

Vers une évaluation de la vulnérabilité des activités agricoles aux inondations

Laurent Barbut^a, Nicolas Bauduceau^a et Claire Devaux-Ros^b

En matière d'inondations, la vulnérabilité traduit la sensibilité d'un bien, d'une activité ou d'un territoire, en prenant en compte les dommages socioéconomiques potentiellement subis et les conséquences à moyen et long termes susceptibles d'en résulter. L'analyse du degré de vulnérabilité des activités agricoles n'est pas une approche fréquente et l'auteur explique ici une démarche de recherche conduisant à identifier 47 critères de vulnérabilité. Les premiers résultats, bien que partiels, montrent différents niveaux de sensibilité aux inondations selon les types d'exploitations agricoles, en particulier pour les exploitations herbagères d'élevage.

Les inondations sont sans conteste le risque naturel qui fait le plus de victimes et de dégâts à travers le monde. En France, l'actualité ne cesse de rappeler combien les habitants et les territoires y restent largement soumis. Ainsi, dans ce pays, les dommages annuels moyens liés à ce type d'événement sont évalués entre 150 et 300 millions d'euros, soit 0,4 % du produit intérieur brut (Hubert et Ledoux, 1999). Ces chiffres, que l'on trouve régulièrement dans la littérature consacrée au sujet, suffisent à souligner combien les politiques de prévention et de protection des personnes et des biens face à ce type de risque sont porteuses d'enjeux considérables.

Face à ces enjeux – ou à cause d'eux – ces politiques sont en pleine évolution. Après un recours quasi systématique à la mise en œuvre d'aménagements lourds (barrages, digues...), elles s'orientent actuellement vers une approche plus globale de la gestion du risque, visant

à concilier protection des biens et des personnes et préservation voire utilisation des champs naturels d'expansion des crues¹. Un nouveau concept émerge au cœur de cette évolution : celui de la vulnérabilité des personnes, des biens ou des territoires aux inondations. Il suffit de consulter les études récentes sur le sujet (Équipe pluridisciplinaire du plan Loire, 1999 – Institution interdépartementale des bassins Rhône-Saône, 2003) ou d'analyser les objectifs du projet de Centre européen de prévention du risque inondation² pour s'en convaincre.

Le sujet que l'on va chercher à éclairer ici est plus précisément la vulnérabilité des activités agricoles aux inondations. Ce choix, qui peut surprendre de prime abord si on s'en tient aux images qui occupent généralement le devant de la scène médiatique lors de tels sinistres, se justifie si on considère la politique de gestion du risque inondation avant tout comme une politique d'aménagement du territoire. En effet, les agricul-

1. C'est le cas par exemple de la mise en œuvre des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) instaurés par la loi sur l'eau de 1992, ou plus récemment de l'appel à projets « prévention des inondations », lancé en 2002 par le ministère de l'Écologie et du Développement durable à destination des collectivités territoriales.

2. Produit d'une convention de partenariat entre le département du Loiret et le ministère de l'Écologie et du Développement durable, ce centre devrait être opérationnel en 2004 (étude de préfiguration en cours). Le thème de la réduction de la vulnérabilité des enjeux exposés au risque doit être un des pôles de compétence majeurs de ce centre (source : extrait du dossier de presse du conseil général du Loiret).

Les contacts

^a Application des Sciences de l'Action, 8 rue Legouvé, 75010 Paris

^b Équipe pluridisciplinaire du Plan Loire, Agence de l'eau, BP 6339, 45063 Orléans Cedex 2

3. Il s'agit d'une part du projet n° 18 du Programme national de recherche sur le risque inondation, lancé par le ministère en charge de l'environnement en 1998 et baptisé programme RIO, et d'autre part de l'analyse des répercussions des inondations de novembre 1999 sur les activités agricoles des départements de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et du Tarn, réalisée par l'équipe pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature en 2001.

4. PER : plan d'exposition aux risques.
PPR : plan de prévention des risques.

teurs sont de loin les premiers gestionnaires des espaces concernés par l'expansion naturelle des crues, et donc inévitablement des acteurs clés des politiques de gestion orientées vers l'utilisation de ces espaces. Le succès de ces politiques sera donc largement soumis à la réussite des négociations des acteurs publics avec les agriculteurs, elle-même conditionnée par une meilleure connaissance des contraintes posées par l'inondabilité à l'activité agricole.

Cet article s'inscrit donc dans la réflexion en cours sur les politiques publiques de gestion du risque inondation. Il traite de la vulnérabilité des activités agricoles face à ce risque, en rendant compte de différents travaux de recherche récents effectués par ses auteurs³. Après avoir exposé la problématique de ces travaux, nous détaillerons la méthodologie qu'ils ont mise en œuvre, puis les principaux résultats qu'ils ont produits. Nous tenterons enfin de mettre en évidence les perspectives offertes par ces résultats, avant de conclure sur l'intérêt potentiel de ce thème de recherche pour améliorer la prévention du risque inondation.

La problématique : pourquoi s'intéresser à la vulnérabilité des activités agricoles aux inondations ?

La vulnérabilité, un concept en émergence et en pleine évolution

La problématique des travaux de recherche à l'origine de cet article est inspirée par un premier constat : le concept de vulnérabilité occupe une place de plus en plus importante au sein des politiques et des discours sur le risque inondation, et le sens qu'on lui donne est en pleine évolution. Le terme apparaît dans le vocabulaire français des acteurs de la gestion du risque inondation dans les années 1980, avec les politiques réglementaires mises en place à cette époque (PER, puis PPR⁴). En effet, une « étude de vulnérabilité » doit être réalisée par les services instructeurs pour justifier les zonages et les mesures de prévention proposés. Les études et recherches réalisées lors de cette période pour alimenter la réflexion orientent largement la définition de la vulnérabilité vers l'estimation des dommages dus aux inondations. Le guide général des plans de prévention des risques naturels prévisibles (ministères de l'Environnement et de l'Équipement, 1997) définit ainsi la vulnérabilité économique comme « le degré de

perte ou d'endommagement des biens ou des activités exposés à l'occurrence d'un phénomène naturel d'une intensité donnée ». Le concept de vulnérabilité rejoint donc ici celui d'estimation des dommages potentiels.

Les travaux plus récents sur le risque inondation continuent de faire largement référence à ce concept, contribuant ainsi à son évolution. Torterotot (1993) définit ainsi la vulnérabilité comme une fonction qui exprime les impacts potentiels par rapport aux paramètres de l'aléa, aux enjeux (quantité et nature des biens exposés) et aux ressources mobilisables pour limiter les impacts (délai de réaction disponible, capacité des acteurs pour agir...). Le rapport Bourrelier (1997) définit la vulnérabilité comme « la mesure des dommages de toutes sortes rapportés à l'intensité de l'aléa ». La stratégie proposée par l'équipe pluridisciplinaire du Plan Loire pour réduire les risques en Loire moyenne (1999) fait également une large place aux actions de « diminution de la vulnérabilité des biens exposés ». Enfin, le rapport du député Robert Galley (2001) ne propose pas de définition de la vulnérabilité, mais consacre un chapitre entier à « la réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens ». Les actions qui y sont évoquées concernent à la fois la réglementation (PPR, urbanisme), la culture du risque des populations et leurs comportements, et le régime d'indemnisation.

