

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 130 (2004)  
**Heft:** 19: Risques naturels

**Artikel:** Augmentation du risque de dégâts liés aux inondations  
**Autor:** Schleiss, Anton  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99343>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

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

# Augmentation du risque de dégâts liés aux **inondations**

**Les inondations sont aujourd'hui responsables d'environ un tiers des dégâts socio-économiques dus à des catastrophes naturelles au niveau mondial. De plus, pendant les dernières décennies, plus de la moitié des victimes de catastrophes naturelles sont mortes dans des inondations. Ces données justifient pleinement les efforts entrepris pour gérer au mieux les crues et limiter leurs conséquences.**

En Suisse, les crues exceptionnelles de 1987, 1993, 1999 et 2000 ont montré que notre pays n'est pas épargné par de telles catastrophes. Leurs coûts n'ont cessé d'augmenter depuis 1972, année à partir de laquelle les dommages dus aux intempéries ont été systématiquement enregistrés [1]<sup>1</sup> : les dégâts s'élèvent en moyenne à 280 millions de francs par année, avec un record de 1,7 milliards de francs en 1987.

Les crues sont par ailleurs beaucoup plus fréquentes que ne le laissent supposer les analyses statistiques [2] : si ces dernières ont abouti à un temps de retour d'environ 300 ans pour la crue de 1987 sur la Reuss (fig. 1), la reconstitution des crues historiques à partir de l'analyse des dépôts sédimentaires du lac des Quatre Cantons a conduit à une périodicité de 75 ans environ pour cet événement. La crue du Rhône de 2000 (fig. 2) a eu une période de retour de 100 ans environ

entre Brigue et Sion et de 200 à 300 ans plus à l'aval. L'expérience de ces dernières décennies montre que la Suisse doit s'attendre à des inondations d'envergure nationale environ tous les six à sept ans.

## Augmentation des dégâts

Mondialement, les coûts des dégâts provoqués par les inondations ont littéralement explosé dans la dernière décennie du XX<sup>e</sup> siècle. Oscillant entre vingt et trente milliards d'euros par décennie pendant 40 ans, ils ont décuplé dans les années nonante pour atteindre la somme de 250 milliards d'euros [3] - somme à laquelle il convient d'ajouter les montants colossaux et difficilement chiffrables qui sont et seront consacrés aux mesures de protection. L'explosion de ces chiffres s'explique par diverses raisons.

### Urbanisation et développement du territoire

Les populations des zones à risques et les valeurs qu'elles y installent - infrastructures et bâtiments - ne cessent de croître. Or le potentiel de dommages en dépend directement. A titre d'exemple, le potentiel de dégâts le long de la Engelbergeraas dans le canton de Nidwald est passé de 300 000 francs en 1910 à 100 millions aujourd'hui [4]. Les terrains à bâtir à proximité des cours d'eau sont attractifs et les maîtres d'ouvrages ne sont souvent pas conscients du danger qui menace ces parcelles. Pire encore, ils l'écartent en



<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.



Fig. 1 : Inondation à Flüelen (Uri) lors de la crue de la Reuss en 1987 (Photo LNN)

Fig. 2 : L'eau sortant du Rhône et inondant la plaine après la formation de la brèche à Chamoson lors de la crue en 2000 (Photo GD)

Fig. 3 : Exemple d'une matrice des objectifs de protection selon les directives suisses

Fig. 4 : Ouvrage de dérivation (a) et bassin de rétention R5 (b) sur la Sorge (Photos J.L. Boillat, LCH)

Fig. 5 : a) Les bassins versants de la Mèbre et de la Sorge ; b) partie inférieure urbanisée des bassins versants avec les tronçons (V1 à V13) et les bassins de rétention réalisés (R2, R5, R8 et R9) (Documents LCH)

faisant confiance aux mesures de protection existantes. Les cartes de dangers, déjà existantes ou en cours d'élaboration pour l'ensemble de la Suisse, devraient faire augmenter la sensibilité aux dangers naturels liés à ces zones.

#### Augmentation de la vulnérabilité des biens

Les sous-sols des maisons individuelles, autrefois utilisés à l'état brut pour stocker le combustible - bois ou charbon - ou les réserves de nourriture pour l'hiver, ont vu leur affectation considérablement modifiée. Ils sont aujourd'hui aménagés et contiennent souvent des équipements électriques ou électroniques relativement coûteux. D'autre part, le coût des équi-

pements de chauffage centraux ou le danger de pollution créé par les citernes à mazout constituent également un potentiel de dégâts considérable. La situation des bâtiments est similaire puisque des installations comme la régulation des ascenseurs, les agrégats de climatisation, les centres informatiques, les archives ou les garages sont souvent situés dans les sous-sols. Par conséquent, des inondations à priori moins dévastatrices provoquent néanmoins des dégâts matériels beaucoup plus importants.

