

# De l'influence du risque résiduel sur la qualité de la protection contre les crues

Autor(en): **Jordan, Jean-Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **95 (2003)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939451>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# De l'influence du risque résiduel sur la qualité de la protection contre les crues

■ Jean-Pierre Jordan

## Introduction

La problématique des risques résiduels a pris une importance considérable dans la politique moderne de protection contre les crues. Les risques résiduels constituent en effet une émanation de la «culture du risque» par opposition à la «lutte contre les crues» appliquée exclusivement par le passé. Ce texte a pour but de sensibiliser les lecteurs à l'importance et aux multiples façons de gérer ces risques résiduels.

En Suisse, ce sont les crues exceptionnelles de 1987, dans le canton d'Uri en particulier, qui ont forcé les responsables de la protection contre les crues à réfléchir sur la manière de mieux intégrer ces événements hors normes dans la politique de prévention [1]. Ces événements sont en effet beaucoup plus fréquents que ne laisse supposer une analyse probabiliste d'observations ponctuelles.

Par exemple, l'analyse statistique des observations sur la Reuss a montré que la crue de 1987 avait un temps de retour approximatif de 300 ans. En prenant en considération l'analyse des crues historiques reconstituées à partir de l'analyse des dépôts sédimentaires dans le lac, il a même été constaté que la périodicité d'une telle crue pouvait s'élever à 75 ans. Or, en se basant uniquement sur les données disponibles avant cette crue, un temps de retour de 2000 ans lui aurait été attribuée. Parmi les exemples innombrables de ces événements qui dépassent largement les valeurs généralement admises pour le dimensionnement des ouvrages de protection contre les crues, un des derniers en date en Suisse est celui d'octobre 2000, au cours duquel le canton du Valais a été touché par des précipitations extrêmes. Les statistiques ont montrés que pratiquement toute la rive gauche du Rhône a reçu des hauteurs de précipitations maximales en un ou deux jours dont le temps de retour dépassait largement la valeur centennale, comme l'indique la figure 2 tirée de l'analyse des crues 2000 [2]. Entre ces deux dates, les exemples ne manquent pas en Suisse ou dans le monde pour rappeler que si à l'échelle locale de tels événements sont très rares, ils deviennent beaucoup plus fréquents à l'échelle d'un pays aussi petit que soit le nôtre.



Fig. 1. Plaine de la Reuss UR inondée lors de la crue d'août 1987.

La prévention contre des événements qui dépassent ce qui est communément admis est pourtant une des plus vieilles préoccupations du monde. Un des premiers cadastres d'événements, à notre connaissance, évoque en effet les mesures prises par Noé face au déluge. Nos ancêtres érigeaient leurs maisons dans des zones abritées des dangers naturels. Mais, les nécessités de développement ont peu à peu conduit à faire passer au second plan certaines règles de prudence. Aujourd'hui, notre société prospère, mais très vulnérable, demande plus que jamais que l'on se penche sur la question essentielle des moyens disponibles permettant de limiter les conséquences catastrophiques de crues exceptionnelles. Mais, si le but de se protéger au maximum contre les dangers est

une aspiration légitime, nous n'oublions pas que, en particulier pour des raisons économiques ou environnementales, il n'est aujourd'hui pas envisageable d'imaginer une société sans risques. La deuxième question fondamentale est alors de définir le niveau de risque acceptable.

## Application du risque résiduel

Le risque résiduel est donc défini comme le risque subsistant après la réalisation des mesures de protection, considérées ici sous leur forme restreinte aux mesures traditionnelles de construction. Cette notion intervient à différents stades de l'approche pour la planification des mesures de protection contre les crues, illustrée par le diagramme tiré des directives pour la protection contre les crues [3]:

