



La méthode Inondabilité : appropriation par les hydrologues de la vulnérabilité dans le diagnostic sur le risque d'inondation

Michel Lang, Bernard Chastan, Frédéric Grelot

► To cite this version:

Michel Lang, Bernard Chastan, Frédéric Grelot. La méthode Inondabilité : appropriation par les hydrologues de la vulnérabilité dans le diagnostic sur le risque d'inondation. Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés, L'Harmattan, pp.244-255, 2009. <hal-00493184>

HAL Id: hal-00493184

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00493184>

Submitted on 18 Jun 2010

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.

LA MÉTHODE INONDABILITÉ :

APPROPRIATION PAR LES HYDROLOGUES DE LA VULNÉRABILITÉ DANS LE DIAGNOSTIC SUR LE RISQUE D'INONDATION

Michel LANG¹, Bernard CHASTAN², Frédéric GRELOT³

La méthode Inondabilité a été développée dans les années 1990 par le Cemagref pour disposer d'un outil d'évaluation du risque d'inondation à l'échelle du bassin versant et proposer un cadre de négociation sur la notion de risque acceptable. Elle repose sur l'idée d'exprimer aléa (intensité physique du phénomène naturel) et vulnérabilité (sensibilité d'un usage du sol aux inondations) avec une même unité hydrologique, la période de retour. Pour l'aléa, il s'agit de la période de retour de la première crue inondante. Pour la vulnérabilité, l'usager indique le niveau de protection souhaité en terme de période de retour, le corollaire étant qu'il accepte ou tolère d'être inondé par des crues rares, c'est-à-dire plus importantes. Après un rappel sur les principes de la méthode Inondabilité, nous présentons une discussion sur la définition hydrologique de la vulnérabilité et un travail complémentaire effectué sur l'évaluation économique du consentement à payer pour bénéficier de mesures de protection contre les inondations.

Introduction

Parmi les événements naturels susceptibles de provoquer des pertes humaines et des dégâts matériels importants, on recense habituellement les avalanches, les éruptions volcaniques, les glissements de terrain, les inondations, les tempêtes, les tremblements de terre et la sécheresse. Un bilan mondial de ces catastrophes, établi dans le cadre de la décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles (DIPCN, 1998) a conduit à estimer à 3 millions le nombre de personnes décédées au cours des trente dernières années et à 400 milliards de dollars les pertes économiques pendant la dernière décennie. Les inondations figurent en général parmi les phénomènes les plus dommageables, juste après la sécheresse.

En France, le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT) estime que près de deux millions

¹ Contact : michel.lang@cemagref.fr.

² Contact : bernard.chastan@cemagref.fr

³ Contact : frederic.grelot@cemagref.fr

de personnes, réparties dans 7600 communes, sont susceptibles d'être touchées par les inondations. Un bilan réalisé sur la période 1980-2000 fait apparaître un coût moyen annuel des dégâts de l'ordre de 600 millions d'euros et recense environ 150 victimes, dont 23 personnes au Grand-Bornand (1987), 11 personnes à Nîmes (1988), 37 personnes à Vaison-la-Romaine (1992), 35 personnes sur le Languedoc-Roussillon (1999)... Une inondation de forte ampleur, du type de celle de la Seine en 1910, si elle revenait aujourd'hui à Paris engendrerait un coût estimé à dix milliards d'euros⁴. Or le système actuel de couverture des dommages mis en place depuis la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982, via l'alimentation d'un fonds catastrophe naturelle auprès de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), dispose d'un niveau de réserve inférieur à un milliard d'euros (CCR, 2007). Des réflexions sont en cours, depuis le rapport interministériel de 2005 (IGF *et al.*, 2005), pour réformer le dispositif d'indemnisation et lui apporter une meilleure solidité financière.

Une des difficultés liées à la gestion du risque d'inondation est la tendance de la société à se mobiliser fortement après chaque inondation majeure et à entrer ensuite dans une phase d'oubli où les messages de prévention deviennent secondaires par rapport à d'autres préoccupations (Petrascheck, 1999 ; Lang, 2003). Le résultat est une augmentation régulière de la vulnérabilité de l'activité humaine, en particulier économique, aux débordements des rivières. Ce constat met en évidence la nécessité de renforcer les actions de prévention et de mieux maîtriser le développement du territoire. L'État a mis en place depuis les années 1980 une série d'outils (Plan de Prévention du Risque Inondation, Plan Communal de Sauvegarde, Atlas de Zones Inondables, Programme d'Actions de Prévention des Inondations ...) dont l'objectif est de favoriser la diffusion de l'information sur le risque d'inondation et de réduire les dommages potentiels.

