

# Crues de 2005 en Suisse



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,  
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

## Flots en furie, montée des eaux, glissements de terrain



Keystone/Tischler

La Suisse a déjà connu de grandes crues par le passé, et il s'en produira encore. Nous devons tirer les leçons de ces événements pour être mieux à même de les affronter à l'avenir. C'est pourquoi les crues d'août 2005 ont été étudiées en détail.



Keystone/Della Bella

Les résultats de l'analyse des crues de 2005 sont consignés dans un rapport en deux volumes («Ereignisanalyse Hochwasser 2005», voir page 23). Le présent rapport de synthèse résume ses conclusions et recommandations.



Keystone/Della Valle

L'Aa d'Engelberg en furie à l'aval d'Engelberg OW le 23 août 2005 (photo du haut), montée des eaux du lac des Quatre-Cantons le 24 août 2005 (photo du milieu), glissements de terrain près d'Entlebuch LU le 23 août 2005 (photo du bas).

En août 2005, des pluies diluviennes se sont abattues des jours durant sur de vastes régions du versant nord des Alpes, en dépassant localement tous les records enregistrés depuis le début des mesures pluviométriques. En quelques heures, le niveau de certains lacs est monté à un niveau sans précédent, des ruisseaux et des rivières se sont transformés en flots dévastateurs et des versants se sont mis à glisser. Le bilan est très lourd: six personnes ont perdu la vie et les dégâts matériels se sont montés à trois milliards de francs.

L'avenir nous réserve des événements comparables, sinon pires. Pour éviter qu'ils aient des conséquences aussi lourdes qu'en août 2005, nous voulons et nous devons résolument encourager une politique globale de protection contre les crues. Cet effort a déjà été initié voici quelques années, suite aux graves intempéries de 1987. Mais construire des ouvrages de protection ne suffit pas. Chacun de ceux qui se sont montrés efficaces en 2005 peut être en surcharge un jour ou l'autre.

Nous avons donc besoin d'une gestion intégrée des risques. Elle se fonde sur une connaissance approfondie des dangers potentiels, par exemple sous la forme de cartes des dangers et sur des prévisions relatives aux précipitations et aux débits.

La protection contre les dangers naturels est une tâche politique et un défi pour tous ceux qui s'en occupent aux plans administratif et technique. Mais la collectivité est aussi concernée. En faisant preuve de responsabilité individuelle, chacun peut se protéger grandement contre les effets des forces de la nature, comme le montre cette brochure.

### Moritz Leuenberger

Chef du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Keystone/Risch



Etat d'urgence à tous les échelons: des unités de défense engagées à Weesen SG; les conseillers fédéraux Samuel Schmid à Sarnen OW et Moritz Leuenberger à Ennetbürgen NW (de haut en bas).



Keystone/Della Valle, Flüeler

A Ennetbürgen NW, des rues se sont transformées en canaux, tandis que de grandes quantités de bois flottaient sur le lac des Quatre-Cantons (page de couverture et ci-contre, photo prise le 23 août 2005).

Reuters/Meier



## Nuages noirs et sol détrempé

Au début de la troisième semaine d'août 2005, certaines régions avaient déjà subi de fortes précipitations, principalement dans le nord de la Suisse. Mais l'été a fait son retour, du moins passagèrement: le mardi (16 août) et le mercredi (17 août) ont été chauds et ensoleillés sous l'effet d'une crête de haute pression (voir graphiques ci-dessous).

Une **zone dépressionnaire** s'est alors déplacée de la Grande-Bretagne vers la France. Sur son flanc est, des masses d'air de plus en plus humide ont migré vers la Suisse, y générant des orages parfois violents; d'abord en Suisse centrale (le jeudi 18 août), puis en Suisse orientale et méridionale (le vendredi et le samedi).

A elle seule, cette situation n'aurait rien eu d'exceptionnel en cette saison. De tels phénomènes se répètent chaque été. Mais une **dynamique** déterminante pour les crues s'est alors mise en place: le samedi (20 août), une dépression dite «au sol» s'est formée sur le golfe de Gênes, puis s'est déplacée très lentement vers l'est, sur le nord de l'Italie, l'Adriatique et les Balkans, au cours des deux jours suivants.

Durant cette phase, de l'air maritime chaud et humide a été entraîné continuellement de la Méditerranée autour des Alpes, dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Ce phénomène a généré de violentes pluies persistantes au nord des Alpes – d'abord sur les Préalpes et le Plateau (le 21 août), puis principalement le long du versant nord des Alpes (le 22 août).



Lucerne, août 2005 (Keystone/Fischler)

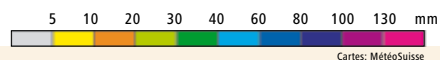
## Des prévisions difficiles

Les météorologues nomment **dépression du golfe de Gênes** la situation météorologique qui s'est établie en août 2005 (graphique de droite). Elle n'est pas rare en soi. Mais les régions touchées et les quantités de précipitations dépendent de particularités des trajectoires et des vitesses qui sont difficiles à prévoir. Même des spécialistes avertis – dont MétéoSuisse, service météorologique national – ont été surpris par le parcours et la violence des événements d'août 2005. De nombreux modèles couramment utilisés à l'époque n'ont décelé l'évolution effective que peu avant les précipitations dévastatrices.

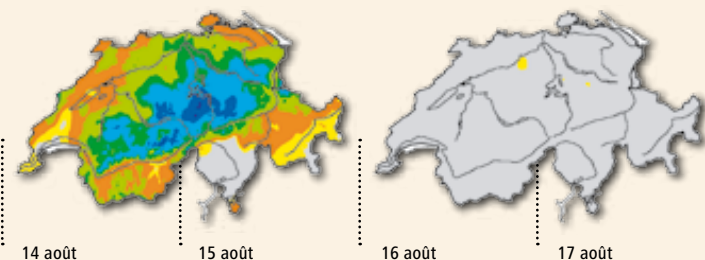
MétéoSuisse a signalé la première fois le vendredi (19 août) que des précipitations importantes (de 50 à 100 millimètres) allaient tomber entre le samedi et le lundi. Le samedi (20 août), la quantité d'eau attendue a été revue à la hausse: «probablement plus de 100 millimètres».

Le premier avis d'intempéries a été diffusé en fin de matinée du dimanche (21 août), soit au début des fortes pluies: «Jusqu'au mardi matin, de **80 à 100 millimètres de précipitations** sont attendus sur l'ensemble du versant nord des Alpes. Comme la limite des chutes de neige se situe entre 2500 et 3000 mètres, la plus grande partie va ruisseler.» Mais la réalité fut tout autre. Près de **200 millimètres de pluie** se sont abattus sur plusieurs régions.

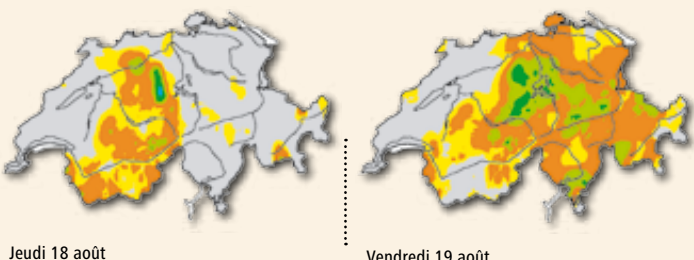
Des processus météorologiques comme ceux d'août 2005 se produisent plusieurs fois par an. Mais il tombe rarement autant de pluie pendant aussi longtemps sur un périmètre aussi vaste (voir les graphiques ci-dessous indiquant l'évolution des précipitations du 14 au 23 août 2005). La météo d'août 2005 est comparable à celle qui a généré de fortes précipitations en juin 1910, juillet 1977, août 1987 ou mai 1999. Nous devons donc nous attendre à ce que la Suisse soit à nouveau touchée par des précipitations fortes et persistantes – éventuellement plus violentes encore en raison du réchauffement climatique mondial.



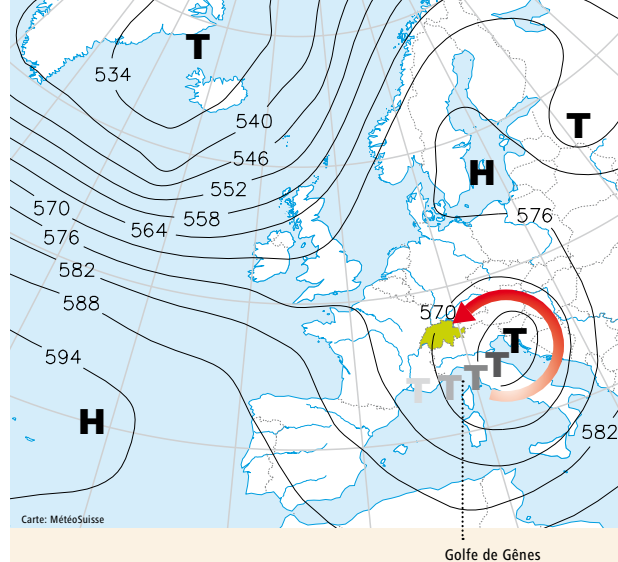
Précipitations tombées en 48 heures (cumuls des deux jours en millimètres)



Précipitations tombées en 24 heures (de 08h00 à 08h00) (cumuls journaliers en millimètres)



Cartes: MétéoSuisse



Les fortes précipitations ont été déclenchées par la dépression «Norbert», qui s'étendait sur les eaux chaudes de la Méditerranée, en s'attardant momentanément au-dessus du golfe de Gênes et de la mer Adriatique (dépression du golfe de Gênes). De grandes quantités d'air méditerranéen chaud et humide ont migré durant une période assez longue autour des Alpes orientales pour buter contre le versant nord de la chaîne. Ainsi, plus de 100 millimètres d'eau sont tombés sur toute la face nord des Alpes suisses les 21 et 22 août 2005, soit en 48 heures. La pluie a même été plus abondante dans l'Emmental, dans l'Entlebuch, dans certains secteurs de l'Oberland bernois et dans une bande s'étendant de la Suisse centrale au Vorarlberg en passant sur la vallée du Rhin. 22 stations de mesures n'avaient jamais enregistré de telles pluies au cours de leur longue histoire (voir les exemples ci-dessous). Mais il ne faut pas accorder trop d'importance aux records locaux. Dans l'ensemble, les précipitations d'août 2005 correspondent à des événements rares, mais pas exceptionnels. Nous devons nous attendre à ce que de telles situations se reproduisent.

### Des calculs avec des probabilités

Si l'évolution était encore sous-estimée le dimanche (21 août), le deuxième avis d'intempéries du lundi matin (22 août) a communiqué l'ampleur réelle des précipitations. Mais de nombreuses localités avaient déjà subi d'importants dommages.

MétéoSuisse a tiré les **conséquences** qui s'imposent. Une série d'améliorations apportées aux prévisions météorologiques permettent d'appréhender plus précisément et d'évaluer plus rapidement même des situations extrêmes. C'est ainsi que le modèle de **prévision régionale** de MétéoSuisse bénéficie depuis janvier 2008 d'une résolution particulièrement élevée pour mieux tenir compte des particularités topographiques du domaine alpin. Les calculs de ce modèle numérique (COSMO-2) sont basés sur une trame de maille de seulement 2,2 kilomètres.

Par ailleurs, l'incertitude entourant chaque prévision de la météo et des précipitations est quantifiée depuis peu en établissant des **prévisions d'ensembles** (COSMO-LEPS), dans lesquelles plusieurs prévisions sont calculées pour différentes conditions initiales. Cette méthode permet de prévoir non seulement certaines évolutions météorologiques, mais également leur **probabilité d'occurrence**. Si l'intégration de ce nouvel élément change la méthode de travail des prévisionnistes, les utilisateurs de ces produits doivent aussi apprendre à maîtriser cette approche probabiliste difficile.

