

# **CHAPITRE II**

## **INONDATIONS**

## ***Introduction***

Les inondations ont un impact économique important sur l'activité économique d'un pays. Ainsi, les crues de janvier-février 1995 ont montré l'ampleur des dégâts qu'elles peuvent provoquer. Une partie de l'activité économique du pays a été paralysée. De nombreuses personnes se sont retrouvées sans abri, des entreprises ont dû cesser leur activité (soit provisoirement, soit définitivement), des actifs se sont retrouvés au chômage. Depuis la loi du 13 juillet 1982, relative aux catastrophes naturelles, 17 milliards de francs d'indemnisation par les assurances ont été versés au titre des inondations, pour 31 milliards de dommages. Les inondations représentent 75 % du nombre des déclarations de catastrophes naturelles.

Les implications économiques induites par les inondations amènent les Pouvoirs Publics à envisager des projets et des politiques de protection des zones à risque. Ces projets et ces politiques ont été rendus nécessaires par le développement de l'activité industrielle et de l'urbanisation dans ces zones à risque, qui provoque un transfert de coût de l'individu (personne civile ou morale) qui choisit de s'y installer (en ayant connaissance du risque ou non) vers la collectivité. Ce transfert se produit à travers deux mécanismes :

- les occupants de ces zones comptent sur la collectivité pour mettre en place des protections avant l'occurrence de l'événement crue
- après l'occurrence de l'événement, ils sollicitent la collectivité par le biais du système d'assurance pour être remboursés des dommages

L'étude réalisée sur le bassin pour évaluer économiquement l'impact des inondations montre que les masses financières en jeu, à l'échelle du bassin, sont importantes. Les dommages à attendre d'un événement centennal qui toucherait une grande partie des zones à risque du bassin sont **compris entre 17 et 25 Milliards de Francs**. Ce chiffre montre l'intérêt d'envisager des projets et des politiques de "diminution du risque". Le SDAGE préconise diverses mesures. L'étude réalisée a permis de tester l'intérêt économique de ces divers scénarios envisagés.

Le chapitre suivant permet de posséder un aperçu de l'étude entreprise conjointement par la Société SODEXPER et le CERGRENE. La totalité de cette étude peut être consultée à l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

## ***I - METHODOLOGIE***

Cette étude a été conduite à partir d'un modèle de simulation des dommages qui a permis, en fonction de l'occupation des sols et des scénarios envisagés, de posséder des évaluations de dommages sur 5 sites échantillons pour diverses périodes de retour de crue.

Le fait que cette étude soit bâtie sur un modèle de simulation explique que les chiffres proposés ne soient que des ordres de grandeur. Toutefois, le réalisme du modèle a pu être testé en fonction des dommages constatés lors des crues du premier trimestre 1995 : Pour cet événement, les estimations proposées par le modèle sont proches de la réalité.

L'évaluation a pour but d'analyser les dommages dus aux inondations. L'étude a été menée de façon micro-economique au niveau de 5 zones échantillons : Argenton sur Creuse, Morlaix, Chatellerault, Bourges et Montluçon, puis par une extrapolation des résultats locaux à l'ensemble du bassin.

Les zones échantillons ont été choisies sur deux critères principaux :

- elles devaient avoir subi une crue assez récemment
- elles devaient permettre de tester un maximum de projets et de politiques de protection contre les inondations

Elles sont décrites en annexe.

Sur ces 5 zones échantillons, deux scénarios ont été testés :

- le scénario tendanciel consistant en un maintien de pratiques actuelles, à savoir le plus souvent un développement croissant de l'urbanisation en zone inondable,

- et le scénario des préconisations du SDAGE qui prévoit plusieurs projets de protection ou de prévention contre ce risque naturel.