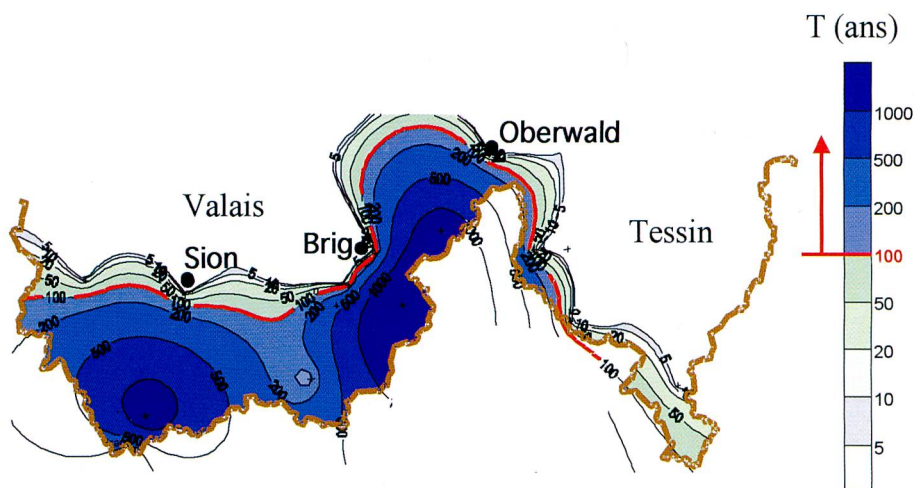


Fig. 2. Temps de retour des précipitations maximales de durée 2 jours lors de l'événement d'octobre 2000 en Valais.



- lors de la reconnaissance des dangers;
- lors de l'optimisation des mesures et enfin
- lors de la mise en place de mesures complémentaires tels que les mesures d'aménagement du territoire et d'interventions d'urgence visant à maintenir ou réduire au maximum le risque résiduel.

La présentation sera donc structurée selon ces différents stades que l'on retrouve dans toute planification de mesures de protection contre les crues. En d'autres termes, nous aborderons donc successivement les thèmes suivants: les bases d'évaluation du risque résiduel, l'acceptation du risque résiduel, en particulier lors de la planification des mesures de construction, et les solutions permettant de réduire ce risque résiduel.

### Les bases d'évaluation du risque résiduel

L'identification du risque résiduel vise, à notre avis, tout d'abord à pallier la perte de mémoire collective. Si pour certains grandes rivières, des inondations relativement régulières rappellent à chacun la nécessité de s'organiser pour vivre avec les dangers, la plupart du temps, la vigilance s'est assoupie d'une part par le fait que les importants travaux effectués lors du dernier siècle nous protègent efficacement contre les crues fréquentes et d'autre part parce que le délai de récurrence d'un

événement catastrophique pour une région dépasse souvent un intervalle de temps de plusieurs centaines d'années, alors que la mémoire de l'homme va rarement au-delà d'une génération. Reconnaître les dangers pour un éventail d'événements le plus large possible constitue donc une nécessité en regard de notre société de plus en plus sensible.

Les recommandations fédérales pour la cartographie des dangers dus aux crues tiennent compte de cette nécessité en introduisant la notion de crue extrême (EHQ): La crue extrême est alors définie comme l'événement très rare qui dépasse les valeurs généralement admises pour le dimensionnement. Le choix de cet événement tient compte de nombreux facteurs, eux-mêmes très variables. Si bien qu'une définition précise, notamment l'attribution d'un temps de retour, n'est pas indispensable, voire appropriée.

La notion de crue extrême doit pouvoir également traduire la multiplicité des processus à l'origine du danger et n'est donc pas exclusivement liée à un débit de pointe. Elle intègre toutes les incertitudes sur les phénomènes naturels. Dans ce sens, la crue extrême est interprétée comme un événement de contrôle de sécurité du dispositif de protection contre les crues par analogie à la pratique dans le domaine de la statique ou

de la géotechnique (charge extraordinaire, charges utiles et additionnelles).

Les incertitudes sont toujours beaucoup plus importantes que le monde de haute technologie dans lequel nous vivons peut nous laisser penser. Même pour un cas a priori simple d'estimation d'un débit de pointe, les causes pouvant être à l'origine d'une estimation erronée sont nombreuses.

