

# Barrages et risques

Paul Royet

Le risque zéro n'existe pas. Tel est désormais, à juste raison, le discours des ingénieurs dans le domaine qui nous intéresse aujourd'hui, à savoir les barrages et autres aménagements de maîtrise des eaux.

Ce n'était pas le discours de la période des Trente Glorieuses, où, même si l'ingénieur prenait en considération la notion de risque dans la conception et dans la gestion des aménagements, cela ne transparaissait guère dans le discours officiel. À tel point que le public a longtemps cru que, grâce à la technique, le risque était maîtrisé, voire inexistant.

Face à un tel manque de communication, les rappels, parfois dramatiques, à la réalité ont alors eu deux effets dans le public : soit le développement de peurs parfois largement exagérées (« on nous cache des choses »), soit une demande de protection accrue (« plus jamais ça ! »), mais souvent irréaliste. On voit d'ailleurs que ces deux effets s'alimentent souvent l'un l'autre.

En conséquence, le nouveau discours de vérité que tient désormais l'ingénieur a souvent du mal à être entendu et compris. Espérons que la première session de ce colloque y apportera sa contribution.

## Qu'est-ce que le risque ?

Il nous faut bien commencer par là, tant cette notion est souvent galvaudée dans le langage courant, où l'on confond risque et conséquence, risque et événement, ou risque et probabilité.

Dans la communauté scientifique, le concept de risque est par contre clairement établi et j'emprunterai la définition suivante à Villemeur (1988) :

« Le risque est une mesure d'un danger associant une mesure de l'occurrence d'un événement indésirable et une mesure de ses effets ou conséquences ».

Comme le rappelle Patrick le Delliou dans sa contribution, le risque apparaît donc comme un ensemble de triplets comportant chacun un scénario conduisant à un événement indésirable, la probabilité associée à ce scénario, ses conséquences.

Pour un barrage, les événements indésirables sont, bien sûr, la rupture totale ou partielle du barrage avec une quantité significative d'eau relâchée à l'aval, mais aussi tous les événements liés à l'exploitation courante de l'ouvrage et en particulier la non-maîtrise des débits à l'aval.

De nombreux scénarios peuvent conduire à ces événements indésirables : sollicitations extrêmes, vieillissement de la structure, ouvertures intempestives de vannes, erreurs humaines, pour n'en citer que quelques-uns.

Le risque est parallèlement lié aux conséquences de l'événement. Celles-ci sont évidemment multiples. Elles se décrivent d'abord en terme de vies humaines, mais aussi en termes économique (y compris les pertes d'exploitation), social, environnemental...

### Les contacts

Cemagref, unité de recherche Ouvrages hydrauliques,  
Le Tholonet, BP 31,  
13612 Aix-en-Provence  
Cedex

Enfin, et c'est là que commencent les vrais difficultés, la définition de Villemeur emploie plusieurs fois le mot mesure. Si les ingénieurs sont habitués à associer des probabilités d'occurrence à certains aléas tels que les crues, d'autres aléas sont beaucoup plus délicats à quantifier, ainsi l'érosion interne, l'erreur humaine... La mesure des conséquences est également très difficile, en particulier lorsqu'il y a des conséquences sur les personnes (décès ou blessures).

Et au final, quand bien même on arriverait à une mesure du risque, la question est de savoir si ce risque est acceptable, question qui d'ailleurs ne relève plus de l'ingénieur, mais de la société, avec des réponses qui dépendront beaucoup du domaine abordé (accidents de la route versus accidents industriels) et du contexte (avant ou après la catastrophe).

C'est pourquoi à l'heure actuelle, les études d'analyse de risques sur les barrages se sont surtout intéressées aux scénarios conduisant aux événements indésirables et ont plutôt cherché à identifier les points faibles d'un barrage ou à comparer les niveaux de performances au sein d'un parc d'ouvrages (Kreuzer, 2000). L'objectif est alors de définir des priorités d'intervention, en vue de diminuer la probabilité d'occurrence d'événements indésirables.

Mais ne serait-ce que vis-à-vis de ces objectifs, l'analyse de risques apporte un plus par la rigueur des méthodes qui la sous-tendent (Peyras, 2003). On peut donc lui pronostiquer un bel avenir, à l'image des évolutions dans le domaine industriel où la loi du 30 juillet 2003 prescrit désormais, pour les installations classées<sup>1</sup>, une étude de danger donnant lieu à une analyse de risques.

