Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 89 (1997)
Heft: 7-8

Artikel: Approche actuelle de la protection contre les crues
Autor: Jordan, Jean-Peter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940189

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Approche actuelle de la protection contre les crues

Jean-Pierre Jordan

Résumé

L'évolution récente sur le front des catastrophes dues aux crues des cours d'eau, mais aussi la situation économique précaire et les conflits permanents entre la nécessité de notre développement et celle de la protection de l'environnement rendent la situation a priori inconfortable pour les gestionnaires des cours d'eau. Pourtant, paradoxalement, le climat actuel dans le domaine de l'aménagement des cours d'eau serait plutôt favorable à une évolution positive de la situation. Une démarche cohérente basée sur des interventions planifiées pour atteindre une sécurité à long terme devrait alors être à même d'inverser la tendance de ces dernières décennies qui montre que malgré des investissements importants dans l'aménagement des cours d'eau, les dommages dus aux crues en Suisse ne semblent pas régresser. La démarche encouragée par l'Office fédéral de l'économie des eaux (OFEE) repose sur quatre éléments essentiels qui sont la prévention, l'identification des processus, la différenciation des buts de protection et le contrôle des risques résiduels.

Introduction

Les responsables de projets d'aménagements, les ingénieurs, les pouvoirs publics ont fréquemment le sentiment d'une augmentation incontrôlée, contraignante et contre-productive, voire rébarbative des exigences légales. En prenant le contre-pied de ce pessimisme, notre objectif est de relever comment il est possible de tirer parti des nouvelles lois pour développer des projets qui tiennent compte de réalités nouvelles.

Pour simplifier, par rapport à la situation qui prévalait encore il y a une ou deux décennies, il est constaté que:

1. Les moyens à disposition des pouvoirs publics ont fortement diminués. On réclame de plus en plus d'économie et le domaine des cours d'eau n'y échappe pas.
2. Alors que les moyens diminuent, les risques augmentent en raison d'un espace vital restreint et d'une utilisation du sol de plus en plus intensive.
3. Cette dernière conduit à une pression toujours plus forte sur l'environnement. Parallèlement, une prise de conscience de la nécessité de protéger cet espace vital en recourant à un développement durable de ses ressources s'est faite jour. La compatibilité de cette protection avec les exigences de sécurité est souvent perçue comme une utopie.

Malgré d'importants investissements consentis pour la protection contre les crues (environ 200 millions de francs par année), les dommages provoqués par ces dernières ne semblent pas vouloir régresser, en prenant pour preuve la statistique des dommages entre 1971 et 1995 (fig. 1).

Nous reviendrons sur une des informations essentielles de la figure 1 qui indique une progression non régulière, puisque sur 24 ans de statistique, plus de la moitié des dommages se sont produits durant trois années catastrophiques.

Malgré ce constat alarmant, diverses raisons nous encouragent à un certain optimisme. En effet, parallèlement à une évolution que l'on qualifiera de défavorable, nos connaissances dans le domaine des cours d'eau ont fait récemment des progrès importants et l'on a su tirer les enseignements des événements récents de 1987 et 1993. Sur le plan technique, la connaissance des processus a augmenté et sur le plan de stratégie d'interventions, nous sommes mieux armés pour fixer à la fois des priorités (priorités dans le type de mesure ou priorité géographique) et des objectifs qui visent à réduire les conséquences catastrophiques de certaines crues exceptionnelles. Cela nous laisse espérer qu'à moyen terme, il sera possible d'inverser la tendance «répétition des événements catastrophiques – augmentation des investissements» par une démarche cohérente basée sur des interventions planifiées pour atteindre une sécurité à long terme. Mentionnons, qu'une approche très similaire est constatée dans les pays voisins, ce qui démontre, s'il en était besoin, le caractère inéluctable de l'évolution. La démarche repose sur quatre éléments essentiels.

