



Protection contre les crues des cours d'eau

Wegleitungen des BWG – Directives de l'OFEG – Direttive dell'UFAEG
Berne, 2001



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**
Federal Office for Water and Geology **FOWG**

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation
Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti,
dell'energia e delle comunicazioni

Protection contre les crues des cours d'eau

Wegleitungen des BWG – Directives de l'OFEG – Direttive dell'UFAEG
Berne, 2001

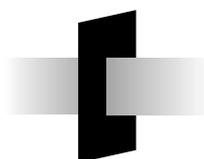
En collaboration avec:

Office fédéral du développement du territoire OFDT

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP

Office fédéral de l'agriculture OFAG

N° de commande: 804.801f OCFIM, 3003 Berne, www.admin.ch/edmoz



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**
Federal Office for Water and Geology **FOWG**



2 **Editeur**
Office fédéral des eaux et de la géologie OFEG
20, rue du Débarcadère
Case postale
2501 Bienne

Groupe de rédaction
Hans Peter Willi (OFEG)
Jean-Pierre Jordan (OFEG)
Ulrich Roth (Sigmaplan SA, Berne)
Bernhard Frei (Bureau d'avocats Keller-
Messmer-Frei-Degiorgi, Berne)

Conception et réalisation
Bureau Felix Frank, Berne

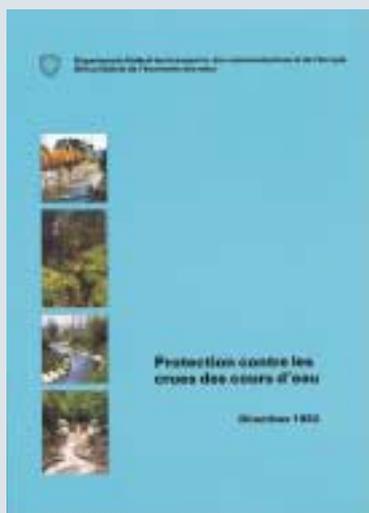
Citation
Office fédéral des eaux et de la géologie:
Protection contre les crues des cours d'eau,
Directives 2001 (Bienne 2001, 72 p.)

© OFEG, Bienne 2001



Table des matières

Stratégie		3
• Où nous trouvons-nous?	7	
• Que voulons-nous?	8	
• Principes pour la protection contre les crues	9	
• Comment pouvons-nous remplir ces exigences?	10	
Marche à suivre		
• Reconnaître les besoins d'action	13	
• Evaluation de la situation de danger et du potentiel de dommages	14	
• Juger de l'état des cours d'eau	15	
• Définir les objectifs de protection	16	
• Déterminer l'espace nécessaire	18	
• Définir les besoins d'action	20	
Procédures		
• Compétences	23	
• Normes juridiques	24	
• Conditions-cadres	26	
• Subventions de la Confédération	27	
• Procédure ordinaire	28	
• Procédure accélérée	30	
• Participation	32	
• Résolution des conflits	33	
Etudes du projet		
• Déroulement de l'étude	35	
• Situation dans le bassin versant	36	
• Incertitudes dans les données de base	38	
• Examen des questions hydrauliques	40	
• Types de danger et facteurs d'influence	42	
• Evaluation des dangers	44	
• Représentation des dangers	46	
Mesures		
• Ordre hiérarchique	49	
• Entretien rationnel	50	
• Aspects forestiers	52	
• Zones alluviales	53	
• Mesures d'aménagement du territoire	54	
• Espaces libres	56	
• Protection d'objets	57	
• Les ouvrages de protection	58	
• Méthodes de construction	60	
• Plan d'urgence	62	
• Organisation en cas d'urgence	63	
Annexes		
• Glossaire	65	
• Check-lists	68	
• Contact	72	



La première édition des directives «Protection contre les crues des cours d'eau» a été publiée en 1982. Depuis les normes juridiques et les connaissances techniques ont notablement évolué. Pourtant, en 1982 déjà, le Conseiller fédéral Léon Schlumpf écrivait dans l'avant-propos que «les interventions visant à protéger contre les crues doivent toujours plus tenir compte des autres fonctions que remplit un cours d'eau dans la nature. Les rivières et les ruisseaux, par leur végétation, modèlent le paysage, l'enrichissent et le diversifient. Ils constituent l'espace vital d'une faune et d'une flore variées; leur état naturel en fait des zones de détente appréciées.»



Les intempéries dévastatrices de 1987 ne sont pas restées ancrées seulement dans les mémoires des personnes qui ont été directement touchées. L'année 1987 est aussi devenue une année charnière pour le développement d'une nouvelle approche concernant la protection contre les crues: l'analyse des événements d'alors apporta des connaissances cruciales qui se sont ensuite répercutées sur les bases légales liées à ce domaine.

Avant-propos

La stratégie 2000 du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) est axée sur le **principe du développement durable**. Il s'ensuit les objectifs suivants:

- protéger et préserver les **ressources naturelles** (aspect écologique);
- dans l'intérêt de la population et de l'économie, offrir des prestations attrayantes dans les domaines des transports, de l'énergie, de l'**eau**, de la poste, des télécommunications et des médias électroniques. Dans la mesure du possible, cette offre doit être rentable afin de ne pas représenter une charge trop lourde pour l'Etat et l'économie (aspect économique);
- garantir à tous les groupes de population et dans toutes les régions les mêmes conditions d'accès aux ressources naturelles et aux services publics; assurer la **protection des personnes contre les dangers** et contre les atteintes à la santé (aspect social).

Bases

La protection contre les crues joue un rôle important pour le développement durable. Une protection appropriée contre les crues était, est et restera une condition fondamentale pour une société prospère. Grâce à la promulgation de la loi fédérale sur la police des eaux en 1877, les conditions requises ont été créées pour que la Confédération puisse apporter son soutien financier aux cantons et aux communes dans l'accomplissement de cette tâche.

La nouvelle **loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau** (LACE) de 1991 fournit par la suite une bonne base en s'appuyant en particulier sur les notions

d'analyse des dangers, de différenciation des objectifs de protection, d'entretien, de planification rationnelle de mesures et de délimitation des risques résiduels (plan d'urgence). L'**ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau** (OACE), sous une forme complétée depuis 1999, a permis de conforter cet avantage.

Exigences accrues

Les corrections de ruisseaux et de rivières ont contribué par le passé de manière décisive à ce qu'une grande partie du territoire suisse ait pu se développer économiquement. Récemment, la politique en matière de protection contre les crues a cependant pris une nouvelle direction. Après les événements de 1987, en particulier, on a abouti au constat qu'une sécurité absolue face aux crues n'existait pas. Ces crues ont alors conduit à un **réexamen** de la protection contre les crues. Le développement est durable à condition que l'utilisation de l'espace aspire à la prise en compte des dangers naturels et à la minimisation des impacts.

Cela n'est envisageable que si les cours d'eau disposent de suffisamment d'espace pour assurer leurs multiples fonctions. La limitation des dommages lors d'événements extrêmes implique que nous examinions cette question. Les résultats doivent être pris en compte dans la planification de mesures d'urgence et dans les plans directeurs et d'affectation.

Une protection adéquate contre les crues ne tient cependant pas seulement compte des soucis de protection. Les autres aspects du développement durable doivent également être abordés. C'est la raison pour laquelle les préoccupations environ-

nementales et économiques doivent pouvoir être intégrées suffisamment tôt dans la planification.

Les présentes directives se veulent une **aide de travail** et devraient contribuer à apporter des solutions à des tâches complexes. Elles ont été conçues de manière à ce que les principes gardent leur validité pendant longtemps. Nous espérons que les attentes des lectrices et lecteurs d'aujourd'hui et de demain seront satisfaites.

L'intention de ces directives n'est pas de propager des solutions standardisées. Elles se veulent bien plus un appui aux autorités qui accompagnent un projet d'aménagement de cours d'eau, aux communes qui veulent se développer et aux praticiens, afin qu'ils puissent se poser les **bonnes questions**. Elles s'adressent également aux propriétaires et aux assureurs qui peuvent fortement contribuer à la réduction du potentiel de dommages. Ainsi, la protection contre les crues devrait être abordée de manière à toucher tous les intéressés.

Christian Furrer

Directeur de l'Office fédéral des eaux et de la géologie OFEG*

* l'ancien Office fédéral de l'économie des eaux



Stratégie



Les ruisseaux et les rivières ne sont pas seulement de simples évacuateurs de crues. Environ 340 jours par an, ils remplissent d'autres fonctions qui doivent également être prises en compte dans le cadre de l'aménagement des cours d'eau.

Danger: Condition, circonstance ou processus dont peut résulter un dommage pour l'homme, l'environnement ou les biens.

Risque: Grandeur et probabilité d'occurrence d'un dommage possible.

Risque résiduel: Risque subsistant après la réalisation des mesures de protection.

Où nous trouvons-nous?

Les innombrables corrections de torrents et de rivières entreprises par le passé accompagnées des mesures de construction ont permis d'améliorer de manière considérable la protection contre les crues et ont contribué de manière décisive au développement économique de l'ensemble de la Suisse.

Toutefois, malgré des décennies d'effort et de lourds investissements, une protection absolue contre les crues ne peut être atteinte. Et ce n'est pas seulement les événements majeurs de 1987, 1993, 1999 et 2000 qui ont révélés brutalement ce fait. Tous les événements de moindre ampleur de ces dernières années font la démonstration que les conséquences d'événements naturels exceptionnels ne se laissent qu'en partie seulement influencer par les mesures de protection structurelles.

Besoins d'action

Si l'on veut éviter l'augmentation continue des dommages causés par les crues, un effort accru doit être porté sur la diminution du potentiel de dommages. Les besoins d'action sont à ce titre nombreux, les causes étant souvent:

- La construction fréquente, par le passé, dans les territoires dangereux (en particulier dans les zones inondables) entraînant dans ces secteurs une augmentation des dégâts dus aux crues.
- Dans des lits rétrécis et canalisés, l'écoulement est accéléré, entraînant une recrudescence des pointes de crues dans le cours inférieur du cours d'eau.
- Lors d'événements extrêmes, une quantité généralement insuffisante de zones de rétention ou d'évacuation de crues est disponible.

- Les travaux de maintenance et d'entretien des cours d'eau sont négligés en maints endroits. Cela peut entraîner une modification brutale de la situation de danger et mettre de nouveaux territoires en danger.

- La situation de danger peut s'aggraver en raison d'influences extérieures (par exemple dû au changement climatique global).

Perte de diversités

Outre les aspects de sécurité, il est également constaté que les cours d'eau ont trop souvent été contenus dans des canaux d'évacuation des eaux, très pauvres écologiquement et qui ne peuvent plus remplir leurs multiples fonctions:

- Des lits de cours d'eau appauvris, façonnés géométriquement induisent des structures de paysage monotones.
- Une exploitation des terrains jusqu'au bord du cours d'eau laisse peu de latitude à ce dernier pour des variations naturelles et dynamiques.

Nouvelle orientation

La volonté de résoudre ces problèmes a conduit à créer une nouvelle orientation conceptuelle dans le domaine de la protection contre les crues. Les catastrophes causées par les intempéries de 1987 et l'**analyse des causes des crues** qui s'en est suivie ont donné l'impulsion nécessaire à une remise en cause fondamentale de la protection contre les crues et permettent le développement d'une nouvelle stratégie. La sécurité absolue ne peut être atteinte. Il ne s'agit néanmoins pas d'une question économique liée aux moyens publics limités. Les valeurs menacées ont tellement

augmenté qu'aujourd'hui, il n'est plus possible de parler uniquement de défense contre les dangers, mais plus exactement d'acceptation raisonnable de risques connus: que peut-il se passer et où?

Cadre juridique

Toutes ces nouvelles connaissances ont influencé les bases légales. La **loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau** (LACE) entre en force le 1^{er} janvier 1993. Elle donne une base stratégique globale en se reposant sur l'analyse des dangers, la différenciation des buts de protection, l'entretien, la planification appropriée du territoire et la limitation des risques résiduels (interventions d'urgence).

Une autre pierre essentielle à l'édifice est l'**ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau** (OACE) promulguée en 1994 et complétée en 1999. Selon cette ordonnance, les cantons doivent délimiter non seulement les territoires dangereux, mais aussi l'espace nécessaire aux cours d'eau requis, tant pour garantir la protection contre les crues que pour assurer les fonctions écologiques des cours d'eau. Concrètement, cela signifie que les surfaces correspondantes doivent être intégrées dans les plans directeurs et les plans d'affectation des cantons et des communes, et qu'elles doivent être prises en compte dans le cadre des activités ayant un effet sur l'organisation du territoire.

• Stratégie
Marche à suivre
Procédures
Etudes du projet
Mesures
Annexes

Que voulons-nous?

8 Une protection contre les crues actualisée ne se limite pas à entretenir ou à parfaire les corrections entreprises par le passé sur les torrents et les rivières. Un grand effort doit être accompli pour que la protection contre les crues soit intégrée dans la planification et la coordination de **toutes les activités** ayant un effet sur l'organisation du territoire.

Il faut alors que toutes les prétentions légitimes de l'ensemble des domaines concernés soient connues, notamment celles de la protection des eaux, de la pêche, de l'économie forestière, de l'agriculture ou de la protection du paysage, ou encore de l'alimentation en eau et de l'énergie hydroélectrique.

La protection contre les crues devant satisfaire de nombreuses demandes, les moyens mis en œuvre pour les satisfaire peuvent générer des conflits d'intérêts. Pour trouver des solutions acceptables, la protection contre les crues a un certain nombre d'exigences à remplir: premièrement, **l'espace vital et économique** doit être protégé de manière appropriée. Deuxièmement, une **prévention** globale doit éviter que le montant des dégâts ne continue de croître. Troisièmement, la façon d'appréhender les **incertitudes** liées aux processus naturels doit être améliorée et ces incertitudes prises en considération lors de l'élaboration des concepts de protection contre les crues. Quatrièmement,

les cours d'eau doivent être respectés en tant qu'élément essentiel et de liaison de la **nature et du paysage**.

Processus continu

La loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) et l'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau (OACE) donnent une priorité claire à la façon dont ces exigences peuvent être satisfaites: la protection contre les crues doit être réalisée avec un **minimum d'atteintes** aux cours d'eau, et une grande importance doit être accordée à la **prévention**. Cependant, malgré toutes les mesures préventives, un **plan d'urgence** approprié et une **organisation en cas d'urgence** restent incontournables.

De **nombreux principes** de protection contre les crues découlant de ces exigences peuvent être énoncés (voir page 9). Une protection contre les crues durable ne peut toutefois être atteinte que si ces principes sont transposés dans la **pratique**. La volonté de collaborer et l'aptitude à trouver des consensus entre toutes les personnes concernées sont des conditions indispensables. Une meilleure harmonisation des politiques fédérales est un processus en cours dans les domaines de la protection contre les crues, de la protection des eaux, de la pêche, de la protection de la nature et du paysage, de l'énergie hydroélectrique, de l'économie forestière ainsi que de l'agriculture.

Les révisions progressives des lois précisent une voie commune pouvant se résumer en un seul mot-clef **durabilité**: toute intervention touchant à la nature ou au paysage ne doit pas porter préjudice aux conditions de vie des générations futures.

Exigences

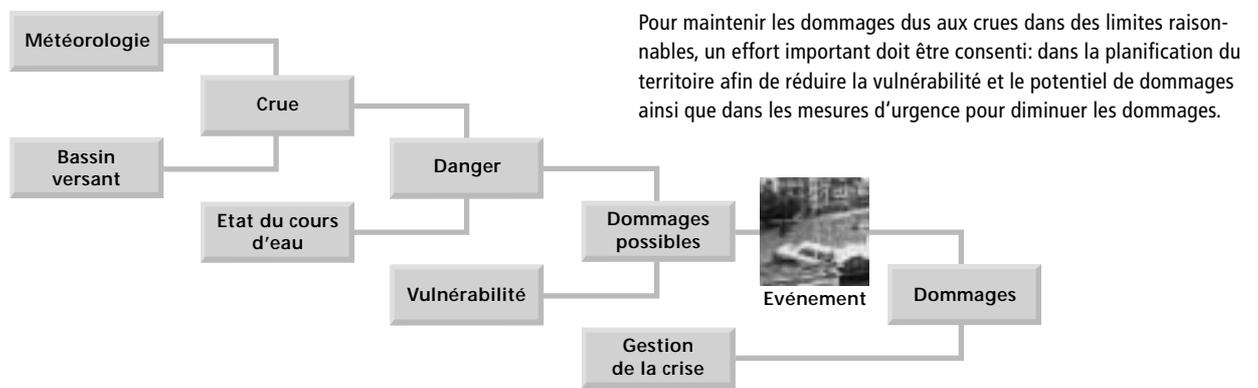
- Notre espace vital et économique doit être protégé de manière appropriée.
- Une prévention globale doit éviter que le montant des dégâts ne continue de croître.
- La façon d'appréhender les incertitudes liées aux processus naturels doit être améliorée et prise en considération lors de l'élaboration des concepts de protection contre les crues.
- Les cours d'eau doivent être respectés en tant qu'élément essentiel et de liaison de la nature et du paysage.



A lire:

OFEG: Exigences posées à la protection contre les crues (Dépliant, 1995)

OFEG: Réserver de l'espace pour les cours d'eau (Dépliant, 2000)



Principes pour la protection contre les crues

- 

Apprécier la situation de danger. Afin de pouvoir juger des besoins de protection, il faut connaître de façon globale la situation hydrologique, les conditions d'aménagement du cours d'eau et les types de danger principaux. Grâce à la documentation sur les crues comprenant l'analyse des événements, le cadastre des événements et les cartes indicatives des dangers, il devient aisé d'identifier les dangers existants et les conflits. Cette situation de danger doit être contrôlée périodiquement. Les dangers existants doivent être pris en compte dans les plans directeurs et les plans d'affectation.
- 

Identifier les déficits écologiques et y remédier. Une protection contre les crues durable doit se soucier d'une végétation des rives prospère et doit laisser suffisamment d'espace pour le développement d'une diversité naturelle des structures pour les habitats aquatiques, amphibiens et terrestres. Elle crée des liaisons entre les habitats.
- 

Différencier les buts de protection. Les concepts de protection contre les crues sont mis sur pied en différenciant les buts de protection: les objets de grande valeur doivent être mieux protégés que ceux de moindre valeur. Selon ce principe, les terrains agricoles et les bâtiments isolés nécessitent une moins grande protection que les agglomérations, les installations industrielles ou les infrastructures; alors que les surfaces exploitées extensivement n'ont, en principe, pas besoin d'une protection spécifique contre les crues. Cependant, une analyse des dégâts potentiels peut, dans certains cas particuliers, entraîner une autre pondération: toutes les mesures doivent être évaluées et examinées par rapport à leur proportionnalité.
- 

Retenir où cela est possible; évacuer si cela est nécessaire. Autant que possible, les débits de crue devraient être retardés dans des zones de rétention afin de pouvoir écrêter les pointes de crues. Les zones naturelles de rétention de crues doivent donc non seulement être préservés, mais également, dans la mesure du possible, être reconstituées. Les crues ne devraient être évacuées que lorsque c'est indispensable, comme par exemple dans les secteurs étroits des agglomérations. Mais, là aussi, des corridors d'évacuation des crues devraient être maintenus libre ou créés afin que des événements extrêmes aient suffisamment d'espace à disposition.
- 

Minimiser les interventions. Des sections d'écoulement suffisantes constituent une condition fondamentale pour assurer la protection contre les crues, pour maintenir le bilan en matériaux solides en équilibre et pour assurer le drainage. La protection contre les crues peut alors être assurée avec un minimum d'interventions sur le milieu naturel.
- 

Examiner les points faibles. Les incertitudes naturelles doivent mieux être prises en compte. La sécurité constructive des ouvrages de protection doit être optimisée en conséquence. Le fonctionnement et la résistance des ouvrages de protection doivent être testés en cas de surcharge (lors d'événements extrêmes). Grâce à la vérification périodique de l'efficacité des mesures de protection existantes, les éventuels points faibles peuvent être détectés à temps et supprimés.
- 

Garantir l'entretien. L'entretien adapté des cours d'eau est une tâche permanente. Il assure l'efficacité des ouvrages de protection existants et maintient les capacités d'écoulement.
- 

Assurer l'espace nécessaire. Un ruisseau doit être plus qu'un caniveau d'écoulement, une rivière plus qu'un canal. Pour cette raison, l'utilisation du sol doit respecter une distance suffisante au cours d'eau. Les cantons sont tenus de fixer l'espace nécessaire aux cours d'eau, de l'inscrire dans les plans directeurs et les plans d'affectation, et d'en tenir compte dans toutes les activités ayant un effet sur l'organisation du territoire.
- 

Respecter les besoins. Les besoins de chacun, cherchant un espace de détente au bord des ruisseaux et des rivières et y passant ses loisirs, doivent également être respectés. En outre, une utilisation durable des ressources en eau, en particulier de la production d'énergie, doit pouvoir être préservée.

Aspects sociaux:
protection de la population



Aspects environnementaux:
protection de la nature
et de l'environnement

Aspects économiques:
proportionnalité entre écologie et économie

Comment pouvons-nous remplir ces exigences?

10 D'une part, tout projet de protection contre les crues s'oriente selon des conditions générales en accord avec les dangers naturels présents, l'utilisation du sol (actuelle ou prévue) et l'état écologique des cours d'eau. D'autre part, la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) précise la **hiérarchie** dans les mesures:

- En premier lieu, la protection contre les crues doit être garantie par un **entretien approprié**. Ce dernier inclut l'**entretien des forêts protectrices** (loi fédérale sur les forêts).
- Les **mesures d'aménagement du territoire** ont une priorité identique et doivent permettre de conserver les espaces libres existants des cours d'eau et éviter une augmentation incontrôlée du potentiel de dommages. Une planification de l'urbanisation prenant en compte les dangers naturels présents constitue la meilleure prévention, contrairement à la protection par de coûteux ouvrages de zones bâties implantées sans réflexion.
- Des **mesures structurelles de protection** sont envisagées uniquement lorsque ces mesures ne suffisent pas.
- Lors de la fixation des priorités selon la LACE, les mesures d'**autres domaines** sont également à prendre en considération (par exemple mesures préventives de **protection d'objets** aux bâtiments).

Guide de la protection contre les crues

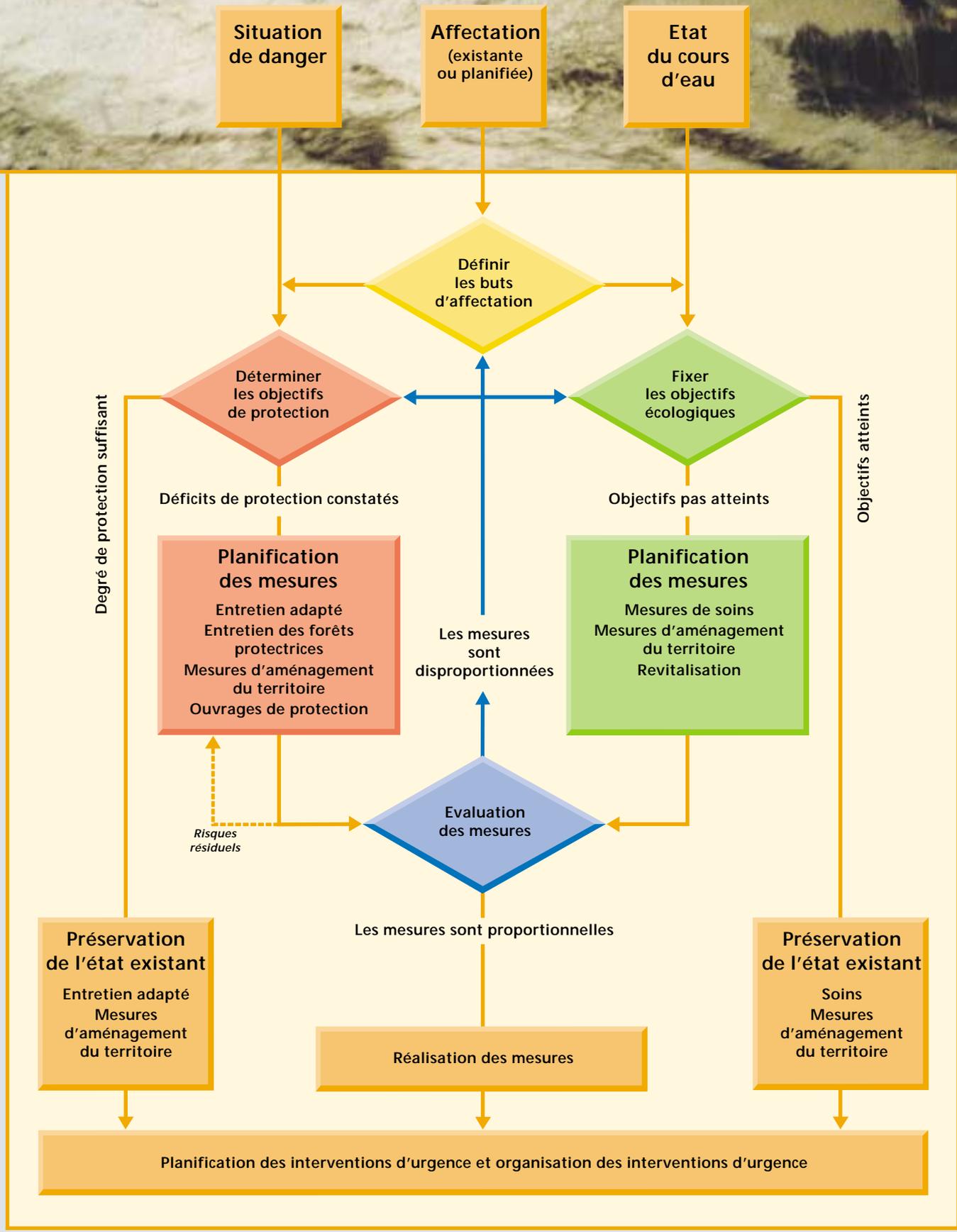
En fonction des conditions générales, les **besoins d'action** doivent être déterminés compte tenu de la participation de toutes les personnes concernées. Ceci n'est possible que si une connaissance objective des dangers naturels existants est établie, si la situation de risque est évaluée correctement, si les différents intérêts en présence sont coordonnés, si les principes légaux sont pris en compte et si les priorités sont fixées:

- Pour parvenir à des solutions acceptables, une **planification globale** est nécessaire. Il en résulte un train de mesures en accord avec tous les dangers naturels ainsi qu'avec toutes les autres mesures ayant un effet sur l'organisation du territoire, prenant en outre en considération les plans sectoriels*.
- Lorsque, du point de vue de la protection contre les crues, le **degré de protection** d'un cours d'eau est considéré comme suffisant et son état écologique est jugé satisfaisant, ces conditions doivent être assurées et maintenues par des mesures d'aménagement du territoire et d'entretien.
- Lors de l'évaluation du degré de protection, des mesures adaptées aux conditions locales doivent être planifiées dès qu'un **déficit** est constaté. Le terme de déficit comprend non seulement ceux liés à la protection contre les crues mais aussi ceux liés à l'écologie. Pour pouvoir assurer à long terme aussi bien une protection contre les crues adéquate que les fonctions écologiques des cours d'eau, ces deux objectifs doivent être traités en parallèle et en toute équité.

• La protection contre les crues ne se résume plus depuis longtemps à empêcher à tout prix le débordement d'un cours d'eau. Car les ruisseaux ou rivières constituent d'une part l'habitat d'animaux et de plantes diversifiés et d'autre part des lieux de détente idéaux. C'est pourquoi une protection contre les crues moderne prend en considération les **diverses fonctions** d'un cours d'eau et cherche, partout où cela est possible, à les maintenir ou à les reconstituer.

- Chaque conception de mesures doit être examinée de façon critique quant à leur **proportionnalité** technique, économique et écologique. Si le projet est jugé disproportionné, alors l'utilisation du sol ou les buts de protection doivent être réexaminés.
- Lorsque les mesures sont proportionnées, un **projet d'exécution** sera élaboré.
- Des risques résiduels demeurent toujours. Ils sont donc à identifier systématiquement. Dans ce cadre, l'efficacité des mesures prévues en cas de **surcharge**, comme par exemple lors d'une crue extrême, doit être évaluée. Toutes les mesures prévues doivent être complétées par une **planification des interventions d'urgence** et par l'**organisation des interventions d'urgence** qui y est associée (y compris concept d'alarme et plan d'évacuation). Cette examen intégral conduit à vivre consciemment avec les dangers possibles dans l'esprit d'une culture globale du risque.

* Cette approche se réfère notamment aux recommandations de la VSA «Le plan régional d'évacuation des eaux» (2000).





Marche à suivre



Certains risques sont évidents, d'autres, par contre, sont à peine identifiables sans une enquête précise. Le risque de crues en particulier, après une longue période sans événement marquant, peut tomber dans l'oubli.

L'identification des besoins d'action dépend des points suivants:

- l'évaluation de la situation de danger et des dégâts potentiels;
- l'appréciation de l'état des cours d'eau;
- la définition des buts de protection;
- la détermination de l'espace minimal des cours d'eau;
- la définition des buts de développement écologique;
- la définition de l'affectation existante et prévue.

Reconnaître les besoins d'action

Les exigences concernant la protection contre les crues et celles liées à l'écologie ne sont en aucun cas antagonistes; elles doivent être considérées sur le même plan dans tout projet de protection.

Point de vue

de la protection contre les crues

Pour définir les besoins d'action, du point de vue de la protection contre les crues, il faut tout d'abord procéder à une **évaluation des dangers**. Les **déficits** en matière de protection sont mis en évidence lors de la juxtaposition des dangers potentiels et de l'utilisation du sol existante ou planifiée.

En cas de déficit de protection, la prochaine étape consistera à estimer l'étendue des dégâts potentiels. S'il existe un risque important, on veillera à supprimer le déficit de protection dans le cadre d'une **planification de mesures**. S'il n'y a pas de déficit de protection, **l'entretien** devra être assuré. Lors de conditions appropriées, il faudra aussi examiner, dans le cadre de l'aménagement du territoire, si certains secteurs peuvent être réservés en tant que **zones inondables** ou **corridor d'évacuation des crues** potentiels.

Point de vue

de l'environnement

Pour définir les besoins d'action, du point de vue de l'environnement, on doit vérifier que le tronçon de cours d'eau est capable d'assurer ses **fonctions écologiques** et définir des buts de développement écologique. Les cours d'eau remplissent en effet de multiples fonctions. Ils représentent non seulement des **biotopes** pour une faune et une flore adaptées, mais ils sont



Pesée d'intérêts

13

aussi des **corridors écologiques** qui permettent le raccordement de biotopes éloignés les uns des autres. C'est pourquoi la situation doit aussi être considérée à l'aval et à l'amont du tronçon de cours d'eau considéré.

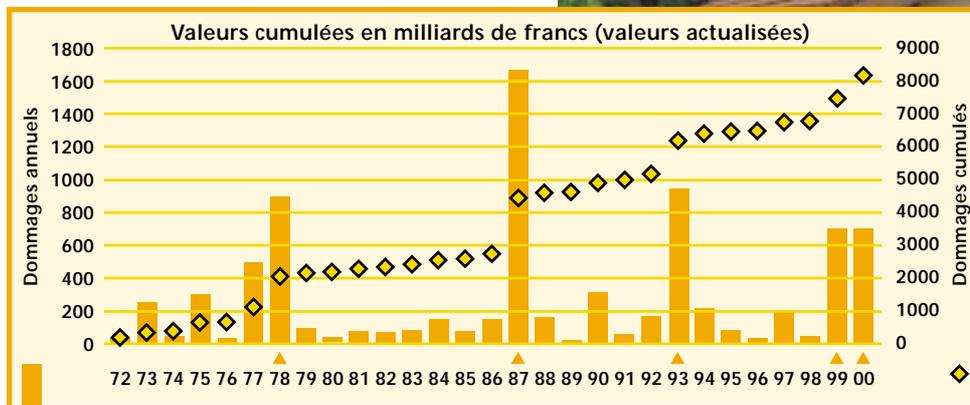
Des cours d'eau monotones et fortement corrigés ne remplissent pas ces fonctions écologiques (ou de manière très limitée). La conservation ou le rétablissement d'une **situation la plus proche de la nature** des cours d'eau fait donc aussi partie des tâches de la protection contre les crues. Les cours d'eau doivent être reconnus en tant qu'élément façonnant le paysage. Un cycle de l'eau proche de l'état naturel doit dans la mesure du possible être conservé. Il faudra encore tenir compte des besoins récréatifs de la population.

