



HAL
open science

Approche géographique de la gestion du risque inondation par le secteur de l'assurance – Application à l'assurance des entreprises

Arnaud Donguy, Aldo Napoli, Vincent Kusnik

► **To cite this version:**

Arnaud Donguy, Aldo Napoli, Vincent Kusnik. Approche géographique de la gestion du risque inondation par le secteur de l'assurance – Application à l'assurance des entreprises. *Géologues*, 2015, Risques d'inondation et littoraux, 184, pp.36-41. hal-03736793

HAL Id: hal-03736793

<https://minesparis-psl.hal.science/hal-03736793v1>

Submitted on 22 Jul 2022

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.

Approche géographique de la gestion du risque inondation par le secteur de l'assurance – Application à l'assurance des entreprises

Arnaud DONGUY¹, Aldo NAPOLI², Vincent KUSNIK¹

¹ AXA France ; ² MINES ParisTech - CRC

1. Introduction

Cet article s'inscrit dans une optique de gestion des événements dits « extrêmes » ou « d'ampleur » dont les caractéristiques générales sont une faible probabilité d'occurrence et des conséquences fortes sur les systèmes écologiques et sociaux concernés (IPCC, 2007). Au sein de cet article, l'analyse est focalisée sur un aspect particulier, à savoir la gestion des conséquences de ces événements par une entreprise d'assurance. Dans cet article, le terme « événement » désigne un événement météorologique d'une intensité plus élevée que la moyenne. D'une manière générale, les sociétés d'assurance IARD (Incendie et Autres Risques Divers) ont un bilan d'actif certain et de passif aléatoire. De cet état de fait, il ressort un éclairage sur le sens du mot risque par la profession de l'assurance qui désigne un client assuré puisque le financement du risque est réalisé avant l'occurrence du dommage. En effet, ces sociétés reçoivent et mutualisent les cotisations de leurs assurés pour faire face à des dommages aléatoires dont elles espèrent soit, au mieux, leur non survenance ou, a minima, leur coût limité

Pérenniser la capacité de réponse à la demande sociétale de protection financière fiable, impose aux sociétés d'assurance de se doter de connaissances et de savoir-faire, afin de mieux maîtriser les risques climatiques auxquels ses portefeuilles assurés sont soumis et ce, pour chaque maillon des multiples processus métiers constitutifs de la chaîne de valeur assurantielle : la souscription, la prévention, la gestion des sinistres, l'évaluation financière pour le provisionnement et la gestion de la réassurance. En outre, le besoin d'appréhender ces événements s'avère de plus en plus prégnant à mesure que les coûts des catastrophes augmentent et que les normes comptables européennes pressent inévitablement les entreprises d'assurance à démontrer leur niveau de solvabilité en cas de réalisation de scénarios extrêmes. Par conséquent, il devient nécessaire de mieux connaître les risques, de les spatialiser afin d'établir des cartographies fines de leurs processus afférents, tout en respectant les normes comptables internationales (IFRS¹) et les normes prudentielles (imposées par le règlement européen du 29 novembre 2009²).

Les risques peuvent, dans un premier temps, être segmentés en deux catégories (Donguy 2012) :

- les risques de masse ou de fréquence qui concernent, pour l'essentiel, le marché du particulier. Du point de vue de la tarification, l'emploi de démarche consistant à se servir de la vision de la sinistralité antérieure (en termes de volume et coût moyen) pour déterminer celle à venir s'avère être très largement répandue.
- les risques plus spécifiques, plus volatils par nature comme ceux du marché de l'entreprise. L'estimation des risques qu'ils représentent ne peut être cantonnée à une approche historique à partir d'indices. La tarification de cette catégorie du risque relève bien souvent d'un traitement au cas par cas ainsi que la visite des lieux de risque par un expert (ingénieur des risques et préventeur).