Au-delà de ces aspects généraux de l'analyse de risques pour lesquels je vous renvoie à la communication de Patrick Le Delliou, quatre aspects sont plus particulièrement abordés dans les communications :

- l'aléa,
- le scénario extrême, c'est-à-dire la rupture du barrage,
- les risques liés à l'exploitation,
- les ouvrages hydrauliques visant à diminuer le risque de crues.

## L'aléa

Les principaux aléas externes auxquels sont exposés les barrages sont les crues, les séismes et les glissements de terrain dans les retenues, ces derniers étant susceptibles de provoquer une vague sur le barrage. Ces aléas sont examinés dans un cadre réglementaire pour l'établissement des plans particuliers d'intervention (PPI) qui concernent les 100 plus grands barrages français. Ces aléas ont également été examinés à l'occasion de l'établissement des projets de tous les barrages construits ces dernières décennies, en particulier après 1966, date de création du Comité technique permanent des barrages (CTPB).

La communication de Michel Poupart et Gilbert Castagnier présente une synthèse de ces études de risques réalisées pour l'établissement des PPI sur les 68 barrages exploités par EDF et concernés par ces mesures. Les trois risques : crues, séismes et glissements de terrain sont abordés, le dernier étant plus particulièrement développé. Les mouvements de terrain sont répartis en six grands types. Les reconnaissances de terrain et l'analyse structurale de chaque pourtour de réservoir permettent d'identifier les zones de mouvements potentiels, de les rattacher à un des types préalablement définis et de leur affecter une potentialité d'occurrence. Des mesures de gestion sont alors proposées pour les cas où le niveau de risque le justifie.

Pour les barrages plus anciens, et de façon générale pour tous les barrages en service, les exploitants et les services de contrôle procèdent périodiquement à une réévaluation de la sécurité qui porte bien évidemment sur les trois aléas externes indiqués ci-dessus, mais qui examine aussi les aléas internes liés au vieillissement de la structure ou aux dysfonctionnements des organes hydrauliques. Enfin, plus récemment, on s'est aussi préoccupé des risques liés aux actes terroristes.

La communication de Jacques Lavabre nous ramène à l'aléa crues. L'événement pluviométrique et les crues de septembre 2002 dans le département du Gard ont entraîné, sur un des barrages écrêteurs, un large dépassement de la cote des plus hautes eaux du projet et une surverse sur le couronnement de l'ouvrage. Ce déversement a été heureusement sans conséquence sur la stabilité du barrage, qui disposait d'une bonne marge de sécurité intrinsèque. Mais une telle sur-

1. Les barrages n'en font pas partie.

verse est sans précédent sur le parc des grands barrages français et amène donc à s'interroger sur les études hydrologiques antérieures de cet ouvrage et, plus largement, sur nos approches habituelles des crues extrêmes sur le pourtour méditerranéen. Au passage, on verra que malgré l'abondance de données dont on a pu disposer sur cet événement, les incertitudes restent élevées sur certains résultats.

### Le scénario extrême, c'est-à-dire la rupture de l'ouvrage

Pas de communication proposée sur ce sujet. Ce qui montre bien qu'il y a encore des réserves à en parler. Et pourtant, comme déjà indiqué ci-dessus, la réglementation française impose l'établissement d'un PPI pour les barrages dépassant un seuil de hauteur de l'ouvrage et de volume de la retenue. Nous avons abordé les aspects aléas qui sont étudiés dans ce cadre. Mais on s'intéresse bien sûr aussi aux conséquences d'une éventuelle rupture, par la simulation numérique de l'onde de crue consécutive à la rupture. Le résultat est traduit sous forme de cartes à l'échelle du 1/25 000<sup>e</sup>. La loi du 22 juillet 1987 et ses décrets d'application prescrivent que le PPI a vocation à être consulté par le public. Le préfet, en liaison avec l'exploitant, est chargé de faire diffuser l'information et en particulier d'établir des brochures comportant les consignes destinées aux populations. À ce jour, les études de dangers ont été réalisées et examinées par le CTPB pour la quasi-totalité des barrages concernés. Les PPI sont prescrits pour un certain nombre de barrages, mais la phase d'information du public n'a été totalement menée, à ma connaissance, que sur un seul barrage (le barrage de Bimont). On peut donc y voir une certaine frilosité dans la rencontre avec le public sur un risque aussi particulier, caractérisé par une probabilité d'occurrence extrêmement faible mais des conséquences particulièrement dramatiques.