Donnons à titre d'indication quelques sources d'incertitudes importantes:

- Le manque d'observations, même dans le cas où des séries de mesures importantes sont à disposition. Al l'exemple de la station hydrométrique du Rhône à Sion, pour laquelle l'intervalle de confiance de l'analyse statistique des valeurs maximales annuelles montre qu'une crue centennale estimée sur la base de la valeur médiane peut très bien correspondre à un événement de temps de retour de seulement 30 ans et que si l'on souhaite tenir compte d'une certaine marge de confiance (intervalle à 80%), il faut retenir un débit qui correspond pratiquement à une crue cinquantennale sur l'ajustement médian (fig. 4).
- Lors d'événements rares, les processus ne correspondent souvent pas à ceux qui sont observés lors d'événements plus fréquents. Nous pensons par exemple au rôle du karst qui une fois, le potentiel de sto-

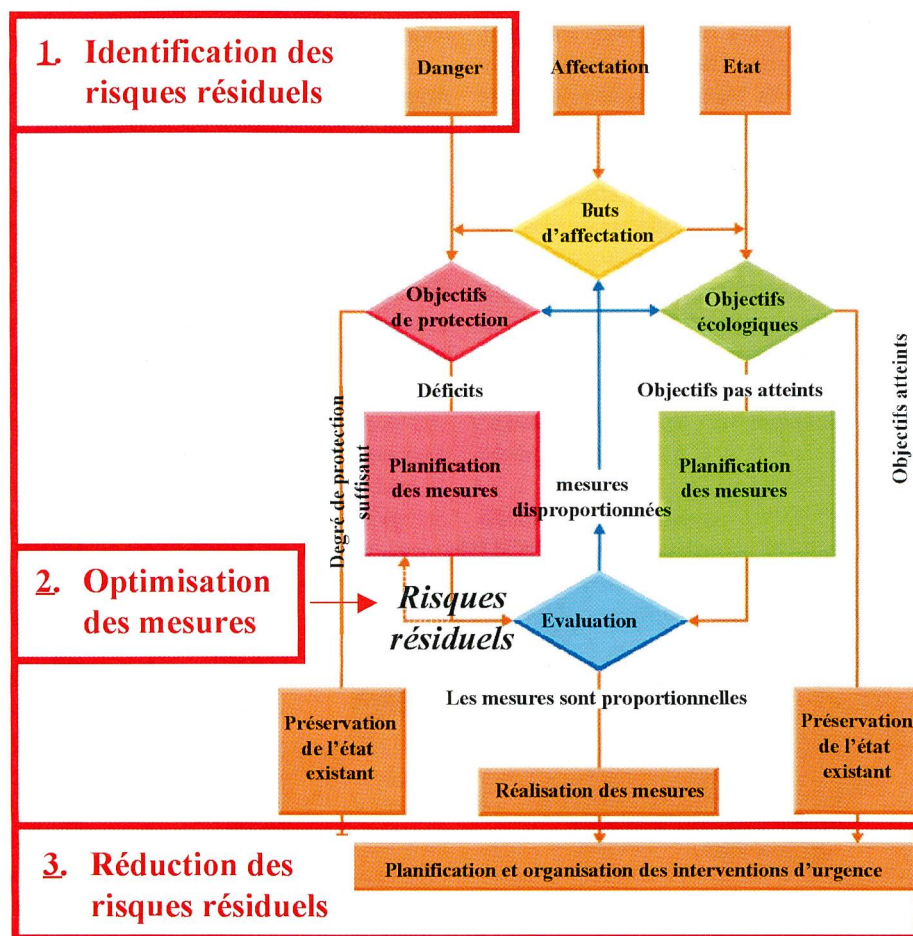


Fig. 3. Les risques résiduels dans la planification des mesures.

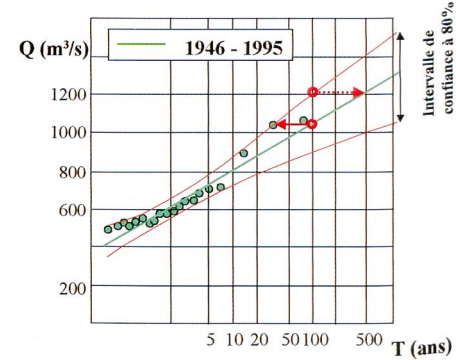


Fig. 4. Ajustement de la série de débits à la station de Sion VS.