Les projets et les politiques envisagés dans cette étude sont les suivants :

- construction d'ouvrages écrêteurs
- entretien du lit et recalibrage
- construction ou rehaussement de digues
- maintien des zones d'expansion de crues
- arrêt de l'urbanisation en zone inondable

Ces divers projets et politiques ont été envisagés en fonction de leur faisabilité sur chaque site échantillon considéré. C'est ainsi que le scénario endiguement n'a été étudié que sur Montluçon. Il semblait fort peu réaliste techniquement sur les autres sites.

Le calcul des dommages a été effectué en fonction de l'occupation des sols (agriculture, habitat dispersé, habitat aggloméré, zone industrielle).

On notera enfin que pour la comparaison des scénarios, nous avons choisi de prendre en compte les dommages induits par une crue centennale, c'est-à-dire qui a chaque année une chance sur 100 de se produire. Cette approche ne permet pas de comparer *stricto sensu* un investissement plus ponctuel de protection et des dommages évités.

En effet, cet exercice nécessiterait de prendre en compte les durées d'amortissement des ouvrages, mais aussi tous les dommages causés par les crues de fréquence supérieure, et serait largement sujet à caution à l'échelle à laquelle nous avons travaillé. Toutefois, la méthodologie adoptée donne des ordres de grandeur et étaye largement une comparaison qualitative.

## *II - Le scénario tendanciel : vers un scénario de poursuite de l'urbanisation*

### **2.1 Un état des lieux des dommages actuels à l'échelle du bassin**

Dans ce paragraphe, on donnera une évaluation économique des dommages engendrés par un événement inondation, s'il se produisait aujourd'hui, sur une grande partie des zones à risque du bassin Loire-Bretagne.

Cet exercice n'est qu'une simulation théorique ; il ne donnera donc que des ordres de grandeur, mais il permet toutefois de prendre conscience du poids financier représenté par les crues, sur l'activité économique du bassin.

Cette extrapolation sur le bassin a été menée selon la méthodologie suivante :

- Identification la superficie (en hectares) des zones susceptibles d'être inondées
- Calcul d'un coût moyen des dommages à l'hectare, pour 4 grands types de zones :
  - les zones rurales
  - les zones côtières
  - les zones urbaines et périurbaines
  - les zones industrielles

#### a) Les dommages sur les zones rurales

Pour calculer les dommages que l'on pourrait constater sur l'ensemble du bassin en cas d'inondation de l'ensemble des terres agricoles, il est nécessaire de recenser l'ensemble des zones à risque. Une estimation tirée d'enquête sur le terrain donne **le chiffre d'environ 323.000 hectares sur le bassin Loire-Bretagne**. L'ampleur des dommages subis par les cultures dépend de nombreux paramètres, tels que :

- le type de culture pratiqué (herbe, blé ...)
- la période à laquelle se produit la crue (avant la récolte, après la récolte...)
- la valeur foncière des terres

Ces divers paramètres rendent difficile le chiffrage d'un coût des dommages sur l'ensemble du bassin. Il semble plus raisonnable de fournir une "fourchette" qui s'étalerait entre un "coût plancher" et un "coût plafond".

Le "coût plancher" peut se calculer à partir d'une valeur minimale de l'hectare de terre agricole (dans ce cas, nous avons pris **300 F. par hectare**). Ceci est une hypothèse très basse puisque la valeur d'un hectare mis en herbe est de l'ordre de 1.000 F. Mais elle permet au moins d'appréhender le "minimum minimorum" des dommages que subiraient les terres agricoles lors d'une inondation.

Les dommages subis par l'ensemble des terres agricoles à risque (soit 323.000 ha), à une valeur de 300 F par hectare, seraient de l'ordre de **97 Millions de Francs**.

Pour obtenir un "coût plafond", il suffit de valoriser au maximum les terres agricoles inondables et de simuler qu'on n'y cultive que du blé : la valeur de l'hectare serait alors de 5.000 F. Les dommages plafond pour les terres agricoles inondables, sur le bassin, seraient alors **de l'ordre de 1,6 Milliard de Francs**.