Hubert et Ledoux (1999) montrent bien que l'on peut classer ces différentes acceptions de la notion de vulnérabilité en deux familles non exclusives l'une de l'autre : la première consiste à mesurer les conséquences dommageables des inondations sur les biens et les personnes exposés, alors que la seconde a pour objet de cerner la propension d'un territoire à subir des dommages (sensibilité et fragilité des biens et des individus face à un événement), ainsi que sa capacité à y résister. Ils soulignent également que c'est la seconde de ces deux familles qui tend à s'imposer dans les travaux les plus récents, car la réflexion des acteurs évolue vers le constat qu'une mesure de la gravité potentielle d'une inondation ne peut se réduire au seul montant financier des dommages que l'on parvient à estimer *ex ante* ou à recenser *ex post*. Cette évolution actuelle du concept de vulnérabilité renvoie donc à la compréhension de l'ensemble des raisons pour lesquelles un bien, un territoire ou une activité économique est plus ou moins sensible à l'inondation, sans chercher nécessairement à

traduire cette vulnérabilité par des coûts. Elle se caractérise par un élargissement (1) des champs disciplinaires auxquels se rattachent le concept (économie, sociologie, psychologie, histoire...) et (2) des échelles spatiales et temporelles auxquelles il convient d'analyser le risque.

Cet élargissement – ou cette maturation ? – du sens donné au concept de vulnérabilité s'inscrit plus largement dans l'évolution générale des politiques de gestion du risque inondation, caractérisée par :

- le passage d'une gestion du flux (protection, barrages) pour réduire l'aléa à une gestion plus globale du risque sur l'ensemble du territoire inondable (lit majeur) voire du bassin versant ;

- le passage d'une approche essentiellement technique (hydraulique) à des approches multidisciplinaires (économie, environnement, sociologie, psychologie...).

Cette évolution actuelle des politiques de gestion du risque vers la combinaison d'actions (1) de protection, (2) d'amélioration de la gestion des lits des cours d'eau et (3) de renforcement de la capacité des territoires à supporter une inondation entraîne nécessairement une évolution parallèle des outils d'aide à la décision et des questions posées à la recherche. En effet, alors que les approches centrées sur la protection renvoyaient essentiellement à des problématiques de dimensionnement d'ouvrages, les actions de renforcement de la capacité des territoires nécessitent de privilégier des approches plus larges faisant intervenir des dimensions économiques, psychologiques ou environnementales.

L'émergence du concept de vulnérabilité s'inscrit dans ce contexte, en ouvrant un champ de recherche autour des questions suivantes : comment caractériser la vulnérabilité d'une activité ou d'un territoire au sens de la définition qui tend à s'imposer actuellement ? Quels sont les déterminants d'une plus ou moins forte vulnérabilité ? Peut-on agir dessus et comment ?

La vulnérabilité des activités agricoles aux inondations : un domaine peu exploré

Peu de travaux sont engagés à ce jour – en France au moins – sur l'application du concept de vulnérabilité à l'activité agricole. Outre l'importance spatiale et économique, rappelée en introduction, de cette activité dans les territoires inondables, ce deuxième constat a fortement orienté la pro-

blématique des travaux à l'origine de cet article. En effet, compte tenu de l'intérêt potentiel du concept de vulnérabilité, exposé ci-dessus, il apparaissait particulièrement opportun de le développer dans le champ des activités agricoles.

Explicitons ce besoin en dressant un rapide état de l'art des travaux réalisés dans le domaine de l'analyse du risque inondation pour les activités agricoles. Les travaux que nous avons pu recenser ne font le plus souvent pas référence à la notion de vulnérabilité, ou quand ils s'en réclament, c'est en donnant un sens à ce concept différent de celui dans lequel nous nous plaçons ici.

Les travaux datant des années 1970 (Duthion et Mingeau, 1976) et d'autres plus anciens portent sur la caractérisation des réactions des plantes cultivées aux excès d'eau. Basées sur les méthodes de l'expérimentation agronomique, les recherches réalisées consistent à suivre différentes parcelles soumises à des protocoles bien définis (exposition à des hauteurs d'eau et des durées d'inondation variables).

Des travaux plus récents (Agence de bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 1990 ; Équipe pluridisciplinaire du plan Loire, 1998 ; BLC, 1997) ont cherché à estimer les dommages monétaires qu'occasionne une inondation pour des exploitations agricoles. Reposant sur des analyses *ex ante* ou *ex post*, ces travaux utilisent comme bases de recensement et de chiffrage des impacts des descripteurs tels que les parcelles, les animaux, ou les sièges d'exploitation exposés.

Enfin, le Cemagref est à l'origine de la méthode « inondabilité » (Gilard, 1998), qui se réclame du concept de vulnérabilité et qui cherche à le traduire pour chaque parcelle agricole en une variable quantifiable empruntée au domaine de l'hydrologie croisée avec la notion de risque acceptable (fréquence de submersion maximale acceptable). Plusieurs approches ont été envisagées pour réaliser cette traduction (questionnement des acteurs locaux, modélisation microéconomique...).

Ce rapide passage en revue des travaux menés à ce jour dans le domaine du risque inondation pour l'activité agricole montre qu'aucune véritable utilisation du concept de vulnérabilité dans sa définition actuelle n'a été réalisée. En effet, ils restent tous dans un ou deux champs disciplinaires (agronomie pour les premiers, économie et hydraulique pour les autres) et tentent d'évaluer la vulnérabilité avec un nombre très limité de critères (un seul pour la méthode inondabilité⁵).

5. Les auteurs de la méthode inondabilité sont d'ailleurs conscients de cette limite puisque Marion Longhini souligne : « la détermination de la vulnérabilité dans la méthode inondabilité aurait tout à gagner à intégrer des considérations psychosociologiques et à ne pas se limiter une approche purement économique, même si cela doit modifier voire limiter les possibilités de quantification objective des demandes de protection. » (Longhini, 1998).

Or les désordres générés par une inondation au sein d'une exploitation agricole et les ressources pour y faire face sont de nature très variable (économiques, psychologiques, techniques...) et renvoient à des échelles multiples (terres inondables, ensemble de l'exploitation, filière d'écoulement des productions, réseaux bancaires et assurantiels...). Par ailleurs, la capacité d'une exploitation à subir des dommages et à y survivre sera fonction de différents cycles temporels : cycle d'apparition des événements hydrauliques, cycle de vie de l'exploitation agricole, cycle de trésorerie de l'activité, cycle de restauration de la qualité de la flore prairiale ou de la qualité génétique du troupeau... C'est donc essentiellement (1) le caractère non systémique des approches menées jusqu'à présent (s'intéressant à la parcelle, à l'animal...) et (2) leur focalisation, en termes d'échelles spatiales et temporelles, sur la seule zone soumise physiquement à l'inondation et sur la période du sinistre, qui expliquent qu'elles n'aient pu être à même de caractériser l'ensemble des déterminants de la vulnérabilité de l'activité agricole à l'inondation.