La méthode Inondabilité, développée au Cemagref dans les années 1990 (Gautier, 1992 ; Oberlin, 1995 ; Gilard, 1998 ; Gilard *et al.* 1998), propose un outil de simulation et de cartographie du risque d'inondation. L'objectif est d'établir, à l'échelle du bassin versant, un diagnostic de la répartition spatiale du risque et de faciliter le choix de stratégies de prévention. L'originalité de la méthode a consisté en une appropriation par les hydrologues du concept de la vulnérabilité aux inondations. Après avoir rappelé les principes de la méthode Inondabilité, nous discutons des points forts et des limitations de cette définition hydrologique de la vulnérabilité, puis nous présentons les recherches en cours sur la notion d'acceptabilité du risque d'inondation.

1. Principes de la méthode Inondabilité

Le risque d'inondation est classiquement évalué par l'intermédiaire de deux composantes, l'aléa lié au phénomène physique de submersion et la vulnérabilité liée à la présence de population ou au degré potentiel d'endommagement des biens et de perturbation des activités. Le degré d'exposition à l'aléa inondation est généralement exprimé au moyen d'une carte de zone inondable établie pour une crue de référence, comme par exemple la crue historique la plus forte connue ou la crue centennale si elle est plus forte pour les PPR inondations. La méthode Inondabilité

⁴ <http://www.ecologie.gouv.fr/-Inondations-.html>

s'intéresse au continuum des crues possibles et repose sur la simulation du champ d'inondation de toute une famille d'événements hydrologiques, de la crue faible (période de retour $T = 1$ an) aux crues moyennes et fortes ($T = 10$ à 100 ans), jusqu'à la crue exceptionnelle (par exemple $T = 1000$ ans). Il est alors possible de déterminer par interpolation spatiale, pour chaque point du territoire, la période de retour notée TAL (période de retour T de l'ALéa) de la première crue inondante. Cette valeur est retenue comme la mesure de l'aléa, première composante du risque d'inondation.

La vulnérabilité est ensuite définie dans la méthode Inondabilité comme la période de retour associée à un niveau de protection souhaité ; celle-ci indique la rareté de l'événement en deçà de laquelle l'inondation est considérée comme inacceptable. Elle est notée TOP, comme période de retour T de l'Objectif de Protection. Le tableau 1 donne une série de valeurs guide des critères de tolérance aux inondations, en fonction de l'usage du sol. La hiérarchie proposée positionne les secteurs en zone urbaine avec la plus forte vulnérabilité (TOP = 100 à 1000 ans) et les secteurs ruraux non aménagés (cf. peupleraie) avec la plus faible vulnérabilité (TOP = 0.5 ans). D'un point de vue pratique, l'expression du niveau de protection souhaité est validée par négociation entre les différents acteurs concernés sur le bassin versant. Elle laisse libre cours à des choix locaux qui peuvent être différents des valeurs guide suggérées, si un consensus se dégage sur un autre mode de hiérarchisation.

Tableau 1 : Exemples d'objectifs de protection (tiré de Desbos, 1995)

Occupation du sol	Fréquence (année)	Durée	Profondeur (m)	
Zone urbaine	Premier étage	1000	/	2.5
	Rez-de-chaussée	100	/	0.5
	Cave	10	/	-0.5
Habitat dispersé	10 à 500	/		
Route	Autoroute	100	/	
	Réseau secondaire	1 à 10	1 à 10h	
Peupleraie			Quelques jours	

Les deux composantes du risque, aléa et vulnérabilité, étant exprimées avec la même unité hydrologique, la période de retour, il devient aisé de croiser ces deux informations pour obtenir une carte de synthèse du risque d'inondation. La figure 1 illustre les cartes d'aléa et de vulnérabilité obtenues sur la rivière Riul Negru en Roumanie (Gendreau et Pretorian, 1997). La méthode s'appuie sur un découpage spatial (zonage) du domaine étudié dont la finesse peut être adaptée à celles du problème traité et des données disponibles (niveau de la parcelle, du secteur ou de la zone homogènes regroupant un ensemble de parcelles ...). La figure 2 donne une cartographie du risque d'inondation, avec une pastille pour chaque secteur homogène qui rappelle les valeurs TAL de l'aléa et TOP de la vulnérabilité. Une légende de couleurs permet de distinguer rapidement trois configurations :

