

L'influence humaine dans l'origine des crues



État de l'art et actes du colloque
Paris, 18 - 19 novembre 1996

HydrOsystemes



L'influence humaine dans l'origine des crues

État de l'art et actes du colloque

Paris, ministère de l'Environnement
18-19 novembre 1996

Le GIP HydrOsystemes a été créé par six organismes français de recherche (BRGM - Cemagref - CNRS - IFREMER - INRA - ORSTOM) auxquels s'est associé l'OIEau. L'objectif est de promouvoir une approche intégrée des hydrosystèmes et de mobiliser la communauté scientifique sur cet objectif.

Cinq principales missions

■ **faciliter les actions communes des membres fondateurs.** Le GIP fournit aux acteurs un cadre formel pour organiser l'échange d'informations, préparer et négocier des actions de recherche entre eux et avec des tiers, assurer la mise en place de moyens expérimentaux.

■ **dialoguer avec les utilisateurs : faciliter et améliorer le transfert de connaissances** entre les structures nationales impliquées dans la gestion des hydrosystèmes et la communauté scientifique.

■ **valoriser les résultats de la recherche** en organisant des séminaires nationaux et internationaux, et en coordonnant la rédaction de synthèses et de manuels. Faciliter l'accès à l'information.

■ **renforcer les relations** entre instituts de recherche et structures de formation, en particulier les grandes écoles et les universités.

■ **représenter la communauté scientifique** française au niveau national et international.

Des thèmes de recherche prioritaires

■ les transferts d'eau et de substances dissoutes ou en suspension.

■ les systèmes biologiques.

■ les sociétés et les hydrosystèmes.

L'approche intégrée du fonctionnement et de la gestion des hydrosystèmes nécessite également une recherche sur les méthodes et les outils, de la modélisation à l'élaboration de bases de connaissance.

Le GIP assure également la promotion de sites ateliers où les différentes disciplines peuvent réaliser des recherches complémentaires sur le long terme.

Photo de couverture (Oberlin G., Cemagref) : zone inondée en Lorraine, expansion de crue dans une zone peu vulnérable

"L'influence humaine dans l'origine des crues" État de l'art et actes du colloque Paris, ministère de l'Environnement, 18-19 novembre 1996.

Coordinateur scientifique : Étienne LEBLOIS. Coordination de l'édition : Julienne Baudel. Impression et façonnage : Ateliers Cemagref-Dicova. Vente par correspondance : Publi-Trans, BP 22, 91167 Longjumeau Cedex 9, Tél. 01 69 10 85 85. Diffusion aux libraires : Tec et Doc Lavoisier, 14, rue de Provigny 94236 Cachan Cedex. © Cemagref, ISBN 2-85362-509-5. Dépôt légal : 2^e trimestre 1999 -

Prix : 185 F (€ 28,20).

Colloque

L'influence humaine dans
l'origine des crues
Human influence on flood generation

Paris – ministère de l'Environnement
18-19 novembre 1996

Coordinateur scientifique

Étienne LEBLOIS

Gip HydrOsystemes

12, rue Cuvier

75005 Paris

tél. 01 44 27 65 96

fax.01 44 27 65 95

mel.mephane@ext.jussieu.fr

L'influence humaine dans l'origine des crues

Résumé

Les crues sont, comme beaucoup de manifestations naturelles visibles, des phénomènes intégrateurs qui ont pour origine des causes climatiques, hydrologiques, pédologiques, géologiques, morphologiques. Leur intensité et leur fréquence peuvent être modulées par la transformation des milieux par l'homme, que ces milieux soient à vocation agricole ou à vocation urbaine. Comme tout phénomène intégrateur le rapprochement que l'on est tenté de faire entre l'effet constaté et une des causes que l'on croit majeure n'est pas exempt de risque pour le bien fondé du raisonnement. Or, la soudaineté des événements et les circonstances dans lesquelles la plupart du temps les demandes d'explication sont posées, peuvent conduire la communauté scientifique à en chercher les raisons par des approches partielles, dispersées, en ne prenant pas toujours la précaution de remonter à l'ensemble des causes et de mesurer l'effet de leurs interactions. Il paraissait nécessaire d'entreprendre une réflexion mettant à contribution les principaux organismes concernés par l'analyse et l'explication des phénomènes, sans lesquelles il est illusoire de prétendre intervenir sur les milieux pour mieux gérer l'aléa.