Le rôle clé de l'agriculture

Lors de la pesée des intérêts entre les aspirations à l'utilisation et les préoccupations liées à l'environnement, **l'agricul-**

ture joue un rôle clé. On constate, par exemple, que les mesures de compensation écologique, exigées lors de projets concernant les infrastructures, se font au détriment des surfaces exploitables par l'agriculture. Malgré cela, des solutions peuvent être trouvées qui satisfassent aussi bien l'agriculture que la protection contre les crues. Dans ce but, les agriculteurs concernés doivent pouvoir être impliqués dès le début dans la planification. Ils peuvent, moyennant une rétribution équitable, se charger des travaux d'entretien des cours d'eau. Une utilisation des sols proche de l'état naturel aux abords des cours d'eau peut être encouragée par des incitations financières: les surfaces de compensation écologique donnent droit à l'octroi de contributions et les surfaces exploitées extensivement le long des cours d'eau constituent des territoires privilégiés pour lesquelles des contributions complémentaires sont possibles selon l'ordonnance sur la qualité écologique (OQE).

Dégâts dus aux intempéries depuis 1972 en Suisse: les événements majeurs sont déterminants.



Evaluation de la situation de danger et du potentiel de dommages

14 Les conséquences possibles d'une crue sur un territoire donné sont essentiellement déterminées par les trois facteurs suivants: les **processus** entrant en jeu, leur **intensité** et leur **durée**.

Pour un territoire donné, l'étendue des dégâts potentiels n'est pas une grandeur fixe, mais dépend de toute une série d'hypothèses pas toujours faciles à vérifier.

Des fausses hypothèses entraînent des appréciations erronées. Ainsi des **scénarios** à l'origine des dangers doivent être élaborés en tenant compte du large spectre des processus possibles. C'est la seule manière de garantir des résultats exploitables, permettant une **comparaison coûts-bénéfices** objective et compréhensible. Tous les intéressés – experts, planificateurs et représentants des communes, des cantons et de la Confédération – se consultent et se mettent d'accord sur les scénarios envisageables.

La situation de danger ainsi déterminée permet l'estimation des conséquences d'une crue, c'est-à-dire le nombre de **personnes** mises en danger, les **dommages matériels**, l'ampleur des **dommages indirects** (interruption d'exploitation, déplacement de la production, produits de remplacement) et l'importance des **dégâts à l'environnement**.

Vulnérabilité

L'eau pénètre en premier lieu à l'intérieur des bâtiments par les entrées, les ouvertures de cave ou les portes de garage. La vulnérabilité des bâtiments dépend donc avant tout de la hauteur de ces points faibles potentiels par rapport au terrain environnant. L'étanchéité des enveloppes de bâtiments, ainsi que la disposition des ins-

tallations d'approvisionnement ou de monte-charges représentent aussi des points faibles potentiels.

Estimation des dégâts

En règle générale, une estimation grossière des dégâts possibles est suffisante. Il existe des données de bases pour les dommages matériels. Concernant les autres catégories, il est souvent très difficile de quantifier leurs coûts. Souvent, pour des catégories d'utilisation définies, on détermine les dégâts par unités de surface. Une attention spéciale doit être portée aux objets sensibles isolés.

Risques spéciaux

Les risques spéciaux concernent entre autres les installations de production chimiques et biologiques, les emplacements de stockage, les usines d'incinération à ordures, les décharges, les centrales de distribution, les centrales téléphoniques ou les entreprises de production possédant un parc de machines particulièrement important. Des dispositions particulières doivent également être prises en **cas de catastrophe** pour les infrastructures importantes telles que les centres de commandement, les hôpitaux ou les abris de secours. L'analyse sur les risques spéciaux a souvent déjà été entreprise dans le cadre de l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs et peut être récupérée. Une recherche spécifique ne sera donc justifiée que lorsque la question de la **rentabilité** d'un projet de protection contre les crues est en discussion.



Les tronçons de cours d'eau couverts représentent un problème majeur. Dans la limite du possible, ils doivent être remis à ciel ouvert et réaménagés dans un état proche de l'état naturel. De nouveaux voûtages ne sont autorisés que dans de rares cas et limités au strict minimum.

Juger de l'état des cours d'eau



Un ruisseau ou une rivière proche de l'état naturel est constitué d'une mosaïque d'habitats variés. En effet, le long de cours d'eau restés à l'état naturel, ou aménagés de façon naturelle, se côtoient, sur des territoires très restreints, des eaux courantes et des eaux stagnantes, des tronçons profonds et peu profonds, ainsi que des zones riveraines inondées périodiquement ou épisodiquement. De telles spécificités créent des conditions d'existence très différentes pour la faune et la flore.

Ces **zones de transition** entre eau et terre ferme, qui se distinguent par leurs multiples fonctions, ont disparu en maints endroits à cause de la forte pression de l'utilisation du sol. Pour tout projet de protection contre les crues, la variation annuelle du débit et la diversité de l'écoulement doivent faire l'objet d'une attention plus marquée que par le passé. Pour définir la nécessité d'agir, du point de vue de l'écologie et de la protection contre les crues, trois questions doivent être posées:

- Le cours d'eau possède-t-il une **structure diversifiée**, ou cette structure est-elle appauvrie par des ouvrages existants ou par des obstacles préexistants?
- Quel est l'**espace vital** nécessaire au ruisseau ou à la rivière qui lui permette de remplir ses fonctions écologiques?
- Quelle **section transversale** est nécessaire au cours d'eau afin d'assurer l'écoulement de ses eaux lors de conditions de crues?

Evaluation écomorphologique

La nécessité d'agir, du point de vue des fonctions naturelles d'un cours d'eau, sera dictée par une évaluation écomorphologique. Les besoins d'action de ce point de

vue doivent être pris en compte lors de la planification des mesures de manière identique aux objectifs de protection résultants de l'affectation du sol.

Le terme «écomorphologie» englobe la totalité des **spécificités structurelles** du cours d'eau et de ses abords: la morphologie propre du cours d'eau, les mesures d'aménagement effectuées sur le cours d'eau (stabilisation des berges, aménagement du fond du lit, barrages) ainsi que les particularités des terrains environnants (constructions, utilisation des terrains, végétation, espace du cours d'eau). L'évaluation sera entreprise selon différents degrés de détails. Concernant l'évaluation régionale des cours d'eau (dénommé niveau R), on distingue cinq **caractéristiques essentielles**:

- largeur moyenne du lit;
- variabilité de la largeur du lit mouillé;
- aménagements du fond du lit (et obstacles à la migration);
- renforcement du pied de la berge;
- largeur et nature des rives.

A lire:

OFEFP: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse – Ecomorphologie niveau R (Information concernant la protection des eaux n° 27)

Retenir où cela est possible; évacuer si cela est nécessaire. Le dimensionnement général sur la base d'un seul débit de projet n'a plus cours. Les objectifs de protection doivent être définis en rapport à chaque objet et au potentiel de dommages existants. Dans les agglomérations, la crue centennale (Q_{100}) demeure toutefois une valeur de référence. Mais, pour des valeurs très élevées ou en présence de risques spéciaux, le niveau de protection doit être augmenté.

Définir les objectifs de protection

16 Selon le type de danger qui peut survenir en un lieu donné et selon les besoins de protection qui peuvent exister, les objectifs de protection seront différenciés. Là où des personnes ou des biens matériels importants risquent d'être touchés, l'objectif de protection sera plus élevé que pour des zones agricoles ou forestières. Certains objets pourront donc être souvent inondés, d'autres rarement, d'autres encore jamais l'être dans la mesure du possible.

Il s'agit d'une innovation tout à fait fondamentale par rapport aux pratiques antérieures. Autrefois, l'ensemble des ouvrages de protection contre les crues étaient souvent dimensionnés en fonction d'un seul **événement bien déterminé**.

Ainsi, en règle générale, choisissait-on un événement centennal (Q_{100}). Pour cet événement, une protection étendue était assurée. Pourtant, en maints endroits, cette façon de faire a entraîné des solutions disproportionnées et coûteuses. De plus les conséquences d'un dépassement des valeurs de dimensionnement n'étaient souvent pas prévues.

Nouvelle marche à suivre

Depuis la démarche consistant à différencier les buts de protection en fonction de l'utilisation des sols, respectivement des objets en présence, s'est répandue.

La représentation graphique, dénommée **matrice des objectifs de protection**, jette les bases permettant d'établir les objectifs de protection de manière méthodique et différenciée.

Une telle matrice des objectifs de protection échelonnés en fonction de la catégorie d'objet a été élaborée pour la première fois dans le canton d'Uri suite aux événe-

ments de 1987. Ce modèle a depuis été appliqué dans d'autres régions où il a fait ses preuves.

Différenciation des objectifs de protection

Les efforts de protection contre les crues se concentrent sur la **réduction** des dommages et la **prévention** des dommages. Le degré de protection sera plus élevé pour les objets de grande valeur. Selon ce principe, l'objectif de protection sera gradué en fonction des valeurs à protéger, ceci en tenant compte des processus. Les catégories d'objets les plus importantes sont les suivantes:

- **Agglomérations.** En règle générale, elles devraient être protégées contre des événements rares.
- **Industries et zones artisanales.** Ces installations et ces équipements doivent bénéficier d'une même protection que pour les agglomérations; ils sont donc habituellement protégés contre des événements rares.
- **Infrastructures.** Une distinction est à faire entre des installations d'importance nationale, régionale ou locale. Les objectifs de protection seront adaptés en fonction de l'importance et de la vulnérabilité des infrastructures.
- **Cultures.** Les terres cultivables de qualité supérieure doivent être mieux protégées que des surfaces de cultures extensives. De plus, il faudra distinguer entre les phénomènes qui réduisent la fertilité d'un sol et ceux qui entraînent, au pire, une perte ponctuelle de production.
- **Objets spéciaux.** Ils doivent être examinés individuellement, mais il faut également suivre le principe que plus le poten-

tiel de dommage est important, plus élevés doivent être les objectifs de protection.

Paramètre principal

L'objectif de protection est, en principe, lié à une probabilité d'occurrence. De plus, cette dernière est caractérisée par des paramètres bien définis. Le paramètre le plus utilisé est le **débit de pointe Q** lié à une période de retour déterminée:

- La **limite des dommages Q_a** désigne le débit maximal qui s'écoule sans provoquer de dégât aux objets à protéger.
- La **limite des dangers Q_b** désigne un débit qui, lorsqu'il est dépassé, peut conduire à des conditions d'écoulement incontrôlées. La sécurité des objets à protéger n'est plus assurée.
- Des processus provoqués par des débits de crues situés entre la limite des dommages Q_a et la limite de danger Q_b peuvent occasionner des **dégâts limités**, mais ne devraient pas, en règle générale, conduire à la destruction des objets à protéger ou des ouvrages de protection.
- Pour certaines catégories d'objets, lorsque des processus liés aux crues engendrent un danger grandissant, il faut augmenter le débit de dimensionnement de la limite des dommages Q_a à la limite des dangers Q_b .
- En cas de catégories d'objets différents dans une même zone, le but de protection est déterminé en analysant les risques résiduels. S'il est constaté qu'un projet donné occasionne des coûts ou des interventions excessifs, on doit généralement adapter les objectifs de protection ou les affectations du sol y relatives.
- Les prétentions des autres **domaines concernés** tels que l'agriculture, la pro-

La différenciation des objectifs de protection permet de faire face à la menace engendrée par les crues par une réaction adaptée tenant compte du danger local. D'une part cela engendre des économies, et d'autre part cela permet également de gérer les conséquences des crues extrêmes. Une **matrice des objectifs de protection** a été utilisée pour la première fois dans le canton d'Uri (suite aux inondations dévastatrices de 1987 le long de la Reuss).



tection de la nature et du paysage, le développement urbain ou la production d'énergie doivent impérativement être prises en considération lors de la pesée des intérêts.

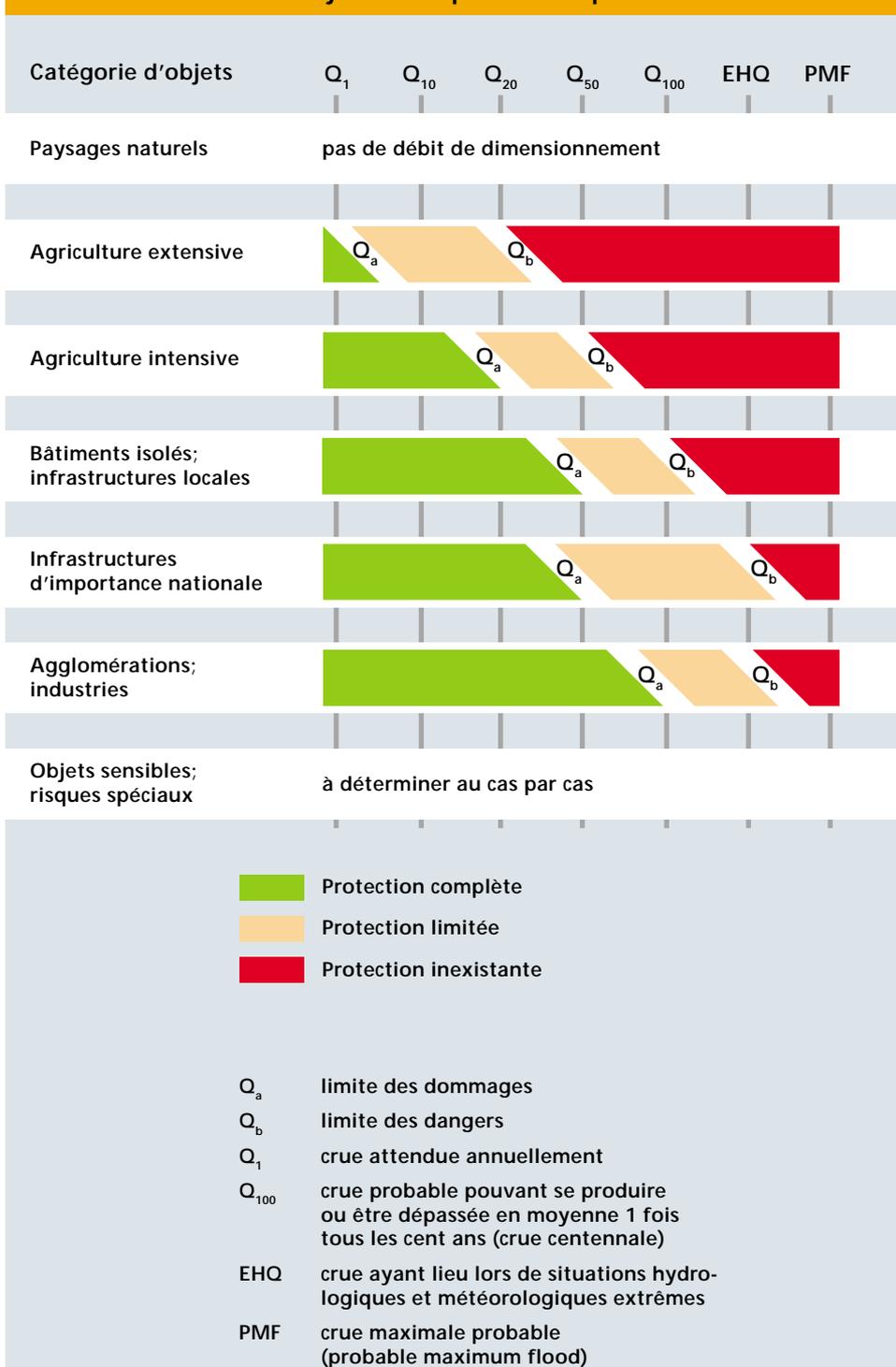
Dépendance des processus

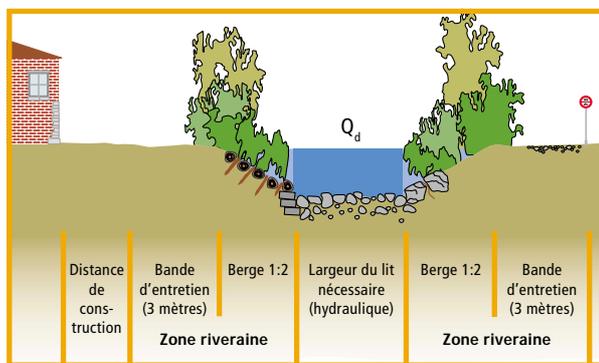
L'objectif de protection ne dépend pas seulement de la façon dont un territoire donné est exploité (catégorie d'objet), il dépend aussi de la fréquence et des caractéristiques des crues se produisant dans cette région.

A part les inondations, de nombreux autres processus importants sont à prendre en compte. Lors d'érosion des berges ou de laves torrentielles, les objectifs de protection sont à augmenter proportionnellement au degré de danger occasionné par ces processus. Pour définir les scénarios, les différents processus sont reliés aux paramètres déterminants suivants:

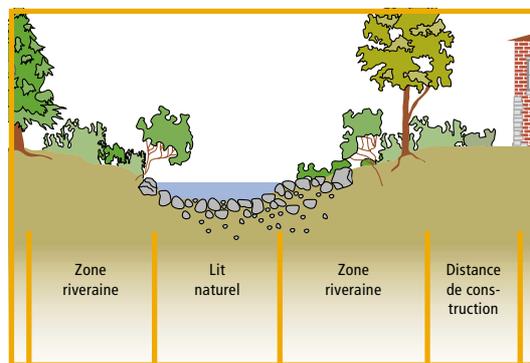
- Lors de **débordements**, les valeurs déterminantes caractéristiques sont les quantités d'eau sortant du lit et la durée de l'inondation.
- En cas **d'érosion et d'atterrissements**, ce n'est pas seulement le débit de pointe qui est la valeur déterminante, mais aussi sa durée.
- En ce qui concerne les **laves torrentielles**, le volume est souvent plus déterminant que le débit de pointe.

Matrice des objectifs de protection possible





Espace minimal nécessaire du point de vue de la protection contre les crues.



Espace minimal nécessaire du point de vue de l'écologie.

Déterminer l'espace nécessaire

18 Pour chaque projet une question fondamentale se pose: quelle est la place dont doit pouvoir disposer le ruisseau ou la rivière en question? L'espace minimal pour le cours d'eau inclut dans son principe le lit et les zones riveraines. Cet espace peut être remanié par le ruisseau ou la rivière, il reste à disposition des crues et libre de tout type d'utilisation. La détermination de la place nécessaire dépend des besoins suivants:

- Du point de vue de la **protection contre les crues**. A partir des bases hydrologiques et de la détermination des buts de protection, un espace garanti pour le cours d'eau doit être défini à long terme. Le débit de dimensionnement correspondant permet, avec la prise en compte des conditions locales, l'estimation de la largeur du lit théoriquement nécessaire. En considérant des pentes de berges de 1:2 et des pistes d'entretien de 3 mètres afin d'en assurer l'accès, il est alors possible de déduire l'espace minimal nécessaire du point de vue de la protection contre les crues.

- Du point de vue de la **fonction écologique d'un cours d'eau**. Les ruisseaux et les rivières représentent non seulement un biotope pour une faune et une flore diversifiées adaptées aux conditions locales, ils matérialisent aussi un lien dans la mise en réseaux des biotopes. De plus, ils forment le paysage, ils contribuent à l'auto-épuration des eaux et ils participent de façon importante à l'alimentation des eaux souterraines. Du point de vue de l'écologie, il y a à disposition pour déterminer les besoins d'espace minimaux une méthode de calcul très simple basée sur une courbe de référence. La largeur de la zone riveraine peut en être déduite. Cet aide de tra-

vail s'applique aux petits et moyens cours d'eau qui composent une grande partie de notre réseau hydrographique.

Espace minimal

La plus grande largeur des deux espaces définis plus haut sera finalement déterminante. Les constructions et les installations doivent de principe respecter la distance de construction habituelle à partir de l'espace du cours d'eau déterminé.

Espace nécessaire restant

Là où des activités de plein air sont favorisées, des **espaces récréatifs** compléteront l'espace nécessaire des cours d'eau. Dans des régions peu exploitées, on peut alors élargir l'espace nécessaire à **la bande de divagation** façonnée par les méandres naturels des cours d'eau. La délimitation d'une bande de divagation permet la mise à disposition d'un espace supplémentaire qui favorise le développement dynamique des cours d'eau naturels et de ceux aménagés de façon respectueuse de la nature.

Procédure pour la préservation

L'espace aux cours d'eau nécessaire pour la protection contre les crues et pour permettre de remplir leurs fonctions écologiques peut être assuré par une large palette de mesures de planification:

- Enregistrement dans le **plan directeur cantonal** ou dans le **plan sectoriel cantonal** (impératif): fixe à long terme les principes concernant l'aménagement des cours d'eau et donne des directives contraignantes liant les autorités.

- Prise en compte dans le **plan d'affectation cantonal** ou dans les **plans d'af-**

fectation communaux (impératif): arrête l'espace nécessaire aux cours d'eau au niveau de la parcelle et revêt un caractère contraignant pour les propriétaires fonciers.

- Prise en compte dans le **plan de quartier communal** (facultatif): fixe également l'espace nécessaire aux cours d'eau au niveau de la parcelle et présente un caractère contraignant pour les propriétaires fonciers.

- Transposition dans un **plan de zone communal** (facultatif): préserve rapidement et provisoirement l'espace nécessaire aux cours d'eau. Afin d'empêcher de nouvelles restrictions de l'espace nécessaire aux cours d'eau, il faut préserver d'urgence cet espace et l'inscrire dans un plan communal.

- **Acquisition de terrains** par les pouvoirs publics (facultatif): préserve les espaces nécessaires aux cours d'eau durablement.

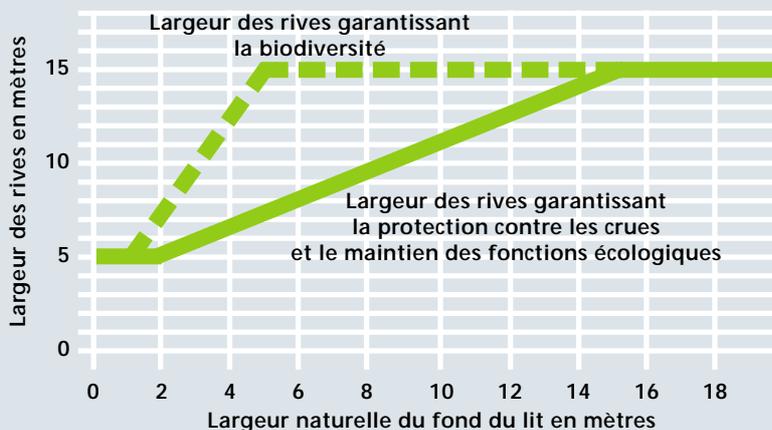
- **Remaniement parcellaire** (facultatif): évite aux propriétaires des restrictions démesurées.

- **Solution contractuelle** (facultatif): règle l'exploitation et l'entretien des zones riveraines ainsi que la rémunération de ces prestations écologiques.

- **Distances de construction dans les agglomérations** (conseillé): afin de conserver des espaces libres aux abords des cours d'eau, il est recommandé de respecter les limites ordinaires fixées pour l'espace d'un cours d'eau (c'est-à-dire à partir de la zone riveraine).

A lire:

OFEG: Réserver de l'espace pour les cours d'eau (Dépliant, 2000)



Courbe de référence: la largeur naturelle du fond du lit est une donnée déterminante pour définir l'espace nécessaire aux cours d'eau. Elle permet de déduire la **largeur minimale** de la zone riveraine recommandée: elle est de 5 mètres au minimum même pour de petits ruisseaux. A partir de 15 mètres de largeur, une zone riveraine peut fonctionner en tant que biotope indépendant. Pour les petits cours d'eau, il est particulièrement important de fixer une large zone riveraine (vert strié), ceci afin de favoriser la **diversité biologique**, diversité naturelle de la végétation et de la faune, le long du cours d'eau.



Fond du lit naturel: correspond, lors de niveaux d'eau moyens, à la largeur du plan d'eau et constitue une valeur de référence pour le calcul de la largeur de la zone riveraine et de la zone de divagation. Une largeur du fond du lit naturelle se caractérise par une grande variabilité concernant cette largeur. Si des tronçons proche de l'état naturel n'existent pas, il faudra utiliser les **facteurs** suivants:

- pour une variabilité de largeur limitée **facteur 1,5**
- pour une variabilité de largeur inexistante **facteur 2,0**



Zone riveraine: la taille de la zone riveraine, exigée pour le bon fonctionnement d'un cours d'eau, est déterminée par la courbe-clé. Elle varie selon la largeur du fond du lit, mais est de **5 mètres au minimum** pour chaque côté du cours d'eau. La **bandetampon pour les nutriments**, qui est fixée à 3 mètres conformément à l'ordonnance sur les substances est comprise dans ces 5 mètres. Dans les régions où l'apport d'engrais provenant de la zone agricole attenante est trop élevée, la bande tampon doit être élargie.



Espace récréatif: à proximité de zones d'habitation et le long d'itinéraires traditionnels de randonnées pédestres ou le long de pistes cyclables, on doit prévoir un espace supplémentaire global de **3 mètres** (p. ex. pour l'aménagement de chemins). Par ailleurs, il importe généralement de réserver suffisamment de place pour des activités de plein air (aires de dépôt et de stationnement).



Bande de divagation: dans des secteurs peu aménagés, on peut superposer à la zone riveraine une bande de divagation délimitée par les méandres naturels des cours d'eau et par la même élargir cette zone. Sa largeur est un multiple de cinq ou de six de la largeur du fond du lit.



Zone d'habitat: la protection contre les crues et les corridors écologiques doivent pouvoir être assurés autant que possible, ceci également lorsqu'on ne dispose que d'un territoire restreint.

L'augmentation de l'espace du cours d'eau a des effets positifs sur un large éventail de domaines: elle réduit le risque de dommages lors de crues, elle permet des solutions économiques pour les ouvrages de protection contre les crues, elle protège le cours d'eau contre les apports intempestifs de polluants et améliore donc la qualité de l'eau, elle contribue au maintien de l'espace vital naturel et, enfin, valorise les aires de détente.



Définir les besoins d'action

20 L'évaluation de la situation de danger, la détermination du potentiel de dommages, l'analyse de l'état du cours d'eau, la détermination des buts de protection et de l'espace nécessaire au cours d'eau conduisent au jugement sur la nécessité d'entreprendre une planification des mesures et sur son étendue. On distingue quatre cas de figures qui peuvent aussi être combinés entre eux.

Cas A:

Pas de déficit de protection contre les crues

L'utilisation des sols actuelle est adaptée à la situation de danger. Cette situation favorable doit être garantie à long terme. Une transposition dans le **plan directeur et le plan d'affectation** est donc nécessaire. On continuera de procéder aux travaux d'entretien entrepris jusqu'ici, et périodiquement le bon fonctionnement des ouvrages de protection (ainsi que leur mise en danger) sera contrôlé.

Cas B:

Déficit de protection contre les crues

Si un déficit de protection contre les crues est constaté, des mesures visant à supprimer ou à amoindrir ce risque doivent être planifiées. Dans ce cas, des éventuels déficits écologiques sont à prendre en compte. Après la réalisation des mesures, les dangers résiduels doivent être évalués. A cette fin, une **carte des dangers** sera établie et sera transposée dans le **plan directeur et le plan d'affectation**. Les risques résiduels doivent être clarifiés et pris en considération dans la planification des mesures d'urgence. La maintenance

des ouvrages de protection et l'entretien des cours d'eau doivent être assurés à long terme.

Cas C:

Pas de déficit écologique

Il n'y a pas de conflits d'intérêts, et le cours d'eau est dans un état proche de l'état naturel. La sauvegarde de cet état naturel doit être assurée à long terme au moyen du **plan directeur et du plan d'affectation**. Les travaux d'entretien et de soins à la végétation doivent être poursuivis.

Cas D:

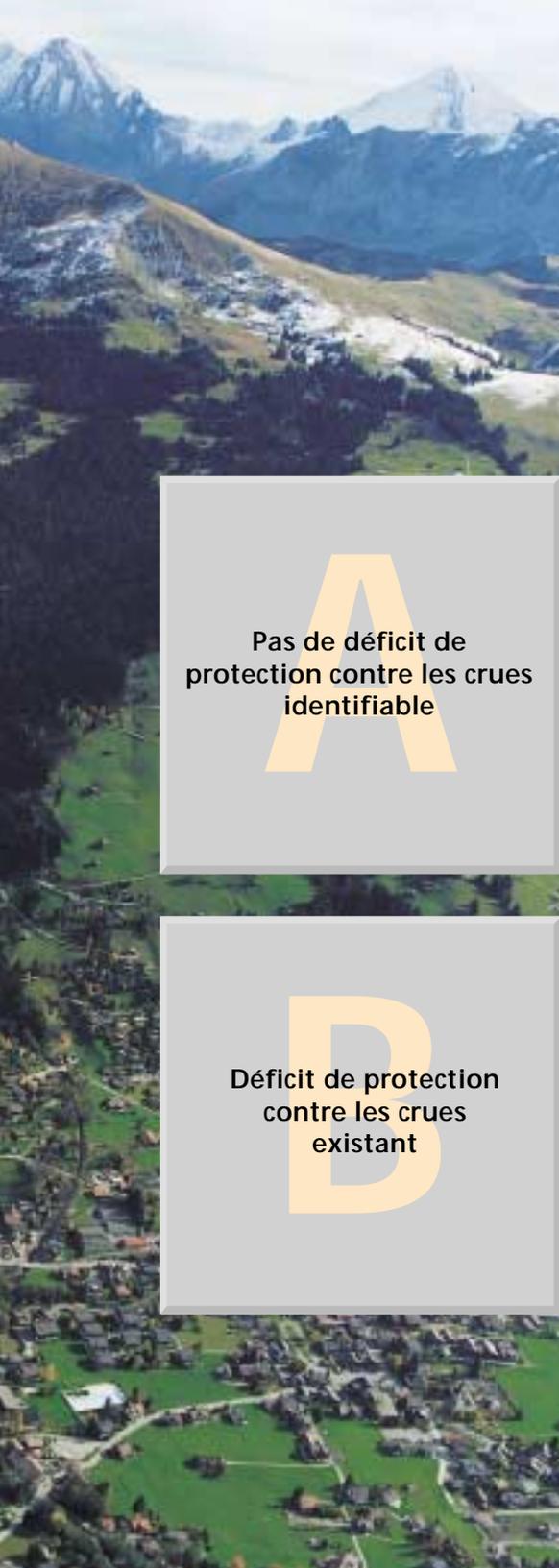
Déficit écologique

Si on constate des déficits écologiques, les moyens existants susceptibles d'améliorer la situation doivent être examinés dans le cadre d'une planification de mesures. Les intérêts de la protection contre les crues sont néanmoins à prendre en compte. Une fois la situation améliorée, elle doit être préservée à long terme. Si des déficits ne peuvent pas être résolus dans l'immédiat, il faut en tout cas réserver et ainsi garantir un espace suffisant en l'inscrivant dans les instruments de **l'aménagement du territoire**.





Marche à suivre lors de la planification de mesures et intégration des besoins écologiques: un projet durable de protection contre les crues traite, dans son principe, les deux aspects.





Procédures



Toutes les mesures de protection contre les crues, mais principalement les mesures d'aménagement du territoire et les mesures d'aménagement de cours d'eau, impliquent des procédures décisionnelles complexes dans le cadre desquelles un grand nombre de normes juridiques différentes doit être respecté.

La loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau fixe le **cadre général** suivant:

- les buts de la protection contre les crues;
- l'ordre de priorité lors de la planification et de la réalisation de mesures de protection;
- les exigences qualitatives lors d'interventions inévitables dans un tronçon du cours d'eau et lors de son entretien.