L'intérêt qu'il y avait à combler ces lacunes en cherchant à caractériser de façon la plus exhaustive possible la vulnérabilité de l'activité agricole dans un territoire inondable donné a donc motivé nos travaux de recherche, dont la problématique peut finalement se résumer aux trois questions suivantes :

- quels sont les **critères** qui conditionnent la propension de l'activité agricole à supporter ce type de catastrophe naturelle ?
- peut-on **classer** ces critères **de façon pertinente pour l'action** ?
- peut-on **hiérarchiser** leur influence sur le degré de vulnérabilité de cette activité économique ?

C'est donc à partir de ces trois questions que nous avons structuré la méthodologie que nous avons appliquée à nos travaux et la présentation des résultats dans cet article.

La méthodologie

Elle découle naturellement des trois objectifs constituant la problématique de la recherche, explicitée par les trois questions ci-dessus. La première question renvoie tout d'abord à une méthode d'**identification** des critères de vulnérabilité de l'agriculture : nous la détaillerons dans un premier point. Répondre à la seconde et à la

troisième question supposait ensuite de mettre en œuvre des méthodes permettant d'**organiser des variables** de façon pertinente pour l'action publique. Nous verrons que nous avons choisi pour ce faire l'analyse structurelle complétée par une méthode d'analyse multicritère.

Une méthode inductive et un cadre d'analyse systémique pour identifier les critères conditionnant la vulnérabilité agricole aux inondations

Le caractère exploratoire de la question posée, mis en évidence dans la partie précédente, incitait assez naturellement au choix d'une méthode inductive pour identifier les critères de vulnérabilité de l'activité agricole aux inondations. En effet, dans la mesure où aucune référence n'existait sur le sujet, c'est bien à partir de l'analyse de situations concrètes que l'on pouvait induire la réponse à la question posée. La méthode utilisée pour l'identification des critères de vulnérabilité repose donc essentiellement sur la réalisation et l'analyse de retours d'expérience auprès d'acteurs des filières agricoles ayant vécu des inondations. L'intérêt de ce type de méthode (capitalisation de retours d'expérience) pour l'avancée de la réflexion sur les stratégies de gestion du risque et le retard de la France sur ce sujet a d'ailleurs été largement souligné par certains spécialistes (Hubert et Ledoux, 1999).

Au-delà de ce choix d'une méthode inductive, le cadre d'analyse utilisé pour mener et exploiter les entretiens devait nous permettre d'appréhender les nombreux champs disciplinaires et les échelles spatiales variées auxquelles fait référence la définition de la vulnérabilité tendant à s'imposer à l'heure actuelle. Il s'est appuyé pour ce faire sur deux concepts issus de l'application de l'analyse des systèmes à l'agriculture : celui de **système de production agricole** et celui de **système agraire**. Le système de production, tout d'abord, se définit par « la combinaison dans l'espace et le temps des ressources disponibles pour une exploitation agricole – capital, main d'œuvre, terres... – et des productions elles-mêmes. Son analyse ne consiste donc pas tant à s'intéresser à chacun de ses éléments constitutifs qu'à examiner avec soin les interactions et interférences qui s'établissent entre eux » (Dufumier, 1996).

Le système agraire, pour sa part, est un concept concernant une échelle plus vaste, défini comme « un mode d'exploitation du milieu historiquement constitué et durable, adapté aux

conditions bioclimatiques d'un espace donné et répondant aux conditions et aux besoins sociaux du moment. Il se caractérise par une combinaison caractéristique du milieu cultivé, du niveau d'équipement, de la division sociale du travail entre agriculture et autres secteurs d'activité, des rapports d'échange et de l'ensemble des idées et des institutions qui permettent d'assurer la reproduction sociale » (Mazoyer, 1987). La définition de ces deux concepts souligne bien l'importance qu'ils accordent aux relations entre les dimensions physiques, techniques, économiques, sociales et psychologiques intervenant dans le processus de production agricole. Ils renvoient par ailleurs à des échelles spatiales variées (terres cultivées, bassin de production, réseaux économiques et politiques dans lesquels les exploitations s'insèrent) dépassant largement celle des zones inondables « *sensu stricto* ».

Il importait enfin dans le cadre d'analyse utilisé que l'intervalle temporel étudié lors des retours d'expérience ne soit pas uniquement centré sur l'événement subi, mais porte sur une période beaucoup plus longue, susceptible de couvrir les cycles temporels auxquels le concept de vulnérabilité renvoie.

L'application de ce cadre d'analyse à la réalisation de retours d'expérience et à leur exploitation pour identifier des critères de vulnérabilité comporte finalement les étapes suivantes :

– **choix de trois terrains d'enquêtes** : vals de Loire dans le Cher, bassins de l'Ouvèze et des rivières du Ventoux, bassin de l'Aude et des fleuves des Pyrénées-Orientales et des rivières du Tarn. Ces terrains d'enquête ont été choisis en fonction de la diversité qu'ils offraient en matière de contexte hydrologique d'une part (crues cévenoles violentes, crues mixtes plus lentes), et de filières agricoles concernées d'autre part (élevage bovin, céréales, arboriculture fruitière, viticulture, maraîchage). Notre objectif était en effet d'identifier une liste de critères de vulnérabilité relativement « robuste », au moins à l'échelle nationale, c'est-à-dire valable pour des filières et des types d'inondation différents ;

– **identification** sur ces différents terrains d'une centaine d'exploitants ayant subi des sinistres plus ou moins récents, ainsi que des autres acteurs à rencontrer (conseillers techniques, coopératives, transformateurs, organismes de stockage, banques, assurances...). La liste de ces derniers a été établie en utilisant le concept de système agricole comme cadre d'analyse ;

– **réalisation et mise en œuvre en face à face d'un guide d'entretien** visant à aborder avec les acteurs rencontrés l'ensemble du déroulement du sinistre subi et de ses conséquences. L'intervalle temporel évoqué lors de ces entretiens couvrait une large période⁶ comprenant la dynamique d'évolution de l'exploitation avant le sinistre, le délai d'alerte, le sinistre proprement dit et l'ensemble de la période de retour à la normale. Le concept de système de production a permis de structurer le guide d'entretien sur les thèmes suivants : analyse spatiale des surfaces exploitées dans ou en dehors de la zone inondable et liens fonctionnels entre elles, calendrier de travaux et de trésorerie, insertion de l'exploitation dans ses réseaux clients/fournisseurs ;

– **capitalisation** écrite de l'entretien sous forme de récits de cas structurés comme suit : (1) évolution tendancielle de l'exploitation à la veille du sinistre et contexte économique de la filière, (2) épisode hydrologique et dommages immédiats, (3) travaux de réaménagement et exploitation de la souplesse des calendriers agricoles, (4) les aides et la remise en activité de l'exploitation ;

– **identification** au sein de ces récits des sources de fragilisation de l'exploitation agricole, appelées critères de vulnérabilité.