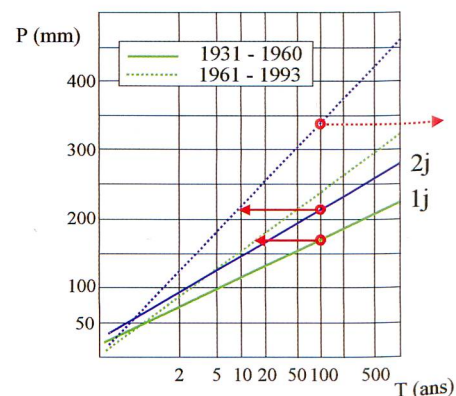


Fig. 5. Ajustement des séries pluviométriques à la station de Binn VS.



ckage épuisé, conduit à une réponse du bassin versant qui peut être totalement différente, avec des crues nettement plus violentes ou aux phénomènes de précipitations sur sol gelé ou enneigé comme lors des événements de Nendaz VS en 1990.

- Enfin, une raison toute particulière d'être attentif à des événements dépassant les crues de dimensionnement normalement choisies a trait aux variations climatiques qu'elles soient naturelles ou anthropiques. A l'exemple de la station pluviométrique de Binn dans le Haut-Valais qui montre des différences très importantes entre les séries observées entre la 1<sup>re</sup> et la 2<sup>e</sup> moitié du siècle dernier. Pour une durée de 1 jour, les précipitations centennales deviennent vingtennales alors que pour une durée de 2 jours les différences sont encore plus marquées (fig. 5).

Ces exemples ont trait à la formation des crues. Pour les torrents, les sources d'incertitudes peuvent encore être plus nombreuses, et elles doivent être prises en compte. Dans ces conditions, il est facile de comprendre que se protéger jusqu'à un certain seuil donné sans se préoccuper de ce qu'il advient en cas de dépassement de ce seuil ne peut constituer une bonne approche de la protection contre les crues.

Pour l'analyse d'un événement extrême EHQ, des événements qui présentent une charge supplémentaire significative pour le système étudié doivent donc être retenus. Dans ce but, l'analyse de la situation: type de bassin versant, données disponibles, processus en jeu, dangers résultants,... est déterminante pour le choix des caractéristiques de cet événement. Les commentaires qui suivent se rapportent uniquement à la détermination du débit de pointe.

Compte tenu des nombreux autres facteurs en jeu, un calcul spécifique de la crue extrême n'est souvent pas nécessaire. Une estimation grossière s'avère en général suffisante. On a alors recours à des valeurs tirées de l'événement centennal. Des facteurs de multiplication de 1,3 à 1,5 fois le  $Q_{100}$  défini sont souvent appliqués. Le gradient entre la crue moyenne annuelle et la crue centennale ( $Q_{100}/Q_{2,33}$ ) issu d'une analyse fréquentielle peut éventuellement fournir des informations complémentaires utiles pour évaluer ce facteur. Les événements de l'été 2002 dans le centre de l'Europe montre toutefois qu'il vaut mieux ne pas sous-estimer ce facteur. Par exemple sur la Kamp à Zwettl en Allemagne, les statistiques montre que le débit de pointe observé est de plus de deux fois le débit centennal estimé.

De ce fait, afin de tenir compte des incertitudes plus importantes dans les petits

bassins versants, des facteurs de sécurité proche de 2 sont raisonnables (en comparaison, pour la sécurité des barrages un facteur de sécurité de 2,25 est exigé).

La crue extrême est la crue de référence pour l'établissement de la carte indicative qui, rappelons-le, permet une vue générale de la situation de danger afin d'identifier les zones de conflits potentiels avec l'occupation du sol. La crue extrême est choisie en raison de l'approche simplifiée adoptée pour l'établissement de ces cartes et de l'importance de disposer d'une vision suffisamment conservatrices des zones menacées.

Au niveau de la carte des dangers, les risques résiduels sont spécifiquement représentés pour la crue extrême par les zones hachurées en jaune.