En situation de crise, il faut impérativement prendre des décisions rapides et claires. Les décideurs des services spécialisés, des organes de conduite et des unités d'intervention peuvent tirer profit d'indications sur la **fiabilité** des prévisions pluviométriques, qui restent néanmoins un défi pour eux.

Sélection de maxima locaux (en 48 heures\*)

Station de mesure	Quantité de précipitations	Record précédent (avec année de la mesure)	Mesures depuis
Einsiedeln SZ	152 mm	142 mm (1978)	1900
Engelberg OW	190 mm	153 mm (1991)	1901
Marbach LU	181 mm	165 mm (2004)	1961
Meiringen BE	205 mm	159 mm (1896)	1889
Napf BE	178 mm	158 mm (1990)	1978

\* du dimanche 21 août (07h40) au mardi 23 août (07h40)

11h12

Premier avis d'intempéries de MétéoSuisse: précipitations d'intensité modérée

07h52

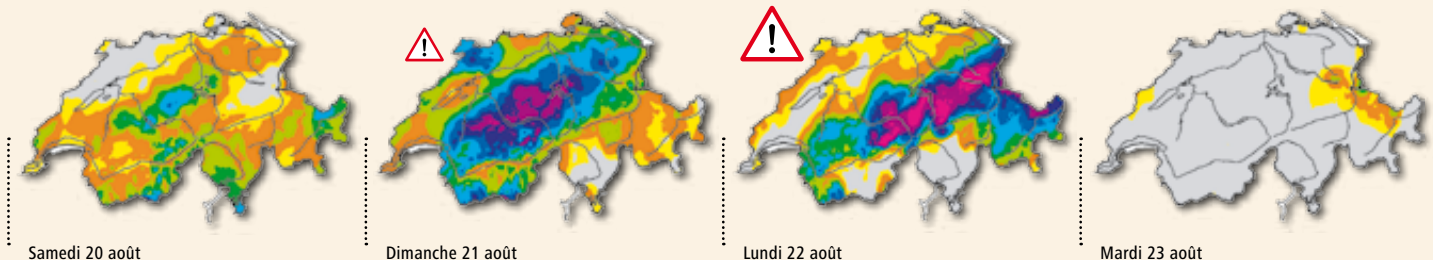
Deuxième avis d'intempéries de MétéoSuisse: précipitations d'intensité forte

19h01

Troisième avis d'intempéries de MétéoSuisse: précipitations d'intensité encore plus forte

07h37

Fin de l'alerte en Suisse occidentale et en Suisse centrale



Samedi 20 août

Dimanche 21 août

Lundi 22 août

Mardi 23 août

**Danger:** condition, circonstance ou processus dont peut résulter un dommage. Lorsqu'il est dû à un phénomène naturel, on parle de **danger naturel**.

## Des phénomènes inattendus à l'échelle locale

La diversité des processus survenus en août 2005 correspond au tableau d'ensemble d'autres événements de grande ampleur. Mais il y a eu des évolutions inattendues localement. Ainsi, l'eau de pluie ruisselant en surface a aussi causé de graves dommages hors des cours d'eau. L'**intensité** des processus a été particulièrement surprenante. En maints endroits, le volume des écoulements, le niveau des lacs, la durée des phénomènes et la quantité de matériaux charriés ont dépassé tout ce qu'on avait connu jusqu'alors. Les causes principales étaient les suivantes:

- **Occurrence de processus à effet de seuil**, par exemple lorsque les écoulements varient rapidement dans un bassin versant en générant des débits inattendus.
- **Transition de processus**, par exemple la transformation d'un glissement de terrain en une lave torrentielle.
- **Enchaînement de processus**, par exemple l'entraînement par une crue de matériel déposé dans un chenal par un glissement de terrain.

Du bois flottant accumulé en grandes quantités dans des ruisseaux, rivières et lacs s'est bloqué dans des étranglements (ci-dessous, dans un canal latéral de l'Aar dans le quartier de la Matte à Berne), où il a entravé l'écoulement de l'eau et provoqué de nombreux débordements. En août 2005, au moins 110 000 mètres cubes de bois ont été mobilisés dans toute la Suisse et transportés parfois sur de grandes distances. Deux tiers étaient du bois frais entraîné par des glissements de terrain et des ruptures de berges (à droite). Le tiers restant provenait à parts égales de chablis et de bois de construction et de feu.



## Quand la montagne descend dans la vallée

Dangereuses à maints égards, les crues agissent très différemment selon la nature des cours d'eau. C'est bien ce qui s'est passé en août 2005:

- Le débordement de cours d'eau et de lacs a donné lieu à des **inondations** dynamiques ou statiques en de nombreux endroits.
- L'érosion due aux flots a souvent été importante. Des berges se sont effondrées, emportant parfois des infrastructures et des ouvrages situés hors du cours d'eau proprement dit. Beaucoup de tronçons de torrents et de rivières ont subi une **érosion latérale et verticale** telle que les chenaux se sont déplacés. Le matériel érodé a été transporté sur de grandes distances. Il y a aussi eu des épandages d'alluvions grossières hors des chenaux.
- 25 bassins versants de torrents ont subi des **laves torrentielles**, mélange d'eau et de matériel solide s'écoulant à grande vitesse.
- Dans les rétrécissements dus à des barrages, des ponts ou dans des gorges, l'écoulement a souvent été entravé par du bois flottant ou d'autres matériaux solides. L'eau accumulée derrière ces **barrages** (embâcles) est sortie des chenaux pour emprunter de nouveaux cheminements.
- Enfin, les rivières de vallées endiguées se sont révélées de plus en plus dangereuses. Des **digues** de l'Aar se sont **rompues** en aval de Meiringen, tandis que d'autres ont été **submergées**. En revanche, la **percolation** à travers d'anciennes digues, comme celles du canal de Hagneck, n'a heureusement pas provoqué de gros dégâts.

Les fortes précipitations n'ont pas seulement provoqué des crues avec les processus dans les cours d'eau qu'elles créent. Les pluies intenses ont aussi saturé le sol et le sous-sol au point que la stabilité de nombreux versants a été réduite: il s'en est suivi des **glissements de terrain** (masses de terre et de roche se déplaçant vers l'aval sur des plans de glissement plus ou moins marqués) et des **couées de boue** (mélange de terrain meuble et d'eau s'écoulant à la surface d'une pente). Au total, plus de 5000 glissements de terrain et couées de boue ont été recensés en août 2005.





Le Rottauibach à Guttannen BE le 24 août 2005 (Keusen)



La Landquart en amont de Klosters GR le 25 août 2005 (Forces aériennes suisses)



L'Aar à Meiringen BE le 24 août 2005 (Forces aériennes suisses)



Le lac de Brienz BE le 24 août 2005 (Forces aériennes suisses)

Processus dominants dans les **torrents**:

- Erosion verticale et latérale
- Embâcle
- Inondation dynamique
- Lave torrentielle (photo ci-contre)

Processus dominants dans les **rivières de montagne**:

- Erosion des berges
- Creusement du lit (érosion verticale)
- Exhaussement du lit
- Inondation dynamique
- Déplacement du chenal (photo ci-contre)

Processus dominants dans les **rivières de vallée**:

- Erosion latérale
- Creusement du lit (érosion verticale)
- Exhaussement du lit
- Inondation
- Danger de rupture de digue (photo ci-contre)

Processus dominants dans les **lacs**:

- «Tapis» de bois flottant
- Inondation statique (photo ci-contre)

**Des dangers sous-estimés**

De nombreux **torrents** et presque toutes les **rivières de montagne** se trouvant dans la zone arrosée ont charrié de grandes quantités de matériaux et subi une importante érosion latérale. Des dépôts et des embâcles ont ensuite provoqué l'inondation de terres voisines, même lorsque le chenal avait une capacité d'écoulement a priori suffisante. L'érosion latérale a été à l'origine des principaux dégâts le long des **rivières de vallée**, comme l'Emme, la Petite-Emme ou la Linth. Il en est allé différemment sur l'Aar en aval de Thoun et sur la Reuss en aval de Lucerne. La capacité d'écoulement y a été dépassée bien que les débits aient été écrêtés par les lacs en amont.

D'autres processus ont également causé d'importants dommages en août 2005: **ruissellement superficiel d'eau de pluie, résurgence d'eau souterraine et reflux dans des canalisations**. La protection contre les crues en tient généralement peu compte, parce que les compétences ne sont pas clairement réparties et que la conscience du danger n'est pas suffisante parmi les autorités, les concepteurs, les propriétaires et les assureurs.

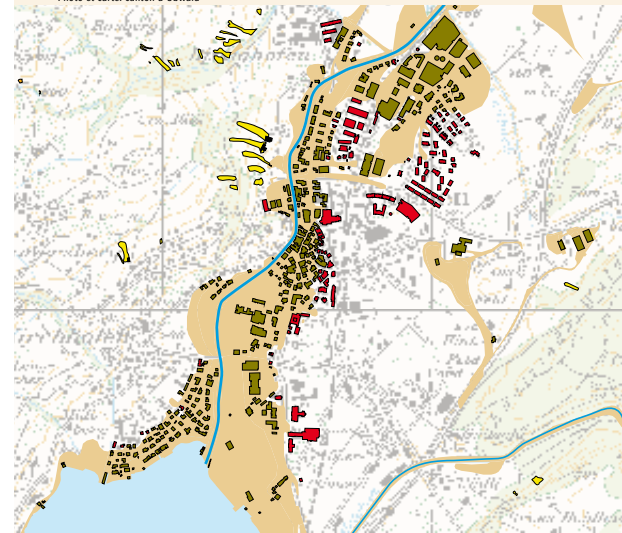


Causes des dommages aux bâtiments à Sarnen OW en août 2005:

- Résurgence d'eau souterraine
- Inondation
- Coulée de boue
- Inondation
- Coulée de boue

On oublie souvent que l'eau ne vient pas seulement du haut ou des côtés, mais qu'elle peut aussi arriver du bas: par reflux dans les canalisations (photo ci-dessus) ou par résurgence d'eau souterraine (graphique ci-dessous).

Photo et carte: canton d'Obwald



## La Suisse en état d'urgence

Les crues d'août 2005 ont été provoquées directement par les fortes précipitations qui se sont abattues sur le versant nord des Alpes. Mais le déroulement funeste des événements est aussi imputable à la situation antérieure. Le mois d'août avait déjà été très arrosé et le sol gorgé d'eau n'a pas pu absorber les nouvelles précipitations. De plus, la limite des chutes de neige était généralement supérieure à 2500 mètres durant la semaine critique, si bien qu'il est tombé peu de neige. L'eau s'est tout de suite écoulée partout, a gonflé rapidement ruisseaux, rivières et lacs et a fait glisser des pentes et des talus.

En Suisse, c'est le **versant nord des Alpes** qui a été le plus touché. Dans les vallées du Simmental au Glaronais, presque tous les lits de torrents et de rivières, voies de communication, habitations, exploitations industrielles et artisanales, infrastructures et terres agricoles ont été lourdement touchés. Des vallées entières ont été coupées du monde pendant plusieurs jours.

Au cœur des **Alpes**, le Prättigau et la Basse-Engadine ont subi d'importants dommages. Dans les **Préalpes**, le périmètre qui s'étend de l'Emmental aux lacs de Zoug et de Walenstadt ainsi que d'autres régions de Suisse orientale n'ont pas été épargnés. Sur le **Plateau**, les crues ont surtout sévi le long de l'Aar et de la Reuss. Les **lacs** de Brienz, Thoune, Biemme, Sarnen, Lauerz et des Quatre-Cantons ont également débordé.