L'approche en bref

Le premier atout d'une bonne gestion des risques repose sur une politique de *prévention.* Pour s'en donner les moyens, il est indispensable de posséder une connaissance objective des dangers et des risques (art. 21 de l'OACE). Ceux-ci doivent être appréhendés à une échelle globale: à l'échelle du bassin versant pour la maîtrise des processus et à l'échelle de la région (du canton, du pays) afin de garantir un traitement homogène. Enfin, le meilleur moyen de faire de la prévention est encore d'éviter de créer le risque. L'aménagement du territoire et l'entretien en sont les outils privilégiés et doivent être considérés comme prioritaires (art. 3, al. 1, LACE). Dans les seules zones où il existe déjà une occupation du sol impliquant une valeur à protéger, ou encore dans celles où une modification d'affectation devient absolument indispensable, des mesures constructives de protection peuvent être prises après consultation de tous les intéressés.

Dans le cas où des interventions dans le cours d'eau sont nécessaires, le choix rationnel des solutions dépend fortement de la *connaissance* que l'on aura des processus qui induisent ces mesures. Nous comprenons par là aussi bien la compréhension des processus qui ont conduit aux dommages que l'on souhaite ne pas voir se répéter, que l'extrapolation des événements observés à des fréquences plus rares ou à une échelle géographique plus large. Les effets indirects des mesures et l'évaluation des incertitudes inhérentes à tout phénomène naturel sont également à prendre en compte.

L'étape suivante porte sur la *différenciation des interventions* (art 1, al. 1, LACE). Ces dernières doivent en effet tenir compte d'une part du niveau de protection recherché et d'autre part du respect, autant que possible, des différents intérêts en présence. Le juste compromis entre la sécurité,

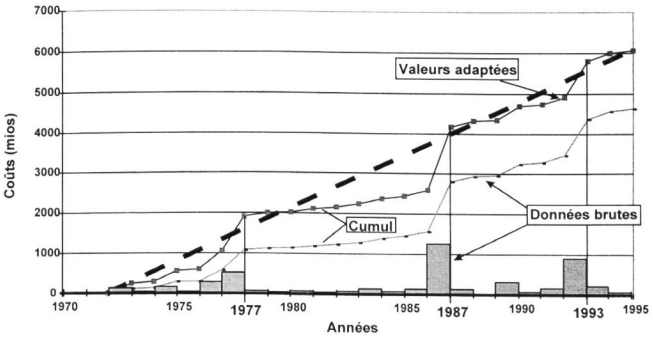

Fig. 1. Estimation des dommages provoqués par les crues et correction des valeurs en fonction du renchérissement (d'après *G. Röthlisberger,* 1972–1995).

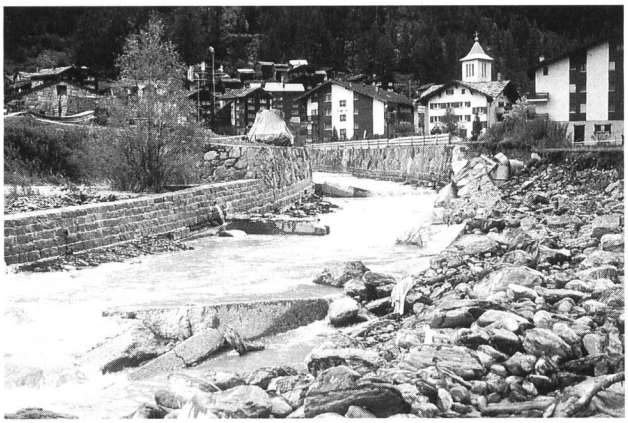

Fig. 2. Dommages aux ouvrages de protection contre les crues après la crue de septembre 1993 sur la Viège à Saas Balen (Valais).

Fig. 3. Anciennes traces de lave torrentielle sur un torrent du Val Ferret (Valais).

son coût et son impact sur les autres domaines doit alors être soigneusement évalué (art. 3, al. 3, LACE). Le concept est alors défini selon une démarche itérative d'optimisation. Le processus itératif fait appel généralement à de nombreuses compétences en raison du caractère multidisciplinaire de l'aménagement de cours d'eau.