Cependant, l'expérience du PPI du barrage de Bimont, situé à l'amont immédiat d'Aix-en-Provence, a été largement positive et a permis de ramener à un niveau plus raisonnable un certain nombre de peurs parfois infondées au sujet de ce barrage.

### Les risques liés à l'exploitation

Dans un tout autre gamme de probabilité d'occurrence, les risques sont aussi liés à l'exploitation des ouvrages, ainsi qu'est venu cruellement le

rappeler l'accident survenu le 4 décembre 1995 sur le Drac, en aval du barrage de Notre-Dame-de-Commiers, accident qui a fait sept victimes.

La communication de Jean-Yves Delacoux et Pierre Valiron porte sur les mesures qui ont été prises suite à ce drame. Au-delà des premières mesures, EDF s'est engagé dans des actions sur la durée qui sont détaillées dans l'article et qui se traduisent en particulier par des indicateurs de sûreté hydraulique. Mais le plus remarquable est le dialogue qui s'est instauré entre EDF et le milieu associatif, au plan national et au plan local. Ce dialogue, parfois difficile, mais au final fructueux, a permis de rendre plus crédibles les solutions proposées pour améliorer la sécurité et d'entraîner l'adhésion de l'ensemble des acteurs concernés par la rivière. Le milieu associatif reste toutefois vigilant face aux évolutions du secteur électrique et aux conséquences possibles du développement de la concurrence et donc de la contrainte économique. Car, bien sûr, toutes ces actions de concertation et d'information, et ce souci de sécurité d'exploitation, ont un coût.

### Les ouvrages visant à diminuer le risque de crues

Dernier aspect abordé dans cette session, mais qui a suscité le plus grand nombre de contributions, c'est le rôle des barrages et plus largement des ouvrages hydrauliques dans le but de diminuer le risque lié aux crues. Les trois communications sont particulièrement intéressantes, en ce sens qu'elles couvrent toute une gamme de tailles de bassins versants et que cela permet de toucher du doigt la variété des problèmes rencontrés et des solutions proposées.

La communication de Jean-Louis Rizzoli porte sur la régularisation du bassin de la Seine. L'enjeu majeur se situe bien sûr au niveau de l'agglomération parisienne, où les bassins versants de la Seine et de la Marne réunis ont une superficie de plus de 42 000 km<sup>2</sup>. Le coût d'une crue semblable à celle de 1910, dans les conditions actuelles d'aménagement de la Seine, serait d'au moins 9 milliards d'euros sans les quatre barrages réservoirs. Un tel coût, sans commune mesure avec le coût effectif de la crue historique, est bien sûr lié à l'augmentation de la vulnérabilité en un siècle. Les barrages ne permettraient de baisser la ligne d'eau dans Paris que de 60 cm, ce qui évite tout de même la moitié des dommages. Des projets sont à l'étude pour améliorer encore la protection de l'agglo-

mération parisienne. Ces projets ne pourront voir le jour qu'à la condition d'être acceptés par les riverains des zones concernées, ce qui suppose une longue phase de concertation s'appuyant sur un programme équilibré entre diminution de l'aléa et réduction de la vulnérabilité.

Avec la communication d'Arnaud de Bonviller qui porte sur le bassin de l'Oudon, on passe à une taille de bassin versant de 1 500 km<sup>2</sup>. Les enjeux ne sont plus du tout à la même échelle, vu qu'il s'agit de quelques centaines de maisons inondées. Mais la démarche est la même : revue des différentes stratégies possibles, choix d'une solution mixant différents aménagements, identification des meilleurs sites, longues négociations aux différentes étapes de l'étude.

Enfin, avec la communication d'Alain Cassard, on descend encore dans la taille des bassins, vu qu'on s'intéresse ici à des bassins versants de 1 à 20 km<sup>2</sup> en amont immédiat de villages alsaciens. L'objectif est ici de corriger les effets négatifs de certaines pratiques agricoles et d'une urbanisation mal maîtrisée. Malgré leur petite taille, les ouvrages doivent présenter un niveau de sécurité pour toute la gamme jusqu'aux événements rares. La prise en compte des aspects environnementaux apparaît primordiale au cours de la large concertation qui accompagne la genèse de ces projets.

