

La gestion urbaine du risque d'inondation : problématique et enjeux

par Michel Desbordes

U.M.R. 5569 « Géofluides-Bassins-Eau »
CNRS – Université Montpellier II

I ■ INTRODUCTION

Durant la dernière décennie, de multiples inondations se sont produites dans notre pays comme dans de nombreuses régions européennes. Certaines de ces inondations, par l'ampleur des destructions et les pertes en vies humaines qu'elles ont occasionnées, relayées en temps réel par les télévisions, ont plus particulièrement touché l'opinion publique (Nîmes, octobre 1988 ; Vaison-la-Romaine, septembre 1992 ; Puisserguier, janvier 1996 ; Biescas, Espagne, août 1996). Aux désastres et drames humains ont jusqu'ici succédé des élans spontanés de solidarité face à des événements ressentis comme incontrôlables par les hommes.

En effet, les inondations, et d'une manière générale, les catastrophes dites *naturelles*, ont toujours été vécues comme des manifestations imprévisibles de phénomènes *extrêmes*, semblant échapper à la quantification rationnelle précise et relevant de la *force majeure* ou, comme dans la terminologie des compagnies d'assurance anglo-saxonnes, des *Lois de Dieu* (Acts of God...). Cette culture fataliste du risque naturel pourrait bien, finalement, être remise en question si les manifestations catastrophiques des aléas climatiques devaient se maintenir encore quelque temps. Quel sens donner à la force majeure ou à l'imprévisibilité face à des phénomènes à répétition, touchant parfois le même système hydrologique (Orb, 1996) ?

Certes, d'aucuns prétendront que la situation n'est pas nouvelle. La lecture d'ouvrages anciens consacrés aux inondations [1, 2], nous enseigne ainsi que d'autres périodes ont

connu un accroissement apparent de la fréquence des inondations catastrophiques. La *communication* à leur sujet est en revanche, aujourd'hui, bien différente. L'opinion publique ne vivait ces désastres qu'en différé et au travers de témoignages écrits ou oraux dans lesquels l'épouvantable non vécu pouvait aussi engendrer l'incrédulité. Lorsque le désormais célèbre *Que d'eau, que d'eau* du Président Mac Mahon parvint dans les *provinces*, la grande crue de la Garonne de 1875 s'était écoulée depuis longtemps déjà, sans doute, sous le pont de Toulouse sur lequel le Président l'aurait prononcé...

Les moyens modernes de communication pourraient donc bien ébranler la culture fataliste du risque et conduire à une autre croyance, tout aussi dangereuse dans ses excès, celle de l'existence systématique de responsabilités humaines, et, par voie de conséquence conduire à la recherche de ces responsabilités et à une certaine mise au second plan des solidarités.

Aujourd'hui, dans nos sociétés urbaines modernes, le risque d'inondation ne peut plus que difficilement relever d'une culture fataliste. Les *responsables* politiques, administratifs ou économiques de l'aménagement de l'espace urbain doivent désormais être conscients de cette évolution au risque d'être un jour livrés à la vindicte de l'opinion publique, parfois prompt aux amalgames. Le risque d'inondation en milieu urbain devrait donc être revisité, au sens anglo-saxon du terme, pour aboutir à une certaine gestion de ce risque visant à intégrer son existence dans la vie et le développement des cités, et non à simplement supposer qu'il pourrait se produire un jour... lointain.

From a statistical point of view, the number of floods in urbanised areas of France have been increasing during the last ten years. The traditional fatalistic culture related to natural hazards is, to some extent, called into question. Now, political, economical, administrative and social actors of the city are looking for a new approach including the risk management of flooding risk, the knowledge regarding hydrological hazards have to be much more improved. If not, the risk management should leave some disillusion.