4 INTÉGRER LA VULNÉRABILITÉ DANS LA MÉTHODE INONDABILITÉ

- En gris clair, les zones situées hors du champ d'inondation de la plus forte crue simulée ($T = 1000$ ans) et dont le risque est considéré comme négligeable ;
- En gris moyen, les zones inondables dont la fréquence de submersion est compatible avec le niveau de protection souhaité. Il s'agit par exemple d'une zone naturelle inondée à partir de la crue décennale, avec une demande de protection inférieure à la crue annuelle ;
- En gris foncé, les zones qui sont inondées plus fréquemment que ce qui a été admis comme tolérable. On voit le cas d'un secteur urbain (TOP = 100 ans), inondé en moyenne une fois tous les dix ans (TAL = 10 ans).

Figure 1 : Carte d'aléa et de vulnérabilité sur le Riul Negru, Roumanie

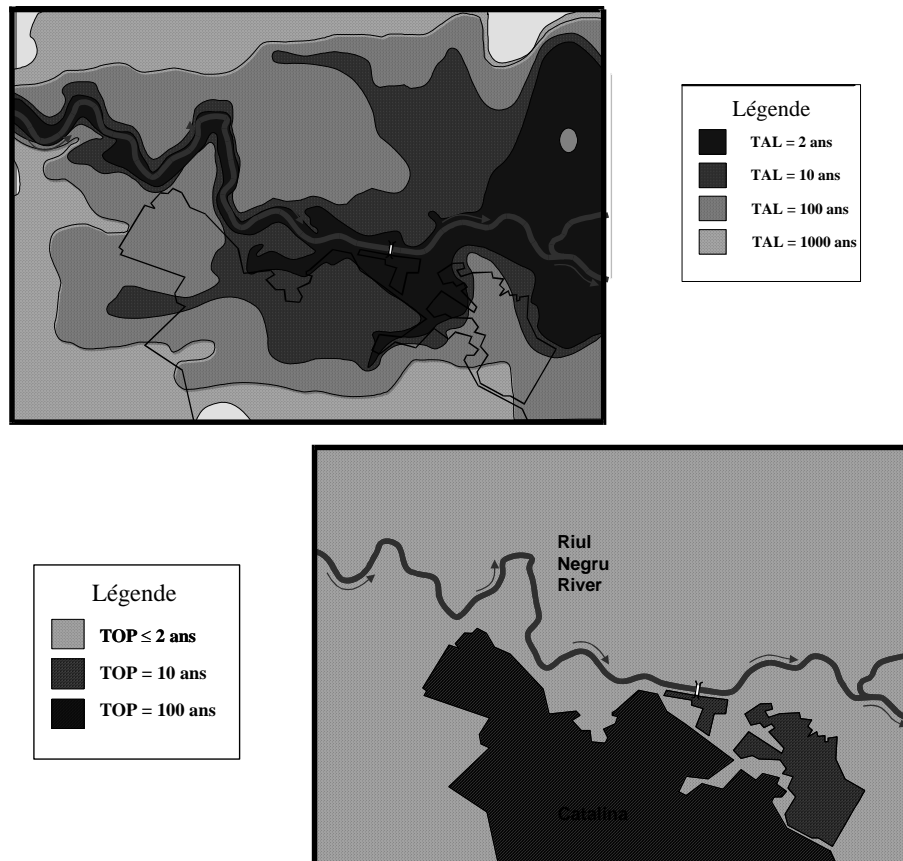
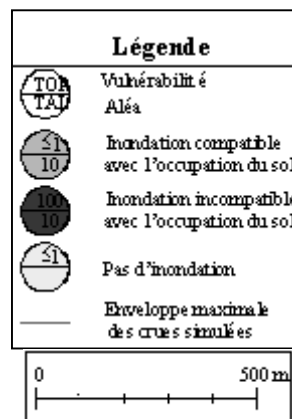
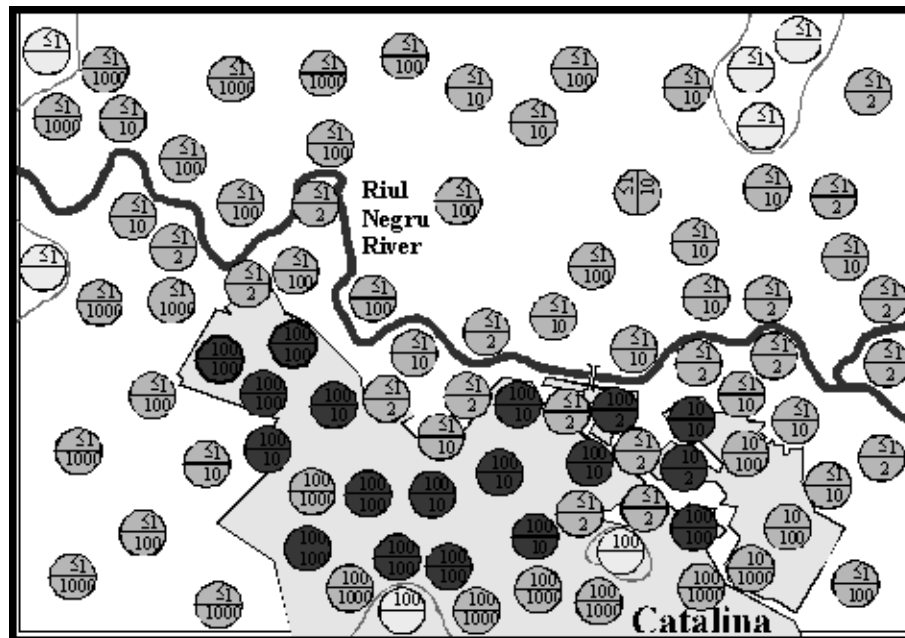


