



## ACADEMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

Séance du 4/12/2000  
Conférence n° 3723

Communication de Monsieur Paul MAISTRE

### LA GESTION DU RISQUE D'INONDATION

Le sujet est très vaste, il est vivant car en constante évolution et souvent, hélas, d'actualité. Il suscite de nombreuses interrogations, les *effets* des inondations étant souvent relayés par les médias qui ont tendance à déformer l'information, et les *causes* analysées par les scientifiques dont certains sont sereins, d'autres pessimistes quant à l'évolution du processus. Qu'en est-il de la réalité des faits ?

Nous proposons une analyse pragmatique du phénomène, au travers de ses différents aspects, allant de sa connaissance à sa gestion, soit :

- le *cadre* et les spécificités des inondations,
- leur *impact* global et local,
- les différents *moyens* de maîtrise de l'inondation,

- l'approche *stratégique* face au risque,

- quelles *tendances* peut-on envisager, à court et long terme ?

- enfin, quel *bilan* peut-on en tirer ?

Nous nous limiterons ici à une vision globale du phénomène, tant en France que dans le monde, ainsi qu'à la méthodologie d'aide à la décision face au risque d'inondation. Des applications régionales pourront faire l'objet de communications ultérieures.

#### A – LE CADRE DES INONDATIONS

L'étude des inondations, tant par ses causes que par ses effets, fait appel à de *nombreuses disciplines* : météorologie, hydrologie, statistique, hydraulique, économie, environnement, communication, politique,...

La maîtrise des inondations fait partie intégrante de *l'aménagement du territoire*, avec ses multiples facettes. Elle se réfère notamment à trois grandes familles, que sont les catastrophes naturelles, l'eau et l'environnement.

### 1) L'INONDATION EST UNE CATASTROPHE NATURELLE

Les inondations représentent un des volets de ce que l'on dénomme « les catastrophes naturelles majeures » mises en exergue par M. Haroun Tazieff dans les années 80, et qui comprennent aussi les tremblements de terre, éruptions volcaniques, glissements de terrain, avalanches, typhons, tempêtes, raz de marée, sécheresse, feux de forêts...

Ces phénomènes sont souvent indépendants, parfois concomitants (inondations et raz de marée au Bangladesh). Ils présentent des caractéristiques communes : leur survenance aléatoire, dans le temps comme dans l'espace, leur origine essentiellement naturelle, leur impact conséquent.

L'Assemblée générale des Nations Unies a proclamé, dans le cadre des 140 pays participants, les années 1990-1999 « *Décennie Internationale de la Prévention des Catastrophes Naturelles* (DIPCN), dont les objectifs pour l'entrée en l'an 2000 sont de « prévoir, informer, évaluer les risques, définir

des stratégies ». Nous allons voir que ces orientations ont profondément influencé la gestion actuelle des inondations.

Les *impacts* des risques naturels majeurs *dans le monde* représentent en moyenne annuelle quelques 150 000 victimes, 50 millions d'habitants touchés, et 200 milliards de francs (MdF) de dommages. Les inondations viennent en tête de ces risques, dont les incidences représentent environ 30% du total.

En *France*, pays tempéré, les impacts des risques naturels majeurs sont relativement moins importants, on dénombre une trentaine de victimes, 3 millions d'habitants concernés et 5 milliards de Francs (MdF) de dommages. La part des inondations est de l'ordre de 60% du total. Les trois plus grands risques potentiels ont été ainsi évalués par ordre décroissant.

N° 1 Tremblement de terre dans la région de Menton : 100 MdF

N° 2 Crue de la Seine en région parisienne type 1910 : 50 MdF.

N° 3 Crue centennale de la Loire : 20 MdF.

La tempête de décembre 1999 qui a affecté les 2/3 du territoire et dont les dommages sont estimés à 80 MdF, n'avait pas été envisagée avec une telle ampleur tant en intensité qu'en ampleur.

La loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des catastrophes naturelles (dite CAT'NAT) confirme l'appartenance des inondations à ces phénomènes.

Elle constitue un principe général de *solidarité*, basé sur la collecte globale d'une prime (12% des contrats d'assurance) et l'indemnisation des sinistrés, dans la mesure où leur collectivité a été classée en « catastrophe naturelle ».

## 2) LA CRUE EST UNE COMPOSANTE DU REGIME DES COURS D'EAU

La gestion des inondations ne peut se réaliser que dans le cadre général de la gestion du régime des cours d'eau, prenant en compte toutes les *ressources* et les *besoins* en eau. Tel barrage écrêteur de crue ne pourra se concevoir que si l'eau stockée en crue doit servir lors des étiages à des besoins tels que l'adduction d'eau, l'irrigation, le maintien d'un débit réservé, etc. (ouvrage à buts de multiples).