Le choix de l'analyse structurelle pour organiser les critères de vulnérabilité de façon pertinente pour l'action publique

L'analyse structurelle est une méthode d'analyse de système largement utilisée par les prospectivistes permettant d'explicitier les relations existant entre les composantes d'un système (Hattem, 1993). Elle nous est apparue bien adaptée à la problématique de notre recherche. En effet, comme nous l'avons souligné plus haut, les critères conditionnant la vulnérabilité d'une activité comme l'agriculture au sein d'un territoire inondable sont de nature très diverse et on peut faire l'hypothèse qu'ils s'influencent largement les uns les autres, la vulnérabilité globale étant justement la résultante de ces interactions. On peut donc considérer ces critères comme autant de variables d'un système constituant une forme de représentation de la vulnérabilité de l'agriculture d'un territoire aux inondations. Par conséquent, une méthode permettant, une fois ces critères identifiés, de clarifier leurs influences réciproques dans une perspective d'amélioration de politique de gestion du risque (sur quoi doit-on agir pour faire évoluer le système ?) répond bien à notre problématique de recherche.

6. De l'ordre d'une dizaine d'années.

La mise en œuvre de cette méthode s'articule autour de trois phases (Hatem, 1993) :

- l'identification des composantes du système ou recensement des variables ;
- le repérage des relations entre ces variables ;
- la recherche des variables clés, conditionnant l'évolution du système.

En ce qui nous concerne, l'étape de recensement des variables correspond à la phase d'identification des critères conditionnant la vulnérabilité. Une fois ce travail effectué, la méthode pour repérer les relations entre ces variables consiste à les positionner en une matrice carrée (mêmes variables en lignes et en colonnes) et à déterminer sous une forme binaire (oui ou non) l'influence exercée par chaque variable sur chacune des autres. Cette détermination s'effectue à dire d'experts (l'équipe de recherche dans le cas présent) sur la base des résultats des retours d'expérience et de leur propre expertise du sujet.

Le résultat obtenu est un classement des variables du système selon leur degré de motricité (qui mesure leur influence sur l'ensemble du système) et leur degré de dépendance (qui mesure leur taux de détermination par les autres variables du système). Le classement des variables ainsi obtenu se représente généralement par un diagramme du type présenté à la figure 1.

On distingue ainsi :

- les variables ayant une influence sur de nombreuses autres variables, mais n'étant influencées que par un petit nombre d'entre elles. Ce sont les variables « **motrices** » ;

– les variables ayant une influence sur de nombreuses autres variables tout en étant influencées par un grand nombre de ces dernières. Ce sont les variables « **enjeux** ». Avec les précédentes, ce sont les variables les plus intéressantes pour l'action car elles constituent des leviers d'évolution du système vers un état différent ;

– les variables ayant un fort degré de dépendance et un faible degré de motricité. On les appelle variables « **résultats** ». Elles correspondent davantage à des variables de mesure de l'état du système ;

– les variables ayant à la fois un faible degré de dépendance et de motricité. On les nomme variables « **exclus** ». Elles appartiennent au système, mais leur influence restreinte n'en fait pas des cibles prioritaires pour l'action ;

– les variables dont la position sur le graphique est proche des plages de définition des quatre types (exclus, moteurs, enjeux, résultats) évoqués jusque-là. Il s'agit des variables « **marais** ». L'interprétation de leur rôle au sein du système est délicate et doit être approfondie.

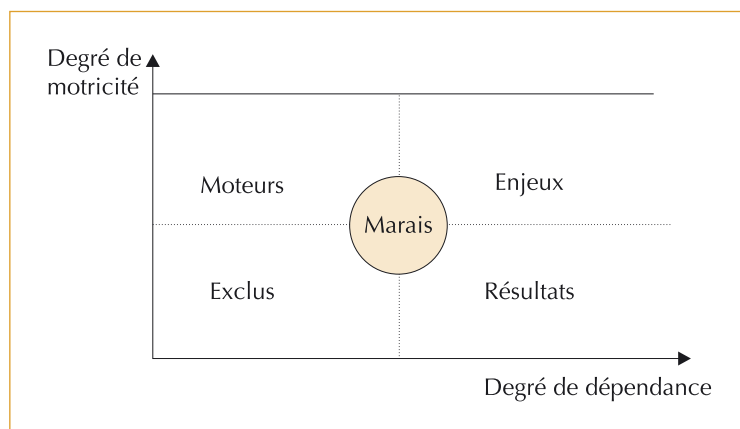
L'analyse structurale est considérée comme un outil puissant et robuste de compréhension des systèmes. Ses limites ont toutefois été largement mises en avant par les spécialistes : lourdeur de mise en œuvre, non-prise en compte des dynamiques temporelles (évolution des relations entre les variables), non-prise en compte des influences faibles ou indirectes.

L'existence de ces limites a renforcé la nécessité de mobiliser un outil d'analyse complémentaire, à savoir une méthode d'analyse multicritère, pour tenter de parvenir à une hiérarchisation plus fine de l'influence de chaque critère sur la vulnérabilité globale.

Une méthode d'analyse multicritère pour tenter de hiérarchiser l'influence de chaque critère sur la vulnérabilité globale

Fondée sur un traitement informatique de données recueillies sur un terrain d'enquête, cette méthode permet de recenser et de hiérarchiser les poids respectifs d'un ensemble de facteurs (ici les déterminants de la vulnérabilité) sur une réalité donnée (ici la vulnérabilité d'une exploitation agricole face au risque d'inondation).

▼ Figure 1 – Principe du diagramme de classement des variables.



Plus précisément, la méthode utilisée (ROS, 2003) cherche à établir des liens systématiques entre le degré de vulnérabilité d'une exploitation et les valeurs (quantitatives ou qualitatives) prises par ce que l'on considère être des déterminants de ce degré de vulnérabilité. L'utilisation de cette méthode nécessite donc de scinder les critères de vulnérabilité identifiés au cours du processus de recherche en deux familles : ceux qui caractérisent le degré de vulnérabilité (des variables d'état en quelque sorte) et ceux qui en sont les déterminants. L'analyse structurelle évoquée précédemment nous permet justement de réaliser ce classement en considérant les variables « résultats » comme les critères de caractérisation du degré de vulnérabilité et les autres variables comme des déterminants potentiels de ce degré de vulnérabilité.

Le classement ainsi effectué permet de paramétrer le programme informatique utilisé pour mettre en œuvre la méthode⁷. Les liens établis alors par ce dernier entre le degré de vulnérabilité et ses déterminants prennent la forme de « règles » ou « lois » mathématiques.

Une fois celles-ci identifiées, l'exploitation des résultats passe par le repérage des critères déterminants revenant fréquemment dans la composition des « lois ». En effectuant un classement sommaire par ordre décroissant de la fréquence d'apparition des critères sur l'ensemble des lois, on obtient une forme de hiérarchisation de leur poids relatif.