Si les dommages subis par les terres agricoles semblent négligeables face aux dommages constatés dans les zones urbaines et industrielles. Ces dommages demeurent importants par la profession agricole, s'ils se produisent sur des cultures à forte valeur ajoutée. **Il est donc nécessaire de rationaliser la mise en culture des terres agricoles situées en zone inondable afin de limiter le coût des dommages en cas d'occurrence d'une inondation.**

#### b) Les dommages sur les zones côtières

Les coûts inhérents à l'inondation des zones côtières à risque du bassin ont été réalisés à partir de l'étude du site de Morlaix. Les dommages sur ces zones sont fortement influencés par les coefficients de marées ; plus ces coefficients sont élevés, plus la ligne d'eau remonte dans la zone urbaine considérée et plus les dégâts sont importants. C'est ainsi que sur Morlaix, pour un coefficient marée de 90, les dommages sont de l'ordre de 2,4 M.F. par hectare, contre 5,6 MF par hectare pour un coefficient de 115.

A partir de ces exemples, les coûts **des dommages sur l'ensemble des zones côtières inondables** du bassin varient de **200 M.F. à environ 500 M.F.** selon l'importance de la marée.

c) Les dommages sur les zones urbaines et périurbaines

Il s'agit ici, à partir des zones échantillons urbaines étudiées, de donner un coût moyen de dommages à l'hectare de surface habitée. Les coûts des dommages dans ces zones ont été établis en fonction des villes situées en zone inondable dans le bassin Loire-Bretagne. Ces villes ont été regroupées dans trois catégories homogènes par rapport aux critères suivants :

- nombre d'habitants par hectare
- surface inondée

et en fonction des deux scénarios :

- Un optimiste dans lequel un minimum d'habitations sont concernées.
- Un pessimiste dans lequel un maximum d'habitations sont concernées.

A partir de ces critères, un coût moyen à l'hectare par catégorie de ville a été calculé. **L'extrapolation de ces coûts moyens donne un montant global de dommages sur les zones urbaines du bassin qui est compris entre 10 et 15 Milliards de Francs.**

d) Les dommages dans les zones industrielles

Il a été fort difficile d'obtenir un chiffre global, à l'échelle du bassin, des dommages que pourrait engendrer une crue qui s'étendrait à toutes les zones industrielles à risque du bassin. Le modèle de simulation nous a permis d'obtenir un chiffre qui est une estimation basse puisqu'il ne prend en compte que les industries situées sur la Loire et ses affluents. De plus, ce chiffre ne comptabilise pas l'ensemble des coûts induits par l'arrêt de l'activité industrielle (perte de part de marché à plus long terme, par exemple). **Les dommages subis par les zones industrielles du bassin seraient de l'ordre de 7 Milliards de Francs.**

**En additionnant ces résultats, le coût global d'une crue centennale touchant l'ensemble du bassin Loire-Bretagne, en considérant les zones rurales, côtières, urbaines et périurbaines, et industrielles, serait compris entre 17 et 25 Milliards de Francs.**

## ***2.2 Les dommages en cas de poursuite de l'urbanisation***

La poursuite de l'urbanisation dans ces zones inondables, outre son lot de catastrophes humaines, conduira à des dommages encore plus importants, même s'il est difficile de simuler aujourd'hui les dommages supplémentaires engendrés.

Toutefois, les chiffres globaux des dommages en zone rurale et en zone urbaine montrent **qu'il est économiquement peu rentable de continuer à construire en zone inondable.**

Les dommages à l'hectare sur une zone rurale varient de 300 à 5.000 F ; en zone urbaine ces dommages à l'hectare **varient entre 0,5 et 1 Million de Francs.** Il est donc préférable **économiquement de ne pas continuer à construire en zone inondable.** Ce constat a pu être vérifié au niveau des zones échantillons. La simulation d'une croissance de l'urbanisation sur les sites étudiés a permis de chiffrer les **dommages** supplémentaires induits par une politique "de fuite en avant". Cette poursuite de l'urbanisation est d'autant plus coûteuse lorsqu'elle se produit sur des zones encore peu urbanisées aujourd'hui.