2. Les assurances des risques d'entreprises

Les risques propres au marché des entreprises se caractérisent par une plus grande volatilité que les risques du marché des particuliers. Il est bien entendu possible d'établir des jalons pour la tarification selon la taille de l'entreprise et surtout son type d'activité mais, ceux-ci ne permettent évidemment pas de segmenter le risque réellement encouru par telle ou telle entreprise. Cela s'explique par la nature

¹ International Financial Reporting Standards

² Directive 2009/138/CE du Parlement et Conseil Européens

des risques couverts que ce soit le risque industriel en lui-même (incendie, explosion, ...), le risque technique (comme le bris de machine), les risques spécifiques à l'activité de l'entreprise (risque de contamination et de rappel de produits), les risques sur les flottes automobiles, la responsabilité civile pour les salariés, le transport, les atteintes à l'environnement, la construction, le risque informatique... Ainsi le dimensionnement de la prime d'assurance se fonde sur une approche de type expert nécessitant une analyse approfondie des risques latents auxquels est exposée une entreprise. Cependant, il faut préciser que même si les assureurs possèdent une véritable expertise pour certains risques et particulièrement l'incendie, force est de constater qu'il n'en est pas de même dans d'autres domaines comme par exemple le risque inondation (Donguy, 2012). Une autre spécificité du secteur de l'entreprise concerne les montants engagés à la souscription de certains risques pouvant atteindre plusieurs dizaines voire centaines de millions d'euros. En conséquence, différents procédés sont mis en pratique afin de répartir les risques (coassurance) ou tout simplement de les transférer (réassurance).

3. Evaluation économique des dommages induits par les inondations

Les dommages induits par les inondations touchent tout ce qui est susceptible de subir des préjudices dus à l'occurrence d'une inondation (Marche, 2008). Cela comprend un large panel de dommages à l'homme, sa santé et ses biens, sur les infrastructures publiques, la production industrielle, l'environnement... Les dommages peuvent, tout d'abord, être distingués selon le fait qu'ils sont la conséquence directe (contact physique entre l'enjeu et le risque) ou indirecte (perte d'activité due à un défaut d'approvisionnement en matière première ou en énergie par exemple) de l'inondation. Ensuite, les dommages peuvent être classés selon le fait qu'ils puissent ou non être exprimés en des termes monétaires i.e., les dommages tangibles et intangibles (par exemple, les pertes en vie humaine).

La France ne dispose que de très rares études adoptant une approche économique du risque inondation. Que ce soit l'inexistence de bases de données publiques relatives aux sinistres à une échelle rendant significativement exploitables ou le principe d'indemnisation solidaire « CatNat », le système français se démarque de ses principaux voisins européens en matière d'évaluation économique des dommages causés par les inondations. En conséquence, la politique de gestion des risques naturels, en particulier celle des risques d'inondation, s'est longtemps contentée de réaliser des études hydrologiques et hydrauliques visant à apporter les informations nécessaires à la prise de décision par les décideurs locaux ou nationaux quant à la création et aux dimensionnements d'ouvrages d'art tels que les digues ou les barrages. La volonté dans laquelle s'inscrivait cette démarche visait la recherche d'une protection contre les crues. Mais, chaque année, les événements viennent immanquablement rappelés que pour des événements exceptionnels, les mesures de protection s'avèrent être inefficaces voire pire en provoquant une augmentation des dommages liée aux sentiments de sécurité déçus par les mesures de protection telles que les digues (ouragan Katrina en 2005, inondation du Gard en 2002 et du Rhône en 2003...). Puisqu'il est clair que les mesures structurelles ne pourront contenir les grandes inondations, la connaissance des conséquences de ces événements ainsi que les causes sous-jacentes conditionnant la réalisation et l'ampleur des dommages demeurent un passage obligatoire. Cette domination technique a longtemps perduré. Mais l'accroissement et la concentration des biens combinés à l'enchérissement des valeurs assurées engendrent, mécaniquement, l'augmentation constante des dommages potentiels en zone exposée (Johnson et al, 2007). Ce constat a fait évoluer cette position vers la prise en compte de l'aspect socio-économique du risque inondation avec le développement des processus d'alerte et de surveillance (création en 2003 du Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations, création en 2002 du Service de Prévision des Crues), de systèmes de planification de crise (Pottier et al, 2004), de mesures de préparation à mettre en œuvre au niveau du particulier (Penning-Rooswell and Wilson, 2006), et enfin, la considération du coût « social » induit (Tapsell et al, 2002 ; RPA/FHRC, 2004). Ce changement de perception et ce besoin d'outils pour appréhender économiquement les dommages se combinent parfaitement avec l'arrivée à maturité des technologies de l'information géographique. Devant le panel de possibilités offert par ces outils, leurs adoptions par le monde de l'assurance nécessitent cependant un temps d'adaptation afin de rassembler, de mettre en forme avant d'exploiter l'intégralité du potentiel des bases de données assureurs (Donguy, 2012).