Ce retour sur le concept de risque suppose à la fois une réflexion scientifique d'amont sur l'état des connaissances autorisant ou non la prise de risque et sur la recherche d'une amélioration de ces connaissances, mais également une réflexion d'aval, d'ordre socio-culturel, sur les conséquences d'une décision de prise de risque, trop souvent justifiée par l'affirmation gratuite de la non existence d'un risque nul. L'enjeu majeur de cette dernière réflexion concerne ainsi la crédibilité des responsables de la décision de prise de risque.

II ■ ESTIMATION DES ALÉAS HYDROLOGIQUES : le poids des incertitudes

Dans le vocabulaire des spécialistes de l'étude des risques, ou *cyndinique*, il est désormais courant de considérer que le risque résulterait du croisement entre *aléa* et *vulnérabilité*. La vulnérabilité, caractéristique de l'occupation économique et humaine d'un site donné, pourrait se prêter à une approche à caractère déterministe, bien que les dommages résultant d'un aléa y soient, pour partie, liés à ce dernier (vitesses, hauteur d'écoulement, durée de submersion...). Quant aux aléas, ils ne peuvent qu'être traités en terme de probabilité d'occurrence, même si l'amélioration des techniques météorologiques et de modélisation des phénomènes hydro-météorologiques autorise une certaine prévision de leur évolution à très courte échéance.

Cette approche probabiliste des phénomènes hydrologiques n'a été jusqu'à ce jour que de type empirique et conceptuel, en cela que la nature supposée aléatoire des variables hydrologiques n'est, en réalité, que le reflet de notre incapacité à traduire de façon déterministe les mécanismes générateurs de ces phénomènes, et non la conséquence de leur analyse au travers de la théorie des probabilités. Nous nous sommes donc limités, jusqu'ici, à la collecte de données d'observation de précipitations et de débits, auxquelles nous avons appliqué les méthodes de la statistique descriptive. Or, la fiabilité des estimations statistiques empiriques repose non seulement sur la loi des grands nombres, c'est-à-dire sur la taille des échantillons d'observation, et donc leur durée s'agissant d'événements naturels non reproductibles, mais également sur la stationnarité des phénomènes et de leurs modes d'échantillonnage. Si l'hypothèse de stationnarité peut être admise pour ce qui est des précipitations (aux hypothèses près de changements climatiques...), il en va tout autrement des débits qui pourraient en résulter et qui peuvent être contrôlés, plus ou moins, par des actions anthropiques instationnaires.

● 2.1 Aléas pluviométriques

Pour ancienne qu'elle soit, l'observation des précipitations, en particulier aux échelles de temps compatibles avec l'analyse des crues torrentielles en zone urbaine, est de relativement courte durée au regard des extrapolations dont elle peut faire l'objet par le biais de la statistique descriptive.

La quantification des aléas pluviométriques a essentiellement consisté, jusqu'ici, à déterminer la fréquence empirique de dépassement d'une valeur h par une hauteur $H(t)$ de pluie tombée au cours d'une durée t , soit :

$$Prob[H(t) \geq h] = D \quad (\text{eq. 1})$$

Les fréquences étant d'un maniement peu aisé dans les applications pratiques, on leur a, en général, substitué leurs inverses, T dénommés *périodes de retour*, représentant la durée moyenne séparant deux réalisations successives de l'équation 1. Apparemment plus parlantes pour traiter du risque d'occurrence d'un phénomène, les périodes de retour peuvent prêter à confusion ou interprétation abusive. Elles

n'ont en effet de sens pratique que dans les cas de processus n'impliquant qu'une seule variable aléatoire, et elles sont elles-mêmes des variables aléatoires généralement considérées au travers de leurs seules moyennes.

L'interprétation des périodes de retour par le *grand public* serait sans doute un intéressant sujet de sociologie... Combien de joueurs de Loto vivant au bord d'une rivière savent qu'ils ont, chaque année, 80 000 fois plus de chance de connaître une crue au moins centennale que de gagner le gros lot en jouant une combinaison deux fois par semaine ?

