



**HAL**  
open science

# Critique et analyse des bases de données sur les catastrophes naturelles pour la caractérisation des événements hydro-météorologiques à fort impact socio-économiques

Shirley Granda

► **To cite this version:**

Shirley Granda. Critique et analyse des bases de données sur les catastrophes naturelles pour la caractérisation des événements hydro-météorologiques à fort impact socio-économiques. *Météorologie*. 2014. dumas-01112103

**HAL Id: dumas-01112103**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01112103>**

Submitted on 2 Feb 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.



Crue à Vaison-la-Romaine 22/09/1992  
Photo: MJ TRICART  
Source : CenterBlog.net

**Critique et analyse des bases de données sur les catastrophes naturelles  
pour la caractérisation des événements hydro-météorologiques a forts  
impacts socio-économiques**

Mémoire soutenu le 9 Septembre 2014 devant un jury composé par :  
**Céline Lutoff, Isabelle Ruin, Sandra Rome.**

**Auteur: Granda, Shirley  
Septembre 2014**

## Sommaire

Remerciements .....	3
Introduction.....	4
Problématique.....	9
Les bases de données sources .....	15
Structuration de la Base de Données .....	24
Premier analyses spatio-temporelles des événements recensés dans la base compilée .....	29
Conclusion.....	39
Références Bibliographiques.....	41
Acronymes.....	43
Table des Figures.....	44
Table des Tableaux.....	44
Table des Matières .....	45
Annexes .....	46
Résumé .....	54
Abstract .....	54

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le gouvernement équatorien qui, à travers le Secrétariat National de Sciences et Technologies de l'Equateur (SENESCYT) et l'Institut Equatorien des Crédits Educatifs et Bourses (IECE) conjointement avec le gouvernement français à travers Campus France, ont investi en faveur du développement du talent humain et m'ont permis de renforcer mes capacités en poursuivant ma formation dans des établissements d'enseignements supérieurs de l'Etat français et d'effectuer ces mois de stage.

Je remercie également ma tutrice Celine Lutoff et mes maîtresses de stage Isabelle Ruin et Sandrine Anquetin pour le temps qu'elles m'ont consacré, leur suivi, leurs relectures, leurs conseils, leur soutien et surtout leur patience envers moi durant mon stage et la rédaction de ce mémoire. Je remercie également le laboratoire LTHE et tout son personnel pour l'accueil tout au long de ces 5 mois de stage.

Merci à toutes les personnes qui m'ont apportée leur aide. A Christie pour son aide avec Matlab, à Marie-The, Julien Touati, Maxime et Christelle pour leur temps dans la relecture de ce mémoire afin de corriger mon français. Aux doctorants du LTHE Jeremy, Saif, Galatia pour m'avoir donné un peu de leur temps et pour m'avoir aidée quand cela leur était possible. A Deborah et toute la bande des Arsènes (Arsène, Christie, Chao, Antoine, Pikku...) qui m'ont soutenu pendant tout ce temps. A toute la famille Vincent pour son accueil très chaleureux et son soutien.

Finalement un grand merci à mon ami et compagnon de tous les jours, mon cher époux Ruben Basantes pour tout son temps et pour son aide avec les corrections pour la finalisation de mon mémoire, et aussi tout ma famille qui depuis l'Equateur m'a envoyé son soutien.

# **Critique et analyse des bases de données sur les catastrophes naturelles pour la caractérisation des événements hydro-météorologiques a forts impacts socio-économiques**

## **1 Introduction**

### **1.1 Structure d'accueil**

Ce travail de stage se déroule au Laboratoire d'Etudes des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE, [www.lthe.fr](http://www.lthe.fr)) qui possède une quadruple tutelle : Université de Grenoble, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Institut de Recherche et Développement (IRD) et Institut Polytechnique de Grenoble (G-INP) , le LTHE appartient à l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, structure fédérative qui regroupe des laboratoires grenoblois de géophysique et de sciences de l'univers, ce laboratoire se distingue également comme un des 100 laboratoires d'excellence à l'échelle nationale.

### **Activité du laboratoire**

Le LTHE est consacré à la recherche sur le cycle de l'eau et ses liens avec le climat et l'environnement. Les recherches conduites au LTHE traitent des extrêmes climatiques et de la qualité de l'environnement. Pour mieux prévoir l'évolution des ressources en eau et du climat, les chercheurs du laboratoire s'intéressent aux processus qui agissent aux interfaces : le LTHE cherche à valider des hypothèses scientifiques sur le devenir de l'eau dans le sol et l'influence de la surface terrestre sur l'atmosphère.

### **Ressources Humaines en France et dans les pays du Sud**

Le laboratoire est structuré en plusieurs équipes de recherche, il est composée de 156 personnes dont 49 chercheurs et enseignants-chercheurs, 18 scientifiques invités ou contractuels, 56 doctorants et post-doctorants, 33 personnels techniques et administratifs, venus de différents horizons disciplinaires tels que la physique, la mécanique, les sciences de la Terre ou la biologie, travaillant en laboratoire et sur de nombreux sites naturels répartis sur quatre continents (Bénin, Bolivie, Brésil, Equateur, France, Inde, Israël, Jordanie, Mali, Mexique, Népal, Niger, Ukraine).

Au niveau de formation, le LTHE encadre 38 doctorants (dont 33% issus d'universités des pays du Sud) et 70 stagiaires (dont 57% de niveau Master et 14% issus d'écoles d'ingénieurs).

### **Présence régionale, nationale et internationale**

Le LTHE gère des programmes de recherche à différentes échelles:

- régionalement, suivi et caractérisation de sites sensibles ou à risques en partenariat avec les collectivités locales et les industriels.
- une implication forte dans des chantiers nationaux structurants tels que le Chantier MISTRALS (HYMEX : HYdrometeorology Mediterranean EXPERIMENT; SICMED : Surfaces et Interfaces Continentales en Méditerranée)

- une présence dans 15 pays (Afrique de l'Ouest, Amérique du Sud, Proche-Orient, Asie), un leadership sur de grandes opérations internationales (AMMA : Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine), et portage de grands observatoires (AMMA-CATCH sur les interactions entre cycle de l'eau et Atmosphère en Afrique de l'Ouest, Glacioclim sur les glaciers Andins et Himalayens).

### **Participation au sein du LTHE**

Ce travail a été conduit dans le cadre de l'équipe HydroMétéorologie, Climats et Impacts (HMCI) qui développe la ligne de recherche suivie dans ce stage dans le cadre du projet MOBICLIMeX.

Le projet MOBICLIMeX, financé par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR), s'intéresse à la dynamique des mobilités quotidiennes et résidentielles face aux extrêmes hydrométéorologiques en contexte de changement climatique. L'objectif est de proposer des méthodologies pour améliorer la compréhension du niveau actuel d'exposition humaine face à l'augmentation des fortes précipitations et des crues éclairs, en tenant compte du climat et de la dynamique sociale dans la période (1958-2010).

Ce stage s'inscrit dans le cadre de la tâche 3 du projet MOBICLIMeX: *Durabilité de la mobilité résidentielle face aux risques d'inondation dans le département du Gard*, sous la tâche 3.1 **Caractérisation des événements hydro-météorologiques à fort impact**. Il s'agit d'analyser les principales caractéristiques de ces événements particulièrement leur fréquence et sévérité dans le climat "actuel", contribuant ainsi à l'avancée des recherches, notamment par un travail de collecte et de structuration de données d'impact aux crues rapides et la caractérisation d'événements à forts impacts.

### **1.2 Contexte et objective de stage**

Les épisodes de précipitations intenses peuvent donner lieu à d'impressionnants événements d'inondations généralement catégorisés comme « crues rapides ou crues éclairs ». Ces phénomènes ont souvent une emprise spatiale réduite pouvant aller de quelques communes à une surface équivalente à la taille d'un département. Ils se déroulent sur une durée limitée de l'ordre de quelques heures à plusieurs jours pour les événements de plus grande extension spatiale (Ruin 2007). De ce fait, la rapidité d'occurrence, la forte distribution spatiale et temporelle des conséquences hydrologiques pour un même événement pluvieux constituent des facteurs qui compliquent l'identification et l'évaluation des possibles impacts, comme par exemple le taux de mortalité qui est bien supérieur aux inondations lentes, facilement prévisibles, qui se limitent à une surface plus ou moins vaste autour du réseau hydrographique principal.

Actuellement, les crues rapides sont bien souvent sous-estimées par la plus grande partie des bases de données existantes car elles sont mal identifiées et donc catégorisées; parfois, elles sont assimilées au terme général « d'inondation » ou elles sont incluses dans plusieurs catégories d'aléas empêchant ainsi toute analyse détaillée de leurs impacts.

Afin de mieux comprendre les « événements hydro-météorologiques à fort impact », et comment les circonstances physiques et sociales vont interagir pour provoquer de graves conséquences humaines (e.g. décès et blessures mais aussi évacuations ou opérations de

sauvetage), il est nécessaire de disposer d'informations qualitatives et quantitatives de qualité. En effet, ce genre d'informations permet de reconstituer le contexte hydro-météorologique dans lequel les événements se sont déroulés (Ruin et al. 2008) ; ces éléments sont critiques pour la gestion et la prévision de ces risques.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail de stage est dans un premier temps de porter un regard critique sur la façon dont sont répertoriés et caractérisés les événements hydro-météorologiques pouvant être assimilés au phénomène de crue rapide ou éclair dans les bases de données existantes recensant les impacts socio-économiques des événements dommageables. Sur la base de ce premier recensement, il s'agira ensuite de proposer une base de données compilée synthétisant les apports des bases de données sources afin de permettre la sélection d'un certain nombre d'événements, suffisamment documentés, semblant répondre aux critères « d'événement à fort impact ». Une analyse statistique notamment basée sur des critères spatio-temporels sera alors mise en œuvre pour identifier les circonstances physiques qui semblent associées à l'occurrence des plus forts impacts socio-économiques. Cette analyse nous permettra finalement de revenir sur la définition d'événement météorologique à fort impact.

### 1.3 Zone d'étude

Cette étude a été réalisée en trois régions du Sud-est de la France situées sous influence du bassin méditerranéen : Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte-D'azur et Languedoc-Roussillon. Au sein de ces régions, seuls les départements de l'Ardèche, de la Drôme, du Gard, d'Hérault et du Vaucluse sont pris en compte dans cette étude à raison de leur spécificité géographique et climatique. (Figure 1)

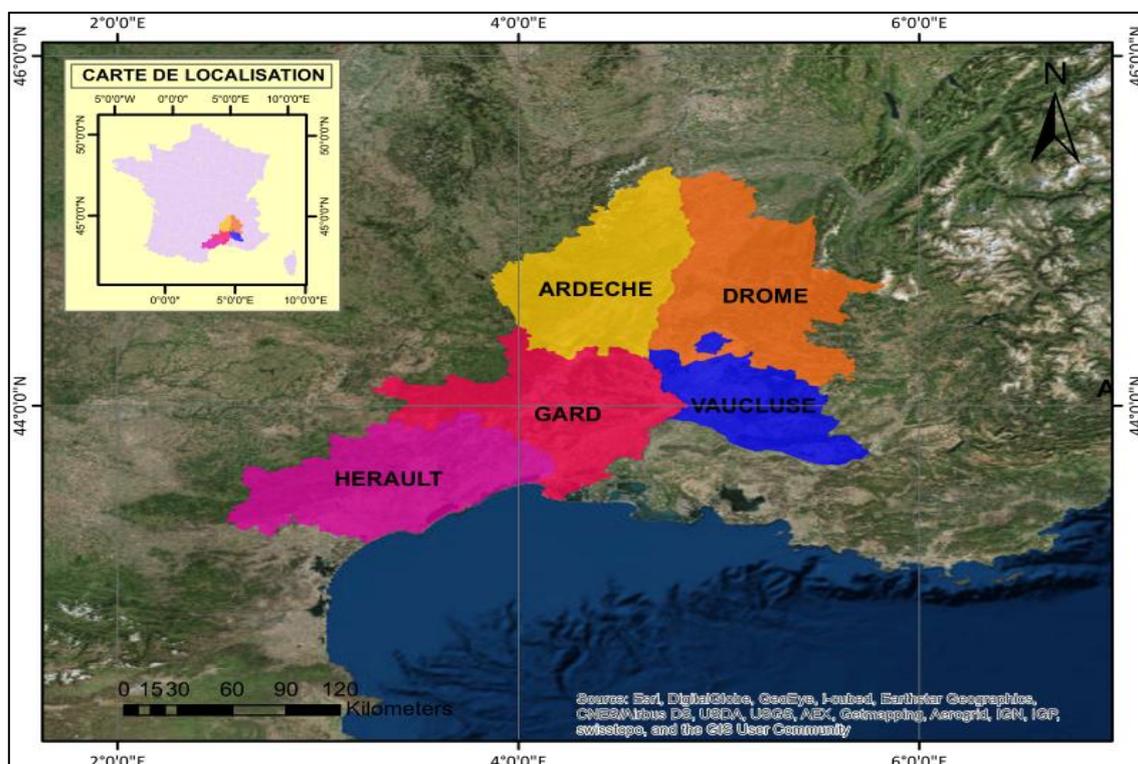


Figure 1. Carte de localisation de la zone d'étude.

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye

D'après Joly et al., (2010) les départements du Gard et de l' Hérault (Languedoc-Rousillon) et le département du Vaucluse (PACA), délimités par le versant sud-ouest des massifs montagneux des Pyrénées, du Massif Central et des Alpes, bénéficient d'un climat méditerranéen, tandis que les départements de la région Rhône-Alpes ont un climat un peu plus varié en raison de leur emplacement. En Drôme par exemple on trouve des climats continentaux, montagneux et méditerranéens et l'Ardèche offre des climats tempérés au Nord du département et méditerranéen au Sud.

Ces caractéristiques géographiques ajoutées aux facteurs climatiques spécifiques de la zone méditerranéenne sont des facteurs aggravants. Comme l'explique Antoine et al. (2001), l'opposition de deux masses d'air - celle venue du nord-atlantique, perturbée (fronts), humide et fraîche, et le flux de SE. plus chaud, venu d'Afrique du Nord et de Méditerranée centrale- se chargent d'humidité au-dessus de la Méditerranée, créant des discontinuités thermiques, ce qui a pour effet de réactiver les fronts de manière orageuse. De ce fait, les nuées pluvieuses qui les accompagnent peuvent survenir aléatoirement en tout point des plaines et piémonts méditerranéens.

Ces précipitations, souvent dues à des dépressions peu mobiles, se développant sur la Méditerranée et exacerbées par les reliefs environnants, prennent facilement un caractère excessif surtout en automne. Des épisodes de précipitations très intenses, parfois appelés épisodes cévenols ou épisodes méditerranéens, peuvent survenir, causant des crues éclair particulièrement dangereuses. Direction de la Climatologie (2009)

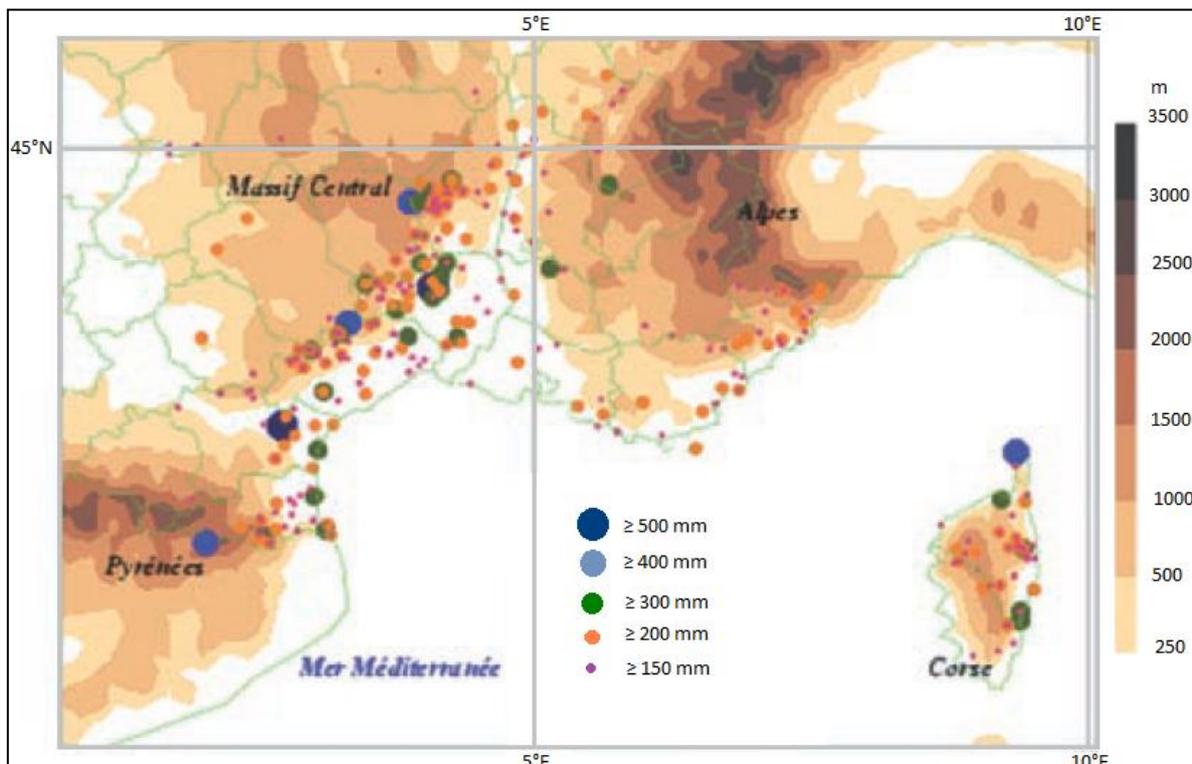


Figure 2. Localisation du maximum de précipitations sur le sud-est de la France. Période 1967-2006  
Source: Boudevillain et al., 2009

La Figure 2 présente ce qui a été exposé précédemment, elle montre dans une gamme de couleurs les départements du sud-est de la France pour les jours pluvieux dont le cumul quotidien de précipitations a atteint au moins 150 mm pour la période 1967-2006. Boudevillain et al., (2009). De même, la Figure 3 montre les départements qui ont subi des fortes pluies entre la période de 1964 à 2013, parmi eux les départements indiqués en couleur rouge foncée correspondent à ceux pris en compte dans la présente étude.

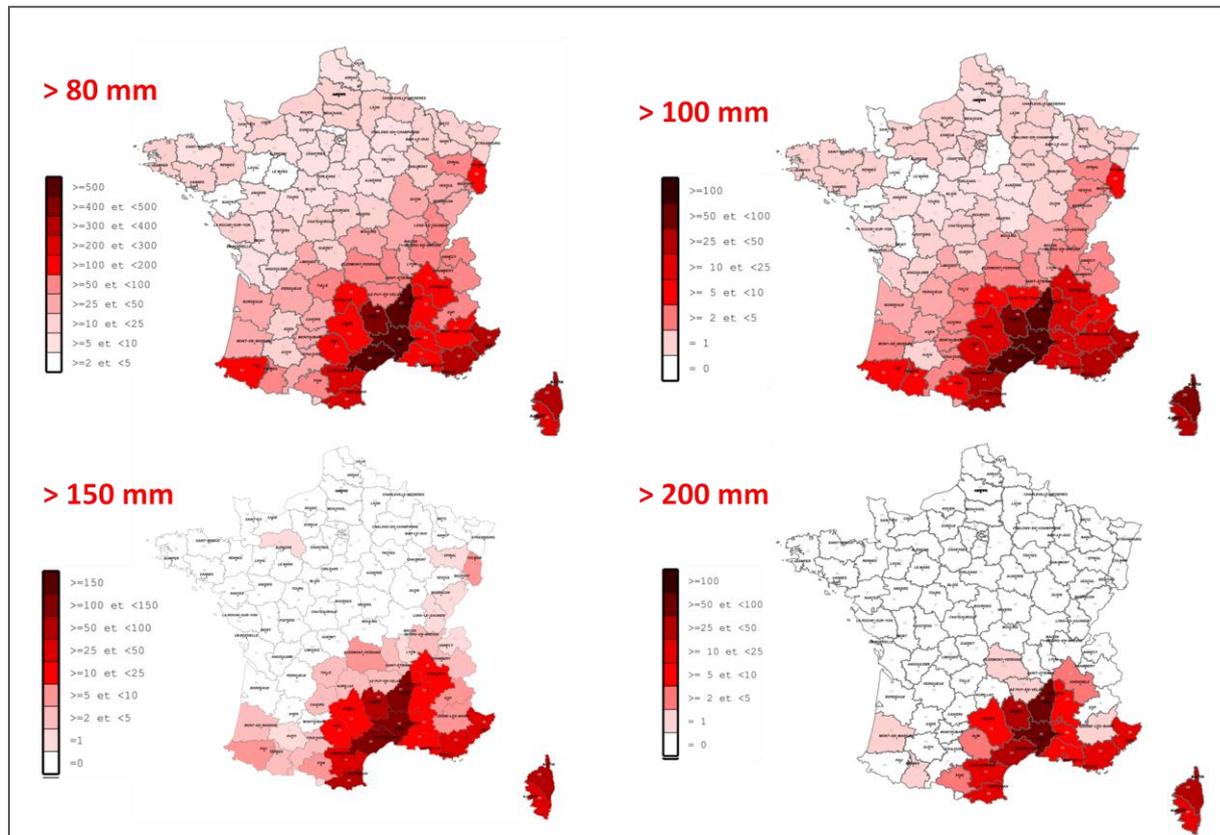


Figure 3. Episodes des fortes précipitations. Période 1964 – 2013.  
Source : <http://pluiesextremes.meteo.fr>. Edition 27/02/2014

La région du Languedoc-Roussillon est particulièrement exposée aux inondations, selon les données de population recensée par l'étude DIREN 2006 sur la base du recensement 1999 en zone inondable. Le Gard est considéré comme l'un des départements le plus vulnérables avec plus de 190 000 personnes résidant de manière permanente en zone inondable. Le recensement prévoit également que la ville de Montpellier (Hérault) compte environ 40 000 personnes exposées au risque.<sup>1</sup>

De la même manière, compte tenu de leur situation géographique et de leur relief, les départements de l'Ardèche et de la Drôme sont exposés à la plupart des risques majeurs naturels. En effet, le Sud Ardèche est soumis aux phénomènes de pluies cévenoles qui entraînent des crues torrentielles et la vallée du Rhône est sujette aux inondations du Rhône<sup>2</sup>. Par ailleurs, la plupart des cours d'eau du bassin versant de la Drôme ont un

<sup>1</sup> <http://www.laregion-risquesnaturels.fr/212-risques-en-lr.htm>

<sup>2</sup> <http://www.ardeche.gouv.fr> - Dossier Départemental des Risques Majeurs en Ardèche- 25/08/2014

fonctionnement de type torrentiel caractérisé par une montée des eaux très rapide au moment des forts évènements pluvieux.<sup>3</sup>

L'exposition de la région PACA aux risques naturels est directement associée au caractère « extrême » du climat méditerranéen, dont les précipitations automnales favorisent les inondations et d'autres types de risques. En Vaucluse 147 des 151 communes du département sont répertoriées comme étant concernées par le risque d'inondation.