4. L'analyse des dommages suite à une inondation

La gestion des risques doit nécessairement s'appréhender de manière globale et nécessite pour son opérationnalisation la prise en compte de manière séparée de chaque sous-système ou module comme illustré dans la figure 1. La difficulté théorique de ces approches ne concerne pas prioritairement un module en particulier mais résulte du croisement de l'information et des approximations se cumulant à chaque étape.

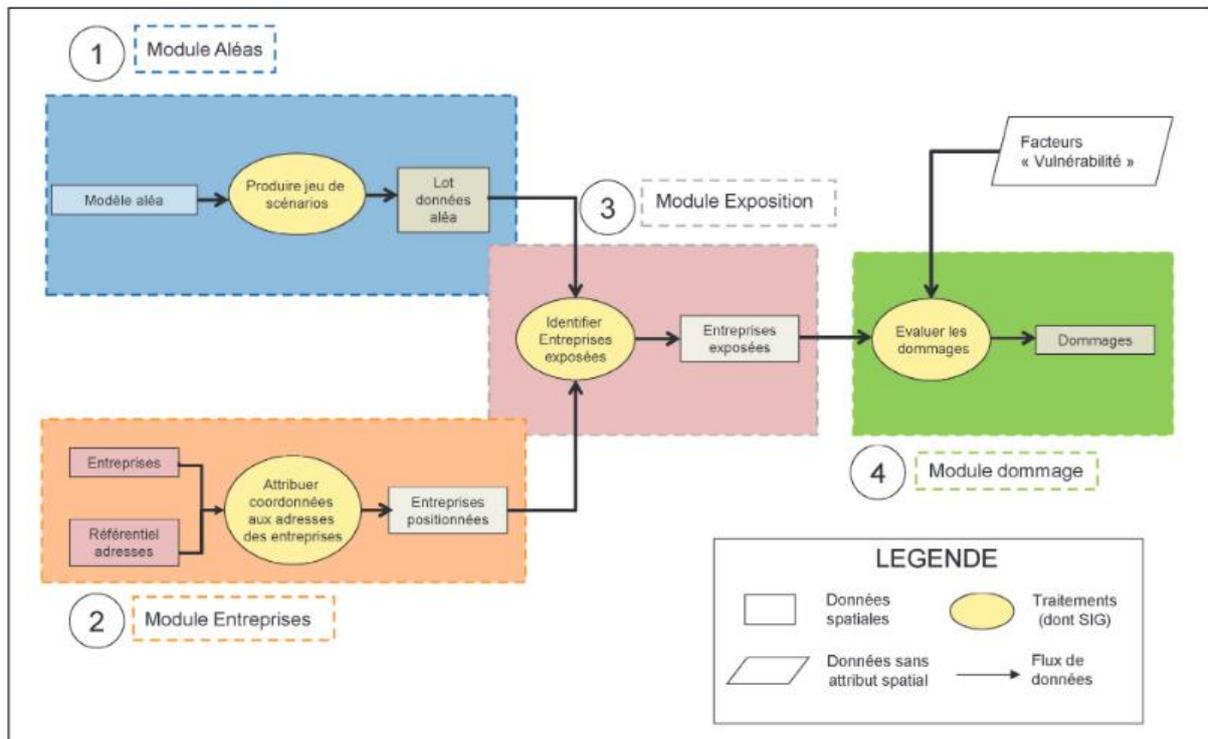


Fig 1. Diagramme de traitement de l'information pour l'analyse de l'exposition des professionnels. Exemple de l'inondation, jusqu'à l'appréciation des dommages (D'après Chemitte, 2008).