The human influence on flood generation

Abstract

Like other natural phenomena, the venue of floods is a compound result of many climatic, hydrological, pedological and morphologic factors. Their magnitude and occurrence can be changed by human action on landscape, either in urban planning or countryside management. But first we have to understand what the human influence is. As a matter of fact, sudden events can induce too quick answers, too quick inferences : indeed, intricate causal networks can easily hide the right conclusions. So, the scientific community has a need to lay down a global reflexion about this phenomenon, so that the society should one day be able to manage it in a rather active but reasonable way.

Avant-propos

La première partie de ce document a été initialement rédigée en vue du séminaire organisé les 18 et 19 novembre 1996 par le GIP HydrOsystemes pour et avec l'aide du ministère de l'Environnement. Il s'agissait alors d'un document provisoire d'état de l'art, destiné à soutenir le séminaire et à encourager aux échanges.

Les auteurs naviguaient entre deux écueils : faire un manuel d'hydrologie, là où un rapport d'état de l'art est attendu ; ne donner que l'état de l'art, sans les bases nécessaires au lecteur même cultivé pour l'apprécier. D'où le recours à des encadrés isolant certains éléments explicatifs qui peuvent être éventuellement déjà connus.

Cet état de l'art a été repris ensuite pour tenir compte d'un ensemble de suggestions et remarques faites lors du séminaire, notamment via les questions posées dans la salle, ou parvenues après, notamment à l'occasion d'une relecture externe effectuée par divers scientifiques et utilisateurs de la recherche. Ceci a amené à nuancer ou à préciser certains points.

On trouvera en fin de première partie la liste des auteurs et des principaux contributeurs.

La deuxième partie du document retrace les interventions et échanges qui ont eu lieu lors du séminaire proprement dit.

Première partie
État de l'art

Introduction

Les crues sont, comme beaucoup de manifestations naturelles visibles, des phénomènes intégrateurs qui ont pour origine des causes climatiques, hydrologiques, pédologiques, géologiques, morphologiques. Leur intensité et leur fréquence peuvent être modulées par la transformation des milieux par l'homme, que ces milieux soient à vocation agricole ou à vocation urbaine. Comme tout phénomène intégrateur le rapprochement que l'on est tenté de faire entre l'effet constaté et une des causes que l'on croit majeure n'est pas exempt de risque pour le bien fondé du raisonnement. Or, la soudaineté des événements et les circonstances dans lesquelles la plupart du temps les demandes d'explication sont posées, peuvent conduire la communauté scientifique à en chercher les raisons par des approches partielles, dispersées, en ne prenant pas toujours la précaution de remonter à l'ensemble des causes et de mesurer l'effet de leurs interactions. Il paraissait nécessaire d'entreprendre une réflexion mettant à contribution les principaux organismes concernés par l'analyse et l'explication des phénomènes, sans lesquelles il est illusoire de prétendre intervenir sur les milieux pour mieux gérer l'aléa.

L'intensité inhabituelle de certaines crues récentes est dans toutes les mémoires et pose aux services de l'Etat, mais aussi aux scientifiques et aux aménageurs, la question de savoir dans quelle mesure les pratiques humaines influencent de manière sensible l'aléa "cru". On conçoit en effet que s'il est possible de modifier les pratiques, on détient un des modes les plus accessibles de contrôle de l'aléa.

Le choix de poser la question sous cette forme a été guidé par le service de la Recherche et des affaires économiques du ministère de l'Environnement. C'est ainsi que le présent document veut l'aborder, avec le souci de poser les problèmes selon les termes d'une démarche scientifique. En outre, ce document voudrait situer le niveau des connaissances et des compétences scientifiques actuelles en matière d'analyse des phénomènes, en classant ces connaissances dans une séquence logique.