Le Tableau 1 montre la population totale et la superficie en km<sup>2</sup> des différents départements de la zone d'étude, ainsi que le total de communes par département.

REGION	DEPARTEMENT	SUPERFICIE DES DEPARTEMENTS (km <sup>2</sup> )	POPULATION PAR DEPARTEMENT	NOMBRE DE COMMUNES PAR DEPARTEMENT
Languedoc-Roussillon	Gard	5 852,8 km <sup>2</sup>	718 357	353
	Hérault	6 101 km <sup>2</sup>	1 062 036	343
Rhône-Alpes	Ardèche	5 528,6 km <sup>2</sup>	317 277	339
	Drôme	6 530 km <sup>2</sup>	487 993	369
Provence-Alpes-Côte d'Azur	Vaucluse	3 567,3 km <sup>2</sup>	546 630	151

**Tableau 1. Données démographiques et de surface par départements.**

Sources : Insee, RP2006 et RP2011 exploitations principales.

Ces départements font partie du réseau de surveillance de l'Observatoire Hydrométéorologique Méditerranéen Cévennes Vivarais, à partir de lequel on peut obtenir information de précipitations pour une analyse ultérieure.

## 2. Problématique

Les catastrophes liées aux risques naturels ont gagné de plus en plus d'intérêt scientifique dans les dernières décennies en raison de leurs impacts socio-économiques et environnementaux importants (Papagiannaki et al. 2013).

Les inondations sont la principale cause de décès de catastrophes naturelles dans le monde entier et ont été responsables de 6,8 millions de décès dans le 20e siècle, entre les différentes typologies, les crues éclair caractérisées par des flux à grande vitesse et temps d'alerte courtes ont les taux de mortalité moyens les plus élevés par cas et sont responsables de la majorité des décès d'inondation dans les pays développés. Jonkman (2005)

*Dans ce sens, la présente étude tente de répondre aux questions suivantes :*

- Quelles sont les apports respectifs des différentes bases de données d'impact existantes pour la caractérisation des événements à fort impact ?
- Peux-on identifier un lien entre signature spatio-temporelle des pluies à l'origine des événements à fort impact et conséquences socio-économiques ?

*Pour répondre à ces questions, ce travail vise à :*

<sup>3</sup> <http://www.drôme.gouv.fr/drôme-a1229.html>. Consultée le 25/08/2014

- Identifier, croiser et comparer les informations issues des différentes bases de données existantes et prendre en compte les critères utilisés pour classer l'événement (durée de l'événement, placement, impact) étudiant les événements hydro-météorologiques qui se sont produits sur la région du sud de la France, dans la période 1985 – 2010.
- Structurer une base de données des événements hydro-météorologiques à forts impacts contenant l'information extraite des bases de données sources.
- Analyser les événements survenus sur la base de critères spatio-temporels afin d'identifier les circonstances physiques et sociales qui leurs sont associées.

## 2.1 Caractéristiques des crues rapides

Dans un but de simplification, et compte tenu de la définition ci-dessus établie dans cette étude, on cherche à clarifier ce qu'est une « crue éclair », pour cela nous pouvons nous référer à la définition fournie par Jonkman (2003, 2005):

*« Flash floods occur after local rainfall with a high intensity, which leads to a quick raise of water levels causing a threat to lives of the inhabitants. The time available to predict flash floods in advance is limited. Severe rainfall on the flood location may be used as indicator for this type of flood. Generally occurs in mountainous areas. »*

Selon la typologie retenue en France depuis 1992 et celle de la Direction Régional DIREN Rhône-Alpes délégation du Bassin Rhône-Méditerranéen, les « crues éclair » également appelé crues torrentielles présentent les caractéristiques suivantes:

- ont un temps de montée très court (quelques heures) ;
- se produisent sur de petits bassins versants à l'occasion d'orages localisés,
- se produisent là où la pente et l'imperméabilisation favorisent le ruissellement.
- peuvent s'accompagner de fortes érosions et de charriage de matériaux
- concernent plus particulièrement les régions du sud de la France et les régions montagneuses
- sont souvent dévastatrices et meurtrières.

En plus des caractéristiques déjà mentionnées, le document *Storm Data Preparation*<sup>4</sup> du Service d'instruction de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), donnent des éléments complémentaires pour l'identification des crues éclair (flash floods) :

- Les crues rapides durent un maximum de deux à trois jours consécutifs.
- Les crues rapides sont caractérisées par un temps de réponse inférieur à 6h, durée qui sépare l'événement causal (pluie, rupture de barrage, fonte glaciaire) du pic de crue dans la rivière

---

<sup>4</sup> Storm Data : Est une publication officielle de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) qui documente l'occurrence des tempêtes et autres phénomènes météorologiques significatifs ayant une intensité suffisante pour causer la perte de la vie, des blessures, des dommages matériels importants, et / ou des perturbations de l'activité économique.

Pour résumer, les facteurs qui semblent jouer un rôle prépondérant dans la génération des crues rapides, Ruin (2007) indique que les crues rapides sont déclenchées par des cumuls de pluie extrêmement variables allant de moins de 50 mm à plus de 400 mm, et souligne que d'après Kelsch et al. (2001) l'intensité horaire apparaît comme un indicateur beaucoup plus pertinent pour détecter les conditions propices aux crues rapides (Voir Tableau 2).

Cumul de pluies (mm)	Durée des pluies (heure)	Surface des bassins versants (km <sup>2</sup> )	Phénomènes
200	< 6 h	25 – 2500*	Crues rapides
50	< 1 h	1 - 100 (Surf. imperméabilisés - Urbain)	Crues rapides « éclair »

**Tableau 2. Caractéristiques des Crues rapides et crues éclair.**

Source: \* Anquetin et al., 2004, D'après Ruin, 2007

## 2.2 Recensement des bases de données d'impact

Plusieurs études s'intéressent aux impacts générés par l'occurrence d'événement hydro-météorologiques avec notamment l'analyse de la distribution spatiale et temporelle des impacts socio-économiques. Parmi celles-ci, les études suivantes nous ont semblé particulièrement intéressantes pour l'objet de la présente étude.

- Ashley et Ashley 2008, présente une compilation des inondations meurtrières qui ont eu lieu aux États-Unis entre 1959 et 2005. Cette étude met en évidence les crues éclairs comme la principale cause de décès ainsi que les groupes des personnes les plus vulnérables.
- La base de données du projet européen FLASH, recueille les informations sur les principales inondations à forts impacts et crues éclairs dans les pays de la Méditerranée enregistrées entre 1990 et 2006. Ce travail intègre l'information de différentes bases de données, de documents scientifiques et d'informations provenant de la presse. Il présente par ailleurs une analyse spatiale et temporelle de la distribution des crues et leur impact social, événements liées avec intenses précipitations (plus de 60 mm ont été pris en compte). Il conclut notamment que les inondations sont moins fréquentes dans les pays du sud que dans les pays du Nord de la Méditerranée, mais sont généralement plus catastrophiques avec un nombre élevé des victimes. (Llasat et al., 2010).
- Papagiannaki et al. (2013) présentent le développement d'une base de données des événements à forts impacts liés à des phénomènes météorologiques (inondations, crues éclairs, grêle, neige / gel, tornades, tempêtes, vagues de chaleur) en Grèce entre la période 2001 -2011. Cet article examine la distribution spatiale et temporelle des phénomènes météorologiques en tenant compte de l'intensité des conditions météorologiques et de l'incidence sur la société.
- Doocy et al. (2013) fait un examen historique des événements et un examen systématique de la littérature pour les publications relatives aux impacts humains des inondations survenus entre 1980-2009, en soulignant les impacts humains des

inondations. Ce travail a pris en charge la compilation des données qui appartiennent à plusieurs bases de données, dont EM-DAT (EMergency Data Base) et DFO (Dartmouth Flood Observatory), deux des principales sources. Les résultats qui peuvent ressortir de cet examen historique sont conformes aux observations précédentes : la mortalité des inondations varie selon la région, le niveau de développement économique et la gravité de l'événement. La vulnérabilité des personnes face aux inondations augmente de plus en plus, en grande partie à cause de la croissance démographique, de l'urbanisation, de l'utilisation des terres, et des facteurs climatologiques associés à l'augmentation des précipitations extrêmes.

- De la même manière, Llasat et al., (2013) décrivent une base de données sur les impacts sociaux des crues méditerranéennes, développés dans le cadre du projet HYMEX (Hydrological Mediterranean Experiment), en recensant les inondations sur une période de 30 ans, de 1981 à 2010, dans certaines régions spécifiques de l'Espagne, la France et l'Italie, où des crues éclaircies sont très fréquentes. Cette base de données montre une liste complète des inondations et des crues soudaines, cherchant à évaluer l'importance des événements considérés comme mineurs mais fréquents, ces derniers n'étant généralement pas inclus dans la plupart autres bases de données. Les événements ont été classés comme : ordinaires, extraordinaires et catastrophiques et fondés sur les effets produits par chaque épisode (Llasat et al. 2005).

Toutes ces études sont basées sur l'information provenant des bases de données de fortes pluies et des inondations à l'échelle mondiale et dans la région méditerranéenne.

Les données proviennent de sources publiques et privées qui mettent à disposition ce type d'informations : organismes gouvernementaux, organisations non gouvernementales, organismes d'assurance, presse, centres de recherche, pour constituer des bases de données telles que l'EM-DAT du Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Natural Hazards Assessment Network (Nathan) et NatCat (Natural Catastrophe) de Munich Re, Sigma de Swiss Re, Dartmouth Flood Observatory (Université du Colorado). L'imprécision spatiale et temporelle de certaines données et surtout les différences de critères pour la classification des événements rendent compliqué le croisement de ces bases de données et l'étude d'un événement et de ses conséquences, en particulier à des échelles plus fines.

Cependant, l'accès à certaines bases de données est restreint ou réservé aux abonnés ; c'est le cas des bases de données qui appartiennent à des compagnies d'assurance (Munich Re et Swiss Re par exemple). Il est alors possible d'obtenir des informations à travers des rapports annuels moins détaillés. D'autres bases sont d'accès public comme celles de EM-DAT et le DFO ; elles fournissent des informations pertinentes sur les événements, mais ne concernent que des événements qui répondent aux intérêts et aux critères spécifiques définis par chaque organisme gestionnaire.

Certains auteurs (e.g. Petrucci and Pasqua 2008; Petrucci et al. 2012; Llasat et al. 2013) s'accordent à dire que l'obtention d'informations exactes sur les événements (dates, dommages, victimes, localisation) est l'un des nombreux problèmes qui doivent être considérés lorsque cette information est traitée. Les données obtenues doivent être compilées, adaptées et analysées selon les besoins sectoriels ou spécifiques de la recherche.

Par ailleurs, les différentes méthodologies utilisées par les organismes institutionnels entraînent des interprétations différentes des événements : alors que des événements vont être considérés comme catastrophiques dans certaines bases de données, ils vont être rejetés en tant que tels ou ne seront pas pris en compte dans d'autres, car ils ne remplissent pas les critères spécifiques requis.

### **2.3 Vers une définition des événements à fort impact**

Pour arriver à caractériser des événements à forts impacts, on considère nécessaire de partir de la base de certaines définitions ainsi que des caractéristiques propres des événements ayant donné lieu à des arrêtés Cat'Nat'.

#### **Quelles sont les caractéristiques des événements reconnus par un arrêté de catastrophe naturelle ?**

La loi N° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes dans sa version consolidée du 1 août 2008 et reprise par l'article L-125-1 modifiée par la loi du 25 décembre 2007 de code des assurances, assure l'indemnisation à toute personne physique ou morale autre que l'Etat, ayant souscrit un contrat d'assurance contre les dommages incendie ou tout autre dommage à des biens situés en France garantissant ainsi les droits de l'assuré contre les effets des catastrophes naturelles.

L'état de catastrophe naturelle est constaté par arrêté interministériel qui délimite les zones affectées et la période pendant laquelle s'est déroulée la catastrophe, et qui identifie la nature des événements et des dommages engendrés.

Pour qu'un événement soit reconnu comme catastrophe naturelle, il doit répondre à certains critères qui font l'objet d'un contrôle du juge, et revêtir une intensité anormale que des mesures préventives n'auraient pu éviter. L'appréciation du caractère anormal est effectuée en comparant l'intensité d'un événement naturel donné, à celle des autres événements naturels de même nature, dans la même région notamment.<sup>5</sup>

D'après Douvinet and Vinet (2012) pour déclarer une inondation comme catastrophe naturelle, la pluie mesurée au plus près de la zone touchée doit présenter une intensité supérieure à la valeur décennale<sup>6</sup> pour être qualifiée d'anormale. Elle doit être mesurée sur un pas de temps supérieur à une heure, ce qui peut poser des problèmes sur des épisodes pluvieux très courts dans le temps et/ou focalisés dans l'espace.

#### **Comment définit-on un événement?**

Dans le livre l'Ecole des Annales, Burguière (2006) considère qu'un événement peut être tant politique, scientifique, naturel qu'historique, ce qui advient à une date et à un lieu déterminés. Il est donc spatio-temporel. Par ailleurs, il est ce qui se distingue du quotidien,

---

<sup>5</sup> Fiche 60 : Constatation administrative de l'état de catastrophe Naturelle.

[http://jurisprudence.prim.net/jurisprud2013/60\\_fiche.php](http://jurisprudence.prim.net/jurisprud2013/60_fiche.php). Consultée 20/06/2014

<sup>6</sup> Valeur décennale représente la durée de retour d'un événement, c'est à dire la durée moyenne de la période durant laquelle un événement est réputé se reproduire ; ici égale à 10 ans.

[http://pluiesextremes.meteo.fr/glossaire\\_r18.html](http://pluiesextremes.meteo.fr/glossaire_r18.html). Consultée 20/06/2014

du banal, du quelconque. En tant que tel il est donc un fait qui se distingue des autres faits de même nature.

Ubyrisk consultants dans le document explicatif de sa base de données CATNAT, nous présente ce qui constitue pour eux un *événement naturel dommageable* en se basant sur trois critères d'importance décroissante : le type du phénomène générateur de l'événement, la période de réalisation de l'événement, l'extension spatiale de l'événement, en les classent aussi sur une échelle de gravité des dommages qui prend en compte les conséquences humaines et les conséquences matérielles.

« DesInventar » (Disaster Inventory System) est un outil conceptuel et méthodologique pour la construction de bases de données des pertes, dommages ou des effets provoqués par les situations d'urgence ou de catastrophes. Il permet d'avoir un système d'acquisition, de consultation et d'affichage des informations sur les catastrophes de petite, moyenne et grande incidence, sur la base de sources de données telles que des journaux et rapports institutionnels dans neuf pays d'Amérique latine. De 1994 ce projet a été mené par le RED (Réseau d'études sociales sur la prévention des catastrophes en Amérique latine). Cet effort a ensuite été repris par le PNUD<sup>7</sup> et l'UNISDR<sup>8</sup> qui a parrainé la mise en œuvre de systèmes similaires dans les Caraïbes, l'Asie et l'Afrique. Le RED souligne la conceptualisation des deux termes «Événement» et «désastre» en les considérant comme le noyau de la méthodologie de sa base de données.

Pour DesInventar un « Event » est défini comme tout phénomène socio-naturel qui peut être considéré comme une menace pour la vie, les propriétés et les infrastructures.; Le terme «désastre» est défini comme l'ensemble des effets indésirables causés par des phénomènes socio-naturels et naturels sur la vie humaine, les propriétés et les infrastructures (un «événement») au sein d'une unité géographique spécifique pendant une période de temps donnée.

De son côté le Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) utilise le terme «événement » pour définir une catastrophe qui dépasse les capacités locales et qui nécessite une demande à un niveau national ou international pour l'aide extérieure; souvent, un événement imprévu et soudain provoque beaucoup de dégâts que la destruction et la souffrance humaine.

### Qu'est-ce qui est considéré comme fort impact ?

Le service météorologique du Canada (MSC , sigles en anglais) dans la 22ème Conférence sur l'Analyse de la prévision météorologique définit un événement à fort impact comme ayant «causé des dommages, risques pour la santé, des impacts économiques importants, etc.» (McCarthy 2007)., ces impacts sont évalués en 4 sections: (1) **les personnes** (individus, familles, travailleurs, biens personnels, leur travail, les modes de vie, la santé, etc. (2) **la société** (Communautés, de la santé, les infrastructures, les interventions d'urgence, etc. (3) **l'économie** (transports, les loisirs, le tourisme, l'agriculture, l'aviation, etc. (4) **l'environnement** (atmosphère, l'eau, la terre, la biosphère, etc.). Cependant, en 2009 une

---

<sup>7</sup> PNUD: Programme des Nations Unies pour le développement

<sup>8</sup> UNISDR: Le Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes

nouvelle définition plus simple et plus précise identifient les «HIW High impact weather» ou «événements à forts impacts » comme des événements climatiques qui peuvent entraîner des importantes répercussions sur la sécurité, les biens et/ou l'activité socio-économique» (Sills 2009). Dans ces deux définitions, le terme « important » reste néanmoins à préciser.

Dans le document scientifique du projet MobiCLimex, un événement à fort impact est défini comme « un événement à fortes précipitations » qui peut conduire à des crues éclair (flash floods) et/ou causer des dommages matériels et des pertes de vies humaines.<sup>9</sup>

Étant donné le manque de précision dans ces définitions, on cherchera à parvenir à cette terminologie en cherchant tout au long de l'étude les caractéristiques qui permettent de définir un événement de fort impact.

### 3. Les bases de données sources

Pour procéder à l'identification des événements à fort impact, cinq bases de données ont été utilisées, appelées "bases de données source". Les informations et les données qu'elles gèrent sont présentées ci-dessous, tout comme les institutions auxquelles elles appartiennent. On présentera également une comparaison des méthodes et des critères à remplir par les événements pour être enregistrés dans chacune des bases de données.

#### 3.1 Quelles informations contiennent-elles ?

La base de données pour l'identification des événements à forts impacts, est une compilation de tous les événements hydrologiques et météorologiques, issus de cinq distinctes bases de données internationales, nationales et régionales dans la période de 1985 – 2010, et elle comprend les suivants:

##### A l'échelle internationale :

- 1) La base de données de **EM-DAT** (EMergency DATa Base) a été développée par le Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED, sigles en anglais) de l'Université Catholique de Louvain (UCL). EM-DAT contient les informations essentielles sur l'occurrence et les impacts de plus de 20 400 catastrophes dans le monde depuis 1988. (Guha-Sapir et al. 2013)

L'objectif principal de la base de données est de servir à des fins humanitaires au niveau national et international, afin de rationaliser la prise de décision pour la préparation aux catastrophes et fournir une base objective pour l'évaluation de la vulnérabilité et l'établissement des priorités.

