ne sont pas forcément non exposés. À l'inverse, l'EAIP sert à exclure des territoires non exposés. En d'autres termes, là où il n'y a pas d'EAIP, la probabilité d'observer des sinistres est beaucoup plus faible. Au-delà des AZI et de l'EAIP, il existe également des cartographies multi-scénarios élaborées à l'échelle des Territoires à Risques Importants (TRI), qui intègrent des notions de fréquences (périodes de retour) et de hauteurs d'eau, qu'il serait intéressant de croiser avec la sinistralité. Ces données ne sont toutefois pas encore disponibles à un format exploitable sous SIG.

Sur l'ensemble du territoire et par grande catégorie d'aléa, la relation entre surfaces inondables et sinistralité est globalement vérifiée. En revanche, la variable « zonage d'aléa » a-t-elle autant d'influence sur les dommages à l'échelle locale ?

Pour affiner notre démarche d'évaluation de l'exposition des territoires, nous cherchons donc, dans un premier temps, à obtenir des cartographies de zones inondables produites au niveau local et notamment en lien avec des événements d'un passé récent.

## 7.2. Les cartes de zones inondées permettent-elles de mieux appréhender la sinistralité ?

D'après les informations contenues sur le portail Cartorisque, un AZI sur cinq est produit sur la base des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC), c'est-à-dire à partir d'événements historiques. Toutefois, les événements en question sont pour la grande majorité des crues « majeures », antérieures au régime CatNat (Seine 1910, Rhône 1856, Garonne 1930, *etc.*).

Or, dans le cadre de notre analyse des sinistres, nous recherchons des cartographies d'aléas qui se réfèrent à des événements récents, représentés dans la base de données SILEHC (postérieurs à 1999). Il est difficile d'obtenir ce type de données géographiques, pour plusieurs raisons. D'une part, les cartes de zones inondées par des événements récents ne sont pas diffusées au grand public, car produites pour répondre à des besoins opérationnels très spécifiques, tels que le dimensionnement d'un ouvrage de protection par exemple. D'autre part, ces zonages sont généralement issus de modèles hydrauliques, développés par des bureaux d'études qui ne donnent pas accès aux données produites.

Toutefois, certains acteurs locaux rencontrés sur les différents terrains d'expérimentation ont accepté de fournir des cartographies d'inondations observées récemment. L'objectif est donc de reconstituer des événements passés en comparant les zones inondées et inondables, par rapport aux sinistres observés, de manière à mieux comprendre l'origine des dommages.

### 7.2.1. Comparaison entre AZI, EAIP et modèle hydraulique de zones inondées, à l'échelle locale. Le cas de l'événement de juin 2007, sur la Verse (Oise)

Pour comparer l'usage des AZI, de l'EAIP et des cartographies des zones inondées dans l'analyse des dommages, nous avons choisi l'exemple des crues de la Verse de juin 2007, à l'extrême nord-est de l'Oise. Cet événement peut être considéré comme « marquant », au regard du nombre important de documents qui le décrivent.

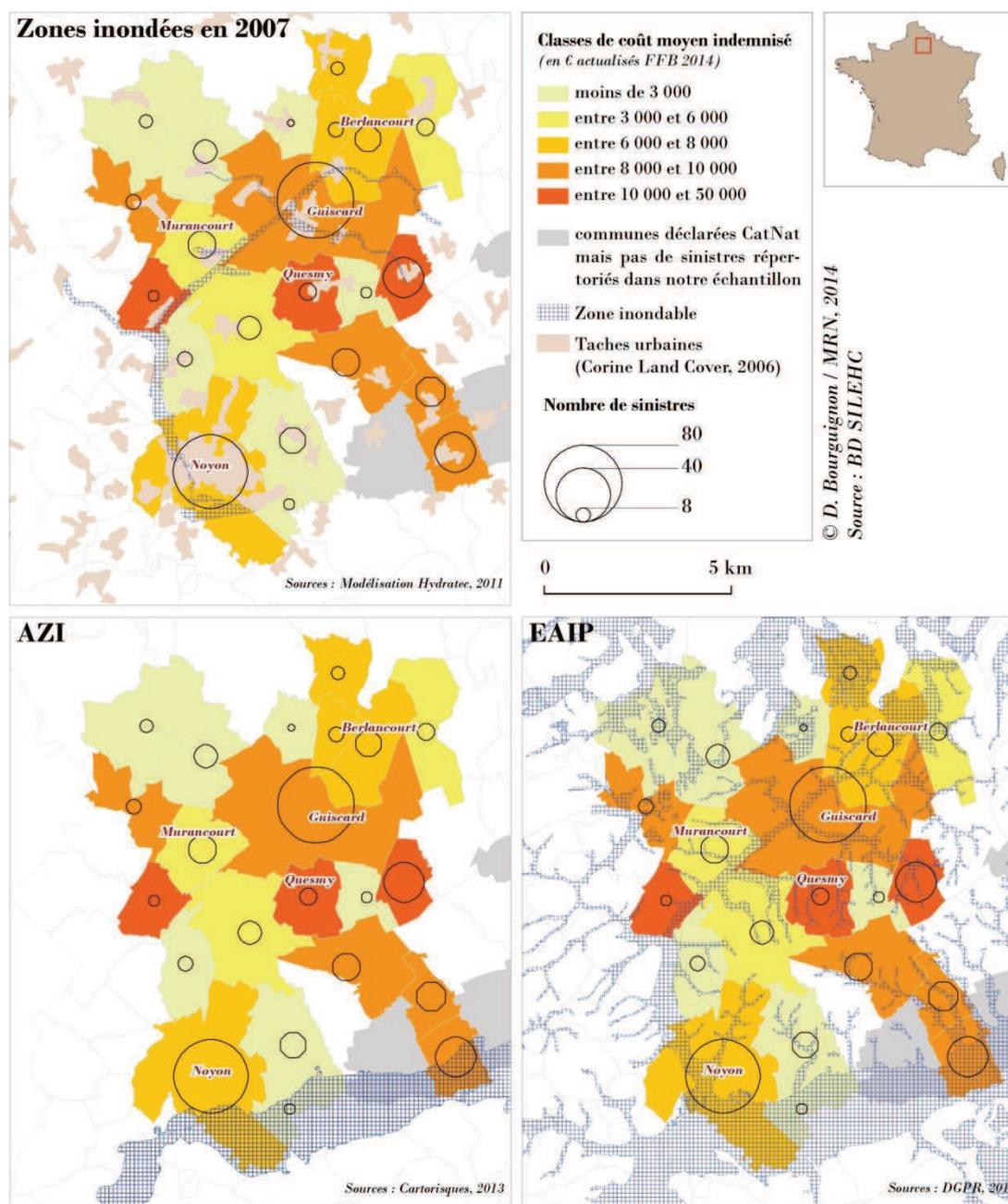
Ces inondations torrentielles, consécutives à un épisode orageux de forte intensité, sont caractérisées à la fois par des phénomènes de débordement et de ruissellement. D'après Météo-France, 120 mm sont tombés en 4 heures sur la commune de Guiscard, ce qui correspond à une période de retour supérieure à 100 ans.

L'ampleur de l'événement a d'ailleurs conduit les acteurs locaux, sous l'égide de l'EPTB Entente Oise-Aisne, à mettre en place un PAPI sur le bassin (labélisé par la CMI en janvier 2013).

Les cartes présentées ci-dessous (*cf.* carte 32) montrent les trois types de zonages d'aléas pouvant être mobilisés pour tenter de comprendre l'origine des dommages consécutifs à l'événement de juin 2007<sup>110</sup>.

---

<sup>110</sup> Les taches urbaines ne figurent pas sur les cartes AZI et EAIP pour des raisons de lisibilité.



Carte 32. Comparaison des zonages d'aléa pour l'événement de la Verse en juin 2007

La cartographie des zones inondées par la crue de 2007 est issue de modèles hydrauliques numériques. Elle permet de révéler l'influence du ruissellement sur le débordement puisque des sinistres sont constatés dans les communes non couvertes par la cartographie du débordement de la Verse de juin 2007. Le coût moyen d'un sinistre aux particuliers sur ces communes est d'environ 8 500 euros contre 13 000 euros pour les communes couvertes. Toutefois, ces dernières ont également pu connaître des sinistres causés par du ruissellement, ce qui rend difficile la distinction entre effets du ruissellement et du débordement sur le montant des dommages. Les communes inondées par le débordement de la Verse ont un

nombre plus élevé de sinistres (en moyenne 24 par commune) que les autres (en moyenne 10 sinistres par commune).

La comparaison entre l'enveloppe de l'AZI et les sinistres montre que la couverture des AZI n'est pas suffisante pour être utilisée comme outil d'évaluation de l'exposition des territoires à une échelle locale. En effet, la cartographie de l'aléa ne couvre pas la Verse et ses affluents, puisqu'elle ne concerne que la rivière Oise, à l'aval du bassin (*cf.* carte 32 en bas à gauche). Seules cinq communes inondées en juin 2007 sont couvertes par l'AZI sur la vingtaine de communes sinistrées, présentées en exemple. À l'inverse, toutes les communes de la zone sont couvertes par l'EAIP (*cf.* carte 32 en bas à droite). Dès lors, cette couverture trop maximisante ne permet pas de distinguer le débordement du ruissellement.

Enfin, selon les différentes cartographies d'aléas utilisées, à une échelle locale, l'interprétation de la sinistralité varie sensiblement. Quelle que soit l'emprise considérée (AZI, EAIP, cartographies de zones réellement inondées) elle ne semble pas permettre d'expliquer la situation de la sinistralité à une échelle locale.

D'après les acteurs locaux, les dommages les plus importants sont liés à l'aggravation des écoulements causés par le sous-dimensionnement des canalisations et par les changements de pratiques agricoles (la diminution des élevages au profit d'une agriculture plus intensive contribue à faire disparaître les éléments du paysage – haies, talus, fossés – qui permettaient de capter les coulées de boues dues aux orages), ce qui n'est pas détectable à partir des seules emprises au sol des zones inondées ou inondables.

Toutefois, la cartographie des zones inondées est une donnée utile, même si elle ne couvre pas toutes les communes où des sinistres ont été mesurés. Elle permet, d'une part, de cibler les zones soumises *a priori* exclusivement au ruissellement et, d'autre part, de confirmer l'hypothèse que d'autres variables influent sur les dommages, notamment des facteurs de vulnérabilité à l'échelle du territoire et des enjeux exposés.

### *7.2.2. L'apport des cartographies de zones inondées sur un territoire sinistré par deux événements : le cas du Gard en 2002 et 2005*

Cette section vise à comparer la sinistralité sur un même territoire pour deux événements différents et pour lesquels nous disposons d'une cartographie des zones inondées. Le but est de voir si les dommages, en nombre et en valeur, sont minorés ou aggravés selon qu'ils se situent ou non dans des communes couvertes par une cartographie de zones inondées.

Le bassin versant du Vistre est particulièrement représentatif des secteurs hydrographiques méditerranéens, puisqu'il est régulièrement impacté par des épisodes pluvieux intenses, notamment en saison automnale, qui engendrent des crues violentes avec des effets conjugués de débordement et de ruissellement communément appelés épisodes cévenols.

Les crues du 8 et 9 septembre 2002 d'une part et du 6 et 7 septembre 2005 d'autre part comptent parmi les événements les plus dommageables qu'a connus le territoire. D'ailleurs, ces deux inondations sont qualifiées de « majeures » dans notre échantillon, ce qui signifie, pour rappel, qu'elles ont fait l'objet d'enquêtes spécifiques de la part de l'ensemble du marché de l'assurance (FFSA-GEMA et CCR).

Les crues de 2002 sont consécutives à un épisode pluvieux intense, avec des cumuls ponctuels dépassant les 680 mm en 24 heures d'après Météo-France<sup>111</sup>. La période de retour des précipitations, en termes de lame d'eau précipitée, est estimée à 100 ans pour les bassins versant du Gard, du Vidourle et de la Cèze et à 70 ans pour celui du Gardon d'Anduze. (Huet et *al.*, 2003). Comme évoqué dans la section [6.2.3.](#) les conséquences économiques et humaines de ces inondations sont particulièrement importantes avec 23 victimes et plus de 1,2 milliard d'euros de dommages assurés (en valeur actualisée). Du point de vue du phénomène naturel et des dommages occasionnés, l'événement de 2005 est nettement moins important que celui de 2002. La période de retour des précipitations est comprise entre 10 et 40 ans et les dommages assurés ont été évalués par la CCR à 74 millions d'euros.

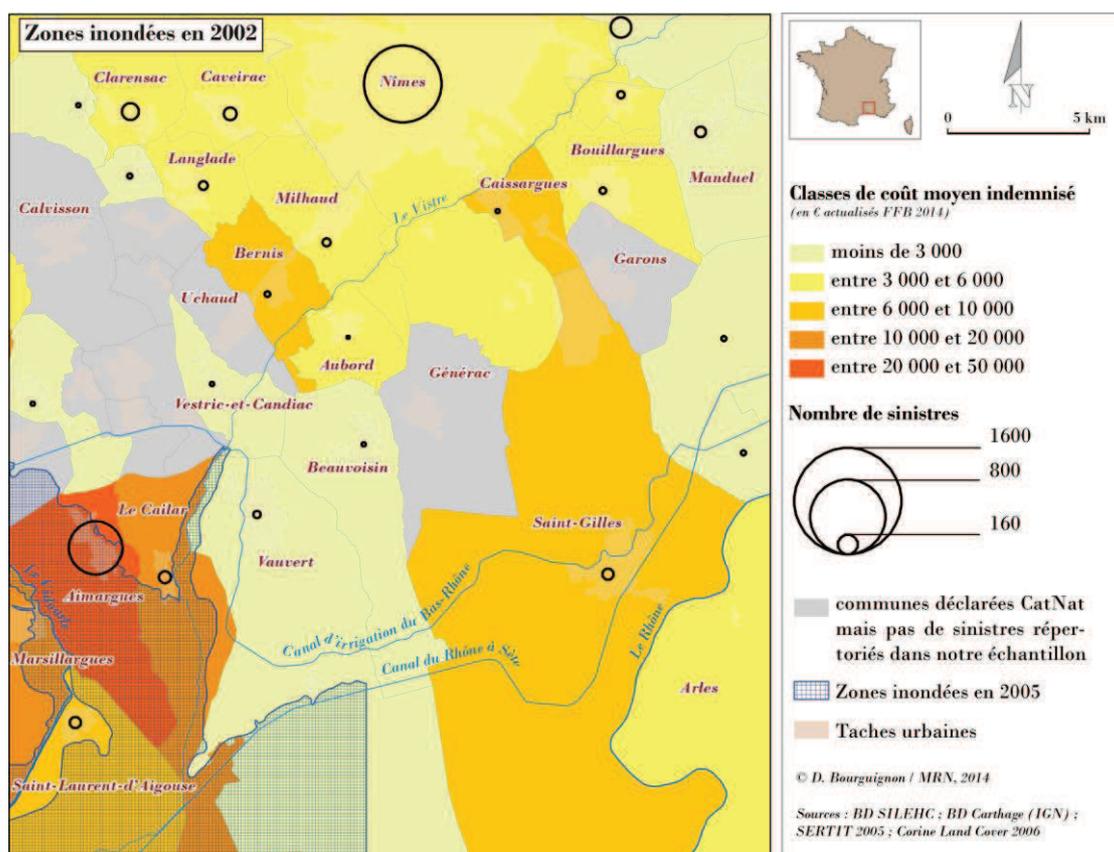
Les cartes des zones inondées présentées ci-dessous (cartes 33 et 34) ne sont pas produites par les mêmes acteurs. Les cartographies des zones inondées de 2002 ont été réalisées par la société *Carex Environnement* en 2004, sous la maîtrise d'ouvrage de la DREAL Languedoc-Roussillon (ex-DIREN) et des DDTM du Gard et de l'Hérault (ex-DDE), dans l'objectif de concevoir l'Atlas des Zones Inondables de la Région. Ces cartes sont issues de modèles hydrauliques.

L'enveloppe des zones inondées de 2005 a été cartographiée par le Service Régional de Traitement d'Image et de Télédétection (SERTIT), à partir de la photo-interprétation de données satellites *SPOT 4* et *SPOT 5* prises les 12 et 15 septembre 2005 qui montrent les traces visibles de la crue. Les deux zones inondées ne se chevauchent pas car le phénomène orageux à l'origine des crues de 2002 était centré sur le bassin du Vidourle et non sur celui du Vistre comme en 2005.

D'après les cartes, les effets du ruissellement ont été particulièrement importants pour les deux événements. Dans le cas des inondations de 2002, le nombre de sinistres sur la commune de Nîmes est élevé, alors que la zone inondée se situe plutôt en aval du Vistre. La plupart des communes limitrophes de Nîmes, non couvertes par la zone inondée, ont un nombre plus faible de sinistres mais des coûts moyens par sinistre équivalents, compris en 3 000 et 6 000 euros.

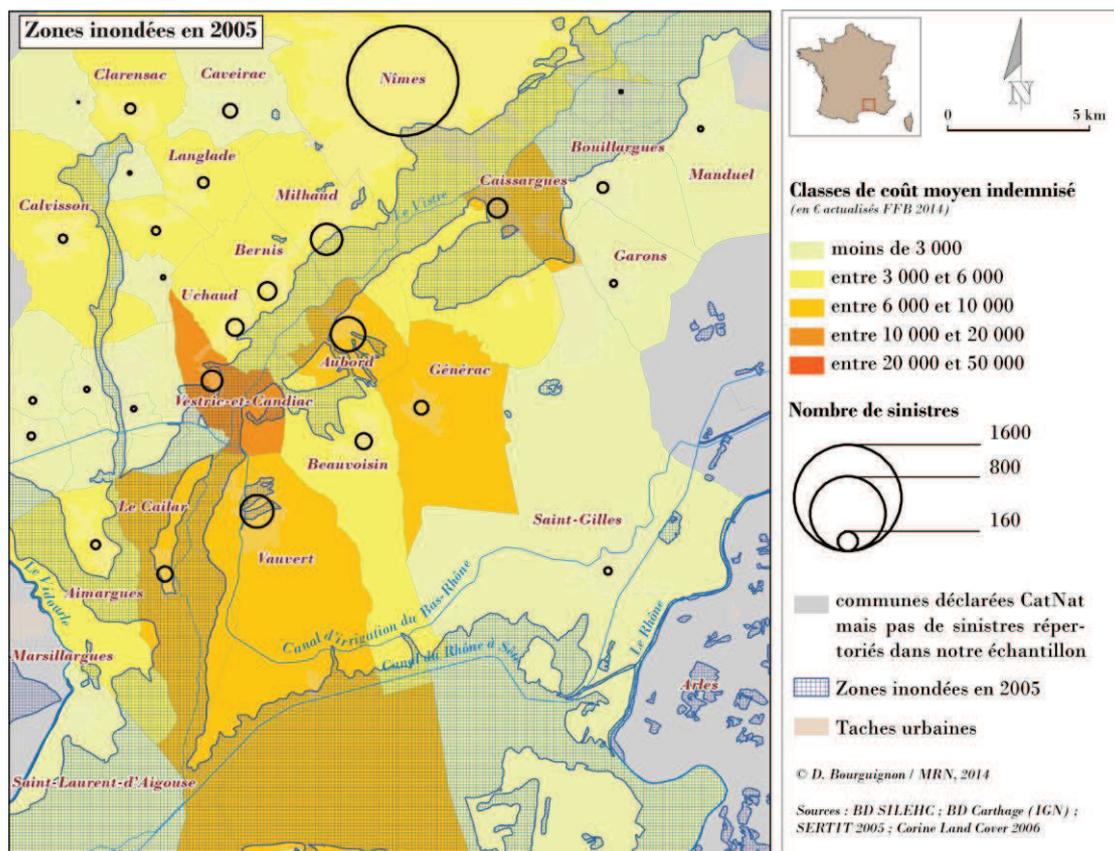
---

<sup>111</sup> À titre indicatif, les normales mensuelles sont comprises entre 60 et 80 mm.



Carte 33. Répartition spatiale des sinistres particuliers sur le bassin du Vistre (Gard) : événement de septembre 2002

C'est au niveau de la confluence entre le Vidourle et le Vistre que les coûts des sinistres sont les plus élevés, avec plus de 20 000 euros pour la commune d'Aimargues et entre 10 000 euros et 20 000 euros pour Marsillargues et Le Cailar. Il semblerait donc que les zones les plus sinistrées, en termes de coûts moyens, correspondent davantage aux conséquences de l'aléa hydrologique que météorologique. Concernant la commune de Saint-Gilles, plus à l'est, l'absence de zonage pourrait être due à l'absence de modélisation sur cette zone (la cartographie s'arrête au niveau de Vauvert). On peut donc penser que pour cette commune relativement sinistrée (entre 6 000 euros et 10 000 euros de coûts moyens), les zones inondées correspondent bien, au moins pour partie, à du débordement, comme en atteste l'inondabilité du secteur illustrée par la carte 34.



Carte 34. Répartition spatiale des sinistres particuliers sur le bassin du Vistre (Gard) : événement de septembre 2005

L'analyse de la sinistralité de l'événement de 2005 confirme les différences entre les effets de débordement et ceux de ruissellement. En effet, d'après la couverture des zones inondées, les communes qui connaissent les coûts moyens et le nombre de sinistres les plus importants ont une partie de leur territoire effectivement inondée par la crue. Inversement, les coûts moyens des sinistres pour les communes qui ne sont pas couvertes par ce zonage ne dépassent pas 6 000 euros et représentent un faible nombre de dossiers sinistres. Le cas de Nîmes fait figure d'exception puisque la commune est soumise à la fois aux crues par débordement et aux effets de ruissellement, ce qui pourrait s'expliquer par l'importance de sa surface imperméabilisée. Par ailleurs, le niveau globalement plus faible des coûts moyens en 2005 par rapport à 2002 semble traduire des différences d'intensité entre les deux phénomènes physiques à l'origine des événements dommageables.

Pour vérifier cette hypothèse, l'emprise au sol des zones inondées ou inondables n'est pas suffisante. Il conviendrait donc de prendre en compte des paramètres d'intensité, de manière à tester si l'aléa est, à cette échelle d'analyse (maille communale), la variable la plus influente sur la sinistralité.

### 7.3. Quelles relations entre seuils d'intensité des aléas et dommages observés ?

Afin d'introduire des paramètres de l'aléa dans l'analyse des dommages, deux types d'informations ont été mobilisés dans cette section :

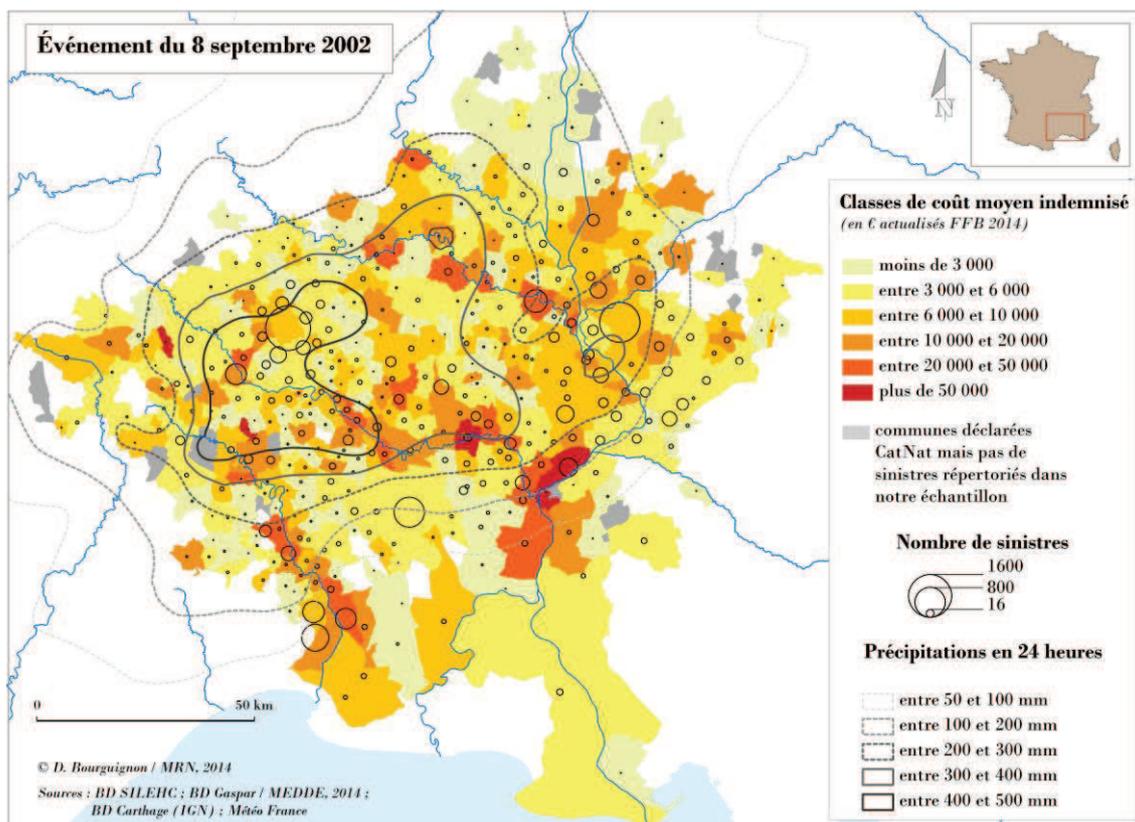
- Les courbes isohyètes, de manière à voir dans quelle mesure l'intensité des cumuls de pluie permet d'expliquer le niveau des dommages et si ces seuils pluviométriques ont des conséquences différentes selon les territoires sinistrés ;
- Les scénarios d'événements modélisés par des acteurs locaux. La comparaison entre les sinistres observés et ces dommages modélisés est une manière de tester la pertinence des fonctions d'endommagement basées sur des hauteurs d'eau.

#### 7.3.1. Effets directs et indirects des seuils pluviométriques sur la sinistralité

La majorité des événements « marquants » ou « majeurs » sont à l'origine de dommages provoqués à la fois par des effets de débordement et de ruissellement. Les seules exceptions concernent les cas très particuliers de la tempête Xynthia et des remontées de nappes de la Somme en 2001. Ainsi, conformément aux résultats présentés dans la section 6.1.2., il semblerait que plus l'événement est rare, plus la part du ruissellement dans les dommages générés est faible.

En considérant que les paramètres du ruissellement sont corrélés aux précipitations, la superposition des cumuls de précipitations en 24 heures avec la sinistralité permet-elle de confirmer cette hypothèse ?

L'exemple de l'événement du Gard en 2002 montre que les dommages apparaissent à partir d'un certain seuil de précipitation (*cf.* carte 35). Toutes les communes qui ont connu des cumuls de pluie supérieurs à 150 mm en 24 heures ont été déclarées CatNat. La forme concentrique de ce périmètre souligne que les dommages sont dus à des effets de ruissellement et/ou de réponses rapides des petits bassins versants à l'origine de crues torrentielles.



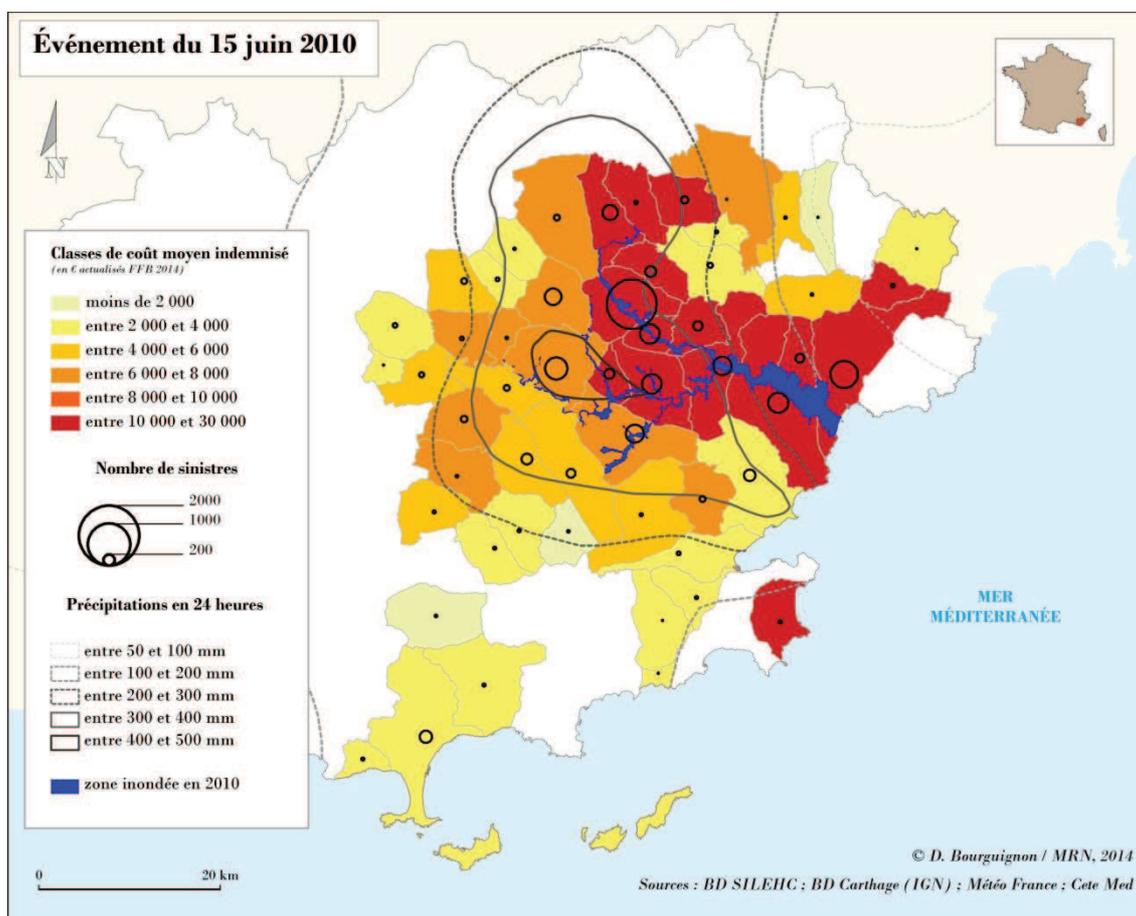
Carte 35. Relation entre pluviométrie et dommages : le cas du Gard en 2002

Par ailleurs, la zone où l'on retrouve le plus de sinistres en proportion du nombre de communes impactées correspond à celle où les précipitations dépassent 400 mm en 24 heures. Il semble donc qu'il existe une corrélation entre les courbes isohyètes et le nombre de sinistres. En revanche, les coûts moyens les plus élevés ne sont pas situés dans les secteurs à forts cumuls de pluie, mais le long des principaux cours d'eau. D'ailleurs, à l'aval de ces cours d'eau (Ardèche, Cèze, Gard, Rhône et Vidourle), de nombreuses communes ont été déclarées CatNat alors que les cumuls de pluies étaient inférieurs à 150 mm en 24 heures. La reconnaissance de l'état de CatNat et les dommages sur ces communes doivent donc être reliés aux phénomènes de débordement de cours d'eau (formations superficielles et/ou saturation des sols).

Finalement, cet exemple sur le Gard en septembre 2002 démontre tout d'abord que la reconnaissance CatNat est liée à des seuils de cumuls de pluie par effet de ruissellement ou de crues rapides. Cependant, d'autres communes situées en aval peuvent subir d'importants dommages dus à une propagation des sinistres liée aux effets de débordement. Par ailleurs, on constate une absence de lien entre les coûts moyens et les isohyètes. Conformément aux résultats présentés dans la deuxième partie de cette thèse, les communes *a priori* sinistrées par du ruissellement ont des coûts moyens plus faibles que celles ayant subis les effets de débordement.

Cependant, les inondations catastrophiques du Gard en 2002 sont-elles un cas particulier ou ces résultats peuvent-ils se généraliser à d'autres événements?

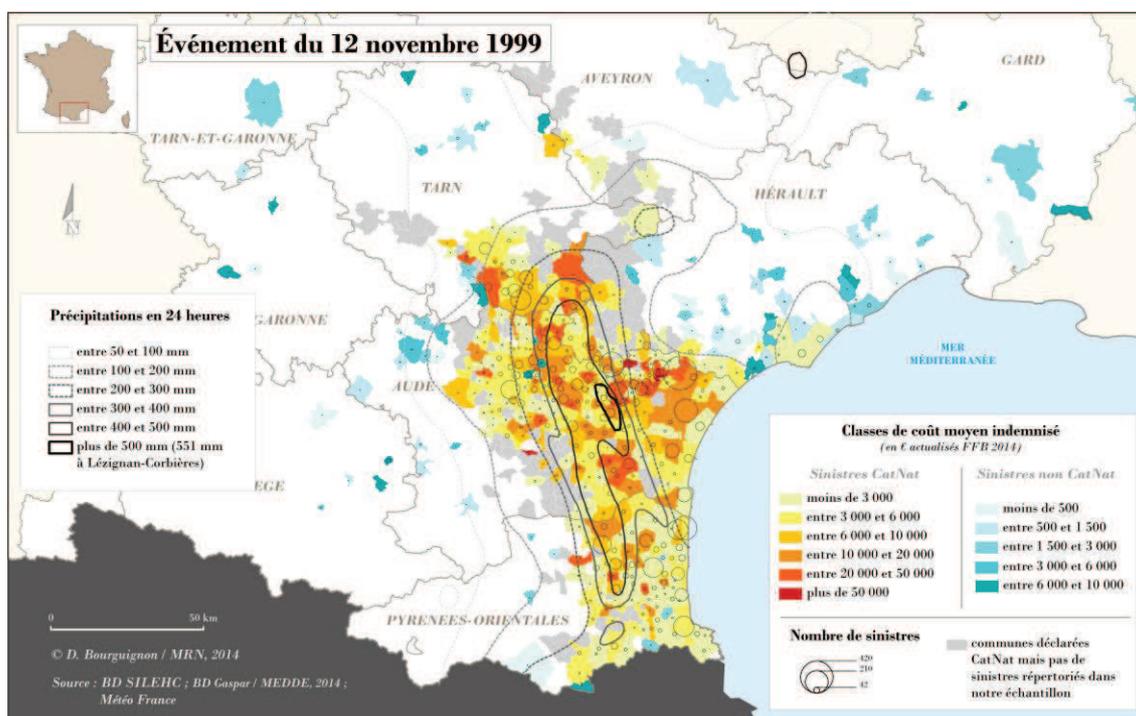
L'exemple des inondations dans le Var en juin 2010 montre, comme en atteste la carte 36, que les dommages sont essentiellement situés dans les zones où les cumuls de pluies sont supérieurs à 200 mm en 24 heures. Comme dans le cas du Gard, le nombre de sinistres est en moyenne plus important dans les communes où les cumuls ont été les plus forts, mais les coûts moyens les plus élevés correspondent aux communes situées le long des deux cours d'eau que sont l'Argens et la Nartuby, et par conséquent sur des communes soumises davantage au risque de débordement de cours d'eau. La cartographie de la zone inondée, produite par le Centre d'Études Techniques de l'Équipement - Méditerranée (CETE), confirme la nette distinction entre les effets de ruissellement sur les communes situées en tête de bassin et qui correspondent aux secteurs de plus forts cumuls, par rapport au débordement.



Carte 36. Relation entre pluviométrie, zones inondées et dommages : le cas des inondations dans le Var en 2010

On peut toutefois s'interroger sur l'absence de déclaration CatNat au nord du département, dans des zones où les cumuls ont dépassé 200 mm et ont atteint jusqu'à 300 mm en 24 heures. Le faible nombre d'enjeux sur ces secteurs pourrait expliquer cette situation.

L'événement de l'Aude en novembre 1999 est également révélateur de cet effet de seuil pluviométrique, qui semble caractéristique des épisodes méditerranéens (Vinet, 2000) (cf. carte 37). On constate en effet que les sinistres survenus dans des communes non déclarées CatNat sont, dans l'ensemble, situés en dehors de la cellule convective (plus de 100 mm en 24 heures).



Carte 37. Relation entre pluviométrie et dommages : le cas des inondations dans l'Aude en 1999

Même si les crues de type cévenol constituent une grande partie des événements les plus dommageables de notre échantillon, la logique pluviométrique des dommages n'est pas aussi évidente pour d'autres types de phénomènes et notamment les crues lentes provoquées par des épisodes pluvieux plus étalés dans le temps.