Les différentes variantes étudiées doivent respecter un certain nombre de contraintes que l'on aura soin de définir auparavant afin d'éviter une trop grande perte de temps consacré à la recherche de solutions peu réalistes. En outre, le degré d'investigation doit toujours être défini à l'avance en fonction des objectifs et des chances de succès de la variante étudiée, au risque d'épuiser inutilement un budget d'étude.

Le dernier point part du principe que la sécurité absolue n'existe pas et qu'il est donc nécessaire *d'identifier et gérer les risques restants.* Par exemple la destruction d'une digue est souvent beaucoup plus grave que l'épanchement naturel des crues. Trop souvent, il est observé que les investissements dans les cours d'eau se transforment en augmentation des dommages. En 1987, il a été déploré plus de 300 millions de dégâts à des ouvrages dits «de protection», soit près d'un quart des dommages. Cela a également été le cas en 1993, en particulier dans la vallée de Saas comme l'illustre la figure 2. En outre, quelque soit le degré de protection, des dangers demeurent dont il faut tenter de limiter leur impact d'une part en réduisant le potentiel de dommages et d'autre part en planifiant des mesures d'urgence tel que l'intervention des pompiers.

Finalement, la protection contre les crues n'est jamais une affaire définitivement résolue. Les mesures d'entretien et d'aménagement du territoire sont des opérations qui doivent être répétées régulièrement. C'est la raison pour laquelle, la prévention est une affaire sans cesse renouvelée.

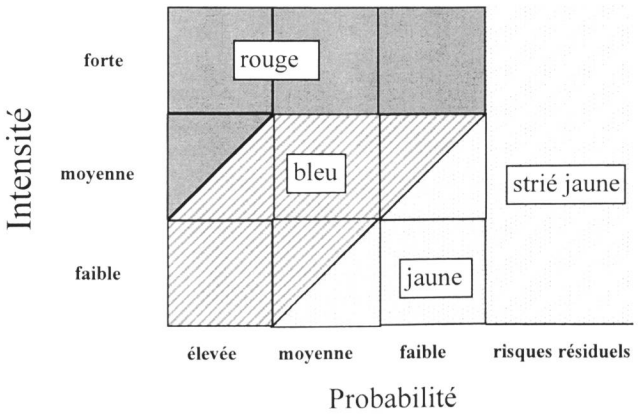

Fig. 4. Diagramme «intensité – probabilité» du degré de danger d'après les recommandations (OFEE, 1997).

Après cet aperçu général de la démarche, nous allons y revenir en définissant deux phases principales successives à l'élaboration d'un projet: 1. Diagnostic de l'état actuel et objectifs. 2. Elaboration d'un concept. La première phase est également valable pour une démarche faite dans le cadre de l'aménagement du territoire et dans le cas où la sécurité est considérée comme suffisante.

Diagnostic de l'état actuel et objectifs

Cette phase est essentielle, car le diagnostic constitue non seulement une base indispensable au développement du concept, mais il faudra en tout temps y recourir pour justifier économiquement les mesures de protection auprès des acteurs sociaux.

Le premier stade consiste à établir la carte des dangers. En raison de sa large utilisation, celle-ci doit être présentée sous une forme compréhensible et unifiée. Dans ce but, des recommandations viennent d'être publiées sous le titre de «Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités liées à l'aménagement du territoire». Elaborées par un groupe de travail interdisciplinaire, elles sont éditées par les Offices fédéraux de l'économie des eaux, de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Les cartes de dangers désignent les types de dangers menaçant une surface donnée du territoire. Elles constituent la synthèse d'observations de terrain (comme pourrait l'illustrer la figure 3 prise dans un secteur alpin dont les traces de laves torrentielles passées sont très nettement visibles et constituent un avertissement), de recherches historiques et d'analyses ou calculs. Deux paramètres pour chaque type de danger sont fixés pour graduer l'importance de la menace: l'intensité et la probabilité. Ils sont reliés dans des degrés de danger selon la figure 4.