Figure 2 : Carte de synthèse du risque d'inondation sur le Riul Negru, Roumanie

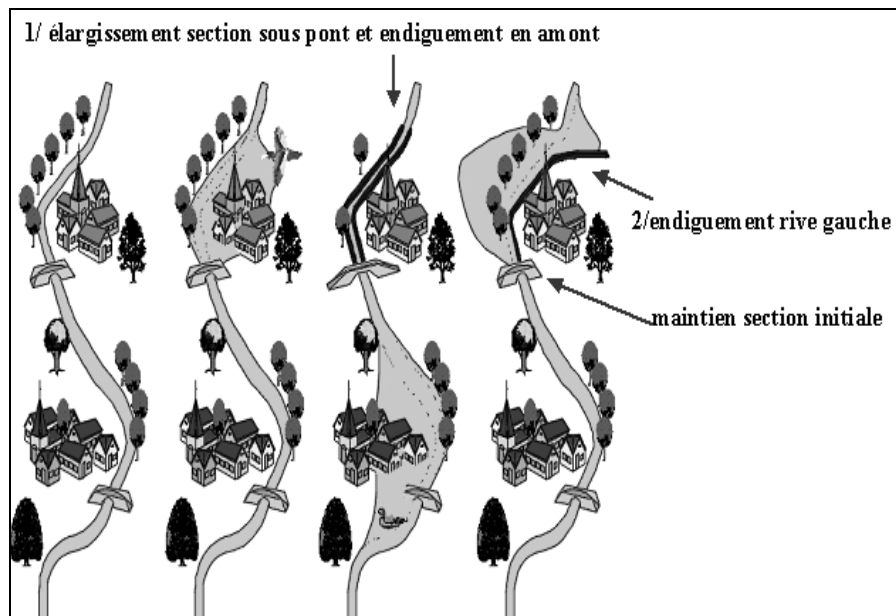


L'intérêt de cette cartographie du risque d'inondation est de mettre en évidence les espaces prioritaires où il faudra intervenir pour éliminer les situations à risque ($TAL < TOP$) et de repérer également les zones disposant d'une marge de sécurité ($TAL > TOP$). Dès lors, la recherche de solutions d'amélioration pourra s'inscrire dans une approche multiple et négociée de la mobilisation des marges de sécurité des zones en gris moyen, du renforcement de la protection des zones gris foncé et/ou de l'abaissement de leur vulnérabilité.