EM-DAT est l'une des bases de données les plus connues et sur lesquelles se sont basés un certain nombre d'investigations, son contenu est basé en diverses sources telles que: organisations des Nations Unies, organisations non-gouvernementales, compagnies d'assurance, instituts de recherche. Il faut noter que les informations des Nations Unies, des

---

<sup>9</sup> ANR GUI AAP 05 – Doc Scientifique 2012 – VF

organisations gouvernementales, de la Fédération Internationale de la Croix Rouge et de la Société du Croissant Rouge, sont plus prises en compte à cause de leur pertinence.<sup>10</sup>

EM-DAT distingue deux catégories génériques pour les catastrophes (naturelles et technologiques), la catégorie des catastrophes naturelles étant divisée en 5 sous-groupes et ceux-ci divisés simultanément dans 12 sous-types. Seulement les catastrophes de type météorologiques et hydrologiques ont été considérées dans la base de données EFI.

Les informations de EM-DAT, peuvent être téléchargé à partir du site web du CRED à travers d'une recherche avancée, mais les données comprennent une résolution spatiale au niveau des pays et la date de survenance de l'événement c'est que en années. A travers le lien «Liste des catastrophes», il est possible d'obtenir information sur la localisation géographique au niveau départemental et les dates d'apparition des événements en jj /mm/aaaa, ces informations peut être affiché mais pas télécharger. La possibilité d'obtenir des informations complètes est possible sur la demande au CRED.

Un certain nombre d'événements enregistrés par EM-DAT ont été écartés de la base de données pour identifier des événements à fort impact, dû au manque d'information en le jour de survenance de l'événement, et étant la date de début, la base de l'analyse des événements, on a choisi de ne pas les considéré.

- 2) Le **Darmouth Flood Observatory (DFO)** de l'Université du Colorado, réalise des mesures spatiales des eaux de surface pour la recherche, l'éducation, et les applications humanitaires. Le DFO n'as pas seulement vocation à comptabiliser les victimes mais il fournit également des mesures et des cartographies des inondations par télédétection à échelle mondiale (Boissier 2013).

Le **Global Archive of Large Flood Events** du DFO, enregistrées tous les inondations à travers le monde, cette base de données fournit diverses informations sur les événements, et compris le numéro Glide (Glide Number), qui identifie un code unique par danger enregistré, cependant, la majorité des événements en France pour la période d'étude ne contenait pas cette information, ce qui rend difficile la comparaison des bases de données, en particulier si nous voulons connaître le type d'alea qui a provoqué l'inondation.

Le « Global Archive of Large Flood Events » du DFO recueille l'information de la presse, des agences gouvernementales et des sources instrumentales et de télédétection depuis 1985 – 2009. A ce jour, il enregistre plus de 4200 événements des catastrophes sur des inondations et près de 640000 décès liés à eux.<sup>11</sup>

En ce qui concerne les données statistiques sur la mortalité, le DFO s'appuie sur rapports des journaux qui habituellement sont spécifiques à ce sujet, dans le cas où la source de l'information fait une mention en termes «centaines» ou «scores» tué; DFO applique les estimations suivantes:

- «centaines» = 300;
- «scores» = 30;

---

<sup>10</sup> Site web: <http://www.emdat.be>. Consulté le 24/03/2014

<sup>11</sup> Site web: <http://floodobservatory.colorado.edu>. Consulté le 24/03/2014

- «plus d'une centaine» = 110 (nombre donné plus 10%).

Les personnes disparues au sein de ce paramètre ne sont pas considérées comme décès.

Boissier (2013) critique la méthodologie de DFO, en le classant comme une source d'imprécision, tandis que Jonkman (2005) lors de ses études a souligné les erreurs introduites par cette classification et recommande la collecte de données précises.

Erreurs dans les informations et commentaires sur les événements ont également été détectés, dans le cas de l'événement 03/10/1988 eu lieu à Nîmes (Gard), dont les informations n'ont aucun rapport avec l'événement ou le pays où l'événement s'est produit, des informations sur un événement dans Mumbai est ce qui peut être trouvé.

- 3) Une autre base de données qui recense également toutes les catastrophes naturelles dans le monde, est la base de données construite par **Ubyrisk Consultants, CATNAT** (Catastrophes naturelles)<sup>12</sup> consultable en ligne. Elle identifie les événements à partir du 01/01/2001 jusqu'à présent ; cette base de données est continuellement mise à jour, ce catalogue en ligne est limité aux 5 premiers résultats pour les visiteurs du site. Cependant, les utilisateurs abonnés ont accès à l'intégralité de la base de données ainsi qu'à une fiche descriptive des événements. La base de données **CATNAT** enregistre un événement au sein de sa base dès l'instant où il y a des préjudices humains ou matériels avérés.

Le site web « CatNat.net » met également à disposition pour les utilisateurs, la base de données des arrêtés de catastrophes naturelles par commune et par risque depuis 1982 par toute la France. Cette base fournit un soutien aux fiches communales disponibles sur le site web du Ministère de l'Ecologie. On peut trouver également dans ce site web des bases de données réglementaires comme la base de données des zones inondables issue de la base MEDDEE Gaspar, entre autres; cependant l'accès à ces données est limité aux abonnés.

### **A l'échelle régionale:**

- 4) Au niveau du bassin méditerranéen, le projet HyMeX (Experiment Méditerranée hydrologique) a élaboré une nouvelle base de données des impacts sociaux des inondations en Méditerranée. La base de données **FLOODHYMEX** inclut ainsi des événements provoqués par des phénomènes d'inondations et des crues éclair : tous les événements qui durent une journée ou moins sont considérés comme des crues éclair. Elle considère par ailleurs les phénomènes primaires et secondaires liés à des événements de précipitations. Dans cette base de données l'identification de la typologie de l'inondation est transmise par le fournisseur de données.

FLOODHYMEX se focalise sur les événements survenus entre 1981 et 2010, dans les régions représentatives des pays du secteur nord-ouest de l'Europe méditerranéenne : Espagne (Catalogne, îles Baléares), Italie (Calabre) et France (Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées et PACA). Cette base de données fournit : des chiffres significatifs de chaque événement, les principales caractéristiques hydrologiques (débit maximum et / ou débit journalier), des

---

<sup>12</sup> Site web: <http://www.catnat.net/donneesstats/bd-catnat?view=catalogue>. Consulté le 24/03/2014

données météorologiques (précipitation maximale enregistrée dans les 24 h et / ou pendant la totalité de l'événement) de la rivière et du lieu où ils ont été enregistrés ; ainsi que des informations révélatrices de l'existence des dommages (routes / rues, les ponts, les voitures traînées (et le nombre), les chemins de fer, bâtiments, monuments / sites historiques, de lignes électriques / téléphoniques, aqueducs / systèmes de drainage / gazoducs, etc. ).

## A l'échelle nationale

5) En France, le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie et la Direction Générale de la Prévention des Risques – SRNH, qui répertorie les **événements naturels dommageables survenus en France de 1900 à 2012**, enregistre un total de 141 événements dans cette période. Dans notre étude, nous nous référons à cette base de données sous l'appellation « **prim.net** », nom du site web à travers lequel on peut accéder à cette information<sup>13</sup>. La base de données **prim.net** d'autre part, fournit des informations de localisation plus détaillée, permettant de connaître le principal département affecté et l'épicentre de l'événement.

### 3.2 Comparaison des bases de données

Tout au long de cette étude, des divergences et inexactitudes entre ces cinq bases de données sources ont été relevées. Les principales différences constatées sont dues à :

- Différents critères pour inclure un événement dans les bases de données
- Typologie des événements liés à différents phénomènes.
- Différentes échelles de gravité.
- Différences dans les dates de début et fin des événements
- La différence entre les statistiques fournies (nombre des victimes, seuil de dommages) ce qui conduit inévitablement à générer des différences dans l'interprétation.

Le Tableau 3 et Tableau 4 montrent un résumé comparatif des différents critères qui sont considérés pour inclure un événement dans chaque base de données, ainsi que, les caractéristiques les plus pertinentes des bases de données internationales et régionales, considérés dans cette étude.

---

<sup>13</sup> Site Web : [http://catalogue.prim.net/94\\_tableau-des-evenements-naturels-dommageables-survenus-en-france-de-1900-a-2012.html](http://catalogue.prim.net/94_tableau-des-evenements-naturels-dommageables-survenus-en-france-de-1900-a-2012.html). Consulté le 24/03/2014

Organisme	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) - Université Catholique de Louvain	Darmouth Flood Observatory - Université du Colorado	Observatoire permanent des catastrophes naturelles et des risques naturels - Ubyrisk Consultants
<b>Nombre du Base de Données</b>	Emergency Events Database	Global Active Archive of Large Floods	CATastrophes NATurelles.net
<b>Sigles du Data Base</b>	<b>EM-DAT</b>	<b>DFO</b>	<b>CATNAT</b>
<b>Résolution Temporal</b>	Date Début - Date de Fin	Date Début - Date de Fin	Date Début - Date de Fin
<b>Résolution Spatial</b>	- Pays au Département	- Pays au Commune - Duration en jours	- Pays au Département
<b>Période de Couverture</b>	De 1900 au présent	De 1985 au présent	De 2001 au présent
<b>Type</b>	- Catastrophes naturelles - Catastrophes technologiques et - Situations d'urgence complexes.	Inondations	Evénements dommageables d'origine naturelle constituant l'actualité quotidienne des catastrophes naturelles
<b>Critères de sélection dans la base</b>	Au moins un des critères suivants doivent être remplis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Au moins 10 décès.</li> <li>• Au moins 100 personnes affectées ou sinistrées.</li> <li>• Déclaration de l'état d'urgence.</li> <li>• Appel à l'aide internationale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dommages importantes aux structures ou à l'agriculture</li> <li>• Avec un intervalle importante depuis le dernier événement similaire</li> <li>• Et/ou de décès</li> </ul>	Chaque événement naturel dommageable dès qu'ils ont: <ul style="list-style-type: none"> <li>• des conséquences humaines significatives et/ou</li> <li>• des conséquences matérielles</li> </ul>
<b>Sources</b>	- Agences des Nations Unies - Organisations non gouvernementales - Compagnies d'assurance - Instituts de recherche - Agences de presse	- Grande variété de sources d'information <a href="http://www.dartmouth.edu/~floods/Resources.html">http://www.dartmouth.edu/~floods/Resources.html</a> - Gouvernemental sources	Sources multiples et croisées: - Agence de presse - Compagnies de réassurance - Instituts de recherche - ONG, agence de l'ONU
<b>Accès</b>	Accès Public. Téléchargement en format .csv Accès à d'importants ensembles de données brutes de la base de données EM-DAT, faire demande officielle au CRED	Accès public. Téléchargement en format .xls	Version interrogeable en ligne. Accès Public. Le catalogue d'événement est limité aux 5 premiers résultats. Format .csv
<b>Site Internet</b>	<a href="http://www.emdat.be/database">http://www.emdat.be/database</a>	<a href="http://floodobservatory.colorado.edu">http://floodobservatory.colorado.edu</a>	<a href="http://www.catnat.net/donneesstats/bd-catnat?view=bdcatnat">http://www.catnat.net/donneesstats/bd-catnat?view=bdcatnat</a>

Tableau 3. Tableau synthèses des principales caractéristiques et critère de classement des Base de Données Internationales

Organisme	Hydrological Mediterranean Experiment (HYMEX)	Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDDE) - Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR)	
<b>Nombre du Base de Données</b>	Societal Impact database	Evénements naturels dommageables survenus en France de 1900 à 2012	Gestion Assistée des Procédures Administratives relatives aux Risques naturels et technologiques
<b>Sigles du Data Base</b>	FloodHymex	prim.net	GASPAR
<b>Résolution Temporal</b>	Date Début - Date de Fin	Date Début - Date de Fin	Date Début - Date de Fin
<b>Résolution Spatial</b>	- Pays au Région administrative	- Pays au Département	- Région au Commune
<b>Période de Couverture</b>	De 1981 - 2010	De 1900 au 2012	De 1982 au présent
<b>Type</b>	- Inondations (FL) - Crues éclair (FF), - Glissements de terrain (LS).	Accidentés graves et catastrophes	Arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle
<b>Critères de sélection dans la base</b>	Événements : • Ordinaire • Extraordinaire • Catastrophique	Événements ayant occasionné : • Plus de 3 millions de € • Une victime au moins	Événements reconnus comme catastrophe naturelle, doivent: • Revêtir une intensité anormale que des mesures préventives n'auraient pu éviter
<b>Sources</b>	Pour France: - Prim.net - EM-DAT - Nathan	- Agence de Presse Française (AFP) - Caisse centrale de réassurance (CCR) - Swiss Ré (Sigma) - Munich Ré (NatCat) - (CRED) de l'Université de Louvain (Belgique) et - Nombreuses autres sources accessibles à partir d'internet.	
<b>Accès</b>	Accès restreint. Format .xls	Accès Public. Téléchargement en format .xls	Accès Public. Téléchargement en format .ldb - Access 2000
<b>Site Internet</b>	<a href="http://mistrals.sedoo.fr/?editDatsId=1150&amp;datsId=1150">http://mistrals.sedoo.fr/?editDatsId=1150&amp;datsId=1150</a>	<a href="http://catalogue.prim.net/94-tableau-des-evenements-naturels-dommageables-survenus-en-france-de-1900-a-2012.html">http://catalogue.prim.net/94-tableau-des-evenements-naturels-dommageables-survenus-en-france-de-1900-a-2012.html</a>	<a href="http://macommune.prim.net/gaspar/">http://macommune.prim.net/gaspar/</a>

Tableau 4. Tableau synthèses des principales caractéristiques et critère de classement des Base de Données Nationales/Régionales

Outre les différences déjà mentionnées, les seules bases de données qui fournissent une localisation en termes de coordonnées géographiques sont cela de DFO et CATNAT. Chaque événement enregistré dans DFO est géoréférencé sous forme de polygone représentant les zones géographiques estimées affectées par les inondations.. CATNAT quant à lui, prend comme référence celle du lieu où les dommages matériels ou humains ont été les plus importants.

L'échelle de gravité est facteur que varie également selon la méthodologie et les variables considérées, prim.net par exemple établi cinq critères de classification qui permettent d'étiqueter un événement selon les dommages humains ou/et matériels qu'il a causé. Le Tableau 5 présente l'échelle de gravité établie par le MEDEE et utilisée par prim.net pour le classement des événements.

Classe	Dommages humains	Dommages matériels
<b>0 Incident</b>	aucun blessé	<0,3 M€
<b>1 Accident</b>	1 ou plusieurs blessés	de 0,3 à 3 M€
<b>2 Accident grave</b>	1 à 9 morts	de 3 à 30 M€
<b>3 Accident très grave</b>	10 à 99 morts	de 30 à 300 M€
<b>4 Catastrophe</b>	100 à 999 morts	de 300 M€ à 3 G€
<b>5 Catastrophe majeure</b>	1 000 morts ou plus	3 G€ ou plus

**Tableau 5. Echelle de gravité des dommages dans la base de données de Prim.net**

Source : Mission d'Inspection Spécialisée de l'Environnement (1999).

M€ = million d'euros, G€ = milliard d'euros

Pour déterminer le niveau de gravité des dommages CATNAT s'inspire du classement utilisé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (prim.net), néanmoins 2 différences majeures sont à noter : i) CATNAT prend aussi en compte les personnes évacuées et sans-abri pour déterminer l'échelle de gravité ; ii) l'échelle de gravité utilisée par CATNAT considère 7 niveaux de gravité (et non 6) utilisant des seuils en termes de dommages humains et matériels différents. Pour les pertes matérielles les critères discriminant les différentes classes sont le degré de destruction et l'extension spatiale des dommages, critères éloignés de toute notion financière. (Voir Tableau 6).

GRAVITE		CONSEQUENCE HUMAINES				CONSEQUENCES MATERIELLES	
Niveau	Qualification	EVACUES	SANS-ABRIS	BLESSES	TUES	QUALIFICATION DES DOMMAGES MATERIELS	EXTENSION SPATIALE
0	Phénomène remarquable	-	-	-	-	Pas de dommages	-
1	Faible	Possible	-	Possible (< 10)	-	Dommmages partiels aux bâtiments (1-10) Dommmage possible aux infrastructures	Ponctuel
2	Notable	Oui	Possible	Possible (> 10)	≤ 5	Dommmages partiels aux bâtiments (10-100) Dommmages totaux aux bâtiments (< 100) Dommmage aux infrastructures	Localisée (i.e. : ville, canton, département)
3	Important	Oui	Possible	Oui	6-50	Nombreux dommmages partiels aux bâtiments (100 - 500) Nombreux dommmages totaux aux bâtiments (100-500) Dommmage notables aux infrastructures Conséquences économiques sectorielles locales	Moyenne (i.e. : departments, région)
4	Catastrophique	Oui	Oui	Oui	51-500	Nombreux dommmages partiels aux bâtiments (500-1000) Nombreux dommmages totaux aux bâtiments (> 5000) Dommmages importants aux infrastructures Conséquences économiques sectorielles régionales	Etendue (i.e. : régions )
5	Majeur	Oui	Oui	Oui	501 to 50 000	Très nombreux dommmages partiels et totaux aux bâtiments Dommmages très importants aux infrastructures Conséquences économiques sectorielles nationales et / ou internationales	Grande échelle (sauf séimes) (i.e. : pays)
6	Cataclysmique	Oui	Oui	Oui	> 50 000	Dommmages partiels et totaux aux bâtiments extrêmement important Dommmages aux infrastructures très étendus Dommmages matériels dépassant les capacités de gestion d'un pays et nécessitant une aide extérieure Conséquences économiques sectorielles nationales et / ou internationales très importantes	Très grande échelle (sauf séimes) (i.e.: plusieurs pays, continent )

**Tableau 6. Echelle de gravite des conséquences humaines et matériels dans la base CATNAT**  
**Source : Ubyrisky Consultants. Notice Explicative BD CATNAT**

Pour sa part le DFO évalue la gravité des événements sur une échelle de 1 à 2, fondée sur des dommages structurels importants, des conséquences sur l'agriculture, des décès et la durée de retour (Voir Tableau 7), en évaluant également sa magnitude (M) à travers l'équation suivante :  $(M) = \text{LOG} (x \text{ gravité} \times \text{Durée de la zone affectée})$ .

Classe	Durée de retour
<b>1 Large flood events</b> (Grands événements d'inondation)	- 1-2 décennies. Long intervalle signalé depuis le dernier événement similaire
<b>1.5 Very large events</b> (Très grands événements)	- Plus de 2 décennies, mais moins de 100 années intervalle de récurrence estimé, et / ou - Un intervalle de récurrence locale de 1-2 ans et touche une grande zone géographique (> 5000 km <sup>2</sup> )
<b>2 Extreme events</b> (Événements extrêmes)	- Avec un intervalle de récurrence d'environ plus de 100 ans.

Tableau 7. Echelle de gravité événements dans la base de données du DFO

Source : [www.dartmouth.edu/~floods](http://www.dartmouth.edu/~floods)

La base de données de FloodHyMex classe quant à elle les événements sur la base des effets produits par chaque épisode d'inondation et les niveaux d'eau enregistrés ou indirectement visés. Le nombre de victimes et de blessés n'est pas pris en considération dans cette classification. (Tableau 8).

Classe	Caractéristiques
<b>Simple high waters</b> (simples hautes eaux)	- épisodes de précipitations qui donnent lieu à des augmentations dans l'écoulement des cours fluviaux, sans provoquer de débordements. Ces épisodes peuvent causer des dommages si les activités sont menées dans ou près de la rivière.
<b>Extraordinary floods</b> (extraordinaires inondations)	- épisodes de précipitations qui causent débordement, d'une intensité ou durée qui ne causent pas de dommages graves dans la localité. Habituellement, ces épisodes peuvent causer de l'inconfort et de gêne à la vie quotidienne de la population, mais ils peuvent parfois produire des dommages dans les structures placées près de la rivière
<b>Catastrophic floods</b> (catastrophiques inondations)	- épisodes de précipitations qui causent débordements en menant de dommages graves ou la destruction des infrastructures (ponts, moulins, murs, chemins), des bâtiments, de l'élevage ou les cultures

Tableau 8. Système de classification des inondations historiques FloodHyMex.

Source : (Llasat et al. 2005)

À titre de comparaison, le Tableau 9 affiche le nombre d'événements recensés et le nombre de victimes comptabilisées pour la période 1985-2010 par chacune des bases de données aux différentes échelles d'agrégation spatiale : Pays, Régions, Départements.

BASE DE DONNEES	Nombre d'événements en France	Nombre de victimes en France	Nombre d'événements en régions d'étude	Nombre de victimes en régions d'étude	Nombre d'événements en départements d'étude	Nombre de victimes en départements d'étude
EM-DAT	56	457	24	248	13	161
DFO	35	323	23	206	14	142
CAT-NAT	453	476	213	286	30	54
PRIM.NET	73	530	37	285	22	138
FLOODHYMEX	29	188	27	187	18	137

Tableau 9. Événements Hydro-météorologiques et décès par Base de Données. 1985 - 2010

Si l'on compare le nombre d'événements enregistrés par les différentes bases de données à l'échelle départementale, on constate une variation dans la quantité des événements enregistrés, les bases de données nationales et régionales étant celles qui enregistrent un pourcentage le plus élevé. CATNAT avec 60%, est la base de données qui enregistre le plus d'événements, dû au fait qu'elle enregistre les événements dès l'instant où il y a des préjudices humains ou matériels avérés. Autrement dit, elle prend également en compte les événements de faible magnitude qui ne sont pas retenus dans d'autres bases de données.