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 impose une *approche intégrée* de la gestion de l'eau, au travers notamment de l'élaboration des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), dont l'aspect inondation fait partie intégrante.

On sait que la gestion de l'eau sera un des problèmes majeurs du 21<sup>ème</sup> siècle, et aucune de ses composantes ne pourra être traitée

séparément, tant au niveau d'un réseau hydrographique que même entre bassins versants voisins. Le maillage hydraulique n'en est encore qu'à ses balbutiements, comparé au maillage énergétique par exemple, mais il est amené à s'amplifier en raison de la disparité géographique des besoins et des ressources (exemple de l'adduction d'eau de Barcelone à partir du Rhône).

## 3) LES MILIEUX AQUATIQUES SONT UN DES ASPECTS MAJEURS DE L'ENVIRONNEMENT

La loi du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement met l'accent sur la prévention des risques majeurs et notamment des inondations.

Elle affecte aux zones humides une valeur écologique et patrimoniale aux multiples fonctions : ressources naturelles, activités socio-économiques, régulation du régime, infrastructure naturelle, rôle culturel...

Le traitement de la zone inondable devra donc aussi tenir compte de cet aspect qui prend tout son poids dans la mouvance socio-écologique actuelle.

Il est vrai aussi que dans la mesure où quelques 10% des terres cultivables sont en jachère, les besoins en nouvelles terres sont limités et on peut en exclure les zones écologiquement riches.

## B - LES SPECIFICITES DES INONDATIONS

La zone inondable est un milieu à risque, paramètre essentiel qui lui confère une originalité propre.

### 1) LA NOTION DE RISQUE D'INONDATION

L'inondation résulte du croisement :

- de l'écoulement de la crue responsable, phénomène aléatoire d'origine hydro-météorologique et dénommé *l'aléa*.

- de la structure sur laquelle s'écoule la crue, composée de biens de toute nature, dénommée la *vulnérabilité*.

L'impact produit par la conjonction de ces deux entités est appelé le *risque*.

On conçoit que le risque d'inondation ne puisse exister sans l'une ou l'autre de ces composantes. Fort heureusement, les zones structurelles ne représentant que quelques 2% de la surface du globe, et les zones inondables 3%, le résultat de leur corrélation reste limité.

Il y a souvent des aléas très localisés, type Vaison La Romaine, Nîmes ou Puysserguier, mais dans la mesure où ils ne rencontrent pas de biens vulnérables, l'effet est quasi nul. De même, des biens considérables soumis à des aléas très

faibles présentent un risque minime (c'est théoriquement le cas des centrales nucléaires souvent installées près des fleuves, dont plusieurs font actuellement l'objet d'un diagnostic sur l'aléa, après l'incident de celle Golfech insuffisamment endiguée).

Notons que certaines *actions inconsidérées* peuvent augmenter en même temps l'aléa et la vulnérabilité, comme la construction en zone inondable qui a pour effet d'amplifier l'inondation (rétrécissement de la section d'écoulement, diminution de la zone d'épandage) ainsi que la vulnérabilité (croissance des biens exposés).

La *stratégie* de gestion des inondations va consister à minimiser, au niveau de la collectivité, la somme des moyens consentis pour les combattre et des risques résiduels. Théoriquement, le risque zéro n'existe pas, il exigerait un coût infini de moyens à mettre en oeuvre. C'est vers un risque résiduel, que l'on pourrait qualifier d'acceptable ou d'optimum qu'il faut tendre.

Le risque étant aléatoire, on aura recours pour le comptabiliser à des méthodes d'agrégat, dont on présentera plus loin les grandes lignes du calcul.

### 2) LA SENSIBILITE DE LA ZONE INONDABLE

La zone inondable se différencie fondamentalement de la

zone voisine hors d'eau par de nombreux aspects, dont notamment :

- Elle tout à la fois *attractive* (terres généralement riches, plates, présence de cours d'eau,...) et *répulsive* (risque d'inondation), le point d'équilibre dans son occupation étant difficile à optimiser. Elle est aussi le siège de fortes pressions et de débats contradictoires entre les nombreux acteurs concernés.

- La mobilité de la population jointe à la spéculation foncière ont *effacé la mémoire locale* du risque.

- La grande *médiatisation* du phénomène a tendance à distordre la réalité. Le "seuil d'émotion médiatique" peut se situer à un impact socio-économique de l'ordre de 5 victimes, et de 1 MdF de dommages.

- Le processus actuel de *mutualisation du risque* (CAT'NAT) atteint les limites de son bénéfice social, car il démobilise de nombreux acteurs et tend vers une augmentation de l'impact.

- Les phénomènes rares, aléatoires et localement concentrés ont un *effet psychologique* très fort. Ainsi un décès par inondation a-t-il une incidence politique, et finalement un poids socio-économique très supérieur à celui dû un accident domestique ou de la route.