La recherche de scénarios de prévention pourra être basée sur la réduction du niveau d'aléa des zones à risque par des mesures structurelles de protection

(endiguement) ou d'augmentation de la débitance de la rivière (recalibrage du lit mineur, suppression des points noirs hydrauliques). Ce type de mesure a toutefois l'inconvénient d'augmenter les débits en aval. La figure 3 en donne un exemple schématique, avec deux villages situés en bord de rivière et l'impact d'une crue récente sur le village situé en amont. Un diagnostic basé uniquement sur l'aléa conduit à proposer d'élargir la section d'écoulement sous le pont situé juste en aval du premier village et à endiguer l'ensemble du secteur inondé. Ce type d'aménagement conduit à résoudre le problème en amont et à le reporter plus en aval ! Un diagnostic basé sur le risque d'inondation, comme croisement de l'aléa et de la vulnérabilité, montre qu'il n'est pas nécessaire d'intervenir sur la rive droite, en amont du premier pont, puisque la vulnérabilité est faible et qu'il est souhaitable de conserver une section réduite sous le premier pont pour préserver l'aval. Seul le secteur amont en rive gauche justifie une intervention, qui peut être traitée par un endiguement localisé.

Figure 3 : Exemple de deux stratégies de prévention



Il est également possible de réduire le niveau d'aléa en créant des aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages (Dunglas *et al.*, 2004). Ce type d'aménagement, rattaché au nom générique de « ralentissement dynamique pour la prévention des inondations », est localisé dans les zones disposant d'une marge de sécurité et dont le volume de laminage est en rapport avec celui des crues à écrêter.

Une analyse croisée, aléa/vulnérabilité, permet également d'envisager d'autres stratégies de prévention, basées sur la réduction de la vulnérabilité (dispositions constructives, déplacement de l'habitat ...) plutôt que sur la seule réduction de l'aléa. Une étude Inondabilité menée sur le bassin de la Bourbre (Gilard, 1995), dans le département de l'Isère, a par exemple conduit à modifier le choix du site

d'implantation d'une future zone industrielle. Le diagnostic sur le risque a clairement montré qu'une telle activité n'était pas compatible avec la fréquence des débordements de la rivière. Le choix d'un site alternatif moins exposé s'est révélé possible, sans avoir à réaliser des mesures de protection localisées.

Les cartes, résultats de la méthode Inondabilité, n'apportent pas de solution en elles-mêmes. Elles mettent simplement en évidence des zones à problème, sous-protégées en regard des objectifs admis et des zones avec une marge de protection, en quelque sorte sur-protégées en regard des objectifs admis. Ainsi apparaissent clairement les « sources » et « puits » de protection que les aménagements devront s'efforcer de mieux équilibrer, selon le cas par sur-inondation ou par renforcement de la protection. La méthode permet de quantifier, en termes de risque d'inondation, la situation existante mais aussi les situations résultant de différents scénarios d'aménagements de protection. L'examen de l'évolution de la répartition du risque permet d'ailleurs d'orienter et de faciliter le choix des scénarios d'aménagement. En ce sens, la méthode Inondabilité peut être un outil efficace d'aide à la définition de stratégies d'aménagement.

Bien entendu, ce cadre propice ne peut être complètement valorisé qu'à une double condition. D'une part, les acteurs concernés doivent s'impliquer fortement dans la négociation préalable à la réalisation des travaux hydrauliques et s'efforcer de rechercher une répartition équilibrée du risque. D'autre part ils doivent s'entendre sur l'évaluation du risque maximal acceptable et sur l'évaluation des services associés aux transferts de volumes de crue entre zones mieux protégées et zones sur-inondées. Les cartographies synthétiques issues de la méthode Inondabilité peuvent contribuer à rendre plus explicites et plus objectives les bases de cette négociation.

2. Discussion sur la définition hydrologique de la vulnérabilité dans la méthode Inondabilité

Le choix d'une variable hydrologique (période de retour TOP) pour définir la vulnérabilité a été motivé par les limites, constatées au moment du développement de la méthode, des approches de diagnostic de l'exposition d'un territoire basé sur l'estimation des dommages. Ces méthodes de diagnostic sont à la base des méthodes économiques « standard » d'évaluation des politiques, basées sur un bilan coût-bénéfice de plusieurs stratégies de prévention (Grelot *et al.*, 2002).

Le critère d'évaluation est basé sur la valeur actualisée (Bénéfice – Coût) sur la période de référence. Concernant les impacts liés aux inondations, le bénéfice lié à chaque scénario est estimé par le coût de dommages évités, en comparaison avec le scénario où rien n'est entrepris. Le risque est assimilé à la distribution des dommages, dont la valeur moyenne est obtenue en faisant la somme des dommages générés par chaque crue $\text{Coût}(q)$, pondérés par la probabilité de dépassement de cette crue $\text{Prob}(Q > q)$:

$$\sum_q \text{Prob}(Q > q) \text{Coût}(q)$$

Les limites constatées au moment du développement de la méthode étaient les suivantes. À l'époque, au contraire d'autres pays comme l'Angleterre, rejoint depuis