#### Comportement des victimes

La mémoire collective des inondations est aujourd'hui plus courte et seuls les événements extrêmes s'inscrivent durablement dans les souvenirs. Si les mesures de protection contre les crues réduisent la fréquence et les conséquences des inondations<sup>2</sup>, elles ont également l'effet néfaste de diminuer la sensibilité des victimes potentielles qui, se sentant protégées du danger, s'y exposent davantage. La revendication d'une protection de plus en plus efficace contre les inondations par des mesures constructives est légitime, mais une société à l'abri des risques naturels n'est pas envisageable, ceci pour des raisons économiques et environnementales. Dès lors, la définition du niveau de risque acceptable devient une question fondamentale.

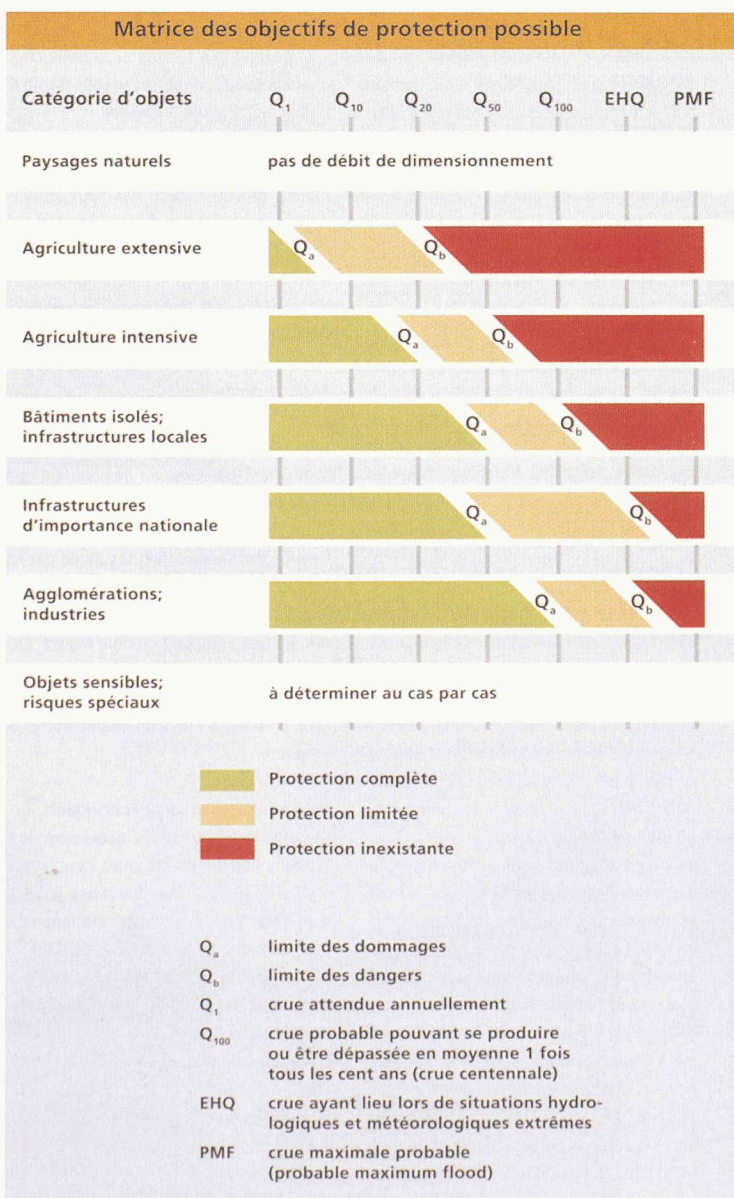
#### Modification du climat

Les modifications du climat devraient avoir comme conséquence une augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements extrêmes, en particulier des intempéries. Si les pluies journalières extrêmes en Suisse au nord des Alpes ont augmenté au XX<sup>e</sup> siècle [5], cette tendance n'est pas confirmée pour les crues et les inondations [6]. Toutefois, sur la base de la connaissance des processus et de la modélisation climatique, on s'attend pour la Suisse à une augmentation des fortes pluies, surtout en hiver, combinée avec une accélération des phénomènes de ruissellement [7].