- Le paramètre inondabilité devrait normalement être pris en compte lors de *l'initialisation d'un projet à risque* (par exemple ouvrage semi-

submersible présentant un risque résiduel chiffrable). Or, ce paramètre est souvent volontairement oublié, et les conséquences économiques du risque restent à la charge de la collectivité (construction de lotissements en zone inondable).

## **C) UN APERÇU GLOBAL DE L'IMPACT DES INONDATIONS**

On évalue synthétiquement l'importance de l'impact à partir de quatre indicateurs principaux relatifs à des moyennes et portant sur le nombre de victimes, la population concernée, la superficie des zones inondables et les dommages moyens annuels.

### **1) L'IMPACT DANS LE MONDE**

- Nombre de *victimes* : 20 0000 par an, dont l'Asie est la plus touchée avec 80% de ce total.

- *Population* concernée : 300 millions soit 5% de la population mondiale. Ce pourcentage varie suivant les pays dans une fourchette allant de 2 à 10%, hors des extrêmes (Bangladesh 40% - Pays souvent cité car le plus inondable au monde).

- *Superficie* des zones inondables : 3% du territoire, dans une fourchette allant de 1 à 5% (Bangladesh 50%).

- *Dommages* moyens annuels : 2000 MdF (équivalent du budget de la France), soit 1% du PIB mondial, dans une fourchette allant de 0.01% à 3% (Bangladesh 10%)

Parmi les grandes inondations récentes, citons :

- **États-Unis**, crue du Mississippi en juillet 1993. On a dénombré 9 États touchés, 47 victimes, 8 millions de personnes concernées, 38.000 maisons gravement endommagées, 100 millions d'hectares de terres agricoles inondées, 70 MdF de dommages.

- **Inde et Népal**, au même moment qu'aux États-Unis, avec infiniment plus de victimes : 3000, mais beaucoup moins de dommages : 3 MdF.

- **Europe de l'Est**, crue de l'Oder en juillet 1997 : trois pays touchés (Pologne, Tchéquie, Allemagne), 50 victimes, 150.000 personnes déplacées, 33 MdF de dommages.

- **Chine**, crue du Yang Tsé Kiang (fleuve bleu), en août 1998 : 14 millions de personnes déplacées, 5 millions de travailleurs réquisitionnés pour renforcer les digues, qui ont failli être démolies pour préserver Changhaï. 50.000 victimes ? Dégâts gigantesques.

- **Mexique**, les crues généralisées d'octobre 1999 ont provoqué 600 victimes et des dommages représentant 1.5% du PIB.

- **Venezuela**, les violentes crues du Nord du pays de décembre 1999, qui ont provoqué de considérables coulées de boue, sont la cause d'un véritable désastre : quelques 20.000 à 30.000 victimes, et des dommages évalués à 100 MdF.

- **Mozambique**, en mars 2000, plus de 1.000 victimes.

- **Thaïlande**, crue du Mékong en octobre 2000, 400 victimes.

- **Arc Alpin** (Italie, Suisse, France) en octobre 2000, 30 victimes, 50 MdF de dommages.

- **La crue historique de référence** reste celle du Hoang Ho (fleuve jaune) en Chine du Nord, catastrophe responsable de plus de 100.000 morts.

## 2) L'IMPACT EN FRANCE.

La France, pays tempéré, moyennement peuplé et théoriquement réglementé en matière d'occupation du sol, subit un impact général des inondations relativement *modéré* au regard de la moyenne internationale.

Les mêmes indicateurs précédents sont ainsi évalués :

- **Nombre de victimes** : dix par an en moyenne sur une statistique portant sur 25 ans. À noter que 30% des accidents relèvent des campings et 15% des voitures. Les graves inondations sont responsables de 50% de ces victimes, les crues torrentielles de 95%. Le nombre de décès a considérablement augmenté ces dernières années, atteignant 25 cas en moyenne, pour des raisons analysées plus loin. Ce nombre est à comparer aux décès par noyade qui s'élèvent à 20 dans les baignoires et 60 en piscine.

- **Population concernée** : 3% est potentiellement affectée par les inondations, soit près de 2 millions d'habitants. Les deux tiers le sont directement (endommagement de leurs biens), le tiers indirectement (gênes de circulation, d'échanges, approvisionnements, arrêts de travail, etc.).

- **Superficie des zones inondables** : 3% du territoire est affecté par des inondations d'ordre centennal, soit environ 1,5 millions d'hectares, quelque 15% des communes sont concernées, soit plus de 5000.

- **Dommages moyens annuels** : 3 MdF, soit 0,5% du PIB. Ces dernières années ont vu une très forte hausse, avec une moyenne de 5 MdF, pour des raisons également analysées plus loin. Les indemnités relatives aux catastrophes naturelles se montent à 2 à 3 MdF, également en croissance ces dernières années.

Les dépenses de prévention se montent aussi à 2 à 3 MdF.