par l'Allemagne, on ne disposait en France que de quelques études de référence sur ces courbes d'endommagement (la plus notable étant celle de Torterotot, 1993), ce qui avait des implications notables sur la précision des estimations des dommages potentiels $\text{Coût}(q)$. Elles sont basées sur des courbes d'endommagement, qui font correspondre à la valeur d'un bien la valeur d'un dommage, en fonction de la hauteur d'eau au droit de ce bien. L'établissement de ces courbes repose sur une stratégie alliant modélisation de la vulnérabilité des enjeux et analyse des données de retour d'expérience. Une faible disponibilité des données de retour d'expérience (Huet, 2000) impliquait la rareté des études basées sur les dommages potentiels, ce qui n'incitait donc pas à faire le retour d'expérience (Ledoux, 2003). De plus, il était et reste très difficile d'estimer les dommages indirects (perturbations sur le fonctionnement des réseaux, dévaluation de la valeur des biens, impact sur la santé des personnes, dommages environnementaux, etc.). Au final, les incertitudes sur les dommages générés par les crues extrêmes étaient d'autant plus fortes que l'on cumulait une forte incertitude sur la courbe d'endommagement et sur l'estimation des crues extrêmes. Même si les pratiques se sont améliorées, ce problème reste d'actualité.

La méthode Inondabilité est sortie du seul formalisme économique en faisant l'hypothèse forte que la vulnérabilité peut s'exprimer d'après la fréquence maximale (ou période de retour minimale) supportable, étant connue l'occupation de la parcelle. Cette notion d'acceptabilité d'un aléa maximal pose cependant un certain nombre de problèmes.

Elle suppose premièrement que les acteurs sont capables d'exprimer ce qu'ils conçoivent comme acceptable en des termes qu'ils n'ont pas l'habitude de manipuler. La notion de période de retour et plus largement des probabilités, est loin d'être comprise par des non spécialistes (Gendreau *et al.*, 2003). La période de retour prête souvent à contresens, dans la mesure où elle est assimilée à la récurrence régulière d'un événement. « L'exemple » de la crue centennale de la Seine en 1910 dont certains pensent qu'elle a beaucoup plus de chance de revenir prochainement, au bout de cent ans, n'est pas marginal. Le risque de dépassement d'une crue centennale est par ailleurs souvent sous-estimé : s'il est faible à l'échelle d'une année (1%), il passe à 18% sur vingt ans et 39% sur cinquante ans, ce qui est loin d'être négligeable à l'échelle d'une vie humaine ou de la durée de vie d'un ouvrage de protection.

La méthode Inondabilité suppose deuxièmement qu'il est possible de convertir un aléa maximal acceptable en une période de retour TOP d'objectif de protection. Cette transformation correspond au passage d'un événement exprimé selon les trois dimensions, période de retour, hauteur de submersion, durée de submersion, événement où originellement ces trois grandeurs peuvent être non nulles, à un événement équivalent où la durée de submersion et la hauteur de submersion seront nulles. Sans rentrer dans le détail de cette équivalence hydrologique (cf. Gilard et Gendreau, 1998), il faut juste noter qu'elle repose sur les propriétés du régime hydrologique du cours d'eau. On peut alors arriver au paradoxe qu'une même occupation du sol et une même expression de l'acceptabilité sur deux sites différents mènent à un indicateur final TOP de l'acceptabilité différent d'un site à un autre, même si l'hydrologie du cours d'eau est bien différente. Au final, la séparation entre aléa et vulnérabilité, présentée comme essentielle dans la méthode Inondabilité, n'est pas assurée.

Ces deux limitations, difficulté d'appropriation de la notion de période de retour et définition d'une acceptabilité non pas sur des critères sociaux, mais sur des critères techniques issus des sciences hydrologiques et hydrauliques, ont motivé ces dernières années un travail complémentaire en sciences économiques sur la notion d'acceptabilité.

3. Recherche complémentaire sur l'acceptabilité d'un risque d'inondation

D'un point de vue économique, la notion d'acceptabilité d'une situation est intrinsèquement liée à la notion de valorisation. Une situation est acceptable, pour un agent économique, si cet individu ne donne pas de valeur positive (ou une valeur très faible) aux différents scénarios qui peuvent lui permettre de changer de situation. C'est la notion de « consentement à payer » qui est associée à cette valorisation : le consentement à payer correspond au sacrifice de revenu maximal qu'un individu est prêt à consentir pour passer d'une situation à une autre.