Le traitement statistique des hauteurs de pluie ponctuelle est déjà ancien, et l'on attribue au Professeur Talbot, de l'Université d'Illinois, les premières formulations, en 1904, des désormais classiques courbes *hauteur-durée-fréquence* :

$$H(t, T) = a(T) t^{b(T)} \quad (\text{eq. 2})$$

La popularité de l'équation 2 n'a pas baissé depuis cette date, mais cette formulation condensée des réalités statistiques de la pluviométrie masque totalement les incertitudes qui s'y rattachent et les dangers de son usage, dès lors que l'on s'intéresse aux conséquences des précipitations, c'est-à-dire aux écoulements.

La période de retour est en effet très sensible aux incertitudes associées aux mesures des précipitations. Si ces dernières peuvent être représentées par des distributions de probabilités à comportement asymptotique exponentiel, elles sont alors sensiblement proportionnelles aux logarithmes de leurs périodes de retour. Ainsi une incertitude de $\pm 20 \%$, sur une hauteur quelconque de pluie, correspondrait, pour des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans, à des intervalles d'incertitude réciproquement de (6-16), (11-36), (23-110) et (40-250) ans...

Or, une incertitude de 20 % sur la détermination d'une hauteur de pluie $H(t)$ de période de retour supérieure à 10 ans, est essentiellement banale, et peut être constatée en analysant des séries ponctuelles de quelques dizaines d'années, observées en divers sites distants de seulement quelques kilomètres.

La statistique descriptive des pluies ponctuelles est donc incertaine au regard de la durée moyenne des séries d'observation. On peut, en outre, constater que ce degré d'incertitude est d'autant plus élevé que le pas de temps t est plus petit. Pour les durées intéressantes les crues torrentielles ou par ruissellement pluvial urbain (c'est-à-dire de 30 minutes à quelques heures), l'utilisation de la notion de période de retour pour la quantification du risque est dangereuse.

Plus importantes encore sont les incertitudes associées à la détermination d'une lame d'eau, c'est-à-dire une hauteur moyenne de pluie $H(A, t)$ touchant une surface A en une durée t . Or, en matière d'inondation, seule cette variable présente un réel intérêt pour quantifier le risque caractérisant un site de surface A (inondation par ruissellement pluvial urbain) ou à l'aval d'une surface A (inondation par un cours d'eau).

En réalité, les réseaux d'observation les plus denses concernent des pluviomètres gérés par *Météo-France* et relevés journalièrement. Les distances moyennes entre les postes du réseau sont, au minimum, de l'ordre de la dizaine de kilomètres. Indépendamment du pas de temps de 24 heures, trop important pour les crues torrentielles, de telles distances ne permettent pas un calcul précis des lames d'eau se produisant lors de phénomènes convectifs intenses de tailles limitées, et présentant de très forts gradients d'intensité dans l'espace.

Utiliser la statistique descriptive des séries ponctuelles, dites de *référence*, pour estimer la période de retour d'une lame d'eau précipitée à l'occasion d'un événement dit exceptionnel, relève du jeu de hasard. A titre d'exemple, les hauteurs maximales observées en trois points du site hydrologique nîmois (4 500 ha), sur des durées allant de 2 heures à 6 heures avaient, par rapport à la station de

référence de Nîmes-Courbessac, des périodes de retour variant de 80 à plus de 5 000 ans ! [3]

● 2.2 Aléas débitométriques

L'utilisation des séries débitométriques pour quantifier un risque en un site donné, si elle est beaucoup plus justifiée d'un point de vue théorique (les débits intégrant les particularités des précipitations et des surfaces réceptrices), n'en reste pas moins pratiquement délicate.

Outre le fait que les séries d'observation sont beaucoup moins nombreuses et souvent plus courtes que celles des précipitations (à l'exception des cours d'eau importants), elles présentent un certain nombre de difficultés pour une exploitation pratique. Ces difficultés sont d'ordre technique et statistique.