4.1. L'aléa

Le premier module concerne l'aléa, c'est-à-dire la matérialisation physique de la crue débordante qui s'aborde suivant différents niveaux de précision (Donguy, 2012). Ce premier module consiste à relier à chaque scénario défini a priori, une zone d'expansion de crue. Ensuite, il convient de qualifier à l'intérieur de cette enveloppe de crue l'intensité de l'aléa.

Les spécificités géographiques du territoire français relèvent d'une forte diversité environnementale, ce qui se traduit par une diversité des processus hydrologiques et hydrauliques conditionnant les écoulements. La France compte de vastes bassins versants de plaine comme notamment celui de la Loire ou de la Seine. Il faut savoir que l'étude visant à chiffrer les conséquences socioéconomiques de l'occurrence d'une crue d'une intensité comparable à celle de 1910 pour le bassin de la Seine et celle de 1866 pour celui de la Loire, dépasseraient très largement les capacités financières de la Caisse Centrale de Réassurance (IGF et al, 2005) malgré l'augmentation des provisions d'égalisation enregistrée au cours de ces dernières années. A ce niveau, deux pistes complémentaires sont à considérer :

- Concevoir une démarche de simulation d'inondation de plaine avant de déployer le modèle élaboré sur plusieurs bassins versants pilotes définis suivant des critères de représentativité (environnementaux, économiques et sociétaux) et ayant déjà fait l'objet d'études préalables dont les résultats ont été approuvés et sont diffusés par leurs auteurs (AZI³, PPRI⁴...),

³ Atlas des Zones Inondables

- Exploiter les données existantes sur l'aléa inondation (AZI, PHEC⁵...) lorsque celles-ci sont disponibles et se révèlent être satisfaisantes au regard des besoins inhérents aux présents travaux.

D'une manière générale, il est clair que la modélisation des dommages dépend de la pertinence des données issues des calculs hydrauliques. En outre, il faut également noter que la relation aléa-enjeu est largement tributaire de la précision des données altimétriques utilisées puisque, l'un des facteurs le plus discriminant pour expliquer un niveau de dommage est la hauteur d'eau au droit de l'enjeu étudié. La caractérisation de l'aléa implique de réaliser en amont de l'étape de modélisation une recherche visant à :

- Décrire les principaux contextes de survenance des inondations (exemple : type de crue),
- Indiquer les paramètres hydrauliques à prendre en compte pour analyser la vulnérabilité de l'enjeu au risque inondation et expliquer comment et pourquoi ces paramètres conditionnent la nature et l'ampleur des dégâts,
- Décrire la notion de scénario de référence (PHEC, crue centennale...),
- Décrire les sources d'informations et où les trouver (base de données géographiques, expérience passée...).

Il faut alors s'interroger sur la notion de seuils et de ses effets sur les dommages. La littérature distingue à ce niveau le type de bâti. En ce qui concerne le bâti type maison individuelle ou immeuble, la notion d'effet seuil ne semble pas retenue par les spécialistes du domaine tandis que, pour ce qui concerne le secteur industriel, de nombreux auteurs soulignent leur importance dont (Ledoux et Sageris, 2000). Cette dernière remarque se conçoit assez facilement : il suffit de considérer la limite à partir de laquelle l'eau va atteindre les stocks de produits finis ou de matières premières pour lesquels un contact avec l'eau les rendraient inexploitable ou invendables.

Dans cette optique, (Ledoux et Sageris, 2000) ont publié les résultats obtenus lors d'une enquête - exercice théorique demandé à des industries – en région parisienne. Les effets de seuil suivants ont été estimés, chaque fois pour des conditions de site particulières :

- Entreprises de construction automobile : une différence d'un mètre d'eau fait passer le coût total des dommages directs de 0,8 à 6 M€,
- Entreprises pharmaceutiques : le passage de la cote + 2,05 m à + 2,15 m par rapport au terrain naturel conduit le coût total de 1.2 à 6 M€,
- Entreprises aéronautiques : à la cote +50 cm, les dommages sont de 10 M€, à la cote +1 m de 25 M€ et à partir de +1,25 m de 32 M€. Les effets ne varient plus au-delà, même à la cote +3 m.