La zone touchée s'étendait même au-delà du cours alpin du Rhin, vers l'est et le nord-est. En **Autriche**, les provinces du Vorarlberg, du Tyrol, de Styrie et de Salzbourg ont subi d'importants dommages. En **Allemagne**, c'est le sud de la Bavière qui a été le plus touché.

Des données permettant de comparer le montant des dommages occasionnés par les crues n'existent que depuis 1972. A partir de cette année, les inondations, glissements de terrain et laves torrentielles n'ont jamais causé de dégâts aussi importants qu'en août 2005 (voir le graphique ci-dessous). Près de 900 communes, soit un tiers des communes suisses, ont été touchées. Mais si l'on considère des périodes plus longues, l'ampleur des dommages d'août 2005 perd sa singularité depuis 1972: le 19<sup>e</sup> siècle a connu plusieurs crues aussi dévastatrices, sinon pires.

## La facture la plus lourde depuis 1972

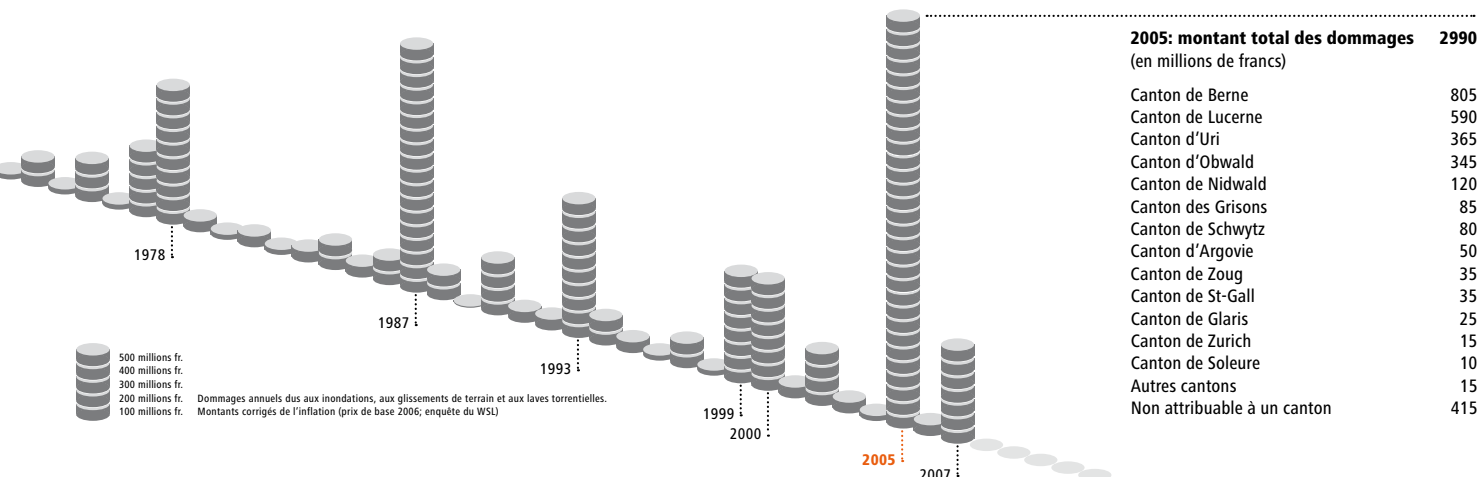
Avec une facture approchant les **trois milliards de francs**, les crues d'août 2005 ont causé les dommages pécuniaires les plus importants qu'un seul événement naturel ait jamais occasionné en Suisse depuis plusieurs décennies (voir graphique ci-dessous avec des données depuis 1972). Mais il n'y a pas seulement eu des dégâts matériels. Six personnes ont aussi perdu la vie ces jours-là dans les flots ou dans des glissements de terrain.

Les dégâts matériels offrent un tableau très différent des événements antérieurs: les crues d'août 2005 ont surtout endommagé **des ouvrages et des biens privés**. Ainsi, la plupart des dégâts ont été à la charge de particuliers et de sociétés, ou de leurs assurances. Se montant à **deux milliards de francs**, les dommages au domaine privé ont été trois à quatre fois supérieurs à ceux de toutes les autres crues depuis 1972. Il est particulièrement frappant de constater qu'un quart des dommages privés sont concentrés dans les zones industrielles et artisanales d'Emmen-Littau (dans le canton de Lucerne) et d'Altdorf-Bürglen-Schattdorf (dans le canton d'Uri). Dans ces seuls périmètres, ils ont dépassé les 500 millions de francs.

Les autres dommages ont coûté **un milliard de francs**. Ils ont affecté des **infrastructures** publiques (ouvrages hydrauliques, routes, lignes, conduites) et des **installations ferroviaires**. Ces domaines avaient subi une seule fois des dommages supérieurs, en 1987.



Trois quarts du montant total des dommages, de l'ordre de trois milliards de francs, sont concentrés sur cinq cantons: Berne, Lucerne, Uri, Obwald et Nidwald.



2005: montant total des dommages (en millions de francs)	2990
Canton de Berne	805
Canton de Lucerne	590
Canton d'Uri	365
Canton d'Obwald	345
Canton de Nidwald	120
Canton des Grisons	85
Canton de Schwytz	80
Canton d'Argovie	50
Canton de Zoug	35
Canton de St-Gall	35
Canton de Glaris	25
Canton de Zurich	15
Canton de Soleure	10
Autres cantons	15
Non attribuable à un canton	415

500 millions fr.  
400 millions fr.  
300 millions fr.  
200 millions fr.  
100 millions fr.

Dommages annuels dus aux inondations, aux glissements de terrain et aux laves torrentielles. Montants corrigés de l'inflation (prix de base 2006; enquête du WSL)



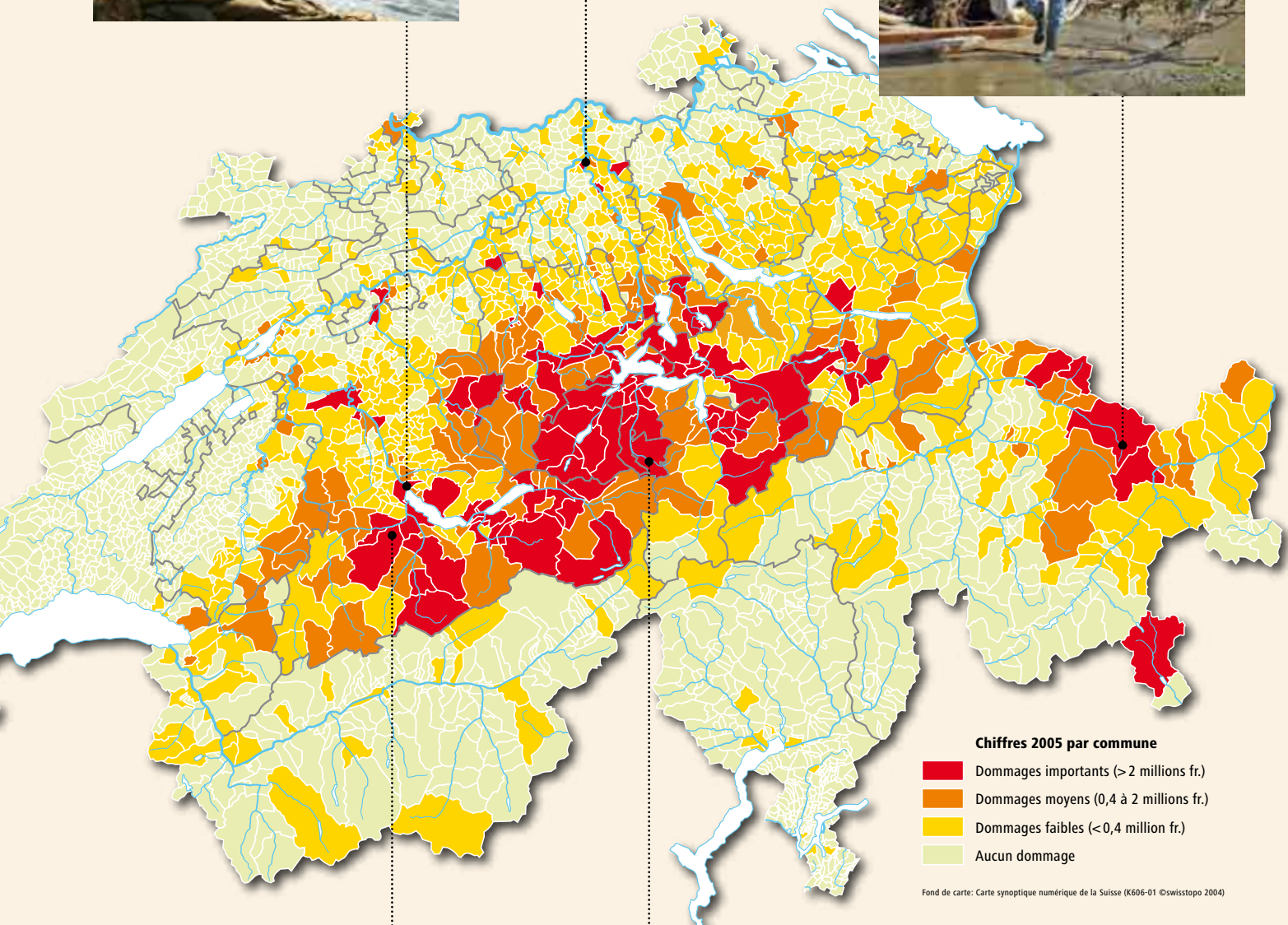
Thoune BE le 23 août 2005 (Keystone/Schneider)



Windisch AG le 22 août 2005 (Keystone/Della Bella)



Klosters GR le 24 août 2005 (Keystone/Baizarini)



Oey-Diemtgen BE le 26 août 2005 (Keystone/Kusano)



Engelberg OW le 24 août 2005 (Keystone/Flüeler)

**Risque:** grandeur et probabilité d'occurrence d'un dommage pouvant être occasionné par un danger existant. Le risque est fonction de la probabilité d'occurrence d'un processus dangereux et de l'ampleur des dommages qu'il est susceptible de causer:

$$\text{Risque} = \text{probabilité} \times \text{dommage}$$

## Perspective historique

Le tableau d'ensemble des crues d'août 2005 correspond au fond à celui d'autres événements d'ampleur similaire. Mais l'année 2005 ressort par le **montant total** des dommages enregistrés depuis 1972, période pour laquelle il existe des chiffres comparables. Elle est même sans équivalent à cet égard (voir page 8).

Cependant, une durée d'observation à peine supérieure à trente ans est peu significative. C'est pourquoi il faut impérativement faire des comparaisons avec des événements historiques, même si les données les concernant sont entachées d'une grande incertitude. La documentation des événements passés est souvent lacunaire. De plus, le contexte a changé au cours du temps: si le **potentiel de dommages** a augmenté considérablement, les **mesures de protection** contre les crues touchant la technique, la construction et l'organisation ont été sans cesse développées et améliorées.

Dans l'ensemble, on peut toutefois tenir pour certain que le 19<sup>e</sup> siècle a connu plusieurs crues ayant égalé – voire dépassé selon le mode de conversion utilisé – l'étendue des dégâts de 2005. Replacée dans une période aussi longue, **l'ampleur des dommages d'août 2005 perd sa singularité**, due à une perspective temporelle restreinte. Quelle que soit l'imprécision de l'évaluation, il faut donc admettre que les crues d'août 2005 n'étaient pas exceptionnelles et que des événements semblables se répéteront.