D'autre part les bases de données prim.net enregistrent 44% du total des événements et FloodHyMEx 36%. Il faut noter que FloodHyMex n'enregistre que des événements catastrophiques pour ces départements, alors que DFO et EM-DAT affichent un nombre d'événements beaucoup plus faible car ils doivent remplir des critères plus spécifiques pour être considérée dans ces bases de données : ils enregistrent 28% et 26% respectivement du total des événements.

Dans la section suivante, nous présentons le processus de structuration et de compilation des diverses bases de données, à travers lequel nous avons obtenu les données indiquées ci-dessus et à partir de lesquels nous allons nous concentrer pour identifier les événements à fort impact.

#### 4. Structuration de la Base de Données

L'objectif de ce chapitre est de présenter la démarche qui a conduit à la structuration de la base de données des événements à fort impact (EFI). Dans un premiers temps, les difficultés de compilation des bases sources seront abordées, pour présenter ensuite la phase de conceptualisation de la base et enfin celle d'homogénéisation et de normalisation des données.

Il convient de signaler que la structuration et la compilation de la base de données issue de cinq sources différentes a été un travail considérable (conceptualisation, restructuration, homogénéisation, normalisation ...). Cette première étape a donc été plus longue que prévue, laissant peu de temps pour exploiter et analyser en détail les événements recensés comme ayant un fort impact.

#### 4.1 Critères d'extraction appliqués au BD sources

D'abord, l'extraction d'information répond à une logique par critères de localisation des événements à l'échelle du pays, d'occurrence pour ne sélectionner que la période 1985-2010 et d'origine de l'événement (hydrologiques, météorologiques et géologiques). Ce dernier critère prend en compte la classification qui est donnée par chaque base de données, c'est-à-dire : par groupe catastrophique (EM-DAT), par origine du aléa (CATNAT), et par groupe de risques (prim.net).

La Tableau 10, montre les critères utilisés pour l'extraction des événements à partir des bases des données sources et de leurs modes de classification. Pour voir le type de classification détaillée pour chaque base de données se référer aux Annexes - Tableau 14.

CRITERES	BASES DE DONNEES		DFO (Global Active Archive of Large Floods)		prim.net (Evénements naturels dommageables survenus en France de 1900 à 2012)	FloodHymex
	EM-DAT			CATNAT		
PAR PAYS :	France		France	France	France	France
PAR ANNEE :	1985 – 2010		1985 – 2010	2001 – 2010	1985 – 2010	1985 – 2010
PAR GROUPE CATASTROPHE /ORIGINE ALEA/RISQUE	Climatologique Hydrologique* Météorologique* Géophysique* Biologique			Climatologique Hydrologique * Météorologique* Spatiale Géologique*	Avalanche* Atmosphérique* Inondation* Volcanique Mouvement de Terrain* Feux Sismique	

\*Risques considérées pour la sélection des événements

Tableau 10. Critères utilisés pour l'extraction de l'événement à partir des diverses bases de données sources et selon leurs méthodologies de classification.

- 1) Parmi les cinq types de classes de catastrophes dans la base de données **EM-DAT**, on a pris en considération les risques hydrologiques (i.e. inondations, mouvement de terrain), météorologiques (tempêtes) et géophysiques (tremblement de terre, volcan, mouvement de terrain). Alors qu'un événement naturel peut être associé à un ou plusieurs de ces phénomènes, aucun risque géophysique n'a cependant été trouvé dans la base de données EM-DAT pour la période et la zone d'étude sélectionnées. Avec ces critères, un total de 56 événements, dont 34 sont classés comme hydrologiques et 22 comme météorologiques, ont été trouvés en France.
- 2) La base de données du **Dartmouth Flood Observatory DFO** enregistre tous les inondations dans le monde entier, il fournit également un code mondial d'identification (glide number) qui permet d'identifier le genre de catastrophe qui s'est produit mais ce nombre n'est pas enregistré dans la plupart des cas. Pour cette raison, l'extraction de l'information du « global archive of large floods » a été limitée à la localisation géographique (niveau pays) et pour la période d'étude, soit un total de 35 événements.
- 3) **CATNAT**, enregistre 5 types de classes d'aléa selon leur origine. En extrayant les risques hydrologiques, météorologiques et géologiques et en suivant les mêmes critères utilisés pour l'extraction de la base de données EM-DAT, les résultats obtenus sont 453

événements, 118 événements hydrologiques et 335 événements météorologiques. Les données CATNAT ont été extraites par consultation en ligne.

- 4) Pour **prim.net**, initialement on avait considéré quatre types de risques (avalanche, atmosphérique, inondation, mouvement de terrain) pour lequel un total de 81 événements ont été obtenus. La catégorie de mouvement de terrain a été finalement écartée car ce type d'événement n'a pas enregistré dans les régions d'étude sur la période prise en considération. Ainsi, un total de 73 événements entre les risques d'inondation, les dangers atmosphériques et les avalanches ont été identifiés.
- 5) Le projet HyMEX, identifie non seulement les inondations dans sa base de données mais il enregistre également les phénomènes secondaires qui auraient pu être déclenchés en raison des événements de précipitations. **FLOODHYMEX** enregistre des événements ordinaires, extraordinaires et catastrophiques mais dans le cas de ceux de la France seuls sont enregistrés ceux du type catastrophique. Un total des 29 événements ont été enregistrés pour la période d'étude.

Suite à la sélection des événements, j'ai procédé à la compilation de l'information en une seule table des registres. La Figure 4 montre des relations dynamiques entre chaque table. La création des champs en commun permet de contrôler ces relations. Il s'agit de :

- La date de début: Date de début de l'événement selon chaque source.
- La date de Fin: Date de fin de l'événement selon chaque source.

Pour faciliter l'identification de l'événement et la base de données source, les champs suivants ont été ajoutés:

- DB\_Name: Le nom de la base de données d'origine.
- COD\_EFI: Code d'identification des événements

La construction de la base de données a été effectuée sur Microsoft Access 2010, logiciel de gestion de bases de données qui permet de stocker, organiser et analyser des bases de données. Les outils d'assistance proposés permettent faire des regroupements des données, des requêtes en fonction de différents critères, des analyses croisées des données, etc., ce qui est très pratique surtout quand il s'agit de travailler avec une grande quantité de données. En conséquence, une conceptualisation préalable a été nécessaire pour la mise en place de la base de données, afin d'obtenir une meilleure gestion de l'information.

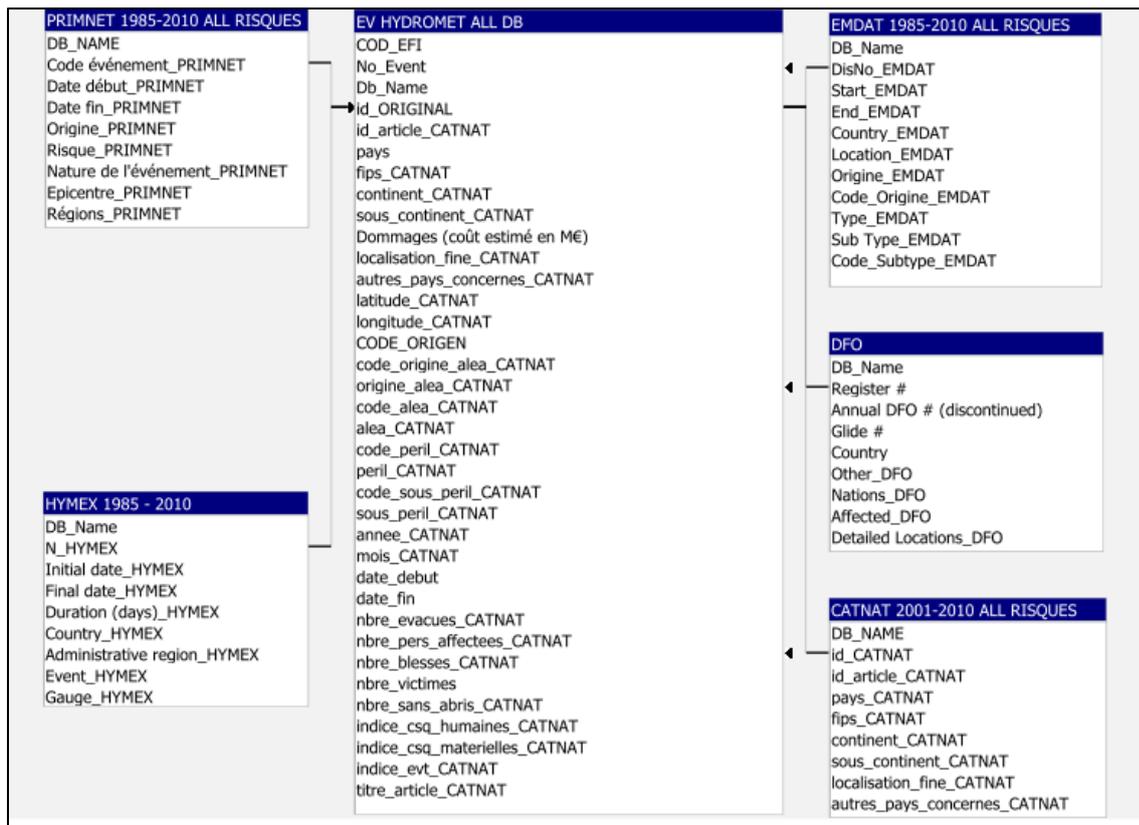


Figure 4. Diagramme relationnelle de la base de données

## 4.2 Homogénéisation et normalisation

La structuration de la base de données dans cette étude comprend un processus de récupération d'information provenant d'autres bases de données, la compilation et la normalisation<sup>14</sup> de l'information pour conduire à l'analyse des événements hydrométéorologiques sélectionnés en fonctions des causes et dommages socio-économiques occasionnés.

À ce stade, nous avons procédé à l'homogénéisation<sup>15</sup> des données, pour cela, j'ai réuni tous les événements qui ont le même CODE-EFI dans un seul registre, c'est à dire, si un CODE\_EFI est répété cinq fois dans la table compilée cela signifie qu'il s'agit d'un même événement, enregistré dans les 5 bases de données différentes et qui deviendrai une seul registre ou donnée.

Cette tâche d'intégration n'était pas si facile en raison des incohérences constatées dans certaines informations comme la date de début et de fin des événements, et les différences en termes de nombre de décès, de dommages économiques, de type de risques (selon la classification utilisée).

<sup>14</sup> Normalisation: Processus d'organisation des données dans une base de données. Ce processus comprend la création de tables et l'établissement de relations entre celles-ci conformément à des règles conçues à la fois pour protéger les données et pour rendre la base de données plus flexible grâce à l'élimination de la redondance et des dépendances incohérentes. (Source : <http://support.microsoft.com/kb/283878/fr>)

<sup>15</sup> Structurer les données convenablement, en réduisant les conflits de logique.

La Tableau 11, montre un exemple, en prenant le cas de l'événement survenu le 08/09/2002. Malgré ces difficultés, les informations issues de la presse et les commentaires détaillés fournis par les bases de données et parfois l'emplacement ont permis de définir s'il s'agit d'un événement unique ou non.

BASES DE DONNES	DATE DE DEBUT	DATE DE FIN	ORIGINE	TYPOLOGIE EVENEMENT	# VICTIMES	DOMMAGES (coût estimé en M€)
EMDAT	08/09/2002	12/09/2002	Hydro	Flood -> General flood	23	872,43
DFO	08/09/2002	12/09/2002	Hydro	Large Flood (Extreme Event)	23	879,77
CATNAT	09/09/2002	12/09/2002	Hydro	Inondations et coulées de boue -> Crue -> Débordement torrentiel	24	1143,70
PRIMNET	08/09/2002	12/09/2002	Hydro	Inondation de plaine	24	1200,00
HYMEX	08/09/2002	12/09/2002	Hydro	Flood, Flash Flood	24	1200,00

**Tableau 11. Enregistrement de l'événement du 08/09/2002 par les différentes bases de données**

Pour les événements qui ont montré des écarts dans la date de début autant que dans la date de fin, nous avons choisi de garder comme date de début, la date la plus ancienne et comme date de fin, le jour le plus récent. Lorsqu'il y a des différences dans le nombre de décès recensés, nous avons gardé le nombre le plus grand.

Le tableau de données intégrées est la base à partir de laquelle plusieurs requêtes ont été effectuées pour obtenir les événements par région et départements pour la période d'étude. En outre, ce tableau garde toujours ses liaisons avec les données originales provenant des bases de données sources.

En même temps, la normalisation de la base de données a été effectuée afin d'éviter la redondance des données et la perte de l'information, et de réduire les problèmes de mise à jour des données dans les tables et protéger l'intégrité des données.

Nous avons ainsi obtenu un total de 646 événements, dont 56 ont été enregistrés par EMDAT, 35 par DFO, 453 par CATNAT, 73 par Prim.net et 29 par FLOODHYMEX. Une fois les enregistrements dupliqués éliminés, il est resté **550** événements à l'échelle de la France pour la période 1985 – 2010.

### 4.3 Critères de sélection des événements assimilés à des crues rapides

Considérant que certains événements ne fournissent pas des informations qui précisent l'heure de début des précipitations et le temps du débordement, déterminer s'il s'agit de crues rapides ou crues éclair peut être difficile sans des rapports précis. Cependant, sur la base des caractéristiques des crues éclair traités dans la section 2.1 et compte tenu de la classification typologique adoptée dans la base de données CATNAT et l'échelle de gravité de prim.net, on considère comme des événements à fort impact ceux qui répondent à l'une des conditions suivantes:

- typologie d'alea: crues
- typologie de péril : crue éclair « débordement torrentiel »
- Intensité horaire allant de moins de 50 mm à plus de 400 mm
- Echelle de gravite classe niveau 4

Une classification un peu subjective, comme dépendent en grande partie de la typologie qui a été accordée à l'événement, ainsi afin de réduire l'incertitude dans la sélection, une analyse qui tient compte l'intensité maximale de la pluie, le temps d'occurrence et la surface du bassin versant, doit être accompli.

Finalement on peut distinguer **19** événements qui répondent aux conditions énoncées ci-dessus d'après un total de **50** qui ont été enregistrés dans la base de données par Départements, tous déclarés arrêtés Cat'Nat'. Notant que certains des événements qu'ont été considérés comme inondations générales ou ruissellements correspondraient aux critères énoncés, ainsi on peut les catalogué comme des événements à fort impact, soit pour qu'eux ont une pluviométrie entre les gammes établies ou soit pour avoir une échelle de gravité égale à 4.

## **5. Premier analyses spatio-temporelles des événements recensés dans la base compilée**

### **5.1 Distribution temporelle**

La base de données compilée enregistre 50 événements hydro-météorologiques dans les départements de la zone d'étude au cours de la période 1985-2010, avec des typologies adaptées selon la classification de la base de données CATNAT, afin d'homogénéiser les informations. N'existe aucun enregistrement pour les ans 1985, 1986, 1987, 1989, 1990 et 1991.

La Figure 5, montre la répartition annuelle entre 1988 – 2010. De manière générale, on peut distinguer 4 périodes : 2 périodes « calmes » de 1988 à 2000 et 2004 à 2007 avec un à deux événements par an ; deux périodes plus perturbées entre 2001 et 2003 et en 2008 qui ont enregistré entre 5 et 8 événements par an.

Sur un total de 50 événements survenus dans les départements, 30 ont été enregistrées par la base de données CATNAT, 14 par le Dartmouth Flood Observatory, 13 par la base de données du CRED, 18 pour la base de données FloodHymex et 22 par Prim.net.

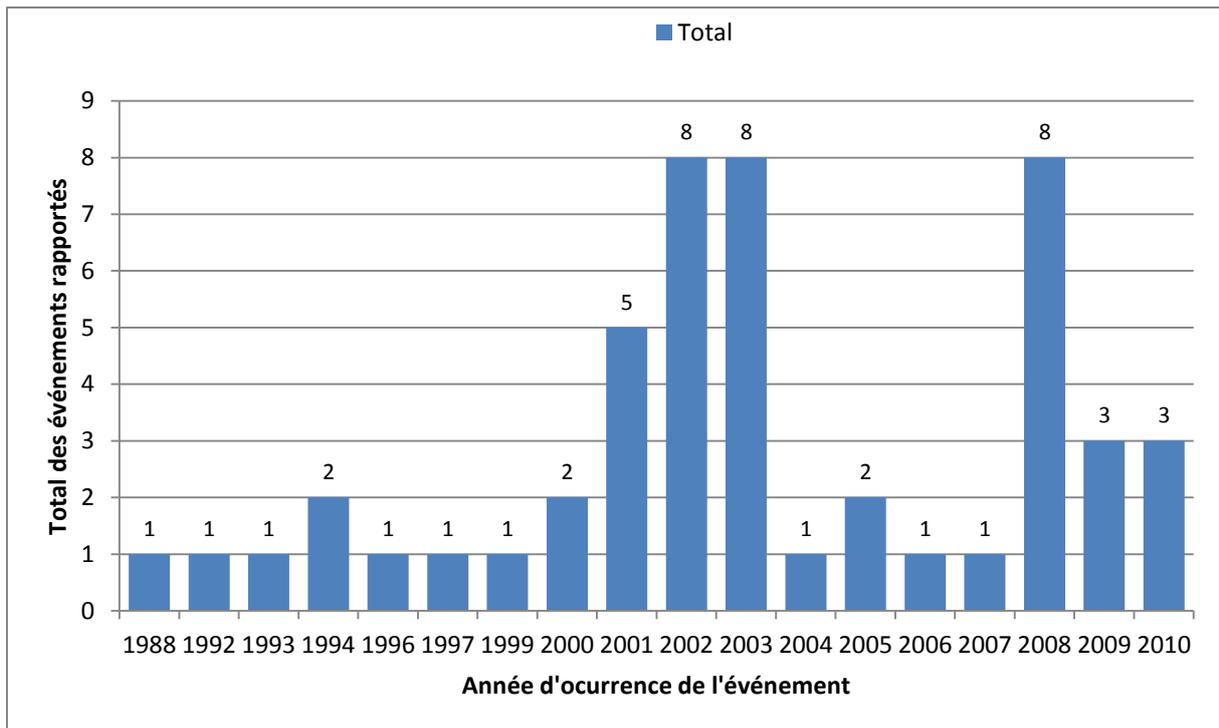


Figure 5. Distribution annuelle du nombre d'événements. Période 1985 - 2010

La Figure 6 confirme la saisonnalité spécifique des crues rapides : des événements à fort impact sont plus fréquents durant les mois de Septembre, Octobre, Novembre et Décembre.

Selon (Katsanos et al., 2007; Lolis et al., 1999) cités par Papagiannaki et al., (2013) cette tendance est en effet normale, compte tenu du climat du bassin méditerranéen et des fortes pluies de la saison d'automne.

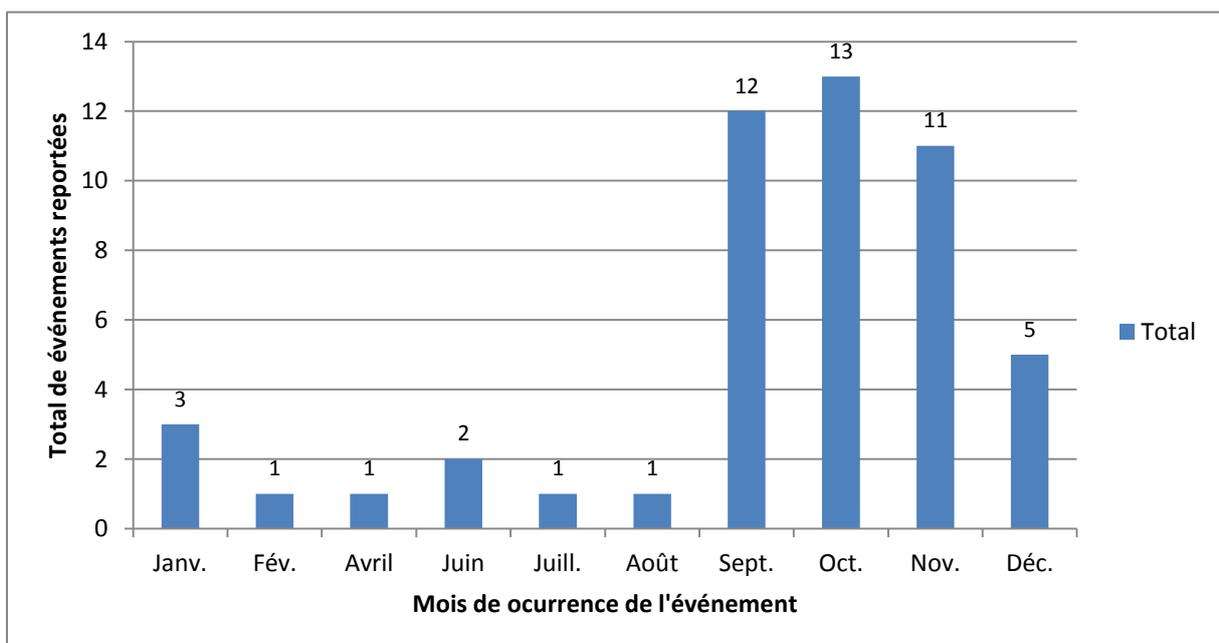


Figure 6. Distribution mensuelle des événements. Période 1985 - 2010

La Figure 7 qui représente le nombre de victimes par date, met en évidence les grandes crues rapides qui ont marqué le Sud Est de la France au cours des 3 dernières décennies. Apparaissent ainsi clairement les événements du 03/10/1988 (Gard), 22/09/1992 (Vaucluse, Drôme, Ardèche), 22/09/1993 (Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Haute-Garonne, Savoie, Drôme), 07/01/1994 (Bouches-du-Rhône, Gard), 12/11/1999 (Aude, Pyrénées-Orientales, Tarn, Hérault), 08/09/2002 (Gard, Hérault, Vaucluse, Drôme, Bouches-du-Rhône) qui se démarquent des autres par des pertes humaines égale ou supérieure à 10 victimes.