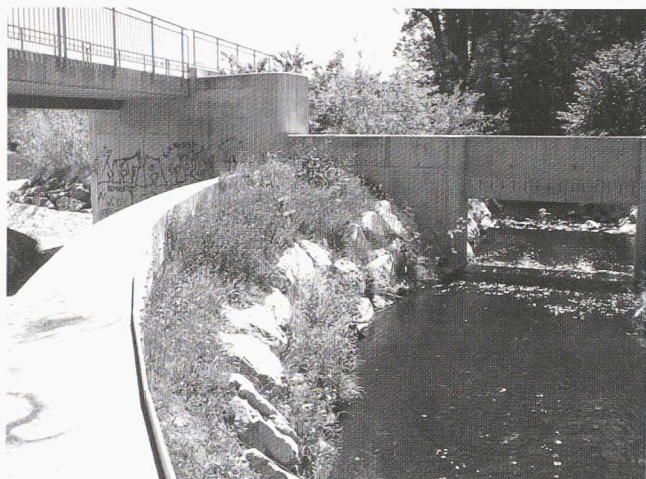
#### Gestion du risque résiduel

La sécurité absolue n'existant pas, la gestion du risque résiduel est une tâche primordiale de la nouvelle stratégie d'aménagement des cours d'eau en Suisse [8]. Selon cette nouvelle philosophie, le débit de dimensionnement est adapté selon des catégories d'objets à protéger, ceci pour planifier des mesures de protection adaptées à chaque situation (fig. 3)

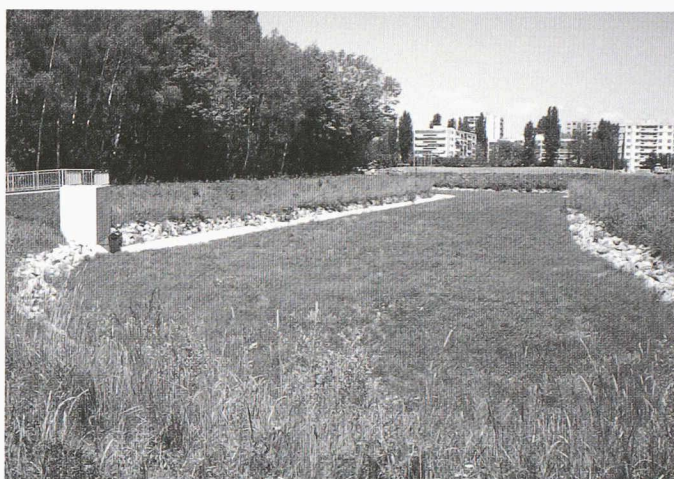
<sup>2</sup> En Allemagne, les événements de décembre 1993 et de janvier 1995 sur le Rhin ont eu une envergure semblable, mais les dégâts de la crue de 1995 ont été 2,6 fois moins coûteux, ceci grâce aux mesures constructives et organisationnelles qui avaient été mises en place [3].