### Acceptation du risque résiduel

Constatant qu'une sécurité absolue ne peut être atteinte et contraint d'accepter cette réalité, il vaut mieux alors maîtriser les dommages dans une limite raisonnable plutôt que de vouloir lutter à tout prix contre les dangers. Ce principe constitue le fondement de la culture du risque.

L'importance de la prise en compte des risques résiduels dans la planification des mesures peut être suggérée par un exemple théorique se référant à une statistique triviale. Nous partons de l'idée qu'un cours d'eau dispose d'une capacité égale à la crue centennale. La probabilité d'avoir un événement de temps de retour situé entre 50 et 100 ans est la même que celle d'avoir un événement supérieur à 100 ans [ $P(50 < Q < 100) = P(Q > 100) = 0,01$ ]. Deux solutions sont proposées:

1. Des interventions dans le cours d'eau qui permettent d'augmenter le niveau de protection d'une crue cinquantennale à centennale.
2. La préservation et la délimitation de surfaces inondables peu vulnérables permettent de maîtriser les risques résiduels pour tout événement supérieur à un temps de retour de 50 ans.

La deuxième solution est évidemment bien meilleure puisqu'elle permet de couvrir un éventail d'événements qui a pratiquement le double de probabilité de se produire [ $P(Q > 50) = 0,02$ ].

La question des limites d'acceptation du risque doit ainsi aller de paire avec la réflexion sur les moyens de se protéger contre les dangers. Elle recouvre les notions de différenciation de buts de protection et d'optimisation des mesures. Sans pouvoir aborder ce thème dans toute sa complexité, deux exemples vont nous servir à montrer que la limite du risque résiduel peut être fortement variable.

Sachant que le risque résiduel peut être maîtrisé, comme on le verra plus loin, en s'attachant à limiter le potentiel de dommages, de coûteux investissements dans des ouvrages de protection contre les crues pourront parfois être évités. C'est souvent le cas par exemple lorsque les cours d'eau dans des zones urbaines de plaine ont été endigués par le passé en se basant sur des valeurs de débit correspondant à des crues inférieures à la crue centennale. Une augmentation de la capacité conduirait alors souvent à des investissements et à un impact disproportionné.

Le concept de protection de la Reuss dans le canton d'Uri réalisé à la fin du siècle

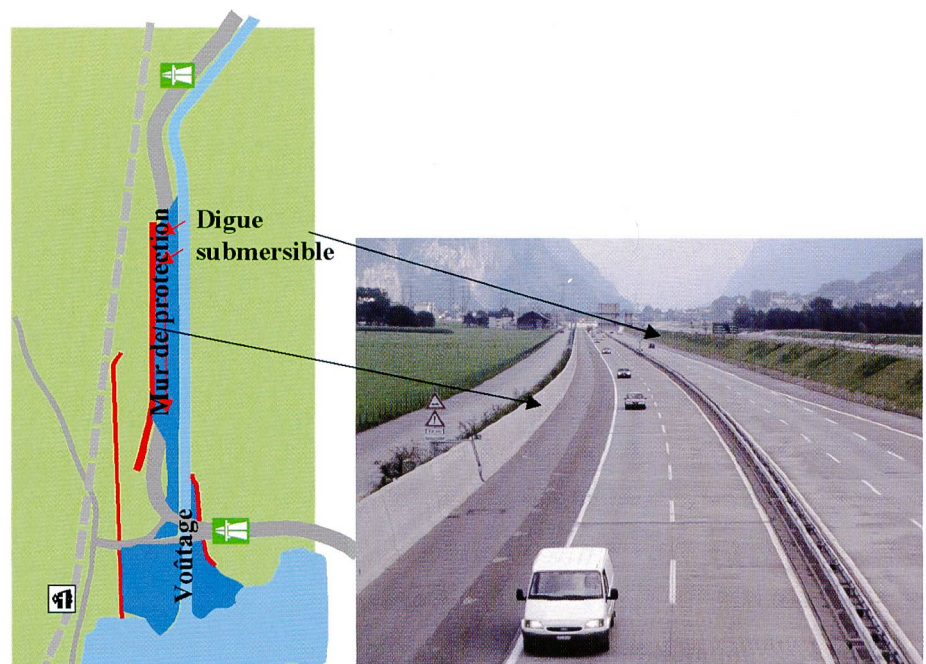
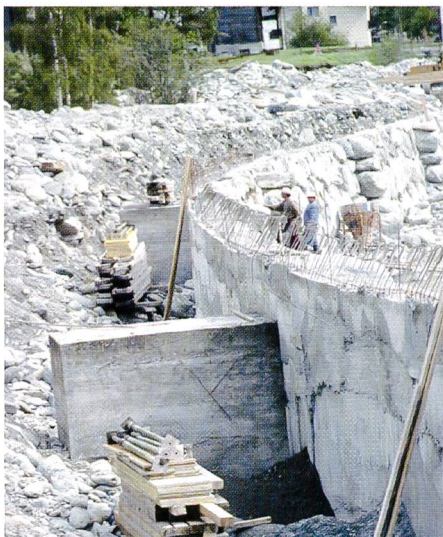