Depuis le début du 19<sup>e</sup> siècle, la Suisse a connu 16 crues de grande à très grande envergure qui ont nécessité des interventions supracantoniales (diagramme ci-après). Elles ont causé des dommages pour une somme comprise entre 500 millions\* et plusieurs milliards de francs actuels. Au 19<sup>e</sup> siècle, de tels événements faisaient souvent des dizaines de victimes. Ce nombre a considérablement diminué depuis, grâce à une prévention plus complète et à une meilleure maîtrise des événements.

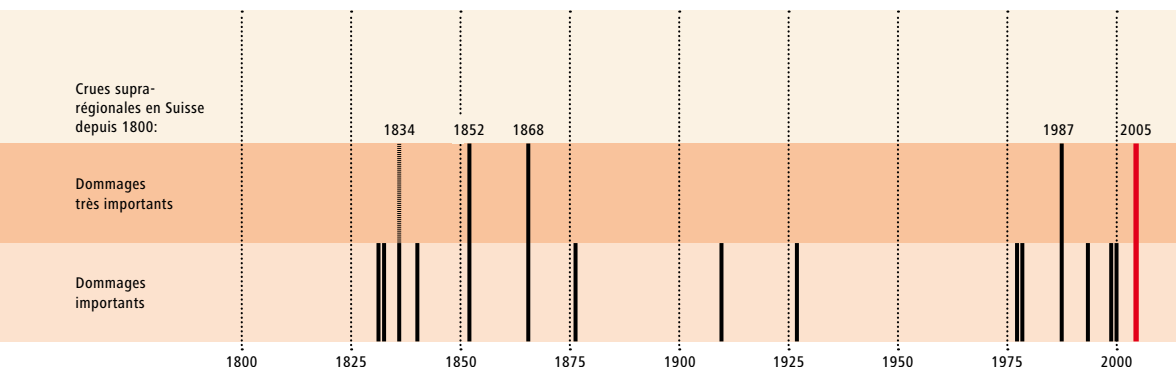
\* Le principal événement isolé de 2007 (8 et 9 août) est resté en deçà de ce montant avec 380 millions de francs de dommages.

## L'intensité des phénomènes n'a pas de limite

Le mois d'août 2005 n'a connu aucun processus de cours d'eau et de versant qui ne se soit déjà produit auparavant. Mais les événements de 2005 avaient un **caractère propre**. D'une part, ils ont sévi sur un territoire très vaste, s'étendant de l'arc alpin à l'intérieur du Plateau en passant par les régions préalpines. D'autre part, les processus de cours d'eau et de versant ont surpris par leur intensité en de nombreux endroits, ce qui a été à l'origine de dommages particulièrement importants.

Des situations dépassant **l'expérience locale** ont souvent résulté de cet état de fait. Il faut en tirer les conséquences non seulement pour la protection contre les crues, mais aussi pour **l'évaluation des dangers et des risques** en général: aucune valeur maximale n'est stipulée dans l'échelle d'intensité des phénomènes. Tout est possible, même «l'impensable».

Les expériences du passé débouchent aujourd'hui sur la conclusion que la gestion des crues doit être exhaustive: la prévention, la maîtrise et le rétablissement se complètent mutuellement et doivent être mieux harmonisés. Pour cela, il faut disposer de données de base complètes sur les dangers, qui figurent au centre du cycle de la gestion intégrée des risques (ci-dessous).





Crues de 1868: lave torrentielle à Zignau, commune de Trun GR (Coaz)



Crues de 1987: érosion latérale à Gurtellen UR (Comet)



Crues de 2005: inondations à Schattdorf UR (Forces aériennes suisses)



Crues de 2005: inondations dans le quartier de la Matte à Berne (Forces aériennes suisses)

## Les stratégies de protection au fil du temps

Les stratégies de protection ont évolué petit à petit, en parallèle avec les progrès de la science, de la technique et de la société. Elles doivent être mises en œuvre lorsque de grands événements se produisent.

### 19<sup>e</sup> siècle: prévention, rétablissement

Les premières discussions à propos d'une stratégie exhaustive de protection contre les crues datent du milieu du 19<sup>e</sup> siècle. Les débats techniques et politiques ont abouti aux lois fédérales sur la police des forêts (1876) et sur la police des eaux (1877). Les pouvoirs publics se sont appuyés sur ces bases légales pour entreprendre de **grands travaux** visant à stabiliser les torrents et à sécuriser les vallées de plaine contre les crues. La couverture des dommages dus aux éléments naturels est venue s'y ajouter durant la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle, sous la forme d'**assurance immobilière obligatoire**.

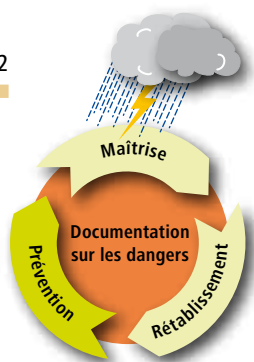
### 1987: documentation sur les dangers

Il n'existe aucune protection complète contre les dangers naturels. La conclusion qu'on ne peut pas se défendre contre les crues uniquement avec des mesures de construction s'est imposée au plus tard après les événements de 1987. Les mesures de prévention déplacent l'accent vers une **utilisation du sol** adaptée aux données naturelles et un **aménagement du territoire** restituant l'espace nécessaire aux cours d'eau. A cet effet, il faut d'abord établir des **cartes des dangers** et formuler des **objectifs de protection**: que peut-il se passer ou quels événements sont acceptables en un lieu donné? On doit aussi élaborer des stratégies qui tiennent compte des **cas de surcharge** et comprennent notamment des **plans d'urgence** limitant le risque résiduel. Les principes pertinents sont consignés dans les nouvelles lois fédérales sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) et sur les forêts (LFo), entrées en vigueur en 1991.

### 2005: maîtrise

Le **cas de surcharge** est une réalité. C'est pourquoi les principes de la protection contre les crues doivent être complétés par des **concepts robustes et résilients**. S'il reste encore à faire en matière de prévention, il en va de même pour la maîtrise des événements extraordinaires. Des **mesures de préparation** efficaces et des **interventions** bien préparées permettent de limiter considérablement l'impact des événements et l'ampleur des dommages. Ainsi, les organes de conduite et les unités d'intervention doivent axer davantage leur **formation** sur l'engagement en cas de catastrophe. Il ne faut pas seulement renforcer les **liaisons** entre les intervenants sur le terrain et les services en charge des dangers naturels, mais aussi mieux **associer** la population concernée.

On n'a pas attendu 2005 pour constater que chaque ouvrage de protection peut être surchargé un jour (photos de gauche). Aussi faut-il exploiter chaque possibilité d'éviter des dommages, dans toutes les phases du cycle de la gestion intégrée des risques.



La prévention peut suivre deux approches fondamentalement différentes: soit les dangers naturels sont jugulés à la source ou dans le périmètre menacé (au moyen de mesures diminuant le potentiel de danger), soit le territoire est utilisé en tenant compte des dangers naturels (au moyen de mesures diminuant le potentiel de dommages). La priorité revient aux mesures agissant sur le potentiel de dommages.

## Ordre de priorité des mesures

Le choix des mesures préventives à mettre en œuvre pour se protéger contre les crues dans un cas particulier fait souvent l'objet de controverses. Or les principes à respecter sont fixés sans équivoque, non seulement dans la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) et dans son ordonnance d'application (OACE), mais aussi dans les lois fédérales sur l'aménagement du territoire (LAT) et sur les forêts (LFo). Selon elles, les stratégies de protection doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- diminuer le **potentiel de dommages**;
- maintenir le **bon fonctionnement** des structures d'aménagement des eaux et des installations existantes;
- valoriser les **milieux naturels**.

La protection contre les crues doit donc être intégrée dans un programme de mesures complet, qui comporte généralement plusieurs volets:

- Il faut tout d'abord **entretenir les cours d'eau** dans les règles de l'art, afin de garantir durablement leur capacité d'écoulement et l'efficacité des ouvrages de protection construits.
- Les mesures d'entretien comprennent aussi des **soins durables aux forêts protectrices**.
- Les **mesures d'aménagement du territoire** revêtent un degré de priorité élevé. Les plans d'aménagement locaux et paysagers tenant compte des dangers naturels existants et laissant libre cours aux événements extraordinaires assurent une meilleure prévention que la sécurisation postérieure par des ouvrages onéreux de zones constructibles délimitées inconsidérément.
- Des **ouvrages de protection** – proches de l'état naturel et respectant le paysage – ne seront construits que lorsque l'entretien des cours d'eau, les soins aux forêts et les mesures d'aménagement du territoire se révèlent insuffisants.
- Enfin, des mesures appropriées de **protection des objets** et des **plans d'urgence** exhaustifs sont impérativement nécessaires pour diminuer le risque résiduel.

## Protection des objets

La meilleure prévention consiste à éviter de s'exposer aux phénomènes naturels dangereux pour ne plus courir de risque. Aussi faut-il appliquer rapidement des mesures d'aménagement du territoire. Là où elles ne suffisent pas, des mesures portant sur la technique, la construction ou l'organisation seront prises pour détourner les processus dangereux, et diminuer ainsi les risques. Dans ce contexte, la protection des objets revêt une importance croissante, des **dispositifs simples** permettent d'éviter des dommages considérables.

Les maîtres d'ouvrages et les bureaux d'étude doivent donc être davantage incités à concevoir, réaliser et améliorer si nécessaire les constructions et les installations en tenant compte des dangers qui les menacent. Le conseil spécialisé et les incitations via les primes d'**assurance** déploient déjà des effets dans ce sens.

Les mesures de protection des objets seront déjà conçues à titre de précaution. Les mesures temporaires doivent impérativement être disponibles rapidement et applicables aisément (ci-dessous).



Schuler

Protection efficace d'un objet: en août 2005, des mesures simples d'un coût de 15 000 francs, appliquées à l'usine électrique de Dallenwil NW, ont permis d'éviter des dommages aux bâtiments et aux installations potentiellement supérieurs à six millions de francs (à droite).

Forces aériennes suisses



Nidwaldner Sachversicherung



## Rénovations nécessaires

D'une manière générale, les décisions concernant les plans d'aménagement et les constructions doivent mieux tenir compte des dangers naturels. Il faut examiner comment les mesures de protection contre les crues se comportent lors d'un événement extraordinaire: les ouvrages ne doivent pas céder brusquement et aggraver les dommages de manière incontrôlée, même en cas de débit, charriage ou charge extrême. Les stratégies de protection actuelles tiennent de mieux en mieux compte du **cas de surcharge**. Les mesures prévues doivent être conçues en conséquence et avoir une grande résistance (voir l'exemple ci-dessous).

Les anciens ouvrages de protection sont rarement conformes à ces exigences. Nombre d'entre eux datent du **19<sup>e</sup> siècle** ne satisfont plus aux normes techniques et écologiques actuelles. Cela concerne notamment les grands travaux de correction, comme celle du Rhône valaisan, du Rhin alpin ou de la Linth. De nombreux ouvrages de protection construits au milieu du **20<sup>e</sup> siècle** doivent aussi être rénovés pour répondre aux exigences actuelles. Ils ont été dimensionnés à partir d'enseignements datant de la période de 1927 à 1977, plutôt épargnée par les crues extraordinaires.

Les ouvrages de protection contre les crues doivent faire l'objet d'importants travaux de rénovation et d'adaptation à l'échelle du pays. Et il ne faudra pas omettre les effets des **changements climatiques** tout au long de ces travaux. Les nouveaux ouvrages et les rénovations seront conçus de manière à pouvoir être adaptés aux nouvelles conditions comme l'augmentation des débits saisonniers ou du charriage de matériaux solides, moyennant un investissement raisonnable.