Malgré les limites de son utilisation dans le cadre de cette recherche (faible nombre d'enquêtes au regard du nombre de critères, nécessité de traduire quantitativement des informations qualitatives), l'analyse multicritère a permis d'obtenir quelques éléments de **pondération des déterminants de la vulnérabilité**.

Les résultats

Une liste de critères de vulnérabilité

Les différents travaux réalisés pour identifier des critères de vulnérabilité permettent d'aboutir à une liste de 47 critères. Ceux-ci sont proposés dans le tableau 1 (p. 36), classés selon une typologie se voulant avant tout descriptive et n'ayant pas vocation à mettre en avant une quelconque pondération entre eux.

Le tableau 1 (p. 36) appelle deux commentaires :

– la vulnérabilité apparaît bien au travers de ces critères comme un concept comportant de multiples dimensions, d'échelles de temps et d'espaces, ce qui constitue une justification *a posteriori* des choix méthodologiques effectués. Le caractère multidimensionnel s'exprime au travers de la diversité des disciplines auxquelles les critères renvoient : les domaines de la macroéconomie (production dans un secteur plus ou moins concurrentiel), de la microéconomie (niveau d'endettement de l'exploitation), de l'hydrologie (période de crue, durée de submersion), de l'agronomie (sensibilité des cultures à l'aléa), de la sociologie (présence d'un successeur sur l'exploitation) sont en effet sollicités pour couvrir la notion.

De même, la diversité des échelles spatiales perceptibles au sein de la liste de critères (allant de l'exploitation au contexte commercial, national et international, en passant par la filière locale) tient à la prise en compte de l'exploitation agricole non pas en elle-même mais dans son environnement (degré de structuration locale de la filière, contexte économique des productions de la zone).

Enfin, l'importance de la prise en compte du temps dans le concept de vulnérabilité s'illustre par la présence de critères caractérisant l'exploitation avant le sinistre (état de santé économique initial de l'exploitation), pendant le sinistre (possibilités d'évacuation et d'hébergement des biens de l'exploitation) et après le sinistre (importance de la pointe de travail artificielle liée au réaménagement) ;

– compte tenu (1) de ce qui précède et (2) de la diversité des systèmes de production et de sites enquêtés, cette liste de critères nous semble porteuse de résultats relativement exhaustifs et transposables. Cela ne signifie pas que d'autres critères de vulnérabilité n'existent pas, notamment dans un contexte particulier⁸. On peut cependant faire l'hypothèse que ces critères sont peu nombreux (ou en tout état de cause moins nombreux que ceux listés précédemment) ou en lien plus ou moins étroit avec les critères déjà identifiés.

Un début de compréhension du rôle des différents critères de vulnérabilité

La répartition spatiale des critères au sein du diagramme d'analyse structurelle présentée page 37 (figure 2) offre une perspective relativement déséquilibrée du fonctionnement du système.

7. Le programme informatique utilisé dégage en fait des *plages de valeurs* prises par les déterminants, au sein desquelles une variable d'état prend une valeur fixe. La méthode consiste donc à rechercher un découpage pertinent de l'espace formé par l'ensemble des déterminants pour expliquer les valeurs prises par les variables d'état.

8. Par exemple, l'important taux de chômage dans la zone d'étude de l'Ouvèze constituait une pression pour augmenter les sources de revenus agricoles et expliquait des prises de risques accrues sur les parcelles en zone inondable.

1 - Macroéconomie	<ul style="list-style-type: none"> • M1 : contexte économique des productions de la zone (tendances lourdes de l'évolution économique) • M2 : production dans un secteur plus ou moins concurrentiel (aspects fluctuants ou non des cours des marchés)
2 - Environnement de l'exploitation (filière, profession agricole et territoire local)	<ul style="list-style-type: none"> • E1 : degré de structuration locale de la filière • E2 : taille et solidité financière des structures principales de commercialisation • E3 : degré d'exposition à l'aléa des structures principales de commercialisation • E4 : vitesse d'évolution technologique de la filière • E5 : pression foncière • E6 : délais de mobilisation des aides financières • E7 : ampleur des manifestations de solidarité à la suite du sinistre • E8 : taux global d'indemnisation • E9 : qualité de la couverture de l'assurance
3 - Structure du système de production	<ul style="list-style-type: none"> • S1 : nombre d'ateliers, degré de spécialisation du système de production • S2 : dépendance des productions par rapport aux caractéristiques propres de la zone inondable • S3 : présence d'animaux • S4 : dispersion du parcellaire • S5 : souplesse des calendriers de trésorerie aux périodes de crue • S6 : souplesse des calendriers de travaux aux périodes de crue • S7 : relation de confiance et existence de contrats entre l'exploitant et la structure de commercialisation • S8 : diversités des débouchés des productions de l'exploitant (possibilité d'écouler des produits abîmés) • S9 : vitesse de reconstitution de l'outil de production
4 - Degré d'exposition au risque	<ul style="list-style-type: none"> • D1 : part de la surface agricole utile (ou de la valeur ajoutée) exposée au risque • D2 : degré d'exposition du siège d'exploitation (stocks, bâtiments, matériel circulant ou restant en permanence dans les bâtiments, troupeaux) • D3 : degré d'exposition du capital lié aux surfaces (sols et plantations, ouvrages, matériel d'irrigation ou autre) • D4 : possibilité d'évacuation et d'hébergement du matériel, des stocks et des troupeaux • D5 : sensibilité des plantations exposées • D6 : sensibilité du matériel exposé • D7 : qualité et quantité des voies d'accès non exposées à l'exploitation • D8 : importance de la mise de fonds sur parcelles aux périodes de crue • D9 : importance de la pointe de travail artificielle liée au réaménagement
5 - Trajectoire économique de l'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • T1 : état de santé économique initial de l'exploitation • T2 : niveau d'endettement de l'exploitation
6 - Psychologie - sociologie des exploitants	<ul style="list-style-type: none"> • P1 : culture du risque d'inondation de l'exploitant • P2 : expérience vécue de l'aléa exceptionnel • P3 : force psychologique de l'exploitant • P4 : culture du risque des événements climatiques autres (grêle, sécheresse...) • P5 : confiance dans le système d'alerte • P6 : présence d'un successeur sur l'exploitation
7 - Paramètres hydrologiques influençant l'endommagement	<ul style="list-style-type: none"> • A1 : période de la crue • A2 : délais d'alerte et qualité du système d'alerte • A3 : durée de submersion • A4 : vitesse du courant • A5 : hauteur de submersion
8 - Impact d'une inondation	<ul style="list-style-type: none"> • I1 : ampleur des dommages directs • I2 : ampleur des pertes indirectes • I3 : ampleur des pertes de marché à long terme • I4 : traumatisme psychologique • I5 : délais de retour au rythme de croisière