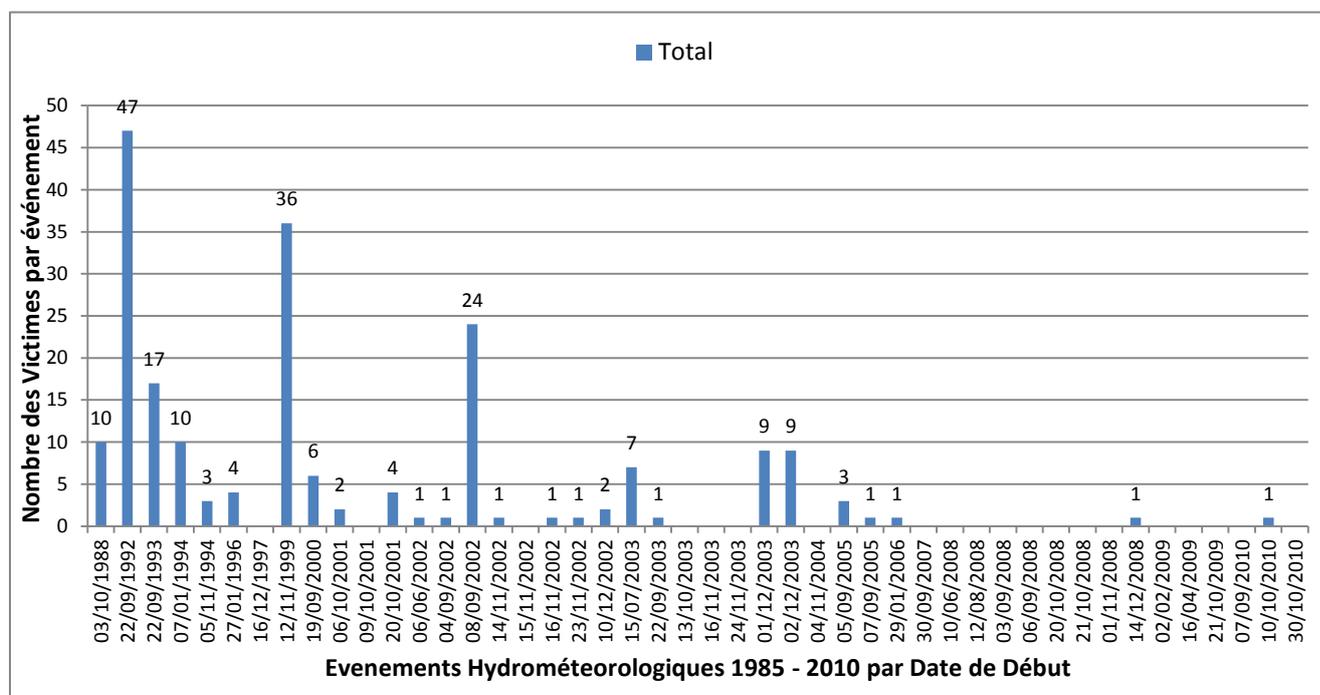


Figure 7. Distribution des événements hydro-météorologiques par victimes. Période 1985 – 2010

Ces événements apparaissent également dans la Figure 8, qui représente les événements qui ont causé des dommages économiques plus de 10 millions d'euros (affichés en couleur verte). Nous pouvons voir que les événements qui ont causé plus de victimes ont également causé des dommages économiques supérieurs ou égaux à 500 millions d'euros. Ce sont aussi les événements qui ont duré le plus longtemps. Cependant, il existe quelques contre-exemples : des événements courts en temps, mais produisant des dommages humaines et matériels très importants. C'est le cas par exemple pour les événements du 12/11/1999, du 19/09/2000, du 15/07/2003, ou encore du 2/12/2003.

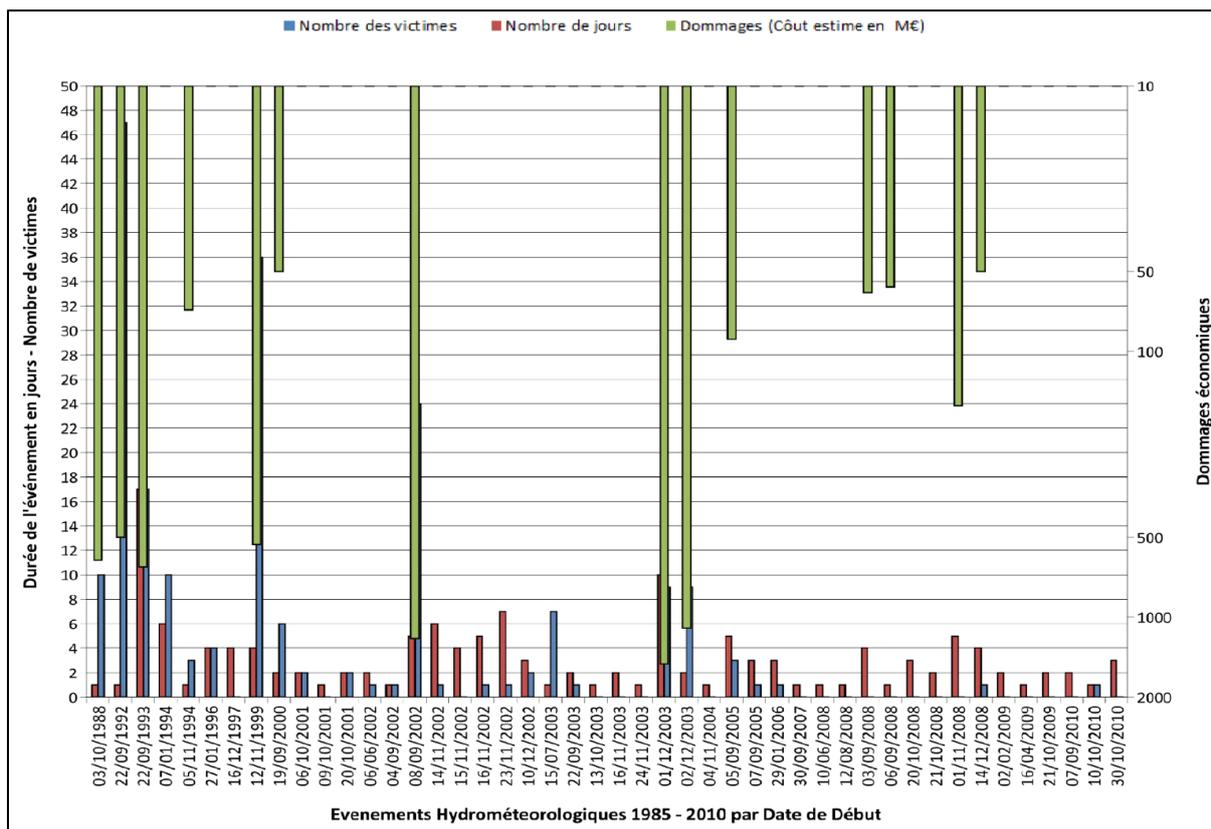


Figure 8. Événements hydro-météorologiques par Victimes, Duré et Dommages économiques

Pour résumer, nous pouvons dire que la majorité des événements se sont produits dans la saison d'automne qui ont eu lieu en Septembre, Octobre, Novembre et Décembre sont ceux qui ont causé les plus grands dommages et des victimes. Notons aussi que l'occurrence des événements est plus faible dans les mois hiver. D'autre part, les événements de courte durée générant d'importantes pertes économiques et humaines.

## 5.2 Distribution spatiale

La Figure 9 montre la distribution spatiale des événements au cours de la période allant de 1985 à 2010 dans les divers départements d'étude. Cette distribution montre que les départements du Gard et de l'Hérault sont les départements le plus fréquemment touchés par des phénomènes hydro-météorologiques extrêmes (inondations, crues, orages et foudre).

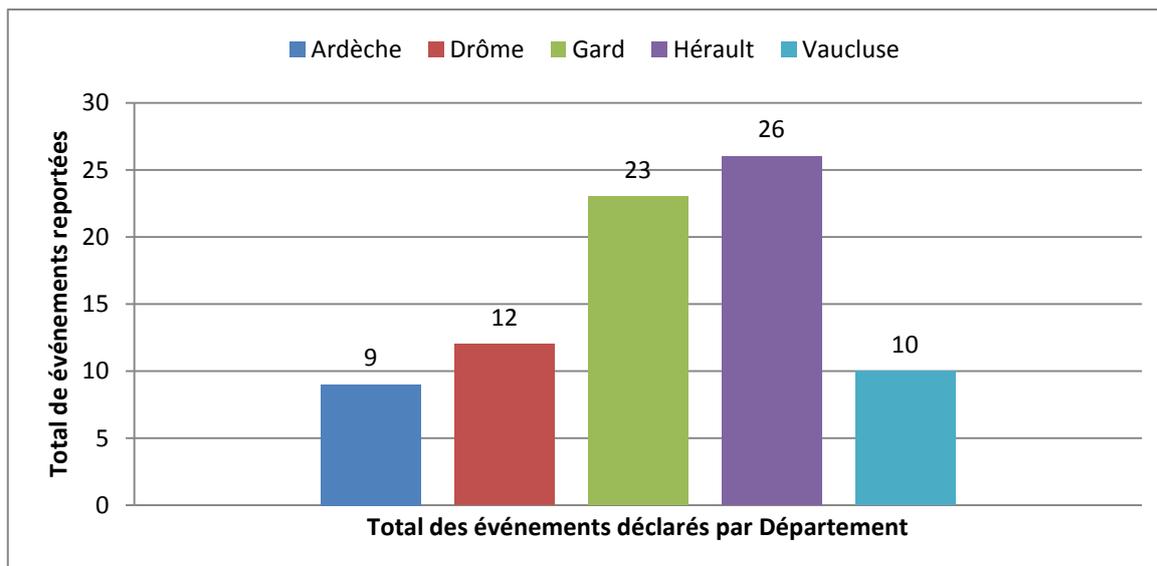


Figure 9. Distribution des événements par Département

Une fois connue l'occurrence de ces événements et les départements où ils se produisent le plus souvent, il nous reste à déterminer les conditions météorologiques à l'origine de l'événement, dont une analyse des précipitations en fonction du temps et de la surface sera réalisée pour chacun des événements considérés comme à fort impact.

### 5.3 Analyse de sévérité

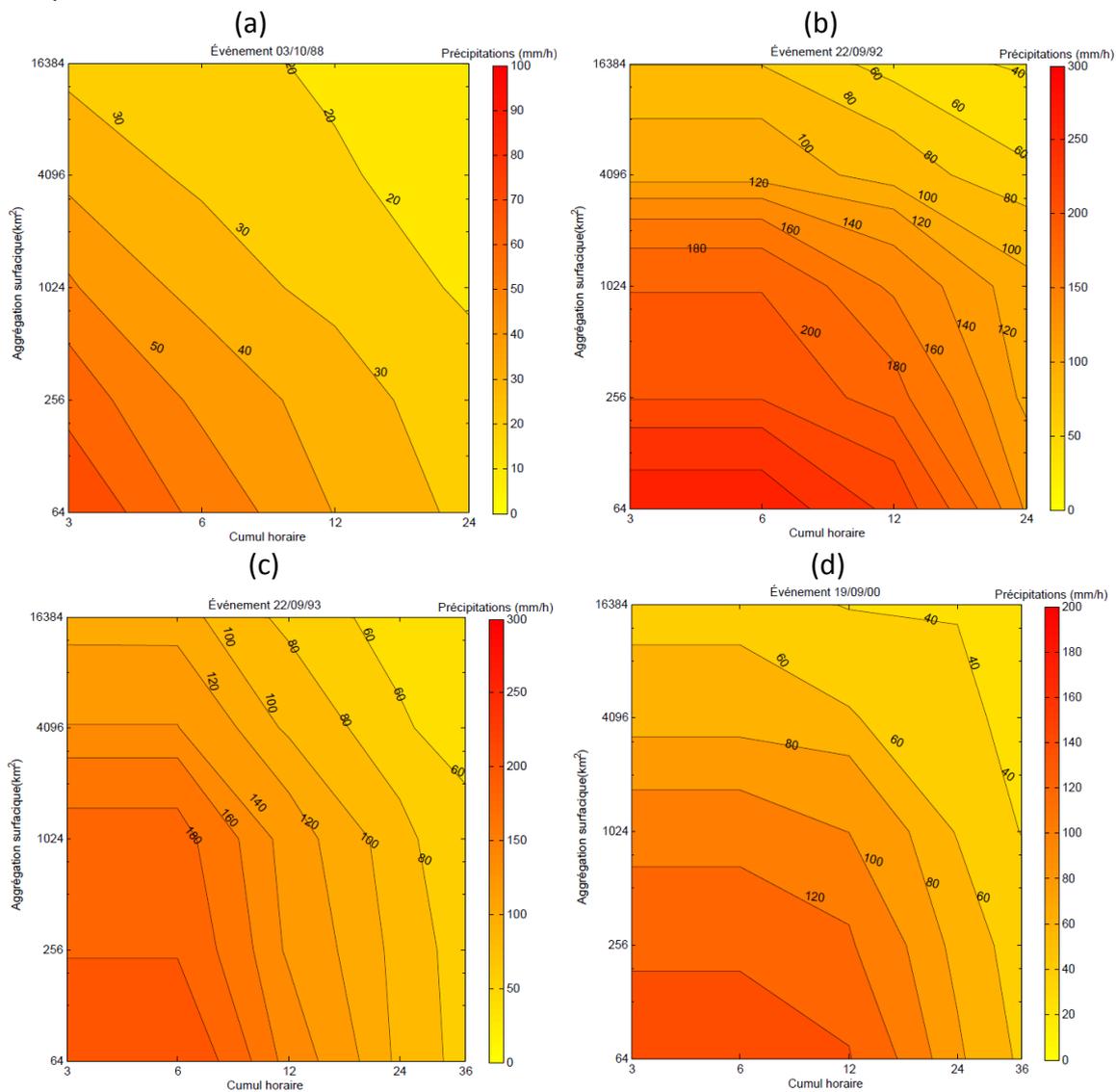
Chaque événement répertorié a été analysé via un "diagramme d'intensité maximale" tel que proposé par Ceresetti et al., (2011). Ce diagramme (Figure 15) montre l'intensité maximale de la pluie, à différentes échelles d'intégration spatiale et temporelle. Les données de pluviométrie annuelle maximale sont issues de la base de données OHM-CV ([www.ohmcv.fr](http://www.ohmcv.fr)).

La construction des diagrammes intensité maximale a été réalisée avec l'aide de logiciel Matlab 2013, suivant le processus décrit de manière générale par Ceresetti et al., (2011), «*les valeurs ponctuelles de l'intensité de pluie mesurée chaque heure (données simulées) sont interpolées sur une grille cartésienne. L'intensité maximale est calculée pour chaque combinaison possible de la durée et de la surface de cumul. L'intensité maximale décroît quasi-automatiquement quand les échelles de temps et d'espace augmentent car l'intégration se fait dans une fenêtre spatiale ou temporelle centrée sur le maximum.*» Les diagrammes d'intensité maximale permettent une première analyse de l'intensité des précipitations pour chaque événement et leurs échelles de variabilité en regard des dommages et conséquences répertoriés dans la base de données compilée.

Comme nous l'avons déjà précisé précédemment les pluies à l'origine des crues rapides possèdent des caractéristiques spatio-temporelles variées puisqu'elles peuvent être très localisées, intenses et de courte durée ou avoir une intensité horaire plus faible mais concerner une surface beaucoup plus étendue sur un laps de temps plus important.

L'analyse proposée via les diagrammes d'intensité maximale permet ainsi de faire un lien entre les échelles de variabilité de la pluie et les conséquences et dommages.

En cherchant à déterminer si les diagrammes d'intensité des événements répertoriés montrent des caractéristiques de pluie similaires où des points communs en termes d'impact (nature ou sévérité de l'impact), on a procédé à les classer visuellement par critères de ressemblance. Une fois comparés les diagrammes de sévérité, quatre modèles ou « empreintes » ont été identifiées.



**Figure 10. Modèles ou « empreintes » identifiées**

Le Tableau 12, montre les événements classés selon leur ressemblance avec les empreintes (a), (b), (c) et (d) présentées ci-dessus (Figure 10)

Empreinte spatiale	Date	Durée en jours	Communes affectées	Victimes	Dommmages économiques
a	03-oct-88	1	76	10	610M€
	27-janv-96	4	134	4	4,45 M€
	19-sept-00	1	14	-	50 M€
	14-nov-02	6	21	1	-
	23-nov-02	7	-	1	-
	01-déc-03	11	48	9	1500 M€
	05-sept-05	6	135	3	90 M€
b	22-sept-92	1	183	47	500 M€
	16-déc-97	4	94	0	43 M€
	08-sept-02	5	397	24	1200 M€
	01-nov-08	5	48	0	160 M€
c	22-sept-93	18	187	17	645 M€
	09-oct-01	1	25	0	-
	06-oct-01	3	70	2	-
	10-déc-02	5	4	2	0,70 M€
	02-déc-03	2	78	9	1099 M€
	14-déc-08	4	53	1	50 M€
d	19-sept-00	2	14	-	50 M€
	22-sept-03	2	65	1	-

Tableau 12. Classification des événements pour empreinte spatiale

De tous les événements présentés dans la Tableau 12, ceux des années 2002 et 2003 ont enregistré un plus grand nombre d'événements et des pertes humaines.