Compétences

La **Confédération** dispose d'une compétence étendue pour légiférer dans le domaine de l'aménagement des cours d'eau. Cependant chaque **canton** est responsable des projets correspondants. Cette tâche offre un large éventail et comprend aussi bien l'entretien des cours d'eau que les mesures d'aménagement du territoire ou de constructions. Les cantons sont par ailleurs responsables de la planification et de l'organisation des mesures d'urgence. Ils exécutent les projets conformément à la législation fédérale sur l'aménagement des cours d'eau et édictent les **dispositions d'exécution** requises. A cela s'ajoute la législation cantonale pour les domaines où les cantons ont une compétence propre de par la constitution. Les cantons règlent, en particulier, l'organisation intracantonale (répartition des tâches entre le canton, les districts et les communes) et les procédures applicables à la planification et à la réalisation des mesures nécessaires.*

Répartition des tâches

Les piliers du droit fédéral fixent le **cadre matériel** que les cantons remplissent de manière autonome. La Confédération, pour sa part, octroie des **indemnités** (prétention juridique) pour certaines mesures de protection contre les crues ainsi que des **aides financières** (pas de prétention juridique) pour la revitalisation des

cours d'eau. La Confédération encourage aussi la **formation et le perfectionnement professionnel** des personnes chargées de la protection contre les crues. Elle mène en outre des recherches d'intérêt national dans le domaine de la protection contre les crues et de l'hydrologie. De plus, l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) fournit les **données de base** et les aides de travail nécessaires à une protection contre les crues appropriée et durable. Il conseille les cantons ainsi que d'autres institutions. Pour certains projets, la prise de position de l'OFEG est obligatoire (voir ci-dessous), pour tous les autres projets les cantons sont libres de solliciter l'avis de l'OFEG. Lorsqu'un projet va faire l'objet d'une demande de subventions, il est recommandé de prendre contact avec l'OFEG assez tôt.

Surveillance de la Confédération

Une des tâches centrales de la Confédération est de surveiller l'exécution du droit fédéral par les cantons. Dans ce domaine, c'est également l'OFEG qui est compétent. Il examine si les projets d'aménagement de cours d'eau sont conformes à la législation fédérale, en particulier à la législation sur l'environnement, et il veille à ce que les ressources de la Confédération soient employées de façon adéquate.

Avant leur **décision**, les cantons soumettent leurs projets de mesures de protection contre les crues à l'OFEG pour **prise de position**. Ceci est valable en particulier pour des projets:

- qui concernent des cours d'eau frontaliers;
- qui ont des répercussions sur la protection contre les crues d'autres cantons;

- qui nécessitent une étude d'impact sur l'environnement (EIE);
- qui touchent une zone protégée ou un objet des inventaires fédéraux.

Coordination des procédures

Toutes les procédures cantonales et fédérales, déterminantes au cas par cas, doivent être coordonnées aussi bien du point de vue matériel que formel. Leur contenu doit être harmonisé. **L'harmonisation matérielle** (et la compensation des intérêts y relative) permet un traitement et une appréciation globale de projets même complexes.

Il existe **formellement** deux manières de procéder:

- **Modèle coordonné.** Plusieurs autorités restent compétentes pour diverses procédures, et elles harmonisent le contenu des décisions.
- **Modèle concentré.** Les diverses procédures sont menées à bien par une seule instance. Sur le plan fédéral, la procédure est alors coordonnée par l'OFEG.

* En raison des structures fédéralistes multiples, la présente directive se limitera à la coordination entre la Confédération et les cantons.

Stratégie
Marche à suivre
• Procédures
Etudes du projet
Mesures
Annexes

BWG-OFEG



Normes juridiques

24 Au centre des dispositions fédérales applicables dans le domaine de la protection contre les crues se trouve la **loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau** (LACE; RS 721.100) ainsi que l'**ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau** (OACE; RS 721.100.1), qui complète la loi.

On peut résumer comme suit les objectifs fixés par le législateur fédéral: la loi vise prioritairement une affectation du sol qui reconnaisse les **dangers naturels existants** et qui préserve ou crée des espaces libres indispensables. Il est important que les dangers recensés ne soient pas éliminés de manière ponctuelle, mais qu'ils fassent partie d'un concept global couvrant tout le territoire concerné.

Dès que des mesures de construction sont nécessaires, la législation fédérale impose des exigences qualitatives respectant l'intérêt d'une faune et d'une flore diversifiées ainsi que l'écologie du cours d'eau. Dans tous les cas, il est indispensable de préserver au cours d'eau un espace minimal. C'est pourquoi la préservation ou la création de **zones inondables**, ainsi que la désignation et la préservation de **corridors d'évacuation** doivent également faire partie d'une planification appropriée de mesures.

Autres normes fédérales

Outre la LACE et son ordonnance, il existe toute une série d'autres normes fédérales* qui peuvent se rapporter à la protection contre les crues:

- **Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT).** Au niveau cantonal, la planification de l'aménagement des cours d'eau est partie intégrante du plan

directeur et du plan d'affectation, elle doit s'accorder aux exigences territoriales revendiquées dans d'autres domaines dans le cadre d'une pesée des intérêts. Ainsi doit-on tenir compte de l'espace nécessaire aux cours d'eau. Des mesures structurelles de protection contre les crues nécessitent une autorisation de construire. En dehors de la zone à bâtir, une autorisation spéciale doit être demandée. Toutefois, il faudra apporter la preuve de la nécessité de l'implantation et montrer qu'aucun autre intérêt prépondérant ne s'y oppose.

- **Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux).** Les mesures d'aménagement de cours d'eau ne doivent pas occasionner de pollutions des cours d'eau. Dans les secteurs de protection des eaux et les zones de protection des eaux souterraines, délimités territorialement, les mesures d'aménagement de cours d'eau ne sont réalisables que de façon limitée. Dans les secteurs de protection des eaux particulièrement menacés, une autorisation spéciale, relevant du droit sur la protection des eaux, est requise pour entreprendre des mesures de protection contre les crues. La loi interdit formellement la couverture ou la mise sous terre des cours d'eau. L'exploitation de sables, de graviers et d'autres matériaux est soumise à autorisation fédérale (celle-ci ne doit pas être délivrée si le débit solide charrié ne compense pas les prélèvements). Au même titre que la loi sur l'aménagement des cours d'eau, la loi sur la protection des eaux exige la conservation, voire le rétablissement, du tracé des cours d'eau dans un état proche de l'état naturel.

- **Loi fédérale sur la pêche (LFSP).** Toute intervention touchant aux cours

d'eau, à leur régime, à leur tracé ainsi qu'aux rives et au fond du lit nécessitent une autorisation relevant du droit de la pêche (pour autant qu'aucune autorisation ne soit nécessaire dans le cadre de la loi sur la protection des eaux).

- **Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN).** Les objets inscrits dans l'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale présentent une importance particulière. Ils doivent être maintenus sans aucune atteinte (les mesures de protection contre les crues ne seront admises que de manière restreinte). En ce qui concerne tous les autres domaines de protection selon la LPN, des mesures adéquates de compensation ou de remise en état doivent être assurées lorsque d'éviter des interventions s'avèrent inévitables. Des compensations écologiques pour les zones exploitées de manière intensive (p. ex. sous forme de rives boisées) et la délimitation d'une zone tampon écologique pour la protection des biotopes sont également prévues.

- **Loi fédérale sur les forêts (LFO).** La loi prévoit une interdiction de principe des défrichements. Des dérogations à ce sujet ne sont accordées qu'à des conditions très restrictives, en particulier lorsqu'une construction ou une installation n'est réalisa-

* **Points de jonction.** Les mesures de protection contre les crues peuvent aussi être concernées par des conventions et d'autres accords internationaux. D'autres part, il peut y avoir des points de jonction avec d'autres exigences du droit fédéral, par exemple:

- Ordonnance concernant les prescriptions de sécurité pour les installations de transport par conduites.
- Ordonnance sur la sécurité des ouvrages d'accumulation (OSOA).



En 1874 déjà, le peuple suisse confiait à la Confédération la haute surveillance sur la police des eaux et des forêts (article 24 de l'ancienne Constitution fédérale). La loi fédérale sur la police des eaux en découlant a été adoptée le 22 juin 1877. Elle n'eut d'abord pour objet que les cours d'eau de haute-montagne. Dès 1897 sa portée fut étendue à tout le territoire de la Confédération. En 1975, cette loi a été ancrée à une base constitutionnelle plus moderne dans un nouvel **article sur l'économie des eaux** (dans la Constitution fédérale révisée, article 76 «Eaux»). Ce n'est que dans les années nonantes qu'une partie de cette loi, déjà ancienne, sur la police des eaux a été détachée et remplacée par la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) et l'ordonnance y relative sur l'aménagement des cours d'eau (OACE).

ble qu'à l'endroit prévu. En principe, il y a lieu de fournir une compensation en nature, il est cependant possible d'y renoncer dans le cas de mesures destinées à la protection contre les crues. Au lieu de fournir une compensation en nature, il est possible de prendre des mesures de compensation visant à protéger la nature et le paysage. L'autorisation de défricher ne remplace pas l'autorisation de construire (exceptionnelle) prévue par la loi fédérale sur l'aménagement du territoire. L'endiguement forestier des torrents, qui profite à la conservation des forêts, est aussi régi par la loi sur les forêts. Les cas particuliers seront réglés par la loi sur l'aménagement des cours d'eau (le cas échéant, il faudra coordonner les compétences entre les deux domaines). La Confédération octroie des subventions sur la base de la LFo pour les mesures de protection concernant les domaines complétant l'aménagement des cours d'eau (avalanches, chutes de pierres, zones d'érosion, glissements de terrains sans relation avec les cours d'eau).

- **Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE).** Le principe de précaution prévu par la loi se manifeste dans l'étude d'impact sur l'environnement (EIE); cette étude doit être entreprise en cas de mesures d'aménagements de cours d'eau importantes. Les prescriptions de la LPE en matière de protection contre le bruit, d'atteintes portées au sol ou de planification de la gestion des déchets seront également respectées.

- **Loi fédérale sur la chasse et la protection des mammifères et oiseaux sauvages (LChP).** La Confédération délimite des réserves de sauvagines et d'oiseaux migrateurs, d'importance na-

tionale et internationale. Lors de projets d'aménagement de cours d'eau susceptibles de porter atteinte à de telles réserves, une prise de position de l'office compétent, soit l'OFEFP, est requise.

- **Loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR).** Les cantons veillent à la planification des chemins pour piétons et des chemins de randonnée pédestre et ils la coordonnent avec leurs autres activités ayant des effets sur l'organisation du territoire, y compris dans le domaine de l'aménagement des cours d'eau.

- **Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques (LFH).** Elle exige la coordination des mesures d'aménagement de cours d'eau et des droits concédés pour l'utilisation des forces hydrauliques et inversement. En particulier le concessionnaire acquiert le droit à une indemnité lorsque des atteintes dans le cours d'eau entravent de façon permanente son utilisation, dès lors qu'une adaptation de l'ouvrage n'est pas raisonnablement envisageable. D'autre part, la concession peut aussi prévoir une participation financière du concessionnaire pour subvenir à l'entretien et aux possibles mesures de protection contre les crues.

- **Loi fédérale sur l'agriculture (LAgr).** La Confédération peut soutenir l'exploitation extensive des surfaces agricoles en allouant des contributions. A ces contributions peuvent s'ajouter des dédommagements attribués par un canton, une commune ou une association d'aménagement de cours d'eau pour des mesures servant à la protection contre les crues (par exemple pour les zones inondables projetées). Dans le cadre de projets d'amé-

lioration foncière, en outre la revitalisation de petits cours d'eau (y compris l'acquisition de terrains) est encouragée. Les projets de protection contre les crues et les projets d'amélioration foncière devront en principe être coordonnés.

- **Loi fédérale sur l'expropriation (LEx).** Pour l'exécution de la loi sur l'aménagement des cours d'eau, les cantons peuvent exproprier les droits nécessaires ou conférer à des tiers le droit d'exproprier.

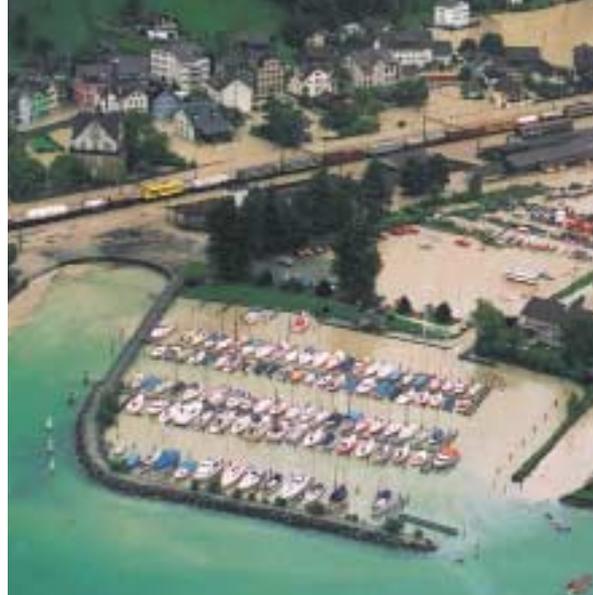
- **Loi fédérale sur les aides financières et les indemnités (LSu).** Elle règle l'octroi d'indemnités et d'aides financières de la Confédération. Dans ce cadre, il faut tenir compte de la participation possible aux coûts des bénéficiaires et des personnes qui ont rendu la mesure nécessaire. Le bénéficiaire de la subvention ne peut commencer la construction ou faire des acquisitions importantes avant l'octroi du montant que si l'autorité compétente l'y autorise.

- **Loi fédérale concernant l'utilisation de l'impôt sur les huiles minérales à affectation obligatoire (LUMin).** La Confédération utilise l'impôt sur les huiles minérales prévue pour le trafic routier, entre autres, pour des contributions au financement de mesures structurelles de protection contre les forces de la nature, en particulier pour les mesures de protection contre les crues.

- Les exigences minimales pour la mise en réseau des mesures de compensation écologiques sont définies par l'**ordonnance sur la qualité écologique (OQE).**

Stratégie
Marche à suivre
• Procédures
Etudes du projet
Mesures
Annexes

Les objectifs de protection sont examinés, dans le cadre d'une pesée des intérêts, selon leur proportionnalité d'un point de vue économique et écologique (et si nécessaire, ils sont adaptés).



Conditions-cadres

26 La protection contre les crues ne peut pas être planifiée ni réalisée séparément des autres aménagements territoriaux. La coordination et l'harmonisation avec d'autres **projets** (par exemple dans le domaine de la construction de routes, de la sylviculture, de l'agriculture, de la protection des eaux, de l'utilisation des forces hydrauliques ou de la revitalisation des cours d'eaux) ou avec d'autres **projets d'affectation** (par exemple la construction d'un lotissement) sont toujours impératives. Les données afférentes à ces projets doivent être prises en compte. C'est pourquoi dès le départ et pour chaque projet de protection contre les crues, il y a lieu de reconnaître si d'autres disciplines sont concernées. C'est le seul moyen de reconnaître à temps d'éventuels **conflits** et d'en tenir compte dès la planification.

Principe de proportionnalité

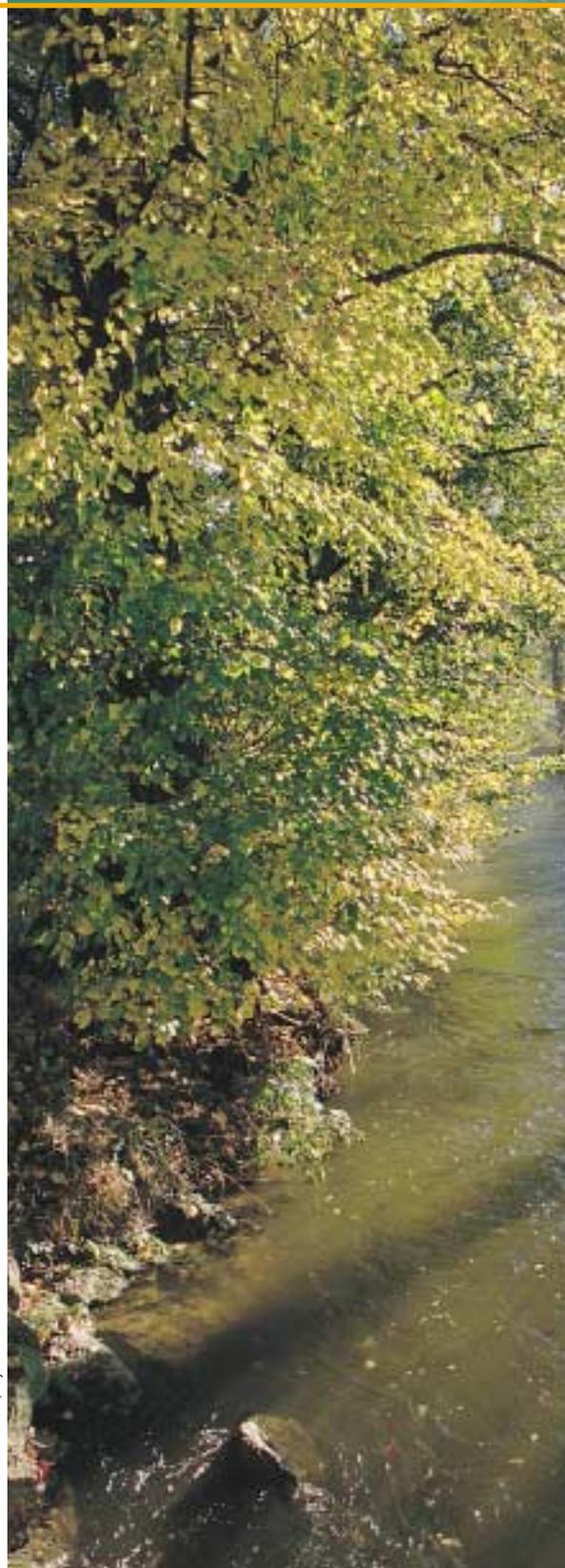
En principe chaque mesure prise dans le cadre de la protection contre les crues doit remplir les conditions suivantes: d'une part, elles doivent atteindre les **buts** visés, et d'autre part, elles sont à réaliser avec un **minimum d'atteintes** et de frais. De plus, il doit exister une proportion raisonnable entre le but visé et l'atteinte aux **droits protégés** (p.ex. la propriété privée). C'est pourquoi, toute mesure d'aménagement des cours d'eau doit être examinée en tenant compte de leur proportionnalité à différents niveaux:

- **Coûts.** Un projet d'aménagement doit être économique et approprié. Il est par conséquent nécessaire de procéder à une évaluation des intérêts en présence, basée notamment sur les coûts des mesures de

protection et sur l'ampleur des dommages possibles. Aucun droit à des indemnités ou à une aide financière ne sera accordé à des projets non rentables ou non rationnels. Si un projet concerne non seulement l'intérêt public, mais aussi des intérêts de tiers particulièrement favorisés, il faudra procéder au partage des frais engendrés entre les intéressés.

- **Exigences écologiques.** L'évaluation des intérêts en présence doit aussi tenir compte des exigences liées à la nature et au paysage. En principe, on ne devrait pas détériorer l'état original, mais l'améliorer le plus possible. Lors d'exigences supplémentaires, on devra comparer les coûts occasionnés avec les gains écologiques bien que ces derniers sont difficilement chiffrables.

- **Intérêts privés.** Les besoins concernant les aménagements de cours d'eau et les intérêts privés ne sont souvent pas en accord. Les intérêts des propriétaires sont pris en considération pour autant que les intérêts publics puissent être satisfaits. Les cantons sont donc autorisés, dans l'intérêt de la protection contre les crues, à procéder à des expropriations. D'autre part, les privés touchés ont la possibilité d'engager le canton et la Confédération pour leurs requêtes et les procédures qui en découlent.





Subventions de la Confédération

La **planification rationnelle** du projet de protection contre les crues, constitue une condition essentielle pour l'obtention d'une subvention fédérale:

- L'harmonisation et la coordination avec les autres intérêts et partenaires doivent être assurées.
- Il n'y a pas de double subvention (octroyée, par exemple, par l'aménagement des cours d'eau et par les forêts).
- Les travaux doivent être d'intérêt publique.
- La participation aux frais sera déterminée en fonction des intérêts présents.
- Lors de conflits portant sur les objectifs, les valeurs choisies seront justifiées.
- Le projet doit se conformer à toutes les exigences législatives fédérales (donc également aux prescriptions relatives à la protection des eaux, à l'aménagement du territoire, à la protection de la nature et du paysage et à la protection de l'environnement, etc.).

Données de base

Pour toutes demandes de subventions pour des travaux d'aménagement de cours d'eau, les dangers naturels existants, les dégâts potentiels, les objectifs de protection et les conséquences des mesures prévues doivent être identifiés et présentés de manière compréhensible.

Une autre condition pour l'octroi d'une subvention fédérale veut que les instances cantonales aient préalablement pris une décision **ayant force légale** pour le projet correspondant. Pour pouvoir procéder à un examen approfondi des projets, les instances fédérales doivent avoir accès au **dossier concernant le projet**. Ce dossier comprend les données techniques, les

bases financières, ainsi que les prises de position et des appréciations des services cantonaux concernés. 27

Autorisation

Dans le cadre des crédits autorisés, la Confédération verse des indemnités pour:

- L'élaboration de données de base permettant l'appréciation des dangers (incluant les concepts, les cadastres des dangers et des événements et les cartes des dangers).
- La planification et la réalisation d'ouvrages ou d'installations de protection contre les crues, ainsi que leur remise en état comprenant, si nécessaire, des mesures de compensation et de remise en état selon la LPN.
- Le déblaiement des cours d'eau et le rétablissement d'un profil d'écoulement suffisant après un événement naturel.
- L'aménagement et l'exploitation de stations de mesure dans l'intérêt de la protection contre les crues.
- La mise sur pied de services d'alerte.
- L'acquisition de terrains pour les ouvrages de protection.
- La revitalisation de cours d'eau corrigés peut également être soutenue financièrement. Il n'y a cependant pas de droit légal. La priorité sera donnée aux projets visant à augmenter la dynamique naturelle des cours d'eau et à rétablir la mise en réseaux des habitats naturels (spécialement les remises à ciel ouvert et la création, en quantité suffisante, de zones tampons et de domaines de transition entre la terre ferme et l'eau).

Stratégie
Marche à suivre
• Procédures
Etudes du projet
Mesures
Annexes

Lors de la planification des mesures, une démarche par étapes va permettre de trouver une solution optimale du point de vue technique, écologique et économique afin de résoudre les problèmes de crues. L'entretien, les mesures d'aménagement du territoire et les mesures de construction sont souvent en interaction étroite, et ils exercent une influence mutuelle les uns sur les autres.



Procédure ordinaire

28 La procédure ordinaire pour les mesures de protection contre les crues se subdivise en quatre étapes:

Première étape:

Elaboration du projet

En règle générale, chaque canton possède son **service spécialisé** responsable de la protection contre les crues. Les tâches de ce service sont variées:

- Il est responsable du traitement et de la coordination des projets.
- Il conseille les maîtres d'œuvre, communes, coopératives agricoles, propriétaires privés ou tiers sur les questions de protection contre les crues et de revitalisation.
- Dans le domaine de la protection contre les crues, il est l'interlocuteur direct de l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG). Le déroulement de la procédure concernant l'aménagement des cours d'eau sera grandement facilité si un **échange d'information** a lieu dès le départ entre les instances cantonales et l'OFEG, spécialement lorsque des bases importantes doivent être déterminées (par exemple les valeurs de dimensionnement). Une coordination précoce entre les intéressés est également fort utile lorsque d'autres intérêts sont en jeu (par exemple lors de projets dans des territoires placés sous la protection de l'inventaire fédéral).

Deuxième étape:

Prise de position de l'OFEG

Pour des projets importants et pour certains cas spéciaux (voir p.23) les services

cantonaux consultent l'OFEG qui délivre une prise de position liante. Dans cette prise de position l'OFEG peut également déjà se prononcer sur le montant d'éventuelles indemnités fédérales.

Troisième étape:

Décision du canton

Suit une décision exécutoire du canton sur le projet d'aménagement de cours d'eau et sur son financement. Pour des projets soumis à une étude d'impact sur l'environnement (EIE), la procédure décisive est régie par le droit cantonal.

Quatrième étape:

Demande d'indemnité

En se basant sur la décision entrée en force de l'administration cantonale, le service cantonal compétent peut faire une demande d'indemnité auprès de l'OFEG. L'OFEG examine la documentation sur le projet et fixe le montant des indemnités fédérales, ainsi que les conditions et les obligations qui en découlent. Dans ce contexte, il procède également à l'examen de la compatibilité du projet avec les autres dispositions fédérales légales.

La première étape de planification est l'**étude préliminaire** (souvent aussi nommée **concept** dans le milieu de la protection contre les crues). Toutes les variantes possibles, y compris la **variante nulle**, seront soumises à discussion. Il s'agira ensuite de définir la variante qui devra être développée. Pour cela il faut tenir compte des conditions générales déterminantes et mettre en évidence les points conflictuels.

Au niveau de l'**avant-projet** (dans la protection contre les crues souvent décrit comme **projet général**), la planification des mesures, pour la variante choisie, doit être élaborée de façon à disposer d'une estimation grossière des coûts, à connaître les dimensions principales des éventuels ouvrages, et à disposer d'une vue d'ensemble des incidences du projet du point de vue de l'aménagement de cours d'eau, de l'économie et de l'écologie.

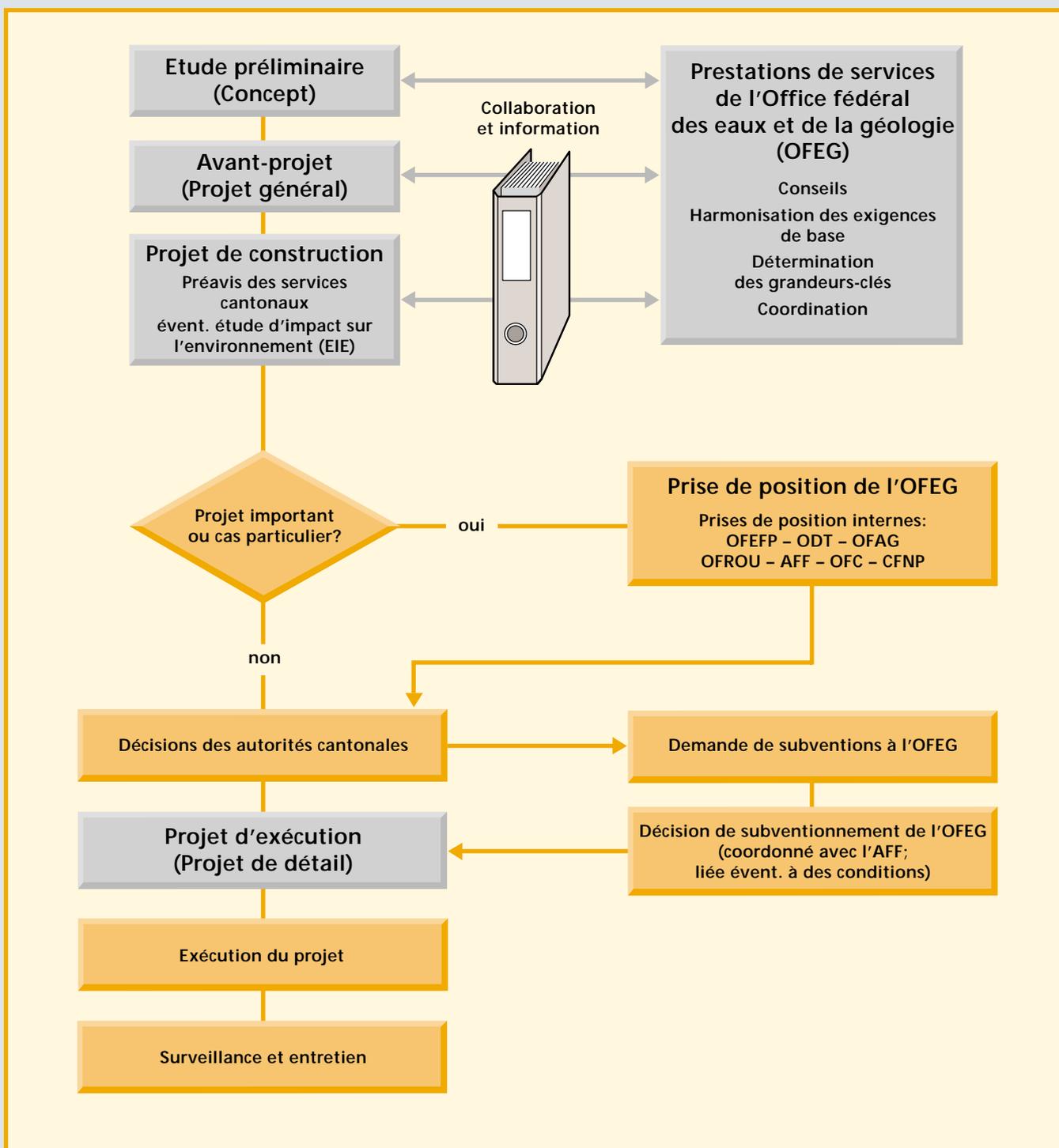
Le **projet de construction** comprend le rapport technique, les plans et le devis estimatif. Ce projet représente le fondement de la procédure d'autorisation de construire, de la décision de subvention, de la décision de construction et des soumissions. Les personnes directement concernées doivent pouvoir identifier les conséquences induites par les projets à l'échelle de la parcelle (font exception les mesures d'urgence après des intempéries).

Le **projet d'exécution**, en protection contre les crues souvent décrit comme **projet de détail**, met à disposition tous les calculs, les dimensionnements, les détails constructifs et les consignes nécessaires à la réalisation des mesures choisies.



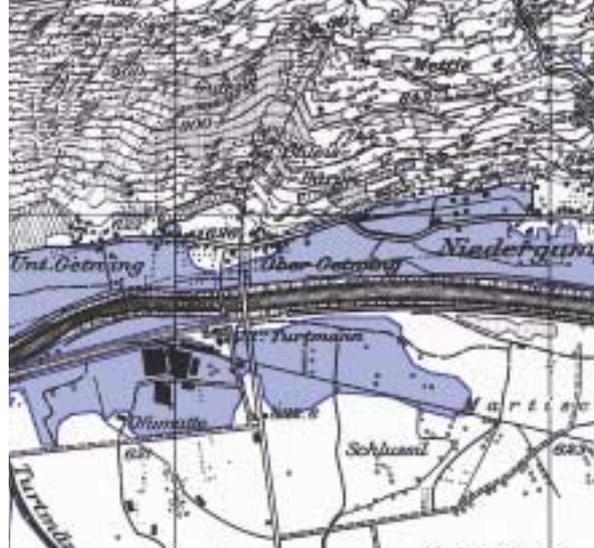
Procédure sur le plan cantonal

Procédure sur le plan fédéral



Stratégie
Marche à suivre
• Procédures
Etudes du projet
Mesures
Annexes

Après un événement ayant entraîné des dégâts, le canton concerné peut demander un soutien à la Confédération, par exemple pour élaborer une documentation sur l'événement.



Procédure accélérée

30 Si, après des événements naturels, des **déficits de sécurité**, nécessitant des mesures urgentes, sont manifestes, une procédure accélérée peut être appliquée pour les demandes de subvention. Les mesures urgentes pour lesquelles une telle procédure s'applique sont:

- les **travaux** à effectuer immédiatement après un événement, comprenant le déblaiement du lit des cours d'eau ou la remise en état des ouvrages de protection détruits;
- les **mesures anticipées** qui permettent de remédier, le plus rapidement possible, aux déficits de sécurité existants.

Principes

Lors de la planification et de l'exécution des mesures urgentes, les principes suivants sont à prendre en considération:

- La priorité sera donnée aux mesures qui minimiseront le plus rapidement possible et efficacement les dommages potentiels ou les risques existants. Par contre, les mesures qui n'influent qu'accessoirement sur la sécurité doivent suivre la **procédure ordinaire**.
- Avant d'entreprendre des travaux, quels qu'ils soient, les **services** cantonaux intéressés doivent être consultés (et au besoin également les tiers concernés).
- Dans la zone concernée, il faudra assurer la **coordination** avec d'autres projets éventuels.
- S'il s'agit de **projets importants**, une coordination avec l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) est nécessaire. Ceci concerne spécialement des projets aux conséquences financières importantes ou des travaux à effectuer dans un territoire protégé par un inventaire fédéral.