## Risques restants

Lors des crues d'août 2005, et de l'été 2007, le cas de surcharge s'est concrétisé très nettement en de nombreux endroits: le débit ou le charriage était souvent nettement plus élevé que précédemment admis, si bien que la **capacité limite** de beaucoup d'ouvrages de prévention a été atteinte, voire dépassée.

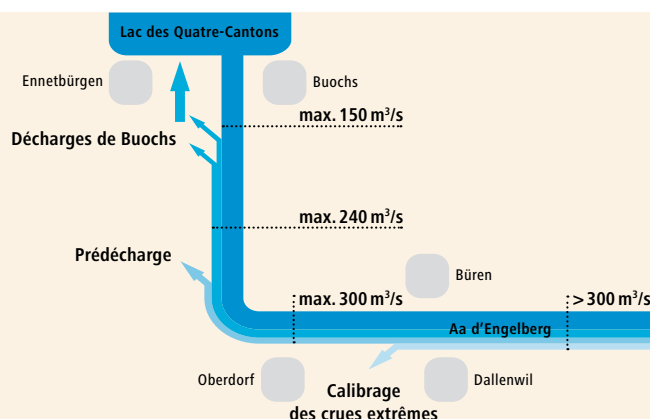
Le grand défi consiste à optimiser les mesures de précaution en tenant compte de l'incertitude inhérente aux dangers naturels. Même les très longues séries de valeurs mesurées présentent une grande variabilité, du point de vue statistique. Il faut prendre ce paramètre en considération lorsqu'on détermine les **valeurs de dimensionnement**, sachant qu'un **système choisi judicieusement** garantit une prise en compte appropriée du risque résiduel. La conception de toutes les mesures de précaution comprend donc une analyse du cas de surcharge:

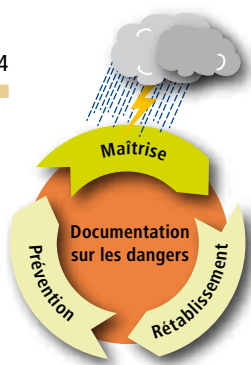
- Quels périmètres sont menacés?
- Quels processus se produisent et comment interagissent-ils?
- Quelle est l'intensité de ces processus?

Lorsque les **risques résiduels** sont identifiés, ils peuvent être ramenés à un niveau acceptable avec des mesures appropriées de protection des objets et en adoptant des plans d'urgence exhaustifs. Mais il n'existe pas d'approche standard pour gérer les risques résiduels, qu'ils soient dus aux crues ou à d'autres dangers naturels. Chaque site possède des **caractéristiques propres**, déterminées par la topographie, la géologie, l'hydrologie, la couverture du sol et l'utilisation du terrain locales.

L'intensité des phénomènes naturels n'a pas de limite. Les stratégies de protection modernes tiennent compte de ces incertitudes en résistant aux situations extrêmes – elles ne flanchent pas brusquement en cas de surcharge, en aggravant même les dommages, mais laissent libre cours aux débits et aux charriages extraordinaires. Concrètement, il faut prévoir des «soupapes de sécurité» appropriées, capables de décharger le canal dans ces situations (par exemple en inondant délibérément, de manière progressive, des périmètres prédéfinis). De telles stratégies de protection ont été mises en œuvre récemment sur la Reuss uranaise et sur l'Aa d'Engelberg (graphique et photo ci-dessous), où elles ont fait la preuve de leur efficacité.

Décharge des eaux à Buochs NW le 23 août 2005 (Forces aériennes suisses)





La maîtrise des événements débute bien avant que les ruisseaux, rivières et lacs aient déjà gonflé ou les pentes commencé à glisser: en prenant à temps des mesures préparées qui permettent de réduire l'ampleur des événements et le montant des dommages. Ces mesures de préparation comprennent notamment une bonne organisation des interventions d'urgence, qui sont déclenchées en fonction des prévisions de précipitations et de débits ainsi que des observations faites sur place. Elles jouent donc un rôle décisif dans la réussite des interventions qui s'ensuivent (mesures de protection temporaires, sauvetage, secours, lutte contre les dommages).

## Secours dans l'eau, la boue et les cailloux

Le déroulement des crues d'août 2005 ne fut pas le seul élément extraordinaire. L'entraide générale et la solidarité avec les victimes le furent tout autant. De nombreux pompiers, policiers, membres de services sanitaires, techniques et administratifs ont fait beaucoup plus que leur devoir. Des unités de la protection civile et de l'armée ont aussi été engagées. Et d'innombrables bénévoles ont prêté leur concours.

On peut dire rétrospectivement que les **interventions** nécessaires à la maîtrise des événements ont été globalement un succès. C'est ce qu'indique notamment une comparaison avec des événements d'ampleur similaire. Au 19<sup>e</sup> siècle, les crues d'extension suprarégionale faisaient encore régulièrement de nombreuses victimes, dans une Suisse bien moins densément peuplée qu'aujourd'hui. Le nombre de victimes à déplorer en août 2005 est très inférieur à ce qu'il était autrefois. Cela est notamment dû au fort engagement personnel consenti à tous les échelons ainsi qu'aux multiples possibilités techniques désormais à la disposition des forces d'intervention.

L'étendue et l'intensité des crues d'août 2005 ont aussi révélé des **lacunes** organisationnelles et techniques ou des **manques d'effectifs**. A certains endroits, les organes de conduite et les unités d'intervention ont été surpris par le déchaînement des événements.

Les interventions se font aujourd'hui avec des moyens techniques et de personnel permettant de porter secours même en situation fâcheuse: sauvetage spectaculaire d'un conducteur de pelle mécanique dans la Reuss à Amsteg UR le 22 août (ci-dessous).

RDB/Walker



## Prendre les mesures qui s'imposent

Pour que les interventions soient couronnées de succès, il faut notamment prendre les mesures appropriées et agir en temps opportun. C'est pourquoi les **mesures de préparation** revêtent une grande importance. Organisées longtemps à l'avance et mises en œuvre juste avant les événements, elles contribuent notablement à la diminution des dommages et à la protection de la population.

Il faut tout d'abord élaborer des **plans d'urgence** exhaustifs, qui se fondent sur la documentation sur les dangers. Ces plans décrivent les scénarios susceptibles de nécessiter des interventions en cas de crue ainsi que les mesures à prendre. Tout plan d'urgence implique notamment:

- la connaissance des processus de cours d'eau et de versant pouvant se produire dans le secteur d'engagement;
- la mise à disposition du matériel nécessaire;
- l'enseignement et la répétition des interventions contre les processus de cours d'eau et de versant dangereux;
- la réglementation de la conduite des interventions;
- l'exploitation et la sécurisation des liaisons de communication pendant les interventions.

Toutefois, les mesures de préparation ne peuvent être mises en œuvre à temps que si les **prévisions** de précipitations et de débits ainsi que les **observations** faites sur place sont fiables, si les **avis d'alerte** atteignent à temps les organes de conduite à tous les échelons et si l'**alarme** qui suit est interprétée correctement par la population.

Cela n'a souvent pas été le cas en août 2005. Trop peu d'intéressés en savaient assez pour agir à temps, de leur propre chef et dans la mesure de leurs possibilités, si modestes soient-elles: sortir les véhicules des garages souterrains, vider les caves, éloigner les appareils et les installations des secteurs menacés ou calfeutrer les portes et fenêtres. Or ces mesures doivent aussi être préparées à l'avance.

Une lacune fréquemment constatée réside dans le **manque de sensibilité** de la population vis-à-vis des crues et des autres dangers naturels. Elle manque généralement de connaissances sur ce sujet et ignore trop souvent qu'elle peut contribuer notablement à la diminution des dommages en agissant de son propre chef, de manière adaptée au phénomène naturel.



Keystone/Risch

Le système coordonné de protection de la population, qui avait été réformé seulement une année auparavant, a été rudement mis à l'épreuve lors des crues d'août 2005. Dans l'ensemble, il a fait la preuve de son efficacité (ci-dessus, des sapeurs-pompiers engagés à Weesen SG). Mais il y eut néanmoins des problèmes, car les organes de conduite et les unités d'intervention ont été dépassés dans certains cas par l'étendue, la durée et la soudaineté des événements.

### Le système coordonné de protection de la population

Depuis sa réforme en 2004, la protection de la population est organisée en **système coordonné civil** comprenant cinq organisations partenaires: police, sapeurs-pompiers, santé publique, services techniques communaux et cantonaux ainsi que protection civile. Elles assurent la conduite, la protection, le sauvetage et l'aide à la maîtrise des événements en situation extraordinaire.

Les organisations partenaires disposent de moyens modulables. Les **unités d'intervention** engagées sont adaptées au genre et à la gravité des événements, et renforcées si nécessaire (dans certaines circonstances par des moyens privés et militaires).

Ce sont les **cantons** qui sont compétents en la matière, mais l'établissement des plans d'urgence et l'organisation en cas d'urgence sont placés sous la responsabilité principale des **communes**. La **Confédération** peut assumer, d'entente avec les cantons, les tâches de coordination ou de conduite visant à maîtriser des événements de grande ampleur (loi fédérale sur la protection de la population et sur la protection civile, LPPCi). Si les capacités civiles sont insuffisantes, des moyens militaires peuvent être mis à la disposition des organes de conduite civils (engagement subsidiaire de l'armée).

La responsabilité générale de la sécurité de la population incombe donc aux différents **exécutifs** (conseils communaux, gouvernements cantonaux, Conseil fédéral). Lorsque plusieurs organisations partenaires sont engagées simultanément pendant une longue période, comme ce fut le cas lors des crues d'août 2005, la direction et la coordination des tâches sont confiées à des organismes qualifiés techniquement et légitimés politiquement: aux **organes de conduite** communaux et aux **états-majors de conduite** des cantons.

### Les connaissances spécialisées locales

On a déjà remédié en partie aux faiblesses identifiées en août 2005, que leur cause soit organisationnelle, technique ou humaine. Mais il reste encore des lacunes à combler, principalement à l'échelon local, pour mieux maîtriser les montées d'eau imminentes et autres dangers naturels.

Ainsi, la **formation** des organes de conduite et des unités d'intervention doit être axée davantage sur l'engagement en cas de crue. Il faut intégrer les **situations standard** et les **règles de comportement** dans les programmes de formation et les exercer régulièrement (comme dans la prévention des incendies et dans la lutte contre les accidents dus aux produits chimiques).

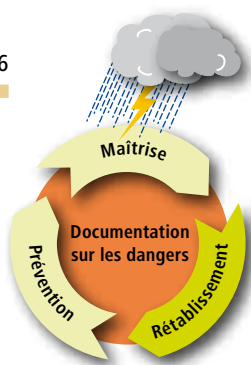
Si le cas est grave, les organes de conduite et les unités d'intervention doivent faire appel aux compétences locales pour être en mesure d'évaluer complètement la situation et de prendre les bonnes décisions. Aussi faut-il conserver les **connaissances locales**, les compléter judicieusement et les rendre plus accessibles.

La population concernée doit être mieux impliquée pour utiliser plus efficacement ce potentiel. Pour cela, il faut des intermédiaires entre les spécialistes et la population. Grâce à leurs réseaux, ces «agents multiplicateurs» – ainsi qu'on les nomme – bénéficient de connaissances tout à la fois sur les bases techniques, les besoins locaux et les sensibilités locales (par analogie avec les structures éprouvées des services avalanches, avec leurs spécialistes des dangers formés en conséquence et familiarisés aux conditions locales).