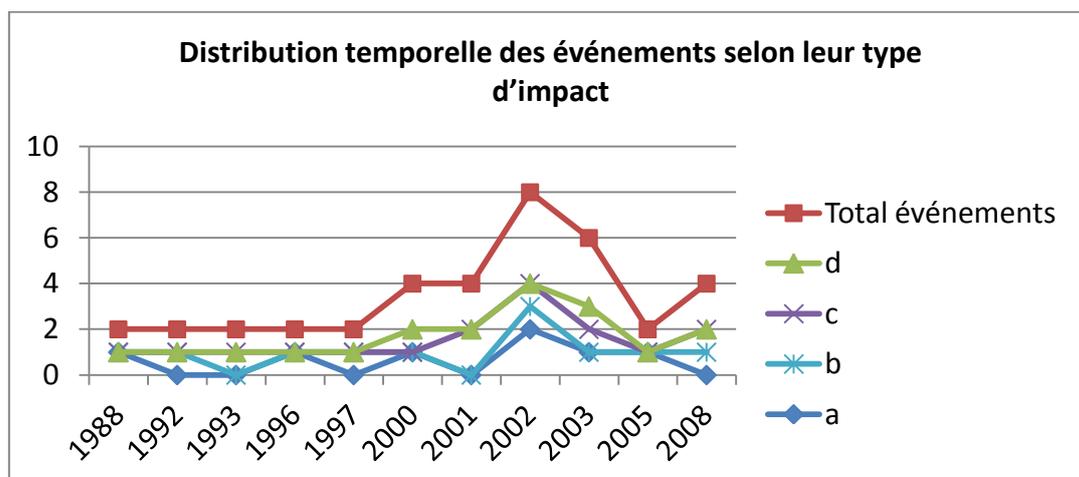


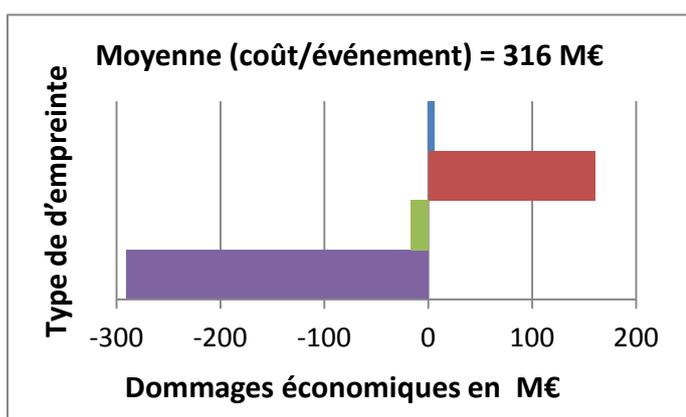
Figure 11. Distribution temporelle des événements selon leur type d'impact

Ensuite, on présente les caractéristiques qui ont été identifiés pour chacune des empreintes spatiales:

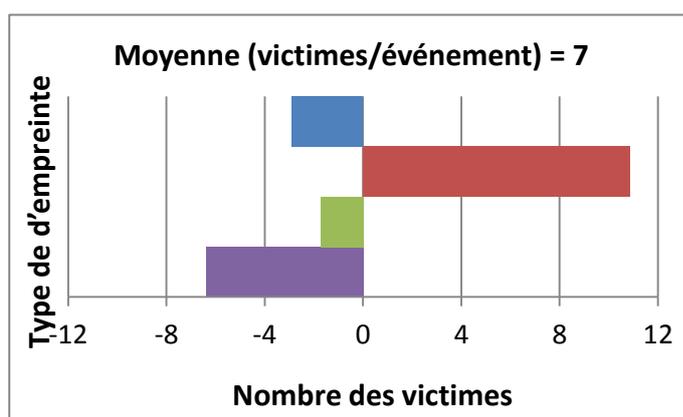
Patron ou empreinte	Description
<b>a</b>	C'est l'empreinte la plus fréquente. Les événements les plus caractéristiques de cette signature montrent que dans une zone plus petite, la pluviométrie advient sur une plus courte période. Ils ont une courbure concave homogène, même vers les grandes surfaces et les périodes d'occurrence plus longues.
<b>b</b>	Génère des pertes plus importantes ainsi que des victimes. Les événements caractéristiques de cette signature ont une durée plus courte. La pluviométrie est plus élevée dans ce type d'empreinte. Nous pouvons également observer que, pour une même surface la quantité de pluie reste constante pendant plusieurs heures. Ils ont une courbure concave assez hétérogène et abrupte. En raison de la courte durée de l'événement et sa forte intensité, les impacts causés par ces événements sont plus forts.
<b>c</b>	Cette empreinte est caractéristique des événements qui se produisent sur une longue période. Les événements caractéristiques de cette signature montrent que sur une plus grande surface la quantité de pluie sera moindre. Ils ont une courbure concave hétérogène et abrupte comme le patron b, mais ils montrent des intensités de pluies moins fortes.
<b>d</b>	Ils ont une courbure concave assez homogène et lisse, les événements caractéristiques de cette signature indiquent que dans une surface plus grande il pleut plus longtemps. C'est qui montre que les événements assimilés a cette courbe sont moins intenses que les autres.

**Tableau 13. Caractéristiques des empreintes identifiées**

Pour déterminer lequel des patrons peut être considéré comme lequel que génère les plus forts impacts, on a considéré et comparée la valeur moyenne de chaque patron avec la valeur moyenne du total des événements, de cette façon on peut corroborer que les événements qui ont une tendance spatial assimilées au patron b, sont ceux qui ont généré une plus grande perte de vies, de graves conséquences économiques et affecté un grand nombre de communautés pour avoir des valeurs plus élevées ou plus éloignée de la valeur moyenne attendue. (Voir Figure 12, Figure 13, Figure 14)



**Figure 12. Ecart à la moyenne du coût des dommages économiques par type d'empreinte**



**Figure 13. Ecart à la moyenne du nombre de victimes par type d'empreinte**

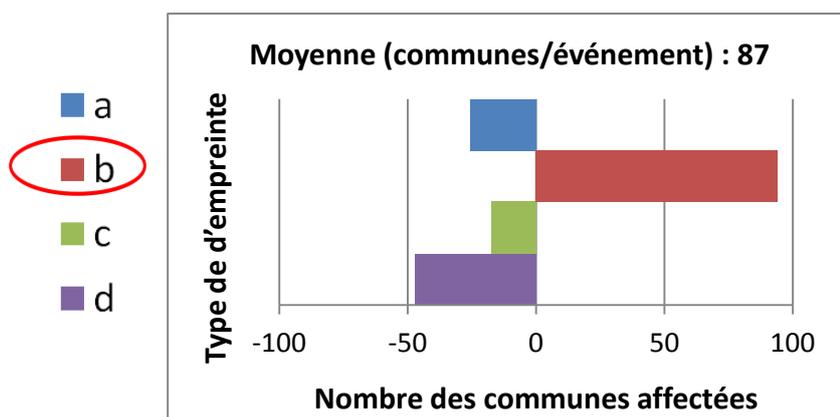


Figure 14. Ecart à la moyenne du nombre de communes affectées par type d'empreinte

Les diagrammes des modèles (b) et (c) de la Figure 10 ont été analysés et comparés pour avoir en commun une même échelle spatiale. On présente ici une analyse comparative entre ce deux patrons qui a la fois correspondent à deux des événements considérés comme les plus extrêmes ayant produit une plus grande quantité de dommages économiques et ont causé des pertes considérables en vies humaines. Les diagrammes d'intensité maximale des autres événements sont présentés en annexes.

L'événement survenu le 22/09/1992, classé comme crue rapide ou débordement de plaine, et l'événement du 22/09/1993 au 08/10/1993 enregistré par le DFO et classé comme un événement extrême.

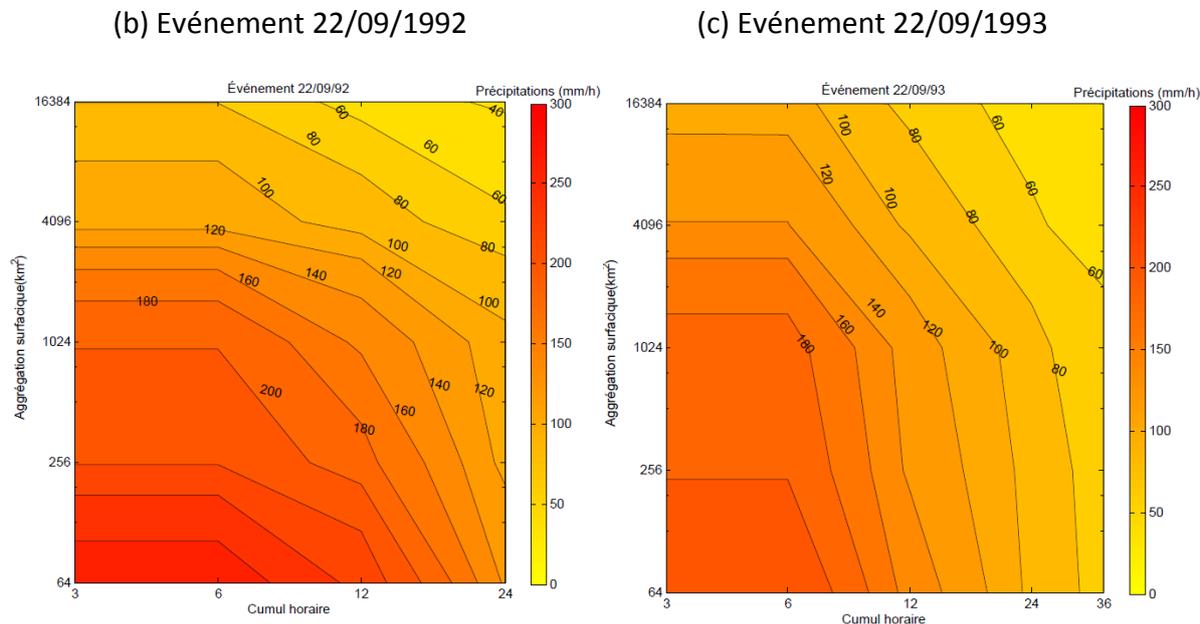


Figure 15. Diagrammes d'intensité de la pluie. Comparaison des empreintes (b) et (c)

L'événement 22/09/1992, qui eut une durée de 24 heures et qui a frappé la commune de Vaison-la-Romaine, correspond à un débordement de l'Ouvèze, qui a affecté principalement le département du Vaucluse (84), et qui a également touché les départements de l'Ardèche (07) et la Drôme (26).

On observe que le diagramme d'intensité maximale pour cet événement, Figure 15(b), présente des intensités de précipitations de l'ordre de 260 mm/h sur des surfaces d'environ 100 km<sup>2</sup> et sur un cumul horaire d'un peu plus de 6 heures. Il s'agit de pluies fortes et localisées ayant donné lieu à des réactions rapides et intenses des cours d'eau alimentés par des bassins versants de petites tailles. En ce qui concerne les pertes humaines et matérielles, cet événement est marqué par un total de 47 morts dont 34 à Vaison-la-Romaine et causant des dommages économiques de l'ordre de 500 M€ dont 140 M€ de dommages assurés, Prim.net (2012). Cet événement est d'ailleurs classé comme « Catastrophique » par deux bases de données (prim.net et HyMeX), comme événement extrême par la BD DFO et comme « événement météorologique (tempête) » dans la base de données EM-DAT. Un arrêté Cat'Nat' pour l'état français a également été promulgué pour 183 communes affectées.

En comparaison, la Figure 15(c), présente les intensités maximales pour le cas du 22/09/1993 au 10/08/1993. Globalement on observe des intensités maximales plus faibles. Pour un cumul horaire d'un peu plus de 6h, l'intensité maximale est de l'ordre de 200mm/h sur une surface de 250km<sup>2</sup>. Pour la même intensité maximale, l'événement précédent présente des échelles plus grandes (cumul de 18h et surface de 1000km<sup>2</sup>). Cet événement a frappé cinq départements en France, parmi eux le Vaucluse et la Drôme, causant des dommages en particulier sur la côte Méditerranéenne, pour un total de 17 victimes, 645 M€ de dommages économiques comprenant destructions d'infrastructures routières (ponts, voirie), voies ferrées détruites par glissements de terrains et coulées de boue et par des éboulements. Cet événement est classé « événement extrême » par la BD DFO et a également fait l'objet d'un arrêté Cat'Nat', pour un total de 287 communes. Le coût élevé des dommages consécutifs à cet épisode peut s'expliquer par le fait que les inondations ont affecté des zones plus étendue et densément peuplées telles que les agglomérations de Marseille, Montpellier ou Toulouse.

## 6. Conclusion

Dans le cadre de la comparaison entre les différentes bases de données, nous avons pu constater que les informations et classifications associées à un même événement peuvent être très différentes selon les critères utilisés et les propres intérêts de l'institution en charge de sa gestion.

La base de données EM-DAT en dépit d'être l'une des plus reconnues à l'échelle internationale, est très générale par rapport aux informations fournies par d'autres bases de données. Malgré cela, EM-DAT fournit de précieuses informations concernant l'événement et ses dommages en particulier en termes de décès, de personnes blessées, affectées, évacuées. Mais compte tenu de la méthode de classification utilisée (i.e nombre des personnes affectées = personnes affectées, évacués ou déplacés), cette information n'a pas pu être utilisée car elle n'était pas assez précise pour répondre aux objectifs visés par cette étude. Il est à noter que pour certains événements l'information concernant la localisation est assez détaillée tandis que pour d'autres ce n'est pas le cas. Par ailleurs, à la différence des autres bases de données, plusieurs événements d'inondations sont classés comme événements météorologiques plutôt qu'hydrologiques. La base de données prim.net fournit des informations plus précises concernant la localisation géographique, ce qui nous permet de connaître les principaux départements où les événements ont eu lieu. La base DFO fournit dans certains cas les noms des communes touchées. CATNAT et prim.net offrent également la possibilité de récupérer de l'information plus précise grâce au champ « commentaires » offrant une explication textuelle du contexte de l'événement. FloodHyMEX est la base fournissant l'information la plus précise sur les circonstances hydrométéorologiques (nom de la rivière, débit de crue et/ou débit quotidien, et le lieu où ces données ont été enregistrées) ainsi que des indicateurs pour distinguer le type de dommages générés.

Cette étude nous a ainsi permis de mettre en évidence les incohérences et complémentarités entre les bases de données et de proposer une méthode pour compiler, adapter, homogénéiser et restructurer les données sources pour alimenter une nouvelle base compilée qui soit utilisable dans le cadre de cette étude s'intéressant au lien entre crues rapides, échelles spatio-temporelles de l'épisode pluvieux en cause et nature et gravité des impacts socio-économiques. .

Etant donné les différences observées entre les bases de données, il semble important de porter un regard critique sur les sources de données afin d'identifier les bases les plus fiables et les plus précises pour répondre aux objectifs de l'étude. Idéalement, il serait utile qu'un modèle de base de données d'impact plus générique respectant des normes internationales soit promu afin de faciliter les comparaisons entre pays ou entre type d'événement. Il existe des initiatives qui ont précédemment cherché à parvenir à cette fin, malheureusement celles-ci n'ont pas toujours été bien reçues. C'est le cas de la base de données DESINVENTAR, qui enregistre les catastrophes naturelles en Afrique, Amérique du Sud et en Asie, il gère la même structure en termes d'information, ce qui crée moins de problèmes. Toutefois, en raison des intérêts divergents entre les pays concernés, les objectifs attendus n'ont pas été atteints. (Source: Méthodologie DesInventar).

Sur la base des diagrammes de sévérité, nous avons effectivement pu identifier certaines relations entre la signature spatio-temporelle des pluies à l'origine des événements et les conséquences socio-économiques. Quatre comportements (signatures) dans tous les événements analysés ont été identifiés. Les années 2002 et 2003 montrent un pic dans la survenue d'événements entre les mois de Septembre à Décembre qui appartiennent aux quatre empreintes identifiées.

Nous pouvons souligner que lorsque l'intensité des précipitations se produit dans de courtes périodes de temps, le risque est accru, alors que des précipitations de même intensité survenues sur une plus longue période sont moins dangereuses ou causent moins de dégâts.

De même, lorsque les précipitations se produisent dans la même zone, mais les précipitations sont différentes, la dangerosité dépendra de l'intensité des pluies et de la taille de la région sur laquelle elles se produisent, ainsi que du délai dans lequel elles adviennent. Pour un petit espace, plus la quantité d'eau sera importante et la durée courte, plus les dommages subis seront conséquents.

D'après Ceresetti et al., (2011), des événements avec de légères précipitations peuvent s'étendre sur de vastes zones, conduisant à des courbes plus lisses, alors que, par exemple, les événements avec une convection profonde, conduisent à des courbes plus fortes, ce qui peut être mis en évidence dans les événements des deux empreintes comparées dans la section précédente.

On peut ainsi conclure que non seulement l'intensité des précipitations et la surface jouent un rôle important dans l'identification des événements à forts impacts, mais également que le temps est un facteur qui ne faut pas négliger dans cette démarche.

Une analyse de la vulnérabilité aux crues éclair devrait être considérée afin de mieux comprendre la dynamique des circonstances physiques et sociales compte tenu du contexte dans lequel ils se déroulent.

## 7. Références Bibliographiques

Ashley ST, Ashley WS (2008) Flood Fatalities in the United States. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 47:805–818. doi: 10.1175/2007JAMC1611.1

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

Boudevillain et al., (2009) Cyclogenèses et précipitations intenses en région méditerranéenne: origines et caractéristiques.

Burguière A (2006) *L'Ecole des Annales : Une histoire intellectuelle*. Odile Jacob

Ceresetti, D., S. Anquetin, G. Molinié, E. Leblois, and J. D. Creutin, 2011: Severity diagrams: a new approach for the multi-scale evaluation of extreme rainfall events. *Weather and Forecasting*. doi: 10.1175/WAF-D-11-00003.1

Dartmouth Flood Observatory: Global Active Archive of Large Flood Events. Consultée sur <http://www.dartmouth.edu/~floods/Archives/ArchiveNotes.html>, le 24/03/2014.

Direction de la Climatologie (2009) *Statistiques climatiques de la France 1971-2000*. Météo France, Toulouse

Doocy S, Daniels A, Murray S, Kirsch TD (2013) The Human Impact of Floods: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review. *PLoS Currents*. doi: 10.1371/currents.dis.f4deb457904936b07c09daa98ee8171a

Douvinet J, Vinet F (2012) La carte des arrêtes "CatNat" pour les inondations: Limites et améliorations possibles. M@ppemonde

Gazelle F, Desailly B, Antoine J-M (2001) Les crues meurtrières, du Roussillon aux Cévennes//Casualty-causing flood: from the Roussillon region to the Cevennes country. *Annales de Géographie* 110:597–623. doi: 10.3406/geo.2001.1704

Guha-Sapir D, Hoyois P, Below R (2013) Annual disaster statistical review 2012. The numbers and trends. Centre for Research on the Epidemiology Disasters

Joly D, Brossard T, Cardot H, et al. (2010) Les types de climats en France, une construction spatiale. *Cybergeographie European Journal of Geography*. doi: 10.4000/cybergeographie.23155

Jonkman SN (2005) Global perspectives on loss of human life caused by floods. *Natural Hazards* 34:151–175.

Julio Serje – UNDP /LA RED DesInventar: une méthodologie pour construire des Inventaires de Désastre comme une partie du Processus de Mitigation du Risque » Consultée sur le site <http://www.desinventar.net/documentation.html>, le 04/04/2014.

Llasat M-C, Barriendos M, Barrera A, Rigo T (2005) Floods in Catalonia (NE Spain) since the 14th century. Climatological and meteorological aspects from historical documentary sources and old instrumental records. *Journal of Hydrology* 313:32–47. doi: 10.1016/j.jhydrol.2005.02.004

Llasat MC, Llasat-Botija M, Petrucci O, et al. (2013) Towards a database on societal impact of Mediterranean floods within the framework of the HYMEX project. *Natural Hazards Earth System Sciences* 13:1337–1350. doi: 10.5194/nhess-13-1337-2013

Llasat MC, Llasat-Botija M, Prat MA, et al. (2010) High-impact floods and flash floods in Mediterranean countries: the FLASH preliminary database. *Advances in Geosciences* 23:47–55.

McCarthy P (2007) P1. 6 Defining the impact of weather.

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (2012). Direction Générale de la Prévention des Risques - SRNH Les événements dommageables survenus en France.

National Weather Service Instruction 10-1605 (2007). Operations and Service. Performance, NWSPD 10-16, Storm Data Preparation

Papagiannaki K, Lagouvardos K, Kotroni V (2013) A database of high-impact weather events in Greece: a descriptive impact analysis for the period 2001–2011. *Natural Hazards Earth System Sciences* 13:727–736. doi: 10.5194/nhess-13-727-2013

Petrucci O, Pasqua AA (2008) The study of past damaging hydrogeological events for damage susceptibility zonation. *Natural Hazards Earth System Sciences* 8:881–892. doi: 10.5194/nhess-8-881-2008

Petrucci O, Pasqua A A, Polemio M (2012) Flash flood occurrences since the 17th century in steep drainage basins in southern Italy. *Environ Manage* 50:807–818. doi: 10.1007/s00267-012-9935-1

Ruin I (2007) Conduite à contre-courant. Les pratiques de mobilité dans le Gard: facteur de vulnérabilité aux crues rapides. Université Joseph-Fourier-Grenoble I

Ruin I, Creutin J-D, Anquetin S, Lutoff C (2008) Human exposure to flash floods – Relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of September 2002 in Southern France. *Journal of Hydrology* 361:199–213. doi: 10.1016/j.jhydrol.2008.07.044

Sills DML (2009) On The MSC Forecasters Forums and the Future Role of the Human Forecaster. *Bull Am Meteorol Soc* 90:619–627. doi: 10.1175/2008BAMS2657.1

Ubyrisk Consultants. Notice explicative - Présentation BD CATNAT.

Consulte sur le site: [http://www.catnat.net/documents/Presentation\\_BD\\_CATNAT.pdf](http://www.catnat.net/documents/Presentation_BD_CATNAT.pdf), le 24/03/2014

## Acronymes:

Sont résumés ici les principaux acronymes utilisés dans le mémoire. Une traduction en anglais et en français est proposée pour chacun des sigles.