Les dommages d'inondations graves se comptent en milliards de francs. Parmi les dernières, on peut citer :

LIEU	Date	Nbre de victimes	Milliards ( francs )
Nîmes	1998	11	4 MdF
Vaison la Romaine	1992	43	3 MdF
Bas Rhône	1995	15	1 MdF
Puysser-guier	1996	4	0.5 MdF
Aude, P.O, Tarn	1999	35	4 MdF

La crue historique de référence est celle du Tarn à Montauban en 1930 : 200 victimes, 10.000 sinistrés, 3000 maisons, 500 usines et 11 grands ponts détruits.

## D- L'EVALUATION LOCALE DE L'IMPACT DES INONDATIONS

L'évaluation socio-économique des inondations relatives à un secteur donné est un élément essentiel de l'état des lieux. De son résultat dépendra le niveau des moyens à mettre en oeuvre pour maîtriser le risque.

Les inondations relevant d'un phénomène aléatoire, on en réalise une image globale en établissant une *corrélation entre l'impact du phénomène et la fréquence d'apparition de ce dernier*, pour lequel on dispose le plus souvent de statistiques hydro-pluviométriques suffisantes. On en déduit aisément ce qu'on appelle *l'impact moyen annuel*, dont la somme actualisée sur une période considérée représente l'impact des inondations sur le secteur d'étude.

On remplace une série stochastique (que l'on ne connaît pas à l'avance) par une série statistique représentée par sa valeur centrale. Si les résultats sont aléatoires pour un projet donné, il deviennent fiables pour un grand nombre de projets, d'où une justification de la méthode au niveau d'un Etat.

L'évaluation précédente procède des quatre étapes suivantes :

**1) RECENSEMENT DES IMPACTS** correspondant à des inondations réelles ou fictives, et relatifs aux :

- Pertes en vies humaines, population blessée, sinistrée, concernée.
- Perte de capital foncier, infrastructures, biens,
- Perte de production-industrie, agriculture, artisanat, commerce,
- Pertes indirectes-rupture de services et d'échanges,

**2) EVALUATION DES IMPACTS** recensés ci-dessus, par de multiples méthodes dont notamment :

- Évaluation directe-enquête, assurances, estimations,...
- Valeurs unitaires de dommages - sur la base de statistiques, échantillonnages, photo-interprétation,...
- Coefficients d'endommagement de la valeur vénale du bien - micro et macro-applications (expérience du Japon),
- Coefficients de pertes indirectes ou induites,
- Moins-values foncières, comparées aux zones voisines hors d'eau.

**3) EVALUATION DES FREQUENCES DES IMPACTS** recensés ci-dessus, à partir de la fréquence des crues génératrices.

On dispose d'une batterie de méthodes statistiques, hydro-pluviométriques, analytiques, logiques, historiques, régionales, hydro-géomorphologiques..., pour évaluer la fréquence des crues cause des inondations pour lesquelles on a évalué les dommages.

Dans les pays développés, les archives de données sont suffisamment abondantes pour obtenir des résultats fiables. Par contre, certains pays ne disposent pas de données suffisantes, on propose alors une fourchette de résultats qui sont introduits dans les tests de sensibilité au niveau du choix des décisions.

**4) AGREGATION DES RESULTATS**

C'est à partir des données partielles précédentes qui ont permis d'évaluer l'impact et la fréquence de certaines crues, dites de référence, que l'on va calculer des résultats globaux :

- **L'impact moyen annuel.** Les corrélations précédentes entre impact et fréquence permettent d'établir une courbe dite répartition fréquentielle des impacts. L'impact moyen annuel n'est autre que l'espérance mathématique des impacts chaque année, égale à la dérivée de la courbe précédente. En clair, cet impact moyen annuel est égal à la somme de tous les impacts attendus,



pondérés par leur densité de probabilité d'apparition (impact de la crue annuelle plus  $1/10^{\text{ème}}$  de l'impact supplémentaire de la crue décennale plus  $1/100^{\text{ème}}$  de l'impact supplémentaire de la crue centennale etc.)

- **La somme actualisée des impacts futurs.** L'impact moyen annuel va varier chaque année, d'une part suivant un taux dit d'évolution économique (modification de la valeur des biens exposés) et le taux d'actualisation (qui diminue à nos yeux l'impact futur). L'impact futur actualisé sera égal à la somme des impacts moyens annuels affectés des taux précédents.

- **La cartographie des impacts.** La zone de risque s'obtient par superposition des cartes *d'aléa* (limites d'inondation correspondant à des crues de fréquence donnée, par exemple de renouvellement 10 ans et 100 ans, souvent reconstituées, au moyen de modèles mathématiques) et des cartes de *vulnérabilité* (limite des biens correspondant à des poids comparables, par exemple zone industrielle, habitat dispersé, etc). Ce zonage permet de détecter sur la carte de la zone étudiée, *l'échelle des risques* attendus, les plus importants ayant trait à des biens conséquents soumis à des inondations graves.