Le présent document a initialement constitué un support de séminaire, dans le cadre d'une consultation du monde la recherche visant à faire ressortir les lacunes dans la compréhension des phénomènes et, particulièrement, dans l'enchevêtrement des relations de cause à effet : comment bien les analyser ? Com-

ment mobiliser et où situer le plus judicieusement l'action des gestionnaires afin de modérer les effets directement dommageables pour l'homme et perdre le moins possible des avantages écologiques liés aux crues ?

Cette manière de faire avait deux objectifs : d'abord, amener les organismes de recherche à ajuster leur offre de recherche à une demande exprimée par un ministère, demande qui est la traduction d'une attente du corps social. Ensuite, conserver le caractère plurithématique du sujet, axé sur l'eau et les hydrosystèmes, ce qui fut fait en utilisant le relais d'une structure de coordination appropriée, le GIP HydrOsystemes.

*Thierry Pointet
Président du groupe de travail
interorganismes sur les inondations.*

S o m m a i r e g é n é r a l

Première partie – État de l'art

La perception sociale de l'influence humaine sur le régime des crues Vazken ANDRÉASSIAN, Cemagref	15
Les cheminements de l'eau naturels et/ou influencés Anne-Véronique AUZET, CNRS - CEREG	19
Analyse de l'action de l'homme sur le comportement des bassins versants et le régime des crues Vazken ANDRÉASSIAN, Cemagref	47
Essai de synthèse en vue de l'action : l'influence humaine à travers les pratiques actuelles et futures de gestion des eaux dans leurs ver- sants et dans leurs réseaux Guy OBERLIN, Cemagref	67
Bibliographie, vocabulaire ; liste des auteurs	105

Deuxième partie – Actes du séminaire

Ouverture du séminaire Benoît LESAFFRE, ministère de l'Environnement	127
Quelques cas récents	131
Débat suite à l'exposé de Mme Anne-Véronique AUZET	142
Débat suite à l'exposé de M. Vazken ANDRÉASSIAN	151

Débat suite à l'exposé de M. Guy OBERLIN	156
Clôture de la première journée	...
Igino TONELLI, ministère de l'Environnement	162
Bilan et marges de progrès	
Daniel VIDAL-MADJAR, GIP HydrOsystemes	165
Table ronde	
sous la présidence de M. DUNGLAS, GIP HydrOsystemes	169
Clôture du séminaire	
Jean-Luc LAURENT, ministère de l'Environnement	193

Avertissement

Quelques termes seront très employés dans le présent ouvrage.

ALÉA

Le débit d'une rivière fluctue naturellement au cours du temps et parfois augmente assez brusquement ; cela peut amener la rivière à s'épancher dans son lit majeur* ; ce phénomène absolument banal dépend tout à la fois du climat et du bassin versant* de la rivière ; dans une vallée où les hommes ne seraient pas installés, cela ne poserait aucune espèce de problème. Cette succession plus ou moins irrégulière des crues dans le temps, traduction d'un régime hydrologique* sous-jacent relativement stable, est dénommée aléa.

VULNÉRABILITÉ

Les hommes n'aiment le plus souvent pas les inondations, c'est-à-dire avoir de l'eau dans leurs demeures (dans leurs champs, leurs usines..., etc.). Une inondation peut être supportée exceptionnellement, mais on ne la souhaite ni trop haute, ni trop longue, et pas trop fréquente. Cette sensibilité à l'intrusion de l'eau dans notre quotidien ne dépend pas de l'endroit où l'on est installé : une maison, un équipement ont la même sensibilité qu'ils soient situés en bord de rivière ou en haut d'une colline. Cette sensibilité aux inondations, intimement liée à l'occupation du sol et à l'activité humaine, c'est la vulnérabilité.

RISQUE

En tout lieu, aléa et vulnérabilité coexistent. La confrontation des deux permet de délimiter des zones qui se trouvent dans une situation de risque. On est en situation de risque si l'aléa est trop fort par rapport à ce que la vulnérabilité peut admettre. Sinon il n'y a pas de risque, mais au contraire une marge de sécurité. Pour réduire le risque, on peut certes tenter d'agir sur l'aléa, de le diminuer ou de le répartir différemment dans le fond de vallée ; mais on peut aussi réduire le risque en modifiant la vulnérabilité. Une gestion raisonnée et négociée du risque est évidemment plus aisée là où une culture du risque commune aux aménageurs, propriétaires et gestionnaires existe.