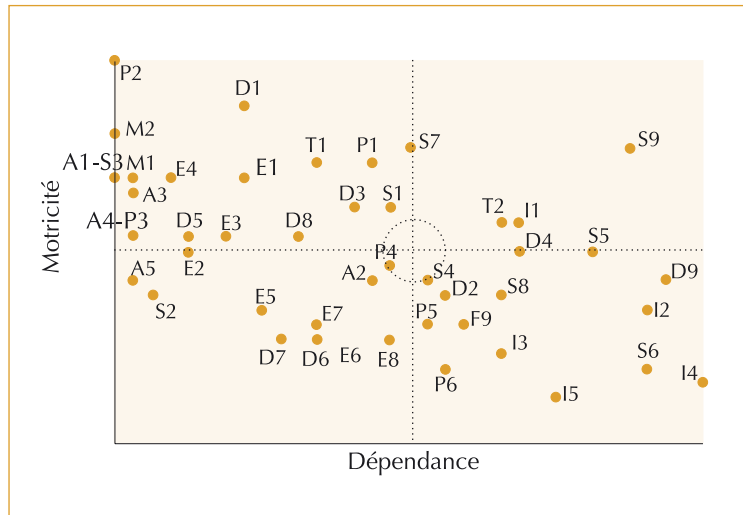
▲ Tableau 1 – Description et classement des 47 critères de vulnérabilité.

Plus d'un tiers des critères (19 exactement) est en effet positionné dans le quart du diagramme correspondant au qualificatif « moteur », tandis que 6 critères seulement correspondent aux « enjeux », 12 aux « résultats », 9 aux « exclus » et 1 au « marais ».

En termes de perspectives pour l'action publique, la nature et la relative prépondérance des critères « moteurs » confèrent au système étudié une inertie non négligeable. Les critères « moteurs » présentent en effet un caractère « peu malléable » évident : critères macroéconomiques (production dans un secteur plus ou moins concurrentiel, vitesse d'évolution technologique des filières), critères hydrologiques (période de crue, durée de submersion), critères qualifiant le degré d'exposition de l'exploitation (part de la surface agricole utile exposée, degré d'exposition du capital lié aux surfaces, importance de la mise de fonds sur parcelles aux périodes de crue...), critères caractérisant structurellement l'exploitation (nombre d'ateliers et degré de spécialisation, état de santé financière initial de l'exploitation), critères socio-psychologiques (force psychologique de l'exploitant, culture du risque d'inondation de l'exploitant). Ainsi, du point de vue des politiques de gestion du risque, seule une intervention conséquente, ciblée et de longue haleine des pouvoirs publics sera susceptible d'agir sur les critères moteurs.

Néanmoins, cette analyse structurelle révèle à travers la nature de 5 des 6 critères « enjeux » une certaine possibilité de faire évoluer plus facilement le système. Il s'agit plus précisément des critères suivants : relation de confiance et existence de contrats entre l'exploitant et la structure de commercialisation, ampleur des dommages directs, possibilité d'évacuation et d'hébergement du matériel, des stocks et des troupeaux, souplesse des calendriers de trésorerie aux périodes de crue, vitesse de reconstitution de l'outil de production. Ces critères « enjeux » constituent des leviers clés de la vulnérabilité, certes peu nombreux, mais sur lesquels une action publique ciblée peut avoir une influence de première importance en termes de réduction de la vulnérabilité.

Les critères « résultats », quant à eux au nombre de 12, fournissent certaines perspectives pour concevoir des indicateurs de mesure, *a posteriori*, de la vulnérabilité d'une exploitation, de groupes d'exploitations ou même encore d'un tissu agricole au sein d'un territoire, ayant subi



une inondation (ampleur des pertes indirectes, traumatisme psychologique, délais de retour au rythme de croisière...).

▲ Figure 2 – Analyse structurelle des 47 critères de vulnérabilité.

Enfin, les critères exclus se révèlent assez nombreux (9). La nature de certains d'entre eux peut sembler surprenante (« délais d'alerte et qualité du système d'alerte », « délais de mobilisation des aides financières », « taux global d'indemnisation », « ampleur des manifestations de solidarité à la suite du sinistre »), mais rappelons que l'un des intérêts avérés de l'analyse structurelle est de mettre en évidence certains résultats « contre intuitifs ». Il demeure cependant envisageable que le caractère exclu de quelques-uns de ces critères soit également en partie lié à certaines limites inhérentes à la méthode d'analyse et qu'il nécessite de ce fait des vérifications ultérieures.

Cette éventualité, alliée à l'ambition de hiérarchiser mieux encore l'importance de chacune des variables dans le degré de vulnérabilité d'une activité agricole militait en faveur de la réalisation d'investigations supplémentaires qui viendraient corroborer, infirmer et compléter ces résultats. L'analyse multicritère réalisée en constitue une première étape.

Un début de pondération de l'influence de chaque critère

Comme exposé dans la partie « Une méthode d'analyse multicritère pour tenter de hiérarchiser l'influence de chaque critère sur la vulnérabilité globale » (p. 34), les résultats de la méthode d'analyse multicritère utilisée se présentent sous la forme d'un tableau associant à chaque critère dont on cherche à pondérer l'influence une fréquence d'apparition dans les lois mathématiques

9. Même si l'analyse multicritère présentée ici ne peut être considérée comme le gage absolu de cette vérification compte tenu du nombre trop restreint d'enquêtes ayant pu être utilisées pour la mettre en œuvre.

calculées par le programme informatique utilisé. Ces résultats sont présentés dans le tableau 2.

Le tableau 2 montre tout d'abord que les résultats de l'analyse multicritère sont globalement cohérents avec ceux de l'analyse structurelle dans la mesure où 83 % des critères listés ci-dessus (caractérisés par la détention d'un certain pouvoir explicatif sur la vulnérabilité des exploitations enquêtées) ne correspondent pas à des critères « exclus » (donc *a priori* sans grande influence) de l'analyse structurelle.

Cette analyse multicritère apporte par ailleurs des éléments de précision sur la hiérarchisation de l'influence de certains critères, en faisant notamment ressortir l'influence particulièrement élevée de trois d'entre eux : production dans un secteur plus ou moins concurrentiel, importance de la pointe de travail artificielle et état de santé économique initial de l'exploitation. Elle permet enfin de nuancer les résultats issus de l'analyse structurelle en mettant en lumière l'importance vraisemblable de trois critères considérés préalablement comme « exclus » : le taux global d'indemnisation, l'ampleur des manifestations de

solidarité à la suite du sinistre, et la dépendance des productions par rapport aux caractéristiques propres de la zone inondable.

Ces observations montrent bien :

- l'intérêt de croiser les deux méthodes d'analyse afin de produire des résultats plus robustes,
- la nécessité de vérifier la faible influence de certains critères apparaissant exclus dans l'analyse structurelle⁹.