Les crues de l'Oise de janvier 2011 par exemple, sont dues à la fonte du manteau neigeux provoquée par des précipitations longues et intenses, inférieures à 90 mm en 24 heures, très en amont du bassin. Dans ce cas, les effets de seuils pluviométriques se sont pas directement à l'origine de l'apparition de dommages, puisque c'est la réaction lente des bassins versants et donc le débordement des cours d'eau qui occasionne des sinistres selon une logique amont/aval.

Le tableau 22 permet d'illustrer pour quelques événements les différences entre ruissellement et débordement en fonction des territoires de survenance. Cette synthèse a été rendue possible grâce aux informations recueillies auprès des acteurs rencontrés sur les terrains concernant les intensités pluviométriques, mises à disposition sous forme de couches SIG, que nous avons croisées avec les données de sinistralité<sup>112</sup>.

		CUMULS DES PLUIES (mm/24h)					
		< 50	50-100	100-200	200-300	300-400	> 400
<b>GARD 2002</b> ●	Nombre de communes déclarées CatNat	6 %	9 %	28 %	23 %	22 %	11 %
	Nombre de sinistres	12 %	10 %	29 %	13 %	14 %	21 %
	Coût moyen d'un sinistre (particulier) (en euros 2014)	12 700	5 800	15 500	11 500	10 400	8 400
<b>AUDE 1999</b> ●	Nombre de communes déclarées CatNat	6 %	4 %	26 %	28 %	17 %	20 %
	Nombre de sinistres	6 %	1 %	30 %	28 %	17 %	18 %
	Coût moyen d'un sinistre (particulier) (en euros 2014)	6 000	6 500	16 000	9 000	15 000	9 600
<b>VAR 2010</b> ●	Nombre de communes déclarées CatNat	4 %	10 %	39 %	14 %	29 %	4 %
	Nombre de sinistres	2 %	10 %	16 %	2 %	60 %	9 %
	Coût moyen d'un sinistre (particulier) (en euros 2014)	26 600	22 000	14 300	6 300	12 600	9 800
<b>VAR 2011</b> ●	Nombre de communes déclarées CatNat	-	26 %	74 %	-	-	-
	Nombre de sinistres	-	25 %	75 %	-	-	-
	Coût moyen d'un sinistre (particulier) (en euros 2014)	-	3 600	7 400	-	-	-
<b>OISE 2011</b> ●	Nombre de communes déclarées CatNat	44 %	56 %	-	-	-	-
	Nombre de sinistres	41 %	59 %	-	-	-	-
	Coût moyen d'un sinistre (particulier) (en euros 2014)	3 500	5 700	-	-	-	-
<b>OISE 2007</b> ●	Nombre de communes déclarées CatNat	-	-	100 %	-	-	-
	Nombre de sinistres	-	-	100 %	-	-	-
	Coût moyen d'un sinistre (particulier) (en euros 2014)	-	-	9 000	-	-	-
<b>ZORN 2008</b> ●	Nombre de communes déclarées CatNat	-	100 %	-	-	-	-
	Nombre de sinistres	-	100 %	-	-	-	-
	Coût moyen d'un sinistre (particulier) (en euros 2014)	-	4 700	-	-	-	-

● Crue rapide (cévenole)

● Débordement/ruissellement

● Ruissellement urbain, crue d'orage ou coulée de boue

Source : BD SILEHC

Tableau 22. Sinistralité et cumuls des pluies (mm en 24 heures)

*Exemple de lecture : Dans le cas des inondations du Gard en septembre 2002, 56 % des communes déclarées CatNat ont connu des cumuls de pluies supérieurs à 200 mm en 24 heures, ce qui correspond à 48 % du nombre de sinistres pour les particuliers. Le coût moyen d'un sinistre pour un particulier, situé dans une zone où il est tombé plus de 400 mm de pluies en 24 heures est de 8 400 euros (2014).*

<sup>112</sup> Les isohyètes du Gard sont les seuls que nous avons obtenus via les cartes consultables publiquement sur le site internet « pluies extrêmes » de Météo France.

Parmi les événements présentés, les crues cévenoles correspondent aux phénomènes les plus intenses, à la fois en termes de hauteur des lames d'eau et de montant des dommages qu'elles génèrent. Des sinistres apparaissent pour toutes les plages de cumuls de pluies et sont sensiblement plus nombreux à partir de 100 mm de précipitations en 24 heures. Dans les trois cas étudiés (Aude 1999, Gard 2002 et Var 2010), les coûts moyens les plus élevés ne correspondent pas aux secteurs ayant subi les plus forts cumuls. Il semblerait donc d'une part que ce soient les phénomènes de débordement qui provoquent les dommages les plus importants et d'autre part, que les communes sinistrées uniquement par du ruissellement connaissent toujours des dommages moindres, et ce indépendamment de l'intensité des précipitations.

Les inondations du Var en 2011 (novembre) et de l'Oise en janvier de la même année ont été générées par des épisodes pluvieux moins intenses (inférieurs à 200 mm en 24 heures) avec des dommages occasionnés plus modérés. Pour ces deux événements, l'écart est faible entre la lame d'eau minimale et maximale. Ainsi, bien que la majorité du nombre de sinistres se situe dans les zones qui ont enregistré les plus forts cumuls de pluie, la répartition apparaît plus homogène.

Enfin, les événements par ruissellement urbain ou coulées d'eaux boueuses de l'Oise en juin 2007 (Noyonnais) et du Bas-Rhin en mai 2008 (Zorn), ont été provoqués par des épisodes orageux relativement intenses, très localisés et brefs. La totalité des dommages générés est comprise dans une seule plage de cumuls de pluies. Les coûts moyens sont donc relativement faibles, puisque le périmètre de l'événement hydrographique se limite à celui des précipitations.

À une échelle régionale d'analyse, la comparaison entre la pluviométrie et les dommages semble avoir du sens (Vinet, 2008). Toutefois, à l'échelle communale ou infra-communale, ce sont les paramètres de hauteurs d'eau qui sont le plus souvent utilisés pour estimer les coûts potentiels des inondations. Nous proposons donc dans la prochaine section, de comparer les coûts moyens obtenus par les acteurs locaux à partir de différents scénarios d'inondation (basés sur les hauteurs d'eau), avec les coûts moyens de notre échantillon de sinistres observés, pour des événements similaires. Les évaluations réalisées par les acteurs locaux ont été élaborées dans le cadre d'ACB, pour la justification de projets de protection.

### *7.3.2. Calibrage de l'évaluation des dommages dans le cadre d'ACB : comparaison entre sinistres modélisés et sinistres observés*

La confrontation entre dommages modélisés et observés est une pratique peu fréquente, que les acteurs locaux souhaiteraient pouvoir systématiser à l'aide notamment de données d'assurance. Les limites de la méthode d'estimation des dommages dans le cadre d'ACB ne sont pas ignorées par les porteurs de projets, mais ils disposent rarement des outils, méthodes et données nécessaires pour réaliser des calculs plus robustes.

L'exercice de calibrage proposé ici est donc l'occasion de tester si les paramètres hydrauliques expliquent effectivement les dommages. Il s'agit d'étudier la pertinence de ces variables hydrauliques pour chacun des cas étudiés et de conduire une réflexion, dans le cas contraire, sur la surestimation ou la sous-estimation de la sinistralité, afin d'identifier d'autres variables d'influence potentielles sur les dommages à l'échelle du territoire.

L'objectif de cette section n'est donc pas de remettre en cause la pertinence des projets de prévention qui ont fait l'objet d'analyses coûts bénéfiques, mais seulement de se focaliser sur les calculs de coûts moyens des dommages par scénario d'inondation. Cette analyse a été menée grâce aux données fournies par les acteurs locaux, pour deux sites d'étude, déjà évoqués précédemment : le bassin versant de la Verse et de la Lèze. Seuls les dommages tangibles directs ont été mesurés.

### **Bassin de la Verse**

L'ACB a été réalisée dans le cadre la mise en œuvre d'un PAPI, piloté par l'EPTB Entente Oise-Aisne et labélisé par la CMI en janvier 2013. Cette étude fait suite aux crues exceptionnelles de la Verse en juin 2007, qui ont occasionné des dégâts majeurs principalement sur les communes de Berlancourt, Guiscard, Muirancourt, Bussy et Noyon.

L'objectif de la démarche ACB est de calculer les dommages évités par la mise en place de différents aménagements en fonction de plusieurs scénarios de crues. La méthode d'application suit un schéma classique en cinq étapes :

- Modélisation hydraulique de plusieurs scénarios de crues avec et sans les effets des projets d'aménagements (réalisée par Hydratec – Asconit Consultants en 2012). Les scénarios retenus correspondent aux périodes de retour : 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et la crue historique de juin 2007 estimée entre 500 et 1 000 ans ;
- Recensement des différentes catégories d'enjeux concernés : les particuliers, les professionnels, les équipements publics et les activités agricoles. Les habitations exposées ont été recensées à partir d'enquêtes de terrain, de témoignages et d'interprétations de documents cartographiques tels que les plans cadastraux. Les données récoltées<sup>113</sup> sur les activités économiques sont issues d'un questionnaire mené auprès d'un échantillon de professionnels sinistrés ;
- Calcul des dommages en croisant des paramètres d'aléa d'une part, hauteurs d'eau et durées de submersion modélisées pour chaque scénario, et des paramètres génériques potentiellement aggravants liés aux enjeux d'autre part, tels que la présence ou-non d'un sous-sol, la surélévation du rez-de-chaussée, *etc.* Pour les particuliers, les courbes utilisées sont celles développées par Torterotot (1993) et celles du nouveau guide ACB du MEDDE (2012). Concernant les activités économiques, ce sont les

---

<sup>113</sup> Chiffre d'affaire, nombre de salarié, hauteur d'eau maximale, montant des indemnisations par l'assurance, *etc.*

courbes d'endommagement conçues par Ledoux Consultants (1997) dans le cadre d'une étude menée sur la Loire moyenne qui ont été mobilisées ;

- Estimation des dommages évités en fonction des effets sur les hauteurs d'eau des projets d'aménagement ;
- Comparaison des coûts des projets avec les dommages évités à travers le calcul de la valeur actualisée nette (VAN). Si la VAN est positive, alors la mesure de protection envisagée est jugée pertinente économiquement.

Le tableau 23 illustre la comparaison entre les dommages moyens modélisés par l'Entente Oise-Aisne, pour les particuliers et les professionnels, et les coûts moyens obtenus à partir de notre échantillon de sinistres observés sur la base de l'événement de juin 2007.

Dans le cas des dommages aux particuliers, le nombre de sinistres issus de notre échantillon est assez représentatif du nombre de logements estimés en zone inondable par l'Entente-Oise Aisne. Ainsi, pour la commune de Berlancourt nous disposons de 12 sinistres contre 14 recensés par l'EPTB, 82 contre 183 pour Guiscard, 77 contre 117 pour Noyon. La commune de Muirancourt est un cas particulier car notre échantillon comporte davantage de sinistres que d'après les résultats du modèle de l'Entente Oise-Aisne (14 contre 9).

Afin de pouvoir comparer les coûts moyens estimés à partir de notre échantillon et ceux issus de la modélisation menée par l'Entente Oise-Aisne, il est nécessaire de prendre en compte un certain nombre d'éléments qui caractérisent nos données :

- les montants indemnisés n'incluent pas les franchises ;
- des coefficients de vétusté sont appliqués pour estimer la valeur des biens endommagés (sauf si le remboursement en valeur à neuf est compris dans le contrat de base) ;
- un catalogue de correspondance des prix de certains biens (grille tarifaire), peut être appliqué dans le cas où les assurés sont dans l'incapacité de fournir des pièces justificatives telles que des factures.

De manière conventionnelle, à dire d'experts, on considère que le coût réel des dommages correspond à deux fois le montant indemnisé<sup>114</sup>. Une colonne « estimation des coûts réels » a donc été ajoutée, qui correspond simplement aux coûts moyens de la colonne « sinistralité observée » multipliée par deux.

Le tableau 23 montre, pour les particuliers, que les courbes de Torterotot ont tendance à sous-évaluer les dommages réels contrairement aux fonctions d'endommagement du MEDDE qui les surévaluent largement. Plusieurs exceptions sont à relever :

- Le cas de Muirancourt où les courbes de Torterotot surestiment les dommages, notamment parce que d'après les résultats de la modélisation de l'Entente Oise-Aisne, seulement neuf habitations sont concernées par l'enveloppe de crue de

---

<sup>114</sup> Ce ratio est établi sur la base de témoignages recueillis auprès d'experts d'assurance. Il n'existe pas d'étude approfondie sur le sujet.

l'événement de juin 2007, alors que 14 sinistres sont répertoriés dans notre échantillon pour cette commune à la date de l'événement ;

- Les coûts moyens pour les particuliers dans la commune de Bussy sont extrêmement élevés d'après notre échantillon (davantage que les résultats de la fonction d'endommagement du MEDDE), car nous ne disposons que de trois sinistres observés, alors que selon l'Entente Oise-Aisne, huit habitations sont considérées comme impactées par la crue.

		Sinistralité observée	Estimation coûts réels	Courbes Torterotot	Courbes MEDDE 2012	Courbes Loire
<b>Particuliers</b>	Berlancourt	8 332	16 665	7 071	34 071	-
	Bussy	72 111	144 223	8 875	36 500	-
	Guiscard	19 355	38 710	11 169	54 311	-
	Muirancourt	4 281	8 562	13 778	56 778	-
	Noyon	7 968	15 936	10 641	50 932	-
<b>Professionnels</b>	Guiscard	26 114	52 228	-	-	139 900
	Noyon	4 229	8 457	-	-	?

*En clair = manque de représentativité (moins de 10 individus recensés)*

*Source : BD SILEHC ; Entente Oise-Aisne*

Tableau 23. Comparaison des coûts moyens modélisés et observés pour l'événement de juin 2007 sur la Verse (en euros 2012, actualisés d'après l'indice FFB)

Les coûts moyens des sinistres observés pour les particuliers ne correspondent pas aux estimations faites par les différentes courbes de dommage, bien que pour trois de ces communes, la valeur calculée à partir de la base de données se situe dans la fourchette de valeurs estimées par les deux méthodes de Torterotot et du MEDDE. Pour les communes de Berlancourt, Muirancourt et Noyon, ils sont plus proches des estimations de Torterotot, alors que dans le cas de Bussy et Guiscard, ce sont les fonctions d'endommagement du MEDDE qui sont les moins éloignées. D'autre part, les tendances ne sont pas respectées en fonction des communes impactées. En effet, dans le cas des sinistres observés ce sont les communes les plus densément peuplées qui ont les coûts moyens les plus élevés (Guiscard et Noyon) alors que selon les résultats du modèle, le coût moyen maximal correspond à la commune de Muirancourt, trois fois moins peuplée que Noyon par exemple.

Les courbes de Torterotot et du MEDDE produisent des résultats différents, car elles ne sont pas basées sur les mêmes caractéristiques. Les premières prennent en compte les hauteurs d'eau par nature d'inondation (crue lente ou crue rapide) et les délais d'alerte (qui peuvent permettre de déplacer le mobilier), alors que les secondes ajoutent à ces deux paramètres une notion de durée de submersion (supérieure ou inférieure à 48 heures). Enfin, concernant l'évaluation de la vulnérabilité du bâti, les courbes de Torterotot n'intègrent pas d'autres paramètres que la présence ou non d'un sous-sol, tandis que celles du MEDDE distinguent également le type de logement (collectif ou individuel), le nombre de pièces et d'étages.

Concernant les coûts moyens pour les professionnels, seule la commune de Guiscard est concernée alors que nous observons des sinistres pour cette catégorie d'enjeux également dans la commune de Noyon. Par ailleurs, les courbes d'endommagement issues de l'étude Loire Moyenne conduisent à surévaluer les sinistres, mais nous ne disposons de données que sur trois sinistres alors que l'EPTB en dénombre 10.

Finalement, le croisement entre un modèle hydraulique (hauteurs d'eau, durées de submersion, *etc.*) et des paramètres de vulnérabilité du bâti (présence d'un sous-sol, nombre de pièces, *etc.*) ne traduit pas la réalité des dommages consécutifs à l'événement de juin 2007. Au vu des écarts dans l'estimation des coûts moyens par les différentes courbes d'endommagement mobilisées, les résultats semblent largement influencés, voire faussés, par les paramètres retenus en entrée des modèles (Eleutério et *al.*, 2008).

Les résultats des modélisations sont potentiellement plus proches de la réalité pour des périodes de retour de crues plus faibles, mais nous ne disposons pas d'autre événement que celui de 2007 pour faire ce type de comparatif.

### **Bassin de la Lèze**

Le bassin versant de la Lèze, situé au sud de l'agglomération de Toulouse, est déjà couvert par un PAPI dit de première génération. Le programme des travaux, évalué initialement à 6,3 millions d'euros, a débuté en août 2006 et doit s'achever en décembre 2016. Le porteur de projet est le Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée de la Lèze (SMIVAL).

En 2010/2011 une étude hydraulique a conduit à réévaluer le coût d'investissement de divers aménagements (digues et ouvrages écrêteurs tels que des casiers et bassins) à plus de 20 millions d'euros. Or, conformément au dernier cahier des charges du MEDDE, ce nouveau chiffrage, supérieur à deux millions d'euros, nécessite la validation d'un avenant au PAPI par la CMI et doit être assortie d'une ACB, de manière à justifier la pertinence économique des ouvrages structurants du projet. Contrairement au cas du bassin de la Verse, les coûts moyens évalués par le SMIVAL ne sont pas ventilés par commune mais concernent l'ensemble du bassin. En revanche, il existe plusieurs événements de référence à partir desquels il est possible de comparer les coûts modélisés par rapports aux dommages observés (avec un nombre représentatif de sinistres) : les crues de juin 2000 (période de retour centennale), de mai 2007 (entre quinquennale et décennale) et juin 2007 (quinquennale)<sup>115</sup>.

Les courbes d'endommagement de Torterotot ont été utilisées pour estimer les dommages moyens pour les particuliers. Pour les professionnels, les fonctions d'endommagement utilisées sont issues d'une étude menée par le SMIVAL sur un échantillon d'entreprises sinistrées à Lézat-sur-Lèze, car les courbes « Loire moyenne » ont été jugées trop éloignées

---

<sup>115</sup> Les périodes de retour présentées sont celles des débits et non des précipitations, ce qui explique que certains événements soient déclarés CatNat pour une fréquence inférieure à 10 ans.

de la réalité économique du territoire. Seule la surface de l'entreprise, mise en regard avec les hauteurs d'eau, a été considérée comme facteur de vulnérabilité.

La modélisation des scénarios d'aléa a été réalisée à partir du logiciel *freeware* HEC-RAS<sup>116</sup>, qui est un programme de simulation hydraulique élaboré par le ministère américain de la Défense. Ce modèle est unidimensionnel, ce qui signifie qu'il n'intègre pas les variations de vitesse des écoulements en fonction des pentes ou de la forme du linéaire du cours d'eau (méandres par exemple).

La figure 63 illustre la comparaison entre les dommages modélisés par le SMIVAL et les sinistres observés dans notre échantillon, en fonction de plusieurs événements. Comme précédemment, les coûts moyens observés ont été multipliés par deux de manière à obtenir une estimation du coût réel des dommages.

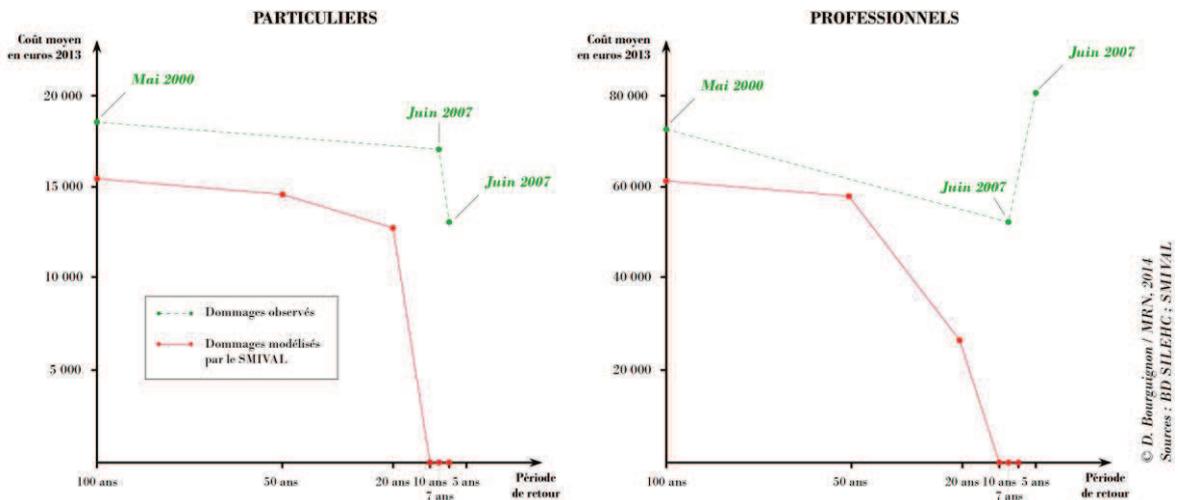


Figure 63. Comparaison entre dommages observés et modélisés sur le bassin de la Lèze

Autant pour les particuliers que pour les professionnels, les coûts modélisés semblent assez proches des sinistres observés pour la crue centennale de mai 2000. En revanche, pour les crues inférieures à la décennale (inondations de mai et juin 2007), le SMIVAL estime que les dommages sont nuls alors que les sinistres observés montrent que les coûts sont élevés pour les deux catégories d'enjeux dans cette plage de fréquence. Par ailleurs les dommages observés suite à l'événement de juin 2007, pour les professionnels, représentent un coût moyen supérieur à la crue centennale de 2000.

Le fait que les coûts moyens observés demeurent élevés quelle que soit la fréquence des crues peut signifier que les enjeux sont en majorité situés dans des zones fréquemment inondées. La géographie du bassin tend à corroborer cette hypothèse puisque le territoire est

<sup>116</sup> *Hydrologic Engineering Centers River Analysis System.*

caractérisé par une vallée très encaissée, avec une concentration des enjeux dans les fonds de talwegs.

Les paramètres de hauteurs d'eau utilisés conduiraient donc à fausser l'estimation des dommages. Dans ce cas, plusieurs facteurs pourraient être testés pour mieux calibrer l'ACB. Concernant la modélisation de l'aléa, dans un bassin versant caractérisé par des fortes pentes, il serait nécessaire d'intégrer les vitesses d'écoulement par exemple. Par ailleurs, pour les biens professionnels, la surface du bâtiment ne semble pas être le critère de vulnérabilité le plus pertinent. Les enquêtes menées par le SMIVAL auprès d'un échantillon d'entreprises pourraient ainsi être complétées de manière à identifier d'autres facteurs explicatifs de l'endommagement. Pour les particuliers, les courbes du MEDDE (2012) pourraient être testées, en complément de celles de Torterotot, pour prendre en compte davantage de critères que la présence ou non d'un sous-sol.

Toutefois, la pertinence économique des projets de protection du PAPI n'est finalement pas remise en cause, puisque que les sinistres observés sont globalement plus élevés que ceux modélisés par le SMIVAL. Autrement dit les dommages évités par les ouvrages sont en réalité potentiellement plus importants que ceux calculés par l'ACB.

## **Conclusion**

Même si les communes qui ont une superficie inondable importante, ont en moyenne des sinistres plus nombreux et plus coûteux que d'autres, l'utilisation de données dites d'« exposition » telles que les AZI et les EAIP, n'est pas réellement compatible avec une étude de la sinistralité. En revanche, les cartes de zones inondées, fournies par les acteurs locaux, sont des informations précieuses pour qualifier la sinistralité relative à l'événement cartographié, même à une échelle communale. En effet, il est notamment possible de cibler les communes impactées uniquement par du ruissellement et d'autres par du débordement (et ruissellement également, le cas échéant). En opérant cette distinction, les gestionnaires du risque sur le territoire peuvent ainsi, par exemple, prioriser leurs actions de prévention sur les communes ayant connu une sinistralité élevée liée à du ruissellement (en re-calibrant leur réseau d'évacuation des eaux de pluie par exemple).

La comparaison entre cumuls de pluie et sinistralité a également permis de mettre en avant des seuils d'apparition de dommages selon les territoires et pour certains types de périls. Toutefois, les zones où les précipitations sont les plus importantes ne sont pas celles où le nombre ou le coût des dommages est le plus élevé. En effet, quels que soient les cumuls de pluies, les sinistres provoqués par du ruissellement sont toujours plus faibles que ceux consécutifs à du débordement (réaction hydrologique).

Enfin, la confrontation entre sinistres observés et modèles utilisés dans le cadre d'ACB, montre que ces derniers ont tendance à sous-évaluer ou surévaluer les dommages,

notamment parce que les paramètres d'aléa en entrée semblent peu précis ou mal calibrés. Par ailleurs, il semblerait également que les critères des enjeux, utilisés dans les fonctions d'endommagement, ne soient pas suffisamment représentatifs de la vulnérabilité réelle des biens exposés, en raison de leur caractère uniquement technique et non pas, par exemple, socio-économique. Or, les dommages aux valeurs assurées du « contenu » de l'habitation n'expliquent-elles pas davantage le niveau des sinistres que les dommages au « contenant » soit le bâtiment lui-même ? Ainsi, avec l'aide des connaissances d'acteurs locaux, est-il possible d'identifier des indicateurs d'enjeux moins précis que ceux utilisés dans les modèles, mais permettant de mieux expliquer le montant des dommages à une échelle communale ?

## Chapitre 8. Vers une approche macroscopique de la relation entre enjeux et sinistres

La plupart des modèles d'évaluation des dommages confronte des paramètres d'aléa avec des paramètres de vulnérabilité considérés à l'échelle de l'enjeu. Les caractéristiques les plus souvent mobilisées sont la présence ou l'absence de sous-sols, le nombre d'étages, l'âge des bâtiments, le type de matériaux, *etc.* Or plus l'analyse est menée à une échelle fine, plus les variables explicatives potentielles et les incertitudes sont nombreuses. De surcroît, l'ajout de variables nécessite un apport plus important de données, lesquelles sont difficiles d'accès à une échelle infracommunale. L'objectif de ce chapitre est donc d'étudier des informations sur les enjeux à un niveau plus macroscopique, susceptibles d'expliquer les dommages et de limiter la propagation des incertitudes.

Pour caractériser les enjeux à l'échelle de la commune, nous avons cherché à déterminer des zones homogènes d'occupation du sol en fonction de la densité du bâti. L'intérêt d'une telle classification est d'être transposable sur n'importe quel territoire et d'être à la fois compréhensible et utilisable par tous types d'acteurs (collectivités, scientifiques, assureurs, *etc.*) de terrains.

Parmi les zones d'occupation du sol déterminées par photo-interprétation, les visites sur le terrain et les témoignages d'acteurs locaux ont permis de définir quatre catégories sur lesquelles cibler notre analyse :

- **Zone d'habitat très dense** (en général centre ancien), composée principalement de bâtiments anciens, de services et de petits commerces ;
- **Zone d'habitat dense** : Comprenant de l'habitat collectif et individuel, des commerces et activités. Cette catégorie comprend également le **tissu pavillonnaire et les lotissements** ;
- **Zone d'habitat de faible densité** : Habitations isolées, généralement situées sur des territoires ruraux (exemple : fermes) ;
- **Zone industrielle.**

Nous proposons dès lors de « rejouer » des événements passés en croisant les zones inondées avec cette typologie conventionnelle d'occupation du territoire, de manière à tester la relation potentielle entre les dommages et les zones d'habitat. Pour ce faire, deux cas ont été sélectionnés : les inondations par débordement de la Verse en 2007 (Oise) et les crues rapides de l'Aude en 1999.

### 8.1. Étude comparative de trois communes impactées par le débordement de la Verse en 2007

Pour rappel, la crue de la Verse est survenue en juin 2007 au nord-est du département de l'Oise sur le territoire dit du Noyonnais. La période de retour hydrologique est supérieure à

100 ans. Trois communes impactées par cet événement, pour lesquelles il existe des informations représentatives sur la sinistralité observée ainsi qu'une cartographie des zones inondées, ont été étudiées : Berlancourt, Guiscard et Noyon.

### 8.1.1. Berlancourt : des sinistres sur de l'habitat ancien et isolé

Berlancourt, en amont du bassin, est une commune rurale de moins de 400 habitants. D'après les informations recueillies auprès de l'Entente Oise-Aisne<sup>117</sup>, les principaux enjeux situés dans le lit majeur de la Verse de Guivry sont des fermes et des habitations relativement anciennes et isolées. La majorité des bâtiments sont constitués de briques, qui représentent un matériau relativement résistant aux inondations (cf. figure 64). En plus du risque de débordement du cours d'eau, le territoire est soumis au risque de ruissellement, aggravé notamment par la présence de parcelles de cultures de céréales qui entourent la zone habitée du village.



Figure 64. Profil type des habitations sinistrées en 2007 à Berlancourt

Selon l'Entente Oise-Aisne, 14 habitations ont été impactées lors de la crue de 2007, avec des hauteurs d'eau supérieures à un mètre. D'après notre échantillon de sinistres (12 dossiers recensés), le coût moyen de cet événement par habitation est légèrement inférieur à 7 000 euros, avec un sinistre à 8 000 euros, quatre sinistres d'environ 3 500 euros et sept à 8 500 euros (la médiane est de 8 500 euros). En outre, malgré une crue de fréquence relativement rare, le coût moyen des dommages pour ce type de bâti est inférieur d'environ 1 000 euros au coût moyen national tous types d'inondations confondus.

La carte 38 décrit les zones inondées en 2007 et permet de constater que l'ensemble des enjeux impactés appartiennent bien à la catégorie dite d'habitat isolé. Par ailleurs, d'après nos données, aucun professionnel n'a été sinistré par cet événement dans cette commune.

---

<sup>117</sup> Acteur référent sur le territoire du Noyonnais.



Carte 38. Zones inondées à Berlandcourt en 2007

### 8.1.2. Guiscard : un aléa particulièrement intense sur de l'habitat pavillonnaire

La situation est différente pour la commune de Guiscard qui borde au sud celle de Berlandcourt. Tout d'abord, le cours d'eau qui est à l'origine des inondations les plus dommageables en 2007 n'est pas la Verse de Guivry, comme à Berlandcourt, mais la Verse de Beaugies. Guiscard est située à la confluence entre ces deux cours d'eau qui forment la Verse (cf. carte 39). Environ 1 900 habitants ont été recensés par l'INSEE en 2011 sur cette commune. La majorité des habitations de Guiscard est localisée dans le lit majeur de la Verse de Beaugies, cette dernière étant canalisée sur l'ensemble du tronçon qui traverse le secteur le plus urbanisé de la commune. Quasiment la totalité des bâtiments sinistrés en 2007 correspond à du tissu pavillonnaire, caractérisé par une plus grande densité de bâtis, notamment en comparaison du cas de Berlandcourt (cf. figure 65). Par ailleurs, les bâtiments sont plus récents et les matériaux de construction potentiellement moins résistants aux inondations (parpaing notamment).



Carte 39. Zones inondées à Guiscard en 2007



Figure 65. Profil type des habitations sinistrées en 2007 à Guiscard

D'après l'Entente Oise-Aisne, la hauteur d'eau moyenne par habitation était d'environ un mètre, avec un maximum d'un mètre cinquante par endroit.

Sur les 183 habitations impactées par cet événement, 82 sont référencées dans la base de données SILEHC. Le coût moyen d'un sinistre pour un particulier à Guiscard est d'environ 20 000 euros, soit trois fois supérieur à Berlancourt. Toutefois, il n'est pas possible de faire de comparaison stricte car si pour Berlancourt chaque coût est associé à un unique enjeu ce

n'est pas le cas pour Guiscard<sup>118</sup>. Par ailleurs, le coût des sinistres sur Guiscard est plus variable, avec un sinistre allant d'un minimum de 4 000 euros pour un enjeu à plus de 100 000 euros pour deux enjeux. Quelques entreprises ont également été impactées, mais aucune ne dépasse cinq salariés (garage, pharmacie, salon de coiffure, menuiserie et chauffagiste). Un seul de ces professionnels est représenté dans la base de données, avec un sinistre d'environ 30 000 euros. Ce montant est cohérent avec le profil d'une « petite » entreprise type ACPS, soit un coût légèrement plus élevé que pour les particuliers. En effet, si les bâtiments (valeurs dite du contenant) sont identiques à ceux des particuliers, c'est la valeur du contenu qui explique les différences dans le montant des sinistres, en raison du matériel et des outils professionnels.

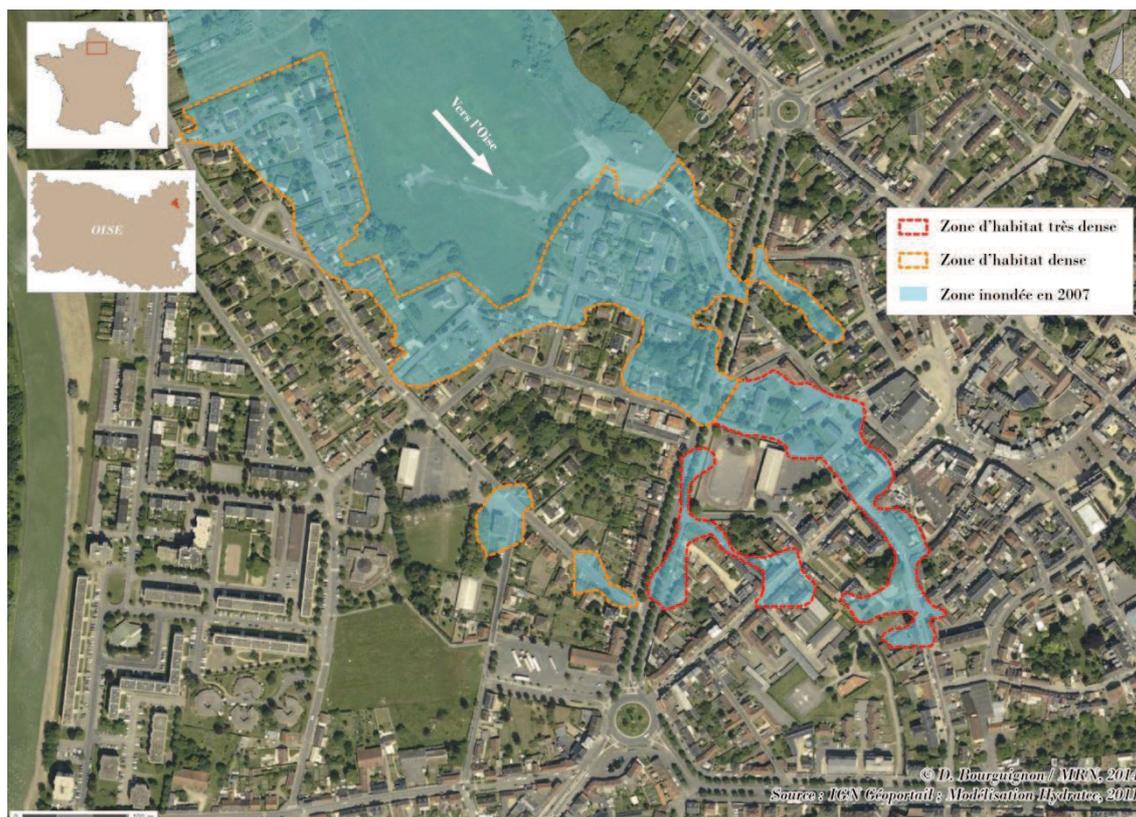
### 8.1.3. Noyon : des sinistres sur de l'habitat pavillonnaire

Encore plus en aval, au niveau de la confluence entre la Verse et l'Oise, la commune de Noyon a également été particulièrement impactée par l'événement de 2007. Chef-lieu de canton, elle comptait plus de 14 000 habitants en 2007 selon l'INSEE, soit environ 60 % de la population totale du bassin. Les secteurs les plus sinistrés par la crue de juin 2007 (hauteurs d'eau supérieures à 1 mètre) sont principalement situés au nord-ouest de la commune et correspondent à des zones pavillonnaires (secteur de l'Isle d'Adam). Ces lotissements ont été construits à partir des années 1980 sur d'anciens terrains agricoles pour répondre à une pression foncière en constante augmentation. À l'instar de la commune de Guiscard, les habitations qui constituent les lotissements de Noyon sont essentiellement composées de parpaing, soit un matériau qui se dégrade plus facilement que la brique en cas d'inondation (cf. figure 66). La commune est caractérisée par un étalement urbain relativement important, notamment dans les zones inondables (cf. carte 40). Le centre ancien de Noyon a également été partiellement inondé, bien que cette zone ne compte qu'un faible nombre de sinistres d'après l'Entente Oise-Aisne.