L'" état des lieux " ainsi constitué permet de voir *où est le risque et à combien il se monte.*

## **E - LES DIFFERENTS MOYENS DE MAITRISE DE L'INONDATION**

Avant d'envisager a priori, comme c'est souvent le cas, un mode de défense, tel qu'un endiguement, il y a lieu de se remettre en mémoire la panoplie des moyens, dont on peut en dénombrer une bonne cinquantaine.

L'importance de l'impact précédent évalué dans l'état des lieux permettra de choisir dans une gamme de moyens dont le coût sera du même ordre de grandeur, comme le verra plus tard.

Selon l'état des lieux et les objectifs du projet, on peut orienter le choix des moyens selon leur *effet* : limitation des inondations (aléa), adaptation des biens menacés (vulnérabilité), atténuation des conséquences dommageables (risque), etc., ou selon leur *genre* : moyens structurels, mesures réglementaires, actions d'aménagement, interventions préventives, mesures curatives,...

Parmi les méthodes les plus utilisées, on peut citer pratiquement :

### **1°) L'INFORMATION PREALABLE**

Il s'agit d'informer les intéressés du risque qu'ils encourent, par de multiples moyens, dont :

- La *cartographie* des zones inondables, avec report des limites fréquentielles d'inondations.

- La *signalisation* sur le terrain des cotes d'inondation, des parcours de repli, des zones de refuge,...
- Des *notices* grand public sur la conduite à tenir en cas d'inondation, les mesures d'autoprotection des biens.
- Des *dossiers d'information*, tels que le dossier communal synthétique (DCS), le dossier départemental des risques majeurs (DDRM) ou le recueil national sur les risques majeurs.

## 2°) L'ADAPTATION DE L'OCCUPATION DU SOL

Il s'agit d'utiliser au mieux la zone inondable en limitant sa vulnérabilité, essentiellement en matière :

- Des *équipements*, individuels et collectifs : types de structures relativement peu sensibles à l'inondation (équipements de loisirs, sportifs) ; niveaux, orientations, matériaux de construction, transparence hydraulique,...
- Des *spéculations agricoles*, adaptées aux conditions hydrauliques (exemple dans le delta du Mékong du riz flottant dont les racines s'allongent avec l'élévation du niveau de la crue).

## 3°) LA REGLEMENTATION

Il y a lieu de prendre connaissance des principaux textes

les plus récents, qui apportent souvent une réponse à la question posée quant au choix des moyens.

Au cours des cinquante dernières années, on dénombre plus de *soixante lois, décrets, arrêtés et circulaires*, relatifs à la gestion des inondations. Leur analyse montre une accélération sensible des textes ces dernières années, ainsi qu'une évolution de la sensibilité aux problèmes d'inondation, allant des méthodes techniques de défense vers des mesures de prévention.

## 4°) LA PREVISION

Une annonce de crue efficace permet de diminuer sensiblement (de l'ordre de 20 à 50%), le coût des dommages mobiliers qui eux-mêmes représentent couramment quelques 30% du coût total des inondations.

Les méthodes modernes (radars météorologiques, télémessures, télétransmissions, modélisation des écoulements,...) permettent de gagner un temps précieux d'information, même pour les régimes torrentiels).

## 5°) LES OUVRAGES DE DEFENSE

Ces mesures sont généralement coûteuses, mais parfois indispensables, notamment lorsque la zone inondable est déjà urbanisée. Elles sont très variées :

-Barrages écrêteurs, bassins d'orage,

-Endiguements, déversements contrôlés,

- Rectifications, curages, calibrages,

- Remblaiements, surélévations,

- Normes de construction.

## 6°) LES REPARATIONS

Il s'agit de toutes les mesures postérieures à l'inondation, telles que :

- *Secours*, organisés le plus souvent par la mairie ou la préfecture (protection civile), dans le cadre des Plans Communaux de Secours, (PCS) ou des Plans Particuliers d'Interventions (PPI).

- *Indemnisation, assurance* (dans le cadre des CAT'NAT ou de la garantie contre les calamités agricoles).

- *Réparations*, dans le cadre des biens publics ou privés.

## F – L'APPROCHE STRATEGIQUE FACE AU RISQUE D'INONDATION

Il est intéressant, pour mieux comprendre l'approche actuelle, de rappeler brièvement les étapes qui y ont conduit.

### 1) APERÇU HISTORIQUE

La politique de gestion a considérablement évolué au cours des trente dernières années, dans de nombreux pays mais particulièrement en France où l'on peut distinguer trois étapes essentielles :

- *Des méthodes empiriques*, portant essentiellement sur des *moyens défensifs et structurels*. C'est la période de " conquête " des zones inondables. On s'est rendu compte, notamment à l'image de ce qui a été analysé aux États-Unis, que la relative protection par certains ouvrages, notamment les digues, entraînait une augmentation des biens abrités mais aussi menacés, et donc des dommages résiduels, le montant de ces derniers dépassant celui des investissements consentis. Il fallait stopper cette spirale investissement-impact.