Il faut pousser les mesures de préparation car elles sont rapidement rentables. Une comparaison entre les événements d'août 2005 et d'août 2007 révèle déjà l'utilité d'une bonne préparation. On en veut notamment pour preuve les systèmes de protection mobiles utilisés entre-temps dans le quartier bernois de la Matte (ci-dessous, mis à l'œuvre le 8 août 2007). Grâce à eux, entre autres, les dommages subis par ce quartier ont été bien moindres en 2007, bien que les eaux aient atteint le même niveau que deux ans auparavant.

Keystone/Della Valle





Le rétablissement ne doit pas être assimilé à la restauration aussi rapide que possible de l'état exact qui prévalait avant une crue ayant causé des dommages dans une région donnée. Cette phase consiste plutôt à protéger provisoirement les périmètres touchés, à préserver convenablement les milieux naturels et à garantir le fonctionnement des infrastructures.

## Des décisions prises dans l'urgence

En août 2005, la maîtrise des crues a aussi été suivie de la phase moins spectaculaire, mais tout aussi exigeante, du rétablissement. Il a fallu agir le plus rapidement possible pour déblayer les chenaux engorgés, consolider les digues endommagées, évacuer la boue et les gravats accumulés, rouvrir les voies de communication bloquées et rétablir les lignes électriques coupées pour pouvoir assurer une **protection appropriée** contre de nouvelles menaces et garantir le fonctionnement des infrastructures vitales. Ces actions d'urgence comprenaient aussi des **mesures préventives** visant à remédier le plus vite possible aux déficits de sécurité.

Il a fallu prendre des **décisions** importantes sous pression, sans étude préalable exhaustive, car les victimes des crues attendaient des réponses rapides et fermes à propos de l'avenir de leurs maisons et de leurs exploitations. Les questions portaient surtout sur les démarches à entreprendre, les procédures d'octroi de permis de construire, la durée de la remise en état et son financement.

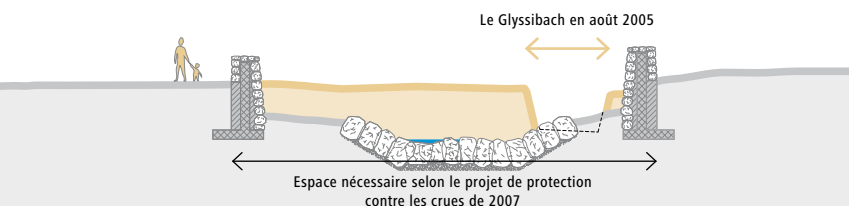
Pour les autorités à tous les échelons, la principale difficulté durant cette phase a consisté à **concilier des intérêts** très divers et parfois contradictoires. Un manque de connexion entre les instances décisionnaires s'est fait jour dans quelques cas, ce qui a généré des conflits à propos de l'appréciation des dangers et des risques ainsi que de la planification des mesures.

## Les principes d'action

Le rétablissement après un sinistre suit les mêmes principes que la phase de prévention (voir page 12). Mais les circonstances particulières posent des difficultés. De nombreuses décisions portant sur de nombreux projets doivent être prises à peu près simultanément. Le rétablissement pâtit souvent d'un manque de spécialistes. De plus, il n'existe presque aucune **procédure standardisée** applicable à cette phase décisive du cycle de la gestion intégrée des risques.

C'est pourquoi les services compétents de la Confédération ont diffusé une liste provisoire de principes d'action peu après les événements d'août 2005. Son contenu se résume comme suit: «Les solutions rapides d'aujourd'hui ne doivent pas devenir des problèmes demain»:

- Il faut laisser la place aux eaux et respecter le **besoin d'espace des cours d'eau** (selon les principes fixés dans les lois fédérale et cantonales sur l'aménagement des cours d'eau). La section d'écoulement agrandie par les crues doit donc être conservée dans les tronçons de cours d'eau qui ont subi une érosion latérale.
- Une nouvelle crue se produira certainement, c'est pourquoi il faut également assurer la pérennité de **surfaces inondables** et de **couloirs d'écoulement** suffisants en utilisant les outils de l'aménagement du territoire.
- Les constructions et installations détruites ou très endommagées servant au séjour de personnes ou d'animaux ne doivent pas être rebâties inconsidérément, avant que **les dangers et les risques** aient été **évalués** exhaustivement.
- Là où des constructions ou des installations ont été endommagées, il faut généralement ordonner la mise en œuvre de mesures permanentes de **protection des objets**.
- Les **cartes des dangers** doivent être respectées strictement et établies en toute priorité là où elles n'existent pas encore.



Forces aériennes suisses; profil fourni par le canton de Berne



La phase de rétablissement ne doit générer aucune décision préjudicielle. La protection contre les crues (et d'autres forces de la nature) sur le long terme est réalisée seulement durant la phase préventive, sur la base d'une appréciation approfondie des dangers et des risques. Dans ce cadre, il est souvent très important de garantir l'espace nécessaire aux eaux – souvent évident après les événements d'août 2005 (à gauche, l'exemple du Glyssibach à Brienz BE).



## Améliorer la collaboration

Le rétablissement commence aussitôt après les interventions nécessaires pour maîtriser la crue. Mais la transition d'une phase à l'autre pâtit souvent d'un manque de **règles organisationnelles** claires. Il faut institutionnaliser certaines structures et procédures et améliorer la collaboration entre tous les intéressés.

La protection contre les crues est une **tâche commune** impliquant de nombreux intervenants: d'une part, les autorités et les services spécialisés à tous les échelons (des communes, des cantons et de la Confédération), d'autre part, les bureaux privés, les assurances, les organisations environnementales et les personnes directement touchées.

Une **démarche commune** est indispensable pour trouver des solutions largement acceptées. Mais cette tâche difficile ne va pas toujours sans conflits.

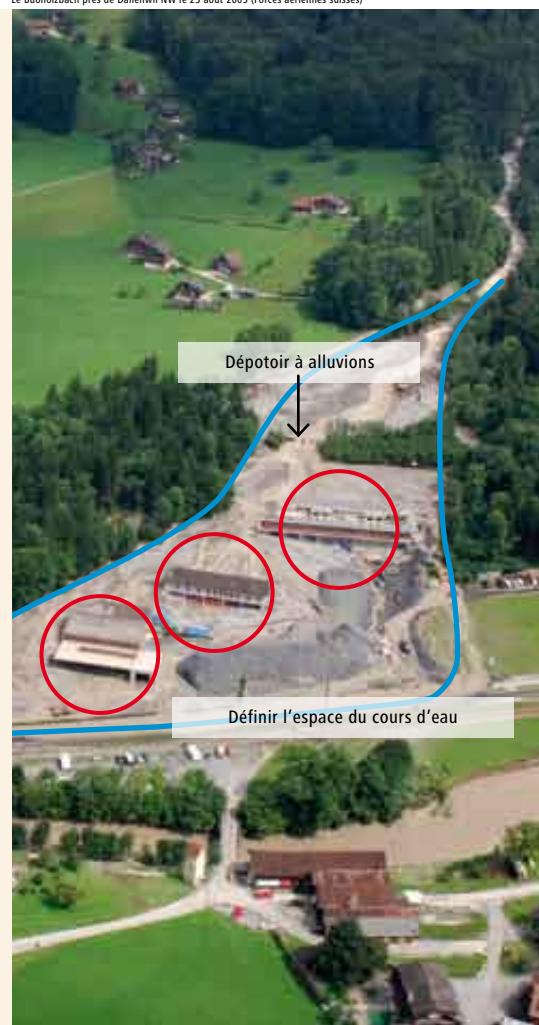
## Des plans d'urgence en attendant

Les ouvrages de protection endommagés ou détruits génèrent des déficits de protection auxquels on doit remédier le plus rapidement possible. Mais il faut toujours se demander auparavant s'il est pertinent de les **réparer**. En août 2005, de nombreux ouvrages anciens ont aussi été endommagés. Or les dangers existants, les processus en découlant et les risques à prendre en compte sont bien mieux connus depuis l'époque de leur édification.

Il faut déterminer dans chaque cas les raisons pour lesquelles des ouvrages ont été endommagés ou détruits. Mais ces études, ainsi que la conception et la réalisation des projets qui s'ensuivent, prennent du temps. On peut pallier ce manque en appliquant des plans d'urgence, qui comblent rapidement et efficacement le déficit de protection momentanée. Cela donne le temps nécessaire pour élaborer des **solutions acceptables**, assurant une protection sur le long terme.

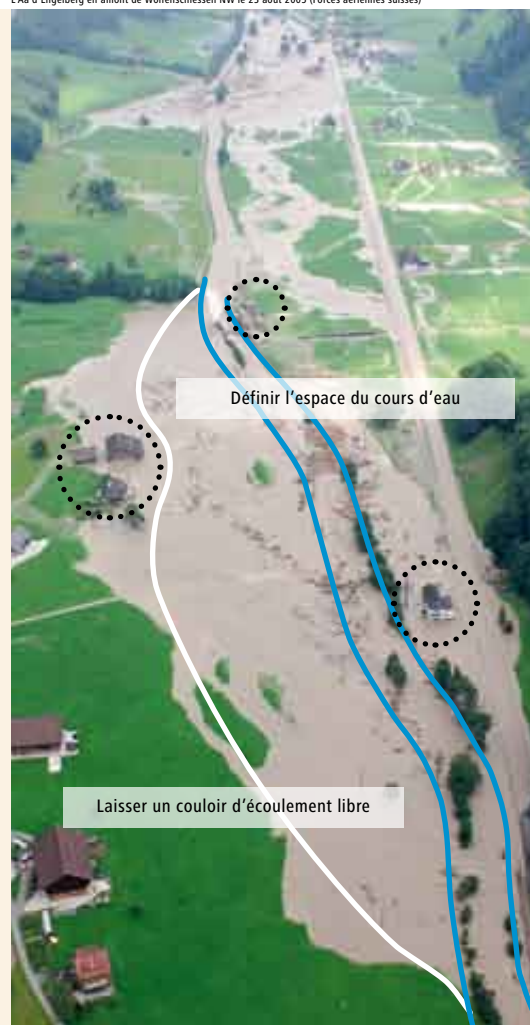
### Principes d'action appliqués à un torrent

Le Buoholzbach près de Dallenwil NW le 23 août 2005 (Forces aériennes suisses)



### Principes d'action appliqués à une rivière de vallée

L'Aa d'Engelberg en amont de Wolfenschiessen NW le 23 août 2005 (Forces aériennes suisses)

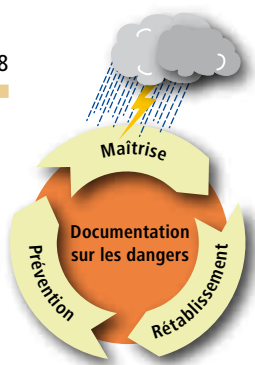


○ Pas de remise en état sans évaluation exhaustive des dangers

⊙ Protection d'objets

Le principal défi consiste à élaborer des concepts de protection robustes et très résistants aux événements. L'espace prévu pour parer à la surcharge doit être exempt de bâtiments et d'installations. Lorsque cela n'est pas possible, ceux-ci doivent être protégés individuellement (esquisses de principe à gauche).

# Documentation sur les dangers (évaluation des dangers, cartes des dangers)



Au centre de toutes les activités se trouve l'élaboration de données de base permettant d'évaluer exhaustivement les dangers et les risques existants. Les produits en découlant ne revêtent pas seulement une grande importance pour la planification et la réalisation de mesures préventives. Ils facilitent aussi la maîtrise des événements, puis le rétablissement dans les secteurs touchés.

## Elargir les possibilités

On est toujours surpris de voir comment les processus de cours d'eau et de versant se déroulent effectivement dans un secteur donné. Des phénomènes très divers, se renforçant brusquement, changeant inopinément ou évoluant de manière inattendue, peuvent se produire pendant un événement. Ce fut notamment le cas lors des crues d'août 2005.