Figure 66. Profil type des habitations sinistrées en 2007 à Noyon

<sup>118</sup> En effet, pour Guiscard, on ne dispose pas des données de sinistralité pour chaque enjeu.



Carte 40. Zones inondées à Noyon en 2007

La base de données SILEHC recense 77 sinistres à Noyon pour l'événement de 2007, sur les 117 logements effectivement inondés d'après les informations fournies par l'Entente Oise-Aisne. Le coût moyen de l'événement pour les particuliers est d'environ 8 000 euros, ce qui est 2,5 fois moins élevé que dans le cas de Guiscard mais légèrement supérieur à Berlancourt. Toutefois, comme précédemment, la volatilité de ces coûts moyens n'est pas facilement qualifiable puisque nous ne disposons pas du montant individuel des sinistres. Entre Noyon et Guiscard la différence de sinistralité interpelle d'autant plus que le nombre de sinistres est comparable (environ 80 dans les deux cas), que le type d'habitation impacté est similaire et que les hauteurs d'eau sont dans les deux cas supérieures à un mètre. Ainsi, d'après l'échantillon de la BD SILEHC, le coût total de l'événement de 2007 s'élève à 600 000 euros pour Noyon et 1 600 000 pour Guiscard.

#### 8.1.4. Quelles sont les raisons de tels écarts de sinistralité entre les trois communes étudiées ?

Comment expliquer de tels écarts entre ces communes ? D'après l'Entente Oise-Aisne, les dommages ont été particulièrement importants à Guiscard en raison d'une situation hydrologique singulière. En effet, les crues de la Verse de Beaugies qui traverse le centre du village et celle de la Verse de Guivry (venant de Berlancourt) se sont rejointes de manière concomitante au niveau du bourg. L'effet d'« entonnoir », ainsi créé en freinant les

écoulements, a donc engendré des durées de submersion beaucoup plus importantes à Guiscard qu'à Berlancourt ou Noyon (supérieures à 30 heures). Par ailleurs, le sous-dimensionnement du busage de la Verse de Beaugies, passant sous la zone la plus densément urbanisée de Guiscard, est à l'origine d'une aggravation des débordements. Les dégâts les plus importants sont notamment liés à la submersion par des coulées d'eaux boueuses des garages qui sont pour la plupart situés en sous-sol et parfois aménagés en pièces de vie.

Entre Noyon et Berlancourt, la comparaison des montants de sinistres est plus pertinente, car les paramètres d'aléa sont similaires dans les deux cas. Ainsi, nous pouvons formuler plusieurs hypothèses sur la relation dommages/type d'habitat pour expliquer la plus forte sinistralité à Noyon qu'à Berlancourt. Tout d'abord, la densité du tissu et la disposition du bâti spécifique aux lotissements ont tendance à aggraver les dommages car ils influent sur la circulation de l'eau (Valy, 2010). Ensuite, d'après les acteurs locaux, les logements qui constituent les zones pavillonnaires de Noyon sont d'un standing supérieur aux habitations qui ont été sinistrées sur la commune de Berlancourt. En d'autres termes, les pavillons de Noyon représentent des montants de capitaux mobiliers assurés globalement plus élevés qu'à Berlancourt, ce qui provoque des sinistres plus coûteux. Pour vérifier cette dernière hypothèse nous avons comparé le salaire net annuel moyen par habitant et par commune<sup>119</sup> avec les coûts moyens des sinistres par commune (cf. figure 67). Ce test ne permet pas de mettre en évidence une corrélation entre les deux variables, notamment parce que l'indicateur du salaire moyen se rapporte à l'ensemble de la commune alors que les bâtiments sinistrés ne représentent qu'une minorité des habitations. De fait, le salaire annuel moyen de la commune peut ne pas représenter le standing réel des zones sinistrées.

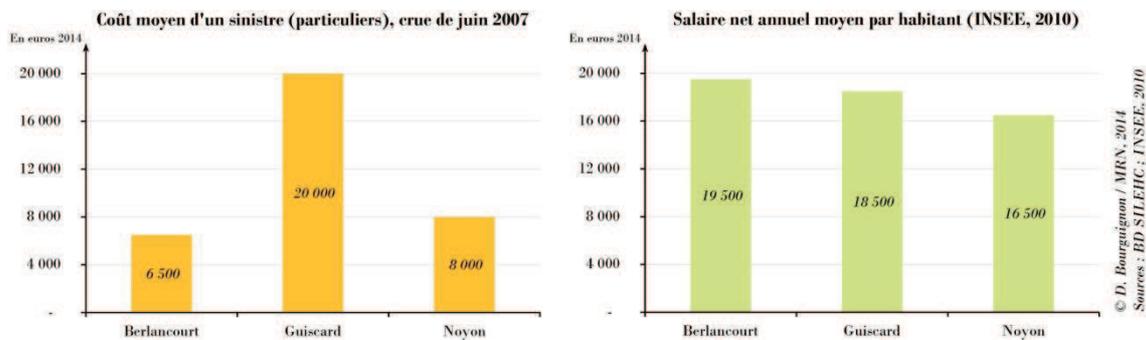


Figure 67. Comparaison entre le coût moyen d'un sinistre par commune et le salaire net annuel moyen

D'après André (2013), d'autres sources sont potentiellement exploitables pour qualifier le standing des enjeux, notamment les données infracommunales de l'INSEE, basées sur un carroyage national de 200 mètres de côté. Toutefois, ces données ne donnent pas d'informations suffisamment précises sur les caractéristiques des logements ou sur le niveau de vie des habitants pour être comparées de manière pertinente avec le montant des sinistres.

<sup>119</sup> Mises à disposition par la Direction Générale des Finances Publiques (DGFIP).

Finalement, l'étude du cas de la Verse tend à montrer que plus l'aléa est intense, moins la vulnérabilité des enjeux (susceptibilité à l'endommagement) influe sur le coût des dommages. Par ailleurs, il semblerait que les zones d'habitat dense soient plus vulnérables<sup>120</sup> que les zones d'habitat dispersé ou isolé. Il est cependant difficile de vérifier ces hypothèses à une échelle communale, *a fortiori* lorsque les paramètres d'aléa ne sont pas les mêmes entre communes. Nous proposons de réitérer cette étude sur un autre type d'événement, consécutif à des crues rapides, à partir de l'exemple des inondations dans l'Aude en novembre 1999.

## 8.2. Le rapport entre zone d'habitat et sinistralité est-il différent dans le cas des crues rapides ? L'exemple des inondations dans l'Aude en 1999

L'épisode dit « cévenol » survenu entre les 12 et 13 novembre 1999 dans le sud de la France et principalement dans le département de l'Aude peut être, à bien des égards, considéré comme exceptionnel. D'abord, l'épisode pluvieux est rare par son intensité et son extension spatiale ; car si les épisodes pluvieux en période automnale dans les régions méditerranéennes sont des phénomènes récurrents, il est très peu fréquent d'observer des cumuls supérieurs à 500 mm en 24h, comme ce fut le cas à Lézignan-Corbières, épice de du phénomène (Vinet, 2003). Ensuite, de nombreux bassins versants ont connu des crues dépassant largement le niveau des plus hautes eaux connues. L'événement est le troisième plus meurtrier en France depuis l'origine du régime CatNat (pour de l'aléa inondation seulement), avec un bilan de 36 morts<sup>121</sup>. Les conséquences économiques sont également exceptionnelles avec des dommages assurés supérieurs à 300 millions d'euros, ce qui place cet événement au cinquième rang des plus coûteux pour l'assurance depuis 1982.

Quatre communes ont été étudiées dans le cas de ces inondations : Lézignan-Corbières, Sallèles-d'Aude, Narbonne et Coursan. Chacune d'elle bénéficie d'une cartographie des zones inondées et d'une bonne représentativité en termes de sinistres (plus de 100 sinistres par commune). Par ailleurs, l'occupation du sol a été étudiée à partir des photographies aériennes datant de 1999, téléchargeables librement depuis le site géoportail de l'IGN<sup>122</sup>.

### 8.2.1. Lézignan-Corbières et Sallèles-d'Aude : étude de l'endommagement dans un contexte d'habitat dense et d'aléa intense

Ce sont les débordements concomitants de la Jourre et de ses affluents, les Recs de Bénéja et de la Fumade, qui sont à l'origine de l'inondation de la commune de Lézignan-Corbières. La faible capacité d'écoulement de la Jourre dans sa traversée de la ville en raison du sous dimensionnement des ouvrages d'art, conjuguée aux précipitations exceptionnelles (une

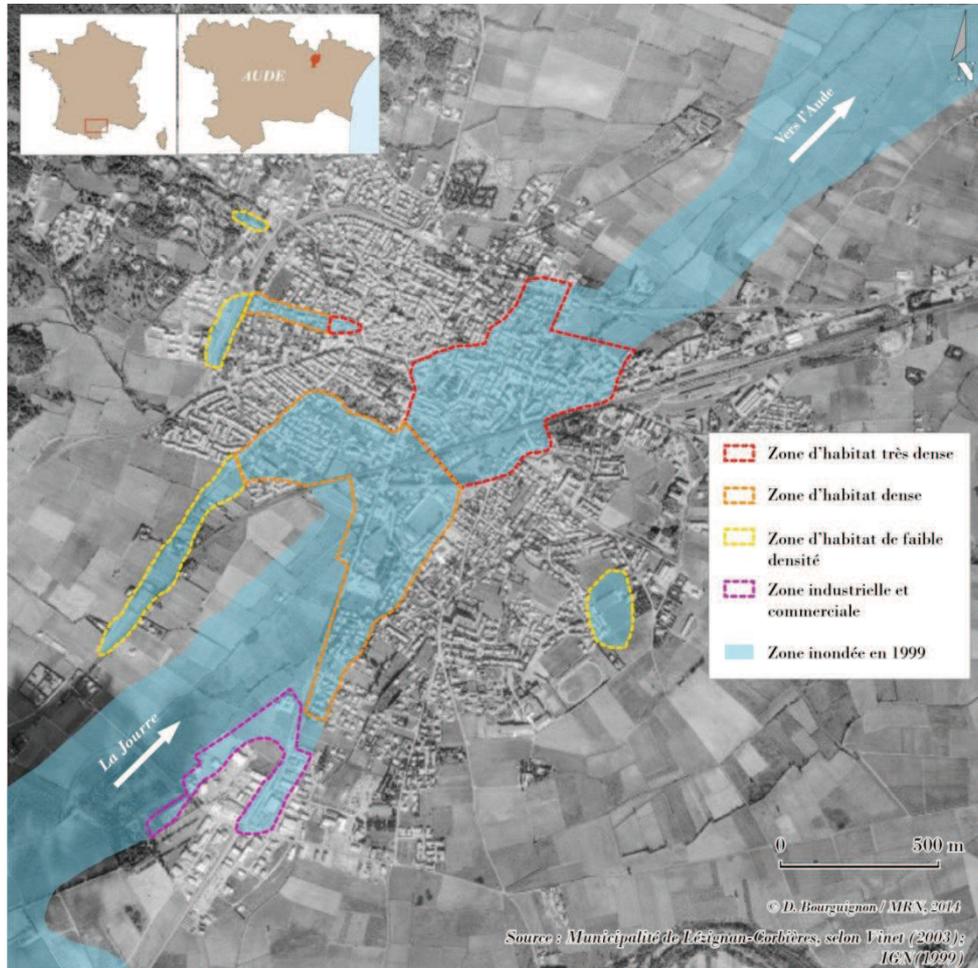
---

<sup>120</sup> Susceptibles de connaître des sinistres plus coûteux.

<sup>121</sup> Après Xynthia, 53 morts en 2010 et Vaison-la-Romaine, 47 morts en 1992.

<sup>122</sup> [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr)

année de pluie en 48 heures), ont provoqué des submersions sans précédent avec des hauteurs d'eau parfois supérieures à trois mètres, notamment dans les quartiers bas de la ville (Vinet, 2003). Par ailleurs, un autre facteur aggravant a été la rupture d'un petit barrage écrêteur sur le Rec de Bénéja. Les secteurs les plus sinistrés correspondent à des zones d'habitat dense et très dense, composées respectivement de lotissements et de constructions anciennes (cf. carte 41).

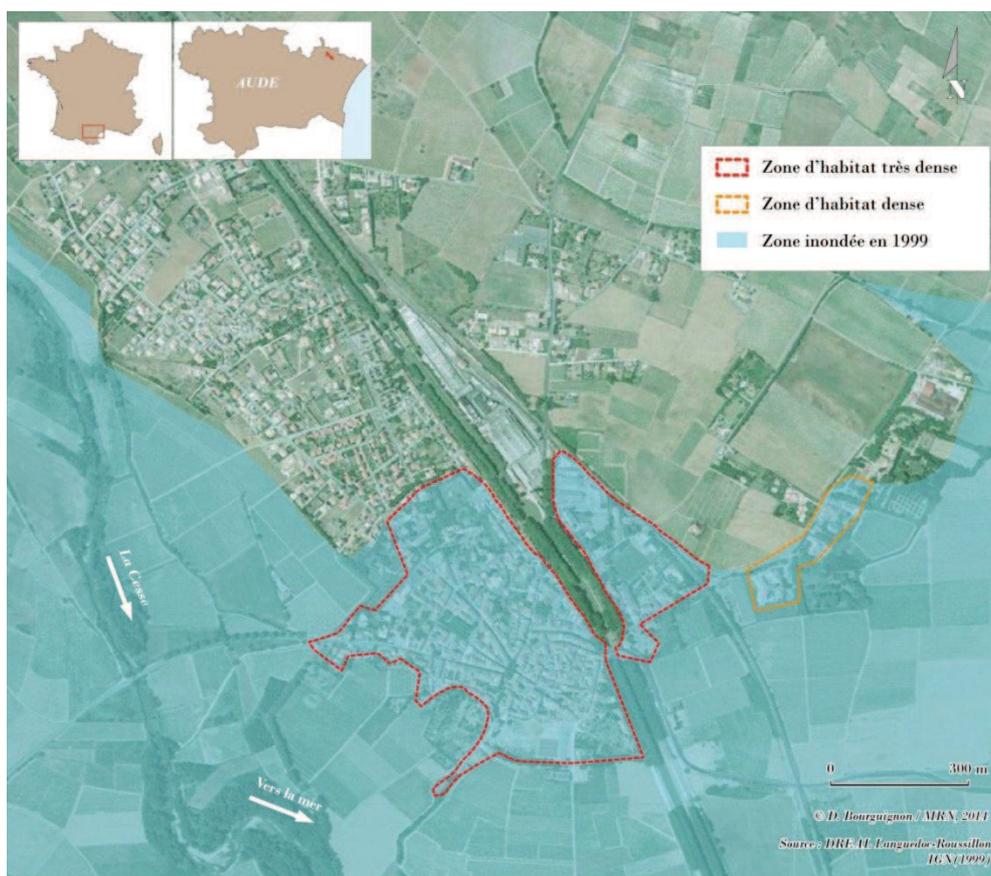


Carte 41. Zones inondées à Lézignan-Corbières en 1999

Près de 200 sinistres concernant les particuliers sont recensés dans la base de données SILEHC et environ 20 pour des professionnels. Le coût moyen de l'événement s'élève à 22 000 euros pour les particuliers et 27 000 euros pour les professionnels. Concernant ces derniers, il est difficile de distinguer la part des sinistres relative à la zone industrielle et commerciale, au sud de la commune, de celle qui concerne l'ensemble des commerces et services situé dans le centre-ville.

En termes de sinistralité l'événement est en effet exceptionnel, puisque le coût moyen d'un sinistre pour un particulier est environ trois fois supérieur à la moyenne nationale d'un sinistre provoqué par ce type de crue (8 500 euros). En revanche, au niveau des professionnels, le coût moyen d'un sinistre est d'environ 10 000 euros soit trois fois moins

élevé que le coût moyen national de cette catégorie d'enjeu. Cette situation peut s'expliquer par le faible nombre de grandes entreprises et/ou industries et donc par la surreprésentation de petits commerces. Il est également probable que le manque de représentativité de notre échantillon, à cette échelle, implique que les entreprises les plus importantes de la commune ne soient pas référencées dans la base de données. En plus du débordement de la Cesse, les inondations survenues sur la commune de Sallèles-d'Aude sont dues essentiellement à l'accumulation d'eau au niveau des digues du canal de jonction qui sont perpendiculaires à l'axe principal des écoulements (Lefrou et *al.*, 2000). Ces digues ont d'ailleurs cédé le 13 novembre matin, provoquant des dommages considérables sur l'ensemble des basses plaines, notamment à Cuxac-d'Aude.



Cartes 42. Zones inondées à Sallèles-d'Aude en 1999

Les hauteurs d'eau relevées à Sallèles-d'Aude dépassent quatre mètres par endroit, ce qui correspond au niveau du premier étage de certaines habitations sinistrées. Les zones sinistrées sont presque exclusivement composées d'habitat dense. Le coût moyen de l'événement pour les particuliers est proche mais supérieur à celui de Lézignan-Corbières avec environ 24 000 euros par sinistre, pour 119 dossiers recensés dans la BD SILEHC. Le coût moyen des professionnels est également proche et légèrement supérieur à celui de Lézignan-Corbières avec un montant de 30 000 euros par sinistre. Comme dans le cas précédent, peu d'individus appartenant à cette catégorie d'assuré sont représentés, puisqu'ils

ne sont que 10. Le faible coût moyen pour les professionnels permet de supposer que les sinistres concernent davantage des petits commerçants que de grandes entreprises ou industries. L'interprétation de l'occupation du sol à travers la carte 42 tend d'ailleurs à confirmer cette hypothèse.

L'analyse comparée des inondations et des sinistres entre Lézignan-Corbières et Sallèles-d'Aude permet de montrer que les sinistres les plus coûteux concernent effectivement la commune où les zones d'habitat sinistrées sont les plus denses. Toutefois, dans un contexte où l'aléa est exceptionnel les différences de coûts moyens entre les deux communes sont faibles (environ 2 000 euros). Dès lors, la vulnérabilité des enjeux est-elle plus visible dans un contexte où l'aléa est moindre, en particulier en aval des basses plaines de l'Aude ?

### 8.2.2. Narbonne et Coursan : quel niveau de sinistralité selon les zones d'habitat dans un contexte d'aléa moins intense ?

Les zones inondées sur la commune de Narbonne correspondent à des secteurs d'habitat dense situés dans la frange nord du noyau urbain. Le quartier le plus sinistré, composé d'un ensemble de lotissements, est celui de Razimbaud, avec des hauteurs d'eau comprises entre 50 centimètres et un mètre (cf. carte 43).

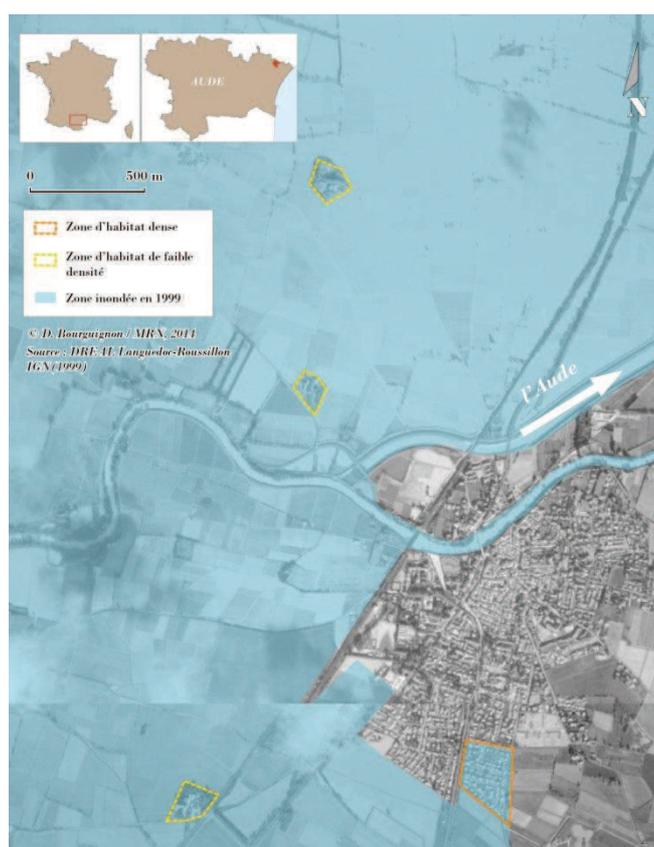


Carte 43. Zones inondées à Narbonne en 1999

Plus de 200 sinistres sont recensés pour les particuliers dans la base de données SILEHC, avec un coût moyen pour cette catégorie d'assurés de 10 000 euros. Les dommages sont donc en moyenne deux fois moins coûteux que pour Lézignan-Corbières et Sallèles d'Aude, ce qui confirme la nette influence de l'intensité de l'aléa sur le montant des indemnités. Entre

Lézignan-Corbières et Narbonne le type de pavillon sinistré est d'ailleurs très similaire, puisqu'il correspond dans les deux cas à des lotissements standards des années 80-90, abritant principalement des populations de classe moyenne.

Le cas de Coursan est très proche de celui de Narbonne concernant l'aléa, car le centre ancien a été préservé de l'inondation de l'Aude et seules quelques habitations ont été sinistrées dans des plages de hauteurs d'eau inférieures à un mètre. D'après les acteurs locaux, l'essentiel du nombre de sinistres concerne un lotissement situé au sud de la commune (cf. carte 44). Toutefois, le coût moyen d'un sinistre à Coursan pour cet événement est de 27 000 euros, soit un montant environ 30 % plus élevé que pour Narbonne.



Carte 44. Zones inondées à Coursan en 1999

Une des hypothèses de ce travail suppose que, sur des communes présentant des situations similaires en termes de conditions d'aléa et de zones impactées, les coûts moyens associés sont comparables. Or, cette hypothèse n'est pas vérifiée pour le cas comparatif entre Coursan et Narbonne, bien que la seule différence notable soit la présence de quelques habitations isolées sur la commune de Coursan. Les données locales prennent ici toute leur importance puisqu'elles permettent d'apporter de nouveaux éléments de compréhension sur les différences de coûts moyens entre les communes. Ainsi, les échanges avec les acteurs de terrain (DDTM 11 et SMMAR) ont permis d'identifier ces habitations isolées comme un facteur explicatif potentiel des dommages les plus importants. La plupart de ces bâtiments sont, d'après ces mêmes acteurs, des fermes isolées (en jaune sur la carte 44), appelées

« campagnes », qui n'ont plus de vocation agricole et ont été réhabilitées en grandes maisons familiales ou chambres d'hôtes.

Ce type d'habitat traduit un niveau de standing nettement plus élevé que les lotissements du sud de la commune. L'hypothèse selon laquelle plus l'habitat est dense et plus les sinistres sont coûteux n'est donc pas vérifiée dans le cas de Coursan.

## Conclusion

En tant que « signature » du risque, le dommage est le résultat du triptyque aléa, enjeux et vulnérabilité. Toutefois, selon le contexte de l'événement et le territoire impacté, chacune de ces composantes a une influence plus ou moins grande sur le niveau de sinistralité. L'apport de connaissances locales par des acteurs de terrain et l'étude des coûts moyens sur des événements passés permettent ainsi de montrer, à une échelle communale, que plus l'aléa hydrologique est intense<sup>123</sup>, moins la différence de coûts entre les enjeux impactés est importante. À l'inverse dans un contexte où l'aléa n'est pas « exceptionnel », la vulnérabilité individuelle des enjeux semble davantage expliquer les variations des coûts des dommages entre les sinistrés.

Comment mettre en exergue l'impact de la vulnérabilité des enjeux dans l'explication des sinistres à la maille communale ?

Si l'aléa à l'origine de l'événement dommageable n'est pas « exceptionnel »<sup>124</sup> et que les paramètres qui caractérisent le phénomène naturel sont comparables entre les communes sinistrées, alors il est possible d'étudier le lien potentiel entre zones d'habitat et montant des indemnisations. Toutefois, l'étude des coûts moyens par commune a montré que la densité des zones d'habitat n'est pas un critère suffisant pour expliquer l'origine des coûts moyens, bien qu'elle permette en revanche, grâce à l'apport de connaissances locales par les acteurs de terrain, d'émettre des hypothèses sur le niveau de standing des enjeux. Par exemple, la vulnérabilité de l'habitat dit « isolé » dans l'Oise, ne correspond pas à celle observée dans les basses plaines de l'Aude pour la même catégorie. Dans le premier cas les bâtiments sont des maisons rurales ou des fermes anciennes qui ont gardé une vocation agricole et sont caractérisées par une vétusté relativement importante. Dans le second cas ce sont des fermes récemment réhabilitées en maisons d'hôtes par exemple et habitées par une population plus aisée, ce qui expliquerait une plus forte sinistralité pour ce type d'habitation.

Comme le souligne André (2013), il n'existe pas d'indicateurs quantitatifs de standing suffisamment précis qui permettraient de mieux qualifier la vulnérabilité des enjeux par commune, *a fortiori* en l'absence de données de sinistralité infracommunales. En effet, il

---

<sup>123</sup> Hauteurs d'eau dans les bâtiments supérieures à un mètre, durées de submersion supérieures à 48 heures, etc.

<sup>124</sup> Dans un contexte de « petit » événement, les expertises sont potentiellement plus approfondies et apportent donc davantage de nuances dans l'appréciation de la sinistralité et des causes de l'endommagement.

aurait été intéressant de conduire une analyse statistique nationale sur les typologies de bâti ou au moins les zones d'habitats, mais les seules bases disponibles ne sont pas suffisamment précises pour mettre en avant une relation entre standing et sinistralité<sup>125</sup>.

Il est délicat d'évaluer précisément l'influence de l'aléa ou des caractéristiques des enjeux sur le niveau des dommages à une maille communale. Par ailleurs, il existe d'autres facteurs à cette échelle qui peuvent influencer les coûts des sinistres, notamment les mesures collectives de prévention et de protection. À cette résolution spatiale (échelle communale), les données de sinistralité peuvent de même jouer un rôle important dans l'évaluation de la pertinence de ces mesures.

---

<sup>125</sup> Telles que *Corine Land Cover* ou la *BD Topo (IGN)*.

## Chapitre 9. L'apport des données de sinistralité pour une évaluation de la prévention

### 9.1. L'influence des mesures structurelles sur les dommages : entre efficacité et effets aggravants

Comme évoqué dans la première partie de cette thèse (cf. 2.1.2.), 90 % des montants alloués à la prévention des inondations en France est destiné à la mise en œuvre et l'entretien ouvrages hydrauliques (digues, bassins de rétention, barrages, etc.). Lorsque le risque se matérialise en catastrophe, les aménagements de protection comptent parmi les premières raisons évoquées pour expliquer l'aggravation ou la réduction des dommages. L'exemple le plus démonstratif est celui de La Faute-sur-Mer, où les ruptures de digues suite au passage de la tempête Xynthia sont responsables des dommages humains et matériels les plus importants. Suite à cet événement, certains élus et gestionnaires ont dénoncé la difficulté à identifier les propriétaires des digues et ont proposé la création d'une « agence nationale des digues » pour clarifier la situation (CEPRI, 2011b). Ainsi, souvent considérés sous le seul angle de l'ingénierie hydraulique, les aménagements structurels sont également des indicateurs de gouvernance territoriale, car l'efficacité ou la défaillance d'un ouvrage peut être perçue par les sinistrés comme une réussite ou un échec politique.

Nous proposons dans la prochaine de section d'étudier les conséquences économiques de l'efficacité ou de la défaillance d'ouvrages de protection, suite à des inondations récentes, à partir des données de sinistralité. L'objectif est de tester si à l'échelle de la commune, il est possible de produire des indicateurs suffisamment pertinents pour apporter des éléments quantitatifs dans l'évaluation des politiques de prévention.

#### 9.1.1. Aménagements adaptés aux inondations fréquentes : partage du risque et responsabilisation des collectivités

Le cas de la Communauté de l'Agglomération Havraise (CODAH) est un exemple concret du principe de partage du risque et de responsabilisation des gestionnaires du territoire à l'échelle locale. Suite aux inondations de juin 2003<sup>126</sup>, la communauté d'agglomération a en effet décidé de réduire l'exposition de son territoire à travers la mise en place d'aménagements de protection dimensionnés pour des crues inférieures à une période de retour vicennale. Le dispositif, axé sur la rétention des eaux pluviales, forme un ensemble d'ouvrages complémentaires tels que des barrages, des bassins de rétention, des ravines et des fossés. Le montant total des travaux s'élève à 20 millions d'euros, dont l'investissement

---

<sup>126</sup> Ruissellements et débordements consécutifs à un épisode orageux de période de retour supérieure à 50 ans au Havre.

est étalé sur huit ans. D'après la CODAH, ces aménagements ont permis d'éviter quatre inondations de périodes de retour comprises entre 10 et 20 ans depuis 2004.

Les données de sinistralité relatives au périmètre de la CODAH permettent de comparer l'état de l'exposition du territoire avant et après les aménagements (cf. figure 68). Le graphique de gauche illustre le principe de transfert de risque vers l'assurance de l'ensemble des événements supérieurs à une période de retour décennale. Ainsi, les quatre inondations de périodes de retour inférieures à 20 ans, recensées entre 2000 et 2003 sur au moins une commune de la CODAH, ont provoqué des dommages indemnisés au titre des CatNat<sup>127</sup>. Dans cette plage de fréquence, les coûts moyens pour les particuliers sont compris entre 1 000 et 7 000 euros. Dans un contexte où le territoire était, jusqu'en 2004, régulièrement sinistré voire surexposé aux crues fréquentes et où il n'existait pas de partage du risque entre assureurs et collectivités, la prise en charge des risques rares et intenses posait problème. Ainsi, à partir de 2004, le recul du seuil de transfert de risque vers l'assurance, à travers la prise en charge des crues fréquentes par la collectivité, montre que la stratégie de la CODAH a permis de réduire sensiblement l'exposition de son territoire.

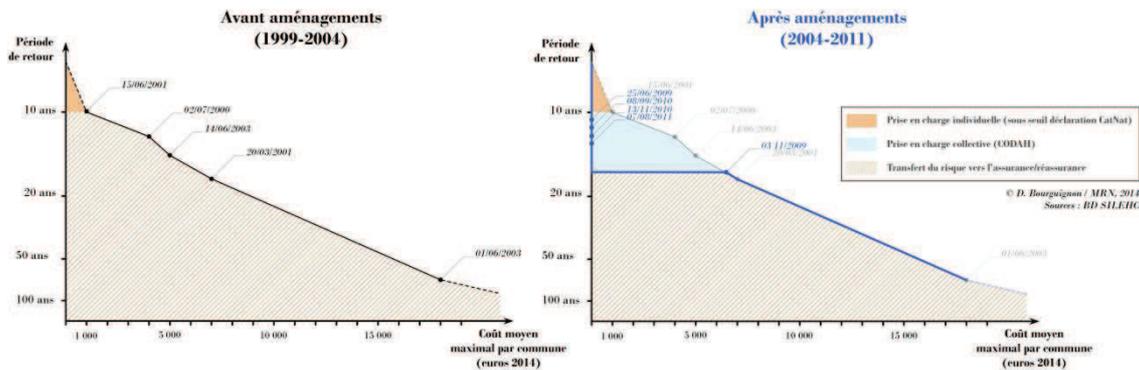


Figure 68. Réduction de l'exposition du territoire de la CODAH grâce aux aménagements

D'après le graphique de droite, quatre inondations potentiellement dommageables sur cinq ont pu être évitées grâce aux aménagements. Seul un événement de période de retour inférieure à 20 ans (03/11/1999) a provoqué des coûts moyens jusqu'à 7 000 euros pour les particuliers et par commune (coût moyen maximal observé). Il aurait été intéressant d'estimer le coût moyen annuel évité grâce à ces aménagements, mais faute de représentativité, il n'est pas possible d'utiliser les charges totales indemnisées par événement et donc de calculer la valeur de l'aire sous les courbes. Pour donner un ordre de grandeur, les quatre événements situés entre 10 et 20 ans de période de retour, survenus entre 2000 et 2003 ont coûté d'après notre échantillon environ 700 000 euros<sup>128</sup>. Au vu de la fréquence des crues sur ce territoire les 20 millions d'euros investis en ouvrages de protection sont donc, *a priori*, économiquement justifiés.

<sup>127</sup> La représentation sur le graphique des événements dont les périodes de retour sont comprises entre 10 et 20 ans est purement qualitative. Elle est basée sur les propos recueillis auprès d'acteurs de terrain.

<sup>128</sup> La base de données représente au niveau national environ 50 % du marché (*rappel*).

La stratégie d'aménagement pour « lutter contre les inondations » sur le bassin de l'Oise, menée par l'Entente Oise-Aisne (2009), est un autre exemple intéressant d'une collectivité convaincue de l'intérêt économique de la prise en charge des risques relativement fréquents (entre 10 et 30 ans de période de retour), par des mesures structurelles de protection à l'échelle collective. Ainsi, l'Entente Oise-Aisne a réalisé en 2008 un site d'écrêtement des crues de l'Oise, à Proisy (Aisne), pour un montant total de 8,2 millions d'euros. L'aménagement, composé d'une digue, d'un clapet mobile et d'un évacuateur de crue de sécurité a pour objectif d'écrêter les crues de période de retour inférieure à 30 ans en surinondant l'amont (zones agricoles) par activation du clapet, pour réduire le débit en aval (zone habitée) (cf. figure 69). En janvier 2011, soit à peine deux ans après la fin des travaux, une crue cinquantennale de l'Oise a mis à l'épreuve l'ensemble du dispositif. Cet événement a pu démontrer la pertinence économique des ouvrages puisque selon les estimations de l'EPTB, 70 millions d'euros de dommages ont été évités grâce à l'activation du clapet anti-retour. La base de données SILEHC montre en effet que les coûts moyens pour les trois communes situées en aval de Proisy, suite à la crue de 2011, sont de 4 000 euros, soit 1 000 euros de moins que le coût moyen total de l'événement<sup>129</sup>.



© D. Bourguignon / MRN, 2014

Figure 69. Fonctionnement du clapet mobile (Proisy)

<sup>129</sup> Par commune, pour les particuliers.

Les deux exemples développés précédemment illustrent l'intérêt d'un système équitable de partage des risques, fondé sur le principe de solidarité à l'échelle du bassin. L'Entente Oise-Aisne a d'ailleurs construit sa stratégie autour d'un tel système, en instituant des seuils de transfert de risque (cf. figure 70). Ainsi, il est admis que les crues très fréquentes (entre un et cinq ans de période de retour) sont de la responsabilité des propriétaires riverains, car ils ont les moyens de supporter le risque et se situent à une échelle optimale de gestion. La prévention des crues fréquentes (entre cinq et 10 ans de période de retour) est prise en charge par la commune où la communauté de commune, avec des protections à l'échelle des quartiers. L'EPTB supporte le risque relatif aux crues moyennes (entre 10 et 30 ans de période de retour), en mettant en place des solutions du type ralentissement dynamique, à l'échelle du bassin.

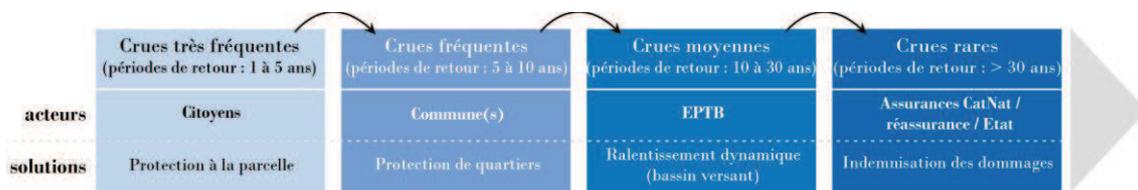


Figure 70. Principe de transfert de risque instauré par l'Entente Oise-Aisne  
(D'après Entente Oise-Aisne, 2009)

L'étude des données de sinistralité permet de mesurer l'impact des ouvrages de protection sur la réduction de l'exposition économique des territoires et par conséquent de démontrer l'intérêt d'une prise en charge partagée du coût de la prévention (Bourguignon, 2014). Toutefois, le principe de partage du risque soulève plusieurs questionnements. D'abord, les seuils de transfert de risque ne sont pas les mêmes selon les territoires, car chacun possède son propre niveau d'acceptabilité du risque. Dans le contexte de labellisation des PAPI au niveau national et notamment de sollicitation du FPRNM, vers quels territoires faut-il dès lors concentrer les efforts financiers de prévention pour garantir une équité de traitement entre ces territoires ? Un bassin qui, dès la survenance d'une crue décennale, transfère le risque vers le système CatNat doit-il être jugé prioritaire ou, au contraire, est-il plus juste de favoriser des territoires qui pratiquent déjà la prise en charge des risques pour une certaine plage de fréquence ?