4.2. Les enjeux et leur exposition au risque inondation

Le deuxième module concerne le recensement des enjeux présents sur les territoires (Donguy, 2012). Du point de vue économique, la classification des enjeux est généralement réalisée de manière pragmatique selon le type de dommage qu'ils sont susceptibles de subir. Dans cette optique, il devient alors possible de se livrer à un regroupement des enjeux présentant une susceptibilité homogène face à un aléa.

Le troisième module consiste à recenser les enjeux exposés à l'inondation par simple croisement des informations mises en place dans les deux précédents. Le terme « enjeux exposés » désigne tout ce qui peut être affecté par un phénomène et subir des préjudices ou des dommages (Marche, 2008). Dans notre cas, les enjeux exposés sont représentés par les entreprises exposées au risque inondation.

Dans cette optique, il apparaît comme préalable à cette étape de connaître et ce, de manière la plus précise possible, la localisation exacte de chaque enjeu. Il est clair que l'aléa inondation est un phénomène très spatialisé tant du point de vue de ses caractéristiques intrinsèques définissant son

⁴ Plan de Prévention des Risques Inondation

⁵ Plus Hautes Eaux Connues

intensité que de son étendue. En conséquence, il s'avère indispensable de travailler avec des échelles de précisions comparables afin de s'assurer de la cohérence et du niveau de précision résultant du croisement de ces deux informations.

4.3. Les dommages

Le quatrième module consiste à faire le lien entre l'enjeu exposé et le montant de dommage escompté. La monétarisation du risque encouru se fonde sur le degré local d'intensité de l'aléa et de la susceptibilité de l'enjeu face à cette intensité. Les études portant sur cette thématique se limitent très souvent à la valorisation des dommages directs causés par les inondations. Rappelons que la communauté scientifique s'accorde à dire que cette étape d'évaluation financière constitue la plus délicate à traiter de par son caractère empirique (Jonkman et al, 2007 ; Dutta et al, 2003).

L'estimation des dommages peut être calculée à l'aide de courbes de dommages. La littérature fait état de l'existence de deux philosophies sur lesquelles se fonde le calcul des pertes via les courbes de dommage :

- La première considère les fonctions de dommage comme des lois qui lient les paramètres de l'inondation, le plus souvent les hauteurs d'eau, à un dommage relatif qui est exprimé comme un pourcentage de destruction du bien. Cela nécessite d'avoir pour chaque type de biens une courbe de dommage spécifique.
- La seconde se fonde sur des fonctions absolues de dommages qui déterminent la proportion absolue de dommage (coût/m²) selon la hauteur d'eau principalement (approche utilisée au Royaume-Unis, modulée selon que la durée d'exposition excède ou non 12 heures)

Il est possible d'estimer le montant des dommages à l'aide de logiciels tels que ANUFLOOD, FloodAUS. Il est à noter que pour répondre plus précisément à leurs besoins, les sociétés d'assurance développent leurs propres modèles d'estimation des dommages souvent fondés sur la modélisation statistique.

L'entreprise, de par son importance du point de vue de l'engagement financier qu'est susceptible de représenter ce type de biens, se doit d'être abordée sous un angle particulier. Outre les dommages classiques que l'on trouve chez tous les enjeux de type bâti exposés à un aléa, il apparaît inmanquablement d'autres dommages potentiels de natures différentes. Dès lors qu'une entreprise est touchée par un aléa, son activité est directement menacée. Dans cette optique, il apparaît incontournable de se livrer à une analyse fonctionnelle de l'entreprise. L'objectif étant de connaître plus précisément les activités de l'entreprise, en identifiant les éléments qui participent à la production, et en analysant ceux qui sont les plus critiques pour la vie de l'entreprise. Elle s'accompagne de l'analyse des facteurs aggravants liés aux caractéristiques du site.