Dans le cadre des inondations, comme l'ont montré Shabman et Stephenson (1996), différentes méthodes économiques sont mobilisables pour estimer les consentements à payer d'une population destinataire d'une politique de prévention, parmi lesquelles la méthode dite des dommages évités, la méthode des prix hédoniques (analyse de la relation entre prix de l'immobilier et exposition aux inondations) et la méthode d'évaluation contingente. Shabman et Stephenson (1996) montrent également que la comparaison des estimations données par ces différentes méthodes n'est pas aussi aisée que le suppose la théorie économique. Notamment, même si on cherche à mesurer le consentement à payer entre une même situation initiale et une même situation finale, les valeurs mesurées peuvent être différentes d'une méthode à l'autre. Une des explications est que les hypothèses sous-jacentes aux méthodes correspondent à des cheminements différents entre les situations et que ces cheminements peuvent s'avérer avoir un impact sur la valeur mesurée.

Pour autant, il est intéressant de noter que la méthode dite des dommages évités n'est pas discréditée. La phase d'estimation des dommages apparaît même comme une analyse préalable nécessaire pour diagnostiquer l'exposition d'un territoire aux inondations. Les constats sur l'imprécision des valeurs issues des pratiques françaises déficientes ne sauraient donc être un argument définitif, mais plutôt un encouragement à une amélioration significative à la fois des méthodologies et surtout du recueil des données.

Notons d'ailleurs qu'une connaissance satisfaisante des dommages potentiels pour un continuum de crues permettrait une représentation semblable dans l'esprit à ce que propose la méthode Inondabilité (Erdlenbruch *et al.*, 2008). En effet, le calcul des dommages moyens annualisés peut être réalisé aux mêmes échelles spatiales. La comparaison entre TAL et TOP peut ainsi être remplacée par une carte donnant un bilan à l'échelle des parcelles considérées des dommages moyens annualisés. Ces bilans ont les mêmes propriétés de synthèse entre l'aléa (continuum de crue) et la vulnérabilité. Ils ne sont pas basés sur la négociation, mais sur une objectivation de l'exposition. La négociation prônée dans Inondabilité sur la valeur des normes guides pour le TOP peut être remplacée par une négociation sur le seuil acceptable des dommages moyens annualisés, par unité de surface, ce qui permettrait de définir un seuil discriminatoire.

Les travaux issus de la méthode d'évaluation contingente, qui est une technique d'enquête pour questionner directement les individus sur le consentement à payer, ont conduit à s'interroger sur la façon de communiquer les probabilités (Grelot *et al.*, 2003a). Ils ont également permis de constater que la notion d'acceptabilité d'une situation d'exposition, souvent utilisée, pouvait avoir un fondement opérationnel (Grelot *et al.*, 2003b). Dans les territoires où elle a été appliquée (Ouest lyonnais, agglomération du Mans, bassin de la Vilaine), le même constat a été fait d'une augmentation des consentements à payer en fonction du niveau de protection jusqu'à un certain seuil d'aléa, ce qui correspond dans l'acceptation économique à une acceptabilité du risque au-delà de ce seuil.

Conclusion

Les points forts de la méthode Inondabilité sont à notre sens : 1/ de raisonner à l'échelle du bassin versant (cf. effets induits amont-aval, optimisation spatiale), 2/ d'envisager le dépassement de la crue de référence pour les aménagements de protection, 3/ de rechercher des solutions de prévention diversifiées, adaptées aux enjeux.

Son application a reposé sur un formalisme de la vulnérabilité basé sur un aléa maximum acceptable, exprimé à partir d'une période de retour. À l'expérience, cette variable hydrologique n'est pas facilement appréhendable par le grand public. Une des pistes actuellement explorée est de raisonner à partir d'une approche économique, basée sur un consentement à payer des investissements de protection. Elle conduit à aider chaque acteur concerné à exprimer le seuil d'acceptabilité du risque d'inondation.