4a

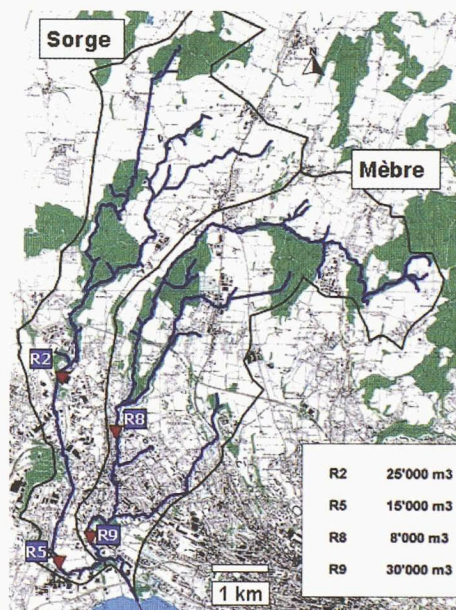


### Gestion du risque d'inondation dans un bassin versant urbanisé - Exemple de la Mèbre-Sorge

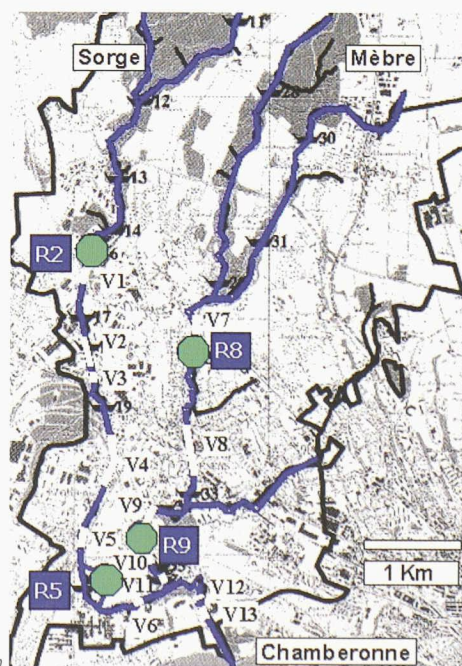
La banlieue Ouest de la Ville de Lausanne est drainée par la Mèbre et la Sorge qui se rejoignent à proximité des campus de l'EPFL et de l'UNIL, peu avant leur embouchure commune dans le lac Léman. Leur bassin versant a subi un fort développement urbanistique durant les dernières décennies. L'imperméabilisation du sol, associée à la densification du réseau de collecte et d'évacuation des eaux pluviales, a entraîné une importante modification du régime hydrologique [11]. Les cours d'eau naturels, utilisés comme évacuateurs, ont vu leurs crues de pointe augmenter toujours plus. La Mèbre et la Sorge souffrent de ce fait d'une érosion accélérée et d'une capacité hydraulique insuffisante. En parallèle, les investissements consentis dans la réalisation de bâtiments et d'infrastructures ont considérablement augmentés le potentiel de dommages, relevant ainsi le niveau des objectifs de protection.

Un agrandissement général de la capacité de ces deux cours d'eau n'étant pas possible, il a fallu élaborer une solution originale tirant parti de zones inondables. Par une implantation stratégique d'un ensemble de ces zones, placées en série ou en parallèle sur les cours d'eau, les débits de pointe ont pu être significativement réduits. La solution retenue comprend trois bassins implantés en série (R2, R8, R9) et un en parallèle (R5), avec des volumes de stockage de 48 000 m<sup>3</sup> sur la Mèbre et de 46 000 m<sup>3</sup> sur la Sorge (fig. 5). Compte tenu de ces volumes relativement faibles, la solution a dû être optimisée par une modélisation numérique et physique pour mieux gérer le risque résiduel. Les ouvrages de contrôle (fig. 4) de ces quatre bassins ont été définis sur la base de 40 hydrogrammes de crues générés stochastiquement et dont les valeurs de pointe peuvent être associées à un temps de retour proche de 100 ans. Pour le dimensionnement du système complet contre les crues, on a choisi la médiane des dix crues les plus importantes de cet échantillon. De ce point de vue, le projet global permet ainsi d'éviter toute inondation. Sans ces interventions, un volume supérieur à 300 000 m<sup>3</sup> pourrait se déverser dans des zones à grand potentiel de dommages. Pour l'analyse du risque résiduel, on a simulé la plus extrême de toutes les crues issues de la génération stochastique : même pour celle-ci, l'aménagement réalisé permet de réduire le volume de débordement de 900 000 m<sup>3</sup> à 300 000 m<sup>3</sup> environ. Les résultats obtenus ont été reportés sur une carte de dangers qui servira à l'élaboration des mesures complémentaires de protection.

Avec un investissement de 8.5 millions de francs seulement, un concept original permet de protéger efficacement une zone fortement urbanisée qui comporte un potentiel de dommages estimés à plusieurs centaines de millions de francs.



5a



5b



et éviter, dans bien des cas, l'aménagement d'un cours d'eau canalisé et monotone. Pour les débits supérieurs, il s'agit de maîtriser les dommages dans une limite raisonnable plutôt que de se battre pour une élimination totale des dangers. Au lieu d'agir sur la diminution des dangers, l'effort se concentre sur la réduction du risque résiduel. Plusieurs axes peuvent être identifiés [2].

#### Utilisation et préservation des zones d'épanchements

Il s'agit d'inonder d'une manière contrôlée des zones de faible vulnérabilité, ceci dans le but de retenir une partie de la crue et de protéger ainsi des zones situées en aval et présentant un plus grand potentiel de dégâts. Ainsi, la troisième correction du Rhône prévoit des zones de stockage à grande échelle, permettant de laminar les crues, puisque la capacité du Rhône ne permet d'évacuer que la crue centennale. L'inondation contrôlée doit se faire à l'aide d'ouvrages de dérivation<sup>3</sup> - par exemple des digues fusibles ou submersibles - positionnés à l'endroit où l'on souhaite provoquer le débordement. En Suisse, la préservation des zones de faible vulnérabilité le long des cours d'eau devient ainsi une tâche primordiale pour limiter d'une manière efficace les risques d'inondation.