Synthèse : une avancée exploratoire certaine à pousser plus avant

Un retour sur les trois questions que nous soulevions pour synthétiser la problématique de ces travaux de recherche montre que deux d'entre elles ont trouvé des réponses plus ou moins abouties :

- la question de l'**identification des critères** qui déterminent la propension d'une activité agricole à supporter une inondation nous paraît avoir été traitée avec (1) une approche conceptuelle suffisamment large et (2) un éventail d'études de

Critères	Fréquence d'apparition du critère dans les lois obtenues
M2 : production dans un secteur plus ou moins concurrentiel	16
D9 : importance de la pointe de travail artificielle liée au réaménagement	16
T1 : état de santé économique initial de l'exploitation	11
S4 : dispersion du parcellaire	8
S9 : vitesse de reconstitution de l'outil de production	7
D5 : sensibilité des plantations exposées	6
D1 : part de la surface agricole utile (ou de la valeur ajoutée) exposée au risque	6
S2 : dépendance des productions par rapport aux caractéristiques propres de la zone inondable	6
E9 : qualité de la couverture de l'assurance	6
E4 : vitesse d'évolution technologique de la filière	4
E8 : taux global d'indemnisation	4
E7 : ampleur des manifestations de solidarité à la suite du sinistre	4
S6 : souplesse des calendriers de travaux aux périodes de crue	3
S1 : nombre d'ateliers, degré de spécialisation du système de production	3
P2 : expérience vécue de l'aléa exceptionnel	2
S5 : souplesse des calendriers de trésorerie aux périodes de crue	2
M1 : contexte économique des productions de la zone (tendances lourdes de l'évolution économique)	2
Autres critères	0

▲ Tableau 2 – Les résultats de la méthode d'analyse multicritère utilisée. À chaque critère dont on cherche à pondérer l'influence, on cherche à associer une fréquence d'apparition.

terrain suffisamment étendu, pour que ses résultats puissent être considérés comme relativement exhaustifs et transposables ;

– le **classement de ces critères** en fonction de leur degré de pertinence pour la mise en œuvre de mesures de réduction de vulnérabilité a pu être lui aussi en grande partie établi, même si certaines vérifications (notamment du caractère exclu de certains critères) sont à effectuer.

En revanche, la tentative de **hiérarchisation** des critères de vulnérabilité n'a donné lieu qu'à des résultats très partiels et à l'heure actuelle non généralisables. Ce non-aboutissement est à notre sens, moins le fait de la méthode utilisée (famille des AMC) que le trop faible nombre de retours d'expérience ayant pu être exploités dans cet objectif¹⁰.

Ce bilan est néanmoins largement positif dans la mesure où il ouvre déjà de nombreuses perspectives, que nous allons évoquer dans la dernière partie.

Des perspectives nombreuses sur le plan de la recherche comme sur celui des applications opérationnelles

Sur le plan tout d'abord des travaux de recherche, la production d'une liste de 47 critères de vulnérabilité à partir de l'exemple de l'agriculture fournit un cadre d'analyse pour les investigations basées notamment sur l'observation *a posteriori* des territoires ou des acteurs ayant subi des catastrophes naturelles. Ce cadre devrait permettre, s'il est effectivement utilisé, d'avancer sur les questions laissées en suspens par la présente recherche, et notamment sur l'existence éventuelle d'une hiérarchie « absolue » entre les déterminants de la vulnérabilité d'un territoire. Dit autrement, cela pose des questions du type :

– certains déterminants sont-ils dans tous les cas prépondérants sur les autres ?

– certaines filières agricoles sont-elles « systématiquement » plus vulnérables que d'autres indépendamment des territoires considérés ?

Sur le plan ensuite des applications de ces travaux pour les politiques opérationnelles de gestion du risque, les acquis en termes de connaissance (liste et typologie de critères de vulnérabilité) fournissent déjà de nombreuses pistes d'action. La présentation des résultats de ce travail à certains acteurs impliqués dans la mise en œuvre de politiques de gestion du risque nous a ainsi permis d'entrevoir diverses

utilisations possibles en fonction des contextes d'actions locaux ou nationaux.

Sur la Loire, par exemple, les acteurs souhaitent restaurer une conscience du risque de crue majeure aujourd'hui largement affaiblie et engager des actions préventives de réduction de la vulnérabilité sur l'ensemble de la vallée¹¹. Ces orientations politiques renvoient notamment à la question suivante : comment sensibiliser un exploitant agricole, mais aussi un artisan ou un industriel, à la mise en œuvre de mesures de réduction de vulnérabilité ? Dans le cas de la filière agricole, les critères de vulnérabilité mis en lumière dans ce travail de recherche constituent une base de réflexion pour élaborer des outils de réduction de vulnérabilité. Ainsi, dans le cadre des missions qui lui ont été confiées par ses partenaires¹² pour la période 2000/2006, l'équipe pluridisciplinaire du plan Loire a souhaité engager la réalisation d'un guide à l'usage des exploitants agricoles leur permettant de dresser un diagnostic de leur vulnérabilité. La liste de critères présentés précédemment a servi de base à l'organisation de ce guide et à la formulation des questions¹³.

Sur l'Ouvèze, comme dans de nombreux autres bassins versants (Oise, Seine...), les acteurs souhaitent mener à bien des actions de maintien et de restauration de champs d'expansion de crue. La question qui les préoccupe dans ce contexte est la suivante : comment organiser les négociations avec les agriculteurs ? Une meilleure compréhension des déterminants de vulnérabilité pourrait servir de base à des études préparatoires visant à bien identifier les risques et marges de manœuvre réelles des exploitants face au risque. Dans ces contextes d'action caractérisés par la nécessité de passer des accords avec le monde agricole, les négociations devraient pouvoir être utilement préparées et éclairées par les résultats présentés ci-avant.

Au niveau national, enfin, la direction de la prévention des pollutions et des risques du ministère de l'Écologie et du Développement durable envisage la mise en place systématique de retours d'expérience après chaque sinistre pour capitaliser de la connaissance comme cela se fait dans d'autres pays. La question posée dans ce cadre peut se formuler comme suit : comment organiser la collecte d'information et son stockage en base de données ? La typologie de facteurs de vulnérabilité, proposée ici, peut servir de base (1) à la conception d'un guide destiné aux auteurs de retours d'expérience et (2) à l'architecture d'une base de données pour capitaliser l'information.

10. Pour pouvoir étudier plus solidement avec une méthode AMC la pondération des critères de vulnérabilité identifiés, il aurait fallu disposer d'un nombre de retours d'expérience très supérieur au nombre de critères dont on cherche à pondérer l'influence.

11. Cf. notamment les propositions faites par l'équipe pluridisciplinaire en 1999 et les deux contrats de plan État-région 2000/2006 des régions Centre et Pays de la Loire.

12. État, agence de l'eau Loire-Bretagne et établissement public Loire.

13. Pour plus de détails, on se reportera utilement aux rapports de l'équipe pluridisciplinaire sur ce thème, qui sont cités en bibliographie.