Bibliographie

- CCR, 2007, *Les catastrophes naturelles en France*, Rapport annuel de la Caisse Centrale de Réassurance, Avril, 23p.
- Desbos E., 1995, *Qualification de la vulnérabilité du territoire face aux inondations*, Mémoire de DEA, Cemagref Lyon, Insa Lyon.
- DIPCN, 1998, *Les médias et la prévention des catastrophes naturelles : la prévention commence par l'information. Campagne de 1998 pour la prévention des catastrophes naturelles*, Décennie Internationale de la Prévention des Catastrophes Naturelles, Nations Unies.
- Dunglas J., Chastan B., Lang M., Poulard P., Royet P. et al., 2004, *Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations : guide des aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages*, Site Internet du Medd, Cemagref, 131p.
- Erdlenbruch K., Gilbert E., Grelot F., Lescouliers C. 2008, « Une analyse coût-bénéfice spatialisée de la protection contre des inondations. Application de la méthode des dommages évités à la basse vallée de l'Orb » *Ingénieries EAT*, n°53, 3-20pp.

- Gautier J.-N., 1992, *Inondabilité, modélisation des connaissances hydrologiques en vue d'une confrontation risque/besoin de protection directe : synthèse cartographique*, Thèse IMF Strasbourg, 192p. + annexes.
- Gendreau N., Pretorian R., 1997, *Application de la méthode inondabilité sur le bassin versant roumain du Riul Negru*, Rapport Cemagref, HHLV, 123p.
- Gendreau N., Grelot F., Garcon R., Duband D., 2003, « Risque d'inondation : une notion probabiliste complexe pour le citoyen », *Ingénieries EAT*, n°34, 17-24pp.
- Gilard O., 1995, « Connaître les inondations : l'exemple de la Bourbre (Isère) », *Ingénieries EAT*, 7-16pp.
- Gilard O., 1998, *Les bases techniques de la méthode Inondabilité*, Cemagref Éditions, 207p
- Gilard O., Gendreau N., 1998, « Inondabilité : une méthode de prévention raisonnable du risque d'inondation pour une gestion mieux intégrée des bassins versants », *Revue des Sciences de l'Eau*, 3, 429-444pp.
- Gilard O. et al., 1998, *Guide pratique de la méthode Inondabilité*, Coll. des cahiers techniques Inter-Agences, étude Inter-Agence n°60, 158p.
- Grelot F., Guillaume B., Gendreau N., 2002, « Gestion préventive des inondations : quels outils économiques pour l'aide à la décision ? », *Ingénieries EAT*, n°29, 27-36pp.
- Grelot F., Guillaume B., Achard V., Gendreau N., 2003a, « Participation du public à la gestion préventive des inondations : utilisation d'une échelle de crue pour l'estimation des consentements à payer », *Ingénieries EAT*, numéro spécial Risques naturels et aménagement du territoire, 21-31pp.
- Grelot F., Guillaume B., Gendreau N., 2003b, « Évaluations économiques de la réduction du risque d'inondation », *La Houille Blanche*, n°3, 96-101pp.
- Huet P., 2000, « Comment organiser le retour d'expérience », *La Houille Blanche*, n°3-4, 118-125pp.
- Inspection Générale des Finances, Conseil Général des Ponts et Chaussées, Inspection Générale de l'Environnement, 2005, *Mission d'enquête sur le régime d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles*, Rapport de synthèse établi par P. Dumas, A. Chavarot, H. Legrand, A. Macaire, C. Dilitrov, X. Martin, C. Queffelec, 70p.
- Lang M., 2003, « Les différents volets d'action pour la prévention du risque d'inondation et l'intérêt de l'information historique », in VIIe Journées débat «Au péril de l'eau, la conservation préventive et les risques d'inondation», 11-12 avril 2002, Paris, Conservation-restauration des biens culturels, *Cahier technique n°10, ARAAFU*, Paris, 29-35pp.
- Ledoux B., Grelot F., Reliant C., 2003, *Synthèse des évaluations socio-économiques des instruments de prévention des inondations*, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable ;181p.
- Oberlin G., 1995, « Les outils disponibles de la prévention des inondations dommageables », *Ingénierie EAT*, spécial Risques Naturels, 35-50pp.
- Petrascheck A., 1999, Flood risk management : the Swiss experience, *In Conférence internationale sur les risques naturels en montagne, atelier Inondations*, Grenoble 12-13 avril, 17-19pp.
- Shabman L., Stephenson K., 1996, « Searching for the Correct Benefit-Estimates: Empirical Evidence for an Alternative Perspective », *Land Economics* 72(4), 433-449pp.

12 INTÉGRER LA VULNÉRABILITÉ DANS LA MÉTHODE INONDABILITÉ

Torterotot J.-P., 1993, *Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes*, Thèse ENPC. 263 p. + annexes.