En période de crue, l'évaluation des débits est très difficile et les incertitudes sont multiples. Il peut être préférable d'avoir recours à une mesure de hauteur qui est elle-même entachée d'incertitudes (position du point d'observation, embâcles...). Se pose également la question de la base de temps à prendre en considération pour estimer un débit *moyen* ou une hauteur *moyenne* pendant une durée donnée. Par ailleurs, les séries d'observation sont fréquemment amputées de celles correspondant aux phénomènes majeurs, les moyens d'observation étant endommagés ou détruits.

Quand bien même les conditions de mesure seraient bonnes (barrage déversant par exemple), les incertitudes d'échantillonnage demeurent. A titre d'illustration, la moyenne des crues maximales moyennes journalières, produites durant 10 années consécutives (Concept de Crue Maximale Ordinaire, CMO propre à l'Espagne) par l'Hérault au site de Moulin de Bertrand (1 090 km²), sur la période 1928-1984, a 90 % de chance de répondre à :

$$CMO = (560 \pm 130) \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{eq. 3})$$

soit une incertitude de l'ordre de 20 %, sur la médiane des estimations. Sur la période de 1962-1984 pour laquelle on dispose des débits de pointe instantanés, l'incertitude est encore plus élevée et, dans 90 % des cas, on a :

$$CMO_i = (1\,125 \pm 575) \text{ m}^3/\text{s}$$

soit une incertitude de 50 %...

Le site de Moulin de Bertrand étant de bonne qualité, les incertitudes sont la conséquence de la faiblesse relative des séries d'observation dans le cas d'un climat irrégulier comme le climat méditerranéen [4].

A ces difficultés, inhérentes au traitement statistique d'échantillons de débits de tailles limitées, s'ajoutent, en outre, celles résultant de l'instationnarité de ces séries. Cette dernière est la conséquence soit d'aménagements des cours d'eau ayant modifié de façon significative la propagation des inondations (suppression de zones d'épandage naturel des crues, augmentation des vitesses d'écoulement ou, au contraire, réalisation volontaire ou non d'obstacle à l'écoulement comme des barrages, des clôtures, des constructions, etc...), soit de modifications de l'occupation des sols des bassins versants (déforestation, drainage agricole, remembrement, urbanisation ou au contraire reforestation, ralentissement des écoulements...).

L'urbanisation entraîne ainsi des augmentations considérables des volumes et débits de ruissellement, au point que l'on assiste aujourd'hui à de fréquentes *auto-inondations* en secteur urbanisé par ruissellement pluvial. L'urbanisation totale d'un bassin naturel ou rural peut entraîner la multiplication des débits spécifiques décennaux par un facteur de 5 à 20 et plus [5].

Dans ces conditions, le traitement statistique des séries débitométriques ne peut conduire qu'à des interprétations qui peuvent être entachées d'erreurs considérables.

● 2.3 Recours à la modélisation

Face aux difficultés rencontrées dans le traitement statistique des séries débitométriques, et en l'absence fréquente de ces séries, les scientifiques et les ingénieurs ont proposé depuis quelques dizaines d'années, des modélisations des mécanismes hydrologiques générateurs des inondations.

Ces modèles, s'appuyant sur la puissance des calculateurs électroniques, utilisent pour leurs simulations les séries pluviométriques plus nombreuses et plus fiables, toutes proportions gardées. Lorsque les modèles peuvent être calés et validés sur des observations de débit de bonne qualité, leurs performances pourraient être intéressantes s'ils étaient en mesure de traduire précisément les processus hydrologiques s'opérant dans un bassin versant donné. En réalité, dans l'état actuel de nos connaissances, les modèles ne sont que des images très imparfaites de la réalité, et le fait qu'ils puissent avoir été validés sur des observations ne permet pas, pour l'heure, de préjuger de leurs performances en extrapolation, pour des phénomènes peu fréquents ne figurant pas nécessairement dans les échantillons de calage ou de validation.

En milieu urbain, dans les cas d'inondation par ruissellement pluvial, le caractère déterministe de la transformation de la pluie en débit d'écoulement plaiderait en faveur d'une meilleure qualité de la modélisation. La géométrisation de l'espace urbain occupé par les écoulements, de même que l'hydrodynamique de ces écoulements, posent cependant toujours problème.