Les grandes familles de conséquences à étudier peuvent être de plusieurs ordres (Donguy, 2012) :

- les impacts directs, c'est à dire les dommages qui sont directement infligés aux biens lors du contact avec les eaux (bâtiments, équipements, stocks, etc.),
- les impacts indirects, c'est à dire les pertes d'exploitation liées à l'arrêt de l'activité du site,
- les effets induits, très difficiles à estimer mais qui peuvent représenter, in fine, un coût financier très important (perte d'un marché essentiel pour la pérennité de l'entreprise, par exemple).

4.3.1. Dommages directs aux bâtiments

Les dommages sur la structure des bâtiments sont fonction de la hauteur d'eau, de la vitesse d'écoulement et également du charriage. En outre, un bâtiment où l'eau peut circuler librement est susceptible de subir des dégâts moindres du fait de la répartition homogène de la pression hydrostatique de part et d'autre des murs. Certains auteurs avancent à ce niveau l'existence d'un seuil, en considérant qu'une hauteur d'eau inférieure à un mètre n'engendre pas de dommages sur la structure du bâtiment (DGHHC, 2005).

4.3.2. *Dommages aux stocks et aux produits finis*

Les dommages aux stocks, qu'il soit question de matière première, de produits intermédiaires ou finis, dépendent de leur degré de susceptibilité à l'eau, du type de conditionnement (cartons...) et également de la hauteur de stockage (Mengual, 2006). La première variable à considérer étant bien entendu la hauteur de stockage, les autres facteurs influençant le taux de destruction du stock. A ce niveau, il faut noter pour certains secteurs d'activités comme par exemple le secteur alimentaire, l'existence de la loi du tout ou rien en matière de perte. En effet, si l'eau pénètre dans des zones particulières telles que les des zones « stériles », ceci entraîne irrémédiablement la perte totale du stock.

4.3.3. *Dommages liés à la perte d'exploitation*

Les pertes d'exploitation peuvent générer des coûts supérieurs aux dommages directs (Ledoux, 2003). Elles découlent du manque à gagner lorsque la production est arrêtée et s'étend jusqu'à la reprise normale de l'activité. Un processus difficile à estimer concerne le temps de redémarrage d'une entreprise parce qu'il dépend du degré d'atteinte et également de la capacité des dirigeants à mettre en œuvre les actions et moyens nécessaires au redémarrage de l'activité. Un second point concerne l'implication des acteurs publics locaux et l'existence de plan de crise ainsi que de leur capacité à gérer la crise. Il peut parfois exister des priorités pour tel ou tel établissement, c'est-à-dire que l'organisation et l'arrivée des secours se fait de manière séquentielle et hiérarchique.

La perte d'exploitation peut également résulter de l'impossibilité des employés de se rendre sur le site, de l'impossibilité à recevoir les produits nécessaires au fonctionnement de l'entreprise...

4.3.4. *Effets domino : Incendie – Explosion*

Le risque incendie/explosion est très important lors d'une inondation. En effet, des réservoirs de liquides ou de gaz inflammables peuvent être endommagés (par la pression de l'eau, par des débris véhiculés par les eaux, etc.), les liquides inflammables peuvent être dispersés sur de grandes surfaces et s'infiltrer avec les eaux sur tout un site, alors même que les risques de court-circuit sont très élevés. Ces liquides ou gaz inflammables peuvent également provenir d'unités voisines et dans le cas des liquides, être apportés par les eaux. Il est très important de garder cela à l'esprit et de ne pas négliger la protection des moyens de lutte contre l'incendie lors d'une inondation. D'une manière générale, la mise en œuvre d'une approche opérationnelle de l'estimation de la vulnérabilité financière d'un enjeu et notamment du bâti doit être le fruit d'une concertation étroite entre les différents spécialistes de chaque branche afin d'identifier les données mobilisables à l'échelle d'un portefeuille et de juger ou non de leur pertinence pour refléter un potentiel sinistre.