ACRONYMES	ANGLAIS	FRANCAIS
<b>OFDA</b>	Office of Foreign Disaster Assistance	Bureau d'assistance aux catastrophes à l'étranger
<b>UN</b>	United Nations	Organisation des Nations unies
<b>EM-DAT</b>	Emergency Data Base	Base de Données des situations d'urgence
<b>CAT-NAT</b>	Natural Disaster	Catastrophes Naturelles
<b>NATHAN</b>	Natural Hazards Assessment Network	Réseau d'évaluation des risques naturels
<b>INSEE</b>	National Institute of Statistics and Economic Studies	Institut National de la statistique et des études économiques
<b>DFO</b>	Dartmouth Flood Observatory	Observatoire des crues de Dartmouth
<b>CREC</b>	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters	Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes
<b>MEDDE</b>	Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy	Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
<b>EFI</b>	High impact event	Événement à fort impact
<b>MCS</b>	Meteorological Service of Canada	Service Météorologique du Canada
<b>DREAL</b>	Regional Service for Environment, Urban planning and Housing	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
<b>PNUD</b>	United Nations Development Program (UNDP)	Programme des Nations Unies pour le développement

## Table des Figures

Figure 1. Carte de localisation de la zone d'étude. ....	6
Figure 2. Localisation du maximum de précipitations sur le sud-est de la France. Période 1967-2006 .....	7
Figure 3. Episodes des fortes précipitations. Période 1964 – 2013.....	8
Figure 4. Diagramme relationnelle de la base de données.....	27
Figure 5. Distribution annuelle du nombre d'événements. Période 1985 - 2010 .....	30
Figure 6. Distribution mensuelle des événements. Période 1985 - 2010.....	30
Figure 7. Distribution des événements hydro-météorologiques par victimes. Période 1985 – 2010.....	31
Figure 8. Evénements hydro-météorologiques par Victimes, Duré et Dommages économiques .....	32
Figure 9. Distribution des événements par Département .....	33
Figure 10. Modèles ou « empreintes » identifiées .....	34
Figure 11. Distribution temporelle des événements selon leur type d'impact .....	35
Figure 12. Ecart à la moyenne du coût des dommages économiques par type d'empreinte. ....	36
Figure 13. Ecart à la moyenne du nombre de victimes par type d'empreinte .....	36
Figure 14. Ecart à la moyenne du nombre de communes affectées par type d'empreinte ...	37
Figure 15. Diagrammes d'intensité de la pluie.....	37

## Table des Tableaux

Tableau 1. Données démographiques et de surface par départements. ....	9
Tableau 2. Caractéristiques des Crues rapides et crues éclair.....	11
Tableau 3. Tableau synthèses des principales caractéristiques et critère de classement des Base de Données Internationales .....	19
Tableau 4. Tableau synthèses des principales caractéristiques et critère de classement des Base de Données Nationales/Régionales.....	20
Tableau 5. Echelle de gravité des dommages dans la base de données de Prim.net .....	21
Tableau 6. Echelle de gravite des conséquences humaines et matériels dans la base CATNAT .....	22
Tableau 7. Echelle de gravite événements dans la base de données du DFO.....	23
Tableau 8. Système de classification des inondations historiques FloodHyMex.....	23
Tableau 9. Evénements Hydro-météorologiques et décès par Base de Données. 1985 - 2010 .....	24
Tableau 10. Critères utilisés pour l'extraction de l'événement à partir des diverses bases de données sources et selon leurs méthodologies de classification. ....	25
Tableau 11. Enregistrement de l'événement du 08/09/2002 par les différentes bases de données.....	28
Tableau 12. Classification des événements pour empreinte spatial .....	35
Tableau 13. Caractéristiques des empreintes identifiées.....	36
Tableau 14. Tableau de la typologie de classification des événements par Base de Données	53

## Table des Matières

Sommaire .....	2
Remerciements .....	3
1 Introduction.....	4
1.1 Structure d'accueil.....	4
1.2 Contexte et objective de stage .....	5
1.3 Zone d'étude.....	6
2. Problématique.....	9
2.1 Caractéristiques des crues rapides .....	10
2.2 Recensement des bases de données d'impact .....	11
2.3 Vers une définition des événements à fort impact.....	13
3. Les bases de données sources .....	15
3.1 Quelles informations contiennent-elles ? .....	15
3.2 Comparaison des bases de données .....	18
4. Structuration de la Base de Données .....	24
4.1 Critères d'extraction appliqués au BD sources.....	25
4.2 Homogénéisation et normalisation .....	27
4.3 Critères de sélection des événements assimilés à des crues rapides .....	28
5. Premier analyses spatio-temporelles des événements recensés dans la base compilée	29
5.1 Distribution temporelle .....	29
5.2 Distribution spatiale .....	32
5.3 Analyse de sévérité.....	33
6. Conclusion .....	39
7. Références Bibliographiques.....	41
Table des Figures.....	44
Table des Tableaux.....	44
Table des Matières.....	45
Annexes .....	46
Résumé.....	54
Abstract .....	54

# **Annexes**

## DIAGRAMMES D'INTENSITE DES EVENEMENTS À FORT IMPACT

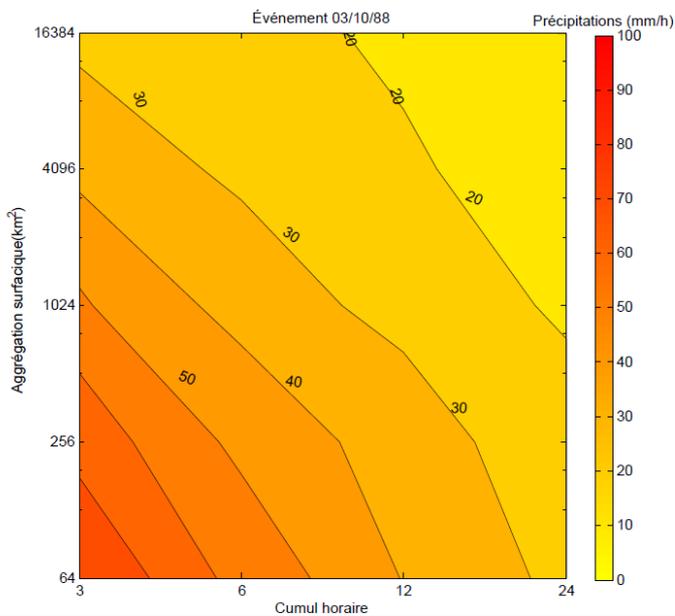
**(03/10/88 00:00:00) - (03/10/88 23:59:00)**

**Crue, Ruissellement et coulée de boue**

76 communes affectées

10 victimes

610 M€ de dommages économiques



**(22/09/92 00:00:00) - (22/09/92 23:59:00)**

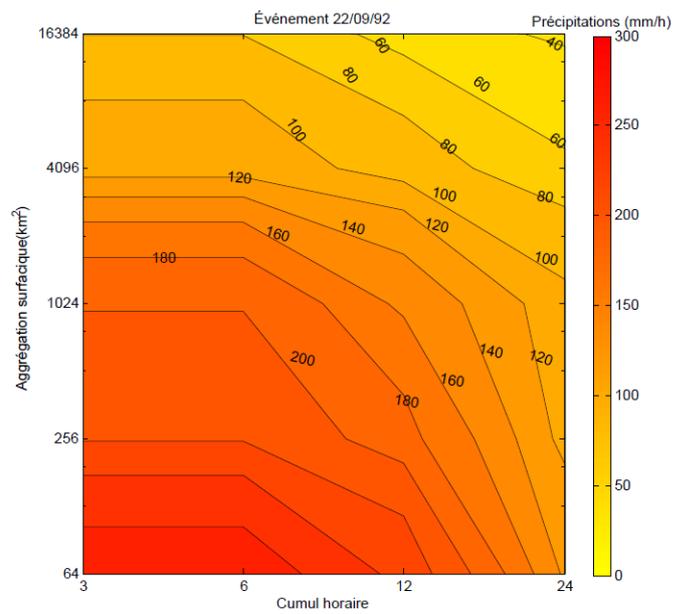
**Crue -> Débordement de plaine**

Débordements de l'Ouvèze (Vaucluse)

183 communes affectées

47 morts dont 34 à Vaison-la-Romaine

500 M€ de dommages économiques



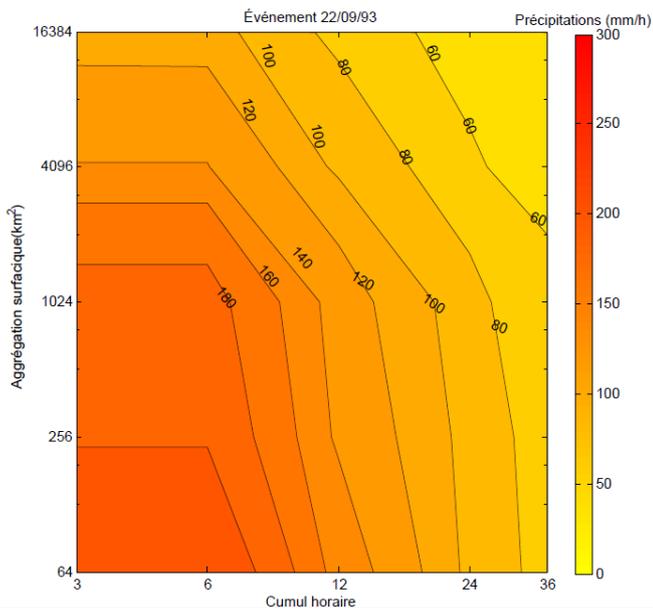
**(22/09/93 00:00:00) - (08/10/93 23:59:00)**

**Inondations**

287 communes affectées

17 victimes

645 M€ de dommages économiques



**(27/01/96 00:00:00) - (30/01/96 23:59:00)**

**Crue, Ruissellement et coulée de boue**

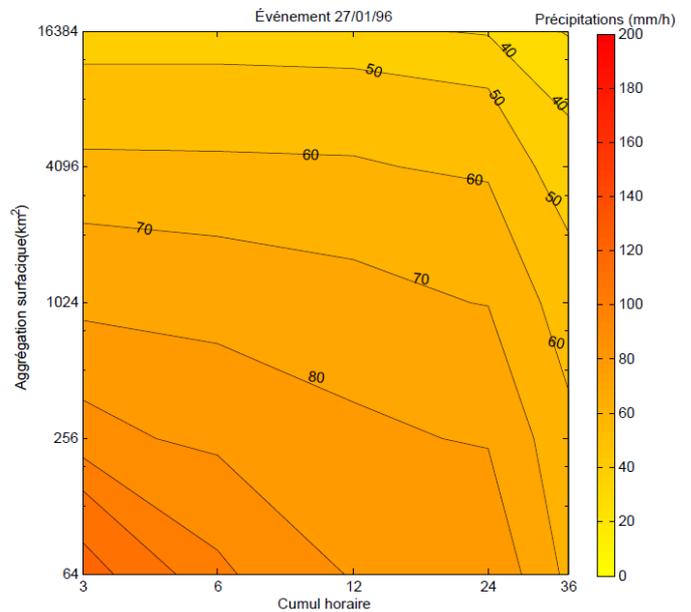
Débordement de l'Orb (Hérault)

134 communes affectées

4 victimes

4,45 M€ de dommages économiques

Dommages aux routes, écoles et bâtiments



**(16/12/97 00:00:00) - (19/12/97 23:59:00)**

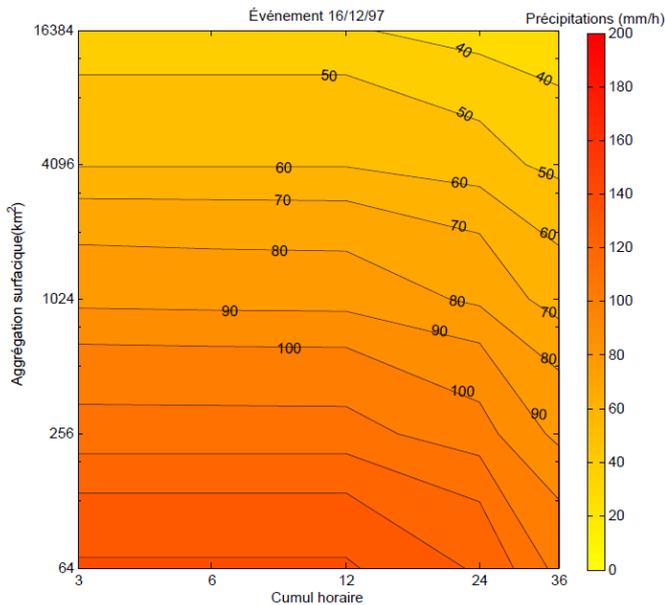
**Crue, Submersion marine**

94 communes affectées

Pas de records de victimes

22 mm en 1 h ; 180 mm en 24 h (CCR-Erisk)

43 M€ de dommages économiques (CCR-Erisk)



**(19/09/00 00:00:00) - (20/09/00 23:59:00)**

**Crue**

14 communes déclarées en état de catastrophe naturelle

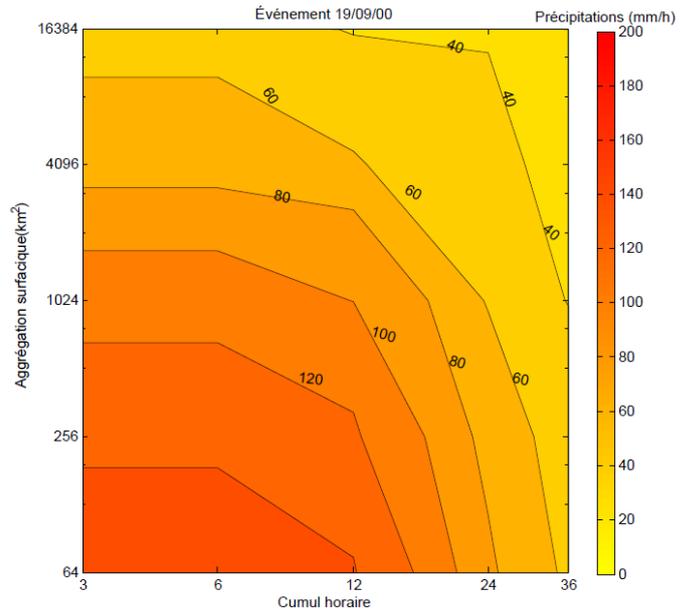
dont 3 d'entre eux appartiennent à Vaucluse

158 mm en 3h à Marseille, 150 mm à Gardanne, 110 mm

à Aix

Pas de records de victimes

50 M€ de dommages économiques



**(06/10/01 00:00:00) - (08/10/01 23:59:00)**

**Crue -> Débordement torrentiel**

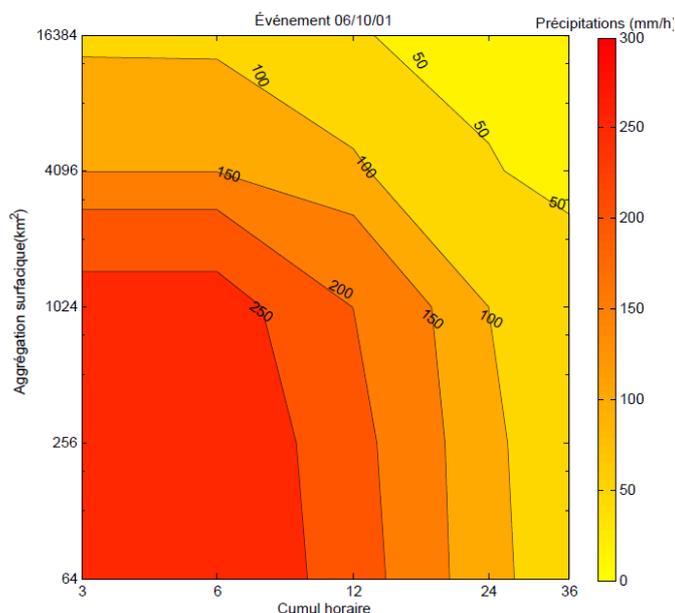
Débordement du Vidourle et du Gardon

Plus 300 mm en 24h entre Alès et Sommières (Gard)

70 communes affectées

2 victimes

Pas d'enregistrement de données économiques



**(09/10/01 00:00:00) - (09/10/01 23:59:00)**

**Ruissellement -> Ruissellement urbain**

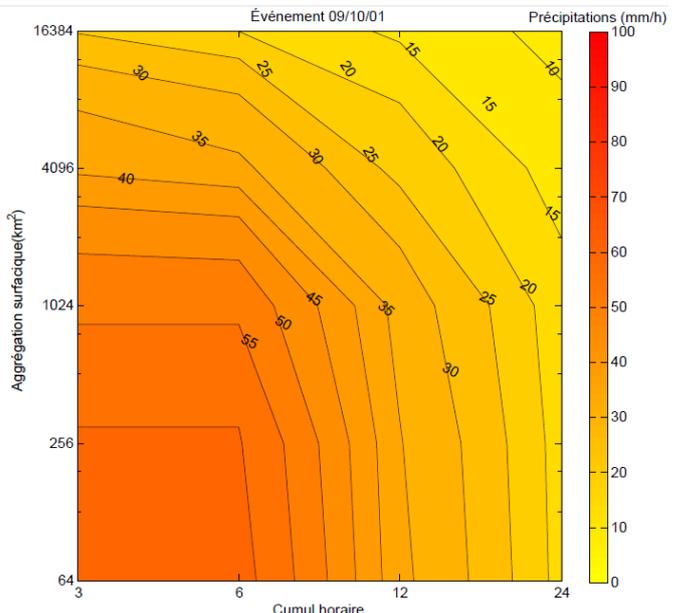
Un violent orage provoque des inondations à Montpellier - 9 octobre 2001

25 communes affectées

Débordement du Vidourle et de l'Hérault (Gard, Hérault)

Pas de records de victimes

Pas d'enregistrement de données économiques



**(08/09/02 00:00:00) - (12/09/02 23:59:00)**

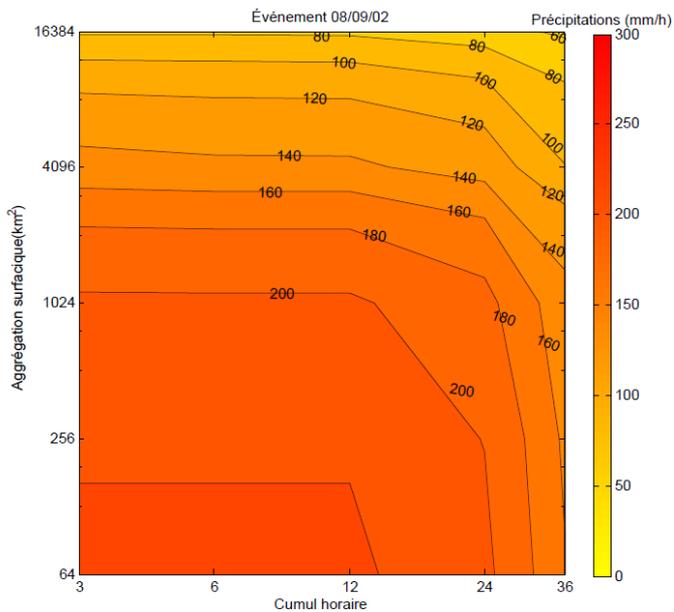
**Crue -> Débordement torrentiel**

Crues du Rhône, du Vidourle, du Gardon, de la Cèze et autres affluents.

397 communes affectées

24 victimes

1200 M€ de dommages économiques



**(14/11/02 00:00:00) - (19/11/02 23:59:00)**

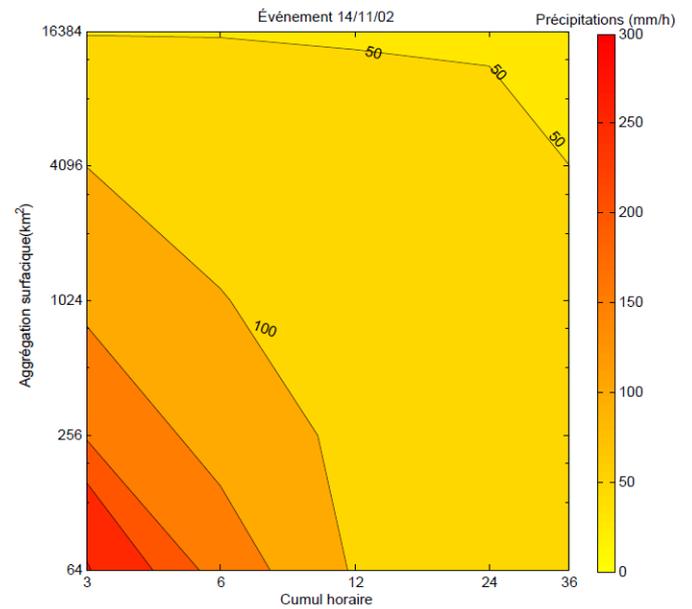
**Crue -> Débordement de plaine**

Débordement du Rhône et affluents (la Véore, la Drôme, Le Bez, Le Roubion, Le Jabron, L'Herbasse, Le Deume, la Cance, Le Doux...)