L'autre problème induit par cette notion de partage du risque est qu'elle conforte la vision technocratique et aléa-centrée de la gestion des inondations. En effet, les indicateurs élaborés à partir des données de sinistralité montrent que les mesures les plus efficaces à court terme pour réduire l'exposition économique des territoires aux risques correspondent à la mise en place d'aménagements structurels. Or, de nombreux événements survenus depuis une vingtaine d'années ont prouvé que la défaillance des ouvrages de protection, par manque d'entretien ou sous-dimensionnement, pouvaient également accroître les dommages sur certains territoires. Les données de sinistralité peuvent fournir un outil quantitatif afin de révéler la surexposition des territoires liée aux risques de dysfonctionnement d'ouvrages.

### 9.1.2. L'évaluation des ouvrages de protection en tant que facteurs aggravants des dommages

Le 30 décembre 2001, dans le département du Territoire de Belfort, les crues de la Savoureuse ont entraîné la rupture de digues au niveau des communes de Valdoie et Éloie (environ 150 habitations sinistrées par une « vague d'eau boueuse » de plus d'un mètre). Plus de 10 ans après, le Tribunal administratif de Besançon a condamné le département et les sociétés à l'origine de la construction des ouvrages à rembourser les assureurs des dommages imputables à la défaillance de ces digues<sup>130</sup>. En effet, le Tribunal a estimé « que la rupture des digues était imputable à des fautes de conception et d'exécution, ainsi qu'à une carence dans le contrôle tant interne qu'externe ». Par conséquent, il a été décidé que les responsabilités seraient partagées comme suit : 50 % pour la société en charge du gros œuvre des ouvrages défectueux, 30 % pour la société maître d'œuvre de l'opération, 10 % pour le bureau d'étude contrôleur technique et 10 % pour le département, maître d'ouvrage.

Cette situation, bien que rare, montre l'intérêt pour les assureurs et les collectivités de mieux identifier les territoires soumis à des risques de dysfonctionnement d'aménagements structurels de protection, tant d'un point de vue économique que juridique. En ce sens, la BD SILEHC permet d'évaluer, pour quelques cas d'étude, l'influence des brèches ou ruptures de digues sur la sinistralité d'une commune par rapport à l'ensemble des communes sinistrées par le même cours d'eau (cf. tableau 24).

Commune (département)	Date de l'événement	Cours d'eau / Mer	Coût moyen de l'événement (nombre de communes sinistrées)*	Coût moyen communal	Coefficient multiplicateur **
Saint-Laurent-de-la-Salanque (66)	Nov. 1999	Agly	7 300 (11)	9 200	1,26
Éloie (90)	Déc. 2001	Savoireuse	3 400 (7)	6 300	1,85
Valdoie (90)	Déc. 2001	Savoireuse	3 400 (7)	7 700	2,26
Aramon (30)	Sept. 2002	Rhône	15 000 (43)	68 000	4,53
Lattes (34)	Déc. 2003	Mosson	4 000 (5)	4 500	1,13
Fourques (30)	Déc. 2003	Rhône	26 000 (72)	36 000	1,38
La Faute-sur-Mer (85)	Fév. 2010	Océan Atlantique	30 000 (50)	38 000	1,27

\* Coût moyen d'un sinistre, pour un particulier, sur l'ensemble des communes impactées par le même événement et traversées par le même cours d'eau, dont le nombre est indiqué entre parenthèses.

\*\* Rapport entre le coût moyen communal d'un sinistre et celui de l'événement.

Source : BD SILEHC

Tableau 24. Impact des ruptures de digues sur le coût moyen des particuliers par commune

<sup>130</sup> Source : Tribunal administratif de Besançon, 25 septembre 2012, n° 500609, affaire dite « La Savoureuse » - communiqué de presse.

Le coût moyen d'un sinistre, sur une commune concernée par une rupture de digue, est en moyenne entre 1,5 et 2 fois plus élevé que le coût moyen estimé sur l'ensemble des communes impactées par le même événement et traversées par le même cours d'eau.

Ce coefficient multiplicateur varie peu entre les communes étudiées, à l'exception d'Aramon où les coûts moyens de la commune sont quatre fois supérieurs au coût moyen estimé pour l'événement. Cette situation de « sur-sinistralité »<sup>131</sup> peut s'expliquer par trois raisons. La première tient à la rareté et l'intensité de la crue du Rhône, en septembre 2002, dans sa partie aval. Les digues ont été submergées par plus de 80 cm d'eau (Mallet *et al.*, 2004) ce qui montre l'importance du décalage entre le dimensionnement de l'ouvrage, fondé sur une crue de projet, et la réalité du phénomène auquel il a été confronté. Ensuite, le nombre élevé de brèches apparues le long de la digue (environ cinq), leur taille (plusieurs dizaine de mètres de linéaire pour certaines) et la soudaineté des ruptures, expliquent l'ampleur des dégâts que ces défaillances ont occasionné. Enfin, les raisons que nous venons d'évoquer, n'auraient pas eu de telles conséquences si la distance entre la digue et les premières zones urbanisées avait été plus grande, ce que Vinet (2010) appelle « le sentiment de sécurité trompeur ».

Le sous-dimensionnement, le manque d'entretien et les problèmes de gouvernance, sont les trois motifs les plus régulièrement mentionnés pour expliquer la défaillance d'un ouvrage de protection (CEPRI, 2010b). Bien que ces causes soient relativement bien identifiées, de nombreux territoires n'expriment pas la volonté politique ou, généralement n'ont pas les moyens financiers pour résoudre de tels problèmes. L'exemple des digues de l'Agly est particulièrement représentatif de cette situation, car malgré les « sur-dommages » provoqués par la rupture de la digue à Saint-Laurent-de-la-Salanque en 1999, une autre brèche s'est formée quelques kilomètres en amont au niveau de la commune de Pia (66), sur le même cours d'eau, en mars 2013. Par chance, la vague qui a suivi la rupture de la digue n'a endommagé que des cultures (*cf.* figure 71). Toutefois, en dépit des connaissances sur le risque de rupture, associées au traumatisme de 1999, le bassin de l'Agly semble toujours aussi vulnérable. Dans les années 1960, la digue fut, pour des raisons économiques, dimensionnée pour des débits inférieurs à 30 ans de période de retour (Serrat & Calvet, 2000). Or, en l'espace de 14 ans, trois événements ont déjà dépassé ce seuil. Aujourd'hui, les mêmes raisons financières sont évoquées pour justifier l'absence de travaux par le Conseil Général sur cette partie du linéaire de l'Agly.

---

<sup>131</sup> En plus des dommages matériels, la rupture de la digue a entraîné la mort de cinq personnes.



Figure 71. Rupture de la digue de l'Agly, à Pia

Finalement, le choix de mettre en œuvre un aménagement structurel de protection contre les inondations traduit un certain niveau d'appétence au risque des décideurs et des gestionnaires. Car si le projet peut réduire de manière significative le niveau d'exposition du territoire (cf. 9.1.1.), il peut également conduire à aggraver sensiblement les dommages en cas de défaillance de l'ouvrage. En ce sens les données de sinistralité peuvent s'avérer utiles, car elles permettent de fournir aux parties prenantes (collectivités, assureurs, chercheurs, etc.), à partir de l'analyse des événements passés, des éléments quantitatifs pour évaluer plus objectivement l'exposition potentielle du territoire selon les scénarios d'aménagements. Toutefois, cette analyse peut-elle être transposée aux mesures non structurelles de prévention ?

## 9.2. Évaluation des mesures non structurelles de prévention à partir des données de sinistralité

### 9.2.1. La relation entre sinistralité et PPR : étude nationale et locale

En 2007, la profession de l'assurance a chargé la MRN de conduire une étude sur l'évaluation de la pertinence de la couverture des PPRI. Ce travail, développé dans la thèse de Gérin (2011), vise à mesurer l'influence des procédures dans la réduction de la vulnérabilité individuelle et collective. Deux grandes catégories d'état d'avancement de PPRI sont distinguées dans la thèse : les procédures régulières et les procédures perturbées. La première catégorie désigne l'ensemble des procédures conformes au cadre réglementaire. Elle comprend les PPRI et les anciennes procédures valant PPRI (PSS, PER, etc.) approuvés, ainsi que les PPRI prescrits depuis moins de quatre ans (non soumis à la modulation de franchise en cas d'arrêt CatNat). La seconde catégorie désigne les PPRI prescrits depuis plus de 4 ans, les PPRI dé-prescrits et les situations pour lesquelles il n'existe pas d'information sur l'état d'avancement de la procédure. Les données permettant de classer les procédures sont disponibles à partir de la BD Gaspar du MEDDE. Plusieurs

indicateurs tels que le nombre d'enjeux en zone inondable ou le nombre d'arrêtés CatNat ont été croisés avec les différentes catégories de procédures pour élaborer des indicateurs d'évaluation de l'efficacité des PPRI. L'auteur précise qu'il aurait été pertinent d'utiliser les données de sinistralité des assureurs, mais elles n'étaient pas accessibles au moment de l'étude. Nous proposons donc de reprendre certains éléments de la méthode développée dans la thèse de Gérin (2011), en mettant à jour les informations sur les procédures (cf. figure 72) et en utilisant la base de données SILEHC, pour apporter de nouveaux éléments factuels à l'étude nationale sur la pertinence de la couverture des PPRI. L'indicateur d'appréciation de la sinistralité retenu est relatif aux coûts moyens communaux, pour les particuliers, sur la période 1999-2011.

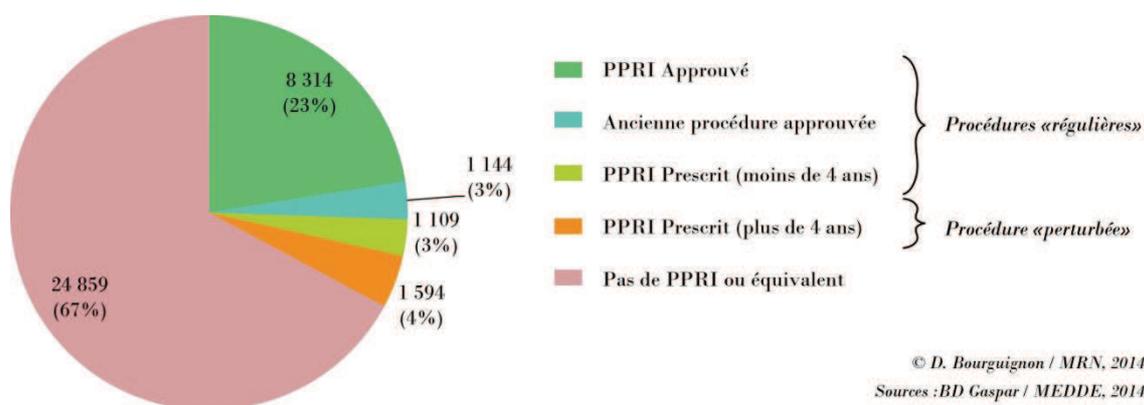


Figure 72. État d'avancement des PPRI au 1<sup>er</sup> septembre 2014

Dans le cas des procédures régulières ou perturbées, la majorité des communes n'a pas de sinistre répertorié, mais une proportion non négligeable (autour de 40 %) en a connu au moins un entre 1999 et 2011 (cf. tableau 25). Même si le ratio est plus faible, 15 % des communes qui n'ont toujours pas de PPRI ont tout de même connu des sinistres inondations, ce qui représente une commune française sur dix. Par ailleurs, 2 % d'entre elles, soit 549 communes, ont un coût moyen supérieur à la moyenne nationale (8 500 euros).

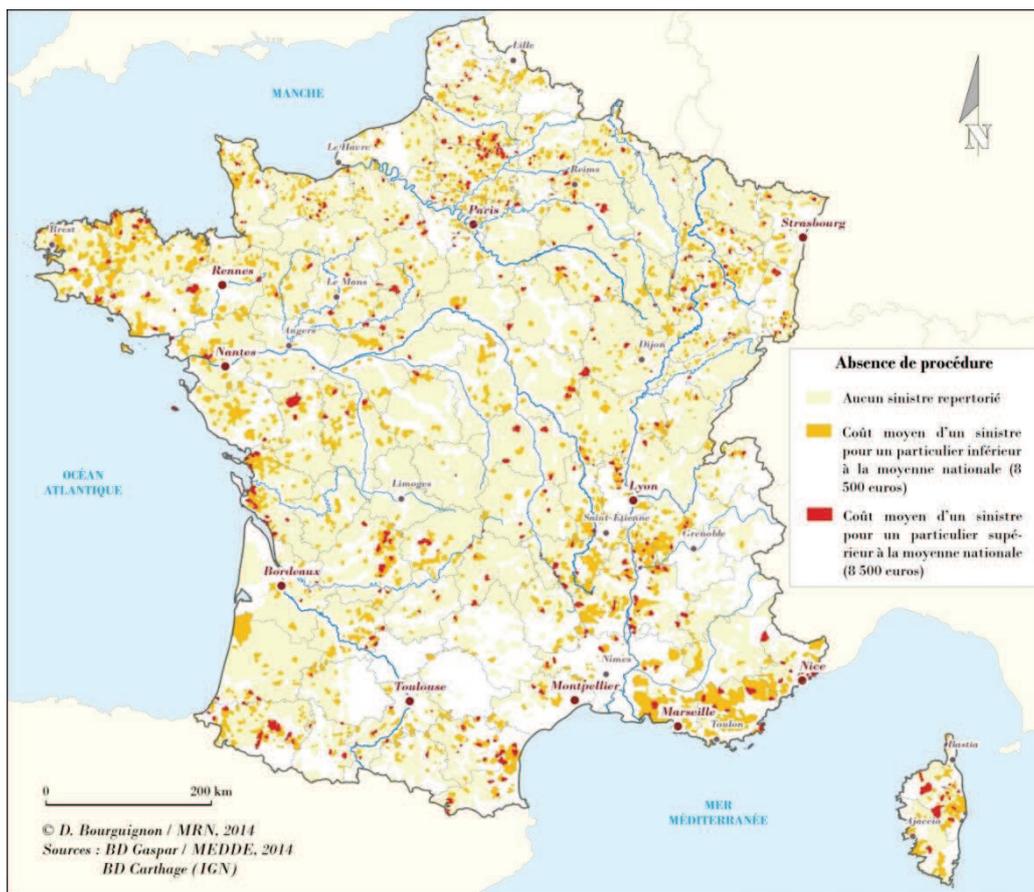
Catégorie	État d'avancement du PPRI	Aucun sinistre répertorié	Coût moyen inférieur à 8 500 euros*	Coût moyen supérieur à 8 500 euros
Régulier	Approuvé	57 %	36 %	7 %
	Ancienne procédure approuvée	67 %	28 %	5 %
	Prescrit (moins de 4 ans)	62 %	32 %	6 %
Perturbé	Prescrit (plus de 4 ans)	59 %	35 %	6 %
Absence de procédure	Pas de PPRI ou équivalent	85 %	13 %	2 %

\*Coût moyen national d'un sinistre inondation

Source : BD SILEHC ; BD Gaspar / MEDDE, 2014

Tableau 25. Répartition des communes en fonction des procédures PPRI et du coût moyen des sinistres

Un indicateur d'intérêt pour mesurer la pertinence de la couverture des PPRI pourrait donc consister en l'identification des communes ayant connu des dommages et qui, à ce jour, n'ont toujours pas de PPRI (cf. carte 45). Cette situation traduit bien, en effet, un défaut réglementaire de prévention. À l'échelle nationale, la répartition spatiale des communes ciblées par cet indicateur demeure relativement aléatoire, avec toutefois des concentrations plus élevées le long de la façade atlantique, de la Vendée à la Bretagne et dans le Sud-Est, le long du Rhône et sur la partie orientale du littoral méditerranéen. La dispersion géographique des communes sinistrées sans PPRI, qui ne sont généralement pas situées le long des principaux cours d'eau, peut s'expliquer par la survenance d'événements fréquents, de type ruissellement et crues d'orage, dont le risque est très rarement traduit sous forme de cartographie réglementaire. Les communes où le défaut de prévention est, *a priori*, le plus flagrant sont celles caractérisées par une sinistralité au-dessus de la moyenne nationale (8 500 euros). Ces cas sont géographiquement encore plus dispersés. La région qui, toutefois, concentre le plus de communes fortement sinistrées sans PPRI est la Picardie, notamment à cause des problématiques de remontées de nappes, particulièrement prégnantes sur ce territoire et pour lesquelles l'application d'un zonage réglementaire est presque impossible. En effet, la prise en compte de ce type d'aléa dans les PPRI contraint les élus à « geler » l'urbanisation sur des surfaces trop importantes.



Carte 45. Répartition spatiale des communes non dotées de procédures : comparaison des niveaux de sinistralité

La répartition spatiale des procédures dites « régulières », superposées aux seuils de coûts moyens, permet également de souligner la surexposition de certains territoires, notamment le Gard et les Bouches-du-Rhône (*cf.* carte 46). En effet, de nombreuses communes du pourtour méditerranéen ont des coûts moyens supérieurs à la moyenne nationale alors qu'ils ont un PPRI approuvé, un document équivalent ou un PPRI prescrit depuis moins de 4 ans. Il convient toutefois de rester prudent quant à l'interprétation de cet indicateur, qui peut laisser penser que les PPRI de ces communes sont inefficaces. D'abord, les sinistres les plus importants (qui tirent le coût moyen vers le haut) peuvent être relatifs à un ou plusieurs événements ayant eu lieu avant l'approbation du PPRI. Dans ce cas, la sinistralité a pu avoir un effet déclencheur de prise en compte des risques dans l'urbanisme via la mise en place d'un PPRI. C'est notamment le cas en Charente-Maritime et en Vendée suite à Xynthia. Ensuite, dans les cas où les événements les plus dommageables sont effectivement survenus après l'approbation du PPRI, il est souvent trop tôt pour juger de l'efficacité des mesures préconisées dans le PPRI sur le bâti existant, puisqu'il existe un délai légal de cinq ans pour mettre en conformité les biens situés en zone réglementaire. Par conséquent il serait intéressant de replacer la sinistralité et les PPRI dans une dynamique temporelle, en croisant ces informations avec des données locales. Ceci permettrait de cibler les communes pour lesquelles le PPRI approuvé ne semble pas produire d'effet sur la réduction des dommages et d'identifier les raisons potentielles de cette inefficacité (pertinence du zonage, problème de mise en conformité, *etc.*).



Carte 46. Répartition spatiale des communes dotées de procédures régulières : comparaison des niveaux de sinistralité

D'après les indicateurs macroscopiques présentés ci-dessus, les communes qui ont un PPRI approuvé et pour lesquelles le coût moyen d'un sinistre inondation est inférieur au niveau national, peuvent être considérées comme « exemplaires ». Or, en passant d'une échelle nationale à un niveau local, il est possible d'identifier des communes appartenant à cette catégorie et qui, pourtant, ont une procédure qui peut être jugée comme « défailante ». C'est le cas de Narbonne, par exemple, où la mise en place du PPRI ne semble pas s'être traduite par une réduction de l'exposition du territoire communal face aux inondations. Au contraire, entre la prescription du PPRI en 1996 et son approbation en 2008, le quartier de Razimbaud s'est étendu dans des zones inondées par plus de 50 centimètres d'eau en novembre 1999 (cf. figure 73). Au total, 224 nouvelles habitations ont été construites entre 1999 et 2008.

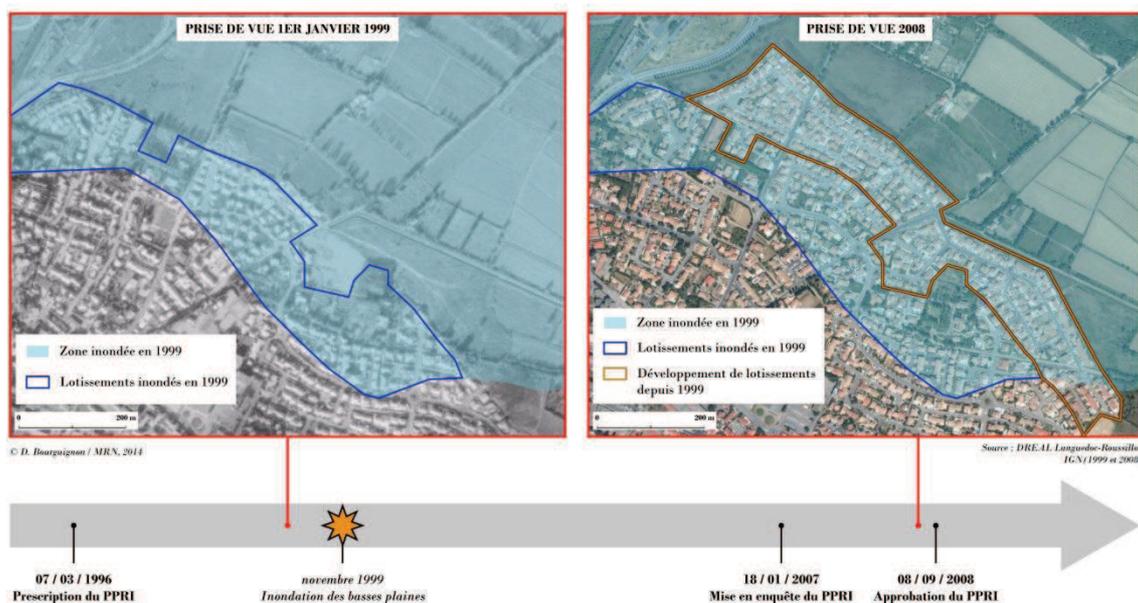


Figure 73. Aggravation de l'exposition du Quartier de Razimbaud à Narbonne, depuis les inondations de novembre 1999

Comme évoqué dans la section 3.2.2., le coût moyen d'un sinistre pour les particuliers, à Narbonne, relatif à l'événement de 1999, s'élève à 10 000 euros. Puisque le quartier de Razimbaud a été la zone la plus sinistrée par cet événement, on peut considérer que le coût moyen communal reflète le niveau des dommages pour des habitations pavillonnaires, telles que celles construites dans la période 1999-2008. De fait, en multipliant le coût moyen par le nombre de nouveaux logements, il est possible d'estimer de manière approximative le montant de la surexposition communale. Ainsi, si l'événement de novembre 1999 survenait dans les conditions actuelles d'urbanisation il coûterait environ 2,2 millions d'euros de plus de dommages assurés. Pour indication, ce montant correspond à la moitié du budget annuel de fonctionnement dédié à la sécurité et la salubrité publique de la commune<sup>132</sup>.

On pourrait également supposer que les assureurs fassent appel au Bureau Central de Tarification (BCT) qui peut appliquer, en cas d'exposition avérée au risque, une majoration de la franchise allant jusqu'à 9 500 euros<sup>133</sup> par assuré. Avec cette hypothèse la surexposition aurait une répercussion politique beaucoup plus forte, puisque le partage du coût des dommages serait inversé, car supporté à hauteur de 95 % par les citoyens (sans prendre en compte la vétusté des biens) et de seulement 5 % par les assureurs.

Il convient toutefois de rappeler que notre analyse est fondée sur des données partielles. Ainsi, il peut exister, localement, d'autres éléments de connaissance à prendre en compte qui permettraient de préciser voire d'infirmer certaines hypothèses émises au premier abord. Par exemple, dans le cas de Narbonne, il est possible que le tracé des zones inondées en 1999 ne soit plus le même aujourd'hui grâce à la mise en place de mesures structurelles de protection.

<sup>132</sup> Source : Mairie de Narbonne.

<sup>133</sup> 25 fois la franchise de base.

Par ailleurs, les habitations construites dans les zones inondées en 1999 sont peut-être en conformité avec les prescriptions du PPRI, qui visent à réduire la vulnérabilité des bâtiments.

### 9.2.2. Le choix des TRI : entre critères d'exposition et de sinistralité

L'Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondations (EPRI) a été réalisée en 2011 par les services de l'État sur l'ensemble du territoire national. L'objectif de cette démarche, conformément aux exigences de la Directive Inondations, était d'identifier des Territoires à Risques Importants (TRI), pour « prioriser l'action volontariste de l'État » à travers la mise en place de stratégies locales de gestion des risques (MEDDTL / DGPR, 2012). Les TRI sont définis comme des territoires à forte concentration d'enjeux dans des zones potentiellement inondables<sup>134</sup>. L'enjeu est ici perçu au sens large, à travers quatre thématiques : la santé humaine, les activités économiques, l'environnement et le patrimoine. Ainsi, l'identification des TRI est établie sur la base de simples indicateurs de comptabilisation d'enjeux dans l'EAIP par commune tels que : le nombre d'habitants permanents, d'emplois, d'entreprises, de zones naturelles, de monuments classés, *etc.* Les moyens alloués à la prévention des risques par l'État sont donc *a priori* déterminés en fonction du niveau d'exposition des territoires et non pas nécessairement de leur expérience de sinistralité. D'ailleurs, l'EAIP est une représentation de crues lentes « océaniques », qui sont la base de la culture préventive en France mais beaucoup plus rares que les épisodes de ruissellement<sup>135</sup>.

L'observation de la distribution des coûts moyens entre les communes hors TRI et celles qui sont incluses dans un TRI permet de montrer que la variabilité des coûts moyens est similaire avec, pour chaque catégorie, des valeurs extrêmes qui tirent la moyenne vers le haut. L'utilisation de la méthode graphique d'analyse de la distribution de données (« notch »), en représentant l'intervalle de confiance autour de la médiane par une « encoche », permet d'affirmer une réelle différence entre les deux types de commune. En effet, le non-recouvrement des deux encoches entre la catégorie « hors TRI » et « dans TRI » permet de confirmer que le coût moyen communal est significativement plus faible dans les communes hors TRI (au regard des médianes) (6 600 euros contre 9 900 euros pour les communes situées dans un TRI) (*cf.* figure 74).

---

<sup>134</sup> Définies par l'EAIP débordement de cours d'eau et submersion marine (*cf.* 2.1.3.).

<sup>135</sup> Seul l'aléa submersion marine a également été pris en compte, en réponse à la tempête Xynthia, pour identifier des territoires littoraux comme TRI.

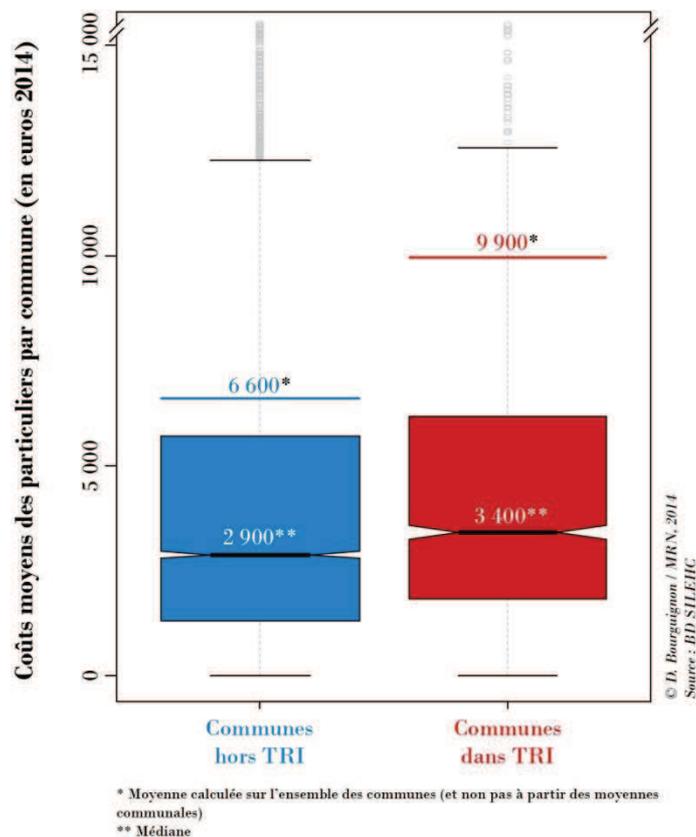


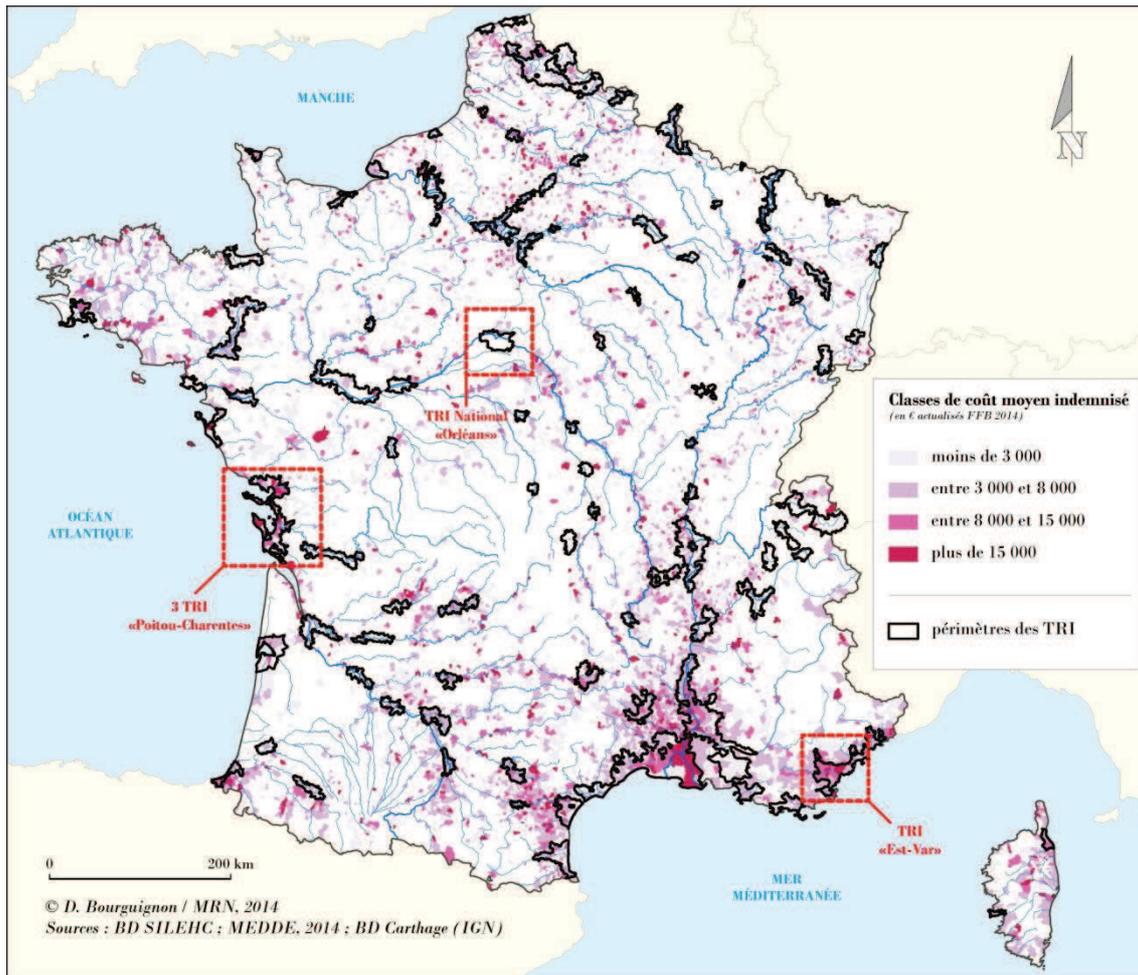
Figure 74. Distribution des coûts moyens communaux pour les particuliers. Comparaison entre communes hors TRI et communes dans TRI

Ces résultats montrent que les territoires les plus exposés (TRI) sont effectivement ceux pour lesquels, lorsqu'un sinistre survient, le montant des dommages est le plus élevé ; notamment parce que les enjeux exposés ont des valeurs assurées plus importantes qu'hors TRI. Toutefois, il est également probable que la sélection des TRI, *a priori* basée, en premier lieu, sur des critères d'exposition<sup>136</sup> à des crues lentes ou aux submersions marines, se révèle être également influencée par des critères de sinistralité récente voire fréquente<sup>137</sup>.

L'étude de la répartition géographique des TRI au regard de la sinistralité permet de mettre en avant cette ambiguïté entre critères d'exposition et/ou de sinistralité et d'identifier les différences entre territoires (cf. carte 47).

<sup>136</sup> Par rapport au nombre d'enjeux dans l'EAIP et de façon à identifier des TRI de manière homogène sur l'ensemble des six districts hydrographiques.

<sup>137</sup> Notamment suite à des épisodes de ruissellement et crues d'orage (non pris en compte par l'EAIP).



Carte 47. TRI et coûts moyens communaux pour les particuliers

Par exemple, le TRI de l'agglomération d'Orléans est uniquement fondé sur des critères d'exposition, il est d'ailleurs considéré comme un TRI « national » car les conséquences d'une inondation sur ce dernier auraient des conséquences de portée nationale<sup>138</sup>. En effet, aucun sinistre inondation n'est observé dans la période 1999-2011 sur ce territoire. D'autres TRI comme ceux de Poitou-Charentes (Baie de l'Aiguillon, La Rochelle et Littoral Charentais) correspondent également à des territoires fortement exposés. Toutefois, sans les sinistres récents et particulièrement importants consécutifs à l'événement Xynthia, il est peu probable que ces zones fussent identifiées, d'autant plus à partir d'un zonage « submersion marine ». Enfin, il existe également des TRI comme celui du Var, dit « Est-Var », qui ont été sélectionnés par rapport à leur sinistralité récente et fréquente plus que pour leur niveau d'enjeux exposés.

Ainsi, dans certains TRI les actions de prévention sont davantage calibrées pour des crues rares par débordement (exemple de la Vallée de la Loire) et pour d'autres elles sont essentiellement destinées à la réduction de crues fréquentes à cinétique rapide (exemple du

<sup>138</sup> Selon l'arrêté du 6 novembre 2012 « établissant la liste des territoires dans lesquels il existe un risque d'inondation important ayant des conséquences de portée nationale ».

Var). Or, le coût de la prévention et par conséquent le montant des subventions au niveau national sont potentiellement différents dans les deux cas, au regard notamment du dimensionnement des aménagements et du nombre d'enjeux à protéger. De fait, ces différents critères de détermination des TRI soulèvent la question de l'équité de traitement, entre ces territoires, en matière de prévention et de moyens alloués à sa mise en œuvre (notamment en termes d'accès au FPRNM). Cette problématique est encore plus prégnante pour les communes hors TRI, qui souhaitent mener des actions de prévention mais craignent de ne plus recevoir les aides nécessaires. L'État précise toutefois qu'« il pourrait être envisageable de réserver une enveloppe de FPRNM aux projets de prévention situés hors des TRI, en proposant de stricts critères d'analyse coût-bénéfice » (MEDDTL / DGPR, 2012). Par ailleurs, les TRI doivent être révisés tous les six ans, ce qui devrait permettre à certains territoires actuellement non TRI de le devenir par la suite.

## Conclusion de la troisième partie

Grâce à l'enrichissement de la BD SILEHC à partir de connaissances externes et provenant notamment d'acteurs locaux, plusieurs variables qui influent sur le niveau des dommages ont été étudiées, à différentes échelles. L'analyse de la relation entre les aléas (cumuls de pluie, zones inondables, etc.) et les dommages a permis de montrer qu'à l'échelle d'un événement et selon l'intensité du phénomène, le niveau global de sinistralité est relativement bien corrélé à l'aléa. Par exemple, un événement lié au débordement d'un cours d'eau engendre toujours des coûts plus élevés qu'un épisode de ruissellement, quel que soit le niveau des cumuls de pluie. Cependant, pour un même événement, en passant à une échelle plus fine d'analyse, on observe des différences de coûts entre communes qui ont été impactées selon des paramètres d'aléa similaires. Ainsi, plus la résolution spatiale d'étude des dommages est fine plus les facteurs explicatifs de dommages semblent nombreux et leur « poids » réparti.