5. Conclusion

Nous avons vu dans cet article comment le secteur de l'assurance adopte une approche géographique afin d'évaluer l'exposition d'un portefeuille d'entreprises assurées et estimer les dommages suite à une inondation. La méthode d'identification des risques, qu'ils soient d'origine naturelle ou non, s'articule selon un processus commun qui se cantonne généralement au croisement des informations entre l'aléa et les enjeux, c'est-à-dire à déterminer l'ensemble des hommes et des biens présents sur les territoires (l'entreprise) soumis à un aléa (l'inondation). Les études de risque à proprement parler se heurtent toutes au manque de scénarios d'aléa, de données sinistres, aux problèmes d'actualisation des données, etc. Tout cela montre, malgré les recherches et études réalisées en France, qu'il n'existe pas aujourd'hui un outil standard pour l'analyse des risques sur lequel pourraient s'appuyer les sociétés d'assurance pour réaliser leurs propres études. Chaque société d'assurance a donc recours à une démarche de modélisation pour développer son modèle d'estimation des dommages. Ces modèles sont confidentiels et restent la propriété de chaque société d'assurance. Cependant, ils se fondent tous sur une modélisation qui a pour origine une approche géographique des risques, comme présentée dans cet article.

Bibliographie

- Chemitte J. 2008. *Adoption des technologies de l'information géographique et gestion des connaissances dans les organisations.- Application à l'industrie de l'assurance pour la gestion des risques naturels*. Thèse de doctorat. MINES ParisTech.
- DGUHC. 2005. *Inondations : Guide d'évaluation de la vulnérabilité des bâtiments vis-à-vis de l'inondation*. 37p.
- Donguy A., 2012. *Contribution de l'information géographique aux métiers de l'assurance pour la gestion des événements d'ampleur* Thèse de doctorat. MINES ParisTech.
- Dutta D., Herath S. and Musiake K. 2003 *A mathematical model for loss estimation*. Journal of Hydrology. Elsevier.
- Fédération Française des Sociétés d'Assurances. *Rapport d'activité 2008*.
[http://www.ffsa.com/webffsa/portailffsa.nsf/html/rapport2008/\\$file/RAFFSABDcompletVF.pdf](http://www.ffsa.com/webffsa/portailffsa.nsf/html/rapport2008/$file/RAFFSABDcompletVF.pdf)
- IGF, IGE et CGPC. 2005. *Rapport particulier sur les aspects assuranciers et institutionnels du régime CATNAT*. Mission d'enquête sur le régime d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC). 2007. *Fourth Assessment Report*.
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>
- Johnson C., Penning-Rowsell E. and Tapsell S. 2007. *Aspiration and reality: flood policy, economic damages and the appraisal process*. Journal compilation – Royal Geographical Society (with The Institute of British Geographers). 39 214–223.
- Jonkman S. N., Bockarjova M., Kok M. and Bernardini P. 2007. *Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands*. Ecological Economics. Elsevier. Pp 77-90.
- Ledoux B. et Sageris. 2000. *Guide de la conduite des diagnostics des vulnérabilités aux inondations pour les entreprises industrielles*. Rapport MATE. 126 p.
- Ledoux B. 2003. *Synthèse des évaluations socio-économiques des instruments de prévention des inondations*. MEEDDAT.
- Mengual P. 2006. *Contribution à la caractérisation de la vulnérabilité des PME-PMI aux inondations : vers un instrument méthodologique d'autodiagnostic*. Thèse de doctorat. Université de Nice - Sophia Antipolis.
- Marche C. 2008. *Barrages, crues de rupture et protection civile*. Presses Internationales Polytechnique. Deuxième édition. 405p.
- Penning-Rowsell E. and Wilson T. 2006. *Gauging the impact of natural hazards: the pattern and cost of emergency response during flood events*. Transactions of the Institute of British Geographers 31. Pp 99–115.
- Pottier N. et Lefort E. 2004. *L'évaluation des vulnérabilités territoriales pour l'aide à la gestion des inondations par les collectivités locales*. Colloque international : "Contraintes environnementales et gouvernance des territoires". Lille.
- Tapsell S. M., Penning-Rowsell E. C., Tunstall S. M. and Wilson T. L. 2002. *Vulnerability to flooding: health and social dimensions*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. A 360 1511–25.