21 communes affectées

1 victime (disparu)

Pas d'enregistrement de données économiques



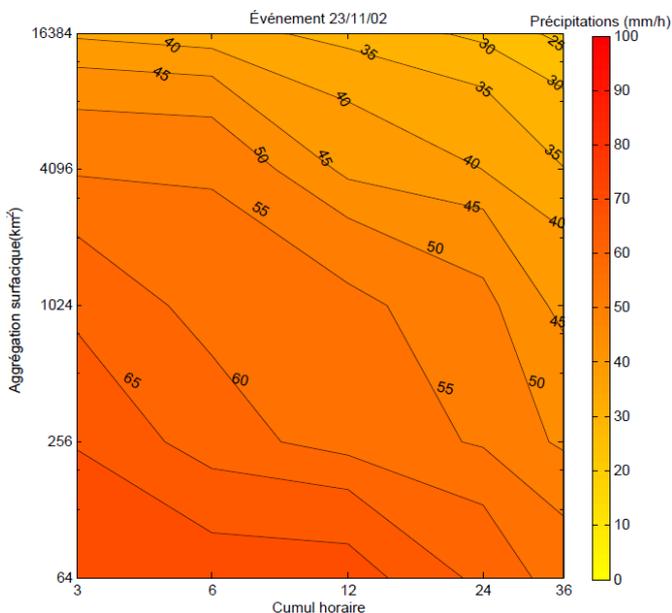
**(23/11/02 00:00:00) - (29/11/02 23:59:00)**

**Crue -> Débordement de plaine**

Crues du Rhône, du Vidourle

1 victime

Pas d'enregistrement de données économiques



**(10/12/02 00:00:00) - (14/12/02 23:59:00)**

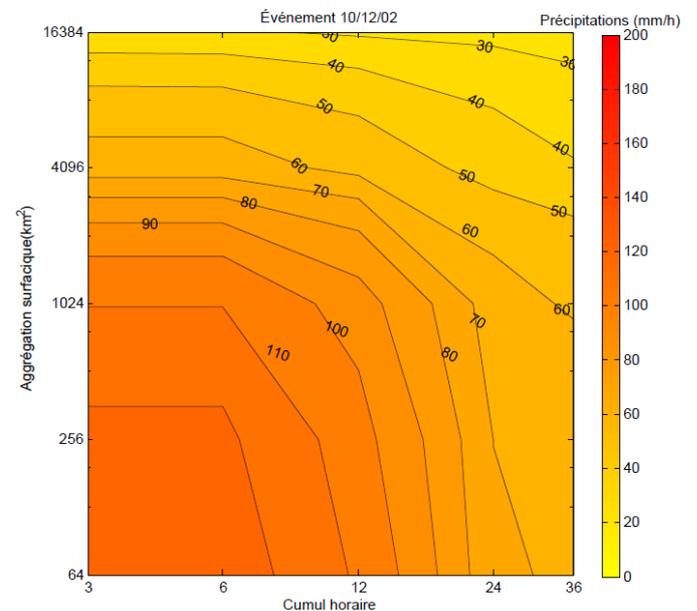
**Crue -> Débordement torrentiel**

Débordement de plusieurs cours d'eau (Le Rhône, la Véore, la Drôme, Le Bez, Le Roubion, Le Jabron, L'Herbasse) et étangs de Pérol et de l'Or)

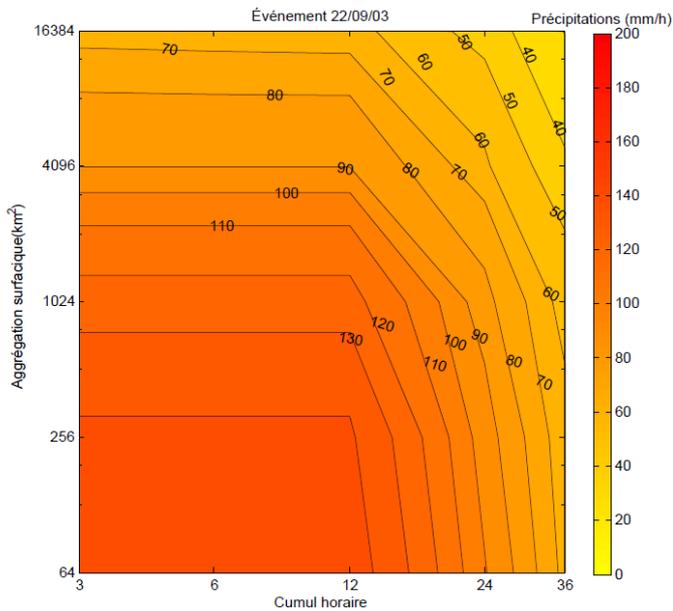
4 communes affectées

2 victimes

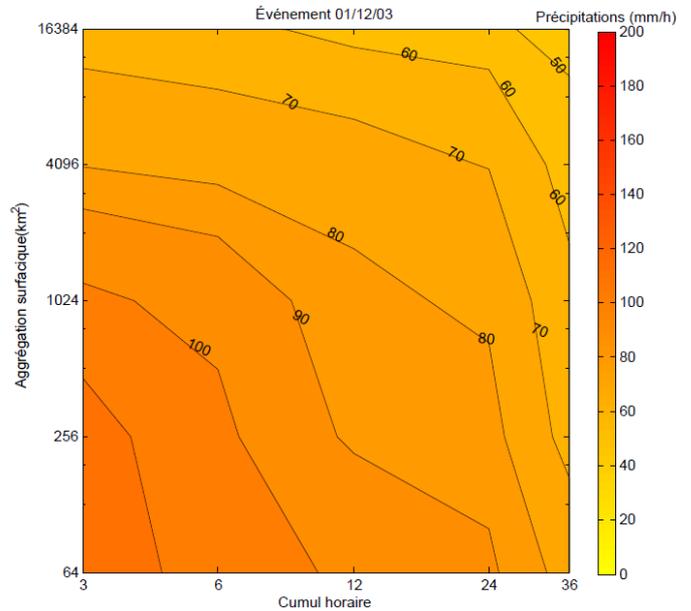
0,70 M€ dommages économiques



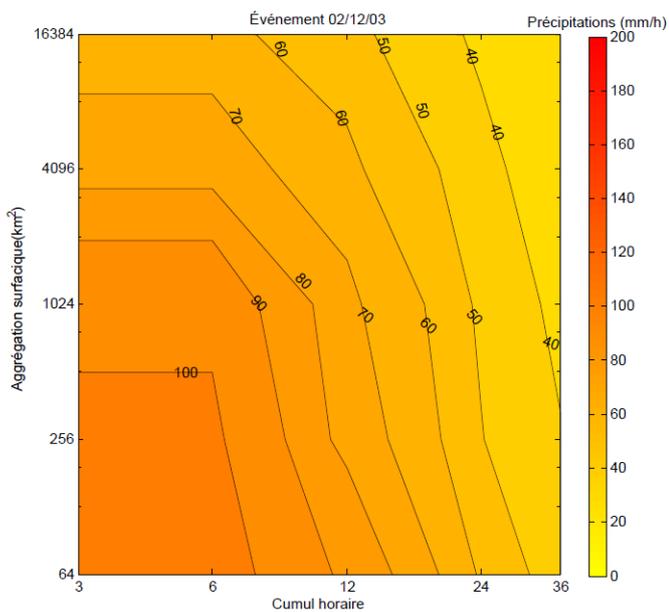
**(22/09/03 00:00:00) - (23/09/03 23:59:00)**  
**Ruissellement, Crue -> Ruissellement urbain, Débordement torrentiel**  
 65 communes affectées  
 1 victime  
 Pas d'enregistrement de données économiques



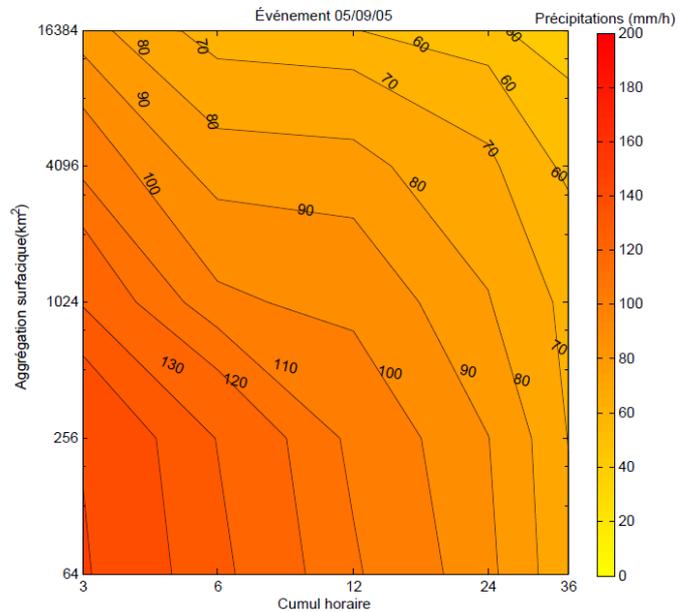
**(01/12/03 00:00:00) - (10/12/03 23:59:00)**  
**Crue -> Débordement de plaine**  
 La Loire a dépassé la cote d'alerte  
 48 communes affectées  
 9 victimes  
 1500 M€ en dommages économiques



**(02/12/03 00:00:00) - (03/12/03 23:59:00)**  
**Crue**  
 78 communes affectées  
 9 victimes  
 1099 M€ en dommages économiques



**(05/09/05 00:00:00) - (10/09/05 23:59:00)**  
**Crue -> Débordement de plaine**  
 Débordement de le Vistre, le Lez, le Vidourle (inondations liées au ruissellement en milieu urbain)  
 135 communes affectées  
 3 victimes (2 morts)  
 90 M€ en dommages économiques



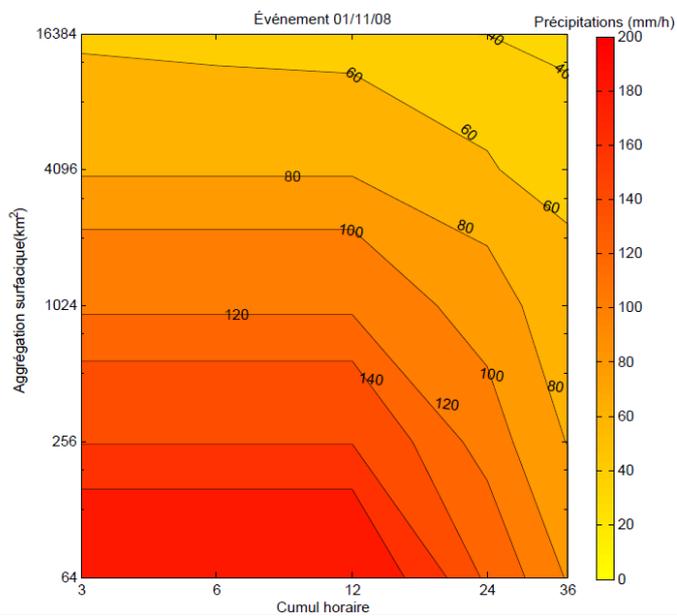
**(01/11/08 00:00:00) - (05/11/08 23:59:00)**

**Ruissellement, Crue -> Ruissellement et coulée de boue, Débordement torrentiel**

48 communes affectées

Pas de records de victimes

160 M€ en dommages économiques



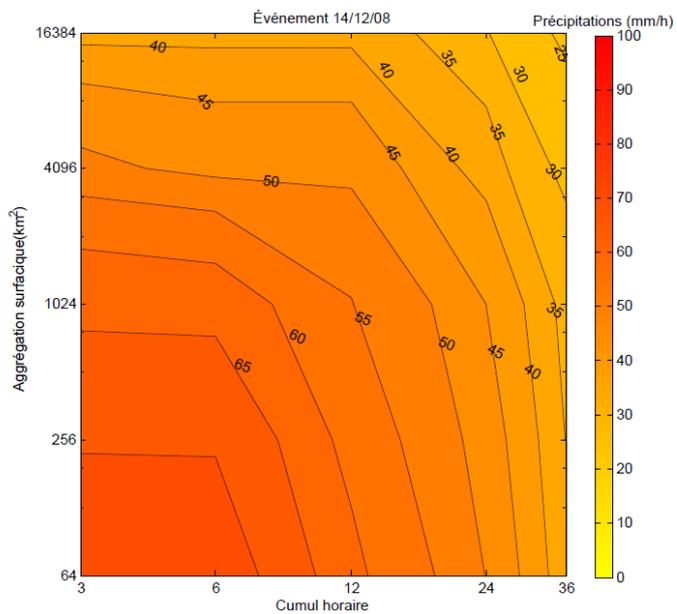
**(14/12/08 00:00:00) - (17/12/08 23:59:00)**

**Crue, Submersion marine**

53 communes affectées

1 victime

50 M€ en dommages économiques



Classification	EM-DAT	DFO	CATNAT	prim.net	FloodHymex
Hydrologique	<b>Flood</b> - General Flood - Flash Flood - Storm Surge/Coastal  <b>Mass Movement (Wet)</b> - Rockfall - Landslide - Avalanche - Subsidence	<b>FF</b> Flash Flood <b>FL</b> Flood <b>ST</b> Severe Local Storm  <b>AV</b> Snow Avalanche <b>SS</b> Storm Surge <b>TC</b> Tropical Cyclone <b>WV</b> Wave/Surge (use ST/SS instead)  <b>Cause:</b> - Heavy rain - Avalanche related	<b>01 Inondations et coulées de boue</b> <b>011 Par crue</b> 0111 Débordement de plaine 0112 Débordement torrentiel 0113 Crue d'embâcle / débâcle <b>012 Par ruissellement</b> 0121 Ruissellement rural (coulée de boue) 0122 Ruissellement urbain <b>013 Lave torrentielle</b> <b>014 Par remontée de nappe</b> <b>015 Par submersion marine</b> <b>016 Par rupture de digue ou de barrage</b> <b>017 Par rupture de barrage naturel</b>	<b>1.1 Inondation</b> <b>1.1.1 Par une crue (débordement de cours d'eau)</b> 1.1.1.1 Débordement lent 1.1.1.2 Débordement rapide (torrentiel) <b>1.1.2 Par ruissellement et coulée de boue</b> 1.1.2.1 Rural (souvent accompagné de coulées de boue et d'eau boueuse) 1.1.2.2 Urbain ou péri-urbain (souvent accompagné d'eau boueuse) <b>1.1.3 Par lave torrentielle (torrent et talweg)</b> <b>1.1.4 Par remontées de nappes naturelles</b> <b>1.1.5 Par submersion marine</b> 1.1.5.1 Houle, marée de tempête 1.1.5.2 Raz-de-marée, tsunami	<b>FL</b> Flood <b>FF</b> Flash Flood <b>LS</b> Landslide  <b>TO</b> Tornado <b>HL</b> Hail <b>SN</b> Snow <b>SW</b> Strong Wind
	Météorologique	<b>Storm</b> - Tropical Cyclone - Extra-Tropical Cyclone - Local Storm	<b>04 Avalanches</b> 041 De neige 042 Glaciaire <b>07 Cyclones et tempêtes tropicales</b> 071 Tempêtes tropicales 072 Cyclones 073 Dépressions tropicales <b>08 Tempêtes tempérées</b> 081 Tempêtes tempérées 082 Tempêtes de sable <b>09 Orages</b> 091 Orages 092 Foudre <b>10 Grêle</b> <b>11 Tornades et trombes</b> 111 Tornades 112 Trombes	<b>06 Incendies de forêt</b> <b>12 Blizzards, neige et pluies verglaçantes</b> 121 Blizzards (tempêtes de neige) 122 Pluies verglaçantes 123 Froids <b>13 Chaleur</b> 131 Vagues de chaleur 132 Canicules 151 A dominante pluvieuses <b>14 Sècheresses</b> <b>15 Intempéries</b> 152 A dominante venteuse 153 A dominante neigeuse	<b>1.7 Phénomène lié à l'atmosphère</b> <b>1.7.1 Cyclone/ouragan (vent)</b> <b>1.7.2 Tempête et grains (vent)</b> 1.7.2.1 Tempête (vent) 1.7.2.2 Ligne de grains 1.7.2.3 Grains <b>1.7.3 Trombe (vent)</b> <b>1.7.4 Foudre</b> <b>1.7.5 Grêle</b> <b>1.7.6 Neige et pluie verglaçante</b> 1.7.6.1 Neige 1.7.6.2 Pluie verglaçante
Climatologique		<b>Extreme Temperature</b> - Heat Wave - Cold Wave - Extreme Winter Condition  <b>Drought</b> <b>Wildfire</b> - Forest Fire - Land Fire			<b>1.6 Feu de forêt</b>

<b>Géologique / Geophysique</b>	<b>Earthquake</b> <b>Volcano</b> <b>Mass Movement (Dry)</b> - Rockfall - Landslide - Avalanche - Subsidence	<b>02 Mouvements de terrain</b> 021 Glissement de terrain 022 Effondrement 0221 Naturels(fontis) 0222 Anthropique(mine) 023 Eboulements et chutes de pierres/blocs 0231 Chutes de pierres ou de blocs 0232 Eboulement en masse 024 Affaissements 0241 Naturel 0242 Anthropique 025 Recul du trait de côte et de falaises 0251 Recul de côte basse 0252 Recul de côte à falaise 0253 Recul de berges fluviales <b>03 Séismes</b> 031 Séismes tectoniques 032 Séismes sismo-volcaniques <b>16 Tsunamis</b> 161 D'origine sismique 162 D'origine volcanique 163 D'origine gravitaire (mvt de terrain sous-marin)	<b>1.2 Mouvement de terrain</b> <b>1.2.1 Affaissement</b> 1.2.1.1 Dû à des cavités anthropiques 1.2.1.2 Dû à des cavités naturelles <b>1.2.2 Effondrement</b> 1.2.2.1 Localisé (fontis) dû à des cavités anthropiques 1.2.2.2 Localisé (fontis) dû à des cavités naturelles 1.2.2.3 Généralisé dû à des cavités anthropiques <b>1.2.3 Éboulement, chutes de pierres et de blocs</b> 1.2.3.1 Chutes de pierres et de blocs 1.2.3.2 Éboulement en masse 1.2.3.3 Éboulement en grande masse (ou écroulement) <b>1.2.4 Glissement de terrain</b> 1.2.4.1 Glissement 1.2.4.2 Coulées boueuses issues de glissement amont <b>1.2.5 Avancée dunaire</b> <b>1.2.6 Recul du trait de côte et de falaises</b> 1.2.6.1 Littoral - côte basse 1.2.6.2 Littoral - côte à falaise 1.2.6.3 Berges fluviales <b>1.2.7 Tassements différentiels</b> <b>1.3 Séisme</b> <b>1.4 Avalanche</b> <b>1.5 Éruption volcanique</b> <b>1.5.1 Coulées (ou intrusion) de lave</b> <b>1.5.2 Coulées pyroclastiques</b> <b>1.5.3 Retombées aériennes</b> <b>1.5.4 Gaz</b> <b>1.5.5 Lahars 2</b>	
	<b>Spatiales</b>		<b>17 Phénomènes Extraterrestres</b> 171 Chute de météorites / astéroïdes 172 Tempêtes solaires	
<b>Sources</b>	Annual Disaster Statistical Review 2012. <sup>16</sup>	Global Archive of Large Flood Events - Notes	Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2006	Towards a database on societal impact of Mediterranean floods within the framework of the HYMEX projet
<b>Site Internet</b>	<a href="http://www.emdat.be/publications">http://www.emdat.be/publications</a>	<a href="http://www.dartmouth.edu/~floods/Archives/ArchiveNotes.html">http://www.dartmouth.edu/~floods/Archives/ArchiveNotes.html</a>	<a href="http://www.catnat.net/component/content/article/2-non-categorise/13547-notice-de-la-bd-catnat-interrogeable-en-ligne">http://www.catnat.net/component/content/article/2-non-categorise/13547-notice-de-la-bd-catnat-interrogeable-en-ligne</a>	<a href="http://catalogue.prim.net/40_les-evenements-naturels-dommageables-en-france-et-dans-le-monde-en-2006.html">http://catalogue.prim.net/40_les-evenements-naturels-dommageables-en-france-et-dans-le-monde-en-2006.html</a>

**Tableau 14. Tableau de la typologie de classification des événements par Base de Données**

<sup>16</sup> Annual Disaster Statistical Review 2012. The numbers and trends. Debarati Guha-Sapir, Philippe Hoyois and Regina Below. WHO collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED

## **Résumé**

Ce stage, effectué au sein de Laboratoire d'Etudes des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE), a comme objectif d'identifier et de croiser l'information issue des différentes bases de données existantes au regard des impacts répertoriés pour les événements hydro-météorologiques catastrophiques dans les départements du sud de la France (Ardèche, Drôme, Gard, Hérault et Vaucluse).

Le travail comprend trois étapes : (1) La collecte et l'homogénéisation des données provenant des différentes bases de données d'origine pour mieux comprendre les différences entre celles-ci (i.e. critères utilisés pour classer chaque événement ; durée de l'événement ; lieu ; type de conséquences...); (2) La conception et la mise en œuvre de la méthodologie qui servira d'outil pour la construction d'une base de données compilée des événements et (3) une analyse basée sur des critères spatio-temporels afin d'identifier les circonstances physiques et sociales qui semblent associées à des événements présentant les plus forts impacts socio-économiques.

## **Abstract**

The aim of this internship, carried out in the "Laboratoire d'Etudes des Transferts en Hydrologie et Environnement" (LTHE), is to identify and cross-reference information from different existing databases, focusing on the impacts of catastrophic hydro-meteorological events occurring in the south of France (Ardèche, Drôme, Gard, Hérault and Vaucluse).

This study consists of three steps : (1) the collect and homogenization of data from the different databases in order to better apprehend their differences (i.e. criteria used to classify each event ; duration of the event ; location ; nature of the consequences...), (2) the design and realization of the methodology which will serve as a tool for the construction of a compiled database of events, and (3) an analysis based on spatio-temporal criteria in order to identify the physical and social circumstances that appear to be associated with events presenting the strongest socio-economic impacts.