Fig. 6. Concept de protection de la Reuss et situation lors d'une crue d'un temps de retour d'environ 50 ans.





**Fig. 7. Renforts garantissant la stabilité des murs à Saas Almagell lors d'une crue extrême.**

passé a intégré de manière remarquable la possibilité de gérer les risques résiduels au moyens d'interventions prise à l'extérieur du cours d'eau (fig. 6). Porter la capacité du cours d'eau pour pouvoir faire transiter la crue centennale était impossible dans l'emprise actuelle du cours d'eau, en particulier à cause des ponts, et aurait conduit à de très lourds investissements. La solution d'utiliser l'auto-route en tant que lit majeur pour des crues supérieures à une période d'occurrence de 50 ans s'est alors imposée. Cette solution ne pouvait toutefois constituer une alternative valable que si les dommages restaient dans une limite tolérable. Ce qui est le cas en raison des faibles intensités en cas de débordement.

Dans certaines situations pourtant le risque résiduel doit être maintenu au minimum. C'est le cas de la sécurité constructive des ouvrages, en particulier de ceux de la protection contre les crues. Le comportement des ouvrages doit donc être testés en cas de surcharge de l'ouvrage. Il existe de nombreuses raisons qui justifient un tel souci. Nous en mentionnerons quelques-unes:

- La réalisation d'ouvrages de protection contre les crues est coûteuse. Elle ne doit donc pas conduire à une augmentation du potentiel de dommages, comme cela a été le cas par exemple en 1987 où environ le tiers des dommages totaux ont été ceux constatés justement à ces ouvrages de protection. Il s'agit d'un paradoxe regrettable pour des infrastructures dont le but est de diminuer les dommages.
- Les bases de dimensionnement sont toujours sujettes à caution en raison des incertitudes dans les processus, en particulier en hydraulique torrentielle. Les récentes ruptures de rampes en enrochements

(Grande Eau VD, 1999; Rhône à Filet VS, 2000) nous l'ont rappelé. Une étude hydraulique détaillée effectuée suite à l'événement sur la Grande Eau a montré que la morphologie du cours d'eau, avec une légère pente transversale, conduisait localement à des vitesses nettement supérieures à la vitesse moyenne. Le dimensionnement s'étant basé sur un écoulement uniforme, les surcharges importantes ont été une des causes probables de la rupture.

- Le dimensionnement de nouveaux ouvrages ou certaines adaptations de leur structure afin qu'ils résistent à une crue extrême n'entraîne généralement pas des coûts supplémentaires excessifs. Ainsi, dans le cadre du projet de la Viège à Saas Almagell VS, des renforts ont été prévus qui évitent que les murs s'écroulent en cas de submersion (fig. 7).
- En cas de rupture des ouvrages de protection, les intensités dans les zones inondables peuvent être supérieures à celles rencontrées sans ouvrages de protection. Ce phénomène est souvent observé au pied des digues. Dans ce cas, la solution consiste souvent à prévoir certains secteurs où le dommage potentiel est faible pour réaliser des soupapes de sécurité sous la forme de digues submersibles ou fusibles. La suite va donc s'arrêter plus longuement sur les solutions possibles.