En émettant l'hypothèse que ces nuances de sinistralité intercommunales pouvaient également être liées au niveau de standing des enjeux, des tests ont été menés sur les relations entre dommages et zones d'habitats<sup>139</sup>. Les résultats de cette analyse, qui repose en partie sur des témoignages recueillis sur le terrain, montrent qu'il existe potentiellement un lien fort entre les deux paramètres. Il conviendrait toutefois d'affiner notre typologie à partir de données socio-économiques, car la densité du bâti n'est pas un critère suffisant pour juger du niveau de standing des enjeux.

Le dernier chapitre a montré les interrelations entre sinistralité et mesures de prévention/protection. Les données sur les dommages ont notamment permis d'évaluer les effets positifs ou négatifs d'aménagements structurels, mais également de soulever des questionnements, aux échelles nationales ou locales, sur la pertinence des politiques publiques de prévention telles que les PPRI ou les TRI. D'autres dispositifs de prévention auraient pu être étudiés au prisme des données de sinistralité, tels que les PCS ou les PAPI. Concernant les PCS, plusieurs contraintes seraient à prendre en compte : le fait que ces dispositifs ne soient pas spécifiques au risque inondation mais à la gestion de crise de façon plus générale, les difficultés d'accès aux informations sur la couverture nationale de ces outils<sup>140</sup> et leur mise en œuvre trop récente, après 2004. Il est par conséquent difficile de trouver des exemples de territoires sinistrés avant et après la mise en place de PCS dans une période d'observation inférieure à 10 ans<sup>141</sup>.

---

<sup>139</sup> Une des seules informations, à l'échelle communale, permettant de caractériser le niveau de standing des enjeux.

<sup>140</sup> Base gérée par le Ministère de l'Intérieur. La Base Gaspar a également pour vocation de renseigner le nombre de PCS mais elle est sous-alimentée.

<sup>141</sup> Des exemples de plusieurs communes nous ont été communiqués par la société *Predict Services* sur plusieurs communes, mais le manque d'information ou récence des sinistres n'ont pas permis de poursuivre l'étude.

Au sujet des PAPI, une thèse est actuellement en cours à la MRN sur l'évaluation des impacts de ce dispositif sur la capacité des territoires à faire face aux risques. Elle vise notamment à utiliser les données de sinistralité pour élaborer des indicateurs de mesure et de suivi des actions.

---

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

---



À l'heure où nous rédigeons ces dernières pages, un épisode cévenol a provoqué d'importants dégâts matériels sur l'ensemble du département de l'Hérault et en particulier sur la commune de Montpellier, où il est tombé environ 300 mm en 24 heures. La vigilance rouge « pluies-inondations », sous laquelle était placé le département depuis moins d'une journée, vient d'être levée par Météo France (le 30/09/2014 à 17 heures). Le Ministre de l'Intérieur a déjà annoncé qu'une soixantaine de communes seraient reconnues en état de catastrophe naturelle.

L'évaluation des conséquences économiques de ces inondations (par ruissellement et débordement) figure parmi les premières questions relayées par la presse, pour souligner, à la fois l'importance de l'aléa naturel et pour pointer du doigt les dysfonctionnements potentiels qui ont conduit à aggraver les conséquences de l'événement. En première lecture, la question des connaissances sur les dommages causés par les inondations n'est donc pas, comme certaines autres thématiques liées à la gestion des risques, une problématique absconse réservée à un public averti. C'est un des rares sujets relatifs aux risques qui soit, *a priori*, compris et partagé par tous, du citoyen à l'État, en passant par les collectivités, les assureurs ou encore certains chercheurs. Pourtant, le niveau de connaissances sur le coût des inondations en France présente de nombreuses faiblesses.

### **Quels constats sur le niveau des connaissances relatives aux coûts des inondations ?**

Cette situation est d'abord due à un manque de culture économique, tant dans le domaine de l'évaluation de la prévention qu'en termes d'analyse des dommages. Ce retard, par rapport aux pays anglo-saxons notamment, peut s'expliquer par la difficulté idéologique d'orienter les politiques de prévention à partir de critères monétarisables, qui de fait ne rendent pas compte de l'ensemble des problématiques, par exemple celles liées à la sécurité des personnes. D'ailleurs, ce n'est que depuis trois ans que les analyses coûts-bénéfices ont été rendues obligatoires pour justifier les aménagements de protection les plus importants (cette pratique existe aux États-Unis depuis 1936).

Une autre raison à l'origine du manque de connaissances sur les conséquences économiques des inondations, observées ou potentielles, résulte des questions de confidentialité, qui limitent considérablement l'accès par les gestionnaires du risque (État, collectivités, *etc.*) ou les chercheurs, aux données de sinistralité détenues par les sociétés d'assurance. Cette attente lancinante à l'égard des données de sinistralité a d'ailleurs conduit à alimenter un fantasme collectif selon lequel les données en question permettraient de répondre à toutes les questions relatives aux processus d'endommagement liés aux risques naturels. Or, en réalité, ces données ne répondent que très partiellement aux attentes des gestionnaires, notamment en raison du fonctionnement du système d'indemnisation des catastrophes naturelles encadré par le législateur depuis 1982. On peut notamment citer, tant pour les données de gestion des portefeuilles et des sinistres issues des systèmes d'information que pour les rapports d'expertises : l'hétérogénéité et l'incomplétude des informations renseignées, le manque de profondeur historique des données, la difficulté d'utiliser les données brutes (numérisation des rapports papiers, nécessité de fusionner des bases de données difficilement

compatibles, *etc.*) et les biais liés à l'enregistrement d'informations erronées (garantie renseignée, adresse, montant des sinistres, surface du bien, *etc.*).

Dès lors, comment pallier les problèmes d'accès aux données sur les sinistres observés et les incertitudes qui les caractérisent ? Au-delà des divers indicateurs macroscopiques produits par la FFSA et le GEMA ainsi que la CCR<sup>142</sup>, assureurs et gestionnaires du risque ont essentiellement recours, à l'échelle du sinistre, aux fonctions d'endommagement. Toutefois, les modèles de prédiction des dommages relèvent d'une approche trop aléa-centrée qui ne saurait expliquer la variabilité spatio-temporelle des dommages à plusieurs échelles. Pour saisir la complexité du dommage lié à l'inondation, il faut faire appel à d'autres variables liés aux enjeux, aux vulnérabilités voire aux comportements des occupants. Certes ces variables ne sont pas toujours facilement quantifiables mais nous avons essayé d'illustrer la richesse potentielle d'une explication multivariée et multi échelle du dommage. Le fait de considérer les paramètres d'aléa comme les variables explicatives exclusives des dommages conduit en effet à percevoir le territoire comme un objet inerte. Or les dynamiques propres à chaque territoire et aux acteurs qui les composent ont également, et parfois plus que l'aléa, un impact potentiel sur le niveau de sinistralité (facteurs socio-économiques ou comportementaux, niveaux de prévention/protection aux échelles collective ou individuelle, efficacité de l'alerte et de la gestion de crise, *etc.*).

### **Qu'apprend-on des sinistres observés par événement, de l'échelle nationale à l'échelle communale ?**

L'analyse de la base de données SILEHC, a permis de mettre en avant les fortes disparités entre particuliers et professionnels tant en nombre de sinistres qu'en coûts moyens. En effet, le coût moyen d'un professionnel est en moyenne trois à quatre fois plus important que celui d'un particulier, alors que cette catégorie d'enjeu représente environ 20 % du nombre de sinistre moyen par événement.

Sur le plan de la distribution temporelle des sinistres et événements, nous avons montré qu'il existe une forte volatilité interannuelle, concernant à la fois les sinistres (en nombre et en valeur) et le nombre d'événement. En revanche nous observons un effet de saisonnalité très marqué dans la répartition mensuelle du nombre d'événements, selon un découpage « janvier-avril » (crues océaniques) ; « mai-août » (épisodes de ruissellement et crues d'orage) ; « septembre-décembre » (crues cévenoles). Par ailleurs, la période d'observation étant relativement courte (13 années), la forte influence de quelques événements majeurs ne peut être omise dans les analyses et leurs interprétations. La distribution spatiale des sinistres et des événements confirme la surreprésentation d'événements majeurs tels que « Aude 1999 », « Gard 2002 », « Rhône 2003 », Xynthia, « Var 2010 », *etc.* Elle permet également de montrer que certains territoires sont fréquemment sinistrés notamment sur le littoral

---

<sup>142</sup> Analyses statistiques pour certains événements majeurs à la maille communale, chiffres clés sur une période donnée et par commune tels que les coûts moyens, les fréquences, les rapports sinistres/primes.

méditerranéen pour des crues cévenoles ou en Île-de-France pour des épisodes de ruissellement urbain consécutifs à des orages estivaux.

Par ailleurs, la notion de catastrophes naturelles concerne essentiellement, en nombre d'événement, des inondations fréquentes et peu dommageables. En effet, 96 % des événements ne représentent que 30 % du montant total indemnisé sur la période étudiée. À partir du degré de documentation et d'informations disponibles pour chaque événement, trois catégories de catastrophes ont donc été identifiées : les « chroniques », « marquantes » et « majeures ». Tous les territoires n'ont en effet pas le même rapport aux catastrophes. Ces disparités territoriales amènent notamment à une réflexion concernant les objectifs de prévention.

L'apport de connaissances « externes », fournies notamment par les acteurs locaux, a permis d'affiner l'analyse des dommages en testant l'influence potentielle des aléas, des enjeux et des dispositifs structurels et non structurels de prévention. Les principaux résultats montrent que le poids des variables explicatives des dommages évolue en fonction de l'échelle d'analyse (*cf.* figure 75). À l'échelle de l'événement, le coût moyen d'un particulier et d'un professionnel est lié à l'intensité et au type d'aléa générateur de dommages. Par exemple, un épisode de ruissellement sera généralement moins coûteux qu'une crue torrentielle majeure dans le Midi Méditerranéen. En revanche, les coûts moyens peuvent sensiblement varier entre plusieurs communes qui ont pourtant connu les mêmes paramètres d'aléa. D'autres variables potentielles d'influence sur les dommages et notamment le niveau de standing des enjeux (approché selon les types d'habitats) ont donc été testées. Toutefois, le manque de données sur les caractéristiques socio-économiques des enjeux n'a pas permis de confirmer une relation claire entre sinistralité et « standing », même si les acteurs de terrain corroborent cette hypothèse au regard de leur expérience. Cette variation de l'influence des variables explicatives des dommages en fonction des échelles d'analyse laisse à penser qu'à l'échelle la plus fine, celle du sinistre, le nombre de variables est maximal (efficacité de l'alerte et de la gestion de crise, niveaux de protection individuelle, comportements des sinistrés avant, pendant et après la crise, *etc.*). Il est donc nécessaire de différencier les stratégies de gestion en fonction des territoires et des échelles d'action.

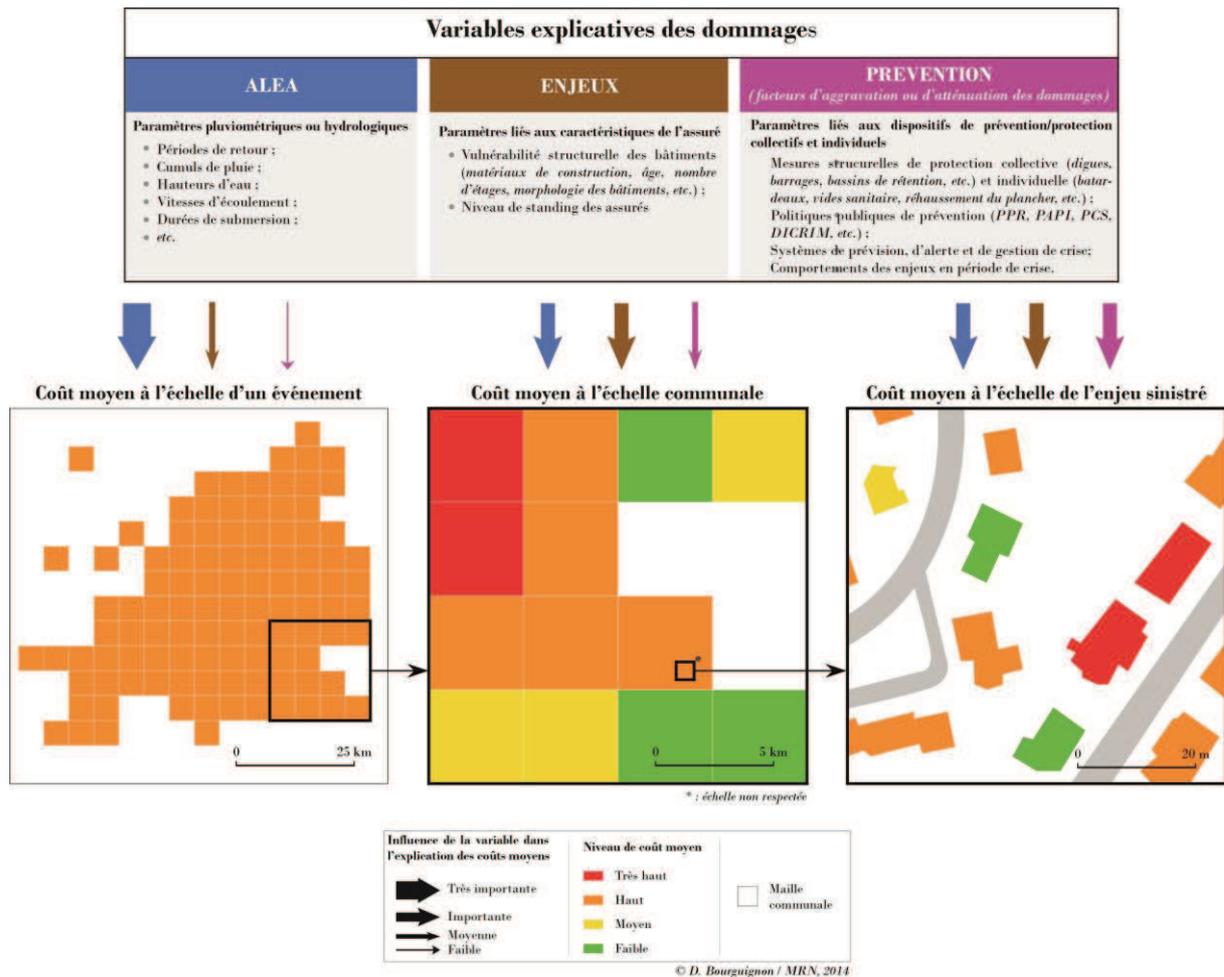


Figure 75. Influence des différentes variables sur l'explication de la variabilité spatiale des coûts moyens des sinistres

Les données de sinistralité ont de même permis de proposer une évaluation des dispositifs de prévention collective (structurels ou non). Dans un premier temps nous avons étudié les effets positifs ou aggravants des aménagements structurels de protection sur les dommages. Cette analyse a notamment permis de cibler des dysfonctionnements dans les politiques de prévention sur certains territoires. Par exemple, dans l'Aude, la répétition des ruptures de digues à chaque événement depuis 2005 a un impact significatif sur la « sur-sinistralité » de ce territoire. Ces éléments quantitatifs sont donc potentiellement utiles aux acteurs locaux pour identifier, par exemple, l'amélioration de la gouvernance et l'entretien des digues comme un sujet prioritaire.

Dans un deuxième temps, nous avons testé la pertinence de certains outils de politiques publiques de prévention tels que les PPRI ou les TRI, au regard des sinistres observés. Il a notamment été possible de mesurer la surexposition liée à l'urbanisation d'une partie de la commune de Narbonne en zone inondable, entre la phase de prescription et d'approbation du PPRI, malgré la survenance d'un événement majeur dans la période.

À ce jour, l'exemple de la logique adoptée pour les TRI montre que les territoires sont perçus comme des poches d'enjeux statiques, sans réflexion prospective sur l'évolution à venir de ces territoires. Or, l'ensemble de ces résultats montre que chaque territoire possède un rapport particulier aux risques et aux catastrophes, qu'il mute en fonction de différents éléments de contexte. Ainsi, la géographie des dommages met en évidence des foyers de vulnérabilité, en adaptant les indicateurs d'évaluation aux différentes échelles d'analyse. Cette démarche permet également, grâce à la temporalité des données, d'entretenir une mémoire dynamique des catastrophes et non pas patrimoniale ou figée (Lang *et al.*, 1998).

### **Quelles sont les limites de cette « géographie des dommages » ?**

Il est possible d'identifier des facteurs aggravants de sinistralité (*cf.* figure 75). En revanche, il est difficile à partir des données dont on dispose de mesurer précisément l'impact économique de ces facteurs sur la sinistralité. En effet, cela nécessite de collecter davantage de données auprès des acteurs locaux.

Les principales limites de la démarche sont inhérentes aux données qui composent la base. D'abord, le champ temporel d'observation n'est pas suffisant pour dégager des tendances et entretenir un suivi de l'exposition des territoires. Par exemple, il est difficile sur une période de données aussi courte d'identifier un nombre suffisant de territoires qui ont mis en œuvre des mesures de prévention/protection entre deux événements comparables et de pouvoir ainsi mesurer les effets de la prévention. Par ailleurs, l'étude de la sinistralité entre 1999 et 2011 ne permet pas de conclure sur la situation réelle de l'exposition du territoire national aux inondations.

Ensuite, les données n'étant pas totalement représentatives du marché, notamment aux échelles locales, il est nécessaire de fournir des résultats à partir de valeurs relatives (coûts moyens, nombre moyen de sinistres). Toutefois, l'étude de valeurs absolues (charge totale, nombre total de sinistres par événement) permettrait d'effectuer des comparaisons plus approfondies entre territoires. Enfin, l'analyse de sinistres géocodés serait utile pour valider, infirmer ou tester plus précisément les hypothèses émises à la maille communale, résolution minimale à laquelle nous étions contraints.

D'un point de vue épistémologique, l'étude des sinistres pose un problème lié à la définition même de la vulnérabilité. À travers cette étude, la vulnérabilité est considérée comme la propension à être endommagé, c'est donc la définition strictement inverse de celle de « vulnérabilité sociale » employée par certains géographes (Wisner, 1993 ; Blaikie *et al.*, 1994 ; Cannon *et al.*, 2003 ; Gaillard, 2007 ; *etc.*). Autrement dit, plus les valeurs assurées d'un enjeu sont élevées (plus l'assuré est riche) plus l'enjeu sera considéré comme « vulnérable », car susceptible d'engendrer des coûts importants en cas de sinistre. L'étude du risque par les dommages n'est donc pas suffisante pour orienter des projets de prévention, car elle ne cible pas certaines tranches de population, notamment les plus pauvres, qui sont potentiellement les moins résilientes.

## À quels besoins opérationnels répondent ces travaux ?

Plusieurs applications concrètes sont déjà envisagées, voire en cours d'expérimentation, dans le domaine de l'assurance. La base de données SILEHC permet notamment à certains assureurs de tester la mise en place d'un zonier tarifaire inondation « hors CatNat », de manière à mieux segmenter les garanties entre dégâts des eaux et les dégâts qui entrent dans le périmètre des CatNat. Par ailleurs, l'utilisation des données collectées peuvent également servir comme critère de modulation tarifaire, dans le cadre d'une probable réforme du régime CatNat. Plus généralement ce travail permet à l'ensemble de la profession de communiquer de manière plus transparente sur la sinistralité observée auprès de différents acteurs. C'est aussi un moyen concret de valoriser l'approche géographique au sein des métiers de l'assurance, comme une vision complémentaire aux études économiques, statistiques ou juridiques, qui prévalent aujourd'hui.

Du côté des gestionnaires du risque (État, EPTB, collectivités locales, *etc.*), la BD SILEHC a déjà été utilisée pour calibrer certaines analyses coûts-bénéfices. Elle constitue grâce à l'apport de données chiffrées un outil inédit de communication auprès des élus ou des citoyens et un outil d'aide à la décision pour identifier les actions de prévention à prioriser.

À l'échelle nationale, la base de données peut apporter aux différentes instances de gouvernance concertée de la prévention des risques (CMI, COPRNM, ONRN, *etc.*) un éclairage contextuel général sur le coût des inondations et une base méthodologique pour des travaux portant sur cette thématique. Il est envisageable que les prochains cycles de la Directive Inondations (EPRI, sélection ou confirmation des TRI, PGRI, *etc.*), renouvelables tous les six ans, puissent notamment s'appuyer sur des éléments issus de la base « sinistres-événements ».

Ces différentes applications opérationnelles montrent les deux principaux avantages de la base de données SILEHC : le partage de connaissances et l'apport de données quantifiées. En effet, elle permet d'abord de décroïsonner les connaissances détenues par des acteurs peu enclins à communiquer entre eux (État, collectivités, assureurs, réassureurs, *etc.*). C'est d'ailleurs une illustration concrète du principe de gouvernance concertée, prôné par le Ministère de l'Écologie depuis le Grenelle de l'Environnement (MEEDDAT / CGEDD, 2010). Ensuite, puisque les projets de prévention/protection sont souvent mis en œuvre en réponse aux catastrophes, dans un contexte émotionnel fort où les enjeux politiques l'emportent, l'apport d'informations objectives et quantifiées permet de dépassionner certains débats. La base de données semble donc être un outil utile à la rationalisation des objectifs de prévention. Dans un contexte de contraintes budgétaires, dont un exemple concret est l'accès aux subventions du FPRNM dans le cadre de la mise en œuvre des PAPI, cette nécessité de rationalisation et de priorisation des projets est une préoccupation de plus en plus prégnante au sein de la Commission Mixte Inondation (CMI) qui a en charge leur labellisation.

### ***Objectifs d'enrichissement et de pérennisation***

Parmi les perspectives d'amélioration de la base de données SILEHC, il est envisagé d'améliorer la couverture temporelle de l'observation en proposant aux sociétés d'assurance volontaires d'alimenter annuellement la base, de manière à assurer un suivi dans le temps de l'exposition des territoires. La seconde perspective est d'étendre la couverture des données par l'intégration d'un maximum de sociétés dans la démarche. L'objectif est de disposer d'une bonne représentativité du marché français tant au niveau national que local. Cela permettrait également d'apporter des indicateurs sur la base de valeurs absolues (charge totale, nombre total de sinistres).

### ***Objectifs de valorisation***

Il est important que le socle de connaissances géographiques que constitue la base soit intégré, valorisé et diffusé par différentes plateformes de visualisation et/ou d'analyse géographique. Il est notamment envisagé que la base soit intégrée au SIG MRN, de manière à fournir davantage d'informations aux sociétés d'assurance qui utilisent l'outil en souscription et prévention. Par ailleurs, un accès à cette base peut également être envisagé via le portail ONRN, à travers la conception de nouveaux indicateurs de sinistralité ou d'études ponctuelles sur certains territoires. Au regard de ces perspectives, la base a été consolidée à travers la conception d'un catalogue de métadonnées et d'une liste exhaustive des limites et précautions d'usages à destination de tous types d'utilisateurs.

### ***Objectifs de recherche***

Une thèse CIFRE actuellement menée à la MRN, sur l'évaluation de la vulnérabilité collective des territoires, a déjà identifié la BD SILEHC comme un outil de mesure adapté pour analyser la couverture des PAPI et l'efficacité des actions menées, au prisme de la sinistralité récente. Cette thèse pourra donc s'appuyer sur les recherches que nous avons menées et sur les données acquises.

### **Perspectives pour la prévention des risques inondations en France**

Il est aujourd'hui nécessaire d'améliorer l'évaluation des dommages causés par les catastrophes naturelles, à travers des méthodes et outils plus robustes et objectifs. La capitalisation de données fiabilisées, sur le long terme, apparaît ainsi comme l'une des pistes de travail les plus pertinentes. La pérennisation de la base de données, au-delà de ce travail de thèse, participe donc d'une évolution des pratiques dans le domaine de la prévention des risques, où la valorisation des données économiques devrait contribuer à une meilleure rationalisation des décisions politiques.



---

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- ABI.**, 2005, *Financial risk of climate change*, Summary report, Ed. Association of British Insurers, 39 p., <http://insurance.lbl.gov/documents/abi-climate.pdf>
- ABI.**, 2007, *Adapting to Our Changing Climate: A Manifesto For Business, Government, and the Public*, Ed. Association of British Insurers, 6 p., [http://www.climatewise.org.uk/storage/607/climate\\_change\\_final.pdf](http://www.climatewise.org.uk/storage/607/climate_change_final.pdf)
- ADEME.**, 2007, *Gestion du risque climatique et adaptation aux changements. Ademe et vous – Recherche*, n° 1.
- André C.**, 2013, *Analyse des dommages liés aux submersions marines et évaluation des coûts induits aux habitations à partir de données d'assurance. Perspectives apportées par les tempêtes Johanna (2008) et Xynthia (2010)*, Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 328 p., <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00961315>
- Angelier C. & Courouble J.**, 2011, *Ces créateurs d'entreprises innovantes - Quand doctorat se conjugue avec entrepreneuriat*, Ed. Eyrolles, Paris, 156 p.
- Anziani A.**, 2010, *Xynthia : les leçons d'une catastrophe*, Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur les conséquences de la tempête Xynthia, Sénat, n° 554, <http://www.senat.fr/notice-rapport/2009/r09-554-notice.html>
- AXA**, 2009, *Prévention et communication de crise. Votre guide*, Guide destiné aux PME/PMI, 32 p., <http://entreprise.axa.fr/preventionenvironnement/docs/guide-prevention-crise-majeure.pdf>
- AXA.**, 2012, *Risques climatiques*, Les cahiers d'AXA, n°4, 38 p., [http://rapportannuel.axa/medias/dyn/documents/fr/AXA\\_4\\_cahiers\\_climat.pdf](http://rapportannuel.axa/medias/dyn/documents/fr/AXA_4_cahiers_climat.pdf)
- Barthelemy F., Huet P., Lefrou C. & Suzanne J.C.**, 1999, *Organisation du retour d'expérience dans le domaine des risques naturels*, Conseil Général des Ponts et Chaussées, Mission d'Inspection Spécialisée de l'Environnement, 44 p.
- Barroca B., Pottier N., & Lefort E.**, 2005, *Analyse et évaluation de la vulnérabilité aux inondations du bassin de l'Orge aval*, Actes des septièmes rencontres de TheoQuant, Atelier 3 "Risques, vulnérabilité", Besançon.

- BCEOM.**, 1969, *Calculs de rentabilité appliqués aux aménagements de défense contre les eaux*, Note de méthode provisoire valant instruction pour la justification des projets. Ministère de l'équipement et du logement. Direction des ports maritimes et des voies navigables. Service central hydrologique, 94 pages.
- BRGM.**, 2010, *Impacts du changement climatique sur les risques côtiers*, recueil des actes des journées « impacts du changement climatique sur les risques côtiers », 15-16 novembre 2010, Orléans, France, 207 p.
- Bidan P.**, 2000, Indemnisation des catastrophes naturelles : de la naissance vers l'âge adulte, Risques – Cahiers de l'assurance, n°42.
- Bonnard J.Y.**, 2009, *Typologie des crues des cours d'eau du versant de l'Oise*, Rapport du CDDP de l'Oise, 9 p., [http://crdp.ac-amiens.fr/cddpoise/edd/inondations/typologies\\_des\\_crues.pdf](http://crdp.ac-amiens.fr/cddpoise/edd/inondations/typologies_des_crues.pdf)
- Boudou M., Cœur D., Lang M. & Vinet F.**, 2013, Grille de lecture pour la caractérisation d'événements remarquables d'inondation en France : exemple d'application pour la crue de mars 1930. *Colloque « Dynamiques environnementales, politiques publiques et pratiques locales : quelles interactions ? »*, Toulouse, 4-7 juin 2013.
- Bourguignon D.**, 2012, Inondations : mieux connaître pour mieux prévoir, *Face aux risques*, n° 497, pp. 16-19.
- Bourguignon D.**, 2013, Vers une approche collaborative entre assureurs et acteurs publics pour l'amélioration des connaissances sur les dégâts causés par les inondations, *actes des neuvièmes rencontres « Géorisques »*, 21 janvier 2013, Université Paul Valéry, Montpellier 3, à paraître.
- Bourguignon D.**, 2014, Aménager avec le risque, quels enjeux économiques ?, « *Risque et aménagement* », actes du 42<sup>ème</sup> congrès des géomètres-experts, pp. 101-103.
- Bourrelier P.H. (dir.)**, 1997, *La prévention des risques naturels. Rapport d'évaluation*, Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques, La Documentation Française, 702 p.
- Bourrelier P.H., Deneufbourg G. & De Vanssay B.**, 2000, *Les catastrophes naturelles, le grand cafouillage*, Ed. Osman Eyrolles Santé & Société (OES), 262p.

- Black A. & Evans S.**, 1999, *Flood damage in the UK: new insights for the insurance industry - a report presenting the Dundee Flood Loss Tables*, Université de Dundee, Département de géographie, 84p.
- Blaikie P., Cannon T., Davis I. & Wisner B.**, 1994, *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*, Ed. Routledge, London, 471 p.
- Cannon T.**, 2000, Vulnerability analysis and disasters, in Parker J.A., 2000, *Floods*, Ed. Routledge, London, vol.1, pp. 45-55.
- Cannon T., Twigg J., Rowell J.**, 2003, *Social vulnerability, sustainable livelihoods and disasters*, Rapport pour le DFID (Department For International Development), le CHAD (Conflict and Humanitarian Assistance Department) et le Sustainable Livelihoods Support Office, 60 p.
- CCR.**, 2011, *Le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles*, Plaquette de communication, 9 p., <http://www.ccr.fr/blobs/com.cardiweb.cardiboxv6.cm.business.Article/2094981368466376057/document.Joint/1/plaquette%20regime%20cat-nat%202011%20vf.pdf>
- CCR.**, 2014, *La crue de la Seine en Île-de-France. Étude historique de la crue de 1910. Modélisation de scénarios de référence*, Ed. CCR, 19 p., [https://www.ccr.fr/blobs/com.cardiweb.cardiboxv6.cm.business.Article/2689642087657243157/document.Joint/1/rapport%20crue%201910\\_2014\\_01\\_17.pdf](https://www.ccr.fr/blobs/com.cardiweb.cardiboxv6.cm.business.Article/2689642087657243157/document.Joint/1/rapport%20crue%201910_2014_01_17.pdf)
- CEPRI.**, 2008, *Évaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque d'inondation. Manuel des pratiques existantes*, 194 p., [http://www.cepri.net/tl\\_files/pdf/manuelpratiquesexistantesversiondefinitive.pdf](http://www.cepri.net/tl_files/pdf/manuelpratiquesexistantesversiondefinitive.pdf)
- CEPRI.**, 2010a, *Analyse coût-bénéfice - annexes techniques au cahier des charges PAPI*, 78 p., <http://www.cepri.net/publications-et-documents.html>
- CEPRI.**, 2010b, *Les digues de protection contre les inondations. La mise en œuvre de la réglementation issue du décret n°2007-1735 du 11/12/2007*, Les guides du CEPRI, 84 p.
- CEPRI.**, 2011a, *L'ACB (analyse coût/bénéfice) : une aide à la décision au service de la gestion des inondations - guide à l'usage des maitres d'ouvrage et de leurs partenaires*, 42p, <http://www.cepri.net/publicationset-documents.html>
- CEPRI.**, 2011b, *La gestion des digues de protection contre les inondations*, Rapport, 11 p. + annexes, [http://www.cepri.net/tl\\_files/pdf/rappgestdigues.pdf](http://www.cepri.net/tl_files/pdf/rappgestdigues.pdf)

- Chavarot A., Dumas P., Legrand H., Macaire A., Dimitrov C., Martin X. & Queffelec C., 2005,** Mission d'enquête sur le régime d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, *Rapport particulier sur les risques de subsidence dus à la sécheresse*, IGE, IGF, CGPC., 65 p.
- Chemitte J. & Hajji C., 2007,** Les outils d'aide à l'analyse de l'exposition aux aléas naturels pour les assureurs, *Actes des deuxièmes rencontres entre géographes et assureurs*, Université Montpellier III, 8 Juin 2007, pp. 174-203.
- Chemitte J. & Hajji C., 2008,** Évaluation de la qualité des données sur les risques naturels pour les métiers de l'assurance, *Actes du Géoévénement 2008*, 10 avril 2008, Paris.
- Chemitte J., 2008,** *Adoption des technologies de l'information géographique et gestion des connaissances dans les organisations. Application à l'industrie de l'assurance pour la gestion des risques naturels*, Thèse de doctorat, École des Mines de Paris, 268 p., <http://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00004998>
- Clausen L.K., 1989,** *Potential dam failure: estimation of consequences, and implications for planning*. Unpublished Master of Philosophy thesis at the School of Geography and Planning, Middlesex Polytechnic collaborating with Binnie and Partners, Redhill.
- Collombat P.Y., 2010,** *Mission d'information sur les inondations dans le Var et le sud-est de la France*, Rapport d'information, Sénat, <http://www.senat.fr/rap/r11-775/r11-775-syn.pdf>
- Cours des Comptes., 1999,** *La prévention des inondations en France*, Rapport au Président de la République, Section 6.
- Cours des Comptes., 2008,** *Rapport public annuel*, La documentation française, 1060 p.
- Dauge, Y., 1999,** *Les Politiques Publiques de prévention des inondations*, Rapport au Premier Ministre.
- Dauphiné A., 2003,** *Les théories de la complexité chez les géographes*, Ed. Anthropos, Coll. Géographie, Paris, 248 p.
- Dauphiné A., 2005,** *Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer*, Coll. U, Ed. Armand Colin, Paris, 288 p.

- De Bruyn B., Boilet D., Cras P., Duval D., Fayet L. & Malgras L.**, 2012, La crue de l'Oise de janvier 2011 gestion de crise et niveaux de vigilance, *Congrès SHF : «Événements extrêmes fluviaux et maritimes»*, Paris, 1-2 février 2012, [http://www.champagne-ardenne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Article\\_SHF-SPCOA-crue-Oise-2011\\_vf\\_cle29dec4.pdf](http://www.champagne-ardenne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Article_SHF-SPCOA-crue-Oise-2011_vf_cle29dec4.pdf)
- Defossez S.**, 2009, *Évaluation des mesures de gestion du risque inondation. Application au cas des basses plaines de l'Aude*, Thèse de doctorat, Université Paul Valéry, Montpellier 3, 462 p. + annexes.
- D'Ercole R.**, 1994, La vulnérabilité des sociétés et des espaces urbanisés : concept, typologie, mode d'analyse, *Revue de Géographie Alpine*, n°4, Grenoble.
- Derien A.**, 2010, *Solvabilité 2 : Une réelle avancée ?*, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon 1, 224 p., [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/73/37/00/PDF/TH2010\\_Derien\\_Anthony.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/73/37/00/PDF/TH2010_Derien_Anthony.pdf)
- Domenichini J.**, 2008, *Calcul de la sinistralité relative à des aléas « naturels » et anthropiques rares : systèmes d'information géographique (SIG), retour d'expérience et méthodes prospectives pour l'évaluation de sinistres inondation et terrorisme en réassurance*, Thèse de doctorat, Université Paris I, 280 p.
- Douguédroit A.**, 2008, Précipitations extrêmes et « crues urbaines » à Marseille (France) de 1861 à 2007, *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 51, 2008, pp. 105-114.
- Donguy A.**, 2012, *Contribution de l'information géographique aux métiers de l'assurance pour la gestion des événements d'ampleur*, Thèse de doctorat, École des Mines de Paris, 378 p., [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/74/19/31/PDF/DonguyTheI\\_se\\_pour\\_publication.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/74/19/31/PDF/DonguyTheI_se_pour_publication.pdf)
- Douvinet J.**, 2006, Intérêts et limites des données « CatNat » pour un inventaire des inondations. L'exemple des « crues rapides » liées à de violents orages (Bassin parisien, Nord de la France). *Norois*, Presses Universitaires de Rennes, 201 (4), pp. 17-30
- Douvinet J.**, 2010, Le traitement des inondations en catastrophe naturelle : un système à adapter, *Risques – Les cahiers de l'assurance*, n°83, pp. 104-112.
- Douvinet J. & Delahaye D.**, 2010, Caractéristiques des « crues rapides » du nord de la France (Bassin parisien) et risques associés. *Géomorphologie : relief, environnement, processus*, 1, pp. 73-90.