- Lorsque la sécurité l'exige, une **autorisation provisoire de construire** en matière du droit des subventions pourra être délivrée pour des travaux urgents (ceci avant que le mode de financement ne soit clairement défini). Celle-ci permet de débiter immédiatement les travaux sans attendre la fin de la procédure de subventionnement.

- Avant de procéder à la remise en état d'ouvrages de protection détruits, il faut examiner si leur rétablissement est judicieux. Les **causes** de la défaillance seront établies, et la sécurité des ouvrages sera augmentée dans la mesure du possible.

- En principe, l'**espace**, nouvellement approprié par le cours d'eau, sera maintenu. De nouveaux rétrécissements seront évités de manière à garder une plus grande flexibilité pour les mesures définitives.

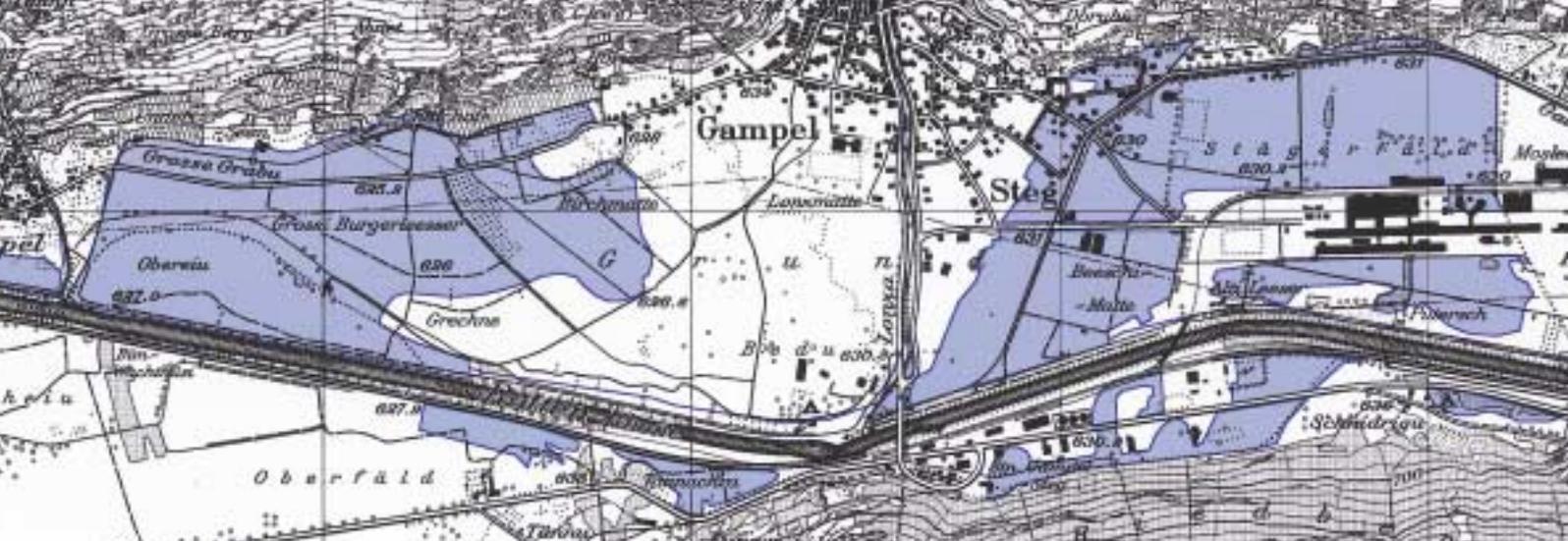
- Pour les problèmes localisés et lorsque les conditions sont claires, des **solutions définitives** devraient être réalisées.

- Par contre, pour des projets plus importants, qui touchent différents intérêts, des **solutions provisoires économiques** doivent être élaborées. Ceci permet de se ménager le temps nécessaire à l'étude d'un projet rationnel.

- Les mesures immédiates et les mesures de réfection ne devraient pas porter **préjudice** aux solutions définitives.

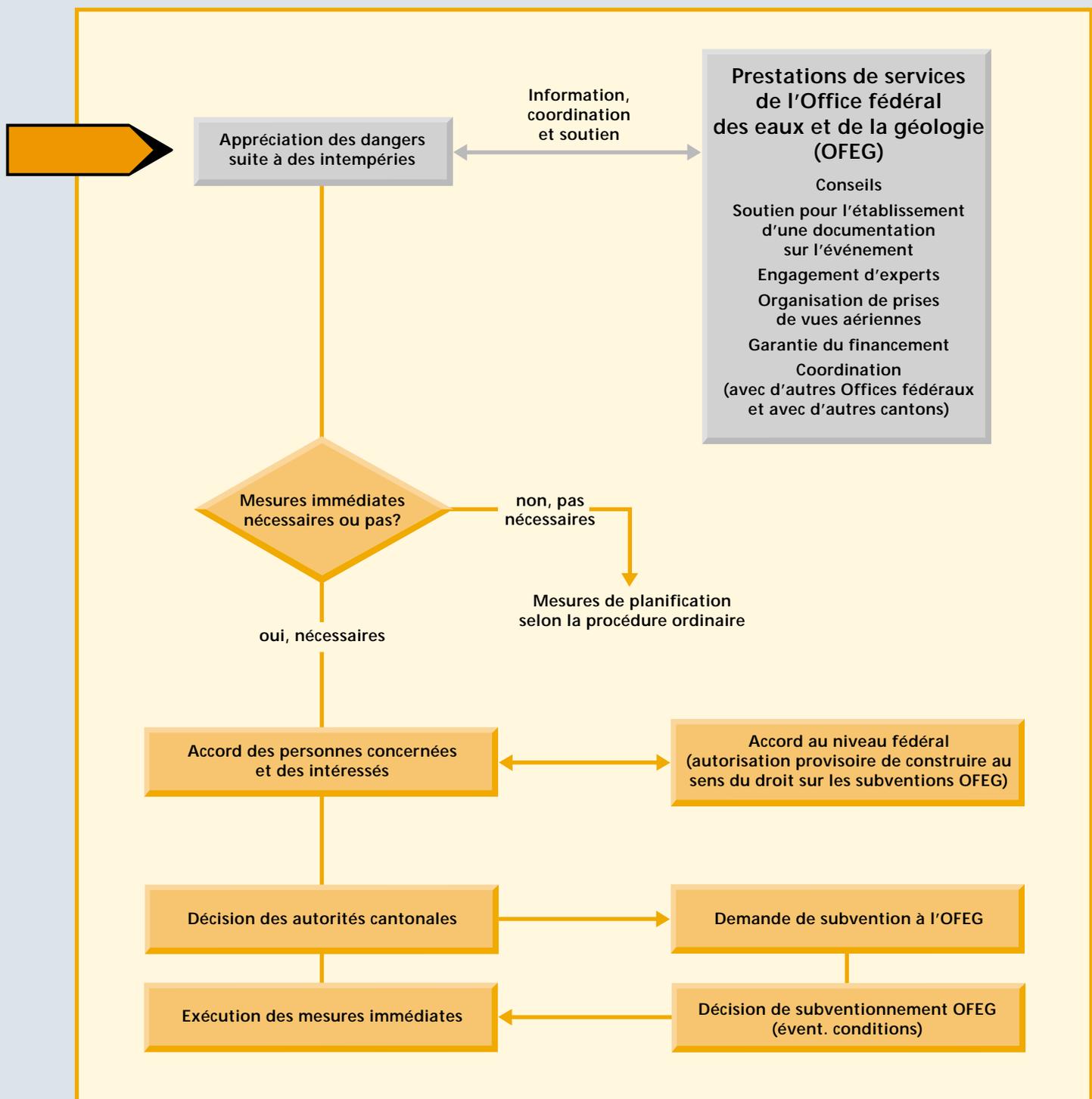
- Concernant les **zones alluviales**, des dispositions spéciales sont en vigueur (voir p. 53).





Procédure au niveau cantonal

Procédure au niveau fédéral



Les conflits rencontrés lors de projets de protection contre les crues reposent souvent sur des divergences d'intérêts concernant l'utilisation du sol.



Participation

32 Chaque mesure de protection contre les crues sera basée sur une pesée des intérêts objective, transparente et complète. En d'autres termes, un **compromis** acceptable pour tous les intéressés doit être trouvé par la communication et le dialogue. Pour cela, il faudra veiller à ce que les différentes prétentions soient évaluées en fonction des buts à atteindre et considérées selon leur degré d'importance.

Information

Dans le cadre des projets de planification, le public, et avant tout les propriétaires fonciers et les exploitants qui sont touchés par le projet, doivent être informés à temps et de façon claire. Ils doivent, en outre, être tenus au courant de l'état d'avancement de la planification.

L'information aux personnes concernées ne devrait pas avoir lieu qu'une seule fois, mais se faire régulièrement et aux différents stades appropriés, pendant tout le processus de planification.

Formes de la participation

Lorsque des requêtes particulières proviennent de la population, il faut en tenir compte dans le cadre de la participation (pour autant que les intérêts personnels soient compatibles avec le bien-être général). La coordination entre le projet d'aménagement et les intérêts situés à l'**aval** d'un cours d'eau est importante, en raison des répercussions des mesures de protection au-delà du périmètre du projet, mais aussi à l'**amont** (par exemple les exploitants de forces hydrauliques).

Le niveau de la planification pour lequel une telle participation sera organisée variera selon le projet. Plusieurs formes de

collaboration sont possibles. Le but de la démarche est d'obtenir des projets solides et d'améliorer le taux d'**acceptation** des mesures prévues. Lorsque la population locale est associée au projet, cela permet d'exploiter le savoir local et de l'introduire suffisamment tôt dans la planification. La population et les intéressés peuvent participer de différentes manières:

- Assemblées, soirées de discussion ou conférences données par des experts.
- Visites des sites ou excursions dans des zones présentant une situation analogue.
- Exposition et posters.
- Cercles de travail ou groupes d'experts représentant les différentes parties où un modérateur animera un débat sur les buts et les solutions envisagées.
- Commission interdisciplinaire d'accompagnement (comme, par exemple, instituée avec succès pour la Thur).
- Information par les médias locaux et régionaux.





Résolution des conflits

Le but de chaque planification est de mettre au point, dans un délai utile, un projet réalisable et rencontrant un certain consensus. Pourtant, les cours d'eau et les problèmes de crues qui y sont liés sont en relation si étroite avec les exigences de l'utilisation des sols, que la planification de mesures de protection contre les crues entraîne souvent des conflits.

Les motifs de ces conflits sont variés. Ils reposent parfois sur des divergences concernant les **prétentions à l'utilisation des sols**. Ces conflits peuvent aussi être dus à une **planification insuffisante**. C'est le cas lorsque les remarques, les souhaits ou les revendications des partenaires et des personnes concernées n'ont pas été communiqués à temps ou n'ont pas été pris au sérieux. Il en résulte des différends qui se terminent en oppositions et en retards.

Recommandations

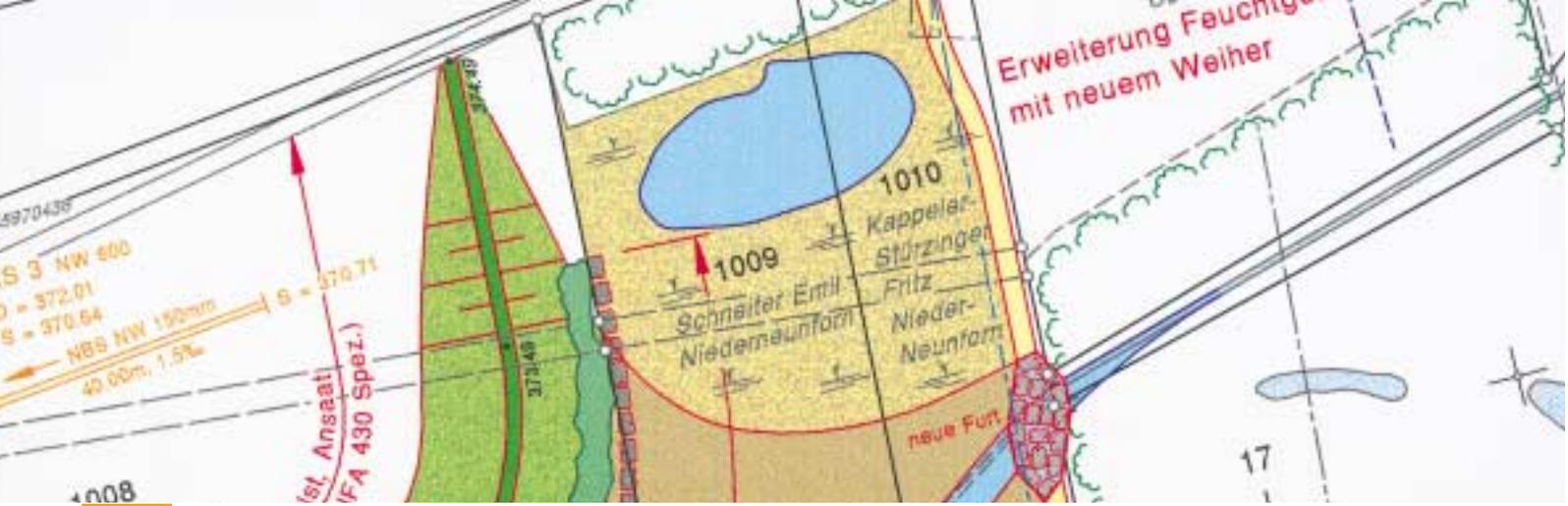
Il existe de nombreuses recommandations qui permettent de reconnaître, d'empêcher et de résoudre les conflits.

On rappellera les plus importantes: avant l'élaboration d'un projet, il faut associer très tôt tous les intéressés, les partenaires et les personnes touchées dans le cadre d'une politique d'information ouverte et complète.

Cette manière de faire facilite l'identification au projet et la compréhension des mesures nécessaires envisagées. De plus, il faudra tenir compte des points suivants:

- Dès le début de la planification on doit exposer de façon compréhensible les **conditions générales** légales et celles liées à l'espace naturel, ainsi que le **déroulement des procédures**.

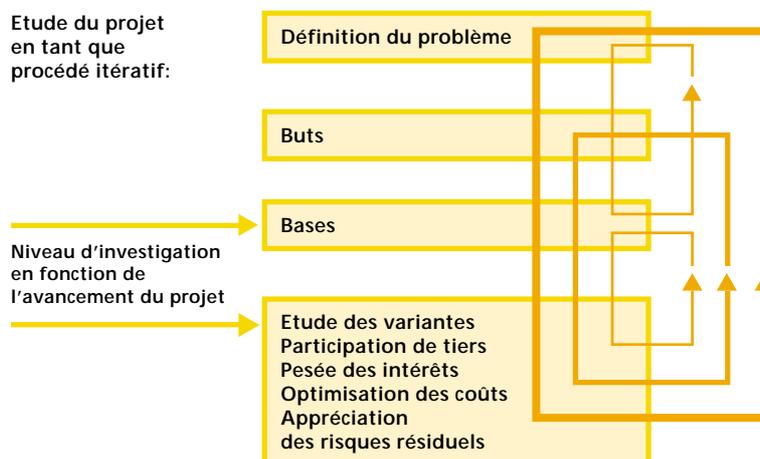
- Si on ne peut pas tenir compte de ces conditions générales, les **motifs** doivent en être exposés ouvertement.
- Une **discussion**, largement fondée sur une ébauche du projet, incluant des visites sur le terrain, contribue à une compréhension mutuelle et à la mise en lumière des points controversés.
- Les points controversés, sans solution dans l'immédiat, peuvent être réglés ultérieurement sous certaines conditions; si des **données de base décisionnelles améliorées** peuvent être fournies par des études approfondies.
- Si, malgré tous les efforts, des conflits subsistent, les instances cantonales compétentes devront effectuer une **pesée des intérêts**.
- Il s'ensuit une **décision** des autorités compétentes, attaquant selon le droit cantonal.
- Finalement, il est important que les **décisions** prises soient expliquées et portées à la connaissance de tous les intéressés.



Etudes du projet



Afin que le fossé, jamais entièrement comblé, entre les conditions naturelles et les exigences sociales ne devienne pas trop profond, il est nécessaire d'envisager un **changement de cap**, notamment dans la façon d'appréhender les dangers liés aux crues: «D'une pure défense contre les dangers vers une culture assumée du risque», voici la **nouvelle devise** qui doit être mise en pratique à l'avenir à tous les niveaux, que ce soit par la Confédération, les cantons et les communes.



Déroulement de l'étude

Il n'existe pas de recettes standards visant à résoudre les problèmes de protection contre les crues. Grâce aux expériences faites dans un passé récent, des recommandations peuvent être énoncées quant à la procédure à suivre pour atteindre des objectifs de protection contre les crues à temps et dans des conditions économiques favorables:

- Pour chaque projet, il faut veiller à distinguer le nécessaire du superflu, afin de limiter les **dépenses**.
- Le **niveau d'investigation** doit être adapté aux exigences du projet.
- Les **données de base nécessaires à la prise de décision** doivent être élaborées suffisamment tôt.
- Les **données de base du projet** doivent être complètes. Il y a suffisamment d'exemples montrant qu'un seul fait non éclairci pouvait retarder des projets sur plusieurs années (voire même les faire échouer).
- Pour les études de projet, les compétences de différentes disciplines sont en général nécessaires. En raison de la spécificité des tâches, les **partenaires** mandatés sont à choisir avec soin. Les soumissionnaires pour les projets doivent pouvoir faire la démonstration de leur capacité de prestation dans la gestion des travaux prévus du point de vue technique, qualitatif

et économique. Enfin, ils doivent être capables de travailler en équipe.

- Si, lors de la **pesée des intérêts**, il s'avère que des mesures sont économiquement, écologiquement ou techniquement disproportionnées, une adaptation des utilisations existantes (ou des objectifs de protection visés) doit être proposée (voir guide de la protection contre les crues p.10).

Optimisation à plusieurs niveaux

A partir des besoins d'action et de la définition du problème, les données de base nécessaires sont à déterminer et les buts à atteindre dans le cadre d'une planification de mesures sont à définir. De leur côté, ces buts ont une influence sur les données de base requises, et les mesures entraînent à leur tour des adaptations et des compléments. L'optimisation du projet passe donc par un **processus itératif**. Les étapes suivantes sont à prendre en considération:

- **Documentation sur la situation initiale.** Cette étude doit comprendre une documentation sur la situation de danger et sur l'état du cours d'eau. Elle doit aussi mettre en évidence les conséquences d'une crue extrême.
- **Evaluation des dommages potentiels.** Cette enquête donne des renseignements sur les conséquences financières d'une crue déterminée.
- **Planification de mesures.** Fondamentalement, les interventions dans les cours d'eau doivent être aussi réduites que possible. Un autre principe exige le respect de l'ordre hiérarchique défini dans la législation sur les aménagements de cours d'eau (priorité à l'entretien et aux mesures d'aménagement du territoire sur les

mesures structurelles de protection). Souvent des améliorations significatives en matière de protection contre les crues peuvent être effectuées à moindres frais, et finalement, une pesée globale des intérêts permet d'obtenir des variantes optimisées.

- **Appréciation des risques résiduels.** Une planification de mesures complètes doit comporter une analyse des risques résiduels. Les incertitudes, souvent importantes lors d'événements naturels, doivent être prises en compte.
- **Planification et organisation des interventions d'urgence.** Chaque projet de protection comporte également une gestion des catastrophes orientée sur la situation de danger actuelle.
- **Entretien et surveillance.** Le concept d'entretien (en complément du plan de sécurité et du plan d'affectation) est un élément essentiel d'un projet de protection contre les crues.

Transposition dans l'aménagement du territoire

La situation de danger subsistant après la réalisation des mesures de protection doit être représentée sous forme de carte des dangers et prise en compte dans les **plans directeurs et les plans d'affectation**. Si le projet est abandonné, les autorités cantonales responsables des eaux doivent élaborer des cartes de dangers correspondantes à la situation initiale et veiller à ce que les résultats soient intégrés dans les plans directeurs et les plans d'affectation.

A lire:

OFROU/OFT/OFEE/CFE: Sécurité des ouvrages d'art avec fondations immergées. Recommandations pour la surveillance et pour les constructions nouvelles (1998)

Les investigations de terrain matérialisées par une **carte de phénomènes** représentent un complément important à la documentation sur les événements. La carte des phénomènes présente sous forme de carte ou de texte les caractéristiques et les indicateurs observés sur le terrain. Elle indique la prédisposition, les mécanismes de déclenchement et le mode d'action des types de dangers possibles.

Situation dans le bassin versant

36 Les processus se produisant dans un cours d'eau sont déterminés essentiellement par les conditions rencontrées dans le bassin versant:

- la **topographie** (surface, forme, pentes de versants, expositions);
- la constitution et la distribution des différents **types de sol**;
- la **géologie**;
- la **géomorphologie** (les processus de façonnement dans le bassin versant);
- les **précipitations**;
- la proportion de **glacier**;
- la couverture **forestière** (et son état);
- le **régime d'écoulement**;
- la **géométrie des cours d'eau** (profil en long, profil en travers) et leur **morphologie** (diamètre des grains du substratum du lit).

Données de base à disposition

Chaque projet de protection contre les crues se base sur de nombreuses informations fondamentales sur le cours d'eau et son bassin versant. Une partie de ces données de base est disponible sous **forme digitalisée** (par exemple sous forme de cartes topographiques et thématiques et sous forme de photographies aériennes) ou est intégrée dans un **système d'information géographique (SIG)**. Outre la Confédération, plusieurs cantons possèdent des organismes de coordination.

Les **outils de travail et de planification** suivants présentent une importance particulière:

- **Données de précipitation.** Ces données sont recueillies par des institutions officielles ou privées. L'exploitation des données fournies par les radars météorologiques, pour l'analyse et le classement

des événements à fortes précipitations, est souvent précieuse.

- **Données sur les débits.** Ces données sont également relevées par des institutions officielles ou privées, et sont mises en valeur et publiées par exemple sous forme de «l'annuaire hydrologique de la Suisse» (éditeur OFEG; disponibles également sur Internet).

- **Cadastre des événements.** Celui qui veut prédire doit pouvoir s'imprégner du passé. En effet, les expériences que l'on a pu faire lors d'événements passés sont très utiles pour apprécier et évaluer des événements futurs. Pour cela, il faut rassembler une documentation complète et dans les règles de l'art de chaque événement. Les documentations sur les événements donnent non seulement des renseignements sur les processus majeurs et sur l'ampleur des dégâts, mais aussi sur la zone d'incidence des dangers naturels, ainsi que sur les conditions météorologiques, géologiques, géomorphologiques et hydrologiques.

- **Données de base concernant la géologie.** Les conditions géologiques influent sur le débit, le type, le volume et les propriétés physiques des matériaux charriés. Sans connaissance des conditions géologiques, on ne peut pas faire non plus de calcul de stabilité en relation avec les mouvements de terrains. Lors d'interventions, influençant la nappe phréatique, lors de drainages ainsi que lors de mesures à proximité de sources, des recherches sur la **situation hydrogéologique** doivent être effectuées.

- **Inventaires.** Les inventaires fédéraux sont des instruments importants pour la protection de la nature et du paysage. Une

distinction est faite entre les inventaires des biotopes et ceux du paysage, car ils n'ont pas la même signification juridique. L'inscription d'un objet d'intérêt national dans un **inventaire du paysage**, selon l'article 5 de la LPN, ne lie en premier lieu que les organes de la Confédération (ainsi que ceux qui doivent remplir des tâches de la Confédération ou qui ont des prétentions à des indemnités pour leur projet). Une exception est donnée par l'inventaire des **sites marécageux** qui se réfère à l'article 23b de la LPN et a force obligatoire également pour les propriétaires. Depuis 1987, bien plus de compétences reviennent à la Confédération dans le domaine de la protection des biotopes. La base légale des **inventaires des biotopes** – auquel appartient l'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale – est l'article 18a de la LPN. Le Conseil fédéral, après avoir pris l'avis du canton, désigne les biotopes d'intérêt national, détermine leur situation et précise les buts visés par la protection.

- **Potentiel de dommages.** Grâce à leurs dossiers, les assurances immobilières des cantons peuvent donner des informations sur le potentiel de dommages et sur les **mesures de protection objet** existantes.

A lire:

OFEE/OFEFP: Dangers naturels. Légende modulable pour la cartographie des phénomènes (Recommandations, 1995)

PLANAT/BWG/BUWAL: Vom Gelände zur Karte der Phänomene (Kompendium, 2000)



Données de base Contacts/Sources

Données sur les précipitations	<ul style="list-style-type: none"> • Fortes précipitations: Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (FNP) • Relevés nationaux: ISM MétéoSuisse, Zurich • Exploitation des données: ISM MétéoSuisse, Zurich • Relevés locaux: centrales hydroélectriques; bureaux de météo privés
Données concernant les débits	<ul style="list-style-type: none"> • Relevés nationaux: OFEG-SHN, Bienne et Berne • Relevés locaux: centrales hydroélectriques; services cantonaux de protection contre les crues; services cantonaux des eaux
Plans directeurs	<ul style="list-style-type: none"> • Services cantonaux d'aménagement du territoire
Plans d'affectation (plans locaux)	<ul style="list-style-type: none"> • Services cantonaux d'aménagement du territoire • Autorités communales
Conception de l'évolution du paysage (CEP)	<ul style="list-style-type: none"> • OFEFP, Berne • Services cantonaux d'aménagement du territoire
Cadastre des événements	<ul style="list-style-type: none"> • OFEFP, Berne • Services cantonaux des eaux
Cadastre des ouvrages de protection	<ul style="list-style-type: none"> • Documentation au niveau national: OFEG, Bienne; OFEFP, Berne • Relevés régionaux et locaux: services cantonaux de protection contre les crues
Cartes indicatives des dangers	<ul style="list-style-type: none"> • Services cantonaux des eaux • Services cantonaux d'aménagement du territoire • Autorités communales
Cartes des dangers	<ul style="list-style-type: none"> • Services cantonaux des eaux • Services cantonaux d'aménagement du territoire • Autorités communales
Dossiers des projets (anciens)	<ul style="list-style-type: none"> • Services cantonaux des eaux • OFEG, Bienne
Potentiel de dommages	<ul style="list-style-type: none"> • Assurances immobilières des cantons
Inventaires	<ul style="list-style-type: none"> • Inventaires au niveau national: OFEFP, Berne • Inventaires régionaux et locaux: services cantonaux de protection de la nature • Listes rouges: OFEFP, Berne; services cantonaux de protection de la nature; associations de protection de l'environnement
Données de base concernant la géologie	<ul style="list-style-type: none"> • Cartes géologiques (l'atlas géologique Suisse à l'échelle 1:25 000 n'est toutefois pas complet). • Recherches géologiques, qui ont été entreprises dans le cadre d'autres projets de construction. L'Office fédéral de la géologie (OFEG) s'occupe des archives géologiques suisses (AGS), qui collectionnent également des documents non publiés. • Investigations géologiques, géotechniques ou hydrogéologiques complémentaires concernant les ouvrages de retenue, barrages, digues ou concernant des interventions dans le régime des eaux (par exemple, abaissement de la nappe d'eau souterraine).

Stratégie
Marche à suivre
Procédures
• Etudes du projet
Mesures
Annexes

Le calcul de la période de retour ne se fait pas sans difficulté, comme le montre l'exemple de la Reuss dans le canton d'Uri. Au milieu des années quatre-vingt, ce cours d'eau a été dimensionné pour un débit de $600\text{ m}^3/\text{s}$, qui était considéré comme **événement centennal** (Q_{100}). Une étude hydrologique détaillée entreprise suite aux crues de 1987 a révélé que cette valeur de dimensionnement ne correspondait qu'à une crue de temps de retour **de 30 à 40 ans**. La **probabilité** qu'un débit de $600\text{ m}^3/\text{s}$ se produise dans un laps de temps de 100 ans a passé alors de 64 à plus de 90%.

Incertitudes dans les données de base

38 Le **débit** est une grandeur importante pour chaque projet de protection contre les crues. Il a une influence décisive sur le dimensionnement des ouvrages.

Le débit représente le volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau par seconde. Souvent, il ne peut pas être mesuré directement et en continu, mais seulement sporadiquement (normalement par des mesures de vitesse sur toute la section transversale, mais dans certains cas aussi par des substances colorantes et des essais en laboratoire).

Relation de base

Avec les débits (Q) mesurés à différentes hauteurs d'eau (H), on peut établir une **courbe d'étalonnage** hauteur d'eau/débit (dénommée également courbe H-Q). Elle constitue la base pour la transformation des hauteurs d'eau en débit. Cette courbe d'étalonnage peut changer au cours du temps (avant tout lors de modifications survenues dans le lit à la suite de crues). Les mesures de débits doivent donc être effectuées périodiquement afin de vérifier et actualiser les relations.

Dans le domaine des valeurs extrêmes des débits (aussi bien les crues que les étiages), la courbe H-Q doit être extrapolée mathématiquement, car pour de telles situations exceptionnelles, on ne possède souvent pas de mesures.

Période de retour

Par période de retour, on entend la durée pendant laquelle un événement d'une certaine grandeur se produit ou est dépassé en moyenne une fois. Souvent, le **terme de temps** de retour est également utilisé:

- Q_1 : événement survenant ou étant dépassé en moyenne chaque année (dénomme événement annuel).
- Q_{100} : événement survenant ou étant dépassé en moyenne tous les 100 ans (dénomme événement centennal).
- Q_{300} : événement survenant ou étant dépassé en moyenne tous les 300 ans (dénomme événement tricentennal).

Hypothèses conservatrices

Comme pour tous les processus naturels, d'importantes incertitudes existent lors de la détermination des probabilités. Même de longues séries de mesures offrent, statistiquement parlant, une grande marge d'interprétation. Cet état de fait doit être pris en compte lors du choix des valeurs de dimensionnement. En règle générale, on sera alors amené à adopter des valeurs de dimensionnement plutôt conservatrices. C'est également la raison pour laquelle les incertitudes existantes doivent être évaluées lors de l'élaboration des bases hydrologiques d'un projet de protection contre les crues.

Le débit de dimensionnement Q_D se rapporte au débit qui, grâce aux mesures prévues, peut transiter sans dommages. En parallèle à la détermination de ce débit, les conséquences d'événements plus importants doivent être examinées systématiquement dans le cadre de la planification des mesures.

Charge sédimentaire

Si pour l'estimation des débits de pointe, les incertitudes sont déjà grandes, celles-ci sont plus grandes encore lors de l'estimation de la charge sédimentaire. Ceci vaut aussi bien pour l'appréciation du **charriage** que pour l'évaluation des **laves torrentielles** possibles. Une des causes de ces incertitudes est le manque de données de base. Mais la principale raison réside bien dans la complexité des processus (et leur grande variabilité). Il n'est pas possible de trouver de relations simples entre un paramètre caractéristique de laves torrentielles observées et les précipitations, plus faciles à mesurer.

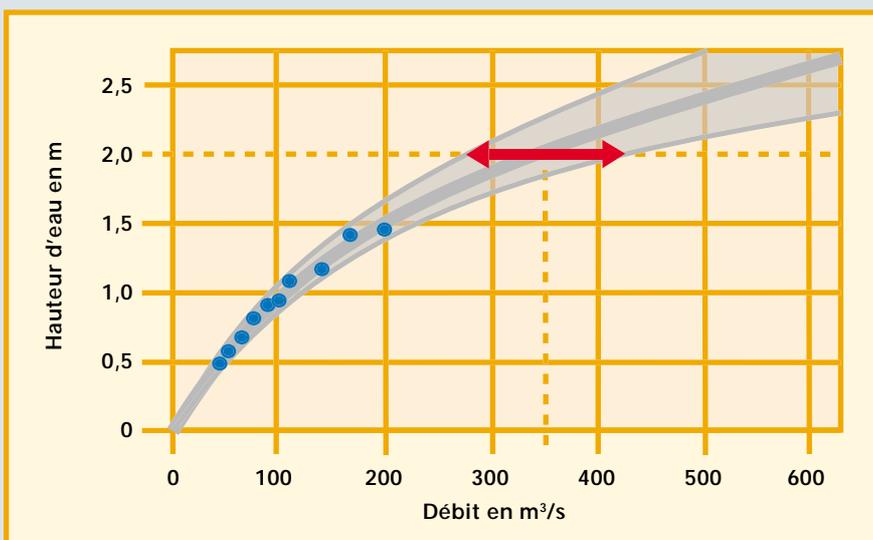
Il est encore plus difficile d'attribuer une **probabilité d'occurrence** aux laves torrentielles, c'est-à-dire la possibilité qu'un événement d'un temps de retour donné puisse se produire ou être dépassé en l'espace d'un temps d'observation déterminé. Quelques **scénarios** plausibles sont alors définis, auxquels on attribue une estimation qualitative de l'occurrence: souvent, rarement, très rarement.