- *Une analyse économique*, dans le cadre de la période R.C.B. (Rationalisation des Choix Budgétaires), qui a permis de mieux comprendre le système et d'orienter des actions multiples, mieux ciblées et justifiées. En tout état de cause, dans l'esprit des critères de rentabilité type Banque Mondiale, les investissements devaient rester inférieurs aux bénéfiques escomptés de toute nature, développant la notion d' « investissement plafond ».

- *Enfin une stratégie globale* prenant aussi en compte les aspects

sociaux et environnementaux dans le cadre d'une politique d'aménagement des eaux et du territoire. Actuellement, la priorité est donnée à la sécurité de *l'homme*, à la protection de la *nature* et à la protection des *biens*, sur la base essentielle de la *mutualisation du risque* (CAT'NAT) et de la *prévention* : information, formation, prévision,... dont un des principaux outils est le PPR (Plan de Prévention des Risques)

## 2) L'APPROCHE ACTUELLE

Chaque étude de risque d'inondation requiert une analyse spécifique, tant le nombre de cas est important et tant aussi elle fait intervenir des *acteurs* variés : quatre ministères sont directement concernés (Environnement, Equipement, Agriculture, Intérieur), ainsi que les agences de l'eau, les départements et nombre de leurs services, les communes (le maire est l'acteur principal en matière de sécurité et de prévention), sans compter les particuliers (population concernée, et aussi propriétaires du sol, riverains des cours d'eau non domaniaux, maîtres d'ouvrage d'une construction, dont la responsabilité peut être engagée), enfin de multiples intervenants (bureaux conseil, compagnies d'assurance, entreprises, etc).

De manière schématique, on distingue les phases suivantes :

### a) *Etat des lieux*

Il s'agit de comprendre le mécanisme des crues et des inondations, et d'évaluer ses impacts.

L'étude du *mécanisme* des crues a recours à l'analyse hydro-pluviométrique du phénomène (notamment statistique) et celle des inondations à l'analyse des écoulements (avec utilisation courante des modèles mathématiques). Ces études déboucheront sur la connaissance hydraulique des inondations, notamment au niveau de ses paramètres : fréquence, débit, hauteur d'eau, vitesse, durée d'inondation, champs d'inondation, etc. C'est la connaissance de *l'aléa*.

L'étude des *impacts* se fera à partir de l'analyse socio-économique des inondations, dans l'étude de la *vulnérabilité* et de l'évaluation des *dommages*, telle que détaillée ci-dessus.

### b) *Orientation des mesures à prendre*

Le type de mesures à envisager doit être *compatible* avec l'état des lieux précédemment étudié.

Notamment le coût du projet ne doit pas être supérieur à la somme actualisée des dommages futurs et plus-values escomptées, sinon même si le projet éliminait tous ces dommages, il ne serait pas économiquement justifié. C'est ce que l'on appelle l'" *investissement plafond* ".

Il faut encore que les mesures envisagées puissent être pratiquement réalisables, par exemple un bassin versant peut ne pas présenter de sites, pour un barrage écrêteur.

On procède ainsi *par élimination* de différentes mesures présentées précédemment, pour n'en garder provisoirement que celles qui sont envisageables.

### **c) Choix multicritères des mesures à prendre**

Ce choix se fera à partir d'un certain nombre de paramètres de choix qui portent essentiellement sur

- *L'enveloppe financière* dans laquelle il paraît raisonnable de se tenir,
- *Les contraintes d'environnement* sous ses différents aspects.
- *La comparaison économique* des mesures envisageables.
- *L'incidence de ces mesures sur la sécurité des personnes.* (une digue ou un barrage ne sont pas sécuritaires, ils peuvent être débordés. D'ailleurs les limites de zones inondables n'en tiennent pas compte).

L'analyse économique des différentes options est particulièrement importante. Elle consiste à comparer le coût du projet à ses avantages, qui sont évalués par la diminution des dommages futurs

et l'estimation des plus-values potentielles. Les critères classiques de rentabilité permettent le choix et l'optimisation du projet sous l'angle économique.

L'affectation de notations et de coefficients de pondération des différents critères de choix permet de prendre une décision par l'ensemble des acteurs concernés.

### **d) Plans de Prévision des Risques (PPR)**

Les documents institués par la loi du 2 février 1995 et relatifs à l'ensemble d'une zone (commune, vallée, bassin versant), constituent actuellement un *outil* essentiel de la politique définie par l'Etat en matière de prévention des inondations et de gestion des zones inondables. Annexés au plan d'occupation des sols (POS), ils synthétisent sur un support cartographique les dispositions prises et opposables aux tiers, sous l'autorité du préfet.