- Douvinet, J. & Vinet F.**, 2012, La carte des arrêtés "CatNat" pour les inondations : 1) Analyse spatio-temporelle, *M@ppemonde*, n°107, 10p.
- Downton M.W. & Pielke R. A. Jr.**, 2005, How Accurate are Disaster Loss Data ? The Case of U.S. Flood Damage. *Natural Hazards Rev.*, 35, pp. 211-228.
- Dubois-Maury J.**, 2002, Les risques naturels en France, entre réglementation spatiale et solidarité de l'indemnisation. *Annales de géographie*, 111, 627-628, pp. 637-651.
- EDATER.**, 2001, *Estimation des dégâts après "grands événements"*, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Paris, 84 p.
- Équipe pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature.**, 1998, *Évaluation des enjeux et des dommages directs potentiels pour les activités économiques des vals de la Loire moyenne*, ASCA, 22 p.
- Eleutério J., Payraudeau S. & Rozan A.**, 2008, Sensibilité de l'évaluation des dommages associés aux inondations en fonction de la caractérisation de la vulnérabilité des bâtiments, *Ingénieries – E.A.T.*, 55-56, 29-44.
- Eleutério J.**, 2012, *Analyse du risque inondation : l'impact d'incertitudes dans les modélisations de l'aléa et de la vulnérabilité des enjeux sur les estimations de dommages*, Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 243 p., <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00821011>
- Erdlenbruch K., Gilbert E., Grelot F. & Lescoulier C.**, 2008: Une analyse coût-bénéfice spatialisée de la protection contre des inondations. Application de la méthode des dommages évités à la basse vallée de l'Orb. *Ingénieries – E.A.T.*, n° 53, pp. 3-20.
- Farmer R.**, 1977, Today's risks: thinking the unthinkable, *Nature*, 267, 92-93, <http://dx.doi.org/10.1038/267092a0>
- Ferrari J.B.**, 2011, *Économie de la prévention et de l'assurance. Des risques bénins aux risques majeurs*, Ed. l'Harmattan, Paris, 371 p.
- FFSA.**, 2009, *L'impact du changement climatique et de l'aménagement du territoire sur la survenance d'événements naturels en France*, Rapport de synthèse, présenté à l'occasion du colloque "Impacts du changement climatique", le 29 avril 2009 à la FFSA, Paris.

- FFSA.**, 2011, *Inondations du Var des 15 et 16 juin 2010. Bilan chiffré au 31 mai 2011*, Enquête FFSA-GEMA, Assurances de biens et responsabilité, 9 p., [https://www.ffsa.fr/sites/upload/docs/application/pdf/2011-06/bilan var au 31 mai 2011m 2011-06-15 15-29-10 49.pdf](https://www.ffsa.fr/sites/upload/docs/application/pdf/2011-06/bilan_var_au_31_mai_2011m_2011-06-15_15-29-10_49.pdf)
- FFSA.**, 2014, *L'assurance des catastrophes naturelles en 2012*, Rapport annuel des assurances de biens et de responsabilité FFSA-GEMA, 34 p., [http://www.mrn.asso.fr/system/files/l\\_assurance\\_des\\_catastrophes\\_naturelles\\_2012\\_0.pdf](http://www.mrn.asso.fr/system/files/l_assurance_des_catastrophes_naturelles_2012_0.pdf)
- FFSA.**, 2013, *Rapport annuel 2013*, 87 p., [http://www.ffsa.fr/sites/upload/docs/application/pdf/2014-07/ffsa ra 2013 9-07 light.pdf](http://www.ffsa.fr/sites/upload/docs/application/pdf/2014-07/ffsa_ra_2013_9-07_light.pdf)
- Frécon J.C. & Keller F.**, 2009, *Sécheresse de 2003 : un passé qui ne passe pas*, Rapport fait au nom de la commission des finances, Sénat, 181 p., <http://www.senat.fr/rap/r09-039/r09-0391.pdf>
- Gaillard J.C.**, 2007, *De l'origine des catastrophes : phénomènes extrêmes ou âpreté du quotidien ?*, *Natures Sciences Sociétés*, n° 15, pp. 44-47.
- Gallatin A.**, 1808, *Report of the Secretary of the Treasury on the subject of public roads and canals*. Senate Resolution, Congress, Re-printed 1968 by August M. Kelley, publishers, N.Y.
- GDV.**, 2013, *Insurance for natural catastrophes. Germany : Recent developments and initiatives*, support de présentation, Insurance Europe Sustainable Non-Life Steering Group, Bruxelles.
- GEMA.**, 2013, *Consultation sur le livre vert sur les catastrophes naturelles*, 9 p., [http://ec.europa.eu/internal\\_market/consultations/2013/disasters-insurance/docs/contributions/registered-organisations/gema\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/internal_market/consultations/2013/disasters-insurance/docs/contributions/registered-organisations/gema_fr.pdf)
- Gendreau N., Longhini M. & Combe P.M.**, 1998, *Gestion du risque d'inondation et méthode Inondabilité : une perspective socio-économique*. *Ingénieries – E.A.T.*, n° 14, pp. 3-15.
- Gérin S.**, 2011, *Une démarche évaluative des Plans de Prévention des Risques dans le contexte de l'assurance des catastrophes naturelles : Contribution au changement de l'action publique de prévention*, Thèse de doctorat, Université Paris Diderot (Paris 7), 300 p., <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00582692>

- GIEC.**, 2012, *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique. Résumé à l'intention des décideurs*, Rapport spécial du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 20 p., [https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/srex/downloads/SREX\\_SPM\\_French.pdf](https://www.ipcc-wg1.unibe.ch/srex/downloads/SREX_SPM_French.pdf)
- Gissing A. & Blong R.**, 2004, Accounting for variability in commercial flood damage estimation, *Australian Geographer*, 35, 2, pp. 209-222, <http://dx.doi.org/10.1080/0004918042000249511>
- Gleyze J.F. & Reghezza M.**, 2007, La vulnérabilité structurelle comme outil de compréhension des mécanismes d'endommagement, *Geocarrefour*, 82/1-2, <http://geocarrefour.revues.org/1411>
- Graillot D., Londiche H., Dechomets R. & Batton-Hubert M.**, 2001, Analyse multicritère spatiale pour l'identification de la vulnérabilité aux inondations, Ecole Normale Supérieure des Mines de Saint Etienne, 12 p.
- Grands Lacs de Seine., Préfecture de Police de Paris. & DIREN Île-de-France.**, 2009, *1910 et demain ? Le risque d'inondation dans le bassin de la Seine*, 43 p., [http://catalogue.prim.net/125\\_1910-et-demain-le-risque-d-inondation-dans-le-bassin-de-la-seine.html](http://catalogue.prim.net/125_1910-et-demain-le-risque-d-inondation-dans-le-bassin-de-la-seine.html)
- Grelot F.**, 2004, *Gestion collective des inondations. Peut-on tenir compte de l'avis de la population dans la phase d'évaluation économique a priori ?* Thèse de doctorat en sciences économiques, ENSAM, 383 p., <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/03/88/PDF/GrelotF2004b.pdf>
- Grelot F., Bailly J.S., Blanc C., Erdlenbruch K., Meriaux P., Saint Geours N. & Tourment R.**, 2008, Sensibilité d'une analyse coût-bénéfice - enseignements pour l'évaluation des projets d'atténuation des inondations, *Ingénieries – E.A.T.*, numéro spécial, pp. 95-108.
- Grossi P. & Kunreuther H.**, 2005, *Catastrophe modelling, a new approach to managing risk*, Springer, Huebner international series on risk, Insurance and economic security, 25, 252 p.
- Guarnieri F., Napoli A., Nussbaum R. & Robert F.**, 2003, Apport des systèmes d'information dans la gestion des risques naturels par les sociétés et mutuelles d'assurance - in *Systèmes d'information et risques naturels*, Les Presses de l'Ecole des Mines, 241p.

- Guarnieri F.**, 2006, Information géographique et sur les risques naturels et assurance : chemin faisant... », *Actes du 1er colloque « Géographes et assureurs face aux risques naturels »*, Université de Versailles Saint-Quentin en Yvelines, 6 avril 2006.
- Halleguatte S., Hourcade J. C. & Dumas P.**, 2007, Why economic dynamics matter in assessing climate change damages: illustration on extreme events, *Ecological Economics*, Vol. 62, pp. 330-340.
- Heitz C.**, 2009, *La perception du risque de coulées boueuses : analyse sociogéographique et apport à l'économie comportementale*, 252 p. + annexes, [http://scd-theses.u-strasbg.fr/1729/01/HEITZ\\_Carine\\_2009r.pdf](http://scd-theses.u-strasbg.fr/1729/01/HEITZ_Carine_2009r.pdf)
- Helias A., Quevremont P. & Truchot C.**, 2009, *Premiers enseignements tirés de la mise en œuvre des programmes d'action de prévention des inondations (PAPI)*, Conseil Général de l'environnement et du développement durable, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, Paris, 43 p.
- Hewitt K. (dir.)**, 1983, *Interpretation of calamity from the viewpoint of Human Ecology*, Ed. Allen and Unwin, Boston, 304 p.
- Hubert G. & Ledoux B.**, 1999, *Le coût du risque... L'évaluation des impacts socio-économiques des inondations*, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 231 p.
- Hubert P.**, 2001, *Rapport sur la crue et les inondations de la vallée de la Somme de mars à mai 2001*, rédigé à la demande du Conseil général de la Somme, 25 p., <http://p jy.hubert.free.fr/res/res01-22.pdf>
- Huet P., Martin X., Prime J.L., Foin P., Laurain C. & Cannard P.**, 2003, *Retour d'expérience des crues de septembre 2002 dans les départements du Gard, de l'Hérault, du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, de l'Ardèche et de la Drôme*, MEDD-IGE, 133 p. + annexes.
- Huet P.**, 2005, *La méthodologie des retours d'expérience après les accidents naturels. Première tentative de codification*, Rapport n° IGE/05/017, 85 p.
- IAU.**, 2013, *Logement : quel exposition du parc francilien en zone inondable ?*, Note rapide, n°634, 6 p., [http://www.iau-idf.fr/fileadmin/Etudes/etude\\_1033/PDF\\_634\\_web.pdf](http://www.iau-idf.fr/fileadmin/Etudes/etude_1033/PDF_634_web.pdf)
- IRIS J.**, 2009, *Contribution de la méthodologie et de la technologie géodécisionnelle pour l'aide à l'évaluation des risques naturels dans le secteur de l'assurance en France*, Thèse de doctorat. CRC - Mines ParisTech, 220 p., <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/38/33/06/PDF/These-J-Iris.pdf>

- Jonkman S.N., Van Gelder P.H.A.J.M. & Vrijling J.K.**, 2003, An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage. *Journal of Hazardous Materials*, 99, pp. 1-30.
- Kelman I. & Spence R.**, 2004, An overview of flood actions on buildings, *Engineering Geology*, 73, pp. 297-309, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enggeo.2004.01.010>
- Kessler D. & Vandier J.**, 1994, Catastrophes naturelles et précaution. *Risques – Les cahiers de l'assurance*, n° 20, pp. 79-87.
- Kreibich H., Piroth K., Seifert I., Maiwald H., Kunert U., Schwarz J., Merz B. & Thieken A. H.**, 2009. Is flow velocity a significant parameter in flood damage modelling?, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, pp. 1679-1692, <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-9-1679-2009>.
- Kreibich H., Seifert I., Merz B. & Thieken A. H.**, 2010. Development of FLEMOcs - a new model for the estimation of flood losses in the commercial sector, *Hydrological Sciences Journal*, 55, 8, pp. 1302-1314, <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2010.529815>
- Kundzewicz Z.W., Pińskwar I. & Brakenridge G.R.**, 2013, Large floods in Europe, 1985–2009, *Hydrological Sciences Journal*, 58:1, pp. 1-7, <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2012.745082>
- Laganier R., Piquet P., Salvador P.G. & Scarwell H.J.**, 2000, Inondations, territoire et aménagement : révolution de la prise en compte du risque inondation dans la vallée de la Canche (Pas-de-Calais, France), *Géocarrefour*, volume 75, n°4, pp. 375-382.
- Laganier R. (dir.)**, 2006, *Territoires, inondation et figures du risque. La prévention au prisme de l'évaluation*, Ed. l'Harmattan, 254 p.
- Latruffe L. & Picard P.**, 2002, *Assurance des catastrophes naturelles: faut-il choisir entre prévention et solidarité ?*, Les séminaires de l'Iddri n°3, 44 p., [http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idees-pour-le-debat/id\\_0206\\_picard.pdf](http://www.iddri.org/Publications/Collections/Idees-pour-le-debat/id_0206_picard.pdf)
- Lamère J.M.**, 2000, Assurance et catastrophes : Aujourd'hui et demain, *Risques – Les cahiers de l'assurance*, n°42.
- Lang M., Cœur D., Lallement C. & Naulet R.**, 1998, Valorisation de l'information historique pour la prédétermination du risque d'inondation : application au bassin du Guiers, *Ingénieries – E.A.T.*, n°16, décembre, pp. 3-13.

- Lang M. & Renard B.**, 2007, *Analyse régionale sur les extrêmes hydrométriques en France : détection de changements cohérents et recherche de causalité hydrologique*, SHF 2007, *Variations climatiques et hydrologie, 29ème journée de l'hydraulique (27-28 mars 2007, Lyon)*, pp.47-54.
- Lang M., Javelle P. & Aubert Y.**, 2010, *Estimation de la période de retour de la crue du 15 juin 2010 aux alentours de Draguignan*, Note du Cemagref du 15 septembre 2010, 13 p., [http://extrafloepisodesremarquables.irstea.fr/01\\_PagesHTML/2010-06-15\\_Pages/2010-06-15\\_Sources/References/AvisCemagrefNarturbyCrue2010\\_Sept2011.pdf](http://extrafloepisodesremarquables.irstea.fr/01_PagesHTML/2010-06-15_Pages/2010-06-15_Sources/References/AvisCemagrefNarturbyCrue2010_Sept2011.pdf)
- Lang M. & al.**, 2014, Résultats du projet extraflo sur l'estimation des pluies et crues extrêmes, *La Houille Blanche*, n°2, 2014, pp. 5-13.
- Le Bissonnais Y., Montier C., Jamagne M., Daroussin J. & King D.**, 2002, Mapping erosion risk for cultivated soil in France, *Catena*, 46, pp. 207-220.
- Ledoux B.**, 1997, *Évaluation des dommages aux activités. Approche assurantielle*, Équipe pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature, 3 tomes.
- Ledoux B.**, 2000, La pratique du retour d'expérience pour éclairer les stratégies de mitigation, *La Houille Blanche*, vol. 1, pp. 79-83.
- Ledoux B., Grelot F. & Reliant C.**, 2003, *Synthèse des évaluations socio-économiques des instruments de prévention des inondations*, Rapport technique, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable – Direction des Études Économiques et de l'Évaluation Environnementale, Paris, 117 p.
- Ledoux B.**, 2012, Approche économique et aide à la décision. Analyse multicritères : application aux mesures de prévention, *La Lettre Méandre*, n°11, décembre 2012, pp. 9-10.
- Lefrou C. (dir.)**, 2000, *Les crues des 12, 13 et 14 novembre 1999 dans les départements de l'Aude, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales et du Tarn*, Rapport au Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 99 p. + annexes.
- Lefrou C. (coord.)**, 2001, *Rapport d'étape sur les inondations de la Somme*, juin 2001.
- Léonard J.L.**, 2010, Les raisons des dégâts provoqués par la tempête Xynthia, Rapport d'information déposé par la mission d'information, Assemblée Nationale, <http://www.assemblee-nationale.fr/13/rap-info/i2697.asp>

- Leone F., Aste J.P. & Velasquez E.**, 1995, Contribution des constats d'endommagement au développement d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité appliquée aux phénomènes de mouvements de terrain, *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, vol. 4, pp. 350-371.
- Leone F. & Vinet F. (dir.)**, 2006, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques*. Coll. Géorisques, vol.1, Université Paul-Valéry, Montpellier III, 140 p.
- Leone F., Vinet F., Boyrie N., Cador E., Le Corre L., Mayol N., Orth C., Sauzay C. & Suau M.**, 2007, *Etude de la vulnérabilité des campings face au risque inondation dans le bassin de l'Orb. Plan de sauvegarde du camping d'Olargues*, Rapport sur CD-Rom pour le compte du Synd. Mixte de la Vallée de l'Orb + bases de données.
- Limodin D., Mercadl G., Demange H. & Laurent J.L.**, 2002, *Les retours d'expérience des inondations catastrophiques et les inspections des services déconcentrés en charge des risques naturels*, Rapport technique, Inspection Générale de l'Environnement.
- Luzi M.**, 2012. Le dossier technique des tempêtes. *Risques – Les cahiers de l'assurance*, n°91, septembre 2012, pp.42-46.
- Mallet T., Royet, P. & Cault J.B.**, 2004, Reconstruction de la digue d'Aramon après la crue de septembre 2002, *Colloque technique CFGB / MEDD : Sécurité des digues fluviales et de navigation*, Orléans, 25-26 novembre 2004.
- Martin C.**, 2010, Les inondations du 15 juin 2010 dans le Centre Var : réflexion sur un épisode exceptionnel, *Études de Géographie Physique*, n° XXXVII-2010, pp. 41-76. », *Physio-Géo*, Volume 4, <http://physio-geo.revues.org/1349>
- Mathot P. & Mariani T.**, 1994, *Inondations : une réflexion pour demain*. Commission d'enquête 1641, Assemblée Nationale.
- Mazière B. & Juffé M.**, 2008, *Le jeu des acteurs locaux de la prévention des risques : vers un nouveau partage des responsabilités*, Conseil Général des Ponts et Chaussées, 96 p.
- Meschinet de Richemond N. & Reghezza M.**, 2010, La gestion du risque en France : contre ou avec le territoire ?, *Annales de géographie*, n°673, pp. 248-267.
- MECSL / DGUHC / CSTB.**, 2005, *Inondations : Guide d'évaluation de la vulnérabilité des bâtiments vis-à-vis de l'inondation*, 29 p., [http://www.territoires.gouv.fr/IMG/pdf/dga\\_in\\_guide\\_evaluation\\_vulnerabilite\\_inondations\\_nov\\_2005.pdf](http://www.territoires.gouv.fr/IMG/pdf/dga_in_guide_evaluation_vulnerabilite_inondations_nov_2005.pdf)

- MEDD / DPPR.**, 2003, *Retour d'expérience des crues de septembre 2002 dans les départements du Gard, de l'Hérault, du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, de l'Ardèche et de la Drôme*, Annexe B, Contribution du groupe d'appui et d'expertise scientifique, 294 p.
- MEDD.**, 2005, *Mission d'enquête sur le régime d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles*, Rapport de l'Inspection générale des finances (IGF), du Conseil général des Ponts et chaussées (CGPC), et de l'Inspection générale de l'environnement (IGE), <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/064000106/0000.pdf>
- MEDDE / CGDD.**, 2009, *Assurance des risques naturels en France : sous quelles conditions les assureurs peuvent-ils inciter à la prévention des catastrophes naturelles ?*, Etudes et documents, n°1, [http://www.developpementdurable.gouv.fr/article.php3?id\\_article=4664](http://www.developpementdurable.gouv.fr/article.php3?id_article=4664)
- MEDDE / CGDD.**, 2012a, *Risque inondation, Quels défis pour la recherche en appui à l'action publique ?*, Références, août, 66 p., [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Ref - Risque inondation cle02fd22.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Ref_-_Risque_inondation_cle02fd22.pdf)
- MEDDE / CGDD.**, 2012b, *Analyse multicritères : application aux mesures de prévention des inondations – guide méthodologique*, document de travail n° 6.B, 168 p., <http://catalogue.prim.net>.
- MEDDE / CGDD.**, 2014, *Les déterminants du coût des catastrophes naturelles : le rôle du changement climatique en France*, Études & documents, n° 103, 36 p., <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED103.pdf>
- MEDDE / DGPR.**, 2011a, *Programmes d'action de prévention des inondations (PAPI). De la stratégie aux programmes d'action*, Cahier des charges, 28 p., [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/110215\\_PAPI\\_vdef.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/110215_PAPI_vdef.pdf)
- MEDDE / DGPR.**, 2011b, *Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation. Première étape de la mise en œuvre de la Directive Inondation*, 30 p., [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/11029 EPRI 2-plis-roules DEF 21-11-11 light.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/11029_EPRI_2-plis-roules_DEF_21-11-11_light.pdf)
- MEDDE / DGPR.**, 2013, *Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation*, Document de travail, 30 p., [http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/130620\\_sngri.pdf](http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/130620_sngri.pdf)
- MEDDM / DGPR.**, 2007, *Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2007*, Brochure, 43 p.

- MEEDDAT / CGEDD.**, 2010, *La gouvernance concertée*, Rapport n° 006766-00, 377 p. + annexes, [http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/006766-00-a-05\\_rapport\\_cle7f41a7.pdf](http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/006766-00-a-05_rapport_cle7f41a7.pdf)
- MEEDDM.**, 2009, *Des PAPI d'aujourd'hui aux enjeux de la directive européenne inondations*, Synthèse du séminaire national PAPI, 18 novembre 2009, Paris, 57 p.
- MEEDDM / CGEDD.**, 2009, *Maîtrise d'ouvrage du projet d'optimisation des zones d'expansion des crues du Rhône entre Viviers et Beaucaire. Impacts techniques et juridiques*, Rapport n° 005976-01, 50 p., [http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/005976-01\\_rapport\\_cle26ec6e.pdf](http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/005976-01_rapport_cle26ec6e.pdf)
- MEDDTL / CGEDD / SOeS.**, 2011, *La population exposée à des risques d'inondation*, Indicateur territorial de développement durable, [http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits\\_editoriaux/Indicateurs\\_et\\_Indices/Dveloppement\\_durable/Indicateurs\\_de\\_developpement\\_durable\\_territoriaux/Risque\\_inondation/IDDT\\_Risquesinondation\\_2.pdf](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Indicateurs_et_Indices/Dveloppement_durable/Indicateurs_de_developpement_durable_territoriaux/Risque_inondation/IDDT_Risquesinondation_2.pdf)
- MEDDTL / DGPR.**, 2012, *Principes d'identification des territoires à risques importants d'inondation (TRI)*, Note méthodologique n° 120228, 23 février 2012, 10 p.
- Melhorn J.**, 2007, *Flood risk assessment models in Europe*, RAA, Londres, Juin 2007.
- Mengual P.**, 2005, *Contribution à la caractérisation de la vulnérabilité des PME-PMI aux inondations : vers un instrument méthodologique d'autodiagnostic*, Thèse de doctorat, Université de Nice - Sophia Antipolis.
- Merz B., Kreibich H., Thielen A. & Schmidtke R.**, 2004, Estimation uncertainty of direct monetary flood damage to buildings, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4, pp.153-163.
- Merz B., Kreibich H., Schwarze R. & Thielen A.**, 2010, Review article "assessment of economic flood damage", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, pp. 1697-1724, <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-10-1697-2010>
- Merz B., Kreibich H., & Lall U.**, 2012, Multi-variate flood damage assessment : a tree based data-mining approach, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13, pp. 53-64, <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/13/53/2013/nhess-13-53-2013.pdf>
- Météo France.**, 2000, *Statistiques climatiques de la France 1971-2000*, Direction de la climatologie, Météo-France, Toulouse, 2009, 288 p.

- Messner F., Penning-Rowsell E., Green C., Meyer V., Tunstall S. & Van der Veen A., 2007,** Evaluating flood damages : guidance and recommendations on principles and methods, FLOODsite Project Deliverable D9.1, 178 p., <http://www.floodsite.net/html/publications3.asp?taskID=9>
- Metzger P. & D’Ercole R., 2009,** Enjeux territoriaux et vulnérabilité, une approche opérationnelle, pp. 391-402, in Becerra S. & Peltier A., 2009, *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*, Ed. l’Harmattan, Paris, 575 p.
- Meyer E., 2001,** *Évolution des paysages ruraux et phénomènes d’inondation boueuse en terres de grande culture. Le cas du ru de Senneville (Yvelines)*. Thèse de Doctorat, Paris IV, Sorbonne, 413 p.
- Michel-Kerjean E. & Morlaye F., 2008,** Extreme events, global warming, and insurance linked securities : How to trigger the tipping point ?, *The Geneva Papers*, 33(1), pp. 153-176.
- Moine A., 2008,** *Le territoire : comment observer un système complexe ?*, Ed. l’Harmattan, Coll. Itinéraires Géographiques, Paris, 176 p.
- Morlaye F., 2006,** *Risk management et assurance*, Ed. Economica, Paris, 199 p.
- MRN., 2014,** *La Lettre d’information de la Mission Risques Naturels*, Numéro spécial « Recherche et assurance », n° 22, <http://www.mrn.asso.fr/system/files/Lettre%20MRN%20n%C2%B022.pdf>
- MRN., 2012,** *Économie et risques*, Dossier du participant atelier « économie et risques », Assises Nationales des Risques Naturels, Bordeaux, 19-20 janvier 2012, 30 p.
- MRN., 2011,** Les assureurs et la démarche « industrielle », *La Lettre d’information de la Mission Risques Naturels*, Numéro spécial EP Loire/MRN, n° 17, p. 4, <http://www.mrn.asso.fr/system/files/Lettre%20MRN%20n%C2%B017.pdf>
- MRN., 2005,** Diagnostic des vulnérabilités des entreprises aux inondations, *La Lettre d’information de la Mission Risques Naturels*, n° 6, p. 4, [http://www.mrn.asso.fr/system/files/LettreMRN\\_N6.pdf](http://www.mrn.asso.fr/system/files/LettreMRN_N6.pdf)
- Munich Re., 2014,** *Natural Catastrophes 2013. Analyses, assessments, positions. 2014 issues*, Topics Geo, 60 p., [http://www.munichre.com/site/corporate/get/documents\\_E1043212252/mr/assetpool.shared/Documents/5\\_Touch/Publications/302-08121\\_en.pdf](http://www.munichre.com/site/corporate/get/documents_E1043212252/mr/assetpool.shared/Documents/5_Touch/Publications/302-08121_en.pdf)

- Munier B., Hautin N., Muzet S. & Placer V.**, 1997, *Rapport sur les méthodes coûts-bénéfices de la prévention des risques naturels*, École Normale Supérieure de Cachan, Département d'économie et gestion, pour le compte du Ministère de l'Environnement, 294p.
- Neppel L., Desbordes M. & Masson J.M.**, 1998, Caractérisation de l'aléa climatique pluvieux en région méditerranéenne : analyse statistique des surfaces pluvieuses, *Revue des Sciences de l'Eau*, 11, 2, pp. 155-174.
- November A. & November V.**, 2009, Risque, assurance et irréversibilité, *Revue Européenne des sciences sociales*, XLII-130, 2004, mis en ligne le 03 novembre 2009, <http://ress.revues.org/475>
- Nussbaum R.**, 2000a, Pour une géographie économique des risques naturels, *Géocarrefour*, vol 75 3/2000, pp. 255-260.
- Nussbaum R.**, 2000b, Pourquoi une Mission risques naturels ?, *Risques – Les cahiers de l'assurance*, n°42, pp. 125-130.
- Nussbaum R.**, 2006, Partenariat public privé pour la prévention et l'assurance des catastrophes naturelles en Europe, *Colloque SHF "Anniversaire grandes crues 1856"*, Paris.
- Nussbaum R.**, 2008, Des changements climatiques mieux assurés, in Lamarre D. (dir.), *Climat et risques - Changements d'approches, Travaux du Groupement de recherches du CNRS sur les risques liés au climat*, Ed. Tec & Doc – Lavoisier, Paris, collection « Sciences du risque et du danger », série Innovations, mai 2008, 170 p., pp.125-149.
- Nussbaum R. & Chemitte J.**, 2006, La réduction de la vulnérabilité de l'existant face aux menaces naturelles. Nécessaires synergies entre systèmes d'indemnisations et stratégies de mitigation, in Leone F. & Vinet F., 2006, *Vulnérabilité des sociétés et territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques. Géorisques 1*, Université P. Valéry, Montpellier 3.
- OCDE.**, 2012, *La valorisation du risque de mortalité dans les politiques de l'environnement, de la santé et des transports*, Ed. OCDE, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264169623-fr>
- OCDE.**, 2014, *Le risque d'inondation de la Seine en Île-de-France*, Ed. OCDE, 220 p.
- ONRN.**, 2013, *Synthèse des auditions*, Les cahiers de l'ONRN, n°1, 53 p.

- ONU., 2005, *Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015: Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes*, restitution de la 9<sup>ème</sup> séance plénière, Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes, 25 p., <http://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-french.pdf>
- Parker D.J., Green C. & Thompson P.M., 1987, *Urban flood protection benefits: a project appraisal guide*, Royaume-Uni: Gower Technical Press, 150 p.
- Parker D.J. (dir.), 2000, *Floods*, Ed. Routledge, London, 2 vol., 748 p.
- Pelissier M., 2009, Étude sur l'origine et les fondements de l'intelligence territoriale : l'intelligence territoriale comme une simple déclinaison de l'intelligence économique à l'échelle du territoire ? *Revue internationale d'intelligence économique*, 2/ 2009, Vol. 1, pp. 291-303, [www.cairn.info/revue-internationale-d-intelligence-economique-2009-2-page-291.htm](http://www.cairn.info/revue-internationale-d-intelligence-economique-2009-2-page-291.htm)
- Penning-Rowsell E. & Chatterton J., 1977, *The benefits of flood alleviation: a manual of assessment techniques (The Blue Manual)*, Gower Technical Press, Saxon House, Aldershot, 297 p.
- Penning-Rowsell E., 1999, Evaluating the socio-economic impacts of flooding. The situation in England and Wales, in Hubert G., Ledoux B. (dir.) *Le coût du risque... L'évaluation des impacts socio-économiques des inondations*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, pp. 177-189.
- Penning-Rowsell E., Johnson C., Tunstall S., Tapsell S., Morris J., Chatterton J. & Green C., 2005, *The benefits of flood and coastal risk management : a manual of assessment techniques (The Multi-Coloured Manual)*, Middlesex University Press, 238 p.
- Penning-Rowsell E., Viavattene C., Pardoe J., Chatterton J., Parker D. & Morris J., 2010, *The benefits of flood and coastal risk management: a handbook of assessment techniques (The Multi-Coloured Handbook)*, Flood Hazard Research Centre, Londres, 90p.
- Pigeon P., 1994, *Ville et Environnement*, Ed. Nathan Université, Paris, 192 p.
- Pigeon P., 2002, Réflexions sur les notions et les méthodes en géographie des risques dits naturels, *Annales de Géographie*, n°627-628. pp. 452-470.
- Pigeon P., 2005, *Géographie critique des risques*, Ed. Economica, Paris, 217 p.

- Pigeon P.**, 2012, *Paradoxes de l'urbanisation. Pourquoi les catastrophes n'empêchent-elles pas l'urbanisation ?*, Ed. l'Harmattan, coll. « Itinéraires géographiques », Paris, 278 p.
- Pistrika A. K. & Jonkman S. N.**, 2010, Damage to residential buildings due to flooding of New Orleans after hurricane Katrina, *Natural Hazards*, 54, 2, pp. 413-434, <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-009-9476-y>
- Pottier N.**, 2003, *La lutte contre les inondations en France : outils et stratégies d'hier à demain*, in Moriniaux V. (coord.). *Les risques*. Questions de géographie, Editions du Temps, Nantes, pp. 173-204.
- Pottier N., Lefort E., Vinet F. & Barroca B.**, 2004, L'évaluation des vulnérabilités territoriales pour l'aide à la gestion des inondations par les collectivités territoriales, in *Contraintes environnementales et gouvernance des territoires*, dir. Scarwell H.J. & Franchomme M., L'Aube Nord éditeur, pp. 44-53.
- Prettenthaler F.**, 2010, Solvency II à l'épreuve de la réalité du risque tempête en Autriche, *La Lettre d'information de la Mission Risques Naturels*, Numéro Spécial, n° 19, p. 11, <http://www.mrn.asso.fr/system/files/Lettre%20MRN%2019%20site.pdf>
- Rivrain J.C.**, 1997, *Les épisodes orageux à précipitations extrêmes sur les régions méditerranéennes de la France*. Phénomènes remarquables, n°3, Météo-France, SCEM, 93 p.
- Rizzoli J.L.**, 1997, Le risque de crue en région parisienne. Démarches et projets de l'Institution. *La Houille Blanche*, n°8, pp. 71-76.
- Rozan A. & Stenger A.**, 2000, Intérêts et limites de la méthode du transfert de bénéfices, *Économie et Statistique*, 336, 6, 69-78, [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/estat\\_0336-1454\\_2000\\_num\\_336\\_1\\_7512](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/estat_0336-1454_2000_num_336_1_7512)
- Rozan A.**, 2004, Benefit Transfer: a comparison of WTP for air quality between France and Germany, *Environmental and Resource Economics*, 29, 3, 295-306, <http://dx.doi.org/10.1007/s10640-004-5266-x>
- Salagnac J.L.**, 2006, *Vulnérabilité des bâtiments à l'inondation : qualification du comportement des matériaux*, Rapport du CSTB, 24 p.
- Scarwell H.J.**, 2007, Déconstruire les logiques de gestion du risque d'inondation. De la résistance à la résilience, *Air Pur*, n°72, pp. 24-31.