Il faut bien se rendre compte qu'une carte de dangers est le résultat d'un jugement d'un spécialiste et ne peut en tant que tel avoir force de loi. La mise en œuvre des aspects contraignants reste du ressort des autorités cantonales et communales.

Dans l'application à l'aménagement du territoire, la zone désignée en rouge correspond essentiellement à une zone d'interdiction. La zone bleue est une zone réglementée, où de sévères dommages peuvent être réduits par des mesures de précaution appropriées. La zone jaune ou striée jaune est une zone indicative.

La répartition en degré de danger est élaborée indépendamment de l'affectation présente du sol. Cela ne suffit donc pas à définir un risque. Dans ce but, le facteur socio-économique doit être pris en compte. Les risques effectifs peuvent alors être définis comme le produit de la probabilité du danger multiplié par le dommage potentiel. Sur cette base, les objectifs de protection sont alors établis (fig. 5).

Si l'on fait l'hypothèse d'un risque constant quel que soit l'objet, la probabilité de l'événement contre lequel nous voudrons nous protéger sera d'autant plus grande que le dommage potentiel sera important. Dans ces conditions, il n'y a aucune raison objective de limiter un niveau de protection à une crue centennale pour certaines installations particulièrement sensibles. En revanche, une trop grande protection de surfaces à utilisation peu intensive, par exemple les surfaces cultivées extensivement, peut avoir des effets très négatifs non seulement d'un point de vue des investissements consentis, mais également du point de vue de la protection des surfaces situées à l'aval.

La figure 6 offre un exemple de différenciation des objectifs de protection développé dans le cadre des projets consécutifs aux crues de 1987 dans le canton d'Uri. Nous remarquons que ce graphique introduit un certain degré de liberté dans le choix du débit de dimensionnement sur lequel nous reviendrons.

Sur le papier, le choix des objectifs de protection, et par conséquent, des critères de dimensionnement, est une décision apparemment assez facile à prendre. Dans un projet, les implications techniques et financières sont toutefois très grandes. C'est pourquoi, il est important que les objectifs de protection soient établis itérativement afin de conserver une marge de manœuvre suffisante. Lors du dimensionnement, une pesée des intérêts en présence est souvent indispensable, afin de respecter, dans l'intérêt général, une certaine proportionnalité des mesures. En fonction des résultats, il est alors toujours possible de revenir par exemple sur l'affectation de certaines surfaces (fig. 5).

Elaboration d'un concept

De nombreuses simplifications doivent être faites lors de la phase de diagnostic afin de parvenir à une représentation compréhensible et utilisable par les pouvoirs publics. Mais, d'un point de vue pratique, cela ne veut pas dire qu'il soit possible de faire l'économie d'une réflexion en profondeur sur les différents processus en jeu et sur les nombreuses incertitudes que recouvre tout modèle perceptuel du système réel. Le degré d'investigation sera bien entendu dépendant de la nature du problème, ou plus précisément du niveau de risque et de la complexité des processus en jeu.

Par exemple, en filigrane aux relations entre un certain objet et son niveau de protection, le concepteur aura soin de prendre en considération une troisième dimension qui serait représentative des différents processus en jeu, de leur intensité ou encore des incertitudes qui leurs sont liés. A ce titre, il est essentiel de prendre conscience des limites de nos estimations, que ce soit pour un débit de projet, lors du calcul hydraulique ou encore de l'évaluation des quantités de charriage, etc.

Identification des processus

Avoir un esprit critique sur les résultats d'une estimation, ne signifie toutefois pas qu'il soit préférable de renoncer à tout calcul. On aurait tort en effet de ne pas profiter du éveloppement important des connaissances de ces récentes années sur les processus naturels et la façon dont ils peuvent être influencés.

Une bonne appréhension des problèmes nécessite d'une part de disposer des bases suffisantes et d'autre part de mettre en œuvre des méthodes appropriées. Données de base et méthodologie vont bien entendu dépendre du type de danger rencontré.