Les PPR ont pour objectif la protection :

- de *l'homme*, surtout au niveau de la prévention,
- du *milieu* : maintenir le libre écoulement et la capacité d'expansion des crues en préservant l'équilibre des milieux naturels.

- des *biens* : prévenir les dommages aux biens et aux activités existantes et futures en zone inondable.

Le document se compose essentiellement de *cartes* représentant les zones d'inondation (aléa), les biens menacés (vulnérabilité) et les zones de risque (composition des deux cartes précédentes) suivant plusieurs niveaux d'importance. Ces cartes sont accompagnées d'une *notice technique* et d'un *règlement* précisant les *prescriptions*, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde, ainsi que les mesures d'interdiction.

L'objectif de l'Etat est de réaliser environ 5000 PPR relatifs aux communes les plus inondables. Ces PPR, propres aux inondations, sont parfois combinés avec les PPR relatifs à d'autres risques majeurs et constituant des outils multirisques (glissements de terrains, avalanches, sismique, etc). Quelques 2000 PPR sont actuellement réalisés ou en cours.

## **G - TENDANCES ET ORIENTATIONS**

### **1) EN MATIERE DE GESTION**

La gestion actuelle des inondations, très orientée par l'Etat, présente des avantages certains, mais aussi de graves inconvénients.

Au titre des *avantages*, largement reconnus et souvent imités par de nombreux pays, on note *l'intégration* de tous les paramètres de l'eau, dont l'aspect inondation, dans les « Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux » (SAGE). Par ailleurs, l'accent a été fortement mis, en matière de maîtrise des eaux, sur toutes les *mesures de prévention*, adaptation, information, dissuasion qui priment les actions dites structurantes, auxquelles on ne fait appel qu'en dernier ressort et dont l'expérience a montré les limites (exemple du Mississippi dont les Américains projettent de détruire un grand nombre d'ouvrages pour plus de 100 MdF).

L'élaboration des Plans de Prévision des Risques (PPR), document semblable pour toutes les communes concernées est également très positive, malgré ses difficultés de réalisation.

Au titre des *inconvénients*, la gestion actuelle du risque donne une priorité absolue à la *sécurité* de *l'homme*, suivie par la protection de la nature et enfin l'aspect économique. Or, la sécurité des personnes a un prix, et l'analyse des données montre que le coût de la protection de la vie humaine en matière d'inondation est très supérieur à ce qui est consenti dans d'autres domaines.

Il faut reconnaître que le nombre de victimes par inondation (une vingtaine par an), dont le décès survient certes dans de mauvaises conditions

souvent dramatiques et spectaculaires, reste cependant relativement modéré au regard d'autres causes de mortalité.

Par ailleurs, le système d'assurance CAT'NAT *mutualise le risque*, ce qui présente de graves conséquences. L' "Instance d'évaluation des politiques publiques" au Commissariat du Plan le qualifie de "mécanisme gravement inefficace et donc sérieusement pénalisant pour l'économie française – injuste aux dépens de ceux qui font preuve de prudence et donc désresponsabilisant (exemple des Bordelais qui bien qu'ayant financé un vaste projet de lutte contre les inondations, payent toujours leur surprime) voué à une probable remise en question sur le plan financier dès la première vraie catastrophe naturelle, sauf à rehausser à nouveau le niveau déjà considérable de prélèvement que constitue la prime CAT'NAT actuelle" (passée de 6% à 9% et à 12% depuis l'analyse de l'Instance).

Il est à penser que le système actuel sera, notamment dans le cadre européen, réorienté vers plus de *réalisme économique* et de *responsabilité individuelle*.

## 2) EN MATIERE D'IMPACT

Quelle va être l'évolution de l'impact des inondations dans l'avenir ?

Les statistiques actuelles montrent que tant en France que dans le monde, on assiste depuis une

dizaine d'années à une forte augmentation de l'impact, de l'ordre de 30 à 50% par rapport aux décennies précédentes. L'analyse de cette croissance montre qu'elle est due à la conjonction de quatre phénomènes principaux :

- L'un *d'origine météorologique* : on a observé récemment une forte densité d'intenses précipitations, phénomène aléatoire et a priori peu évolutif à court terme.

- L'autre au niveau de la *concentration des écoulements* en raison d'aménagements ayant largement modifié la réponse des bassins versants aux précipitations : assainissement urbain, drainage agricole, remembrement, déforestation, travaux en rivière mal adaptés. Ces aménagements contribuent largement au développement des inondations.

- Le troisième représente la *forte augmentation des biens exposés*, en raison d'un grave laxisme au niveau de l'occupation des sols en zone à risque (en France, 80% des bâtiments construits en zone inondable l'ont été depuis moins de 40 ans) ou d'une démographie qui pousse à cette occupation (Bangladesh).