- Schanze J., Zeman E. & Marsalek J., 2006**, *Flood risk management. Hazards, vulnerability and mitigation measures*, NATO Science series, IV, Environmental sciences, vol. 67, Springer-verlag, 316 p.
- SCHAPI., 2009**, *BDEH – Base de données d'expertises hydrologiques. Définition des paramètres et méthodologies*, version 1.3., 61 p.
- Sénat., 2012**, *Projet de loi portant réforme du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles*, Projet de loi, n° 491, <http://www.senat.fr/leg/pj111-491.html>
- Serrat P. & Calvet M., 2000**, L'urbanisation d'une plaine inondable : le risque oublié ? La Salanque (Pyrénées-Orientales) face à la crue des 12 et 13 novembre 1999, *Géocarrefour*, Vol. 75, n°3, pp. 209-220.
- Smith A. & R. Katz, 2013**, U.S. Billion-dollar Weather and Climate Disasters: Data Sources, Trends, Accuracy and Biases, *Natural Hazards*, <http://www.ncdc.noaa.gov/%20billions/docs/smith-and-katz-2013.pdf>
- Spekkers M. H., Ten Veldhuis J. A. E., Kok M. & Clemens F. H. L. R., 2011**, *Analysis of pluvial flood damage based on data from insurance companies in the Netherlands*, International symposium urban flood risk management, UFRIM, 21-23 septembre 2011, Graz, Autriche.
- Stern N., 2006**, *The economics of climate change*, Rapport, 662 p.
- Swiss Re., 1999**, *Les inondations : un risque assurable ?*, Ed. Swiss Re Publishing, 43 p., [http://www.prevention2000.org/cat\\_nat/faits\\_ch/swiss%20re%20inondation%20et%20assurance.pdf](http://www.prevention2000.org/cat_nat/faits_ch/swiss%20re%20inondation%20et%20assurance.pdf)
- Swiss Re., 2014**, *Catastrophes naturelles et techniques en 2013*, Sigma, n°1-2014, 60 p., [http://media.swissre.com/documents/sigma1\\_2014\\_fr.pdf](http://media.swissre.com/documents/sigma1_2014_fr.pdf)
- Thicken A. H., Müller M., Kreibich H. & Merz, B., 2005**, Flood damage and influencing factors: New insights from the August 2002 flood in Germany, *Water Resources Research*, vol.41.
- Thicken A.H., Olschewski A., Kreibich H., Kobsch S. & Merz B., 2008**, Development and evaluation of FLEMOps – a new Flood Loss Estimation MOdel for the private sector, pp. 315-324, in Proverbs D., Brebbia C-A. & Penning-Rowsell E., 2008, *Flood recovery, innovation and response*, Wessex Institute of Technology Press, Southampton, <http://dx.doi.org/10.2495/friar080301>

- Toothill J.**, *Flood risk assessment and flood modelling*, RAA, Londres, Juin 2007.
- Torterotot J.P.**, 1993, *Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes*, Thèse de l'ENPC-CERGRENE, Noisy-le-Grand, 287 p. + volume d'annexes.
- Treich N.**, 2005, *L'analyse coûts bénéfiques de la prévention des risques*, Document LERNA-INRA, Université de Toulouse, 52p.
- Tricart J.**, 1992, Dangers et risques naturels et technologiques, *Annales de Géographie*, 565, pp. 258-259.
- Ullmann A. & Pirazzoli P.A.**, 2007, Caractéristiques spatiales de la formation des surcotes marines dans le Golfe du Lion. *Cybergéo*, 362, 13 p., <http://www.cybergeo.eu>
- United States Congress.**, *Flood Control Act of 1936*, Pub. L. 74-738.
- Valencia-David N.**, 2006, Risques naturels, aléa et vulnérabilité mécanique : cas de constructions en maçonnerie vis à vis des séismes et inondations, Thèse de doctorat, Université de Marne-la-Vallée, 189 p., <http://www.cstb.fr/fileadmin/documents/publicationsscientifiques/doc00004347.pdf>
- Valy J.**, 2010, *Croissance urbaine et risque inondation en Bretagne*, Thèse de doctorat, Université Rennes 2, 525 p. + annexes, <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/62/46/46/PDF/theseValy.Janique.pdf>
- Veyret Y.**, 2003, *Les risques*, Ed. Sedes, Paris, 255 p.
- Veyret Y., Garry G. & Meschinet de Richemond N.**, 2004, *Risques naturels et aménagement en Europe*. Ed. Armand Colin, Paris, 254 p.
- Vinet F.**, 2000, L'épisode pluvieux catastrophique des 12 et 13 novembre 1999 dans l'Aude et les départements voisins : analyse pluviométrique et météorologique, *Géocarrefour*, vol. 75-3, pp. 189-203.
- Vinet F.**, 2003, *Géographie des risques : crues et inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999*, Editions du Temps, Nantes, 224 p.
- Vinet F.**, 2007, *Approche institutionnelle et contraintes locales de la gestion du risque, recherche sur le risque inondation en Languedoc-Roussillon*, Habilitation à diriger des recherches, Université Paul Valéry Montpellier III, 270 p., <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/28/81/37/PDF/memoire HDR Vinet.pdf>

- Vinet F.**, 2010, *Le risque inondation. Diagnostic et gestion*, Éd. Tec & Doc Lavoisier, coll. « Science du Risque et du Danger » (SRD), 318 p.
- Wateau L. & Ségala B.**, 2010, *Méthodologie d'estimation de la population en zone Inondable pour les communes de plus de 10.000 habitants testée sur la ville de Nîmes*, Rapport du Conseil Général du Gard et de l'Agence d'Urbanisme et de Développement des Régions Nîmoise et Arlésienne, 4 p., [file:///C:/Users/David/Downloads/M%C3%A9thodologie\\_population%20ZI\\_RIL\\_Nimes\\_CG30\\_AUDRNA.pdf](file:///C:/Users/David/Downloads/M%C3%A9thodologie_population%20ZI_RIL_Nimes_CG30_AUDRNA.pdf)
- Weichselgartner J. & Sendzimir J.**, 2004, Resolving the paradox: food for thought on the wider dimensions of natural disasters, *Mountain Research and Development*, 24 (1).
- White G.F.**, 1964, Choice of adjustments to floods, Department of Geography, University of Chicago, *Research Paper 93*, 150p.
- Wisner B.**, 1993, Disaster Vulnerability: Scale, Power and Daily Life, *GeoJournal*, vol. 30, n° 2, pp. 127-140.
- Zajdenweber D.**, 2000, Fréquence, amplitude et coût des catastrophes naturelles, *Risques – Les cahiers de l'assurance*, n°42, [https://www.ffsa.fr/webffsa/risques.nsf/html/Risques\\_42\\_0019.htm](https://www.ffsa.fr/webffsa/risques.nsf/html/Risques_42_0019.htm)
- Zajdenweber D.**, 2006, *Économie et gestion de l'assurance*, Ed. Economica, 172 p.



---

## WEBOGRAPHIE COMMENTÉE

---

<http://cartorisque.prim.net/> (*dernière consultation juillet 2014*)

Cartorisque est le portail du Ministère de l'Écologie qui publie et permet le téléchargement de l'ensemble des cartes sur les risques naturels et technologiques majeurs en France. L'ensemble des informations provient des services déconcentrés de l'État.

[http://ec.europa.eu/internal\\_market/consultations/2013/disasters-insurance/docs/contributions/registered-organisations/ffsa\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/internal_market/consultations/2013/disasters-insurance/docs/contributions/registered-organisations/ffsa_fr.pdf) (*dernière consultation septembre 2014*)

Réponse de la Fédération Française des Sociétés d'Assurances au Livre Vert sur les assurances contre les catastrophes d'origine naturelle et humaine de la Commission Européenne.

<http://erisk.ccr.fr/faces/erisk-carte.jsp> (*dernière consultation juillet 2014*)

Accès à la carte interactive des indicateurs de sinistralité de la CCR.

<http://macommune.prim.net/gaspar/> (*dernière consultation septembre 2014*)

Site permettant d'accéder librement au téléchargement de la base de données Gaspar au format *Access*.

<http://meteo-paris.com/chronique> (*dernière consultation janvier 2014*)

Chroniques annuelles très documentées sur les événements naturels les plus remarquables survenus en France depuis 1850, issues des recherches de Guillaume Séchet (météorologiste). La majorité des informations sont sous la forme d'articles de presse.

<http://ndb.msb.se/> (*dernière consultation août 2014*)

Portail cartographique qui permet la visualisation de la base de données nationale sur les événements naturels survenus en Suède depuis 1950.

<http://online.desinventar.org/> (*dernière consultation août 2014*)

Accès à la base de données *DesInventar* sur les événements naturels dans le monde. À ce jour, seules les catastrophes survenues sur le continent sud-américain sont fréquemment référencées.

<http://pluiesextremes.meteo.fr> (*dernière consultation septembre 2014*)

Site de Météo France dédié aux événements pluvieux les plus remarquables survenus en France. Une base de données sur les précipitations de 24h ou 48h, couvrant la période 1958-2013, est librement accessible.

[http://webra.cas.sc.edu/hvriapps/sheldus\\_web/sheldus\\_login.aspx](http://webra.cas.sc.edu/hvriapps/sheldus_web/sheldus_login.aspx) (*dernière consultation août 2014*)

Site administré par l'Université de Caroline du Sud, donnant accès à la base de données *SHELDUS* sur les dommages causés par les catastrophes naturelles aux États-Unis.

<http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/> (*dernière consultation juin 2014*)

Site du MEDDE donnant accès à la base de données et aux publications relatives aux 40 000 accidents et catastrophes industriels recensés en France.

<http://www.ccr.fr/index.do?aid=2527102073971933610> (*dernière consultation mai 2014*)

Page dédiée à la présentation des outils et expertises de la CCR dans le cadre de la connaissance et la prévention des catastrophes naturelles.

<http://www.darva.com> (*dernière consultation octobre 2014*)

Site de la société DARVA, spécialisée dans l'échange de données informatisées pour les métiers de l'assurance.

<http://www.emdat.be> (*dernière consultation février 2014*)

Site du Centre de Recherche en Epidémiologie des Désastres de l'Université de Louvain, permettant notamment d'accéder à une base de données internationale sur les catastrophes naturelles.

<http://www.fema.gov/hazus> (*dernière consultation janvier 2014*)

Présentation de l'outil de modélisation des dommages open source *HAZUS*, développé par la FEMA.

<http://www.glidenumber.net/glide/public/search/search.jsp> (*dernière consultation octobre 2014*)

Accès direct à la base de données du système GLIDE, mis en œuvre par l'*Asian Disaster Reduction Center* (ADRC). Environ 6000 catastrophes d'origine naturelle ou sanitaire sont recensées dans la base.

<http://www.oasislmf.org/> (*dernière consultation juin 2014*)

Site de présentation de l'outil de modélisation Oasis. Les fonctionnalités du modèle sont *open source*, en revanche les données qui l'alimentent, fournies par divers acteurs du secteur privé, sont payantes.

<http://www.onrn.fr/site/rubriques/qui-sommes-nous.html> (*dernière consultation juin 2014*)

Rubrique du site de l'ONRN qui présente le fonctionnement, les missions et les objectifs de l'Observatoire.

<http://www.perils.org/web.html> (dernière consultation avril 2014)

Site de la société PERILS, qui collecte les données relatives aux CatNat fournies par de nombreuses compagnies d'assurance à l'échelle de l'Europe. L'objectif de PERILS est d'alimenter et de restituer les résultats d'une base de données, accessible à chaque membre.

<http://www.planat.ch/fr/home> (dernière consultation mai 2014)

Ce site présente les études, les projets et les actions menés par la confédération Suisse, à travers la plateforme nationale « dangers naturels » (PLANAT).

<http://www.swissre.com/sigma/> (dernière consultation avril 2014)

Accès aux rapports annuels du réassureur SwissRe, avec des éléments chiffrés sur les conséquences des CatNat dans le monde.

<http://www.un.org/documents/ga/res/44/a44r236.htm> (dernière consultation mai 2014)

Accès à la résolution 44/236, adoptée par l'ONU en 1989, relative à l'adoption de la Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes.

[www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr) (dernière consultation juillet 2014)

Le Géoportail est un portail, administré par l'IGN, qui permet notamment la visualisation et le téléchargement de données géographiques de référence sur l'ensemble du territoire français.

[www.mrn.asso.fr](http://www.mrn.asso.fr) (dernière consultation octobre 2014)

Site de la Mission Risques Naturels (association entre FFSA-GEMA), qui propose notamment un accès vers des documents de sensibilisation sur le régime CatNat et sur des rapports d'études / articles relatifs à la connaissance et la prévention des risques naturels, en lien avec le domaine de l'assurance.

[www.sandre.eaufrance.fr](http://www.sandre.eaufrance.fr) (dernière consultation septembre 2014)

Site du Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (Sandre), qui propose notamment un référentiel des données sur l'eau, dont le découpage hydrographique des bassins versants français.



---

## SIGLES ET ACRONYMES

---

ACB : Analyse Coûts-Bénéfices  
ACPS : Artisans Commerçants Prestataires de Services  
AESN : Agence de l'Eau Seine-Normandie  
AFPCN : Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles  
AMC : Analyse Multi-Critères  
ANRN : Assises Nationales des Risques Naturels  
AREAS : Association Régionale pour l'Étude et l'Amélioration des Sols  
ARIA : Analyse, Recherche et Information sur les Accidents  
ADRC : *Asian Disaster Reduction Center*  
AZI : Atlas de Zones Inondables  
BARPI : Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels  
BCT : Bureau Central de Tarification  
BD : Base de Données  
BDHI : Base de Données Historique des Inondations  
BD SILEHC : Base de Données des Sinistres Indemnisés Liés aux Événements Hydro-Climatiques  
CatNat : Catastrophes Naturelles  
CCR : Caisse Centrale de Réassurance  
CEPRI : Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation  
CERES : Cartographie des Événements, des Risques et des Sinistres  
CGDD : Commissariat Général au Développement Durable  
CGPC : Conseil Général des Ponts et Chaussées  
CIFRE : Convention Industrielle de Formation par la Recherche  
CMA : Coût Moyen Annuel des dommages  
CMI : Commission Mixte Inondation  
CODAH : Communauté d'Agglomération Havraise  
COPRNM : Conseil d'Orientation pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs  
CPABR : Commission Plénière des Assurances de Biens et de Responsabilités  
CYPRES : Centre d'Information pour la Prévention des Risques Majeurs  
DDT(M) : Directions Départementales des Territoires (et de la Mer)  
DGFIP : Direction Générale des Finances Publiques  
DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques  
DICRIM : Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs  
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement  
EAIP : Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles  
EIOPA : *European Insurance and Occupational Pensions Authority* (ex CEIOPS)  
EPRI : Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation  
EPTB : Établissements Publics Territoriaux de Bassin

FEMA : *Federal Emergency Management Agency*  
FFSA : Fédération Française des Sociétés d'Assurance  
FFB : Fédération Française du Bâtiment  
FPRNM : Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (dit Fonds « Barnier »)  
GASPAR : Gestion Assistée des Procédures Administratives Relatives aux Risques Naturels et Technologiques  
GEDEON : Gestion des Données sur les Événements d'Origine Naturelle  
GEMA : Groupement des Entreprises Mutuelles d'Assurances  
GLIDE : *Global Identifier Number*  
GRED : Gouvernance, Risques, Environnement et Développement  
IAU Île-de-France : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France  
IGA : Inspection Générale de l'Agriculture  
IGE : Inspection Générale de l'Environnement  
IGF : Inspection Générale des Finances  
IGN : Institut Géographique National  
INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques  
IRDR : *Integrated Research on Disaster Risk*  
JRC : *Joint Research Center*  
LENE : Loi portant Engagement National pour l'Environnement  
MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie  
MISE : Mission d'Inspection Spécialisée de l'Environnement  
MNT : Modèle Numérique de Terrain  
MRH : Multi Risques Habitation  
MRN : Mission des sociétés d'assurances pour la connaissance et la prévention des risques naturels  
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économique  
ONRN : Observatoire National des Risques Naturels  
ONU : Organisation des Nations Unies  
PACA : Provence Alpes Côte-d'Azur  
PAPI : Programme d'Actions de Prévention des Inondations  
PCS : Plan Communal de Sauvegarde  
PER : Plans d'Exposition aux Risques  
PGRI : Plan de Gestion des Risques d'Inondation  
PPP : Partenariat Public-Privé  
PPRN(I) : Plan de Prévention des Risques Naturels (Inondations)  
PSS : Plans de Surfaces Submersibles  
REX : Retour d'Expérience  
SCHAPI : Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations  
SIAN : Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Nartuby  
SIG : Système d'Information Géographique  
SIPC : Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes  
SLGRI : Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation

**SMBVAS** : Syndicat Mixte des Bassins Versants de l'Austreberthe et du Saffimbec  
**SMMAR** : Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques et des Rivières (EPTB de l'Aude)  
**SMIVAL** : Syndicat Mixte Interdépartementale de la Vallée de la Lèze  
**SMP** : Sinistre Maximum Possible  
**SNGRI** : Stratégie Nationale de Gestion du Risque Inondation  
**SOeS** : Service de l'Observation et Statistiques (MEDDE)  
**SPC** : Service de Prévision des Crues  
**TGN** : Tempêtes Grêle Neige (garantie d'assurance)  
**TRI** : Territoire à Risque Important (d'inondation)  
**VTM** : Véhicule Terrestre à Moteur



---

# TABLE DES MATIÈRES

---

REMERCIEMENTS .....	1
PRÉAMBULE .....	3
SOMMAIRE .....	5

INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	7
-----------------------------	---

PREMIÈRE PARTIE : État des connaissances sur le coût des inondations en France.....	15
---	----

Chapitre 1. Des connaissances encore sommaires et incertaines .....	19
---	----

1.1. Éléments d'explication sur le déficit d'approches économiques des risques en France.....	19
1.1.1. L'évaluation quantitative des risques : le retard français .....	19
1.1.2. Le système d'indemnisation des CatNat, le choix de la solidarité sur l'équité .....	21
1.1.3. Les effets du système CatNat sur le niveau des connaissances dans le secteur de l'assurance .....	25
1.2. Que sait-on à l'échelle nationale sur la sinistralité observée ? .....	27
1.2.1. Éléments de connaissance « macro » sur la sinistralité par nature de périls .....	27
1.2.2. Connaissances spécifiques sur la sinistralité « inondations » .....	33
1.2.3. Quelle mesure de la sinistralité par événement ? .....	35
1.3. Que sait-on sur les dommages observés et potentiels, à l'échelle du sinistre ? ....	40
1.3.1. Données fines à l'échelle des sinistres observés .....	40
1.3.2. Les outils de modélisation : un apport de connaissances sur les sinistres potentiels ....	42
1.3.3. Les fonctions d'endommagement ou le paradigme de la relation aléa/dommage .....	47

Chapitre 2. Une évolution des besoins et des pratiques qui nécessite une amélioration des connaissances .....	53
---	----

2.1. Risques et sociétés : un rapport en mutation .....	53
2.1.1. Des aléas aux enjeux : une société de plus en plus exposée aux risques .....	54
2.1.2. L'outil PAPI et la pratique obligatoire des analyses-coûts-bénéfices .....	57

2.1.3.	<i>Les changements apportés par la Directive Inondation</i> .....	60
2.2.	Des enjeux spécifiques dans le domaine de l'assurance .....	62
2.2.1.	<i>Le spectre d'événements extrêmes</i> .....	64
2.2.2.	<i>Directive solvabilité 2 : l'obligation réglementaire de modéliser les risques catastrophiques</i> .....	66
2.2.3.	<i>Le projet de réforme du régime CatNat et ses conséquences sur l'appréhension des risques</i> .....	67
2.3.	Vers un dialogue plus ouvert entre secteur de l'assurance et gestionnaires du risque : la fin du fantasme sur les données ? .....	70
2.3.1.	<i>Les enjeux de l'ONRN</i> .....	71
2.3.2.	<i>Limites des données de sinistralité</i> .....	73

### **Chapitre 3. Par quelle méthode améliorer les connaissances sur le coût des inondations ? ..... 81**

3.1.	D'une vision aléa-centrée à une approche territorialisée des dommages .....	81
3.1.1.	<i>L'entrée par les événements</i> .....	81
3.1.2.	<i>L'étude des événements « chroniques », une approche nécessaire en prévention</i> .....	85
3.2.	Vers une reconstitution de la sinistralité assurantielle d'inondations récentes...87	
3.2.1.	<i>Conception d'une base de données « événements inondations »</i> .....	87
3.2.2.	<i>Conception d'une base de données « sinistres »</i> .....	92
3.2.3.	<i>Mise en relation entre sinistres et événements : création de la BD SILEHC</i> .....	95
3.3.	Expérimentations sur des terrains d'études .....	100
3.3.1.	<i>Choix des territoires d'expérimentation</i> .....	102
3.3.2.	<i>Déroulement de la campagne d'expérimentation</i> .....	104

## **DEUXIÈME PARTIE : Analyse spatio-temporelle des sinistres et des événements ..... 109**

### **Chapitre 4. Analyse macroscopique des sinistres ..... 113**

4.1.	Deux profils d'enjeux à distinguer : particuliers et professionnels.....	113
4.1.1.	<i>La distribution des sinistres professionnels et particuliers, en nombre et en valeur...</i>	113
4.1.2.	<i>Le cas spécifique des sinistres relatifs aux contrats professionnels</i> .....	116
4.2.	Les logiques temporelles de la sinistralité .....	118
4.2.1.	<i>Forte volatilité interannuelle des sinistres</i> .....	118
4.2.2.	<i>Effets de saisonnalité : la surreprésentation des sinistres en automne</i> .....	120

4.3.	Les logiques spatiales de la sinistralité.....	124
4.3.1.	Répartition des sinistres CatNat par zone géographique .....	124
4.3.2.	Spatialisation des sinistres non CatNat .....	129
<b>Chapitre 5. Analyse spatio-temporelle des événements.....</b>		<b>133</b>
5.1.	Description de l'échantillon et distribution temporelle des événements .....	133
5.1.1.	Informations sur les événements contenus dans la base de données .....	133
5.1.2.	L'évolution interannuelle du nombre d'événements .....	135
5.1.3.	Répartition saisonnière des événements.....	136
5.2.	La distribution spatiale des événements .....	139
5.2.1.	Spatialisation de la fréquence des événements .....	140
5.2.2.	L'extension spatiale des événements .....	141
5.3.	La distribution des événements en fonction de la nature de l'aléa.....	143
5.3.1.	Les événements par nature d'aléa en fréquence et en intensité : analyse phénoménologique.....	143
5.3.2.	Logiques géographiques des types d'aléas .....	146
5.3.3.	Analyses comparées des aléas sur différents bassins versants .....	150
<b>Chapitre 6. Catastrophe naturelle : une notion galvaudée ? .....</b>		<b>155</b>
6.1.	Analyse descriptive des événements « chroniques », « marquants » et « majeurs ».....	155
6.1.1.	Description générale de l'échantillon par catégories d'événements .....	155
6.1.2.	Profils types des catégories d'événements .....	157
6.1.3.	Des inondations chroniques aux majeures : géographie des rapports entre événements et territoires .....	160
6.2.	Différences entre événements « majeurs » et « marquants » : études de cas ....	163
6.2.1.	Le cas de crues rapides dans le Var : comparaison entre l'événement de juin 2010 et celui de septembre 2006.....	163
6.2.2.	Le cas de crues de plaine dans l'Oise : comparaison entre l'événement de janvier 2011 et celui de 2003 .....	166
6.2.3.	L'influence des médias sur la perception des catastrophes .....	169
6.3.	Études de cas sur les événements chroniques et hors CatNat.....	173
6.3.1.	Profils des événements « chroniques ».....	173
6.3.2.	Quelles différences entre un sinistre CatNat et hors CatNat ?.....	175
6.3.3.	Vers un zonier inondation hors CatNat ? .....	177

**TROISIÈME PARTIE : Dommages et territoires, vers de nouvelles approches dans l'explication de la sinistralité ..... 181**

**Chapitre 7. Analyse de la relation entre connaissances sur l'aléa et sinistres observés ..... 185**

- 7.1. L'emprise au sol des zones inondables : quelle pertinence pour l'analyse de l'exposition ? ..... 185
- 7.1.1. *L'exposition au prisme des AZI : une vision réduite du risque* ..... 185
- 7.1.2. *L'EAIP : une vision homogène et maximaliste de l'exposition* ..... 190
- 7.2. Les cartes de zones inondées permettent-elles de mieux appréhender la sinistralité ? ..... 194
- 7.2.1. *Comparaison entre AZI, EAIP et modèle hydraulique de zones inondées, à l'échelle locale. Le cas de l'événement de juin 2007, sur la Verse (Oise)* ..... 194
- 7.2.2. *L'apport des cartographies de zones inondées sur un territoire sinistré par deux événements : le cas du Gard en 2002 et 2005* ..... 196
- 7.3. Quelles relations entre seuils d'intensité des aléas et dommages observés ? ..... 200
- 7.3.1. *Effets directs et indirects des seuils pluviométriques sur la sinistralité* ..... 200
- 7.3.2. *Calibrage de l'évaluation des dommages dans le cadre d'ACB : comparaison entre sinistres modélisés et sinistres observés* ..... 205

**Chapitre 8. Vers une approche macroscopique de la relation entre enjeux et sinistres 213**

- 8.1. Étude comparative de trois communes impactées par le débordement de la Verse en 2007 ..... 213
- 8.1.1. *Berlancourt : des sinistres sur de l'habitat ancien et isolé* ..... 214
- 8.1.2. *Guiscard : un aléa particulièrement intense sur de l'habitat pavillonnaire* ..... 215
- 8.1.3. *Noyon : des sinistres sur de l'habitat pavillonnaire* ..... 217
- 8.1.4. *Quelles sont les raisons de tels écarts de sinistralité entre les trois communes étudiées ?* ..... 218
- 8.2. Le rapport entre zone d'habitat et sinistralité est-il différent dans le cas des crues rapides ? L'exemple des inondations dans l'Aude en 1999 ..... 220
- 8.2.1. *Lézignan-Corbières et Sallèles-d'Aude : étude de l'endommagement dans un contexte d'habitat dense et d'aléa intense* ..... 220
- 8.2.2. *Narbonne et Coursan : quel niveau de sinistralité selon les zones d'habitat dans un contexte d'aléa moins intense ?* ..... 223

<b>Chapitre 9. L'apport des données de sinistralité pour une évaluation de la prévention .....</b>	<b>227</b>
9.1. L'influence des mesures structurelles sur les dommages : entre efficacité et effets aggravants .....	227
9.1.1. <i>Aménagements adaptés aux inondations fréquentes : partage du risque et responsabilisation des collectivités</i> .....	227
9.1.2. <i>L'évaluation des ouvrages de protection en tant que facteurs aggravants des dommages</i> .....	231
9.2. Évaluation des mesures non structurelles de prévention à partir des données de sinistralité .....	233
9.2.1. <i>La relation entre sinistralité et PPR : étude nationale et locale</i> .....	233
9.2.2. <i>Le choix des TRI : entre critères d'exposition et de sinistralité</i> .....	239
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>245</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>255</b>
<b>WEBOGRAPHIE COMMENTÉE .....</b>	<b>277</b>
<b>SIGLES ET ACRONYMES .....</b>	<b>281</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>285</b>
<b>TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>291</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX .....</b>	<b>295</b>
<b>TABLE DES CARTES .....</b>	<b>297</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>301</b>



---

## TABLE DES FIGURES

---

<b>Figure 1.</b> Organisation et fonctionnement du dispositif CIFRE .....	3
<b>Figure 2.</b> Principaux questionnements structurants le manuscrit .....	14
<b>Figure 3.</b> « La sécurité à quel prix ? » - Indicateurs diffusés par PLANAT (2007).....	20
<b>Figure 4.</b> Carte interactive de CERES .....	26
<b>Figure 5.</b> Evolution des indemnités versées en France par régime d'indemnisation (CATNAT et TGN) .....	28
<b>Figure 6.</b> Répartition du coût des CatNat par nature de périls (1982-2009) .....	29
<b>Figure 7.</b> Comparaison de la répartition des arrêtés CatNat par nature de périls entre les données de la CCR et celles de Gaspar (période 1982-2012).....	30
<b>Figure 8.</b> Illustration de la distribution des coûts, par commune, pour l'événement « Var – juin 2010 ».....	37
<b>Figure 9.</b> Exemple de cartographie du modèle inondation CCR dans la région de Lyon ....	43
<b>Figure 10.</b> Schéma simplifié d'un modèle CatNat .....	43
<b>Figure 11.</b> Représentation d'une courbe de dommages/fréquence dans le cas du risque inondation .....	45
<b>Figure 12.</b> Comparaison des résultats des principaux modélisateurs sur un portefeuille d'assurance .....	46
<b>Figure 13.</b> Propagation des incertitudes induite par les modèles .....	47
<b>Figure 14.</b> Relation coûts/hauteurs d'eau, comparaisons entre modèles et observations dans le cas de Xynthia .....	48
<b>Figure 15.</b> Relation coûts/hauteurs d'eau, le cas des inondations du Rhône en 2003.....	48
<b>Figure 16.</b> Exemple de biens endommagés par un coup de vent .....	50
<b>Figure 17.</b> Évolution des dommages assurés et non assurés causés par les catastrophes naturelles dans le monde, depuis 1970 .....	53
<b>Figure 18.</b> Évolution du taux d'équipement des ménages en France métropolitaine entre 1962 et 2006.....	55
<b>Figure 19.</b> Montants des projets par axes d'après les chiffres de la CMI .....	58
<b>Figure 20.</b> Principe de l'ACB .....	59
<b>Figure 21.</b> Articulations spatiales entre outils de la Directive Inondation et PAPI .....	61
<b>Figure 22.</b> Catégorisation des événements selon leur fréquence et leur intensité.....	65
<b>Figure 23.</b> Impact du changement climatique dans le secteur de l'assurance.....	65
<b>Figure 24.</b> Organisation et fonctionnement de l'ONRN .....	71
<b>Figure 25.</b> Représentation des différents périmètres d'un même événement .....	83

<b>Figure 26.</b> État du partage du risque entre deux territoires .....	86
<b>Figure 27.</b> Méthode d'attribution d'un nom d'événement aux arrêtés CatNat .....	90
<b>Figure 28.</b> Évolution annuelle du nombre de données sur les sinistres fournies par les sociétés .....	94
<b>Figure 29.</b> Processus simplifié de conception des bases de données .....	95
<b>Figure 30.</b> Exemple de jointure automatique entre sinistres et événements .....	97
<b>Figure 31.</b> Éléments de qualification du croisement entre sinistres et arrêtés CatNat .....	98
<b>Figure 32.</b> Répartition du nombre d'arrêtés CatNat par année, avant et après le traitement des bases de données.....	99
<b>Figure 33.</b> Taux d'arrêtés CatNat reliés à un sinistre, par événement .....	100
<b>Figure 34.</b> Ventilation de la sinistralité CatNat par catégorie d'assurés pour l'année 2011 .....	113
<b>Figure 35.</b> Nombre de dossiers sinistres par tranches de coûts indemnisés (Particuliers - période 1999-2011) .....	114
<b>Figure 36.</b> Nombre de dossiers sinistres par tranches de coûts indemnisés (Professionnels - période 1999-2011) .....	115
<b>Figure 37.</b> Conséquences potentielles d'une inondation par catégories d'assurés .....	116
<b>Figure 38.</b> Distribution de la charge totale indemnisée, par année et par catégories d'assurés.....	119
<b>Figure 39.</b> Distribution du nombre de sinistres, par année et par catégories d'assurés .....	119
<b>Figure 40.</b> Distribution du coût moyen des sinistres, par année et par catégories d'assurés .....	120
<b>Figure 41.</b> Distribution de la charge totale indemnisée, par mois et par catégorie d'assurés .....	121
<b>Figure 42.</b> Distribution du coût moyen des sinistres, par mois et par catégorie d'assurés .....	122
<b>Figure 43.</b> Distribution du nombre de sinistres, par mois et par catégorie d'assurés .....	122
<b>Figure 44.</b> Distribution du nombre moyen annuel de sinistres, par mois et par catégorie d'assurés.....	123
<b>Figure 45.</b> Répartition des événements par classe de nombre de communes impactées, comparaison entre la base « événements » et la base SILEHC .....	134
<b>Figure 46.</b> Répartition des événements, par classe de nombre de sinistres (particuliers et professionnels) sur la période 1999-2011 .....	134
<b>Figure 47.</b> Répartition des événements, par classes de coûts moyens (particuliers et professionnels), sur la période 1999-2011 .....	135
<b>Figure 48.</b> Évolution annuelle du nombre d'événements .....	136
<b>Figure 49.</b> Répartition saisonnière du nombre d'événements .....	137
<b>Figure 50.</b> Répartition du nombre moyen d'enjeux sinistrés par événement et par saison, avec et sans événements majeurs (période 1999-2011) .....	138

<b>Figure 51.</b> Répartition du coût moyen par événement et par saison, avec et sans événements majeurs (période 1999-2011) .....	139
<b>Figure 52.</b> Répartition du nombre d'événement par nature d'aléa et par saison (période 1999-2011) .....	146
<b>Figure 53.</b> Classification des événements par degré de documentation, en volume et en valeur, sur la période 1999-2011 .....	156
<b>Figure 54.</b> Distribution annuelle des catégories d'événements .....	156
<b>Figure 55.</b> Distribution saisonnière des catégories d'événements (période 1999-2011) .....	157
<b>Figure 56.</b> Répartition des types d'aléas selon la catégorie d'événement (période 1999-2011) .....	158
<b>Figure 57.</b> Distribution des coûts moyens particuliers et professionnels en fonction des types d'aléas et des catégories d'événement (période 1999-2011) .....	159
<b>Figure 58.</b> Distribution des 50 événements les plus coûteux de l'échantillon .....	170
<b>Figure 59.</b> Distribution du coût moyen des sinistres aux particuliers par nature d'aléa, en fonction de l'emprise des zones inondables (AZI) .....	186
<b>Figure 60.</b> Distribution de la fréquence des sinistres particuliers, par nature d'aléa, en fonction de l'emprise des zones inondables (AZI) .....	187
<b>Figure 61.</b> Distribution du coût moyen des sinistres particuliers, par nature d'aléa, en fonction de l'emprise des zones inondables (EAIP) .....	191
<b>Figure 62.</b> Distribution de la fréquence des sinistres particuliers, par nature d'aléa, en fonction de l'emprise des zones inondables (EAIP) .....	192
<b>Figure 63.</b> Comparaison entre dommages observés et modélisés sur le bassin de la Lèze ..	210
<b>Figure 64.</b> Profil type des habitations sinistrées en 2007 à Berlancourt .....	214
<b>Figure 65.</b> Profil type des habitations sinistrées en 2007 à Guiscard .....	216
<b>Figure 66.</b> Profil type des habitations sinistrées en 2007 à Noyon .....	217
<b>Figure 67.</b> Comparaison entre le coût moyen d'un sinistre par commune et le salaire net annuel moyen .....	219
<b>Figure 68.</b> Réduction de l'exposition du territoire de la CODAH grâce aux aménagements .....	228
<b>Figure 69.</b> Fonctionnement du clapet mobile (Proisy) .....	229
<b>Figure 70.</b> Principe de transfert de risque instauré par l'Entente Oise-Aisne .....	230
<b>Figure 71.</b> Rupture de la digue de l'Agly, à Pia .....	233
<b>Figure 72.</b> État d'avancement des PPRI au 1 <sup>er</sup> septembre 2014 .....	234
<b>Figure 73.</b> Aggravation de l'exposition du Quartier de Razimbaud à Narbonne, depuis les inondations de novembre 1999 .....	238
<b>Figure 74.</b> Distribution des coûts moyens communaux pour les particuliers. Comparaison entre communes hors TRI et communes dans TRI .....	240

**Figure 75.** Influence des différentes variables sur l'explication de la variabilité spatiale des coûts moyens des sinistres .....250

---

## TABLE DES TABLEAUX

---

<b>Tableau 1.</b> Extrait des résultats CatNat cumulés 1988-2010 par département.....	31
<b>Tableau 2.</b> Historique des principales catastrophes naturelles depuis 1988 .....	35
<b>Tableau 2.</b> Recensement des sources de données sur les événements naturels survenues en France .....	40
<b>Tableau 3.</b> Classification des besoins des sociétés par catégorie de métiers.....	63
<b>Tableau 4.</b> Liste des inondations « extrêmes » survenues en France d’après la FFSA, entre 1982 et 2009.....	64
<b>Tableau 5.</b> Exemple de champs disponibles pour les données « portefeuille » par nature de contrat .....	74
<b>Tableau 6.</b> Synthèse des avantages, limites et usages des données d’assurance.....	78
<b>Tableau 7.</b> Échelle de gravité des événements selon la MISE (1999), reprise par la DGPR (2007) .....	82
<b>Tableau 8.</b> Protocole de nettoyage de la base des arrêtés CatNat (BD Gaspar).....	91
<b>Tableau 9.</b> Arrêtés CatNat et événements sur la période 1984-2011 .....	92
<b>Tableau 10.</b> Extrait de la base de données « sinistres ».....	93
<b>Tableaux 11.</b> Critères de jointure entre sinistres et événements.....	97
<b>Tableau 12.</b> Synthèse des réunions sur les terrains d’expérimentation .....	107
<b>Tableau 13.</b> Impact des dommages sur les particuliers et les professionnels : éléments de comparaison entre deux événements sur des territoires différents. ....	117
<b>Tableau 14.</b> Répartition des données de sinistralité par saison de survenance .....	124
<b>Tableau 15.</b> Profils d’événements dommageables par nature d’aléa .....	145
<b>Tableau 16.</b> Nombre moyen de communes sinistrées par type d’aléas, selon la catégorie d’événement (période 1999-2011) .....	160
<b>Tableau 17.</b> Comparaison du nombre et des coûts des sinistres pour les événements de 2010 et 2006 .....	165
<b>Tableau 18.</b> Comparaison du nombre et des coûts des sinistres pour les événements de 2011 et 2003 .....	168
<b>Tableau 19.</b> Comparaison des profils d’événements « chroniques » en fonction des terrains d’études.....	174
<b>Tableau 20.</b> Part des communes non CatNat par type d’aléa et par catégorie d’événement.....	175
<b>Tableau 21.</b> Répartition des sinistres, des particuliers, selon la couverture des zones inondables : comparaison entre AZI et EAIP.....	193
<b>Tableau 22.</b> Sinistralité et cumuls des pluies (mm en 24 heures).....	204

<b>Tableau 23.</b> Comparaison des coûts moyens modélisés et observés pour l'événement de juin 2007 sur la Verse (en euros 2012, actualisés d'après l'indice FFB).....	208
<b>Tableau 24.</b> Impact des ruptures de digues sur le coût moyen des particuliers par commune .....	231
<b>Tableau 25.</b> Répartition des communes en fonction des procédures PPRI et du coût moyen des sinistres .....	234