Les dangers provoqués par les inondations dépendent essentiellement de deux paramètres, soit la profondeur de l'eau et sa vitesse. La durée de submersion, ou l'époque où elle se produit, sont encore des critères importants pour le domaine agricole. La reconnaissance des zones inondables est probablement une des principales difficultés dans la protection contre les crues. Mais au vu de l'importance d'une bonne gestion de ces zones, c'est également un des défis majeurs.

Les caractéristiques d'une inondation peuvent être obtenues au moyen de simulations bi-dimensionnelles de l'écoulement dans les zones inondables. Les applications récentes se multiplient en Suisse (cantons de Vaud et Nidwald par ex.). Les résultats des modèles dépendent fortement de la précision des levés topographiques et notamment de la définition des lignes de cassure. En région de plaine, la précision altimétrique doit approcher les ± 10 cm. A ce titre le modèle numérique d'altitude de maille 25 mètres disponible au Service topographique fédéral peut parfois être utilisé pour une première estimation, mais il doit être complété par des levés de terrain. Couplé à la cartographie des inondations, une représentation de l'occupa-

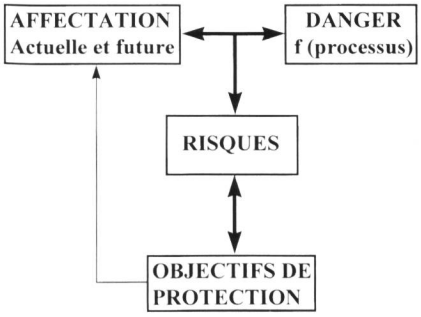

Fig. 5. Etablissement du diagnostic de l'état actuel et objectifs.

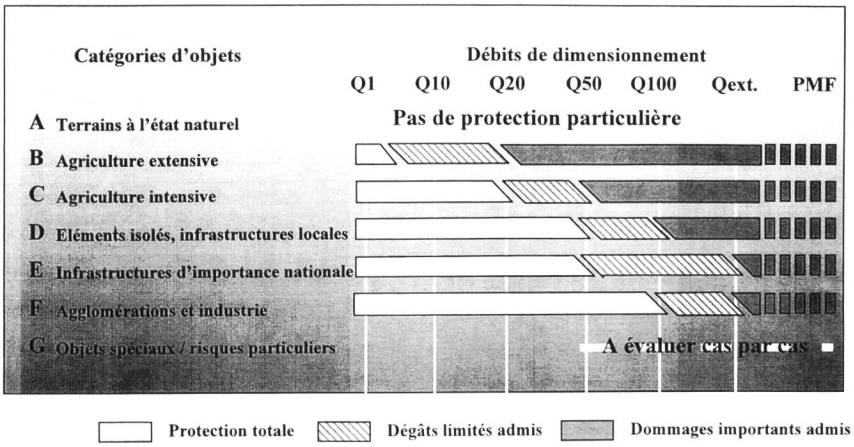

Fig. 6. Recommandations pour le choix des crues de dimensionnement dans le cadre de la protection contre les crues.

tion du sol sous forme de SIG facilitera l'évaluation des dommages potentiels et, indirectement, la qualification de la rentabilité d'un ouvrage.

L'eau peut éroder, transporter et déposer de grandes quantités de matériaux solides. De ce fait, un cours d'eau est rarement stable, même après correction systématique. Une attention particulière doit alors être apportée à comprendre les mécanismes conduisant à l'équilibre dynamique naturel du cours d'eau. En effet, même si la dynamique a fortement été restreinte par des ouvrages, ce caractère a de fâcheuses tendances à reprendre le dessus lors d'événements rares (fig. 2).

La question du charriage est souvent omise dans les projets. Pourtant, une intervention dans le cours d'eau, même locale, peut conduire à un déséquilibre du système au niveau du transport solide qui conduit alors fréquemment, soit à une érosion du fond du lit menaçant les rives et les constructions qui s'y trouvent, soit à un alluvionnement important diminuant fortement la capacité du cours d'eau. Ici également, les progrès scientifiques et les facilités dues à l'informatique permettent relativement facilement une modélisation des processus. Un modèle mono-dimensionnel suffit généralement. Ceux à disposition reprennent les formules bien connues de la littérature comme celle de *Meyer-Peter* dans les cours d'eau à faible pente ou de *Smart* et *Jäggi* pour les torrents.