En outre, il n'est pratiquement pas possible d'établir une relation entre le débit de pointe d'une lave torrentielle et son **volume**. Les laves torrentielles s'écoulent généralement par bouffées successives. Des essais sur modèles ont par ailleurs montré que pour une vitesse et pour une pente données, une augmentation de l'apport en alluvions n'entraîne pas forcément une augmentation de la hauteur d'écoulement, au contraire du volume de la bouffée.

A lire:
SHN: Présentation de quelques activités et prestations (1998)

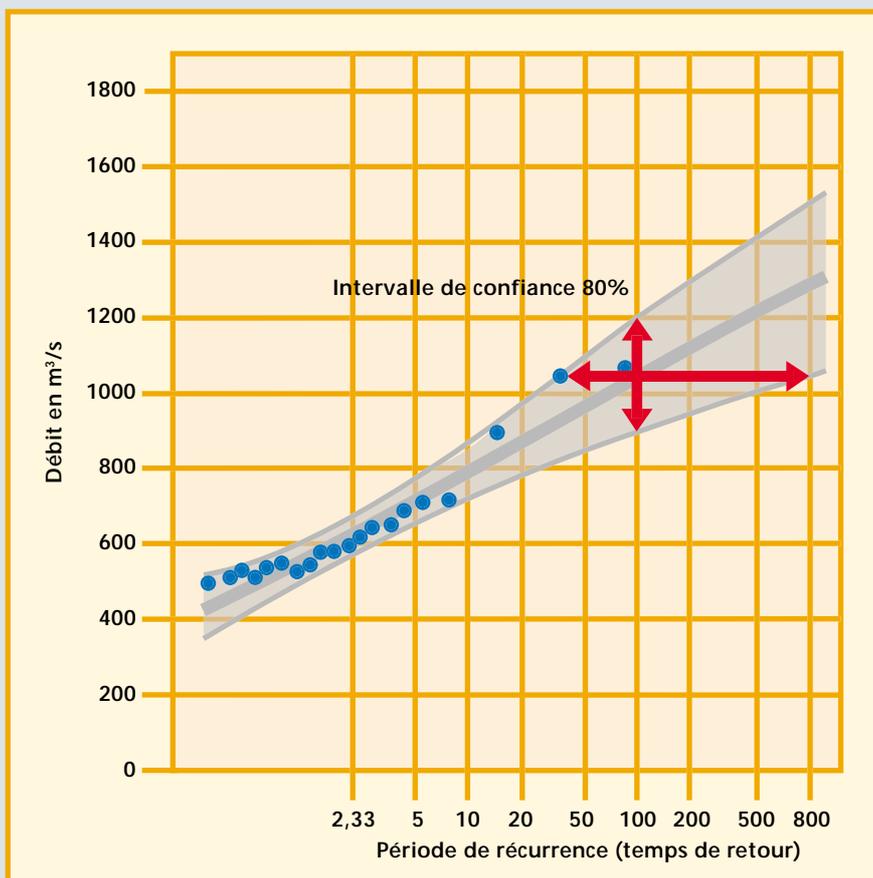


Avec les débits (Q) mesurés à différentes hauteurs d'eau (H), on peut établir une courbe d'étalonnage hauteur d'eau/débit (dénommée également courbe H-Q). Les incertitudes dans la relation augmentent avec le débit; cette crue de l'Emme a été estimée à $350\text{m}^3/\text{s}$ avec un intervalle de confiance entre $280\text{m}^3/\text{s}$ et $420\text{m}^3/\text{s}$. Lors de l'estimation des débits, l'analyse de la précision des données doit donc tenir compte des erreurs d'extrapolation.



L'exemple du Rhône près de Sion (graphique de gauche) montre l'ampleur que peuvent prendre les incertitudes lorsqu'on fixe les probabilités d'occurrence. Au débit de $1050\text{m}^3/\text{s}$, on peut attribuer une **période de récurrence** de 100 ans (sans prise en compte de l'effet positif des barrages).

Considérant un intervalle de confiance de 80%, la période de retour correspondante peut être aussi bien attribuée à un événement ayant une période de retour de 40 ans qu'à un événement ayant une période de retour de 800 ans. Si cet intervalle est appliqué au débit, la valeur correspondante au temps de retour 100 ans varierait dans une fourchette de $900\text{m}^3/\text{s}$ à $1200\text{m}^3/\text{s}$.

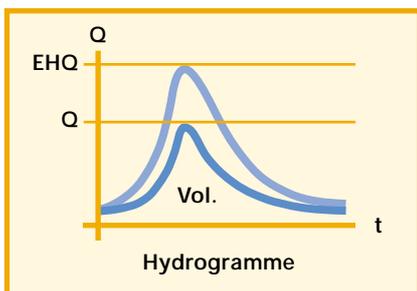


Examen des questions hydrauliques

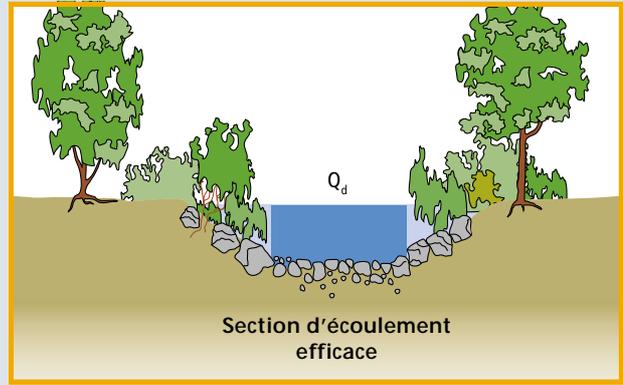
- 40 Chaque cours d'eau naturel se trouve constamment dans une situation évolutive. L'érosion prédomine dans le cours supérieur, tandis que, dans le cours inférieur, c'est la déposition. Une attention particulière sera donnée aux quatre points suivants:
- **l'hydrologie** (régimes d'écoulement, types de crues);
 - **l'hydraulique** (capacité d'écoulement);
 - le **bilan des matériaux solides** (danger de lave torrentielle; quantité de matériaux charriés; formation des méandres; formation de ramifications);
 - les **points faibles** rencontrés dans le cours d'eau.

Examen

Sur la base de l'examen des questions hydrauliques, des conclusions pourront être tirées tant sur les écoulements à court terme lors d'un événement dommageable que sur l'évolution future. Etant donné que la situation de danger peut se modifier au cours du temps, un examen des questions hydrauliques doit être effectué régulièrement.



Coefficient moyen de rugosité k_m pour le calcul simplifié de la capacité d'écoulement:
 $k_m = 20-25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$



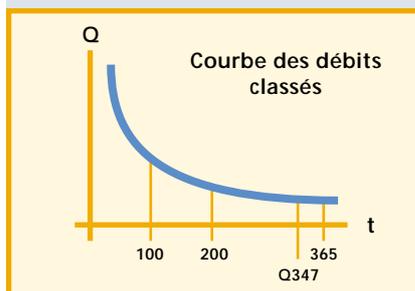
Hydrologie

L'hydrologie englobe les ressources en eau et le cycle de l'eau au-dessus, sur et au-dessous de la surface terrestre (la qualité de l'eau et les matières transportées par l'eau en font également partie).

En ce qui concerne la protection contre les crues, on s'intéresse avant tout aux **débites de pointes** possibles et aux **volumes écoulés**. Ils constituent la base permettant d'apprécier la sécurité existante en cas de crue (données de base de l'hydraulique), d'évaluer des ouvrages de protection existants, de dimensionner des ouvrages projetés, de délimiter les plaines inondables et d'estimer la capacité de rétention ainsi que le comportement du système en cas de surcharge (EHQ).

Au cours des années passées, les méthodes d'estimation des débits de crue ont fait l'objet d'un développement important et les anciennes séries de mesures ont pu être contrôlées. Les méthodes numériques (modèles mathématiques et simulations) y ont contribué de manière prépondérante. Mais ces méthodes sont également sujettes aux incertitudes, et les estimations de crues doivent être faites par diverses méthodes: des **analyses de sensibilité** sont conseillées et des **contrôles de plausibilité** sont nécessaires.

Pour l'examen de l'**état écologique**, des données supplémentaires sont nécessaires: la courbe des débits classés, les eaux moyennes et les étiages.



Hydraulique

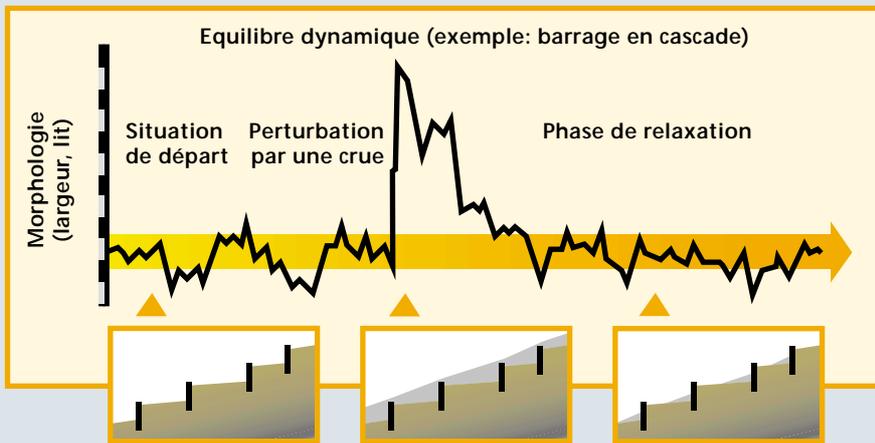
L'hydraulique s'intéresse aux conditions d'écoulement de l'eau et permet de déterminer la **capacité d'écoulement** d'un cours d'eau.

La géométrie du chenal (profil en travers, profil en long) et le dimensionnement des ouvrages de protection peuvent alors être déterminés en fonction du **débit de dimensionnement**. A ce propos, il ne faut jamais oublier que les cours d'eau sont des **systèmes dynamiques** qui peuvent changer leur géométrie au cours du temps. Les causes de ces changements sont nombreuses et peuvent aller de l'influence de la végétation, de l'érosion des berges et du lit, jusqu'à celle des atterrissements.

Lorsque la géométrie du profil en travers ou du profil en long varie, les calculs en régime uniforme ne suffisent pas. La plupart du temps, le **calcul des courbes de remous** est donc indispensable. Les lignes de niveau d'eau et les lignes d'énergie sont systématiquement calculées. Lors de problèmes plus localisés, des calculs plus détaillés doivent être entrepris (par exemple lors de constructions influençant l'hydraulique comme les digues submersibles, les voûtages ou les piles de pont).

Les territoires mis en danger par les crues sont la plupart du temps déterminés grâce aux **zones inondables**. Pour déterminer ces surfaces, plusieurs méthodes sont disponibles. Les modèles mathématiques détaillés exigent, dans les secteurs critiques, des données topographiques dont les altitudes ont une précision de 10 à 20 centimètres.

La hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement sont les deux facteurs déterminants pour estimer le danger en un point donné. Lors d'une problématique complexe, dans le cas par exemple de constructions hydrauliques spécifiques, le contexte hydraulique sera examiné plus précisément à l'aide de modèles physiques.



Bilan des matériaux solides

La force à la fois destructrice et modeluse de l'eau détermine l'aspect d'un cours d'eau. D'un côté, l'eau a un pouvoir érosif puissant; d'un autre côté, elle a également la fonction de transporter du matériel solide désagrégé et de le redéposer plus en aval. L'arrachement (érosion) et la déposition (accumulation) de la **charge de fond** et d'autres matériaux solides sont donc deux facteurs liés entre eux de façon indissociable.

Les crues d'une période de retour de deux à dix ans sont déterminantes pour ces **processus de modelage** (qui sont aussi décrits sous le terme de **morphologie**). Si, en prenant comme référence une longue période de temps, les modifications constatées sont faibles, alors on est en présence d'un **équilibre dynamique**.

Dès que des événements extrêmes entraînant des érosions et des accumulations considérables surviennent, cet équilibre dynamique est rompu. Lors de la planification de mesures, de tels processus doivent être pris en compte. Il faut avant tout évaluer si un nouvel équilibre peut être instauré ou si un effondrement du système a eu lieu (ou peut se produire).

L'importance souvent décisive du **bilan des matériaux charriés** a longtemps été négligée dans les projets d'aménagement de cours d'eau. Ces dernières années, il a souvent été constaté que des atterrissements qui avaient lieu généralement au niveau de ruptures de pentes pouvaient provoquer de graves problèmes, tel qu'en 1993 pour la Saltina à Brigue.

Par ailleurs, les torrents présentant de fortes pentes (>15%) sont spécialement dangereux. L'importance du charriage potentiel y est alors déterminant pour la formation des **laves torrentielles**.

De nos jours, des **modèles mathématiques** permettent d'analyser le charriage et d'estimer l'érosion et les atterrissements. Ces méthodes s'appuient la plupart du temps sur la distribution granulométrique des matériaux du fond de lit et sur la géométrie du cours d'eau (profils en travers, pente longitudinale) ainsi que sur les hydrogrammes.

Dans un cours d'eau, le **processus d'affouillement** est intimement lié à la forme du fond du lit. Les affouillements se produisent au niveau des coudes de rivière et des confluences, lors de différences de rugosité et au niveau des constructions comme les chutes, les piliers et les épis. De nouvelles méthodes d'estimation des affouillements ont été élaborées récemment. Elles montrent que, en présence de formes du lit (par exemple dunes ou antidunes), des affouillements locaux particulièrement profonds ont lieu, ce qui n'est pas le cas lors de conditions d'écoulement unidimensionnelles.

Lors du développement de telles structures de fond, les profondeurs de fondation des ouvrages de protection des berges doivent être augmentées. C'est pourquoi, pour chaque projet de protection contre les crues, les implications morphologiques que les interventions peuvent engendrer doivent être examinées avec soin.

Points faibles

Les points faibles sont des sections ou des tronçons d'un cours d'eau pouvant être à l'origine d'un danger. Les points faibles classiques sont des voûtages trop petits, des courbes prononcées, des obstacles ou des ruptures de pente du profil en long. De tels points faibles peuvent être identifiés et cartographiés lors de l'analyse de terrain.

Les **scénarios** constituent un élément nécessaire pour pouvoir analyser les points faibles. Il existe plusieurs façons de les reconnaître: par des **observations** (traces de crues; recherche pour une crue donnée), par des **comparaisons** (voûtage plus petit qu'en amont ou qu'en aval), par les **estimations simples** et finalement par des **modèles mathématiques** (se référant à la capacité d'écoulement). Dans les documents, la **précision** de l'évaluation effectuée doit toujours être indiquée.

Pour pouvoir connaître les besoins d'action, des évaluations périodiques du **bon fonctionnement** des ouvrages de protection existants sont nécessaires (impliquant la prise en compte des changements possibles dans la situation de danger et les cas de surcharge, EHQ).

La création d'une banque de données sur les ouvrages de protection, nommée **cadastre des ouvrages de protection**, est donc un instrument utile pour contrôler la sécurité en cas de crues pour un cours d'eau donné. Une bonne documentation permet aussi de faire des comparaisons avec d'anciennes évaluations (et ainsi témoigner des changements survenus entre-temps).



Notre société industrielle, de services et de loisirs aux activités fortement enchevêtrées est devenue d'une grande sensibilité aux perturbations engendrées par les crues incontrôlées.



Types de dangers et facteurs d'influence

42 Les crues représentent toujours un grave danger qui ne peut pas être évité que par des ouvrages de protection. Afin que les montants des dégâts ne s'accroissent pas continuellement, il faut s'efforcer de limiter les dommages potentiels. La connaissance précise et l'estimation correcte des **processus dangereux possibles** sont alors primordiales.

Les crues sont dangereuses à plusieurs titres: elles peuvent déborder et, chargées de sédiments, endommager les cultures et les constructions; elles peuvent éroder et ainsi affouiller les fondations des constructions existantes; elles peuvent aussi mobiliser des matériaux charriés et d'autres matériaux solides, et par leur action dynamique déstabiliser les ouvrages de protection, emporter des personnes ou des véhicules et détruire des bâtiments.

Suivant l'action prépondérante d'une crue, la distinction sera faite entre **inondation**, **érosion des berges** ou **dépôt de laves torrentielles**. Pour la plupart des crues, on assiste à une **combinaison** de ces trois types de danger, entraînant souvent aussi un **dépôt de sédiments grossiers**, c'est-à-dire un dépôt étendu de matériaux de charriage. Ce processus n'est souvent pas mentionné en tant que tel, car il est toujours lié à une inondation dynamique. En plus de ces types de danger, il existe d'autres **facteurs d'influence** importants:

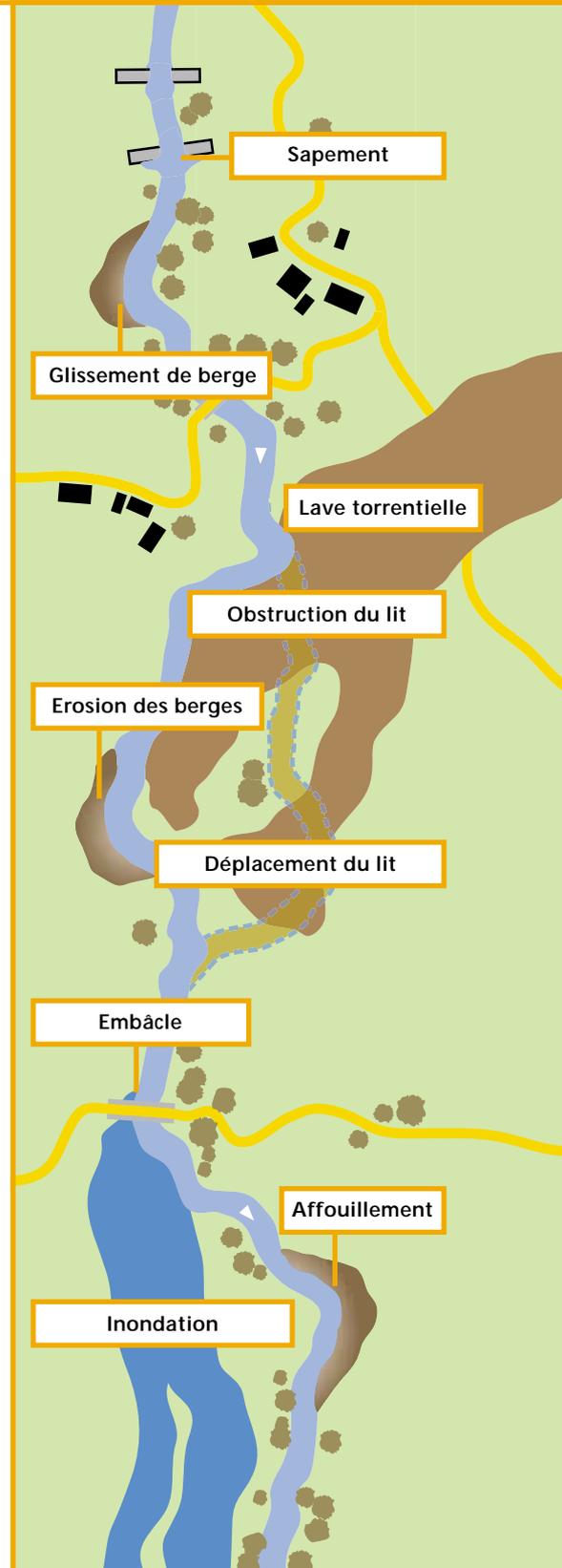
- **Les embâcles.** Après une avalanche, lors de vents tempétueux et lors d'intempéries, du bois mort, du bois flottant et d'autres matériaux solides empêchent souvent l'écoulement naturel des eaux, ceci particulièrement aux rétrécissements tels que barrages, ponts ou tronçons de

gorges. A l'arrière de tels bouchons, un exhaussement se produit. Il s'ensuit un débordement du cours d'eau qui se cherche de nouveaux passages. Lors d'une soudaine rupture, une vague ou une lave torrentielle chargée de bois et de matériaux charriés va dévaler les pentes.

- **Les obstructions du chenal.** Les éboulements, les glissements de terrain, les avalanches ou les laves torrentielles peuvent provoquer un rehaussement du fond du lit ou même l'obstruer complètement. De telles obstructions provoquent des inondations en amont et menacent l'aval par le risque de rupture (accompagné d'une onde de submersion).

- **La rupture de digue par érosion interne.** Si des niveaux de hautes eaux persistent longtemps, des écoulements préférentiels peuvent apparaître au niveau des digues de protection. Suivant la perméabilité et l'homogénéité des matériaux utilisés pour construire la digue, et suivant les réseaux radiculaires et les galeries d'animaux, les matériaux fins sont lessivés le long de ces écoulements. Les digues anciennes qui sont particulièrement vulnérables peuvent ainsi être détruites par l'intérieur (sans qu'elles ne soient submergées).

- **La rupture de digue par submersion.** Lorsque les débits sont trop élevés, ou lorsqu'il y a des rehaussements de lit, des embâcles ou des obstructions, les digues peuvent être submergées. Une digue protectrice non consolidée résiste généralement peu de temps à la submersion, et le danger d'une inondation étendue devient important après un court laps de temps.





Inondation

Une inondation (ou submersion) est caractérisée par le recouvrement **temporaire** d'un territoire, par l'eau débordant du lit d'un cours d'eau. Les inondations sont souvent liées à d'autres types de dangers, par exemple l'érosion des berges ou le dépôt de matériaux solides. On peut distinguer deux types d'inondations qui peuvent survenir lors d'un même événement, en passant de l'un à l'autre dans un espace restreint.

- **Inondation statique.** Dans ce cas, l'eau ne s'écoule que très lentement, voire pas du tout. La montée des eaux en dehors du lit du cours d'eau est souvent graduelle (excepté dans des terrains en dépression). Les inondations statiques surviennent en terrain plat et le long des lacs.
- **Inondation dynamique.** Elle est caractérisée par des vitesses d'écoulement élevées et survient avant tout dans des terrains inclinés, le long des torrents ou des cours d'eau de montagne. En terrains plats, des contraintes dynamiques élevées peuvent également se présenter dans les zones de resserrement et dans les zones de brèches des digues.



Critères d'appréciation

Lors d'inondations, la **vitesse d'écoulement** et la **hauteur d'inondation** sont des paramètres déterminants. La vitesse d'écoulement est généralement directement dépendante de la pente du terrain. Lors de vitesses d'écoulement élevées, on doit s'attendre à des dépôts d'alluvions grossières, et localement, à des amorces d'érosion.



Erosion des berges

Les processus d'érosion sont, dans beaucoup de cas, le type de danger causant le plus de dommages, car ils peuvent se développer de façon aléatoire et incontrôlée.

L'eau courante peut aussi bien éroder les berges que le fond du lit. Lorsque par cette action érosive, les talus des berges s'effondrent ou glissent, alors même les constructions et les infrastructures **dépassant** le niveau de hautes eaux sont menacées.

Lors de crues extrêmes, les cours d'eau subissent souvent un déplacement du lit et les matériaux érodés sont redéposés dans les tronçons aval voisins.

L'érosion du lit, liée à l'érosion des berges, conduit à l'apport supplémentaire de matériaux charriés. L'approfondissement du lit d'un cours d'eau peut mettre en danger les fondations de constructions. Les forces d'entraînement prépondérantes pour l'érosion du lit sont déterminées essentiellement par la profondeur de l'eau et la vitesse d'écoulement. Les conditions locales, telles que la morphologie du cours d'eau ou des obstacles, peuvent pour beaucoup influencer sur les contraintes dynamiques. Les limites de résistance, quant à elles, sont dépendantes de la végétation des rives, des propriétés des matériaux du lit et des berges, ainsi que du type de construction des ouvrages de protection.



Critères d'appréciation

La **stabilité** des berges ou des ouvrages de protection des berges et la profondeur d'érosion constituent les critères d'appréciation décisifs.



Dépôt de laves torrentielles

Ce type de danger est lié à un déplacement massif, par poussées successives, d'un amoncellement volumineux de matériaux meubles entraîné par de grosses masses d'eau. La proportion de **matériaux solides** se situe entre 30 % et 70 %.

Les laves torrentielles ne se déclenchent pas par hasard. Lorsque les conditions topographiques, géomorphologiques et géologiques sont réunies, l'accumulation de matériaux instables peut littéralement se liquéfier lors d'orages, de pluies abondantes ou pendant la fonte des neiges. Ce mélange d'eau, de limon, de sable et de pierres – entremêlé de blocs pesant jusqu'à plusieurs tonnes – et d'arbres arrachés dévale au fond de la vallée à des vitesses pouvant atteindre les 60 kilomètres à l'heure.

Une partie des matériaux déplacés est souvent déposée sur les côtés en **bourrelets latéraux (levées)**. Les dégâts sont avant tout occasionnés par l'effet de choc dynamique au **front de la coulée**, pouvant encore être amplifié par des blocs isolés et par d'importants dépôts frontaux.



Critères d'appréciation

L'effet de choc dynamique des laves torrentielles est principalement estimé à partir d'observations de la **hauteur du dépôt de lave torrentielle** et du **dévers dans une courbe** (comme indice de la vitesse d'écoulement).

L'importance effective des dangers liés aux crues repose sur des instruments de travail et de planification qui sont, depuis quelque temps, appliqués avec routine: les **cartes indicatives des dangers** donnent une première vue d'ensemble grossière sur la situation de danger; les **cartes d'intensité** montrent les profondeurs d'inondation et les vitesses d'écoulement; les **cartes de danger** constituent la référence de base spécialisée pour l'élaboration des plans d'affectation communaux (plans locaux).

Evaluation des dangers

44 La reconnaissance et l'estimation fiables des types de dangers existants et de leurs facteurs d'influence sont une tâche primordiale. Pour pouvoir se prononcer à ce sujet, les questions suivantes doivent avant tout trouver une réponse:

- Quelle est la capacité d'écoulement du chenal (avec ou sans matériaux charriés)?
- Quelle quantité d'eau et de matériaux charriés peuvent sortir du lit du torrent ou du cours d'eau et à quel endroit?
- Où les érosions et les dépôts peuvent-ils avoir lieu et dans quelles proportions?
- Où les matériaux entrant en jeu dans les laves torrentielles, et dans quelle quantité, sont-ils érodés et déposés?
- Existe-t-il des goulets d'étranglement ou des obstacles dans le lit du cours d'eau?
- Des ouvrages de protection contre les crues agissent-ils déjà sur le déroulement des processus possibles?
- Où se trouvent les éventuelles lacunes des ouvrages de protection?
- Le changement de climat global peut-il entraîner des événements dont il faut tenir compte?

Approche globale

Sans une appréciation globale de tout le système cours d'eau, notamment les interactions entre les **cours supérieur, moyen et inférieur** d'un ruisseau ou d'une rivière, on ne peut pas répondre à

ces questions. C'est pourquoi il est très important d'explicitier tous les processus possibles qui sont déterminants pour une zone de dégâts potentielle.

L'analyse des dangers doit être effectuée par des **spécialistes reconnus**, et les services cantonaux compétents pour les dangers naturels sont responsables d'une exécution correcte.

Il y a beaucoup de documents de base à récolter et à exploiter, car l'élaboration de cartes indicatives des dangers et des cartes des dangers nécessite la compilation de toutes les informations ou indices disponibles sur les processus prouvés, supposés et potentiels qui peuvent être rencontrés dans un territoire donné:

- **Processus prouvé.** Événement qui est documenté.
- **Processus supposé.** Événement qui dans le secteur concerné ne peut pas être prouvé, mais qui a eu lieu dans des zones dangereuses similaires.
- **Processus possible.** Événement qui après examen de l'ensemble des facteurs peut avoir lieu dans un bassin versant bien déterminé.

Scénarios

Le déroulement d'un événement dans le temps peut aussi revêtir une importance capitale. Il est, en outre, particulièrement important d'examiner les éventuels **points faibles** du système. Ils peuvent conduire à un effondrement du système, et engendrer ainsi une situation totalement différente.

Les processus possibles sont souvent interdépendants et se présentent de façon combinée. Pour procéder à une évaluation, il est donc conseillé de concevoir des situa-

tions de danger, dénommés scénarios. De tels scénarios sont comparables aux hypothèses de charge en statique. Dans ce dernier cas toutefois, il est plus facile d'établir des normes unifiées pour les cas de charge. Pour les dangers naturels, la situation de départ est plus complexe. De par la diversité des conditions naturelles (y compris les caractéristiques topographiques et géologiques) et de par les modifications qui peuvent avoir lieu lors du déroulement d'un processus, des **réactions** peuvent toujours survenir dans le système cours d'eau.

L'examen des dangers potentiels devrait être entrepris en se basant au minimum sur deux **scénarios principaux** liés à différentes périodes de retour:

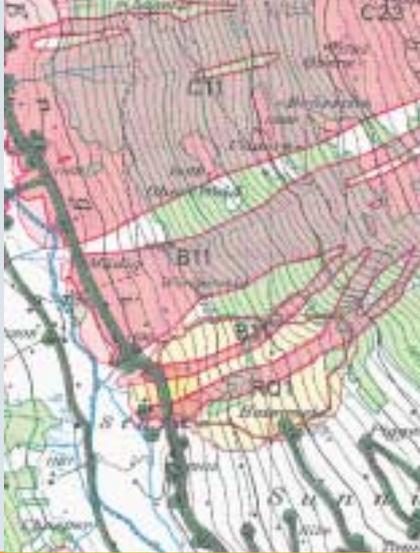
- Pour des **agglomérations**, il faut considérer un événement d'une période de retour située entre 100 et 300 ans (choix conservatif du Q_{100}).
- Comme autre scénario, on choisira un **événement extrême** (EHQ) correspondant à un événement bien plus important que celui qui est utilisé pour le dimensionnement. Des scénarios irréalistes sont cependant à écarter (en règle générale, il n'y aura donc pas cumul ou superposition d'événements indépendants).

Disposition au dialogue

Les scénarios choisis devront pouvoir être expliqués aux personnes concernées par l'évaluation des dangers et les mesures de protection. C'est pourquoi les scénarios doivent impérativement être reproductibles et compréhensibles. De plus, la coordination et l'échange d'information doivent être assurés entre les spécialistes et les autorités.

A lire:

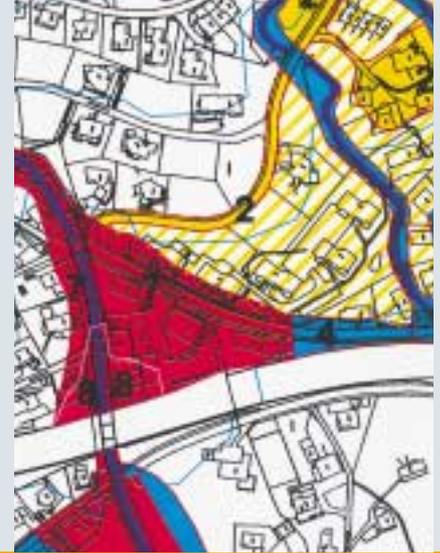
PLANAT: Recommandations relatives à l'assurance-qualité dans l'évaluation des dangers selon la législation sur les forêts et sur l'aménagement des cours d'eau (2000)



Carte indicative des dangers



Carte d'intensité



Carte de dangers

Les cartes indicatives des dangers donne une vue générale sur la situation de danger. Elles déterminent à une large échelle le lieu et le type de dangers naturels sur lesquels il faudra compter. Il est possible de déduire de cette carte, relativement facilement, les **zones de conflits** possibles. Concernant les dangers liés aux crues, ces cartes montrent l'extension des zones inondables pour un événement extrême, permettant ainsi de fixer les priorités et parallèlement de délimiter les territoires libres de conflits.