C'est ainsi que pour un **taux de croissance de 10 %** de l'urbanisation sur le site de Bourges, qui est en grande partie un site rural, **on multiplie les dommages par 9** pour une crue centennale, **en passant de 1,3 à 12 M.F.** Le "surplus" de dommages est moins important lorsqu'il s'agit de développer l'urbanisation dans une zone urbaine ; il reste toutefois non négligeable.

Sur le site d'Argenton sur Creuse, déjà fortement urbanisé, une augmentation de 20 % de l'urbanisation provoquerait une hausse de 20 % des dommages, soit 61 M.F.

A la lumière de ces deux exemples, il est indéniable que la poursuite de l'urbanisation dans les zones inondables aura des conséquences économiques importantes pour la collectivité.



### **III - Le scénario des préconisations du SDAGE : les projets et politiques de protection**

Face à la tendance actuelle qui, encore souvent, consiste à continuer d'urbaniser en zone inondable, il est possible de mettre en oeuvre des projets et des politiques de protection.

ces projets et ces politiques ont deux objectifs :

- premièrement, protéger *a posteriori* les actifs économiques (habitat, industrie, infrastructures...) qui se trouvent déjà en zone inondable,
- deuxièmement, faire en sorte de ne pas continuer à construire en zone inondable pour se prémunir d'éventuels dommages *a priori*.

Les divers projets et politiques de protection ont été testés économiquement sur les cinq zones échantillons en fonction de leur faisabilité sur chaque zone. Par contre, il est impensable d'imaginer une extrapolation de ces projets ou politiques à l'ensemble des zones inondables du bassin, puisqu'ils ne sont pas envisageables partout. Les résultats fournis seront donc micro-économiques : ils permettent toutefois de se faire une idée de l'efficacité économique de ses mesures.

#### **3.1 Le scénario protections globales ou locales**

Des simulations de construction d'un ouvrage écrêteur ont été réalisées sur deux sites (Argenton s/Creuse et Montluçon). Cette analyse montre que les bénéfices en terme de dommages évités sont non négligeables. Pour la ville de Montluçon, sur une crue centennale, la construction d'un ouvrage écrêteur permettrait de diminuer les dommages de 660 Millions de Francs. Mais, en face de ces bénéfices, il faut comptabiliser le coût de la construction et du fonctionnement d'un tel ouvrage.

La rentabilité de la réduction des dommages est donc bien moindre dès que l'on considère les investissements structurants à mettre en oeuvre.

### **3.2 L'entretien et le recalibrage du lit**

On constate que ces politiques d'entretien du lit des rivières, qui ne sont pas très onéreuses, peuvent avoir un effet non négligeable en terme de dommages évités. Sur le site de Bourges, cet entretien du lit **permettrait d'éviter environ 30 Millions de Francs de dégâts** pour une crue centennale, en prenant pour hypothèse qu'il conduirait à un abaissement de 10 cm de la ligne (ce qui est une hypothèse réaliste, voir basse). Le coût de l'entretien sur la rivière l'Yèvre serait bien moins onéreux que les dommages qu'il permettrait d'éviter. En effet, cette rivière est longue d'environ 50 km. En prenant un coût d'entretien de 13.000 F au km linéaire de rivière, **cet entretien reviendrait à 650.000 Francs, soit un coût sur 15 ans de 3 à 4 MF, à raison d'un entretien tous les 3 ans**, ce qui est négligeable quand on le compare aux dommages que cela permettrait d'éviter (**30 millions de Francs**). Ces mesures douces semblent donc avoir un intérêt économique non négligeable.

D'autre part, le recalibrage de la rivière souterraine de Morlaix a permis **une réduction de 50 % des dommages (soit 22 Millions de Francs)** par rapport au dernier événement crue d'égale importance, avant recalibrage.