Le présent document, s'intéressant à l'influence humaine dans l'origine des crues*, s'inscrit essentiellement dans la recherche d'une meilleure connaissance de la formation de l'aléa.

* les termes, sigles, noms de méthodes suivis d'une astérisque (*) sont repris dans le vocabulaire, en fin de première partie

La perception sociale de l'influence humaine sur le régime des crues

Vazken Andréassian

Division Qualité et Fonctionnement Hydrologique des Systèmes Aquatiques, Cemagref
Parc de Tourvoie
92160 Antony

Résumé

Cet exposé introductif vise à rappeler qu'une perception cohérente du régime des crues n'est pas chose spontanée, et que la discussion de l'influence humaine sur leur survenue ne date pas d'hier.

Abstract

This preliminary chapter just wishes to recall that the perception of floods is not simple and that spontaneous discussion of their causes and of the man's influence on them has already last long.

1. Une mémoire imparfaite

Etablir la chronologie des crues est un exercice difficile, mais nécessaire si l'on s'intéresse à l'étude des influences humaines sur le régime des crues. En effet, il est indispensable de chercher à savoir dans quelle mesure une augmentation de la fréquence des crues est un phénomène réel ou dû à l'inconstance de la mémoire humaine.

Peu de sources d'information sont disponibles. On pense tout d'abord aux mesures hydro-métriques* réalisées en continu par les services de l'Etat. Ce sont bien évidemment les mesures les plus directes, mais elles présentent cependant des limites : il faut bien réaliser que la seule mesure objective qu'il soit possible de réaliser lors d'une crue est une mesure de hauteur d'eau. Le débit - variable hydrologique pertinente d'évaluation d'une crue - doit être extrapolé sur la base d'une courbe de tarage. Cette dernière peut être affectée par une multitude d'événements : changement d'emplacement de l'échelle de mesure, évolution du lit naturel de la rivière (creusement, envasement), erreurs dues aux extrapolations pour les forts débits, caractéristiques hydrauliques du site (conduisant à une hystérésis dans la courbe de tarage : le débit réel de la rivière n'est pas le même, pour une hauteur d'eau donnée, à la montée ou à la descente de la crue), etc. Toutes ces particularités peuvent être à l'origine de tendances apparentes dans le régime des crues*, qui ne sont en réalité que des artefacts.

De plus la majeure partie des stations limnimétriques n'ont été mises en place que récemment, après la seconde guerre mondiale. La mémoire humaine est bien souvent la seule information dont nous puissions disposer pour les périodes antérieures. Mais cette mémoire est très subjective. Si les crues sont de plus en plus médiatisées, est-ce par ce qu'elles sont plus nombreuses et plus destructrices, ou tout simplement par ce que le flux d'information est plus important aujourd'hui que par le passé? Et dans le cas où les inondations seraient plus destructrices, est-ce forcément parce que les crues qui sont à leur origine sont plus fortes, ou bien parce que les implantations humaines sont plus vulnérables que par le passé ?

Pour tenter de préciser la perception que nous avons des crues, essayons à présent de voir comment quelques crues récentes ont été abordées par les journaux et ressenties par la population.

2. Les crues vues par les journalistes

Après chaque crue importante, la presse se préoccupe d'hydrologie pour tenter d'expliquer des phénomènes qui impressionnent fortement la population. Les inondations catastrophiques de Nîmes en 1989 (10 morts) et de Vaison la Romaine en 1992 (41 morts) sont encore dans toutes les mémoires. A cela, on peut rajouter les inondations de janvier 1995 en Bretagne et dans les Ardennes. Au delà des explications d'ordre météorologique, les journalistes - et l'opinion publique - cherchent souvent d'autres raisons, qui pourraient expliquer des crues qui paraissent toujours plus fréquentes. A côté d'explications détaillées avancées par des spécialistes confirmés, on trouve également régulièrement des théories avancées peut-être trop rapidement, sans fondement réel. Voici quelques phrases recueillies dans la presse :

"Les engrais chimiques imperméabilisent les sols ;