But: document de base pour l'établissement des plans directeurs.

Contenu: vue d'ensemble grossière de la situation de danger; données concernant les types de dangers (en règle générale sans degrés de danger); différenciation dans les grandes lignes.

Niveau de détail: restreint.

Echelle: de 1:10000 à 1:50000.

Vérification: périodiquement dans le cadre du plan directeur.

La carte d'intensité montre l'extension des zones inondables, les hauteurs d'inondation, les vitesses et les directions de l'écoulement pour un **scénario** défini. Ces informations sont d'une large utilité. Par exemple, grâce aux données sur les profondeurs d'eau et les vitesses du courant, des mesures de protection pour les bâtiments et les infrastructures peuvent être planifiées (prescriptions en matière de construction, mesures de protection d'objets).

But: document de base pour le dimensionnement des ouvrages de protection, pour l'établissement de la carte de dangers et pour la planification de mesures d'urgence.

Niveau de détail: nécessite des calculs hydrauliques et une topographie détaillée.

Echelle: analogue à la carte de dangers.

Les cartes de dangers représentent des documents de référence pour la prise en compte des dangers naturels en étant utilisées pour l'élaboration des plans d'affectation communaux. Ces cartes sont également importantes pour la planification ou l'élaboration de prescriptions pour des mesures de protection d'objets. Les cartes de danger comportent des données sur les causes, le déroulement, l'intensité, le champ d'action et la probabilité d'occurrence des dangers naturels dans un territoire bien défini. Le niveau d'investigation est donc élevé.

But: carte de synthèse de tous les dangers naturels qui fournit des **documents de base précis au niveau de la parcelle** pour une élaboration adaptée des plans d'affectation (plans locaux).

Contenu: données exactes sur les types de dangers, l'extension spatiale et les niveaux de dangers; documentation détaillée.

Niveau de détail: élevé.

Echelle: de 1:2000 à 1:10000.

Vérification: périodiquement dans le cadre de la révision du plan d'affectation.

	Utilisation	Important pour:		
		Auteur du projet	Autorités	Population
Carte indicative des dangers	Périmètre	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Sensibilisation	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Zones de conflits	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Plan directeur	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carte d'intensité	Dimensionnement des ouvrages de protection	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Prescriptions en matière de construction	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Carte de dangers	Plan directeur	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Plan d'affectation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prescriptions en matière de construction	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

important moins important

Degré de danger	Importance qualitative	Importance pour l'aménagement du territoire
 rouge	danger élevé	zone d'interdiction
 bleu	danger moyen	zone de réglementation
 jaune	danger faible	zone de sensibilisation
 blanc-jaune	danger résiduel	zone de sensibilisation
 blanc	aucun danger*	pas de limitation*

* d'après les connaissances actuelles

Représentation des dangers

46 A partir des directives déjà publiées en 1984, «Directives pour la prise en considération du danger d'avalanches lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire», des **diagrammes des degrés de danger harmonisés** ont été développés intégrant les crues et les mouvements de terrain. Ils ont été rendus publics dans des recommandations.

Classification unifiée

Pour tous les dangers naturels, le danger est représenté en fonction de l'intensité et de la probabilité (fréquence ou période de récurrence). Ces paramètres sont traduits en degré de danger selon un diagramme intensité-probabilité:

- **Rouge = danger élevé.** En principe, la construction ou l'agrandissement de bâtiments ou d'installations, abritant des personnes ou des animaux, sont interdits. Lors de travaux de rénovation et de changement d'affectation de bâtiments existants, on devra veiller à atténuer les risques, et les mesures de protection devront être améliorées.
- **Bleu = danger moyen.** Les constructions y sont autorisées sous conditions.

Ces conditions doivent être axées, en fonction de chaque type de danger, dans les règlements de construction et de zones.

- **Jaune = danger faible.** Les propriétaires doivent être sensibilisés aux dangers existants et aux mesures possibles pour prévenir les dégâts. Des mesures de protection pour les objets sensibles doivent faire l'objet d'une planification spéciale.
- En complément, dans le cadre de la protection contre les crues, on procédera à un examen de la situation de danger concernant les événements très rares. Les surfaces concernées seront représentées en **ha-chure jaune-blanc**.
- **Blanc.** En l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de danger.

Degré de danger

Les degrés de danger sont choisis de manière à établir une correspondance avec un type déterminé de comportement, ou de prescriptions en matière d'utilisation du sol. Ils indiquent le degré de mise en danger pour l'homme, les animaux et les biens de grande valeur. A ce propos, on estime que la sécurité de l'homme, lors de crues, est généralement bien plus grande à l'intérieur des bâtiments qu'à l'extérieur. L'effet dommageable potentiel sera décrit pour chaque type et chaque degré de danger. Les degrés de danger seront en principe estimés séparément pour chaque **type de danger**. Si un territoire est menacé par plusieurs types de danger, comme par exemple par des inondations et des laves torrentielles, alors ces différents dangers devront être identifiés de façon adéquate sur la carte de danger. Le **degré de danger le plus élevé** est toujours considéré comme déterminant. En

général, la superposition de plusieurs types de dangers ne justifie pas de passer à une classe de danger supérieure, puisque des mesures de réduction des dommages peuvent être prises séparément contre chaque danger considéré.

Procédure

La mise en pratique de ce diagramme d'appréciation dans le cadre de la planification des mesures présente aussi quelques particularités, concernant le domaine des crues. La **probabilité d'occurrence** est sujette à de grandes incertitudes. Pour cette raison, il faut aussi absolument tenir compte des événements historiques (observés) et vérifier la bonne qualité des documents de base. Avant d'engager des mesures de planification, la nécessité d'agir doit normalement avoir été établie (ou du moins constatée).

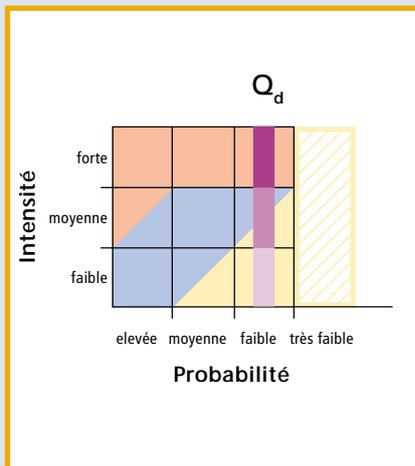
Si la situation de danger actuelle n'est pas encore connue et représentée, il faudra y remédier (par un **examen de la situation** actuelle et de la **situation extrême** conformément à la représentation de la page ci-contre). A ce stade déjà, les limites possibles de la protection contre les crues (choix des paramètres de dimensionnement) doivent faire l'objet d'une réflexion.

Lors d'un événement extrême, il est indispensable de connaître les **risques résiduels**, que ce soit dans le cadre d'une planification de mesures en vue de minimiser les risques résiduels (optimisation du projet), de l'élaboration d'une carte des dangers, ou de l'analyse des points faibles (destruction des ouvrages), du concept de protection et de la planification des interventions d'urgence.

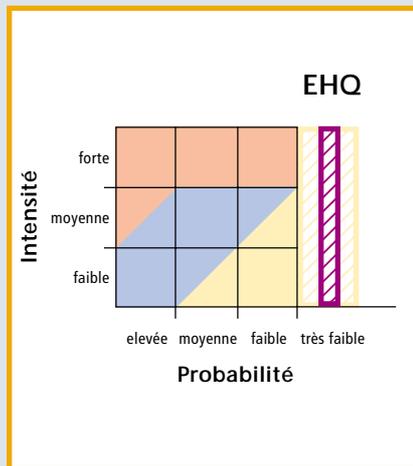
A lire:

OFEE/OFAT/OFEP: Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire (Recommandations, 1997)

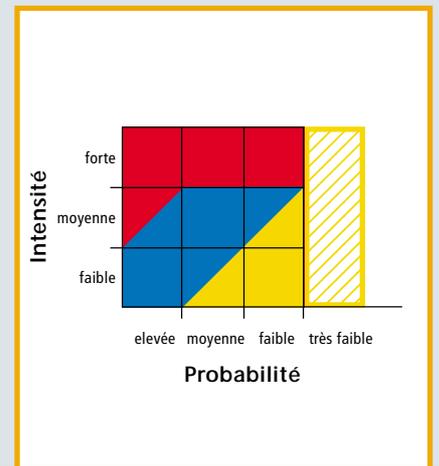
OFAT/OFEE/OFEP: Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire (Recommandations, 1997)



Situation actuelle



Situation extrême



Carte des dangers

Analyse de la situation de danger d'un événement rare. Sont considérés comme événements rares les événements situés entre Q_{100} et Q_{300} . Cela correspond à l'objectif de protection le plus souvent utilisé pour des habitats groupés. Dans beaucoup de cas, pour définir les valeurs de dimensionnement (Q_D), les événements historiques importants et les incertitudes naturelles doivent absolument être prises en compte.

La capacité hydraulique du cours d'eau devrait être connue au moment de la détermination de ce scénario. De plus, on ne doit pas oublier qu'à part le débit de pointe, le volume d'eau débordé ou le volume total d'une lave torrentielle peuvent être importants.

Basé sur différents scénarios, le résultat de l'analyse conduit à l'établissement de l'extension maximale des surfaces mises en danger (à l'exception de la situation extrême). Il est également conseillé, dans tous les cas, d'identifier les surfaces soumises à une forte intensité. Les autres surfaces concernées peuvent être réparties en une ou deux classes d'intensité.

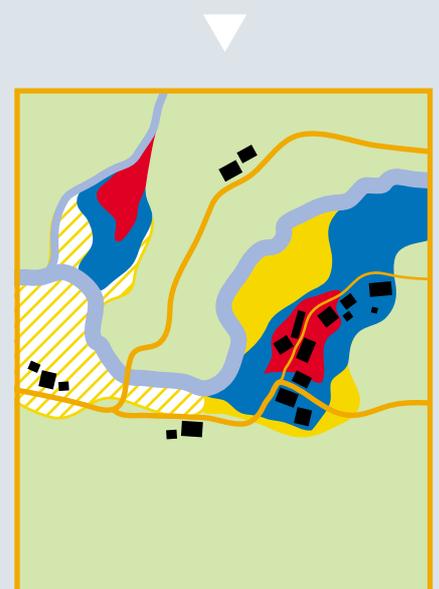
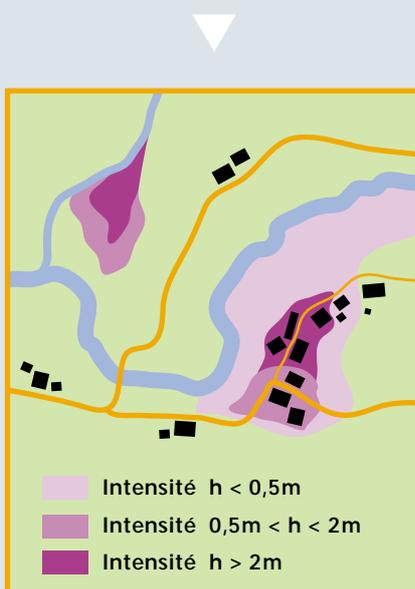
Désignation des risques résiduels lors d'une crue extrême. Pour l'analyse d'un événement extrême EHQ, des événements qui présentent une charge supplémentaire significative pour le système étudié doivent être retenus. Dans ce but, en règle générale, des valeurs tirées de l'événement centennal seront utilisées.

Pour des pointes de crue, on emploie des **facteurs de multiplication** de 1,3 à 1,5 fois le Q_{100} défini. Pour la Reuss dans le canton d'Uri, par exemple, une valeur de 1,5 a été choisie après avoir analysé la plausibilité d'un événement. Pour le Rhône également, un facteur identique a été considéré comme justifié et adapté au système.

Concernant les insécurités dans des **plus petits bassins versants**, des facteurs de sécurité s'élevant jusqu'à 2 peuvent être appliqués (en comparaison, pour la sécurité des barrages un facteur de sécurité de 2,25 est exigé). Les surfaces supplémentaires concernées par un événement extrême sont représentées par des hachures.

Elaboration d'une carte des dangers complète. Lorsque les problèmes ne peuvent être résolus simplement par des mesures d'aménagement du territoire, ou lorsque des aménagements ne peuvent pas être réalisés à court terme, l'élaboration d'une carte des dangers complète de la situation actuelle doit être effectuée. C'est-à-dire: on doit examiner pour les territoires concernés, si lors d'événements plus fréquents (environ Q_{30}), des **surfaces rouges** (zones d'interdiction), des **surfaces bleues** (zones de réglementation) et des **surfaces jaunes** (zones de sensibilisation) supplémentaires sont identifiées.

Dans tous les cas, l'élaboration d'une carte des dangers complète de la situation après réalisation des mesures de construction doit être effectuée et le résultat intégré dans le plan d'affectation.

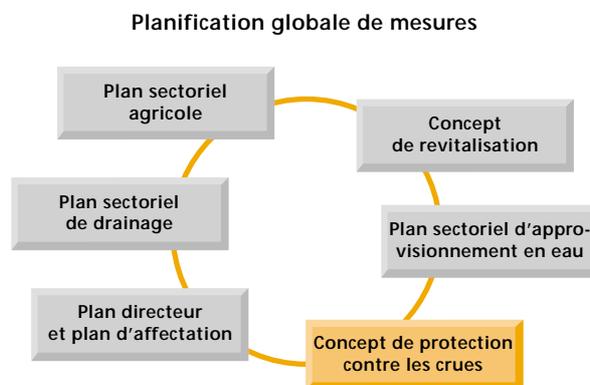




Mesures



Un concept de protection contre les crues doit tenir compte d'une planification globale de mesures. Il comporte toute une série de mesures qui comprennent un entretien dans les règles de l'art du cours d'eau, un entretien des forêts protectrices, des mesures d'aménagement du territoire, de protection d'objets, d'aménagement des cours d'eau, ainsi qu'un plan d'urgence et une organisation en cas d'urgence.



Ordre hiérarchique

La planification des mesures de protection contre les crues peut se faire selon deux types d'intervention diamétralement opposés:

- Intervention par des **mesures passives** dans la zone exposée au danger, visant à adapter l'affectation actuelle ou projetée au danger (et ainsi minimiser les **dégâts potentiels**).
- Intervention par des **mesures actives**, dont le but est de réduire le danger existant en fonction de l'affectation actuelle ou projetée et d'intervenir au niveau de la source du danger, respectivement dans la zone exposée au danger (et ainsi minimiser le **potentiel de danger**).

Priorité à la prévention

Le choix des mesures à prendre, au cas par cas, porte souvent à discussion. Cela étant, les principes régissant ce choix sont fixés sans ambiguïté, non seulement dans la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (LACE), mais aussi dans les deux lois fédérales sur l'aménagement du territoire (LAT) et sur les forêts (Lfo). Toutes ces lois préconisent de manière concertée que la protection contre les dangers naturels se fasse prioritairement par des **mesures préventives**:

- **Entretien approprié des cours d'eau.** Maintien de la capacité d'écoulement et de l'efficacité des ouvrages de protection existants.
- **Entretien des forêts protectrices.** L'entretien des forêts protectrices est depuis toujours une des mesures les moins coûteuses pour assurer la défense contre les dangers naturels (spécialement lors d'avalanches ou de chutes de pierres).
- **Mesures d'aménagement du terri-**

toire. Un accroissement du potentiel de dommages sera circonscrit voire même évité, en renonçant à exploiter les territoires dangereux, en assurant la protection d'objets particuliers ou en délimitant des zones libres d'affectation et des zones inondables. Car il est bien plus judicieux de procéder à un aménagement local du territoire et à un aménagement des sites qui prennent au sérieux les dangers naturels et qui laissent des espaces libres en cas d'événements extrêmes, que d'ériger et d'entretenir des ouvrages de protection onéreux pour assurer la protection d'agglomérations ou d'infrastructures.

Contraintes matérielles

Au cours de ces dernières décennies des insuffisances en matière de protection sont apparues en maints endroits, en raison du développement rapide de l'urbanisation et en raison de la pression sur l'utilisation des sols qui en résulte. Des mesures d'entretien et d'aménagement du territoire ne suffiront pas à combler ces lacunes. A l'avenir, des **ouvrages de protection**, des protections d'objets (durables ou temporaires) et d'autres mesures techniques sur les cours d'eau seront encore nécessaires.

La planification de telles mesures présuppose toutefois une connaissance approfondie des types de dangers existants et de leurs effets, ainsi que de la vulnérabilité des bâtiments. Ces mesures devront être effectuées en respectant autant que possible l'aspect naturel d'un cours d'eau et la protection du paysage. Les interventions d'urgence entreprises suite à des dégâts ne devront pas aller à l'encontre de ces principes, si ce n'est provisoirement.

Risques résiduels

On ne peut pas protéger tout et chaque chose, mais les **autorités cantonales et communales** doivent veiller au mieux à la sécurité de la population. A l'avenir, ce dilemme ne sera résolu de façon acceptable que si l'on apporte une réflexion non seulement sur la défense contre les dangers naturels, mais aussi sur l'acceptation de l'existence de **certains risques**. Deux questions sont fondamentales à ce sujet: quelle protection peut être offerte et à quel prix, et quelle est l'ampleur acceptable du risque résiduel?

La sécurité peut être assurée à peu de frais lorsque les dangers naturels sont évités et lorsque le risque n'est pas pris. Ce principe n'a rien de nouveau et nos ancêtres le suivaient déjà par nécessité, n'ayant souvent pas d'autre choix que de se plier à l'injonction des dangers naturels. Actuellement, à l'aube du nouveau millénaire, cette ancienne stratégie d'adaptation a retrouvé tout son sens, car on ne peut plus satisfaire le besoin de protection uniquement à l'aide des mesures techniques. L'affectation des sols doit à nouveau s'adapter aux **conditions naturelles** (et non l'inverse).

A lire:

PLANAT: De la défense contre les dangers à la gestion du risque (1998)

L'entretien approprié comprend tous les travaux réguliers de maintenance qui sont indispensables afin d'assurer le profil d'écoulement nécessaire en cas de crues. D'autre part, les travaux d'entretien permettent d'éviter l'apparition de dégâts dans le lit et de limiter la nécessité de travaux d'assainissement importants.

Entretien rationnel

50 Le degré d'entretien d'un cours d'eau peut être très variable. Entre les vœux des uns et des autres et les possibilités existantes, il faut trouver des solutions adaptées. Depuis longtemps, la protection contre les crues ne consiste plus seulement à empêcher à tout prix le débordement d'un cours d'eau. De nos jours, ses tâches consistent également à prendre en considération la protection des sites et du paysage, et la conservation ou la restitution des espaces vitaux naturels de la faune et de la flore. L'entretien rationnel des cours d'eau a la priorité sur toutes les autres mesures pour les raisons suivantes:

- Premièrement, il garantit la capacité de fonctionnement à long terme des ouvrages de protection;
- Deuxièmement, il assure le profil d'écoulement nécessaire en cas de crues;
- Troisièmement, il contribue à conserver et à revaloriser les espaces vitaux dans et aux abords des cours d'eau.

Tâche permanente

L'entretien rationnel des cours d'eau est une tâche permanente, qui doit être réglée, financée et surveillée par les cantons conformément à leur législation.

Le type, l'ampleur et la fréquence de l'entretien doivent être adaptés au **cours d'eau** et aux conditions locales. Le spec-

tre des mesures d'entretien envisageables est donc étendu. Il comprend le débroussaillage et l'élimination d'arbustes et d'arbres qui rétrécissent le profil d'écoulement et compromettent la stabilité des ouvrages de protection existants, l'élimination du bois flottant, le déblaiement de dépôts alluvionnaires dangereux, la réparation de petits dégâts au lit du cours d'eau, la vidange des dépotoirs et la plantation de nouveaux végétaux sur les berges. Lors de l'exécution de ces travaux d'entretien, il faut avant tout respecter les points suivants:

- Tous les travaux d'entretien doivent être exécutés d'entente avec les propriétaires fonciers, les services cantonaux spécialisés et les services chargés de la **protection de la nature** et de la **pêche**.
- Lors de travaux de défrichage, de stabilisations végétales et de plantation de nouveaux végétaux, une coopération avec les services spécialisés et des **forêts** est indispensable et utile.
- Le maintien, respectivement la remise en état de la **richesse structurelle** sont les buts primordiaux d'un entretien rationnel. A cela s'ajoutent des lits de cours d'eau variés comprenant des conditions d'écoulement diverses, des talus développés de façon différenciée et une végétation rivulaire variée mais adaptée au milieu. D'autres part, on doit absolument tenir compte du développement naturel des diverses associations d'animaux et de végétaux dans un même biotope, soit de la **succession végétale et animale**.
- On privilégiera les techniques de construction utilisées en génie biologique, employant des plantes vivantes comme matériaux de construction par rapport à

d'autres types de stabilisations. Si des technologies en «dur» sont malgré tout nécessaires, des pierres naturelles seront employées, car elles permettent au moins une colonisation des interstices par des petits animaux et des plantes.

- Parfois même les meilleures intentions ne valent rien, si elles ne peuvent pas être transposées dans la réalité de l'**exécution**. Pourtant cette transposition ne fonctionnera que lorsque tous les intéressés seront vraiment convaincus de la démarche. Il faudra veiller à ne pas polluer les cours d'eau et éviter la turbidité des eaux.

Concept d'entretien

La planification d'un entretien rationnel doit être intégrée dans un concept global de protection contre les crues, car le choix des mesures à prendre (par exemple la construction d'un dépotoir) peut en dépendre directement. Cette planification permet aussi de fixer une **délimitation** claire entre les travaux d'aménagement et les travaux d'entretien, et d'assurer que des soins appropriés seront effectués dans le futur.

Il est donc conseillé d'élaborer un concept d'entretien pour chaque cours d'eau, fixant **les buts généraux** et répondant aux questions suivantes:

- Qui contrôle le cours d'eau et examine la stabilisation des berges et les ouvrages de protection?
- Avec quelle périodicité ces contrôles et ces examens doivent-ils avoir lieu?
- Qui s'engage à effectuer l'entretien?
- Quand les travaux d'entretien prévus doivent-ils être entrepris?
- A quel moment des mesures d'aménagement sont-elles nécessaires?

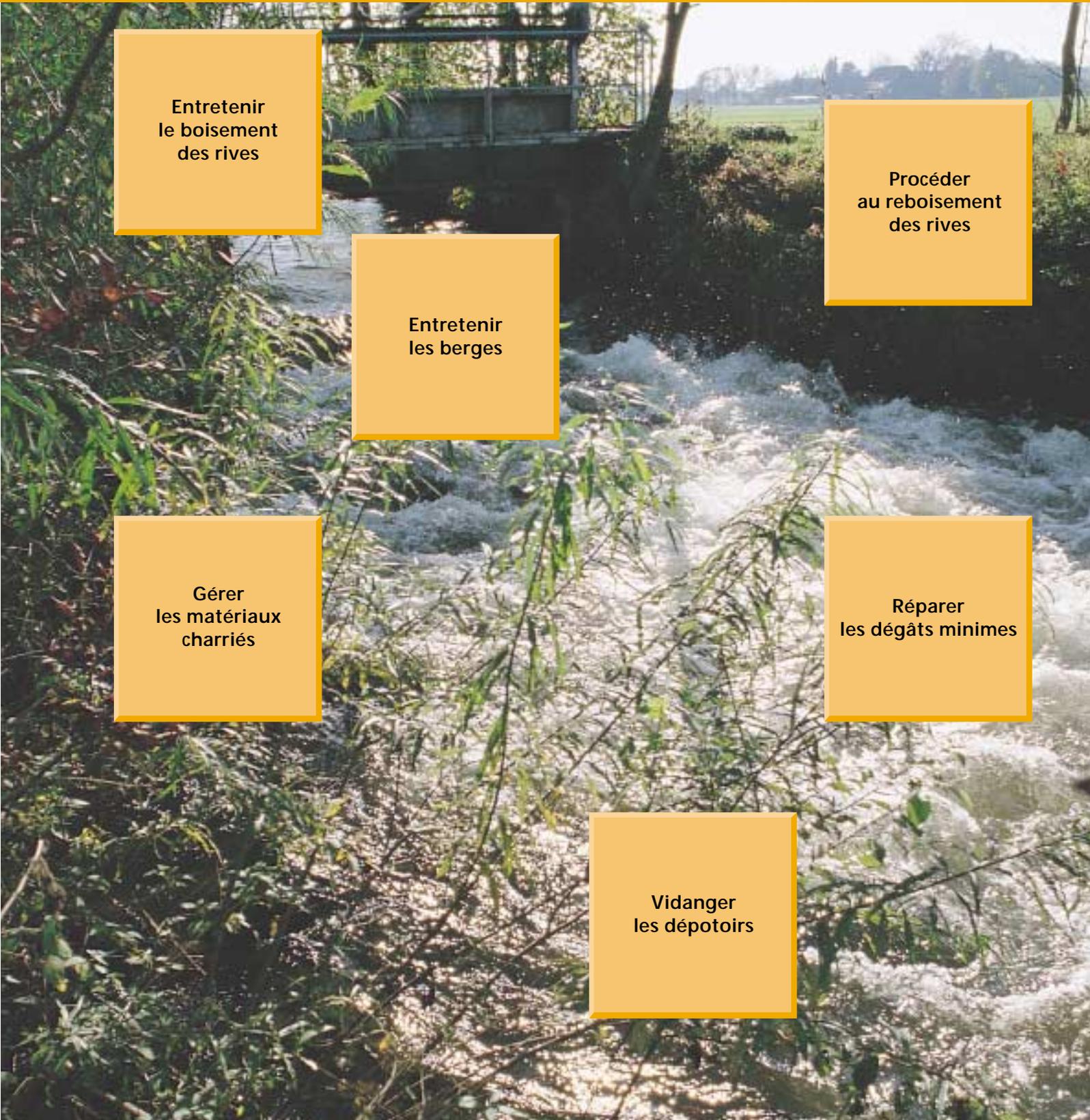
A lire:

OFEG: Méthodes de construction du génie biologique (2000)

Diverses instances cantonales (entre autres celles du canton d'Argovie, de Berne et de Zurich) ont publié des directives concernant l'entretien rationnel des cours d'eau.



Faucarder
les fonds de lits



Entretien
le boisement
des rives

Procéder
au reboisement
des rives

Entretien
les berges

Gérer
les matériaux
charriés

Réparer
les dégâts minimes

Vidanger
les dépotoirs

Stratégie
Marche à suivre
Procédures
Etudes du projet
• Mesures
Annexes

Des racines, des bois d'avalanches, des arbustes, des buissons et des arbres arrachés par les crues peuvent souvent provoquer, au niveau des rétrécissements, des embâcles lourds de conséquences. Le barrage ainsi formé entraîne des débordements incontrôlés. Il est difficile de quantifier l'apport possible en bois, celui-ci dépend de l'état de la forêt, de l'apport des rivières latérales et du bois mort se trouvant auparavant dans le lit du torrent.



Aspects forestiers

52 Pendant la fonte des neiges, ou suite à de fortes pluies, les torrents ont tendance à grossir rapidement. Ils déchaussent le pied des berges, arrachent et entraînent sur leur chemin terre, sable et pierres, sortent de leur lit et redéposent ailleurs les matériaux transportés. Dans le cas de torrents charriant beaucoup de matériaux, on peut aussi voir se former des laves torrentielles particulièrement dangereuses.

Entretien des forêts protectrices

Des peuplements forestiers stables composés d'une mosaïque d'arbres de différents âges, hauteurs et espèces offrent à peu de frais une protection efficace contre les forces de la nature. Cependant, pour pouvoir remplir en permanence leur fonction protectrice, ces forêts doivent être entretenues régulièrement.

Suivant les types de menaces locales, une forêt protectrice optimale doit répondre à des exigences bien particulières. Dans le bassin versant d'un torrent donné, les forêts denses comportant des arbres profondément enracinés protègent efficacement contre les **dangers d'un torrent** et contre la **formation d'une lave torrentielle**:

- Les couronnes des arbres retiennent l'eau des précipitations qui est évaporée dans l'atmosphère (interception).
- Le sol parcouru d'un système racinaire complexe retient l'eau des précipitations comme une éponge et ne la restitue que petit à petit.

- Les racines permettent de maintenir le sol, de stabiliser les berges des torrents et de retenir des matériaux solides.
- Les arbres et les souches ont un rôle de frein naturel, dans la zone de débordement et de dépôt de laves torrentielles éventuelles.

Défrichage lors d'une revitalisation

Les soins apportés aux forêts constituent une tâche permanente, tant pour les boisements situés à proximité des torrents que pour ceux qui se trouvent à proximité des autres cours d'eau. Si, dans le cadre de travaux de revitalisation, on redonne à ces cours d'eau plus de liberté de mouvements, cela entraînera plus de phénomènes érosifs dans les forêts limitrophes à ces rivières.

Ainsi se pose la question du changement de l'affectation du sol forestier soumis à autorisation de défrichage selon la loi sur les forêts. Aujourd'hui, une demande de dérogations à l'interdiction de défricher n'est plus nécessaire pour des projets visant à rétablir la **dynamique naturelle** d'un cours d'eau si les conditions suivantes sont remplies:

- Les interventions se limitent à l'espace naturel du cours d'eau.
- A l'intérieur de l'espace réservé au cours d'eau, aucune autre affectation ne sera tolérée (emplacement de camping, pistes de motocross, places de stationnement).
- A l'intérieur de l'espace réservé au cours d'eau, les emplacements adaptés à la forêt seront abandonnés par régénération naturelle (en accord avec d'éventuels plans de développement de la forêt existants).





Zones alluviales

Les zones alluviales sont des biotopes dynamiques, qui sont recouverts périodiquement ou épisodiquement par les eaux (et dans lesquelles la nappe phréatique s'élève temporairement jusqu'au système racinaire des végétaux). Dans ces biotopes l'érosion et l'atterrissement jouent un rôle majeur. La végétation est marquée par de nouvelles colonisations, le vieillissement et la juxtaposition spatiale de divers stades de développement. Pour les zones alluviales, les crues ne représentent pas un préjudice; bien au contraire, elles favorisent leur régénération:

- la dynamique de l'eau et des sédiments charriés rajeunit la forêt alluviale;
- grâce aux crues, une plus grande diversité d'espèces y vivent. Les bancs de gravier nouvellement créés et les dépôts constituent des biotopes pour une végétation pionnière;
- les crues modifient le relief et créent de nouvelles voies d'écoulement, ce qui contribue à la survie de ces précieux écosystèmes.

Points principaux à respecter

Après une crue exceptionnelle, il est possible que des mesures d'aménagement doivent être entreprises d'urgence afin de protéger les alentours d'un cours d'eau. Dans ce cas, les principes suivants devront être respectés:

- Avant l'exécution des mesures d'urgence, un accord avec les instances cantonales de protection de l'environnement ou avec le service de conseil zones alluviales de la Confédération est nécessaire.
- Les digues de protection contre les crues, les épis, les remblais ou les canalisations qui pourraient entraîner une sépa-

ration de la zone alluviale du lit principal ne sont pas admis. Ils entravent la dynamique des zones alluviales et les interactions entre les eaux.

- Un abaissement de la nappe phréatique et l'assèchement qui s'ensuivrait doivent être évités.
- Lors du prélèvement de matériaux et de la création de chenaux pour favoriser le charriage (canaux pilotes), il faut également veiller à éviter un abaissement général du lit, car cela entraînerait un assèchement de la zone alluviale.
- Les matériaux excédentaires doivent être déposés en dehors de la zone.
- Il faudra aussi ménager la faune et la flore encore présentes après un événement extraordinaire.

Saisir les occasions

Dans les zones alluviales, les nouvelles conditions créées par les crues doivent être exploitées: il faut veiller à conserver, dans la mesure du possible, le nouvel état du cours d'eau, ceci afin de privilégier d'une façon générale l'amélioration de la dynamique dans les zones alluviales.