Ces trois communications et plus particulièrement les deux dernières ressortent du concept de « ralentissement dynamique ». À l'opposé de solutions de chenalisation du cours d'eau (voire de couverture), dont on connaît désormais les inconvénients (accélération des écoulements, effets de seuils brutaux en cas de dépassement de capacité, report du problème en aval, sans compter les impacts négatifs sur l'environnement), les aménagements proposés par le concept de ralentissement dynamique visent à ralentir les écoulements et à stocker temporairement

la pointe de crue, sans perturber la dynamique naturelle du cours d'eau.

On y fait appel à toute une gamme de solutions (remblais transversaux de sur-inondation, gestion saisonnière de plans d'eau existants, bassins en dérivation, protections rapprochées...), la solution traditionnelle du barrage écrêteur n'étant que l'une parmi toutes les autres. La progressivité de la protection est ainsi préservée : il n'y a pas de seuil à partir duquel on passe brutalement de la protection totalement efficace au débordement généralisé. Ce qui permet d'entretenir la « culture de la crue », condition nécessaire à l'efficacité des plans de vigilance qui doivent nécessairement accompagner ces aménagements pour en prendre le relais en cas de crue exceptionnelle. Pour plus de détails, je vous renvoie à la lecture du guide, encore sous forme provisoire, que le ministère de l'Écologie vient de publier sur son site internet (MEDD, 2003).

Tout cela ne peut réussir, et les auteurs des trois communications le montrent bien, qu'accompagné d'une large concertation, où l'ensemble des acteurs concernés acquiert le sentiment d'être dans une négociation « gagnant-gagnant », l'effort demandé étant partagé et chacun y trouvant son intérêt. C'est le bassin versant qui est l'unité de lieu de la réflexion et, comme le souligne le rapport de la mission d'inspection générale suite aux crues du Gard, cette réflexion doit porter sur le développement et l'aménagement du territoire à moyen terme.

Cela demande du temps et beaucoup de matière grise et de salive en amont du premier coup de pioche, pour des travaux de génie civil qui, au final, seront souvent relativement modestes. Il va donc falloir s'habituer à ce que le coût des études représente jusqu'à 1/4 du coût des travaux, ce qui nous place bien loin des pourcentages connus sur les aménagements des précédentes décennies. □

### Résumé

Le risque zéro n'existe pas. Voilà désormais le langage de vérité que tient l'ingénieur, langage que le public a souvent encore du mal à comprendre. Après un rappel de la définition du risque et de son application dans le domaine des barrages, le rapport présente les quatre aspects abordés dans les sept communications de cette session :

- l'aléa,
- le scénario extrême, c'est-à-dire la rupture du barrage,
- les risques liés à l'exploitation,
- les ouvrages hydrauliques, visant à diminuer le risque de crues.

Il en ressort que l'information et la négociation sont désormais les clés de cette « culture du risque » qui doit accompagner nos politiques de développement durable.

### Abstract

Risk zero does not exist. That is nowadays the truth language used by the engineer. But, until now, this language is often hard to understand by the public. After a recall of the definition of risk and its use in the dam area, the report presents the seven contributions to this session, dealing with four aspects:

- the alea,
- the extreme scenario, that means dam rupture,
- risks with dam operation,
- hydraulic structures, in the aim of reducing flood risk.

The main conclusion is that information to the public and negotiation are hereafter the keys of this « culture of risk » which must accompany our sustainable development politics.

### Bibliographie

KREUZER, H., 2000, L'utilisation de l'analyse des risques dans le processus de décisions relatif à la sûreté des barrages et à leur gestion, The use of risk analysis to support dam safety decisions and management, *Rapport général de la Question 76*, 20<sup>e</sup> Congrès des grands barrages, Beijing, vol. 1, p. 769-896.

MEDD, Cemagref, 2003, Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations. Aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages, Site internet du MEDD, 105 p. et annexes.

PEYRAS, L., 2003, *Diagnostic et analyse de risques des barrages – Développement de méthodes d'aide à l'expertise*, thèse de doctorat spécialité génie civil, université Blaise Pascal – Clermont II, janvier 2003, 199 p.

VILLEMEUR, A., 1988, *Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels*, Paris, Eyrolles, 1988, 798 p.

Photo – Barrage de Serre-Ponçon (EDF)