Quant aux modélisations sans données de calage, s'appuyant sur des synthèses régionales issues des comportements de bassins versants *semblables*, leur degré d'incertitude est considérable. A titre indicatif, les auteurs de la méthode CRUPEDIX (Ministère de l'Agriculture, 1980) estiment que les débits décennaux Q , calculés par cette méthode, ont 90 % de chance de se trouver dans l'intervalle $(Q/2 ; 2Q)$...

III ■ PEUT-ON AMÉLIORER L'ESTIMATION DES ALÉAS ?

Il est clair qu'au stade actuel de nos connaissances, l'estimation des aléas est entachée d'incertitudes significatives qui devraient inciter à la prudence en matière d'aménagement de cours d'eau ou d'urbanisation dans leurs lits majeurs. La répétition des événements catastrophiques durant ces 10 dernières années a d'ailleurs interpellé le législateur qui, en quelques années, a multiplié lois, décrets et règlements allant dans ce sens [6].

Pour autant, l'estimation du risque reste incontournable. Elle nécessite, pour l'heure, que soient prises en considération les incertitudes s'y rattachant. Réduire l'importance de ces incertitudes passe par une amélioration de nos connaissances sur les phénomènes hydrologiques extrêmes et leurs conséquences dans les milieux à haut risque humain et économique que sont les espaces urbains.

Des améliorations dans l'estimation des aléas pourraient être obtenues grâce, en particulier, aux nouveaux moyens d'investigation spatiale. Ainsi, les radars météorologiques devraient apporter des informations intéressantes sur la distribution spatiale des précipitations et utiles à l'élaboration de modèles de prévision. Au demeurant, les radars opérant une mesure indirecte, ils ne sauraient remplacer les classiques réseaux de pluviographes dont les densités ne devraient pas être réduites. De même, les observations de satellites spécialisés devraient-elles appuyer l'élaboration de modèles hydrologiques distribués (spatialement).

Par ailleurs, les couplages de modèles numériques de terrain, destinés à une description fine de la topographie, à des

modèles hydrodynamiques d'écoulement en milieu urbain, devraient permettre d'améliorer sensiblement la délimitation des secteurs présentant les risques d'inondation les plus élevés. Cependant, des recherches sont également nécessaires pour améliorer les performances des modèles hydrodynamiques. Elles concernent la description géométrique du tissu urbain traversé par les écoulements et l'identification des *objets* les contrôlant.

IV ■ PEUT-ON GÉRER LE RISQUE D'INONDATION EN MILIEU URBAIN ?

Le rapide inventaire précédent des connaissances, en matière d'estimation des aléas hydrologiques, allié à une culture quelque peu fataliste du risque déjà ancienne, ne porte pas à répondre sans conteste par l'affirmative. L'estimation du risque d'inondation relève encore, pour partie, de l'incertain. En revanche, il est clair que le maintien d'une culture fataliste du risque ne saurait être accepté indéfiniment sans contestation par l'opinion publique, et... les compagnies d'assurance.

En effet, le développement très rapide de l'urbanisation durant les 30 dernières années, une vision souvent localisée des impacts environnementaux résultant de cette urbanisation, la faiblesse des méthodes et outils d'estimation des risques, pour ne citer que ces seules causes, ont engendré de multiples situations dangereuses dans lesquelles le risque ne relève plus désormais du phénomène rare. Si l'on devait admettre certaines estimations selon lesquelles la grande majorité des constructions exposées à des risques d'inondation auraient moins d'une trentaine d'années, on devrait donc s'attendre statistiquement au maintien du nombre des sinistres annuels, sans avoir à les expliquer par d'hypothétiques instationnarités climatiques.

La gestion du risque d'inondation s'impose donc dans les secteurs les plus exposés, et, par là même, l'acceptation de l'existence de ce risque et la responsabilisation non seulement des acteurs du développement urbain, mais également des citadins.