La gestion du transport solide ou la maîtrise des laves torrentielles exigent enfin une meilleure connaissance des apports amont. Dans ce but, une méthodologie a été développée (GHO, 1997) qui devrait grandement faciliter le travail de l'ingénieur tout en garantissant une certaine homogénéité à l'échelle du pays.

Planification des mesures et risques résiduels

Le concept général devra donc viser à réduire le risque au maximum, à l'échelle globale du bassin et en prenant en considération tous les processus. Les solutions sont rarement uniques et dans l'évaluation de l'éventail des mesures possibles, auquel on aura soin d'intégrer la variante zéro, un processus itératif doit être mené afin de ne pas s'éloigner d'un optimum basé sur différents critères (fig. 7).

A part la fonction d'acheminer les crues, on ne saurait oublier, en effet, que le cours d'eau doit également remplir d'autres rôles essentiels qui sont liés à l'usage économique de l'eau (auto-épuration, ressources en eau, richesses piscicoles ou faunistiques et loisirs) ou à sa valeur marquante dans le paysage. Dans ce cadre, la pesée des intérêts, parfois contradictoires, est une opération fondamentale.

La différenciation des niveaux de protection souhaités permet une beaucoup plus grande souplesse dans les interventions et facilite ainsi la prise en compte de différents intérêts liés aux multiples fonctions du cours d'eau. Sur le plan de la lutte contre les crues, une des conséquences directes de cette différenciation est une meilleure gestion du risque lorsque la crue dépasse celles de dimensionnement.

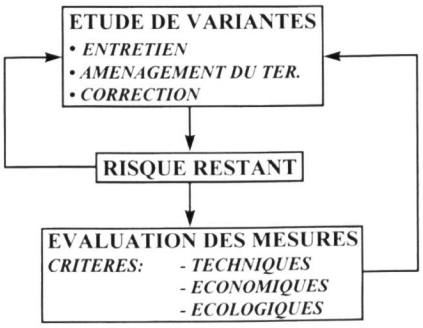

Fig. 7. Analyse de variantes.

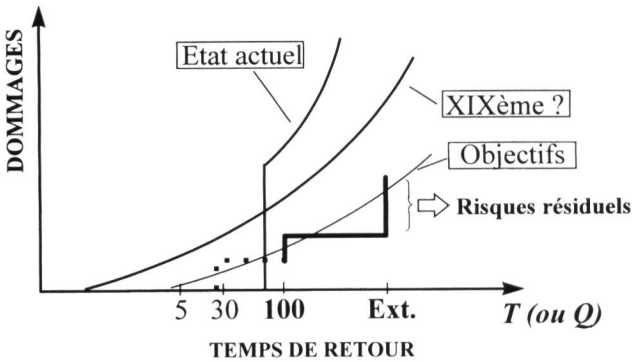

Fig. 8. Interventions différenciées selon les buts de protections et risques résiduels (d'après *Jäggi,* 1992).

Le cours d'eau aménagé et ses environs ont un comportement qui se rapproche alors d'un cours d'eau naturel pour lequel il n'y a pas brusque rupture du système et augmentation incontrôlée du risque (fig. 8). Il est à ce sujet intéressant de relever que si l'endiguement constitue une bonne protection contre les crues rares, il ne protège pas contre les crues exceptionnelles et peut, au contraire, aggraver les dommages. L'intensité d'un phénomène d'inondation suite à une rupture de digue est en général beaucoup plus forte qu'un épanchement de l'eau par dessus une rive.

Une sécurité absolue ne peut jamais être garantie. En outre, il est patent que les calculs hydrologiques sont entachés d'incertitudes et sont donc à interpréter avec précaution. Un examen attentif des conséquences d'une crue simulée, supérieure à celle choisie pour le dimensionnement des installations, donne des renseignements sur les risques résiduels, c'est-à-dire sur les dégâts encore à craindre après l'exécution des mesures.