C'est pourquoi, après un événement extraordinaire, la chance d'aménager les ouvrages de protection en dehors de la zone alluviale (ceci afin d'accorder plus de liberté au cours d'eau) doit être saisie. Si des constructions ou des infrastructures existantes sont alors menacées par ces mesures, le bien fondé de leur transfert hors de la zone de danger sera examiné.

A lire:

OFEFP: Guide d'application de l'ordonnance sur les zones alluviales (Environnement pratique, 1995)

Les cartes indicatives des dangers ou les cartes de dangers ne déploient pleinement leur efficacité que lorsqu'elles sont intégrées dans les instruments de planification cantonaux et locaux. Il existe deux niveaux distincts d'action: le **plan directeur** au niveau cantonal et le **plan d'affectation** au niveau communal. A ces niveaux, le degré de concrétisation et les contraintes juridiques sont établies de manière à assurer une prise en considération adaptée des dangers naturels en général et des dangers liés aux crues en particulier. On tend à une délimitation des **zones de dangers ayant force obligatoire** (ou une transposition juridiquement équivalente).

Mesures d'aménagement du territoire

54 Malgré toutes les difficultés qui peuvent se présenter dans un pays où l'espace vital est aussi peuplé et intensivement exploité qu'en Suisse, les dégâts potentiels doivent prioritairement être limités par des mesures d'aménagement du territoire.

Le potentiel de danger ne doit être circonscrit par des mesures de construction ou techniques de protection que si une affectation existante doit être protégée ou si après une **pesée de tous les intérêts en présence** on juge qu'un changement d'affectation est absolument nécessaire. Les mesures d'aménagement du territoire suivantes contribuent à la protection contre les crues:

- Prendre en compte des **zones dangereuses** dans le plan directeur cantonal et dans le plan d'affectation communal (plan d'aménagement local).
- Fixer l'**espace nécessaire aux cours d'eau** dans le plan directeur cantonal et dans le plan d'affectation communal (plan d'aménagement local).
- Délimiter des **espaces libres** (corridors d'évacuation) ou des **zones d'inondation** dans le plan directeur cantonal et dans le plan d'affectation communal (plan d'aménagement local).
- **Dézonage** lorsque l'affectation n'est pas adaptée aux dangers connus et réaffectation des activités à l'extérieur de ces zones.
- **Prescriptions** en matière de construction et protection adéquate d'objets existants ou planifiés dans des régions exposées à un danger.

Plan directeur

Le plan directeur définit les activités propres à assurer le développement souhaité du canton. Il fixe un cadre, contraignant pour les **autorités**, dans lequel ces activités doivent être coordonnées entre elles. Formellement, le plan directeur comprend une carte et un texte. Sur la **carte**, on devra se limiter à esquisser grossièrement les contours des territoires dangereux (situation présente). En ce qui concerne les dangers naturels, le plan directeur met l'accent sur le **texte**. Ce texte doit donner une vue d'ensemble sur les études de base existantes et celles en phase d'élaboration (concept des cartes de dangers), définir les principes de base de la protection contre les dangers naturels, et dresser une liste des mesures à effectuer ainsi que des services spécialisés concernés. Dans le domaine des dangers naturels le plan directeur se charge des tâches concrètes suivantes:

- La **reconnaissance précoce** des conflits potentiels entre l'affectation du sol et les dangers naturels, la désignation des services spécialisés qu'il faut consulter;
- l'élaboration d'une **synthèse** des documents de base existants ou encore à élaborer sur les dangers naturels (par exemple l'établissement des cartes de dangers; la coordination des procédures relatives aux différents types de danger);
- la formulation des **principes** que le canton doit appliquer pour la protection contre les dangers naturels;
- la définition des **exigences** et des mandats à mettre en œuvre dans les étapes de planification ci-dessous, particulièrement dans le cadre du plan d'affectation communal (délimiter les zones de danger).

Plan d'affectation

Le plan d'affectation détermine le type, le lieu et le degré de l'utilisation du sol, parcelle par parcelle, et a force obligatoire pour chaque **propriétaire foncier**.

Selon l'article 18 de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT), la législation cantonale en matière de planification peut prévoir, en sus des zones à bâtir, les zones agricoles et les zones à protéger, d'autres zones d'affectation. Sur cette base juridique, des **zones de dangers** peuvent par exemple être délimitées, même lorsqu'elles recourent d'autres zones affectations.

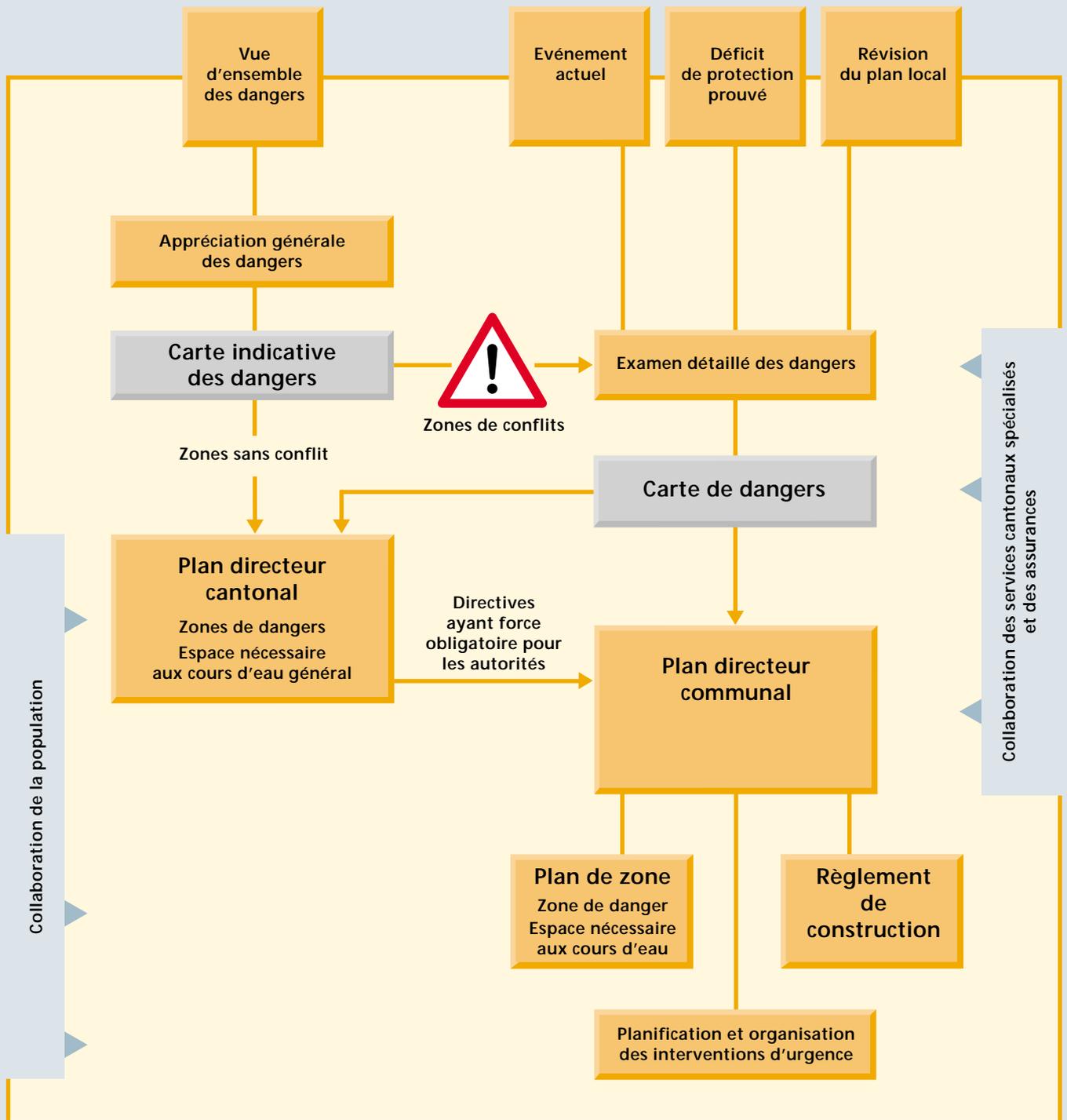
Mais il est aussi possible que les différentes affectations soient définies en fonction de la situation de danger ou fassent l'objet de restrictions (selon une planification positive ou négative).

Les degrés de danger ont été définis en premier lieu en fonction des conséquences sur une affectation en zones à bâtir. Ils doivent ainsi permettre d'éviter de mettre en danger les personnes et les animaux, et limiter autant que possible les dégâts matériels. Dans la **zone agricole**, en ce qui concerne les degrés de danger, les constructions sont soumises aux mêmes prescriptions que dans les zones à bâtir. Les **plans d'alarme et d'évacuation** (planification des interventions en cas d'urgence) doivent être préparés pour toutes les zones de danger.



Niveau plan directeur

Niveau plan d'affectation



Stratégie
Marche à suivre
Procédures
Etudes du projet
• Mesures
Annexes

L'expérience, acquise suite aux inondations de la Reuss dans le canton d'Uri en 1987, a permis de définir un concept de protection basé sur la délimitation d'**espaces libres** (voir graphique ci-dessous): à partir d'un événement HQ_{50} , les crues peuvent envahir l'autoroute A2 par une digue submersible en rive droite. Toutefois, une digue de protection le long de l'autoroute permet de limiter la surface inondée, et un nouveau voûtage sous une digue de protection transversale évite l'effet de barrage dans la plaine. Pourtant, lors d'un événement extrême, l'autoroute seule, en tant qu'évacuateur de crue, ne suffit pas. Dans ce cas, les digues de protection secondaires empêchent l'inondation des zones habitées situées à proximité.

Espaces libres

56 Si les zones d'inondation n'étaient pas aussi intensément construites ou exploitées, on pourrait laisser les cours d'eau sortir de leur lit lors de crues, sans que cela n'occasionne de dégâts. De tels espaces libres sont devenus particulièrement rares sur le territoire suisse. Pourtant, il y a toujours des régions où l'ampleur des dommages potentiels n'est pas trop grand et donc où il n'est pas nécessaire de construire un système de protection coûteux contre les crues.

Des mesures d'aménagement du territoire doivent contribuer à ce que de telles surfaces restent disponibles, permettant ainsi de gérer des **crues importantes** à l'avenir aussi.

Espace délimité

Si l'on désire conserver une plaine d'inondation libre de toute affectation, il faut d'abord fixer précisément ses limites. Les contours géographiques de ces surfaces sont définis par des calculs hydrauliques et par l'interprétation d'événements passés. Du fait de l'exploitation intensive de pratiquement toutes les vallées fluviales, les espaces libres disponibles lors d'**événements extrêmes** ne sont pas illimités. Si on désire contrôler au mieux les risques résiduels, il est recommandé de confiner les plaines qui peuvent être submergées de façon incontrôlée en construisant des digues secondaires, en procédant de manière ciblée à des adaptations topographiques des voies de communication ou à des remodelages locaux du terrain, afin de créer ainsi de véritables **corridors d'écoulement**:

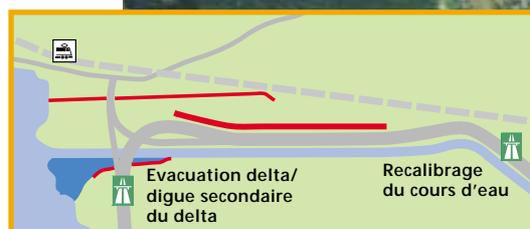
- Il faut tout d'abord empêcher que des ruptures de digues incontrôlées aient lieu

sur les cours d'eau endigués. Pour cela, il faut prévoir la construction ciblée d'évacuateur de crues. **Des digues submersibles ou fusibles** sont envisageables pour ce but.

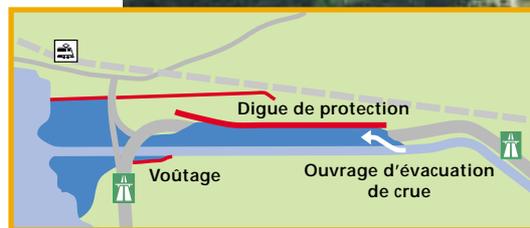
- Lors du façonnement du lit d'un cours d'eau, il est possible de sécuriser une des deux berges contre les risques d'inondation par un **couronnement de digue rehaussé** (on réduira ainsi significativement le risque d'inondation sur une des rives).

- Des **digues de protection parallèles** au cours d'eau récepteur situé dans la vallée ainsi que des adaptations correspondantes au niveau des passages sous-voies permettront de protéger de façon efficace les régions de plaine exploitées intensivement.

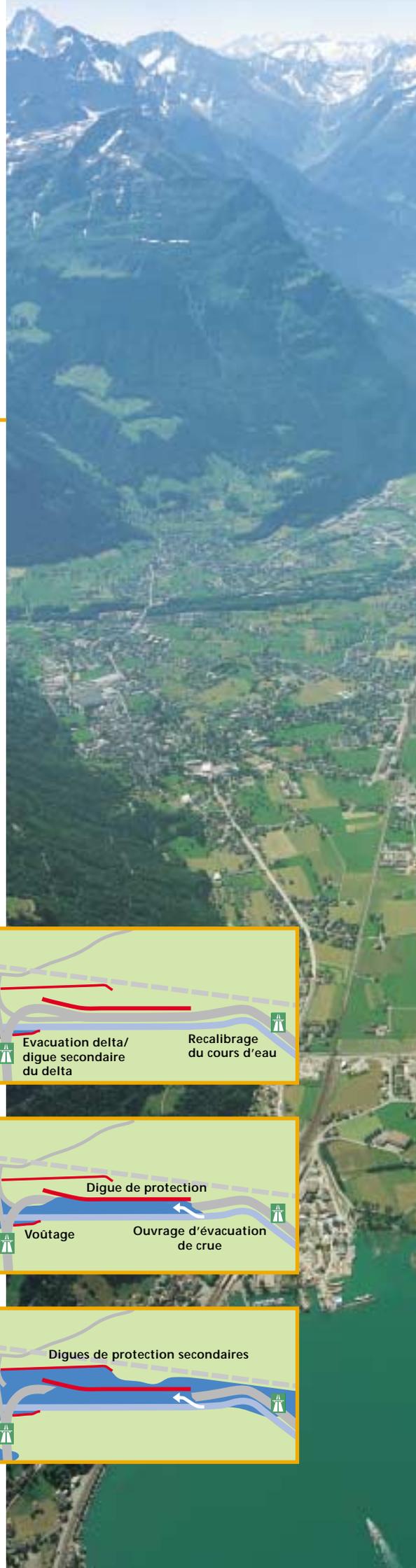
Protection contre les crues de la Reuss
Zones inondées lors d'un événement cinquantennal



Zones inondées lors d'un événement centennal:
L'autoroute en tant qu'évacuateur de crue



Zones inondées lors d'un événement extrême





Protection d'objets

Dans tous les territoires potentiellement dangereux où, après une pesée de tous les intérêts en présence, une nouvelle construction ou une rénovation des installations existantes est prévue, il faut tenir compte du danger existant en édictant des **prescriptions concrètes** en matière de construction. Cette protection d'objet* peut être assurée grâce à des mesures permanentes ou temporaires, ou une combinaison des deux mesures (le délai de pré-alerte et la disponibilité des personnes responsables seront pris en compte lors du choix d'une de ces mesures):

- Les fondations et les autres parties de bâtiments exposées doivent être dimensionnées conformément à la charge possible (par exemple par une protection des fondations contre l'affouillement).
- Il faut édifier les bâtiments sur des appuis, des murs ou des remblais de terrain, ou prévoir des digues et des murs.
- Il faut étanchéifier l'enveloppe des bâtiments et choisir des matériaux insensibles à l'eau.
- Les rez-de-chaussée, les entrées, y compris les entrées des garages et abris, doivent être rehaussés.
- L'alimentation en eau potable et en électricité doit être protégée des crues par des tracés de conduites et de gaines adaptés.
- Il faut fixer les citernes à mazout et préparer la protection contre le refoulement dans les canalisations au moyen de clapets antirefoulement automatiques ou manuels.
- Les ouvertures telles que les vasistas, les portes ou les fenêtres sont à fermer au moyen de plaques de protection.
- Les sorties de secours doivent être planifiées et leur accès permanent assuré.

Laves torrentielles

57

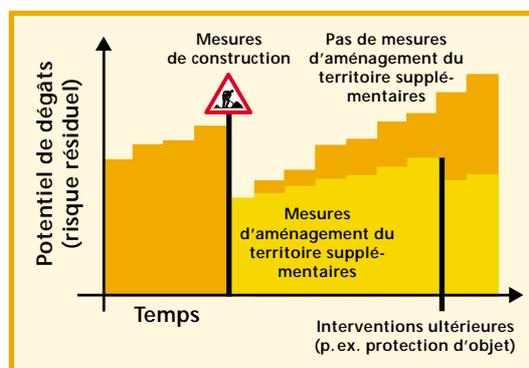
Les laves torrentielles, mais aussi les coulées de boue de versant qui ont souvent lieu pendant les intempéries, ainsi que les glissements spontanés superficiels, sont des processus dangereux. Dans les Alpes, lors de laves torrentielles de grande importance, il n'est pas rare que des centaines de milliers de mètres cube de matériaux solides soient transportés au fond de la vallée, et ceci à des vitesses d'écoulement pouvant atteindre les 60 km/h.

On peut faire face à ces dangers naturels, jusqu'à un certain degré, en instituant des prescriptions **en matière de construction** appropriées:

- Adapter les constructions au terrain et orienter la forme du bâtiment en fonction des pressions attendues.
- Fixer l'utilisation des locaux en fonction du risque de laves torrentielles existant.
- Prêter une attention particulière à l'emplacement et à la hauteur des portes, des fenêtres ou des entrées de garages.
- Renforcer les murs extérieurs et protéger les fenêtres.
- Construire les bâtiments sur des remblais (mesure la meilleur marché et la plus efficace en cas de nouvelle construction).
- Eriger des digues de retenue pour intercepter les petites laves torrentielles.
- Construire des murs de déviation ou des digues de déviation.
- Eriger des déviateurs de laves, à l'amont des bâtiments ou des mâts.

* Des renseignements sur les mesures de protection d'objets peuvent être obtenus auprès des assurances-immobilières.

Limites d'efficacité. Les mesures de construction permettent de diminuer le risque primaire et de le ramener à un certain risque résiduel. Mais si, dans les secteurs protégés par des aménagements, on agrandit le territoire construit, on crée des routes ou on érige d'autres infrastructures, le risque résiduel deviendra bientôt plus élevé que le risque primaire. Le potentiel de dégâts sera en revanche stabilisé à long terme grâce à des mesures d'aménagement du territoire (et grâce à des interventions ciblées au niveau des objets à protéger).



Les ouvrages de protection

58 L'éventail des mesures structurelles de protection éprouvées est large, et souvent une **combinaison** de différentes mesures sera nécessaire. Le tableau de la page suivante rassemble les mesures envisageables. Quelques ouvrages de protection correspondant particulièrement bien aux principes de base postulés dans ces directives seront détaillés dans les pages suivantes. Pour plus de détails vous pouvez consulter le **site Web** de l'OFEQ.

Exigences concernant les ouvrages de protection

Des mesures de protection n'ont leur raison d'être que lorsque l'entretien rationnel d'installations de protection existantes, les efforts d'aménagement du territoire, la protection d'objets ainsi que l'entretien des forêts ne permettent pas d'atteindre les buts fixés. Si des mesures de construction sont malgré tout nécessaires, elles doivent alors pouvoir satisfaire les exigences suivantes:

- Il n'existe pas de rivière ou cours d'eau standards. Lors du **choix** des ouvrages de protection, diverses variantes sont envisageables en fonction du bassin versant, des conditions géologiques, du régime local du cours d'eau, du type d'exploitation des terrains limitrophes et du caractère du paysage environnant.
- Les ouvrages de protection doivent toujours être considérés en tenant compte de

leur **interaction** avec le cours d'eau et son bassin versant, ou en d'autres termes, avec les types de dangers possibles et leurs facteurs d'influence.

- Les incidences des aménagements **en aval** doivent également être définies de façon minutieuse.
- En cas de **dépassement** des valeurs de dimensionnement, les ouvrages de protection ne doivent pas entraîner une augmentation des dégâts.
- Les **conséquences** d'une surcharge des ouvrages de protection (EHQ) seront examinées déjà lors de la planification et les mesures appropriées envisageables (mesures constructives, protection d'objets) seront proposées en vue de limiter les dégâts et d'accroître la sécurité du système.
- En cas de destruction d'ouvrages de protection, il faudra toujours rechercher les causes de cette **défaillance**. Finalement, il faudra encore déterminer si leur **remise en état** est vraiment raisonnable.
- A côté de l'amélioration de la protection contre les crues, les **aspects environnementaux** sont à prendre en compte: la dynamique naturelle des cours d'eau sera privilégiée, le paysage revalorisé et la mise en réseau des espaces vitaux favorisée.
- Là où la dynamique naturelle d'un cours d'eau doit être restreinte, il sera examiné dans quelles mesures des méthodes de construction du **génie biologique** peuvent assurer une protection contre les crues suffisante.
- Une attention particulière sera portée à la **durée de vie** des mesures envisagées.

Limites à respecter

Par le passé, des mesures structurelles de protection lors de la planification des mesures ont longtemps été favorisées. Entre-temps, la doctrine a changé en raison de la prise de conscience des limites de cette approche dans la lutte contre les dangers naturels:

- **Limites techniques.** Une protection absolue contre les dangers naturels ne sera jamais assurée, même au moyen de constructions coûteuses.
- **Limites écologiques.** Des interventions par des constructions sont souvent en contradiction avec les efforts entrepris en vue de limiter les atteintes au paysage naturel ou reconstitué dans un état proche de la nature.
- **Limites économiques.** En raison de la situation financière souvent tendue des pouvoirs publics, il n'est plus possible d'entreprendre automatiquement la planification, la réalisation, ainsi que l'entretien d'installations de protections coûteuses.
- **Limites d'efficacité.** La croyance en une protection absolue contre tous les dangers naturels grâce aux ouvrages a conduit en maints endroits à une concentration fatale d'objets de valeur qui a abouti à une exigence en protection encore accrue.



Mesures	Processus	Inondation	Erosion du lit	Erosion des berges	Affouillement	Déplacement du lit	Charriage	Atterrissement	Embâcle	Lave torrentielle	Glissement de terrain
Mesures à la source											
Mesures de rétention											
Plaines inondables et zones libres		■	■	■			■				
Bassin de rétention des crues		■	■	■			■				
Mesures de stabilisation											
Ancrages										■	■
Drainages										■	■
Mesures de construction sur le cours d'eau											
Augmentation de la capacité											
Curage du lit		■									
Digue de protection; digue submersible		■									
Recalibrage du cours d'eau		■	■								
Carénage de ponts/ponts levants		■					■	■	■	■	
Stabilisation											
Rampe en enrochements			■		■						
Enrichissement du lit par des blocs			■		■						
Elargissement du lit			■				■				
Seuil			■	■	■						
Barrage; barrage en torrent			■	■	■		■				
Stabilisation du profil en travers											
Epi				■	■	■					
Mur de rive; enrochement				■	■	■					
Technique végétale				■		■					
Gestion des matériaux solides											
Grille (peigne)		■							■	■	
Brise-lave (frein à lave)										■	
Dépotoir à alluvions		■					■	■	■	■	
Gestion des alluvions		■					■	■			
Protection d'objet											
Protection d'objet contre les crues		■		■	■						
Protection d'objet contre les laves torrentielles										■	■

■ relation principale (influence)

Méthodes de construction

60 Parmi le large éventail de solutions de protection, cinq exemples seront documentés ci-après. Il s'agit d'un choix délibéré **d'ouvrages de protection durables**. Leurs buts et leurs fonctions sont présentés, en mettant en évidence leurs avantages et leurs inconvénients (sur la base des expériences des années passées). Un exemple caractéristique de ces ouvrages est donné par les épis qui sont des ouvrages connus de longue date, mais ils ont été par le passé oubliés au détriment de nouvelles méthodes de construction (enrochements). Pourtant, à l'heure actuelle, ils connaissent un regain d'intérêt, en raison de leurs avantages par rapport aux méthodes de stabilisation linéaires des berges.



Rampes en enrochements



Digues submersibles

But. Les rampes en enrochements permettent une stabilisation artificielle du fond du lit d'un cours d'eau, donc une stabilisation du profil en long (point fixe).

Principes. Grâce à l'apport de gros blocs (posés soit de façon jointive, soit de façon dispersée), une pente plus raide peut être localement maîtrisée. Selon la différence de hauteur qui doit être surmontée, des comportements d'écoulement variés peuvent se présenter. Dans le cas d'une rampe suffisamment longue, un écoulement uniforme peut se mettre en place (état d'équilibre).

Avantages et inconvénients. Les rampes en enrochements permettent la réalisation d'un point fixe plus proche de la nature. Par une configuration appropriée, la mise en réseau longitudinale du continuum aquatique peut être assurée. Les rampes assurent par là même la libre migration des animaux aquatiques (poissons, macro-invertébrés). Les rampes peuvent être adaptées à pratiquement toutes les tailles de cours d'eau (systèmes Step-Pool).

But. Des digues spécialement équipées pour être submergées ou des ouvrages de décharge latéraux évacuent les pointes de crues qui dépassent la capacité d'écoulement du cours d'eau endigué. Ces évacuateurs font office de «soupapes de sécurité» et protègent les tronçons de digue qui ne sont pas conçus pour une submersion.

Principes. Les mesures d'aménagement reposent sur un abaissement local, protégé contre l'érosion, de la couronne de la digue. Une autre solution consiste à aménager une zone de rupture pour une partie de la digue susceptible d'être érodée (la digue reste stable jusqu'à un débit défini; en cas de dépassement, la digue sera érodée jusqu'à une cote définie). Les digues submersibles peuvent être relativement longues, car le débit spécifique évacué est de $1\text{ m}^3/\text{s}$ par mètre courant au maximum. La longueur du déversoir pourra être réduite grâce à un rétrécissement local du profil transversal du cours d'eau. Cette mesure permet aussi d'améliorer les conditions d'écoulement et d'assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage. Dans tous les cas, le comportement des digues submersibles doit être testé face à un événement extrême (EHQ).

Avantages et inconvénients. Les digues submersibles ne diminuent pas la sécurité dans les corridors d'évacuation. Le débit s'échappant d'un tel ouvrage est généralement réduit, car la digue n'est pas entièrement détruite. Cependant, le fonctionnement des évacuateurs latéraux est complexe et parfois difficile à maîtriser. Lorsque de forts débits doivent être évacués, de longs ouvrages seront nécessaires. Sous certaines conditions, et pour des raisons de stabilité, plusieurs sections submersibles devront être prévues. Le déversement latéral de l'eau influe sur le charriage, ce qui peut conduire à des variations du lit et à un comportement d'évacuation modifié.



Elargissement du lit

But. Les élargissements du lit permettent d'une part de stabiliser la cote de fond, d'autre part d'améliorer la diversité structurale du fond du lit et de la partie de la transition du cours d'eau vers les terres. Les élargissements du chenal d'un cours d'eau sont donc des interventions, peu préjudiciables à l'environnement, qui influent favorablement sur la morphologie du cours d'eau. Le domaine d'application des élargissements du lit sont les cours d'eau de plaine qui présentent un charriage de fond suffisant.

Principes. Par l'élargissement du chenal la capacité de transport est diminuée, ce qui entraîne des dépôts localisés. Par une augmentation de la pente au niveau de l'élargissement, la capacité de transport originelle du cours d'eau est rétablie de façon naturelle. De cette manière, un rehaussement du lit en amont est obtenu.

Avantages et inconvénients. Les élargissements forment des structures de fond du lit proches de l'état naturel. Les conditions d'écoulement modifiées conduisent à d'autres sollicitations des berges. Les élargissements accroissent localement les pentes des lignes d'énergie, et par là même augmentent les vitesses d'écoulement; ces facteurs doivent être pris en considération lors du dimensionnement des mesures de stabilisation des berges.



Epi

But. Les épis sont des ouvrages qui sont plus ou moins orientés transversalement à la direction d'écoulement principale et qui protègent les rives de la rivière contre l'érosion. Ils sont placés en vue d'influer sur le courant et permettent d'améliorer la diversité structurale.

Principes. D'une part, ils protègent les berges de l'érosion (le courant principal d'un cours d'eau est maintenu éloigné des rives au moyen des épis) et d'autre part, ils améliorent la structure et augmentent la diversité de l'écoulement. Grâce au rétrécissement du profil transversal, la profondeur de l'écoulement est augmentée dans la partie centrale entre les épis (et ainsi la capacité de transport s'en trouve renforcée). Généralement, comparée à une section en travers sans épis, la profondeur d'écoulement est augmentée.

Avantages et inconvénients. Les épis s'adaptent très facilement, s'ils sont aménagés au moyen d'une méthode de construction flexible. A tout moment ils peuvent être complétés ou renforcés. En plus de leur fonction de protection des rives, les épis offrent aussi un biotope pour la faune aquatique et augmentent ainsi de façon marquée la diversité des biotopes. Dans les cours d'eau dynamiques, où la morphologie de la rivière peut se modifier fortement, les épis doivent être placés de façon à tenir compte des diverses situations d'écoulement qui peuvent se présenter. Lorsque les méandres peuvent se déplacer, les épis doivent être agencés sur de plus courts intervalles que dans les secteurs stables d'un cours d'eau. Les concepts de protection impliquant la construction d'épis nécessitent plus d'espace, mais ils ont l'avantage de rendre les zones riveraines plus variées. Ils présentent quelques avantages par rapport à une stabilisation linéaire des rives:

- l'intervention est limitée localement;
- ils s'intègrent dans le paysage;
- en cas de surcharge, leur flexibilité est plus élevée;
- ils se laissent plus facilement adapter à des conditions changeantes;
- ils améliorent la diversité structurale.

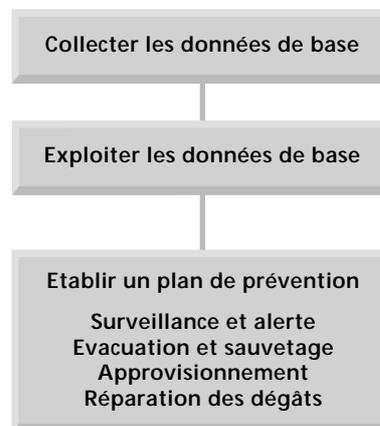


Brise-lave

But. A l'aide de ces ouvrages de protection, qui sont aussi décrits comme freins à laves, les laves torrentielles peuvent être détournées de façon ciblée vers des territoires où les dégâts potentiels sont plus faibles. Ainsi les agglomérations, souvent situées sur un cône de déjection, seront protégées.

Principes. La lave torrentielle est drainée grâce au brise-lave. La coulée torrentielle perd ainsi une part importante de son énergie et commence à se déposer. Un brise-lave permet de freiner une première bouffée de lave torrentielle et les bouffées suivantes sont détournées latéralement suivant la disposition de l'ouvrage. Une lave torrentielle peut alors être déviée de façon ciblée sur une zone de dépôt préférentielle grâce à des ouvrages de déviation massifs. Il faudra absolument tenir compte de la dynamique élevée des bouffées de laves torrentielles successives. Un ouvrage de déviation devrait laisser s'écouler, sans entraves, de petites crues comportant des matériaux charriés et n'entrer en fonction que lors de laves torrentielles. Un ouvrage de déviation se compose d'un évacuateur latéral et d'une installation de déviation. Les ouvrages sont calibrés sur des événements rares.

Avantages et inconvénients. Un recalibrage de lit sur le cône de déjection d'un torrent, dimensionné pour des laves torrentielles, peut entraîner des ouvrages et des interventions démesurés. Ceci peut être évité par des mesures ciblées effectuées dans le cours supérieur. Les atteintes au paysage engendrées par les brises-laves ou par les aménagements de déviation sont localement limitées. Il n'existe encore que peu de données sur le dimensionnement d'ouvrages permettant d'influencer le comportement des laves torrentielles. A l'heure actuelle, on se base souvent sur l'expérience pratique (basée sur des grilles au Japon ou des brises-laves en Autriche), mais aussi sur la base d'essais sur modèles.