"La plantation de résineux aux racines superficielles en lieu et place des feuillus aux racines profondes aggrave les crues." (Le Point)

"La recrudescence de ces dernières années est étonnante". (Libération)

"Le remembrement constitue aux yeux des scientifiques (sic) la principale cause des crues actuelles"

"On a trop urbanisé";

"Il n'y a plus de haies" ;

"Après les incendies, on a replanté sans sous-bois". (Science et Vie Junior)

Où s'arrêtent les suppositions sans fondement? Où commence la vérité? Il semble que le public, avide de comprendre des phénomènes d'une ampleur exceptionnelle, soit bien désorienté. On trouve en effet dans la presse de nombreuses affirmations, parfois contradictoires, à la fois sur la nature des facteurs aggravant des crues et sur l'ampleur des "responsabilités" de chacun des modes d'artificialisation des sols.

3. Un sujet qui ne date pas d'hier

Le sujet des crues n'est pas nouveau, l'extrait ci-dessous pourra en persuader le lecteur :

« Etude sur les inondations de la Meuse à Verdun et sur les travaux qui ont été exécutés pour en diminuer la fréquence et l'intensité » par M. Petitot-Bellavène (mémoires de la société philomatique de Verdun, Tome VII, 1872, imprimerie de Ch. Laurent, Libraire, 1 rue des Gros-Degrés, pages 179 et suivantes ; référence aimablement communiquée par M. Langenfeld, Agence de l'Eau Rhin-Meuse).

« La Meuse déborde très souvent et les crues les plus ordinaires la font sortir de son lit. La ville de Verdun et ses fortifications, qui barrent la vallée et arrêtent au passage les hautes eaux de la rivière, les forcent à refluer et à se répandre dans la prairie en amont de cette ville. Quelques orages ou plusieurs jours de pluie dans le bassin supérieur suffisent pour produire ce résultat. En hiver on admire sans regret cette belle nappe d'eau qui apporte la fertilité et fait la richesse du pays ; mais trop souvent, les crues surviennent en été, et alors, les foins souillés par le limon ou emportés par les eaux sont le triste effet du régime capricieux de la rivière.

Quand on compare le peu d'étendue du bassin de la Meuse au-dessus de Verdun avec ceux, beaucoup plus vastes, de grandes rivières dont le cours régulier ne se dérange qu'à longs intervalles, on s'étonne de l'inconstance de celui de la Meuse, et on a d'autant plus de peine à en comprendre la cause, que cette irrégularité se manifeste dans la partie supérieure du fleuve et à peu de distance de son origine.

Le bassin de la Meuse est, à la vérité, très resserré dans notre département, à tel point qu'il se réduit, pour ainsi dire, au faite des coteaux qui bordent la vallée ; mais en amont, il s'évase tout à coup, et la rivière se trouve formée par trois cours d'eau : la Meuse supérieure, le Vair et le Mouzon qui s'écartent comme les branches d'un éventail, et se partagent à peu près également les eaux pluviales qui tombent dans le bassin supérieur. Le sol de ce bassin est partout ondulé, d'une nature imperméable et médiocrement boisé, et les champs cultivés, qui en occupent la plus grande partie, accélèrent l'écoulement des eaux tant par leurs pentes que par les moyens que les cultivateurs emploient pour assainir leurs propriétés. Ces eaux se portent rapidement dans les trois rivières ; et celles-ci se réunissant presque au même point, les précipitent toutes à la fois dans le lit unique qu'elles forment par leur jonction. »

Dans le texte cité, on notera la mise en cause des cultivateurs. L'auteur de ce texte était cependant très conscient de faits autrement plus importants :

- 1) que les crues résultent de l'interaction entre un régime pluviométrique et un bassin versant qui a sa propre dynamique, tant dans les versants que dans les réseaux hydrographiques ;
- 2) les crues ne sont pas un problème en soi, loin s'en faut : régime des crues et occupation des sols sont à examiner conjointement dans l'évaluation de la gêne que les événements peuvent occasionner.

Nous souhaitons que les chapitres suivants puissent aider à préciser et à débrouiller la question, au bénéfice de tous.