Conclusion

La problématique posée était de combler les manques décelés dans les travaux existants en matière d'évaluation de la vulnérabilité de l'activité agricole aux inondations. Elle visait plus particulièrement à mettre en évidence les facteurs permettant d'appréhender cette vulnérabilité, et de tenter de dégager une hiérarchie entre eux, afin de renforcer à terme l'efficacité des politiques de gestion de ce risque. Au terme de trois années de travaux exploratoires, un certain nombre de réponses ont été apportées. Tout d'abord, en matière de caractérisation de la vulnérabilité, avec la production d'une liste de critères, qui reste à enrichir et à valider, mais qui, d'ores et déjà, confirme le caractère multidimensionnel de ce concept. Ensuite, en matière de compréhension du phénomène, perspective qui ouvre la voie à de nombreuses applications opérationnelles. Ces dernières ne feront que se renforcer lorsque l'importance de chacun des facteurs sera mieux connue.

Peut-on dès lors affirmer que ces résultats sont porteurs d'un renouvellement certain du contenu des politiques de gestion du risque et des méthodes d'aide à la décision qui les accompagnent ? Le faire au terme d'un travail aussi exploratoire

serait présomptueux. Mais on peut souligner que les résultats obtenus sont potentiellement porteurs de certains renversements de perspectives. Ainsi, on retiendra notamment que l'application aux systèmes de production agricoles rencontrés sur les territoires étudiés de notre grille d'analyse de la vulnérabilité a permis de mettre en exergue la fragilité des exploitations d'élevage herbager vis-à-vis des inondations. Or, en termes d'estimation de dommages monétaires (et donc de possibilités d'indemnisation et de couverture assurantielle), ils apparaissent pourtant bien en deçà des autres systèmes de production plus capitalistiques (serres, pépinières) ou plus orientés vers la vente de produits végétaux (grandes cultures...). Ce gradient de sensibilité des différents types d'exploitations agricoles aux inondations, issu de l'utilisation du concept de vulnérabilité, s'il se confirmait quel que soit le territoire considéré, serait ainsi susceptible de modifier sensiblement les stratégies d'action vis-à-vis du monde agricole en matière de gestion des espaces inondables.

Ces constats confirment à notre sens que le concept de vulnérabilité est largement porteur d'innovation dans la réflexion des politiques de gestion du risque. Reste à en convaincre l'ensemble des acteurs de la gestion du risque inondation. □

Résumé

Dans le cadre de l'évolution des politiques de gestion du risque inondation, un concept original tend à occuper une place croissante : celui de vulnérabilité. Dans la mesure où il a été à ce jour peu appliqué à l'agriculture, pourtant gestionnaire de la majorité du territoire inondable, la recherche présentée ici s'est donnée comme objectif de mettre à jour (1) les déterminants de la vulnérabilité de l'agriculture aux inondations, (2) leur rôle et leur importance sur le degré de vulnérabilité des activités agricoles. À partir d'une méthodologie basée sur des retours d'expérience et faisant appel à différents outils de l'analyse des systèmes, 47 critères de vulnérabilité ont pu être identifiés et une meilleure connaissance de leur rôle a pu être établie. Si certains de ces résultats restent à conforter, ils offrent néanmoins déjà des perspectives non négligeables d'évolution des politiques publiques de gestion du risque inondation.

Abstract

The former evolution of flood risk policies put the stress on the original concept of vulnerability. Even though agriculture manages the largest part of territory, this concept hasn't been yet applied to this field. Our research aims to (1) identify vulnerability criteria of agriculture activities (2) clarify their functions and relative importance. The methodology combines case studies and different systems analysis tools. 47 criteria have been identified, analysed and their functions ranked. Some of the results have to be confirmed by further analysis. Nevertheless, they already offer perspectives to enhance public policies on flood risk management.

Bibliographie

AGENCE DE BASSIN RHÔNE-MÉDITERRANÉE-CORSE, 1990, *Élaboration d'un schéma d'aménagement hydraulique destiné à limiter l'impact des crues juste débordantes*.

BLC, 1997, *Étude des impacts économiques de la crue de l'Ouvèze et des rivières du mont Ventoux*, DDAF de Vaucluse, SIMV, SIABO.

COMITÉ INTERMINISTÉRIEL DE L'ÉVALUATION DES POLITIQUES PUBLIQUES, 1997, *La prévention des risques naturels : Rapport d'évaluation*, La Documentation Française.

CONSEIL GÉNÉRAL DE L'HÉRAULT, 1997, *Étude économique des crues de l'Orb de décembre 1995 et de janvier 1996*, SIEE et BLC.

DUFUMIER, M., 1996, *Les projets de développement agricole – Manuel d'expertise*, Éditions Karthala.

ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE DU PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE, 1996, *Connaissance des activités économiques dans les vals inondables de la Loire moyenne. Rapport méthodologique et résultats de l'étude test*, ASca.

ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE DU PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE, 1998, *Évaluation des enjeux et des dommages directs potentiels pour les activités économiques des vals de la Loire moyenne*, ASca.

ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE DU PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE, 1998, *Évaluation des enjeux et des dommages agricoles liés à une inondation des vals de la Loire moyenne. Rapport méthodologique et principaux résultats*, ASca.

ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE DU PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE, 1999, *Synthèse des propositions pour une stratégie globale de réduction des risques d'inondation par les crues fortes en Loire moyenne*.

ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE DU PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE, BAUDUCEAU, N, 2001, *Éléments d'analyse des répercussions des inondations de novembre 1999 sur les activités agricoles des départements de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et du Tarn*.

GALLEY, R. ; FLEURY, J., 2001, *Rapport sur les causes des inondations répétitives ou exceptionnelles et sur les conséquences des intempéries afin d'établir les responsabilités, d'évaluer les coûts ainsi que la pertinence des outils de prévention, d'alerte et d'indemnisation*, Assemblée Nationale.

GILARD, O. et al., 1998, *Guide pratique de la méthode inondabilité*, rapport du Cemagref pour les agences de l'eau et le ministère de l'Environnement.

HATEM, F., 1993, *La prospective – Pratiques et Méthodes*, Économica.

HUBERT, G. ; LEDOUX B., 1999, *Le coût du risque... l'évaluation des impacts socio-économiques des inondations*, Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées.

INSTITUTION INTERDÉPARTEMENTALE DES BASSINS RHÔNE-SAÔNE, 2003, *Étude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône*.

LONGHINI, M., 1998, *Analyse micro-économique de la vulnérabilité aux inondations. Recherche d'un cadre théorique. Cas agricole*.

MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT, 1997, *Guide général des Plans de prévention des risques naturels prévisibles*, Paris, Documentation Française.

NARCY, J.-B., *Les conditions d'une gestion spatiale de l'eau*, 2000, thèse de doctorat en Sciences de l'Environnement.

ROS ; TABOUREAU ; PINTORE ; CHRÉTIEN, 2003, *Development of predictive models by adaptative fuzzy partitioning : application to compounds active on the central nervous system, in Chemometrics and intelligent laboratory systems*, volume 67.

TORTEROTOT, J.-P., 1993, *Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes*, thèse de doctorat de l'École nationale des Ponts et Chaussées.