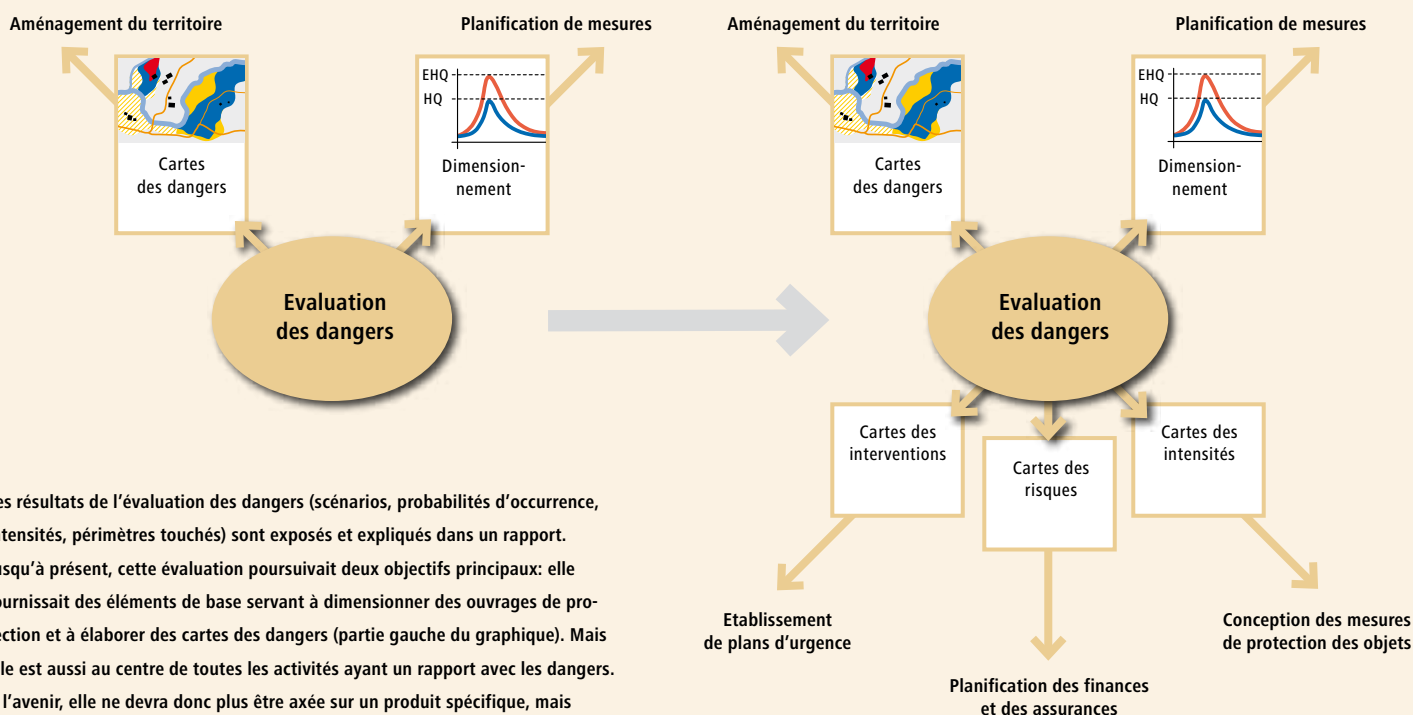
L'évaluation des dangers doit en tenir compte. La grande diversité des processus et des événements peut être appréhendée en appliquant des **scénarios**. Dans cette démarche, même les processus les moins probables ne doivent pas être exclus de l'étude sans motif. Les considérations portent aussi sur les **processus à effet de seuil**, les **transitions de processus** et les **enchaînements de processus** qui ressortent de l'expérience locale: les scénarios en résultant doivent être suffisamment représentatifs pour aborder et indiquer ouvertement toutes les évolutions possibles.

## Gérer l'incertitude

La question de savoir quels scénarios sont finalement assez représentatifs pour constituer une base solide de planification et de décision se pose inévitablement dans la pratique. Le classement d'événements sortant du cadre de l'expérience acquise est toujours grevé d'incertitudes. Leur **probabilité d'occurrence** ou leur **période de retour** sont particulièrement difficiles à évaluer. L'estimation de leur **intensité** et de leur **extension** est par contre généralement plus aisée.

Les processus de versant survenant rarement sont très difficiles à appréhender en termes statistiques. Leur probabilité d'occurrence et leur intensité peuvent tout au plus être **estimés**. En revanche, il existe souvent suffisamment d'observations sûres pour quantifier **statistiquement** la probabilité d'occurrence et l'intensité des processus de cours d'eau, relativement fréquents.

Les incertitudes grevant l'évaluation des dangers et des risques se répercutent sur les bases de planification et de décision qui en découlent. Elles se caractérisent par une certaine **imprécision**, qu'il faut prendre en compte et indiquer clairement dans toutes les décisions.



Les résultats de l'évaluation des dangers (scénarios, probabilités d'occurrence, intensités, périmètres touchés) sont exposés et expliqués dans un rapport. Jusqu'à présent, cette évaluation poursuivait deux objectifs principaux: elle fournissait des éléments de base servant à dimensionner des ouvrages de protection et à élaborer des cartes des dangers (partie gauche du graphique). Mais elle est aussi au centre de toutes les activités ayant un rapport avec les dangers. A l'avenir, elle ne devra donc plus être axée sur un produit spécifique, mais aussi servir de base dans les autres domaines (partie droite du graphique).

### Elargir la palette des produits

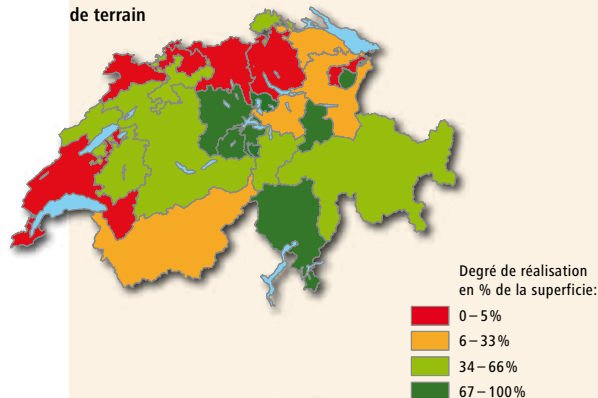
Le produit de l'évaluation des dangers le plus utilisé est la carte des dangers. Initialement conçue comme un instrument d'aménagement du territoire, cette représentation cartographique de la situation de danger actuelle est en premier lieu la base scientifique servant à intégrer les dangers naturels dans les **plans d'affectation**.

Mais l'utilité de la documentation sur les dangers a aussi été perçue dans d'autres domaines. Ainsi, on a essayé d'utiliser les cartes des dangers pour couvrir d'autres besoins, parfois sans lien direct avec l'aménagement du territoire. Il en a résulté une **surcharge** progressive de ce produit.

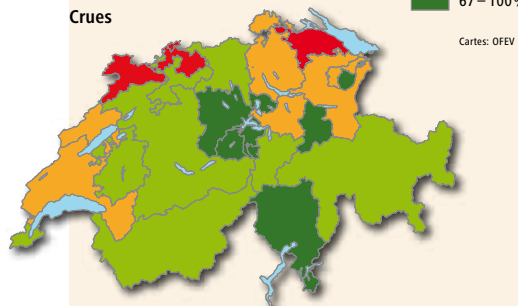
Des informations importantes pour d'autres domaines risquent d'être perdues lors de la transposition de la carte des dangers dans une représentation cartographique utilisable pour l'aménagement du territoire. Aussi faut-il placer l'évaluation des dangers au centre des études et la réaliser sans viser un produit particulier. On peut alors en tirer des **produits spécifiques** autres que la carte des dangers (p. ex. cartes des interventions, des risques ou des intensités).

Cette **augmentation notable des exigences** posées à l'évaluation des dangers requiert une documentation beaucoup plus complète des travaux. Il en résulte indubitablement un surcroît de travail. Mais celui-ci se justifie par une bien meilleure intelligibilité des raisonnements et des conclusions.

Glissements de terrain



Crues



Degré de réalisation en % de la superficie:  
 0 – 5 %  
 6 – 33 %  
 34 – 66 %  
 67 – 100 %

Cartes: OFEV

### La cartographie des dangers en Suisse

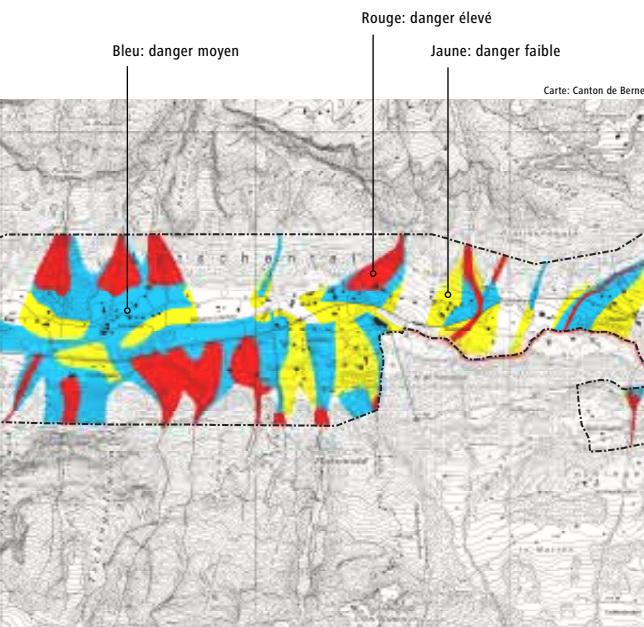
Les périmètres d'habitation font actuellement l'objet d'une **évaluation systématique des dangers**, dont les résultats sont synthétisés dans des cartes des dangers de crue, de glissement de terrain, d'éboulement et d'avalanche. Elles servent de base scientifique à la mise en œuvre de mesures d'aménagement du territoire.

En août 2005, des processus de cours d'eau et de versant ont occasionné des dommages dans près de 900 communes. Un tiers d'entre elles disposaient de cartes des dangers, qui se sont avérées très largement correctes. Dans quelques sites seulement, les périmètres touchés par les événements ne coïncidaient pas avec les zones de danger délimitées. Ces cas ont été étudiés en détail lors de l'analyse des événements, afin de tirer des conclusions pour améliorer l'évaluation des dangers.

Dans l'intervalle, près de la moitié des cartes des dangers prévues ont été réalisées. Les crues d'août 2005 et des événements plus récents ont accéléré leur élaboration. Quoi qu'il en soit, d'importants efforts ont été consentis dans la plupart des **cantons** et la **Confédération** fait tout ce qui est en son pouvoir pour que **chaque commune** suisse dispose de cartes des dangers d'ici à 2011 et les transpose rapidement dans l'aménagement de son territoire.

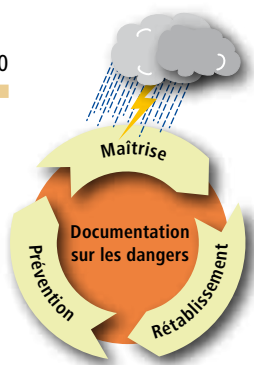
Les cartes des dangers existantes peuvent être consultées auprès des cantons respectifs ou directement dans les communes. Il faut commencer par connaître le danger régnant sur son lieu de domicile ou de travail pour être à même de prendre des **mesures de prévention et de préparation de sa propre initiative**.

Les cartes des dangers (à l'exemple de Lütschental BE, à gauche) et les rapports techniques qui les complètent comprennent des informations détaillées sur les causes, le déroulement, l'extension, l'intensité et la probabilité d'occurrence des phénomènes naturels. Leur précision est par conséquent élevée. Mais les cartes des dangers n'indiquent pas les risques liés aux processus de cours d'eau et de versant qu'elles décrivent.