La mise en œuvre d'une politique de gestion du risque n'est cependant pas aisée ne serait-ce que parce qu'elle oblige à revoir les décisions passées et qu'elle peut aboutir à leur mise en cause. Elle passe par un certain nombre d'étapes que l'on peut schématiser rapidement :

- inventaire de l'existant. Si une inondation importante s'est d'ores et déjà produite, un tel inventaire est certes facilité. Dans les autres cas, il s'agira, par le biais de simulations, d'évaluer les risques encourus par certains secteurs de l'urbanisation. Des méthodes et des outils, certes encore imparfaits, sont en développement [5, 7]. Leurs performances sont variables selon que l'on traite de crues torrentielles ou par ruissellement, ou d'inondations par débordement de cours d'eau importants.

- identification des secteurs à risque et définition, dans ces secteurs, de mesures structurelles (aménagement de protection) ou non (réglementation en matière d'occupation des sols, de modes de construction...). Les mesures seront d'autant plus précises, que des inondations auront pu être d'ores et déjà observées. D'une manière générale, les actions à entreprendre pourront être immédiates, comme la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme ou s'inscrire dans la durée, comme des ouvrages de protection,

- information préventive des populations concernées par le risque en vue d'aboutir à un meilleur comportement de ces populations face aux inondations. Cette nécessité d'information est d'ailleurs inscrite dans l'article 21 de la Loi du 27

juillet 1987 et son décret d'application du 11 octobre 1990. Les actions d'information peuvent prendre des formes multiples et ne pas se limiter au seul devoir d'informer prévu par la loi,

- mise en place d'un plan de secours dans les zones les plus sensibles, en relation avec les services de police et de protection civile et, éventuellement les habitants concernés ou leurs représentants (Plan de Secours Communal). Ce plan de secours peut être organisé en plusieurs phases (veille, alerte, gestion de crise...) en relation avec les services de l'Etat.

Ces différentes étapes, sommairement présentées, peuvent être plus ou moins développées suivant le risque d'inondation encouru (auto-inondation urbaine ou crues torrentielles de petits bassins péri-urbains, crues relativement lentes de cours d'eau majeurs...). Dans les cas de systèmes hydrologiques impliquant plusieurs collectivités territoriales, une approche globale de gestion du risque à l'échelle du bassin versant est souhaitable. Elle peut déboucher sur diverses actions ou niveaux d'organisation comme :

- l'élaboration d'un système d'alerte météorologique ou d'annonce ou prévision des crues. Par prévision, on entend bien sûr des estimations des niveaux probables atteints par les crues en une section donnée d'un cours d'eau avec un délai d'annonce, qui, dans l'état actuel de nos connaissances, n'excède pas quelques heures pour les plus grands fleuves français. Ces délais de prévision sont d'ailleurs souvent encore plus courts sur les petits bassins versants susceptibles de crues éclairs et sont donc difficilement utilisables pour une mise en alerte de la population. La prévision des crues est sans doute l'un des domaines dans lesquels des recherches devraient être développées pour aboutir à une certaine augmentation des délais d'alerte. Ce problème a d'ailleurs toujours été au cœur d'interrogations humaines cherchant à percer les mystères de la nature. A côté de la prédiction de Nostradamus qui aurait annoncé la destruction, un jour, de Nîmes par les eaux (Centuries Astrologiques, 1555), d'aucuns ont cru identifier des périodes de 19 ans liées aux cycles lunaires [1], ou encore des informations kabbalistiques dans les dates des crues [2]... ! On sait (certains du moins...) aujourd'hui, que la manipulation de séries aléatoires, notamment par le biais de moyennes mobiles, peut créer des cycles artificiels [8] et que la prévision est un art difficile surtout lorsqu'il s'agit du futur, comme l'avait signalé l'un de nos plus brillants économistes, apparemment sans rire... !