### Solutions permettant de réduire le risque résiduel

La palette des mesures possibles pour réduire le risque résiduel est heureusement assez large et aujourd'hui largement sous exploitée. Plutôt que d'agir sur la diminution de dangers, l'effort est plutôt porté sur trois axes:

- par l'utilisation et la préservation des zones de faibles vulnérabilités existantes;
- par la réduction de la vulnérabilité ou du potentiel de dommages;

- par la planification des mesures d'urgence pour diminuer les dommages lors de l'événement.

### Utilisation et préservation des zones de faibles vulnérabilités

L'expression «inonder pour ce protéger contre les inondations» exprime bien le déficit de l'utilisation des zones de faibles vulnérabilités pour stocker et évacuer les crues qu'il n'est pas possible de contenir dans le réseau hydrographique. Le concept de la 3<sup>e</sup> correction du Rhône en Valais intègre cet aspect à très grande échelle. La capacité du Rhône permettra d'évacuer approximativement la crue centennale. Des crues plus fortes ne pouvant être exclues, les inondations devront être contrôlées dans des zones de faible vulnérabilité. Ces zones sont utilisées soit comme zone de stockage, permettant de laminer les crues, soit comme corridor d'évacuation de ces crues.

Afin d'utiliser des zones spécifiques pour la gestion des crues extrêmes, deux conditions principales doivent être remplies:

En premier lieu, il s'agit de pouvoir contrôler l'endroit où l'on souhaite provoquer le débordement. Les ouvrages de dérivation peuvent être de différents types selon le processus. Nous citerons par exemple:

- les digues fusibles ou submersibles, pour revenir à l'exemple précédent de la Reuss;
- les ouvrages de dérivation de laves torrentielles comme celui qui a été réalisé sur le Pissot VD (fig. 8).

Les laves torrentielles qui dépassent la capacité de stockage du dépotier amont, de l'ordre de 20000 m<sup>3</sup>, alors que l'événement historique était de 50000 m<sup>3</sup>, sont dérivées dans une zone de vignoble afin de protéger l'autoroute. Souvent, la dérivation peut simplement consister à surélever une rive par rapport à l'autre. De manière générale, même dans une zone urbanisée, on aura intérêt de



**Fig. 8. Déviateur de lave torrentielle sur le Pissot (Villeneuve VD).**



privilégier une rive par rapport à l'autre, car de manière simplificatrice, lorsque la vulnérabilité est égale de part et d'autre du cours d'eau, les dommages peuvent être réduits de moitié.

La deuxième condition fondamentale pour l'utilisation des zones d'évacuation des crues est la possibilité de confiner les dangers dans un certain espace et ainsi de protéger les zones environnantes plus sensibles. Les arrières digues constituent généralement les solutions les plus simples. Dans les plaines, il est toutefois essentiel de vérifier qu'en cas de submersion prolongée, l'inondation des zones protégées ne se produira pas par remontée de la nappe. Lors de la présence souvent inévitable d'objets isolés, on aura recourt à une protection localisée, par exemple à l'aide de la surélévation du terrain ou en profitant de la topographie pour une protection naturelle. Quelle que soit la solution choisie, la préservation des zones de faible vulnérabilité à long terme est indispensable. Cette préservation n'empêche toutefois pas un certain développement de ces zones, comme tente le démontrer notre prochain chapitre sur les solutions pour réduire la vulnérabilité.

### Réduction de la vulnérabilité

Il existe de très nombreuses solutions simples permettant de réduire la vulnérabilité. Le potentiel de dommages dans les zones de construction peut en effet être fortement diminué sans en changer l'utilisation et en conservant les possibilités d'aménagement.

Parmi les solutions concernant l'adaptation des bâtiments, les solutions possibles sont presque sans limites. Elles vont des solutions visant la protection du bâtiment lui-même par un dimensionnement statique adapté à celles qui s'attachent à l'architecture du bâtiment lui-même en évitant par exemple les ouvertures au rez-de-chaussée ou en planifiant des ouvrages mobiles. Certaines solutions visent également à protéger les objets à l'intérieur du bâtiment lui-même, telles que la fixation des citernes au sol ou au plafond afin d'éviter leur renversement.