### **3.3 Scénario construction ou rehaussement d'une digue**

Ce scénario n'est pas envisageable sur tous les sites, pour des problèmes évidents d'impossibilité d'implantation d'une digue dans des zones fortement urbanisées le long d'un cours d'eau. Il a été envisagé un rehaussement de la digue dans la ville de Montluçon qui permettrait d'éviter 79 % des dommages, soit environ 550 Millions de Francs pour une crue centennale. Mais, en face de bénéfices à attendre des dommages évités, il faut comptabiliser le coût de la construction des digues et les effets néfastes sur l'esthétique du site (à évaluer).

### **3.4 Préservation des zones d'expansion des crues**

L'impact économique des zones d'expansion des crues a été évalué en modélisant la suppression de ces zones par un endiguement en amont de certaines villes de la Loire. Les sites de la Loire ont été retenus parce qu'ils étaient les seuls sur lesquels nous disposions de données concernant ces zones d'expansion des crues. L'exemple le plus frappant est celui de l'agglomération de Tours ; si l'on conserve aux vals leur capacité d'expansion des crues, **les dégâts sur l'agglomération seraient de l'ordre de 17 Millions de Francs sur une crue centennale, contre 2 Milliards de Francs si ces vals étaient supprimés.**

Ces chiffres montrent bien l'intérêt de la conservation de ces zones d'expansion.

### **3.5 Le scénario arrêt de l'urbanisation ou la prise en compte des générations futures**

#### **3.5.1 - La méthodologie**

Le scénario tendanciel suppose une croissance de la zone étudiée tandis que le scénario arrêt de l'urbanisation suppose un maintien de la zone dans son état actuel. Toutefois ce scénario d'arrêt de l'urbanisation ne signifie pas un arrêt pur et simple de l'urbanisation mais bien plus un arrêt dans les zones à risque et un développement ailleurs. Ce scénario est facilement envisageable lorsqu'il existe à proximité des espaces constructibles sans risque, il devient plus difficile à envisager lorsque la totalité du territoire d'une commune se trouve en zone inondable.

D'autre part le scénario tendanciel, lui, ne peut s'envisager que dans le cas où il existe des possibilités d'extension de la zone urbaine. C'est ainsi que la ville de Morlaix n'a pas été étudiée pour comparer les effets des deux scénarios, puisque la totalité de l'espace disponible est déjà urbanisée.

**L'impact des deux scénarios sur les générations futures a été évalué à travers le concept de prix d'option.** Ce prix d'option permet d'appréhender le **consentement maximum à payer d'une génération pour hériter d'actifs en zone non inondable.**

Dans cette évaluation le prix d'option a été calculé sur une base annuelle, c'est-à-dire qu'il doit s'interpréter comme le montant que serait prêt à payer chaque année une génération pour hériter d'actifs "non risqués".

Le calcul du prix d'option est fortement relié à l'occurrence de l'événement crue et à la perception du risque par les individus. L'occurrence de l'événement crue est souvent traduite sous une forme probabilisée. En effet, une crue centennale est une crue qui a une chance sur 100 de se produire une année donnée, mais elle peut très bien se produire deux années de suite.

### **3.5.2 - Les résultats sur les zones échantillon**

L'étude réalisée a permis de mettre en évidence le prix d'option sur quatre zones échantillon :