Une telle analyse rend possible l'identification des points faibles dans le concept de protection proposé, met en évidence les surfaces qui risquent encore d'être inondées et, par conséquent, les objets menacés. Les résultats de cet examen peuvent servir de base à un concept de catastrophe pour les services du feu ou autres organismes d'intervention. Le plus souvent, il est possible de limiter efficacement le risque résiduel par des mesures peu coûteuses et d'élever la sécurité des ouvrages de protection contre les crues (par ex. par des dispositifs mobiles de protection contre les crues, par des adaptations du terrain, par le maintien libre de surfaces inondables, par des constructions dotées de fondations suffisantes, etc.).

Ainsi, à long terme, il devrait être possible de réduire de manière significative les dommages lors des crues exceptionnelles qui, nous l'avons vu au début de cet article, sont déterminantes dans la statistique des dégâts provoqués par les crues en Suisse.

Conditions pour une application généralisée de la méthode

La démarche proposée a une validité générale dans le domaine de la protection contre les crues, quelque soit le cours d'eau et le type de problème rencontré. La recherche d'une solution optimale s'en trouve facilitée et il devient beaucoup plus aisé de défendre nos choix auprès des intéressés. L'approche s'applique également dans des cas simples. Il faut, dans ce cas, la concevoir comme un fil rouge dans la réflexion en adaptant le degré d'approfondissement de l'analyse aux problèmes rencontrés et aux buts recherchés. Elle ne prétend cependant pas résoudre tous les problèmes rencontrés et le concepteur doit faire preuve

d'une certaine souplesse dans son application, afin de faire face à des situations particulières.

Le recours à une telle approche ne suffit en outre pas à garantir l'application de solutions performantes. Parmi les conditions supplémentaires qui doivent être réunies, nous citerons deux cas:

Coordination entre les projets
Les projets d'amélioration foncière, d'assainissement des eaux, de routes, par exemple, ont leurs propres procédures et la synchronisation entre ces projets est parfois difficile. Il faut pourtant éviter absolument que des nouveaux projets: équipements ruraux, canalisations, ponts, ne viennent créer des contraintes irrémédiables du point de vue de la protection contre les crues, notamment en terme d'espace nécessaire. La coordination entre les services devient alors une tâche primordiale.

Mesures anticipées
La nécessité d'un projet d'aménagement de cours d'eau survient très souvent après un événement ayant occasionné des dommages ou, tout au moins, ayant mis en évidence des lacunes importantes dans la protection. Après la crue, le déficit de protection apparaît parfois comme très important et des mesures doivent être prises sans que l'on puisse s'appuyer sur un projet finement mûri. Une action rapide permettra alors de diminuer en un minimum de temps un maximum de risques (fig. 9).

Mais dans ce cas quelques règles importantes doivent être respectées:
- Lorsque différents intérêts sont en présence et que le temps manque pour en faire la pesée, des solutions provisoires, économiques et faciles à réaliser sont à préférer.
- Les mesures ne devraient pas porter préjudice à la solution définitive issue d'un projet optimisé.
- Le maximum d'espace doit être réservé au cours d'eau et de nouveaux rétrécissements doivent en tous les cas être évités. Ainsi, une grande souplesse sera conservée pour le projet définitif.
- Des solutions définitives pourront être réalisées uniquement là où les problèmes et les conditions d'exécutions sont clairement définis et n'offrent pas d'autres alternatives.
- Lorsque des ouvrages de protection ont été détruits, on examinera, en fonction des causes de leur destruction, si leur rétablissement a un sens.
- La priorité sera donnée aux mesures qui permettent le gain le plus important en sécurité.