- Le quatrième représente la probabilité pour que l'aléa et la vulnérabilité se *superposent* (exemple très improbable de Puysserguier), phénomène a priori peu évolutif.

On peut ainsi considérer que globalement la croissance de l'impact des inondations en cette fin de siècle est due en partie à l'imprévoyance de l'homme, mais aussi à une densité exceptionnelle et fortuite de fortes précipitations. À *court terme*, il apparaît que cette croissance pourrait être maîtrisée, au vu des efforts de prévention et d'occupation justifiée des terrains, et dans l'attente probable d'un retour à la normale de la répartition des précipitations.

Mais que peut-il se passer à *long terme*, à l'horizon d'un siècle par exemple ?

On peut espérer dans la plupart des pays concernés, une prise de conscience au niveau de la prévention, mais qui va être bousculée dans les pays en forte croissance démographique.

Par ailleurs, les météorologues semblent pessimistes sur l'évolution des climats en raison notamment d'une absence de volonté internationale sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (conférence de La Haye). Si les moyennes des paramètres paraissent devoir évoluer régulièrement, ce sont surtout les extrêmes qui risquent de s'exacerber plus rapidement. La conséquence la plus à redouter est le relèvement du niveau des océans (élévation de la température, fonte des glaces), évalué entre 0,5 m et 1 m, dont l'effet pourra être dramatique dans les zones deltaïques. Ces dernières, de niveau

très bas, car créées par les dépôts de sédiments des rivières ont, de plus, tendance à s'affaisser en raison de leur instabilité et du défaut de renouvellement des sédiments ; elles sont souvent en outre, largement peuplées.

Les inondations, tant par leur ampleur que par leur impact, risquent ainsi une forte augmentation. Le déplacement en masse de populations au Bangladesh notamment, risque d'entraîner à terme de graves perturbations socio-politiques.

## H – UN BILAN

Si l'évolution de certains paramètres, météorologiques notamment, reste encore relativement incertaine, on peut cependant tirer de grandes lignes quant aux incidences à en attendre.

**1°) En France**, les inondations peuvent être très dommageables localement, avec un gradient marqué vers le Sud en raison notamment du régime hydro-pluviométrique contrasté.

Mais au niveau national leur impact reste très limité : la mortalité est quelque mille fois inférieure à celle due aux accidents domestiques ou de circulation, et le coût économique n'est encore que de l'ordre du millième du PIB.



En raison de la prise de conscience du risque et de sa prévention, ainsi que d'une croissance démographique limitée, l'avenir n'est guère inquiétant, mis à part les zones inondables côtières, telle que la Camargue qui, soumise à l'action combinée du régime des crues du Rhône, du relèvement du niveau de la mer (2 à 10 mm/an) et de l'affaissement du socle (1 mm/an) verra son trait de côte comme son économie profondément modifiés.

**2°) Dans le monde**, pour environ la moitié des pays, ceux où l'hydropluviométrie est très contrastée et l'occupation des zones inondables mal maîtrisée, l'impact socio-économique des inondations est important à très important et a tendance à une forte croissance.

Dans la mesure où cet impact atteint quelques % du PIB, il peut contrarier les chances d'un développement économique, surtout dans un contexte où ses composants paraissent difficilement maîtrisables à terme, tant au niveau de l'aléa que de la vulnérabilité. Il faudrait, pour renverser la tendance, modifier les comportements, stabiliser la démographie (rapports ONU) et consentir des investissements que la plupart des pays les plus concernés ne peuvent envisager sans aide internationale massive.

C'est ainsi que si les Pays-Bas ont les moyens de renforcer la protection de leurs polders, le

Bangladesh ne pourra que rester quasiment impuissant devant l'augmentation du risque d'inondation de toute sa zone deltaïque.

### En guise de conclusion

formulons un souhait : les décisions concernant la gestion du risque d'inondation se font souvent à chaud, après des événements dramatiques et parfois répétés. Or dans le contexte probabiliste qui caractérise les crues, *le risque potentiel reste le même à tout moment*. C'est donc une politique plus sereine qui doit être mise en oeuvre par les différents acteurs concernés (c'est le cas de la mise en oeuvre systématique des plans de prévision des risques) politique qui doit s'appuyer sur un état des lieux et des outils de décision fiables.

Le nombre de cas concrets qui se présentent est si vaste que l'on rencontre rarement le même problème. Il faut faire preuve d'imagination, de pragmatisme, de persuasion et d'opiniâtreté, de modestie aussi, face à ce risque majeur aux proportions théoriquement illimitées et auquel l'homme, après s'être longtemps *affronté*, a maintenant la sagesse de *s'adapter*, et doit aussi avoir parfois l'humilité d'avouer son impuissance.

*Paul MAISTRE*