- sur le site de Montluçon : le prix d'option est de l'ordre de 10 millions de francs/an alors que la différence de dommage entre le scénario tendanciel et le scénario arrêt de l'urbanisation n'est que de 1,4 million de francs/an. Ceci est dû au fait que la poursuite de l'urbanisation de la zone inondable augmenterait la fréquence des crues par un phénomène de remous aval. Ceci causerait donc un préjudice de plus en plus important pour les générations futures,
- sur le site de Chatellerault : le prix d'option est assez faible, il est compris entre 0,2 et 0,5 million de francs/an. Cette faiblesse s'explique par le fait que seulement 2 % de la valeur économique de la zone urbaine serait touché en cas d'occurrence d'un événement crue,
- sur le site d'Argenton/Creuse : le prix d'option est compris entre 1 et 2 millions de francs/an, il est relativement peu élevé par rapport à la valeur économique des actifs

situés en zone inondable (il représente entre 0,3 et 0,7 % de la valeur de ces actifs). Ceci s'explique par le fait que la poursuite de l'urbanisation sur ce site n'accroîtrait pas le risque d'exposition de l'ensemble de la zone urbaine.

– sur le site de Bourges : l'étude de ce site est particulièrement intéressante puisque le scénario tendanciel correspond ici à une réalité. En effet, depuis les années cinquante l'on a vu peu à peu se développer des lotissements situés sur d'anciennes terres agricoles en zone inondable. Dans le cas de Bourges le prix d'option est de 4 millions de francs/an, il représente 6 % de l'accroissement de la valeur économique de la zone. Ce prix d'option est très important par rapport à la valeur économique de la zone, qui est encore aujourd'hui assez peu urbanisée. Ce prix d'option élevé s'explique par le fait qu'une poursuite de l'urbanisation (de 10 %), conduirait à multiplier par neuf les dommages subis par la zone en cas d'occurrence d'un événement crue.

**Dans tous les cas, il ressort de l'estimation des prix d'option obtenus en comparant le scénario tendanciel et le scénario arrêt de l'urbanisation, que la poursuite de l'urbanisation en zones inondables cause un préjudice aux générations futures. Ceci explique que dans tous les cas les générations futures ont un consentement à payer positif pour hériter d'actifs situés en zones non inondables. L'importance de ce consentement dépend de l'importance du risque, du montant des dommages "espacés", et du fait que la croissance de la zone est ou non un facteur aggravant de ces dommages.**

### ***Conclusion***

L'ensemble des scénarios envisagés amène à penser que pour limiter les dommages économiques causés par les inondations (comme nous avons pu le voir au début de l'année 1995) il est nécessaire d'envisager, au-delà des projets de protection locaux, une politique rationnelle d'occupation des sols. **Cette politique se traduit par le maintien des zones d'expansion des crues et la limitation, voire l'arrêt, de la construction en zone inondable. Ces mesures ont l'avantage d'avoir des effets économiques immédiats (comme nous l'avons vu précédemment) et de ne pas compromettre la valeur de "l'héritage" que nous laisserons aux générations futures.**

En effet, le scénario tendanciel, qui consiste en une fuite en avant, conduira à une croissance de la valeur économique des zones urbaines à risque. Cette valorisation des zones urbaines inondables contribuera à accroître les conséquences économiques des dommages dus aux crues. Ces dommages seront d'autant plus importants que la zone est aujourd'hui peu urbanisée, comme nous l'avons vu dans le cas de Bourges où une augmentation de 10 % de l'urbanisation contribuerait à multiplier les dommages par 9.

L'ensemble des résultats chiffrés obtenus par la modélisation ne permettent que d'obtenir des ordres de grandeurs . Le modèle physique reste perfectible, puisqu'il ne permet pas d'intégrer de nouvelles infrastructures. La valeur des activités économiques des zones inondées, introduite dans le modèle reste moyenne ( voire approximative) . Les résultats chiffrés ne concernent qu'un événement particulier, une crue centennale.

Enfin si les résultats économiques concluent à la non poursuite de l'urbanisation en zone inondable, comment expliquer à un maire qu'il doit laisser stagner l'activité économique de sa commune, lorsque l'ensemble de son territoire est situé dans une zone à risque?

Les attendus cette étude économique doivent être nuancés au vu des enjeux sociaux-politiques qui se nouent dans le cadre d'un aménagement du territoire visant à réduire le risque d'inondation.