Plan d'urgence

62 Il n'existe pas de protection absolue contre les crues et les dangers qu'elles occasionnent. La violence de l'eau recèle un **danger potentiel** qui ne peut ni être saisi dans toute son étendue ni maîtrisé totalement. Des précipitations extrêmes ou persistantes peuvent transformer les ruisseaux et les rivières en des crues impétueuses, déclencher des laves torrentielles ou activer des glissements de terrain, ceci dans chaque région du pays.

Des niveaux d'eau exceptionnels représentent toujours une menace sérieuse, et s'il est vrai que cette dernière peut être atténuée et limitée, grâce à des travaux d'entretien et des mesures de planification rationnelles, elle ne sera cependant jamais écartée. On ne doit pas oublier non plus que tout modèle hydrologique est source d'incertitudes. Dans des **cas extrêmes**, les valeurs de dimensionnement fixées dans les règles de l'art et acceptées unanimement sont susceptibles d'être dépassées.

Il est nécessaire, dans tous les cas, d'établir une planification des interventions en cas d'urgence en tâchant de toujours ramener le **risque résiduel** dans des limites acceptables. La priorité sera donnée au sauvetage des êtres humains (et au besoin du bétail) et à la limitation des dommages indirects (induits par exemple par des matières dangereuses ou des usines de produits chimiques).

Réussir la prévention

Il est crucial que les autorités compétentes soient conscientes des dangers liés aux crues, à l'échelle locale et régionale. Les conséquences d'une crue doivent en tout cas pouvoir être limitées grâce à une pré-

Il subsiste toujours un risque résiduel



Frank

paration appropriée. Dans le cadre de la planification des mesures, des **données de base** sur la situation dans le bassin versant seront récoltées et exploitées. Dans un deuxième temps, les résultats obtenus seront intégrés dans un **plan de prévention global**.

Les communes seront soutenues dans cette tâche importante par les instances cantonales compétentes, et pour des projets plus importants, par les instances fé-

dérales compétentes. Il est judicieux d'utiliser les synergies possibles avec les organisations et les dispositifs existants (par exemple en relation avec le plan d'alerte). Il n'existe pas de solution standard permettant d'apprécier les risques résiduels. Chaque bassin versant présente des caractéristiques particulières qui sont déterminées respectivement par la topographie, la géologie, l'hydrologie, la couverture du sol et son utilisation.

La responsabilité principale de la planification des mesures en cas d'urgence et de leur organisation incombe aux **communes**. Il n'existe pas de solutions standards. Le cas des crues ne représente qu'un cas d'urgence parmi d'autres engendrés par les dangers naturels.

Organisation en cas d'urgence

Pour bien gérer une situation de crise, il faut comme condition principale une organisation en cas d'urgence qui soit structurée intelligiblement et comportant une répartition des **compétences** ainsi qu'un **plan d'action** correspondant. Cette organisation en cas d'urgence n'est utile que si elle peut être mise en place rapidement:

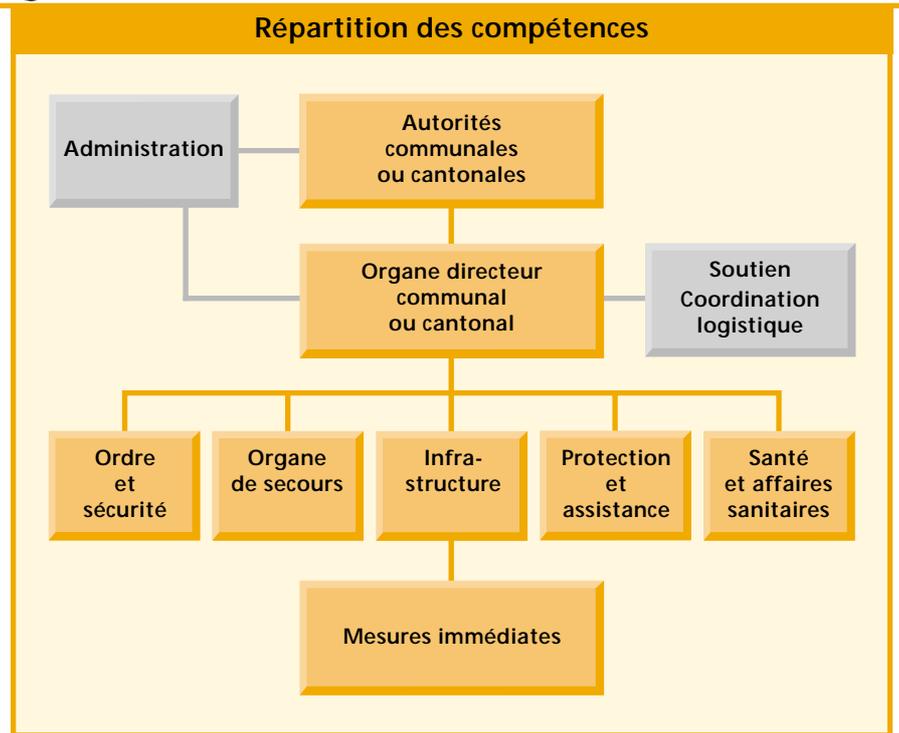
- **Alerte.** L'apparition de situations dangereuses doit être reconnue rapidement, afin de pouvoir tenir la population au courant, d'alermer les services de sécurité, et d'entreprendre rapidement les mesures d'urgence.

- **Mesures palliatives.** Lorsque des événements potentiels sont identifiés assez tôt, des mesures peuvent être prises dans certains cas afin d'empêcher des inondations (par exemple en débarrassant préalablement les lits des rivières des bois d'avalanches ou des bois flottants, en renforçant les digues ou en érigeant des digues mobiles).

- **Risques particuliers.** Concernant des objets qui présentent un grand potentiel de dommages tels que les hôpitaux, les homes, les biens culturels, les stations services, les entrepôts chimiques, les installations d'approvisionnement, les centrales de distribution ou les installations de communication, un plan d'action spécial «crues» doit être préparé de façon à limiter efficacement les dégâts.

- **Sauvetage.** Les éventuelles victimes doivent pouvoir être secourues, transportées en un lieu sûr et bénéficier de soins médicaux.

- **Evacuation.** Dans les secteurs où une inondation ne peut être évitée ou dans les territoires où elle menace sérieusement, les personnes en danger doivent être mi-



ses à l'abri et prises en charge. Sous certaines conditions, les biens doivent également être éloignés des zones dangereuses. Le choix du moment idéal pour déclencher de telles mesures n'est toutefois pas toujours aisé. En principe, de telles mesures sont à décider de manière précoce, mais plus elles seront déterminées tôt, plus grand sera le risque d'une éventuelle fausse alerte.

- **Infrastructure.** Les machines et le matériel servant aux mesures d'urgence doivent être disponibles à tout moment.

- **Surveillance.** Les conditions météorologiques et leur évolution dans le bassin versant doivent être surveillées constamment pour le bon déroulement des travaux de sauvetage et de déblaiement.

- **Communication.** En cas d'urgence, les appareils adéquats doivent non seulement

être prêts à fonctionner au moment voulu, mais ils doivent également être accessibles et disponibles à l'endroit voulu.

- **Protection d'objets.** Des maisons isolées et des territoires limités peuvent être protégés contre les inondations par des mesures temporaires, telles que la construction de barrières de sacs de sable, de parois mobiles ou, si suffisamment de temps est à disposition, également au moyen de palissades.

- **Partenaires.** La collaboration est à préparer et à exercer avec les organismes d'intervention en cas d'urgence des communes voisines.



Annexes



Définitions selon TERMDAT	Repère juridique	Source
Ecoulement: Volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau par unité de temps.	Capacité d'écoulement par l'entretien des cours d'eau, des rives et des ouvrages de protection contre les crues; en cas d'aménagement forestier des torrents aussi Compétence: cantons	LACE 4 I LFo 19 OACE 23
Indemnités	Droits aux subventions de la Confédération pour des mesures de protection contre les crues, pour le rétablissement d'ouvrages et d'installations, pour le cadastre des dangers et la carte des dangers, pour les stations de mesures, pour les services de préalerte	LACE 6, 8 s. OACE 1-4, 8 s. LSu
Alerte: Déclenchement d'un signal diffusé en général au moyen de sirènes afin d'attirer l'attention de la population sur un danger ou une menace imminente.	Mise sur pied et exploitation de services de préalerte	OACE 24, 27 I s.
Compensation/indemnisation	Avantages et inconvénients/restrictions au droit de propriété à cause de mesures d'aménagement du territoire selon la LAT	LAT 5
Droit de recours	Concernant le domaine de la protection de la nature et du paysage: l'office fédéral compétent, les cantons, les communes, les organisations environnementales d'importance nationales désignées par le conseil fédéral Publication de la décision par une notification écrite dans le Feuille fédérale ou dans l'organe officiel du canton	LPE 55 ss LPN 12-12b LPN 12a I
Autorisation	Autorisation de construire à l'intérieur de la zone à bâtir Autorisation exceptionnelle hors de la zone à bâtir La construction/la transformation de bâtiments et d'installations dans les secteurs de protection des eaux particulièrement menacés Prélèvement d'eau dans un cours d'eau Autorisation exceptionnelle pour la réalisation de mesures d'aménagement écologiques Autorisation exceptionnelle pour la mise sous terre de cours d'eau Exploitation de sable, gravier et d'autres matériaux Autorisation relevant du droit de la pêche pour les interventions techniques sur les eaux Autorisation pour la suppression de la végétation existant sur les rives Autorisation pour le défrichement des forêts Endiguements et corrections de cours d'eau	LAT 22 LAT 24 LEaux 19 II LEaux 29 LACE 4 III LEaux 28 III LEaux 38 LEaux 44 LFSP 8 LPN 22 II LFo 5 LEaux 37
Biotope	Protection d'espèces animales et végétales locales Différents degrés de protection Remplacement lors d'atteintes inévitables Biotopes d'importance nationale, régionale et locale; compensation écologique Subventions fédérales	LPN 18 ss OPN 14 s. LPN 18 Ibis LPN 18 I ter LPN 18a, b LPN 18c
Tiers (avantages spéciaux)	Participation aux frais lors de subventions de la Confédération	LSU 10 IIa OACE 8c
Expropriation	Expropriation pour l'exécution de la loi LACE/OACE; compétence des cantons ou de tiers autorisés; droit applicable	LACE 17
Aide financière	Subventions de la Confédération pour la revitalisation des cours d'eau dégradés (sans prétention juridique)	LACE 7, 9 s. OACE 5 ss
Carte indicative des dangers: Carte synoptique établie selon des critères scientifiques et renseignant sur les dangers qui ont été identifiés, mais non analysés ni évalués en détail.	Base pour l'établissement d'un plan directeur permettant de reconnaître grossièrement les secteurs présentant des conflits d'intérêt, s'il n'existe pas encore de carte des dangers	OACE 21

Glossaire

Dictionnaire de la terminologie de la protection contre les crues

65

Les présentes directives contiennent de nombreuses expressions techniques de différents domaines de la protection contre les crues. Afin d'améliorer la compréhension et d'éviter d'éventuelles malentendus, l'OFEG élabore depuis quelques années un dictionnaire en quatre langues mettant l'accent sur la protection contre les crues, l'aménagement des cours d'eau, l'hydrologie, la géomorphologie et les risques naturels, ceci en collaboration avec la section Terminologie de la Chancellerie fédérale. Ce dictionnaire comprend plus de 800 entrées et environ 1500 définitions en allemand, français, italien et anglais.

Le dictionnaire est déjà dans données **terminologiques de l'Administration fédérale suisse**; chaque service public en Suisse y a accès par Intranet ou Internet (KOMB/KTV). La section Terminologie de la Chancellerie fédérale est à disposition pour toutes questions.

Les personnes intéressées qui n'ont pas d'accès Intranet à l'Administration fédérale peuvent accéder à **EURODICAUTOM**, la banque de données terminologique de l'Union européenne.

INTRANET

→ <http://termdat.bk.admin.ch>

INTERNET

→ <http://eurodic.ip.lu>

Glossaire

Définitions selon TERMDAT	Repère juridique	Source
Carte des dangers: Carte établie sur la base de critères scientifiques, qui à l'intérieur d'un périmètre bien défini contient des indications détaillées portant sur le type de danger, les niveaux de danger et l'extension spatiale probable des processus dangereux.	Base pour les plans directeurs et les plans d'affectation ainsi que pour la planification de mesures de protection	OACE 21 OACE 27 Ic
Zone de danger: Territoire menacé par des dangers naturels qui, sur la base d'une analyse des dangers, est grevé dans son utilisation de limitations contraignantes pour les propriétaires fonciers.	Territoires grevé de limitations dans leur utilisation ou d'interdictions	LAT 18 OACE 1 II
Nappe d'eau souterraine: Ensemble des eaux souterraines occupant les vides de la lithosphère dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.	Zones de protection des eaux souterraines, superficie des eaux souterraines	Leaux 20 s.
Protection contre les crues: Ensemble des mesures prises pour protéger des personnes et des biens matériels importants contre l'action dommageable des eaux (inondations, érosions et dépôt de matériaux solides).	Protection des personnes et de biens matériels importants contre l'action dommageable des eaux; établissement des objectifs de protection et des mesures de protection au cas par cas	LACE 1 I
Inventaires	Domaine protection de la nature et du paysage/ inventaires fédéraux d'objets d'importance nationale; lors de préjudices possibles effectuer une demande d'expertise auprès de la commission (CFNP) de la nature et du paysage	LPN 5 s. LPN 18a LPN 23a s:
Prélèvement de graviers	Autorisation d'après la loi fédérale sur la protection des eaux et la loi fédérale sur la pêche Zones de protection des eaux souterraines	LEaux 44 I LFSP 8 IIIg LEaux 44 II
Marais et sites marécageux	Protection généralisée, aménagement et exploitation limités, buts de protection selon le droit fédéral, les cantons assurent les mesures de protection et d'entretien; subventions fédérales	LPN 23a ss OPN 21a ss
Plan d'affectation: Plan qui détermine le type, le lieu et le degré de l'utilisation du sol, parcelle par parcelle, et ayant force obligatoire pour chaque propriétaire foncier .	Règle le mode d'utilisation du sol (zones à bâtir, zones agricoles et zones à protéger entre autres) Autorisation de construire dans la zone à bâtir Autorisation exceptionnelle de construire hors de la zone à bâtir; seulement si le projet ne peut être réalisé ailleurs et si aucun intérêt prépondérant ne s'y oppose Force obligatoire pour les propriétaires	LAT 14 ss LAT 22 LAT 24 LAT 21
Mise à l'enquête publique des plans	D'après le droit de procédure cantonal Lors de l'implantation ou de la transformation d'une construction ou d'une installation avec coordination Lors de l'accomplissement des tâches de la Confédération dans le domaine de la protection de la nature et du paysage	LAT 25a IIb OPN 3
Marchés publics	Confédération: loi fédérale sur les marchés publics, liberté d'accès au marché d'après la loi fédérale sur le marché intérieur Cantons: publication dans un organe officiel des projets et critères de participation et d'attribution de marchés Adaptation des prescriptions cantonales à la loi sur le marché intérieur Accord intercantonal sur les marchés	LMI 1 s., 6 LMI 5 II LMI 11

Définitions selon TERMDAT	Repère juridique	Source
Aménagement du territoire: Coordination préalable des activités ayant des effets sur l'organisation du territoire et leur orientation à long terme.	Plan directeur (force obligatoire pour les autorités, coordonner les activités influençant l'organisation du territoire) et plan d'affectation (force obligatoire pour les propriétaires, concrétise le plan directeur) Principes régissant la planification Mesures de planification: prioritaires en aménagement des cours d'eau sur les constructions hydrauliques	LAT 6 s. LAT 14 s. LAT 3 LACE 3
Revitalisation: Rétablissement de l'environnement, transformé par des interventions de l'homme (p. ex. cours d'eau), en un état proche de la nature.	Lors d'interventions dans les cours d'eau tels que les mesures de protection contre les crues Subventions fédérales	LACE 4 II LACE 7, 9 s.
Plan directeur: Plan qui précise les actions nécessaires à la mise en place de l'organisation spatiale souhaitée et qui crée ainsi une plate-forme de coordination liant les autorités.	Harmonise entreelles les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire, montre le développement souhaité, montre la chronologie et les moyens à mettre en œuvre Force obligatoire pour les autorités	LAT 8, OAT 5 LAT 9
Mesures de protection: Toute mesure visant à réduire ou éliminer un risque. On distingue les mesures actives et passives de protection. Les mesures de protection actives ont pour effet de s'opposer au développement de l'événement naturel en vue de réduire le danger ou d'en modifier la probabilité d'occurrence; les mesures de protection passives conduisent à une réduction du dommage sans influencer le déroulement de l'événement naturel.	Priorités: mesures d'entretien et de planification (mesures passives) Exigences Eaux intercantionales; coordination	LACE 3 LACE 4 LACE 5
Rives: Partie de terrain qui borde un cours d'eau.	Protection des biotopes pour les poissons Autorisation relevant du droit de la pêche pour interventions (principalement défrichement des rives) Aménagement des rives	LFSP 7 LFSP 8 I, III c LACE 4
Végétation riveraine: Ensemble des plantes sur les rives d'un cours d'eau.	Protection généralisée, encouragement actif Autorisation exceptionnelle pour des installations qui ne peuvent être réalisées ailleurs selon LACE et LEaux	LPN 21 LPN 22 II
Entretien	Mesure de protection contre les crues prioritaire Maintien de la protection contre les crues Prise en compte des exigences écologiques	LACE 3 I LACE 4 I OACE 23
Riverains en aval: Personnes ou objets qui se trouvent à l'aval d'un certain point d'un cours d'eau.	Coordination en eaux intercantionales	LACE 5
Etude d'impact sur l'environnement	Avant la planification, la construction, la modification d'installations désignées par le Conseil fédéral; rapport d'impact sur l'environnement	LPE 9, I,II OEIE annexe 30.2
Responsabilité concernant les cours d'eau	Les cantons ou les collectivités et privés désignés par le droit cantonal; pouvoir décisionnel du Conseil fédéral en matière d'eaux intercantionales et lorsqu'aucun accord n'a pu être trouvé	LACE 5 II
Procédure	Procédure de subvention Avis de la Confédération concernant des mesures cantonales de protection contre les crues Avis de l'OFEG concernant des mesures d'autres offices fédéraux ayant des répercussions sur la protection contre les crues	OACE 3–15 OACE 16 s. OACE 18

Glossaire

Bases légales

67

Loi fédérale sur les marchés publics

Accord intercantonal sur les marchés publics

LMI Loi fédérale sur le marché intérieur

LFSP Loi fédérale sur la pêche

LEaux Loi fédérale sur la protection des eaux

LPN Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage

OPN Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage

LAT Loi fédérale sur l'aménagement du territoire

OAT Ordonnance sur l'aménagement du territoire

LAgr Loi fédérale sur l'agriculture

OQE Ordonnance sur la qualité écologique

LSu Loi fédérale sur les aides financières et les indemnités

LPE Loi fédérale sur la protection de l'environnement

OEIE Ordonnance relative à l'étude d'impact sur l'environnement

LFo Loi fédérale sur les forêts

LACE Loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau

OACE Ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau

Lois fédérales sur Internet

Stratégie
Marche à suivre
Procédures
Etudes du projet
Mesures
• Annexes

Rapport technique

Contenu	existant	
	oui	non
Résumé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 Motif et mandat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Etat actuel		
Evénements historiques (chroniques; documentations des événements)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilisation actuelle ou prévue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caractéristiques du bassin versant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comportement hydrologique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capacité d'écoulement existante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conditions géologiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Types de dangers possibles (processus):		
• Inondation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Erosion des rives	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dépôt de lave torrentielle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Scénarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Examen des ouvrages de protection existants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analyse des points faibles le long des cours d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Situation de danger existante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etat du cours d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Hypothèses du projet		
Objectifs de protection choisis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Objectifs de développement écologique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paramètres de dimensionnement fixés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Potentiel de dommages		
Estimation des dégâts possibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Planification de mesures		
Etudes des variantes et décisions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mesures d'entretien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mesures d'aménagement du territoire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mesures d'aménagement de cours d'eau:		
• Description des mesures y compris justifications techniques (particulièrement hypothèses hydrauliques et justifications)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Pesée des intérêts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Conséquences des mesures		
Conséquences sur les agglomérations et les surfaces exploitées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences sur la nature et les paysages	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences sur l'écologie des cours d'eau et la pêche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences sur les eaux souterraines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences sur l'agriculture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Dangers et risques résiduels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Transposition des dangers résiduels dans les plans directeurs et les plans d'affectation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Planification de mesures d'urgence	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Check-lists

Contenu	existant	
	oui	non
1 Rapport technique (voir page ci-contre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Devis estimatif		
Coûts des travaux (à partie des quantités et des prix unitaires des travaux; positions principales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coût de la planification du projet et de la direction des travaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coût de l'acquisition de terrains	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Imprévus (à mentionner séparément)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Bases de la planification		
3.1 Vue générale au 1:10000 ou 1:50000		
Projet de construction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bassins versants partiels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stations pluviométriques éventuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stations de mesures de débit éventuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Noms des cours d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ouvrages de protection réalisés et tronçons sécurisés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Représentation des dangers existants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 Plan de situation 1:1000 ou 1:2000		
Mesures prévues	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contraintes (ponts, bâtiments)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Végétation existante et planifiée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 Profil longitudinal		
Niveau de hautes eaux/ligne d'énergie pour Q_{dim} et EHQ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau d'étiage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lit (conditions de départ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lit moyen de projet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sondages éventuels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zones de prélèvement de matériaux charriés éventuelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ponts, seuils, rampes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Barrages, affleurement de rochers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 Profils techniques transversaux (avant et après assainissement)		
Niveau d'eau pour Q_{dim} et EHQ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau d'étiage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limites de propriétés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5 Profils normaux et profils aménagés		
Hauteur d'eau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau d'étiage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Protection des berges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Protection du lit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aménagement et plantation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.6 Documentation photographique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Préavis cantonaux		
Protection des eaux et relations avec les eaux souterraines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Protection de la nature et du paysage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ecologie des cours d'eau et pêche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forêts (lors de défrichements)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Agriculture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aménagement du territoire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Rapport d'impact sur l'environnement		
Pour des projets nécessitant une étude d'impact sur l'environnement , il faut élaborer et rendre public un rapport spécifique rendant compte de l'impact sur l'environnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Décisions cantonales		
Décision en vigueur (toutes les autorisations sont délivrées)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Clés du financement et répartition des frais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Part périmétrique de la Confédération et de ses régies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Check-lists

Lors de demandes de subventions, toutes les données de bases doivent être résumées dans un **dossier de projet**, afin qu'un examen global de la situation, y compris des impacts prépondérants, puisse être effectué. En règle générale, ce dossier préliminaire correspond au projet rendu public.

69

Projets soumis à l'étude d'impact sur l'environnement en relation avec les mesures de protection contre les crues:

- Ouvrages de régularisation du niveau ou de l'écoulement des eaux de lacs naturels d'une superficie moyenne supérieure à 0,5 km².
- Mesures d'aménagement telles que ouvrages de protection, endiguement, corrections, bassins de rétention des matériaux charriés ou des crues, lorsque le devis excède 15 millions de francs.
- Dépôt de plus de 10000 m³ de matériaux dans des lacs.
- Extraction de plus de 50000 m³ par an de gravier, de sable ou d'autres matériaux de lacs ou de cours d'eau (sauf extraction ponctuelle pour des raisons de prévention des crues).

Procédure: à déterminer par le droit cantonal, dans les quatre cas.

Planification de mesures d'urgence: recherche et réalisation des données de base

Chaque bassin versant présente des particularités spécifiques quant à la formation de crues. Selon ces particularités, divers critères de mise en dangers sont distingués:

- **Crue hivernale**, se distingue (le plus souvent) par une lente progression d'une onde de crue et par une **durée** relativement **longue de la situation de crue**. Le problème des matériaux charriés est souvent secondaire.

- **Crue estivale** faisant suite à des pluies abondantes ou à des orages accompagnés de grêle, se distingue par des **débits de pointe courts, mais élevés**.

Dans les petits bassins versants, il faut s'attendre à un débordement, voire même à la destruction des lits entraînant des inondations du territoire, des bâtiments et des infrastructures. Les érosions des pentes adjacentes et des lits des rivières peuvent induire de très **grandes quantités de matériaux charriés**.

Le **potentiel de danger** lors d'une situation de crue est particulièrement élevé aux emplacements suivants:

- dans les lits à capacité insuffisante;
- dans les lits ayant subi des dommages;
- dans les rétrécissements (étranglements) des lits;
- dans les zones où les eaux peuvent aisément se diriger, par exemple le long des routes ou des voies de chemin de fer;
- dans les dépressions topographiques;
- près des barrières artificielles créées par les maisons et les barrages;
- lors de ruptures de pentes dans le profil en long.

Situation de danger

- Analyser les sources historiques
- Exploiter le cadastre des dangers
- Exploiter les cartes de danger existantes
- Prendre connaissance des études spécialisées à caractère local
- Évaluer les observations actuelles

Aspect météorologique

- Situation de l'enneigement
- Situation des orages
- Saturation du sol par les précipitations

Topographie et couverture du sol

- Escarpement et forme du bassin versant
- Proportion de prairies, forêts, constructions, rochers, glaciers, lacs
- Possibilités d'infiltration des précipitations
- Barrières naturelles et artificielles

Comportement du bassin versant

- Sources de matériaux charriés disponibles dans le bassin versant (risque de laves torrentielles)
- Sources de matériaux charriés disponibles dans le lit (risque de laves torrentielles et de transports solides par charriage)
- Etat de la végétation (le type de couverture du sol influence l'écoulement de l'eau de pluie)
- Etat du sol (influe beaucoup sur l'ampleur de l'écoulement superficiel)

Etat du lit du cours d'eau

- Degré d'aménagement
- Capacité d'écoulement à travers les aménagements
- Stabilité des aménagements
- Dégâts aux berges et au lit
- Réduction du profil d'écoulement par la croissance de la végétation ou par des dépôts
- Rétrécissements (ponts, voûtages, couverture, par exemple platelage de bois)
- Quantité de matériaux charriés dans le dépotoir à alluvions
- Quantité de bois flottant au niveau du lit (danger de formation d'embâcles ou de dégâts)

Bâtiments exposés à un danger

- Sensibilité des bâtiments au dommage (ouvertures, matériaux, conduites)
- Cas de dommages antérieurs

Personnes exposées à un danger

- Emplois se trouvant dans la zone d'inondation potentielle
- Emplois se trouvant dans la zone de glissement potentielle
- Population résidante dans la zone d'inondation potentielle
- Population résidante dans la zone de glissement potentielle

Infrastructures exposées au danger dans le bassin versant

- Réseau routier
- Lignes de chemin de fer
- Centrales électriques
- Usines d'approvisionnement en gaz et en eau
- Centrales téléphoniques
- Poste émetteur

Check-lists

Planification de mesures d'urgence: éléments du plan de prévention

- Système de préalerte.** Installer des systèmes de préalerte permanents ou adaptés à chaque situation. Ceci permet un engagement précoce et ciblé des mesures de prévention.
- Machines et matériel.** Excavatrices, véhicules de transport, compresseurs, pompes, groupes électrogènes et outils doivent être à disposition en cas de catastrophe. Le cas échéant, le matériel de réserve d'autres communes ou d'autres régions peut aussi être mis à contribution.
- Communication.** Les systèmes de communication locaux et régionaux doivent être conçus de manière à ce qu'ils ne puissent pas être mis hors service par des crues ou des événements concomitants. Si les installations fixes ne suffisent pas, il faut mettre à disposition des appareils radio, des mégaphones, des postes émetteurs mobiles et des équipements de communication hors du périmètre dangereux.
- Réseaux routiers et réseaux de chemins de fer.** Tester préalablement si les agglomérations risquent d'être coupées du monde par des crues ou par des événements concomitants. Si cela est le cas, il faut préparer le **matériel de réserve** adéquat pour les services sanitaires, les services du feu et la protection civile, ainsi que du matériel de construction (tel que bois pour des ponts de secours) et des machines et des outils.
- Approvisionnement médical.** On doit assurer le sauvetage, le transport et les soins aux blessés. Un concept correspondant doit être préparé d'entente avec les spécialistes et les institutions, à moins que les organisations ou les institutions cantonales ou communales ne disposent des infrastructures nécessaires.
- Evacuation.** Mettre à disposition des abris et assurer le ravitaillement.
- Aide.** En cas d'urgence divers services au niveau fédéral, cantonal ou communal sont en mesure d'assurer une aide d'urgence directe ou indirecte. Les services responsables d'une situation extraordinaire doivent, au préalable, s'informer et se documenter sur les questions suivantes:
 - Quelles institutions ou organisations peuvent fournir de l'aide, et si c'est le cas, dans quelle mesure?
 - Comment s'appellent les personnes à contacter, et quels sont leurs numéros de téléphone actuels?
 - Quels sont les coûts, et quelles sont les procédures?
 - Qui est responsable pour le partage des dons?
- Conditions météorologiques.** Organiser des séances d'observations du temps et mettre sur pied le concept d'alarme adéquat. Car les changements de temps peuvent mettre en danger toutes les personnes occupées à des travaux de déblaiement et de sécurisation après la survenue d'un événement.
- Travail dans l'état-major de crise.** La stratégie suivante a fait ses preuves en situations de crises:
 - Répartir et consigner les compétences concernant la surveillance, la diffusion de l'alarme, ainsi que les prescriptions concernant les dispositions techniques et organisationnelles
 - Assurer la circulation de l'information
 - Réaliser des rapports concis et rigoureux
 - Informer rapidement la population, de façon complète et régulière sur le déroulement et les conséquences de l'événement dommageable
 - Avoir le courage de prendre des décisions (et de les mettre à exécution dans les plus brefs délais)

Aides extérieures

Aides personnelles

L'engagement d'une aide extérieure (telle que les membres de l'armée, du service de la protection civile ou de volontaires) ne peut pas vraiment se faire à l'avance. Chaque événement, qui entraîne des dommages, présente des exigences spécifiques qu'il s'agira de surmonter de façon adéquate.

Aides financières

Les prestations de la Confédération et des cantons et – selon les contrats existants – des assurances couvrent les dégâts dus à l'événement. Dans les cantons possédant une assurance cantonale de bâtiments, les dégâts sont pris en charge par l'assurance de façon globale et illimitée. En phase de prévention déjà, il faudrait prévoir d'autres possibilités de financements alternatives pour couvrir des coûts restants.

Collaboration avec les autorités

La Confédération et les cantons sont en mesure de soutenir les communes par des contributions ordinaires et dans le cas de catastrophes par des contributions extraordinaires. Pour que cet argent puisse circuler, conformément aux prescriptions en vigueur, les services spécialisés doivent être contactés dès la première phase de remise en état, c'est-à-dire juste après une catastrophe (afin d'entamer une discussion sur les travaux à effectuer, avec les services spécialisés cantonaux ou fédéraux).

Check-lists

Chaque événement entraînant des dégâts présente ses caractéristiques propres et doit par conséquent être traité de façon ciblée. Ainsi un **plan de prévention** sert-il de fondement et de fil directeur.

→ <http://www.bwg.admin.ch>

Services spécialisés de l'Administration fédérale

Office fédéral de l'eau et de la géologie OFEG

Division protection contre les dangers naturels
Rue du débarcadère 20
2501 Bienne

Service hydrologique national
Papiermühlestrasse 172
3003 Berne

→ <http://www.planat.ch>

Secrétariat PLANAT
Rue du débarcadère 20
2501 Bienne

Contact

→ <http://www.buwal.ch>

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP

Papiermühlestrasse 172
3003 Berne

→ <http://www.raumentwicklung.admin.ch>

Office fédéral du développement territorial ODT

Einsteinstrasse 2
3003 Berne

→ <http://www.blw.admin.ch>

Office fédéral de l'agriculture OFAG

Mattenhofstrasse 5
3003 Berne

→ <http://www.astra.admin.ch>

Office fédéral des routes OFROU

Worblenstrasse 68
3003 Berne

→ <http://www.kultur-schweiz.admin.ch>

Office fédéral de la culture OFC

Section patrimoine culturel
et monuments historiques
Hallwylstrasse 15
3003 Berne