---

## TABLE DES CARTES

---

<b>Carte 1.</b> Répartition du rapport « sinistres sur primes » par département, sur la période 1988-2012 .....	31
<b>Carte 2.</b> Fréquence moyenne des sinistres CatNat par département, selon la CCR et FFSA-GEMA respectivement sur les périodes 1995-2010 et 1988-2012 .....	32
<b>Carte 3.</b> Illustration de l'indicateur « coût cumulé des sinistres inondation (tous types) par département » - période 1995-2010.....	33
<b>Carte 4.</b> Illustration de l'indicateur « coût cumulé des sinistres inondation (tous types) par commune» sur période 1995-2010 .....	34
<b>Carte 5.</b> Répartition des inondations les plus coûteuses pour le marché de l'assurance (17 événements supérieurs à 100 millions d'euros actualisés 2012) .....	36
<b>Cartes 6.</b> Distribution géographique de la fréquence des sinistres tempêtes. Comparaison entre les observations (à gauche) et les résultats d'une modélisation (à droite) .....	49
<b>Carte 7.</b> Comparaison entre les perspectives d'évolution démographique et la sinistralité par département .....	55
<b>Carte 8.</b> Limites spatiales utilisées pour définir les périmètres des événements .....	89
<b>Carte 9.</b> Localisation des terrains d'expérimentation .....	101
<b>Carte 10.</b> Répartition spatiale des coûts moyens indemnisés, par commune, selon les données de la CCR fournies à l'ONRN et l'échantillon de sinistres de la base de données SILEHC .....	125
<b>Carte 11.</b> Coût moyen des sinistres particuliers par sous-secteurs hydrographiques, sur la période 1999-2011 .....	126
<b>Carte 12.</b> Nombre total de sinistres par commune, pour les particuliers, sur la période 1999-2011 .....	127
<b>Carte 13.</b> Nombre d'années avec au moins un sinistre enregistré par commune, pour les particuliers, sur la période 1999-2011 .....	128
<b>Carte 14.</b> Coût moyen des sinistres CatNat et non CatNat par commune, pour les particuliers, sur la période 1999-2011 .....	129
<b>Carte 15.</b> Proportion du nombre de sinistres non CatNat par commune, pour les particuliers, sur la période 1999-2011 .....	130
<b>Carte 16.</b> Répartition du nombre d'événements par commune (période 1984-2011) .....	140
<b>Carte 17.</b> Nombre moyen de communes sinistrées par événement et par secteur hydrographique (période 1984-2011) .....	142
<b>Carte 18.</b> Répartition spatiale des événements par type d'inondation, par commune (période 1999-2011) .....	148

<b>Carte 19.</b> Répartition spatiale des événements par type d'inondation, par commune et par saison (période 1999-2011) .....	149
<b>Carte 20.</b> Comparaison de deux événements de type débordement/ruissellement .....	152
<b>Carte 21.</b> Comparaison de deux événements de type coulée de boue .....	153
<b>Carte 22.</b> Proportion de la charge totale indemnisée par catégories d'événements et par commune (période 1999-2011).....	161
<b>Carte 23.</b> Inondations de juin 2010 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune .....	164
<b>Carte 24.</b> Inondations de septembre 2006 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune .....	165
<b>Carte 25.</b> Inondations de janvier 2011 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune .....	166
<b>Carte 26.</b> Inondations de janvier 2003 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune .....	167
<b>Carte 27.</b> Inondations de septembre 1999 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune .....	171
<b>Carte 28.</b> Inondations de novembre 1999 : répartition des coûts moyens et du nombre de sinistres pour les particuliers, par commune .....	172
<b>Carte 29.</b> Comparaison des sinistres CatNat et non CatNat, pour les particuliers, pour l'événement de novembre 1999 dans l'Aude .....	176
<b>Carte 30.</b> Comparaison entre AZI et sinistralité : le cas de l'événement de novembre 2011 dans le Var .....	189
<b>Carte 31.</b> Comparaison entre l'EAIP et les AZI dans le département du Var .....	191
<b>Carte 32.</b> Comparaison des zonages d'aléa pour l'événement de la Verse en juin 2007 .....	195
<b>Carte 33.</b> Répartition spatiale des sinistres particuliers sur le bassin du Vistre (Gard) : événement de septembre 2002 .....	198
<b>Carte 34.</b> Répartition spatiale des sinistres particuliers sur le bassin du Vistre (Gard) : événement de septembre 2005 .....	199
<b>Carte 35.</b> Relation entre pluviométrie et dommages : le cas du Gard en 2002 .....	201
<b>Carte 36.</b> Relation entre pluviométrie, zones inondées et dommages : le cas des inondations dans le Var en 2010 .....	202
<b>Carte 37.</b> Relation entre pluviométrie et dommages : le cas des inondations dans l'Aude en 1999 .....	203
<b>Carte 38.</b> Zones inondées à Berlancourt en 2007 .....	215
<b>Carte 39.</b> Zones inondées à Guiscard en 2007 .....	216
<b>Carte 40.</b> Zones inondées à Noyon en 2007 .....	218
<b>Carte 41.</b> Zones inondées à Lézignan-Corbières en 1999 .....	221
<b>Cartes 42.</b> Zones inondées à Sallèles-d'Aude en 1999 .....	222

<b>Carte 43. Zones inondées à Narbonne en 1999 .....</b>	<b>223</b>
<b>Carte 44. Zones inondées à Coursan en 1999 .....</b>	<b>224</b>
<b>Carte 45. Répartition spatiale des communes non dotées de procédures : comparaison des niveaux de sinistralité .....</b>	<b>235</b>
<b>Carte 46. Répartition spatiale des communes dotées de procédures régulières : comparaison des niveaux de sinistralité .....</b>	<b>237</b>
<b>Carte 47. TRI et coûts moyens communaux pour les particuliers .....</b>	<b>241</b>



---

## ANNEXES

---

<b>Annexe 1.</b> Copie anonymisée d'une décision de majoration de franchise du BCT .....	302
<b>Annexe 2.</b> Comparaison des typologies de risques selon CCR, la base Gaspar et le Journal Officiel .....	305
<b>Annexe 3.</b> Recensement des indicateurs et informations existants sur les dommages liés aux CatNat en France .....	307
<b>Annexe 4.</b> Carte de synthèse du TRI « Plaine de Valence » (exemple illustratif) .....	308
<b>Annexe 5.</b> Proportion du nombre d'événements par catégorie d'événement et par commune (période 1999-2011) .....	309
<b>Annexe 6.</b> Reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle refusé. Le cas de Sommières en 2009 (document transmis par la mairie de Sommières).....	310

# B.C.T.

## BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION

Statuant en matière d'assurance de Catastrophes Naturelles

11, Rue de la Rochefoucauld – 75431 PARIS CEDEX 09

☎ 01.53.32.24.80 - 📠 01.53.32.24.74 - ✉ [bct@agira.asso.fr](mailto:bct@agira.asso.fr)

### Dossier n° 1/2001

Le BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION (catastrophes naturelles) réunit le 22 février 2001.

Vu les articles L-125.1 et suivants et spécialement L-125.6, R-250.1 et s., A-125.1 et 2 du Code des Assurances.

#### Sur le rapport de ...

Considérant que la société (X), domiciliée : ..., était assurée depuis le 1<sup>er</sup> février 1998, par une police « multirisques industrielle » apéritée par la compagnie (A) à hauteur de 54 %, avec la participation des sociétés (B) (8 %) - (C) (38 %), pour une prime annuelle s'élevant à 461.349 francs pour l'année 2000.

Considérant qu'un plan de prévention des risques (P.P.R.), mis en place en juillet 1997 et approuvé en juin 1999, indique que la société (X) est entouré d'une zone d'expansion des crues ; que ce P.P.R. est postérieur à l'implantation de la société (X).

Considérant que depuis 5 ans, plusieurs inondations ont affecté la région de R..., en janvier 1995 puis le 27 décembre 1999 (arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophes naturelles publié au journal officiel du ..), le 14 décembre 2000 et le 5 janvier 2001 ; que ces inondations ont généré d'importants sinistres.

Considérant que la compagnie (A) avait demandé à l'assuré en l'an 2000 de contacter les autorités afin de mettre en place des mesures de protection permettant d'éviter qu'une nouvelle crue de la ... inonde la société (X) ; qu'à ce jour, aucune mesure de protection n'ayant été prise, la compagnie (A) a résilié le contrat « multirisques industrielle » garantissant la SA (X) à effet du 1<sup>er</sup> février 2001.

Considérant que la SA (X) a alors saisi deux entreprises d'assurances, (A) et (C) en date du 8 janvier 2001 ; qu'après un refus opposé par ces deux assureurs respectivement par courrier des 12 janvier et 18 janvier 2001, l'assujetti a saisi le BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION en date du 22 janvier 2001, par l'intermédiaire du Cabinet (C), dûment mandaté à cet effet ; que le choix de la SA (X) s'est porté sur la compagnie (A) à laquelle le BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION a demandé, par courrier du 23 janvier 2001 de faire connaître le tarif qu'elle aurait appliqué au risque en cause si elle avait accepté de le garantir.

Considérant que la compagnie (A) a proposé de reconduire les garanties pour une durée ferme de 3 mois, soit jusqu'au 31 mai 2001 avec de nouvelles conditions :

- a. prime de 550.000 francs TTC ;
- b. franchise tous événements :
  - i. R.D. 20 % minimum 10 MF,
  - ii. P.E. 20 jours ouvrés minimum 10 MF,

*c. en P.E. suppression de la garantie « impossibilité d'accès »,*

*d. notre participation restant maintenue à 54 %.*

**Pendant cette période de 3 mois, l'assuré devra tenir la société (A) informé de l'état d'avancement de ses démarches auprès des autorités sachant que :**

- 2. la zone où est située la société (X) classée à ce jour zone d'expansion des crues devra être modifiée,*
- 3. cette modification permettra de réaliser les travaux de protection évitant une nouvelle inondation,*
- 4. démolition du barrage sur la ....., notification sur la date exacte de cette démolition et information officielle sur la diminution des hauteurs de crues prévisibles suite à la démolition de ce barrage.*

*A l'issue de ces 3 mois si la compagnie (A) n'a aucun accord ferme sur la réalisation des points 1 et 2, la garantie cessera définitivement à cette date.*

Considérant que la compagnie (B) a également donné son accord à cette proposition et accepté de reprendre ce risque avec sa participation initiale, à hauteur de 8 %.

Sur la recevabilité de la demande :

Considérant que le refus des entreprises d'assurance sollicitées par la SA (X) n'est pas sans rapport avec les sinistres relevant de la garantie catastrophes naturelles dont elle a été victime.

Considérant que le BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION a été saisi dans le respect des conditions et délais énoncés par l'article R-250.2 du code des assurances ; qu'en conséquence, la demande est recevable.

Sur le fond :

Considérant que les articles L-125.6 alinéa 5 et R-250.2 du code des assurances obligent le BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION à imposer à une société d'assurance la souscription, par elle refusée, d'un contrat minimal d'assurance de dommages qui permettra, par voie de conséquence, à l'assuré de bénéficier de la garantie des catastrophes naturelles, en vertu de l'article L-125.1 du code des assurances.

Considérant que l'octroi à la SA (X) d'une garantie incendie par la compagnie (A) suffit donc à répondre au but poursuivi par le législateur.

Considérant que les risques prévisibles de catastrophes naturelles auxquels sont exposés les bâtiments sus-visés justifient l'application de la majoration de franchise prévue par l'article A.250.1 du code des assurances.

Considérant en revanche que les conditions assorties à la tarification de la société (A) doivent être supprimées car elles aboutiraient à subordonner la garantie imposée par la loi à des conditions que l'assuré n'est pas en mesure de remplir.

Considérant par ailleurs que la garantie « impossibilité d'accès » en pertes d'exploitation n'est pas du ressort de la loi sur les catastrophes naturelles ; que le BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION est donc incompétent sur ce point.

Considérant que, en l'état actuel des textes, le BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION ne saurait imposer le risque à d'autres assureurs que celui choisi par l'assujetti, à savoir la société (A), étant précisé que toute participation en coassurance au risque pris en charge à 100 % par la société (A), serait de nature à diminuer d'autant la charge de la société (A).

## **DECIDE**

5. Le BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION est incompétent en ce qui concerne la garantie « impossibilité d'accès » en pertes d'exploitation,
6. La compagnie (A) devra garantir l'intégralité du risque présenté par la SA (X) sur le site de ..., à compter du 1<sup>er</sup> février 2001, aux conditions suivantes :

**Garanties :** incendie et par voie de conséquence catastrophes naturelles, la société (A) restant libre d'accorder des garanties dommages plus étendues.

**Prime :** 580.000 francs TTC

**Franchises :** limitées à la garantie catastrophes naturelles :

**1. dommages directs :**

30 % par établissement et par événement avec un minimum de 25 fois le montant exprimé en francs prévu par l'annexe I de l'article A 125-1 pour les mêmes biens, soit 187.500 francs

**2. pertes d'exploitation :**

30 jours ouvrés avec un minimum de 25 fois le montant exprimé en francs prévu par l'annexe II de l'article A 125-1 pour les mêmes biens, soit 187.500 francs.

Si un ou plusieurs autres assureurs décidaient de prendre une part du risque imposé à la compagnie (A), cette part viendrait en diminution de la charge de cette dernière société.

Le président du  
BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION

La responsable du secrétariat technique  
du BUREAU CENTRAL DE TARIFICATION

Georges DURRY

Françoise DAUPHIN

**La SA (X) n'est fondée à se prévaloir des dispositions de la présente décision que pendant un délai de trois mois à compter de la notification de celle-ci.**

**Annexe 2.** Comparaison des typologies de risques selon CCR, la base Gaspar et le Journal Officiel

<b>TYPOLOGIE DES RISQUES SELON CCR</b>
Inondations
Mouvement de terrain
Tempêtes
Sécheresse
Autres dont :
Chocs mécaniques
Cyclones
Poids de la neige
Grêle
Séismes
Avalanches
Raz-de-marée
Divers

<b>TYPOLOGIE DES RISQUES SELON GASPARG</b>				
<b>NUM_RISQUE</b>	<b>LIB_RISQUE_LONG</b>	<b>LIB_RISQUE</b>	<b>NUM_ALEA</b>	<b>NUM_RISQUE_GASPAR</b>
1100000	Inondation	Inondation	11	140
1110000	Inondation - Par une crue (débordement de cours d'eau)	Par une crue (débordement de cours d'eau)	11	151
1113038	Crues des fleuves et rivières	Crues des fleuves et rivières	11	192
1114038	Inondation en pied de versant	Inondation en pied de versant	11	193
1120000	Inondation - Par une crue à débordement lent de cours d'eau	Par une crue à débordement lent de cours d'eau	11	180
1130000	Inondation - Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau	Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau	11	183
1140000	Inondation - Par ruissellement et coulée de boue	Par ruissellement et coulée de boue	11	130
1150000	Inondation - Par lave torrentielle (torrent et talweg)	Par lave torrentielle (torrent et talweg)	11	131
1160000	Inondation - Par remontées de nappes naturelles	Par remontées de nappes naturelles	11	285
1170000	Inondation - Par submersion marine	Par submersion marine	11	286
1180038	Zones marécageuses	Zones marécageuses	11	194
1200000	Mouvement de terrain	Mouvement de terrain	12	134
1210000	Mouvement de terrain - Affaissements et effondrements liés aux cavités souterraines (hors mines)	Affaissements et effondrements (cavités souterraines hors mines)	12	135
1220000	Mouvement de terrain - Effondrement	Effondrement	12	138
1224038	Suffosion	Suffosion	12	195
1230000	Mouvement de terrain - Eboulement, chutes de pierres et de blocs	Eboulement, chutes de pierres et de blocs	12	143
1240000	Mouvement de terrain - Glissement de terrain	Glissement de terrain	12	147
1250000	Avanée dunaire	Avanée dunaire	12	152
1260000	Mouvement de terrain - Avanée dunaire	Recul du trait de côte et de falaises	12	153
1270000	Mouvement de terrain - Tassements différentiels	Tassements différentiels	12	157
1300000	Séisme	Séisme	13	158
1400000	Avalanche	Avalanche	14	159
1500000	Eruption volcanique	Eruption volcanique	15	160
1600000	Feu de forêt	Feu de forêt	16	166
1700000	Phénomène lié à l'atmosphère	Phénomène lié à l'atmosphère	17	167
1710000	Phénomènes météorologiques - Cyclone/ouragan (vent)	Cyclone/ouragan (vent)	17	168
1720000	Phénomènes météorologiques - Tempête et grains (vent)	Tempête et grains (vent)	17	169
1740000	Phénomènes météorologiques - Foudre	Foudre	17	175
1750000	Phénomènes météorologiques - Neige et Pluies verglaçantes	Grêle	17	176
1760000	Phénomènes météorologiques - Neige et Pluies verglaçantes	Neige et Pluies verglaçantes	17	177

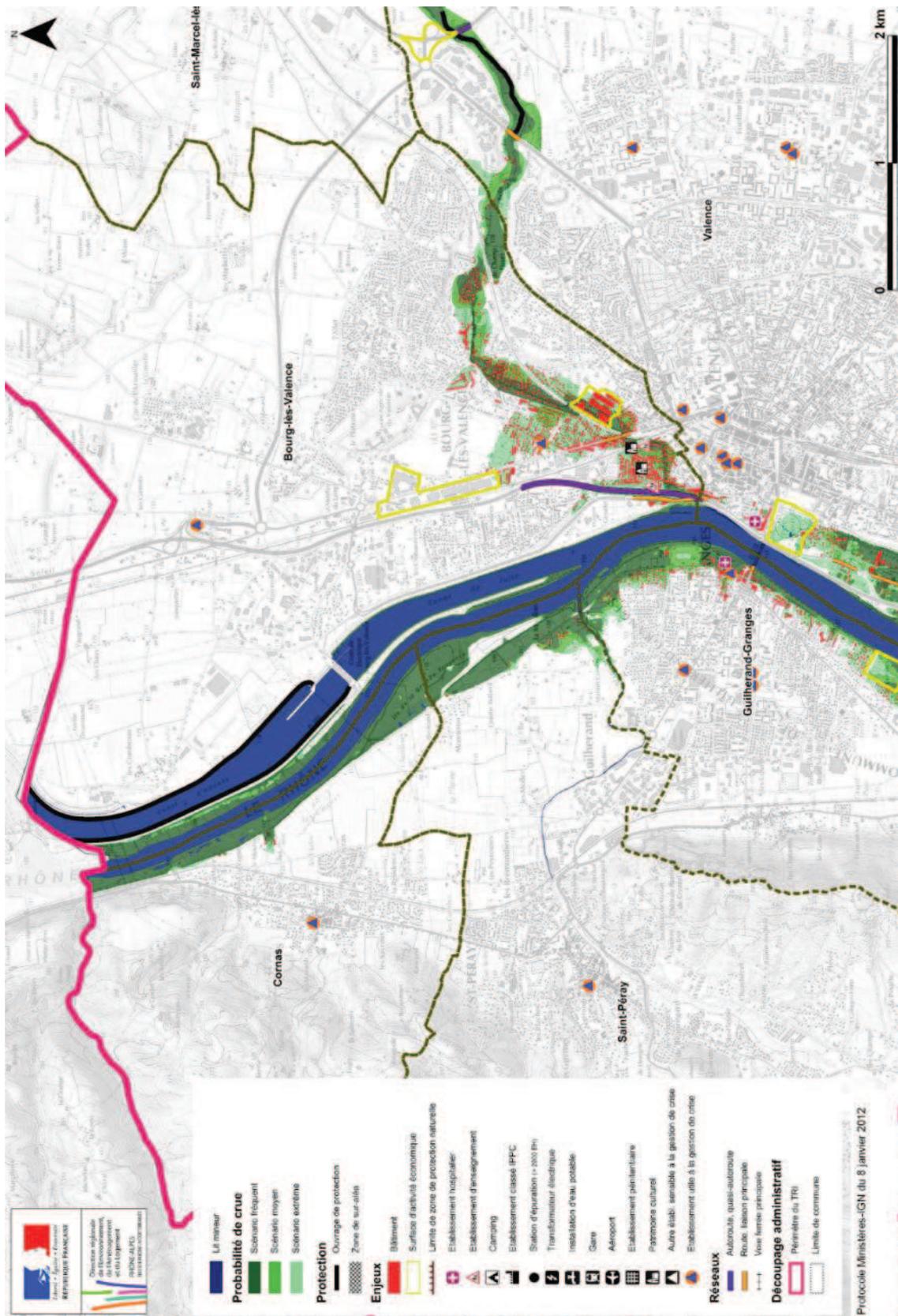
**TYPLOGIE DES RISQUES SELON LE JOURNAL OFFICEL**

NUM_RISQUE_JO	LIB_RISQUE_JO	LIB_RISQUE_ABRE
1	Inondations et coulées de boue	Inondations et coulées de boue
2	Séisme	Séisme
3	Avalanche	Avalanche
4	Glissement de terrain	Glissement de terrain
5	Effondrements / éboulements	Effondrements / éboulements
6	Raz-de-marée	Raz-de-marée
7	Poids de la neige - chutes de neige	Poids de la neige - chutes de neige
8	Tempête	Tempête
10	Lave torrentielle	Lave torrentielle
11	Inondations et action du vent	Inondations et action du vent
12	Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse
13	Tassement de terrain	Tassement de terrain
14	Effondrement de terrain	Effondrement de terrain
15	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain
16	Mouvements de terrain	Mouvements de terrain
17	Glissements de terrain et éboulements rocheux	Glissements de terrain et éboulements rocheux
18	Inondations et éboulements rocheux	Inondations et éboulements rocheux
19	Eboulement, glissement et affaissement de terrain	Eboulement, glissement et affaissement de terrain
20	Glissement de terrain sous-lacustre	Glissement de terrain sous-lacustre
21	Inondations par remontées de nappe phréatique	Inondations consécutives à la RNP
22	Eboulement ou effondrement de carrière	Eboulement ou effondrement de carrière
23	Eboulements rocheux	Eboulements rocheux
24	Effondrement de falaise	Effondrement de falaise
25	Eboulement de falaise	Eboulement de falaise
26	Affondrement / éboulement de coteaux	Effondrement / éboulement de coteaux
27	Affaissement de falaise	Affaissement de falaise
28	Affaissement de terrain	Affaissement de terrain
29	Tornado et grêle	Tornado et grêle
30	Phénomènes tropicaux (ouragan, onde) (inondations, coulées de boue, éboulements, ...)	Phénomènes tropicaux
31	Chocs mécaniques liés à l'action des vagues	Chocs mécaniques liés à l'action des vagues
32	Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	Inondations et CMLAV
33	Coulée de boue	Coulée de boue
34	Glissement de terrain et effondrement de terrain	Glissement de terrain et effondrement de terrain
35	Inondations, coulées de boue et effets exceptionnels dus aux précipitations	Inondations, coulées de boue et EEDP
36	Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	Inondations, coulées de boue et CMLAV
37	Eboulement de terrain	Eboulement de terrain
38	Chutes de rochers / de blocs rocheux	Chutes de rochers / de blocs rocheux
39	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	Mouvements de terrain différentiels CSRS
40	Phénomènes tropicaux (divers)	Phénomènes tropicaux (divers)
41	Crues torrentielles et glissements de terrain	Crues torrentielles et glissements de terrain
42	Inondations par remontée de la nappe phréatique et mouvements de terrain	Inondations par RNP et mouvements de terrain
43	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	Inondations, coulées de boue et glissements de terrain
44	Inondations, chocs mécaniques liés à l'action des vagues et glissement de terrain	Inondations, CMLAV et glissement de terrain
45	Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	Inondations, coulées de boue, glissements et CMLAV
46	Coulées de boue et lave torrentielle	Coulées de boue et lave torrentielle
47	Inondations et coulées de boue, inondations par remontées de nappe phréatique	
48	Inondations, coulées de boue, mouvements de terrain et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	
55	Mouvements de terrain différentiels (sécheresses)	Mouvements de terrain différentiels (sécheresses)
60	Inondations, coulées de boue, éboulements, glissements ou affaissements de terrain et chocs mécaniques liés à l'action des vagues consécutifs au passage de l'ouragan Luis	Ouragan Luis
61	Inondations, coulées de boue, éboulements, glissements ou affaissements de terrain consécutifs au passage de l'ouragan Marilyn	Ouragan Marilyn
62	Inondations, coulées de boue, éboulements, glissements ou affaissements de terrain consécutifs au passage de l'onde tropicale	Onde tropicale
63	Inondations, coulées de boue, éboulements, glissements ou affaissements de terrain et chocs mécaniques liés à l'action des vagues consécutifs au passage de la dépression tropicale Iris	Dépression tropicale Iris
64	Vents cycloniques	Vents cycloniques
65	Inondations et coulées de boue, chocs mécaniques liés à l'action des vagues, vents cycloniques	
66	Inondations et coulées de boue, vents cycloniques	
67	Chocs mécaniques liés à l'action des vagues, vents cycloniques	
68	Éruption volcanique	
69	Chocs mécaniques liés à l'action des vagues, mouvements de terrain	
90	Inondations et coulées de boue et inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	

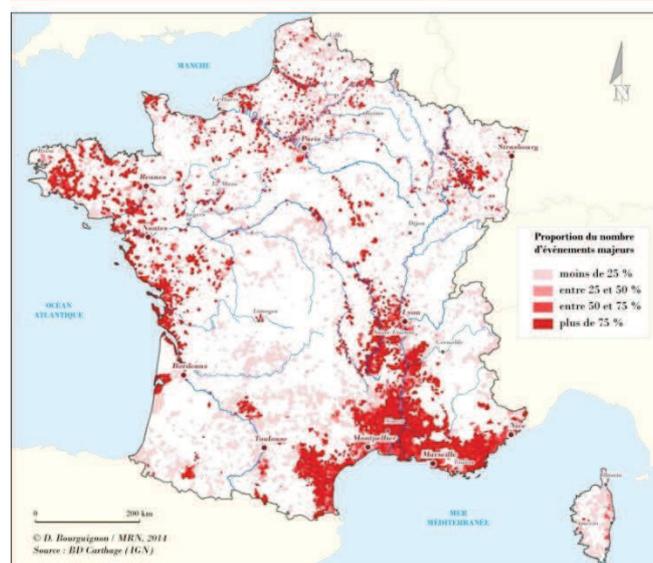
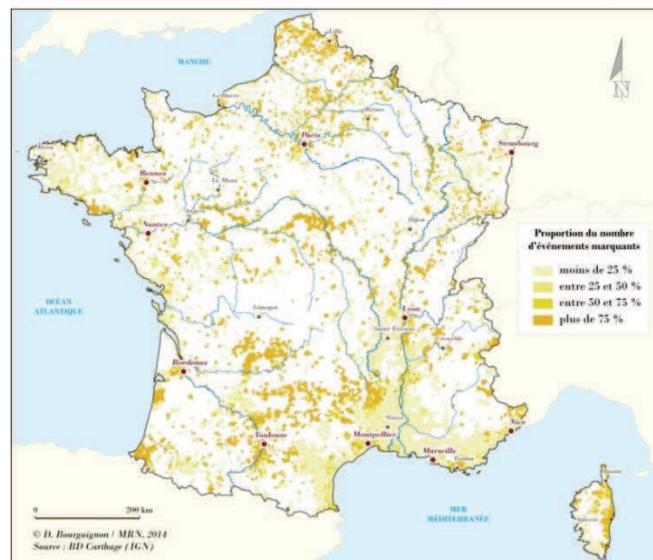
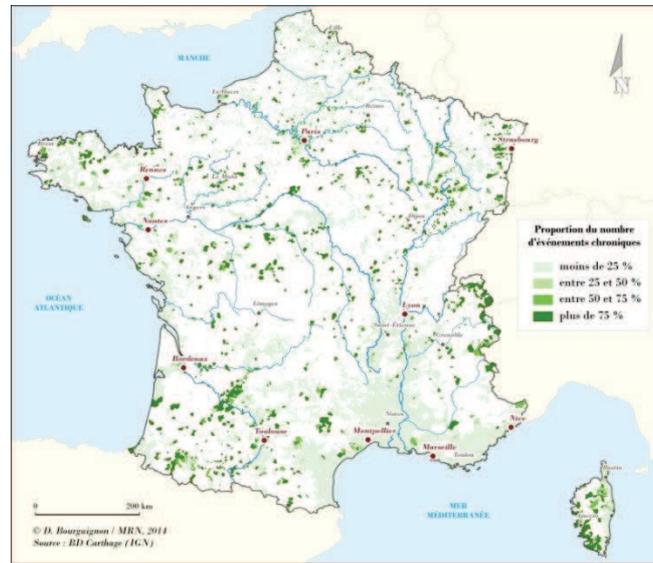
**Annexe 3. Recensement des indicateurs et informations existants sur les dommages liés aux CatNat en France**

Niveau de connaissance	Nom	Période d'observation	Producteur	Format	Accessibilité	
Connaissances MACROS	Montants cumulés et annuels des indemnisations CatNat	1982-2012	FFSA-GEMA	Graphique et tableau	public : sur portail ONRN	
	Montants des indemnisations CatNat par nature de périls	1982-2009	CCR	Graphique	sur demande auprès de CCR	
	Arrêtés CatNat	1982-2013	Etat	Base de données	public : sur prim.net (BD GASPAR)	
	Fréquence des sinistres CatNat par département	1982-2013	CCR	Base de données et cartes	Base = non accessible Carte = sur portail ONRN	
	Indemnité moyenne CatNat par département	1988-2012	FFSA-GEMA	Table	public : sur portail ONRN	
	Rapport Sinistres/Primes CatNat par département	1995-2010	CCR	Carte	visualisation sur Enrisk	
	Indemnité moyenne inondation, particuliers, par département	1988-2012	FFSA-GEMA	Table	public : sur portail ONRN	
	Fréquence des sinistres inondation par département	1995-2010	CCR	Carte	visualisation sur Enrisk	
	Indemnité cumulée inondation par département	1995-2010	CCR	Carte	visualisation sur Enrisk	
	Indemnité moyenne inondation par département	1995-2010	CCR	Carte	visualisation sur Enrisk	
	Rapport Sinistres/Primes inondation par département	1995-2010	CCR	Carte	visualisation sur Enrisk	
	Fréquence des sinistres inondation par commune	1995-2010	CCR	Base de données et cartes	public : sur portail ONRN	
	Indemnité cumulée inondation par commune	1995-2010	CCR	Base de données et cartes	public : sur portail ONRN	
	Indemnité moyenne inondation par commune	1995-2010	CCR	Base de données et cartes	public : sur portail ONRN	
	Rapport Sinistres/Primes inondation par commune	1995-2010	CCR	Base de données et cartes	public : sur portail ONRN	
	Connaissances MICROS	Coûts par événement CatNat	1982-2012	FFSA-GEMA	Table	public : sur portail ONRN
		Coûts par événement CatNat par commune	1990-2012	CCR	Carte	public : sur portail ONRN visualisation sur Enrisk
Diverses Bases de données sur les événements (cf. tableau de recensement)		-	-	-	-	
Données centralisées sur les sinistres observés		?-2014	Sociétés d'assurances, État, Chambres consulaires,...	Base de données	Potentiellement sur demande	
Rapports d'expertise post-sinistre		-	Expert	Document	Potentiellement sur demande	
Connaissances MICROS	Enquêtes ponctuelles et travaux de recherche	-	Chercheurs, bureaux d'études, associations	Document	Potentiellement sur demande	
	Fonctions d'endommagement	-	Résurreurs, courtiers en réassurance, agences de modélisation, bureaux d'études, chercheurs,...	-	Potentiellement sur demande	

Annexe 4. Carte de synthèse du TRI « Plaine de Valence » (exemple illustratif)



**Annexe 5.** Proportion du nombre d'événements par catégorie d'événement et par commune (période 1999-2011)



**Annexe 6.** Reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle refusé. Le cas de Sommières en 2009 (document transmis par la mairie de Sommières)

 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE		N° 980 - ORIGINAL Sec. Gel
PREFECTURE DU GARD		COPIE A: REÇUE 10 JUIL 2009
<b>CABINET DU PREFET</b> Service Interministériel de défense et de Protection Civile  Affaire suivie par Françoise Lassalle ☎ 04.66.36.40.61 - ☎ 04.66.29.68.20 courriel <a href="mailto:francoise.lassalle@gard.pref.gouv.fr">francoise.lassalle@gard.pref.gouv.fr</a>  REF : CAB/SIDPC/FL/09-38	Le préfet du Gard à Monsieur le maire de Sommières	
Nîmes, le 02 juillet 2009		
<p><b>Objet :</b> Publication de l'arrêté interministériel portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle – inondations et coulées de boue du 02 au 03 février 2009</p> <p><b>P.J. :</b> Copie du journal officiel</p> <p>J'ai l'honneur de vous informer que l'arrêté interministériel du 25 juin 2009 portant constatation de l'état de catastrophe naturelle de votre commune suite aux inondations du 02 au 03 février 2009 a été publié au journal officiel, du 1<sup>er</sup> juillet 2009.</p> <p>L'intensité anormale d'un agent naturel est avérée lorsque l'occurrence statistique du phénomène est supérieure ou égale à 10 ans.</p> <p>Or, il ressort du rapport météorologique que les précipitations survenues du 02 au 03 février 2009 ne présentent pas une durée de retour supérieure au seuil minimum requis.</p> <p>Par conséquent, votre commune n'a pas été reconnue en état de catastrophe naturelle conformément à l'article L.125.1 du code des assurances.</p> <p>Je vous remercie de bien vouloir porter cette information à la connaissance de vos concitoyens.</p> <p>Vous disposez d'un délai de 2 mois à compter de la réception de la présente pour contester le refus de déclaration de catastrophe naturelle pour votre commune devant le tribunal administratif compétent.</p>		
Le préfet,		
Pour le Préfet et par délégation, Le Secrétaire Général, Direction Départementale du Gard		
 Laurent VINCIGUYSSE		
30045 NIMES CEDEX 9 - Téléphone : 04 66 36 40 40 - Télécopie : 04 66 36 00 87 SITE INTERNET : <a href="http://www.gard.pref.gouv.fr">http://www.gard.pref.gouv.fr</a>		



## Événements et territoires - le coût des inondations en France

### *Analyses spatio-temporelles des dommages assurés*

#### Résumé

L'étude du coût des inondations passées est essentielle pour permettre aux parties prenantes, publiques et privées, d'améliorer la gestion et la prévention des risques. Les retours d'expérience sur les dommages économiques sont notamment utiles aux gestionnaires de bassin pour justifier leurs mesures de protection ou aux assureurs pour évaluer l'exposition réelle de leurs portefeuilles. Pourtant seuls les événements les plus meurtriers, coûteux ou médiatiques sont étudiés de manière approfondie. Même si elles sont rares, il existe des informations et des données sur des événements moins dommageables, plus locaux et fréquents ; mais elles sont difficiles à exploiter car produites par des acteurs très variés qui communiquent peu entre eux et agissent sur des périmètres différents.

L'objectif de cette thèse est de favoriser le partage d'informations entre assureurs et acteurs locaux pour améliorer les connaissances sur les facteurs explicatifs de sinistralité et proposer des pistes d'amélioration dans la prévention des inondations, en exploitant les concepts de périmètres spatio-temporels des événements naturels, l'évaluation des dommages causés par les inondations et les notions d'observation territoriale.

**Mots-clés :** Inondation, événement catastrophique, assurance, dommages, données de sinistralité, partenariats public-privé, observation des territoires.

---

## Flood events and territories - the cost of flooding in France

### *Spatio-temporal analysis of insured losses*

#### Abstract

Cost analysis of past flood events is essential for public and private stakeholders to improve the management and risk prevention. For instance, past events lessons learnt allow floodplain managers to justify their preventive measures or insurers to comfort by experience the assessments made on their portfolio's exposure. Yet only the most deadly, costly or dramatic (in the media at least) floods are being studied. Few in number, information and data are available on less damaging events which are more local and frequent, but they are difficult to use because they are produced by a variety of actors who do not communicate with each other and have different scopes of actions.

The aim of this PhD work is to promote the sharing of knowledge between public and private stakeholders to better understand the origin of the claims and propose new ways to improve the flood prevention. The research is therefore based on the concept of natural event spatio-temporal scopes, the flood damage assessment and territorial observation.

**Key-words:** Flood, disaster event, insurance, losses, claims data, public-private partnership, territorial observatories.