Conclusions

Les exigences d'une gestion à long terme de l'espace vital et de la ressource en eau peuvent parfois aller à l'encontre de nos pratiques d'ingénieur. S'il ne s'agit pas de retourner à certaines pratiques reposant sur une conception ancestrale de la nature, il faut se donner les moyens de préserver ou reconstituer dans la mesure du possible les différentes fonctions du cours d'eau, en acceptant parfois une certaine réversibilité des aménagements qui n'ont plus de raison d'être. Ces objectifs ne sont pas forcément antagonistes au intérêts de la protection contre les crues. Au contraire, en mettant dans ce cas la priorité sur la lutte contre les crues exceptionnelles qui, nous l'avons vu sont les plus coûteuses pour notre société, la préservation d'un espace suffisant pour acheminer ou laminer ces crues devient essentielle. C'est la formule en apparence paradoxale qui

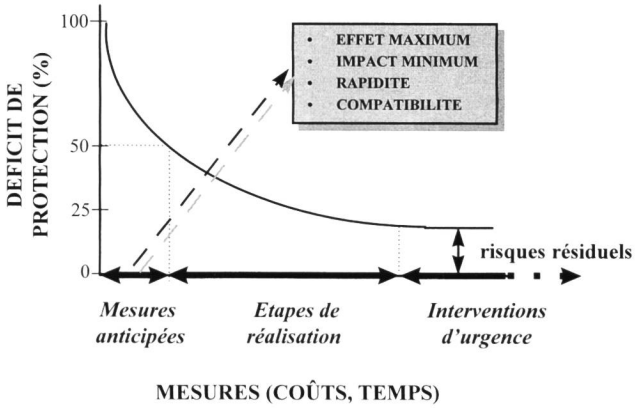

Fig. 9. Schéma général des différentes étapes de réalisation d'un projet de protection contre les crues.

veut que c'est en inondant que l'on se protège des inondations. Ces surfaces laissées disponibles peuvent alors également être utilisées au bénéfice de la nature.

Que l'on se comprenne bien toutefois. Des interventions plus lourdes dans les cours d'eau seront toujours nécessaires. Elles doivent pourtant être réservées aux secteurs où les dangers ou les buts de protection les justifient. C'est la seule politique à long terme valable respectueuse des réalités technique, économique et environnementale actuelles.

Cette stratégie, pour qu'elle puisse être mise en place, exige en contrepartie une approche plus scientifique des problèmes. Elle demande l'acquisition des bases nécessaires et une meilleure connaissance du fonctionnement d'un système complexe. La formation d'ingénieurs spécialisés et une collaboration multidisciplinaire devient alors indispensable.

Bibliographie

GHO, Groupe de travail pour l'hydrologie opérationnelle (1996): Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Handbuch. Communication no 4.

Jäggi, M. N. R. (1992): Das Grenzwertdilemma bei der Dimensionierung im Flussbau. wasser, energie, luft, 84. Jahrgang, 1992 Heft 11/12, 328–331.

Kienholz, H., Krummenacher, B. (1995): Légende modulable pour la cartographie des phénomènes. Recommandations. Communication de l'Office fédéral de l'économie des eaux no 7.

Röthlisberger, G. (1996). Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 1995. wasser, energie, luft, 88. Jahrgang, 1996 Heft 1/2, 13–22 (et autres numéros de la même revue; de 1972–1987: *Zeller, J.* et *Röthlisberger, G.).*

Richtlinie für den Hochwasserschutz vom 9. Juni 1992, Kanton Uri.

Loi fédérale du 21 juin 1991 sur l'aménagement des cours d'eau (LACE, RS 721.100).

Ordonnance du 2 novembre 1994 sur l'aménagement des cours d'eau (OACE, RS 721.100.1).

Analyse des causes des crues de l'année 1987 (1991). Rapport final. Office fédéral de l'économie des eaux, communication no 5.

Exigences posées à la protection contre les crues '95. Office fédéral de l'économie des eaux, communication no 7.

Prise en compte des dangers dus aux crues dans les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire. Recommandations, (1997). Office fédéral de l'économie des eaux.

Adresse de l'auteur: Dr. *Jean-Pierre Jordan,* Office fédéral de l'économie des eaux, case postale, CH-2501 Bienne.

Conférence lors du séminaire de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux à Grangeneuve FR du 21 novembre 1996: Protection contre les crues – objectifs et contraintes.