Chaque particulier peut alors contribuer à la réduction des risques. A l'exemple de ce propriétaire d'une maison inondée en 1999 dans le Sud-Ouest de la France qui a découvert à cette occasion qu'un trou avait été pratiqué dans le plancher du premier étage, trou fermé par un couvercle. Ce trou avait en fait été réalisé après une inondation en 1940 dans le but d'éviter que le plancher en bois n'explose en raison des surpressions. Avec ce système, en cas de nouvelle grave inondation, il suffisait d'ouvrir le couvercle pour permettre une inondation tranquille de l'étage.

Mais, les études des impacts économiques des inondations mettent en évidence



**Fig. 9. Intervention des pelles mécaniques lors de la catastrophe de Brigue (1993).**

le poids prépondérant des dommages aux entreprises. L'évaluation pour la plaine du Rhône entre Brigue et Martigny a par exemple montré que ces dommages représentaient 3 à 4 milliards de francs environ, soit plus de la moitié des dommages totaux. La priorité reste donc la réduction de la vulnérabilité des entreprises par des études individualisées qui prennent en compte les éléments critiques du fonctionnement de chaque industrie.

### Planification des mesures d'urgence

Il y aura toujours des événements imprévisibles. Face à ces événements exceptionnels, c'est alors la capacité à gérer la crise qui importe avant tout. Cette gestion ne peut s'improviser et il convient de s'y préparer.

Un plan d'action comprend:

- Un système d'alerte et de surveillance: Plus le temps à disposition est grand pour mettre en place le dispositif, meilleure sera la protection. C'est pourquoi, les prévisions sont appelées à jouer un rôle important.
- Des mesures de sauvetage et d'évacuation des biens et des personnes. Dans cette catégorie, on inclura également les interventions visant à sécuriser les ouvrages de protection.
- La préparation de l'infrastructure. La préparation de machines ou matériel, notamment les pelles mécaniques permettant le maintien de la capacité hydraulique, joue souvent un rôle déterminant (fig. 9).
- La mise à disposition des systèmes de communication
- Les protections d'objet par des mesures temporaires.

### Une évolution de la politique à conforter

Il ne peut y avoir de développement durable sans gestion des risques résiduels. Seule cette gestion permet en effet de passer de la lutte contre les dangers à la culture du risque indispensable à notre société dont les récents événements ne cessent de démontrer sont extrême sensibilité. En mettant l'accent sur la

gestion des risques résiduels, il est possible d'agir efficacement au niveau des trois axes du développement durable, d'une part, bien évidemment, au niveau de la sécurité, par la maîtrise d'un très large éventail de crues auquel il faut s'attendre, et d'autre part au niveau économique et environnemental, en privilégiant les mesures d'aménagement du territoire par rapport aux interventions dans les cours d'eau.

La stratégie est mise en place en Suisse depuis quelques années déjà et peut s'appuyer sur des bases légales et des outils méthodologiques solides. Pour que l'efficacité reconnue de telles mesures se fasse concrètement sentir, il est indispensable que les cantons, les communes et les ingénieurs s'impliquent directement en s'engageant dans leur planification à large échelle. Une simple sensibilisation de la population ne peut suffire. Car la gestion des risques résiduels, malgré le caractère évident de certaines solutions, n'est pas une tâche facile qui peut s'appuyer sur des recettes toutes faites. La proposition de solutions efficaces nécessite en effet une parfaite connaissance des processus de dangers, de l'originalité pour proposer des solutions économiques et acceptées par tous et un certain pouvoir de persuasion pour faire prendre conscience aux responsables et à la population qu'une crue centennale est chaque année dépassée en Suisse et que cela n'arrive pas toujours qu'aux autres.

### Bibliographie

- [1] OFEE, 1990. Analyse des causes des crues de l'année 1987. Communication de l'Office fédéral de l'économie des eaux n° 5.
- [2] OFEG, 2002. Analyse de l'événement 2000, rapports de l'OFEG, série Eaux, n° 2.
- [3] OFEG, 2001. Directives protection contre les crues des cours d'eau.

Adresse de l'auteur

Dr Jean-Pierre Jordan, OFEG, case postale, CH-2501 Bienne.