- la constitution d'un syndicat mixte de prévention et lutte contre les inondations ou (et) l'introduction du risque dans les SAGE,

- la mise en place d'un Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI) qui peut être réalisé à la demande d'une ou de collectivité(s) territoriale(s) [7].

Diverses collectivités, ou des groupements de collectivités, sont d'ores et déjà engagés dans une politique de gestion du risque d'inondation, parfois d'ailleurs depuis de nombreuses années, face aux nécessités. Elles constituent autant d'exemples d'initiatives, et souvent d'innovation, pour de nouveaux adeptes de la gestion urbaine du risque d'inondation (Marseille, Bordeaux, Nîmes, Avignon, Caen, Services d'annonce de crues des Gardons, de la Garonne, de l'Orb, etc...).

V ■ CONCLUSIONS

La gestion urbaine du risque d'inondation ne devrait plus relever du hasard, mais de la nécessité. Une culture fataliste du risque d'inondation ne saurait être la seule réponse à apporter à des populations urbaines de plus en plus obsédées par des questions d'ordre sécuritaire, qu'il s'agisse d'envi-

ronnement ou de relations entre des groupes sociaux. La seule couverture du risque par le biais d'un prélèvement forfaitaire sur les contrats d'assurance ne saurait non plus satisfaire l'opinion publique (ni les assureurs si le prélèvement ne couvrirait plus les remboursements), ne serait-ce que parce qu'en matière d'inondation, il est évident que *tout le monde n'est pas logé à la même enseigne...*

Au demeurant, gérer le risque d'inondation est difficile, voire lourd de conséquence pour les responsables de la gestion dès lors qu'elle devrait se révéler, lors d'événement sérieux, inefficace ou pire, inadaptée. En effet, l'estimation des aléas hydrologiques est incertaine au regard de nos connaissances actuelles à leur sujet. Des recherches sont nécessaires pour tenter d'améliorer cette estimation se fondant aussi bien sur l'histoire que sur les méthodes les plus modernes d'auscultation et d'analyse des situations à risque. De même, la prévision des évolutions à court terme des phénomènes hydrologiques intenses est-elle incertaine et nécessite que l'on y accorde des efforts accrus de recherche. Enfin, gérer le risque peut relever d'une vision quelque peu technocratique difficilement admissible par les sinistrés potentiels.

Quoiqu'il en soit, c'est le rôle des responsables d'assumer leurs responsabilités et d'être parfois considérés coupables pour avoir failli à leurs obligations, ne serait-ce, et c'est là moindre mal, que par ignorance. Responsable sans risque est peut-être une profession en voie d'extinction...

RÉFÉRENCES

- [1] CHAMPION M. (1858-1869). — *Les inondations en France depuis le VI^e siècle jusqu'à nos jours*. Ed. Dunod, Paris.
- [2] VASCHALDE H. (1890). — *Les inondations du Vivarais depuis le XIII^e siècle*. Ed. Mme Robert, Aubenas.
- [3] DESBORDES M., DUREPAIRE P., GILLY J.-Cl., MASSON J.-M., MAURIN Y. (1989). — *3 octobre 1988 : inondations sur Nîmes et sa région*. Ed. Lacour, Nîmes.
- [4] DESBORDES M. (1994). — *Concept de la crue maximale ordinaire : analyse des erreurs et des incertitudes dans l'utilisation pratique du concept*. UMR 5569, Université Montpellier II.
- [5] Ministère de l'Environnement (1994). — *Ruissellement pluvial urbain : guide de prévention, évaluation du risque, éléments de méthode*. Ed. La Documentation Française, Paris.
- [6] Ministère de l'Environnement (1995). — *Législation récente intéressant la prévention des inondations*. Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (DPPR), Paris.
- [7] Ministère de l'Environnement (1996). *Guide méthodologique pour l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation*. (DPPR), Paris.
- [8] SLUTSKY E. (1937). — *The summation of random causes as the source of cyclic processes*. *Econometrica*, 5, pp. 105-146.