#### Réduction de la vulnérabilité des objets

Une protection de l'objet lui-même, par exemple un bâtiment, peut considérablement diminuer sa vulnérabilité. Cette stratégie a déjà été adoptée avec succès, surtout à l'étranger. Il s'agit par exemple de protéger les sous-sol ou les rez-de-chaussée des bâtiments avec des ouvrages mobiles (parois étanches devant les portes et les fenêtres), éventuellement combinés avec des pompes au sous-sol. Dans les zones à risques, une conception des bâtiments adaptée aux inondations devrait être une règle impérative dès le début du projet. Certaines solutions visent également à protéger des objets directement à l'intérieur du bâtiment, comme par exemple en fixant les citernes pour éviter qu'elles se renversent en cas d'inondation.

#### Planification des mesures d'urgence

Il est nécessaire de définir une planification des interventions en cas d'urgence pour ramener le risque résiduel dans des limites acceptables [8]. Le plan d'action comprend :

- un système d'alerte et de surveillance,
- des mesures de sauvetage et d'évacuation des biens et des personnes,

<sup>3</sup> Les bases scientifiques pour le dimensionnement ont été préparées dans le cadre du projet de recherche « DIFUSE » [10].

- la préparation des infrastructures d'intervention (matériel et machines),
- la mise à disposition des systèmes de communication,
- les protections d'objet par des mesures temporaires.

#### Modèles de gestion des crues

Par la prévision des débits qu'ils permettent, les modèles de gestion des crues sont des moyens particulièrement efficaces pour réduire les dommages. Dans les régions comprenant des aménagements hydroélectriques offrant un important potentiel de stockage, une exploitation optimale de ces derniers pendant les périodes de crue peut diminuer considérablement le débit de pointe. Un tel modèle de gestion pour la zone du Rhône à l'amont du lac Léman est en cours d'élaboration dans le cadre du projet de recherche MINERVE [9].

Prof. Anton Schleiss, ing. civil, dr sc. techn.  
Directeur du Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH)  
EPFL, ENAC-ICARE, CH - 1015 Lausanne

#### Références

- [1] F. SCHMID, M. FRAEFEL, CH. HEGG : « Unwetterschäden in der Schweiz 1972-2002 : Verteilung, Ursachen, Entwicklung », *Wasser, Energie, Luft*, Heft 1/2, pp. 21-28, 2004
- [2] J.-P. JORDAN : « De l'influence du risque résiduel sur la qualité de la protection contre les crues », *Wasser, Energie, Luft*, Heft 3/4, pp. 117-121, 2003
- [3] W. KRON : « Überschwemmungsschäden und Versicherung », *Wasserwirtschaft*, 10, pp. 8-12, 2003
- [4] A. PETRASCHECK : « Extreme Hochwasser - wie weit können und müssen wir uns schützen », *Proceedings Int. Symposium Interpraevent 2004, Riva / Trient*, Themenkreis IX, pp. 147-157, 2004
- [5] CH. FREI : « Les fortes précipitations », in « Événements extrêmes et changements climatiques », chapitre 2.5, pp. 67-70, ISBN 3-907630-23-8, OcCC, Berne, 2003
- [6] A. PETRASCHECK : « Les crues », in « Événements extrêmes et changements climatiques », chapitre 2.7, pp. 75-78, ISBN 3-907630-23-8, OcCC, Berne, 2003
- [7] « Événements extrêmes et changements climatiques », rapport de l'OcCC (Organe consultatif sur les changements climatiques), ISBN 3-907630-23-8, Berne, 2003 (disponible sur <www.occc.ch>)
- [8] OFEG : « Protection contre les crues des cours d'eau », Directives de l'Office fédéral des eaux et de la géologie, Berne, 2001 (disponible <www.admin.ch/edms/>)
- [9] J.-L. BOILLAT, J. DUBOIS, A. SCHLEISS, F. JORDAN : « Flood modelling and prevention in the Rhone basin upstream of lake Geneva », *Proceedings of Int. Conf. on Flood Estimation, March 6-8, Berne*, pp. 389-395, 2002
- [10] B. ROSIER, J.-L. BOILLAT, A. SCHLEISS, J. TEILLER : « Influence d'un débordement latéral sur le transport solide par charriage dans un canal prismatique », *Proceedings Int. Symposium Interpraevent 2004, Riva / Trient*, Themenkreis VIII, pp. 257-268, 2004
- [11] J.-L. BOILLAT, S. ANDRÉ, PH. HOHL : « Protection contre les crues d'un bassin versant urbanisé - Approche conceptuelle, méthodes d'optimisation et réalisation », *Proceedings Int. Symposium Interpraevent 2004, Riva / Trient*, Themenkreis VIII, pp. 23-34, 2004