# Documentation sur les dangers (prévisions relatives aux précipitations et aux débits, observations locales)

20



Une tâche essentielle de l'Etat consiste à protéger la population et son cadre de vie contre les crues et les autres forces de la nature. Pour être à même de remplir cette tâche exigeante et complexe, les services compétents, les organes de conduite et les unités d'intervention ont besoin d'informations fiables sur les précipitations et les débits – non seulement au stade de la maîtrise des événements, mais aussi durant toutes les phases du cycle de la gestion des risques.

## Des lacunes dans les flux d'informations

Les prévisions concernant les précipitations et les débits attendus ainsi que les observations portant sur l'évolution locale de la situation doivent être traitées et transmises le plus tôt possible aux organes de conduite et aux unités d'intervention à tous les échelons, afin qu'ils puissent prendre à temps des mesures de protection efficaces lorsqu'un événement se prépare.

La Suisse dispose de données en abondance sur les précipitations, les débits et les observations locales. Elle ne manque pas non plus d'institutions étatiques et privées qui diffusent les informations en leur possession sur toutes sortes de canaux. Pourtant, la prestation d'ensemble n'a pas été convaincante en août 2005:

- Les réseaux de mesures et d'observation exploités par des services météorologiques, des institutions scientifiques, la Confédération, les cantons et des établissements privés n'étaient pas **interconnectés** et l'échange de données a en outre été entravé par des règlements sur les émoluments.
- En raison de **problèmes techniques**, les diverses séries de données n'étaient souvent pas disponibles là où elles auraient été utiles pendant les heures et les jours critiques.
- Il est fréquemment arrivé que les données disponibles ne puissent pas être utilisées correctement, faute de **connaissances appropriées** sur place.
- Des **faiblesses structurelles** ont été révélées dans le domaine de la prévision des débits. Les effectifs étaient trop peu étoffés pour gérer la situation de crise et les systèmes d'annonce étaient débordés.

## Des échelles différentes

Une autre difficulté réside dans la nature des processus atmosphériques. Des réseaux de mesure à maillage serré, des modèles météorologiques complexes et des capacités de calcul accrues ont permis d'améliorer constamment la précision des prévisions météorologiques. Il reste cependant impossible d'obtenir des **prévisions très exactes sur les précipitations**. Le système atmosphérique se comporte d'une manière si chaotique qu'il reste une part de hasard. Les prévisions d'ensembles mises au point dans l'intervalle (voir page 5), avec indication de leur degré de probabilité, fournissent tout de même un complément d'information – restant à interpréter – sur l'occurrence de certaines situations météorologiques.

Les choses sont encore compliquées par le fait que les modèles météorologiques ne peuvent fournir aucune prévision précise sur de petits bassins versants. Cela se répercute sur les **prévisions de débits**, car les modèles hydrologiques exploitent des données portant uniquement sur des bassins hydrographiques délimités. Pour cette raison, et à cause des incertitudes affectant les modèles d'écoulement eux-mêmes, les prévisions de débits à long terme restent d'une grande imprécision.

En revanche, les méthodes et les modèles de **prévision à brève échéance** («nowcasting») peuvent être affinés dans une mesure décisive. Des améliorations considérables sont attendues dans ce domaine. Mais pour que ces informations, et d'autres, puissent être exploitées pour prendre des décisions, elles doivent être combinées avec des **observations locales** et interprétées. Cette tâche requiert des spécialistes formés à tous les niveaux.

Ce n'est que lorsque les précipitations exceptionnelles sont prévues assez tôt que la prévision des débits peut être faite avec une fiabilité suffisante et transmise en temps utile aux organes spécialisés et aux organes de conduite (ci-dessous). En août 2005, ce flux d'informations n'a pas été parfait. Ces observations ont déjà débouché sur une amélioration des prévisions pluviométriques et sur un renforcement de l'effectif des services fédéraux spécialisés.

Le Schreyenbach à Linthal GL le 23 août 2005 (Keystone/Risch)



MétéoSuisse (2)

## Meilleure protection contre les dangers naturels

Les événements d'août 2005 ont mis en lumière certaines **lacunes et faiblesses** affectant la gestion des risques. C'est pourquoi les expériences faites à cette occasion sont examinées en détail depuis l'automne 2005 au plan fédéral. Les études portent aussi bien sur les causes et les effets des processus (dans le cadre de l'analyse des événements) que sur l'alerte et l'alarme (dans le cadre du projet OWARNA).

Il s'est avéré que la Confédération peut notamment améliorer sensiblement la **transmission de l'alerte et de l'alarme**. Le Conseil fédéral a suivi les recommandations et arrêté une série de mesures:

- La Centrale nationale d'alarme (CENAL), rattachée à l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP), est élargie pour devenir un **centre national d'annonce et de suivi** de la situation, en cas d'événement naturel extraordinaire également.
- Les divisions Hydrologie et Prévention des dangers de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) seront dotées de personnel supplémentaire, afin que les autorités compétentes puissent fournir des **conseils techniques** et assurer une appréciation de la situation 24 heures sur 24 en cas de catastrophe.
- Les **systèmes de prévision** météorologique et hydrologique sont développés en permanence.
- Une plate-forme d'information commune est créée pour améliorer l'**interconnexion** des services spécialisés et des organes de conduite (voir colonne de droite).
- L'**alimentation de secours** des systèmes d'alerte et d'alarme doit être consolidée et assurée par des réseaux redondants.

Parallèlement, il y a lieu de revoir la **collaboration** entre les services spécialisés et les organes de conduite de la Confédération, des cantons et des communes, et de l'améliorer à tous les échelons.

### Optimisation de l'alerte et de l'alarme en cas de danger naturel (OWARNA):

sous l'égide de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP) et en collaboration avec la Plate-forme nationale Dangers naturels (PLANAT), des spécialistes de la Confédération, des cantons, des communes et du secteur des télécommunications ont également analysé les événements d'août 2005 et développé des propositions d'améliorations.

Avant, pendant et même après les crues, les organes de conduite (ci-dessous) et les unités d'intervention ont besoin des meilleures informations possibles à propos de l'évolution des intempéries et des débits.



La piscine du Marzili à Berne le 22 août 2005 (Keystone/Lehmann)

Les événements d'août 2005 ont révélé cruellement des lacunes organisationnelles, techniques et humaines. Une bonne partie de ces problèmes doivent être résolus aux plans local, régional ou cantonal, là où réside la responsabilité réelle en matière de prévention des crues. Mais il faut aussi améliorer les structures, adapter les schémas de travail et étoffer les données de base sur les dangers à l'échelon des organes de conduite et des services fédéraux.

### Plate-forme d'information commune Dangers naturels

Les intervenants à tous les échelons – Confédération, cantons et communes – doivent s'atteler à une tâche commune: améliorer les **échanges d'informations** avant, pendant et après les événements extraordinaires. Souvent, les connaissances nécessaires sur l'évolution des intempéries imminentes et sur les débits attendus ont manqué, des problèmes de coordination sont apparus, des déclarations contradictoires ont été diffusées.

Ces lacunes ne datent pas d'août 2005. Ainsi, les services nationaux qui s'occupent de crues et d'autres dangers naturels liés aux intempéries au plan national avaient décidé auparavant d'instaurer la Plate-forme d'information commune Dangers naturels (Gemeinsame Informationsplattform Naturgefahren, GIN). Ses partenaires sont MétéoSuisse (le service météorologique national), l'Office fédéral de l'environnement (OFEV, avec ses sections Hydrologie et Prévention des dangers) et l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF du WSL).

A l'avenir, ces trois services établiront, au besoin, des **bulletins communs** à l'intention des spécialistes des dangers naturels, des organes de conduite et des unités d'intervention à tous les échelons. Mais ce nouvel instrument ne pourra pas non plus fournir de prévisions exactes sur l'évolution locale de la situation. Les informations diffusées devront être combinées avec des **observations locales** et appréciées à la lumière des **connaissances du site** avant de pouvoir être converties en consignes concrètes. Les décideurs ont besoin pour cela du soutien compétent de spécialistes locaux des dangers naturels, qui auront été formés en conséquence et préparés à leur tâche.

Keystone/Kusano



Si, historiquement, les crues d'août 2005 sont sans précédent récent, elles ne sont pas exceptionnelles en regard du passé. Aussi faut-il s'attendre au retour d'événements d'ampleur dépassant l'échelle d'une région.

Pour empêcher que ces événements futurs n'occasionnent des dommages similaires ou pires que ceux de 2005, il faut poursuivre systématiquement une politique globale de protection contre les crues: l'utilisation modérée du sol permettra d'empêcher toute augmentation incontrôlée des dommages potentiels.

Cette démarche a surtout besoin de cartes des dangers et d'autres produits découlant de l'évaluation des dangers et des risques. Les mesures nécessaires seront prises à la lumière de ces documents.

Mais des événements d'ampleur dépassant l'efficacité des mesures mises en œuvre peuvent toujours se produire. C'est pourquoi toutes les mesures de protection doivent être robustes et résilientes.

Il faut aussi mettre en œuvre des mesures de prévention ainsi que des mesures d'urgence préparées et exercées, afin de juguler toute augmentation incontrôlée des dommages. La ponctualité de l'alerte et de l'alarme aide aussi considérablement à mieux maîtriser les événements extraordinaires.

La politique de protection contre les crues reste donc une tâche de longue haleine, qui ne doit pas être réservée aux spécialistes, mais intégrer davantage la population.



La télévision, la radio et la presse écrite (quelques exemples ci-contre) ont relaté les crues de 2005 avec une profusion de détails sans précédent. Mais le souvenir de cette catastrophe a été enfoui depuis longtemps sous d'autres événements et il s'est estompé rapidement, en particulier dans les régions du pays qui n'ont pas été sinistrées en 2005. Il est difficile de concilier l'attention volatile prêtée aux événements et les perspectives à long terme dont a besoin la gestion des dangers et des risques rares.

## Analyse des crues de 2005

Cette brochure est une **synthèse** de l'analyse des crues de 2005, réalisée sur mandat du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) et achevée en 2008. Ce projet a été dirigé conjointement par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV, division Prévention des dangers) et par l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL). D'autres services de la Confédération et des cantons, plusieurs instituts de hautes écoles et d'universités, ainsi que des bureaux privés ont aussi participé au projet.

Les processus naturels apparus, la qualité de la documentation sur les dangers ainsi que son application ont été analysés, le comportement et les effets des mesures de protection ont été examinés, l'efficacité des prévisions, des alertes, des alarmes et de la gestion des crises a été vérifiée. Les enseignements tirés représentent une base importante pour l'avenir de la protection contre les crues en Suisse.

Les résultats complets de l'analyse des événements sont consignés dans un **rapport en deux volets** (voir ci-contre). Le premier donne une vue d'ensemble des processus et des dommages qu'ils ont occasionnés, analyse les prévisions relatives aux précipitations et aux débits et permet de procéder à une première classification des événements. Le deuxième volet comprend une analyse approfondie de processus sélectionnés et met l'accent sur la prévention, la maîtrise, le rétablissement et la documentation sur les dangers.



### Partie 1: Prozesse, Schäden und erste Einordnung

- Meteorologie
- Hydrologie Fließgewässer
- Hydrologie Seen
- Effet des ouvrages d'accumulation
- Niederschlags- und Abflussvorhersage
- Schäden
- Feststoffbeobachtungen
- Gerinneprozesse
- Schwemmholz
- Rutschungen

#### Commande partie 1

OFEV, Centrale d'expédition  
CH-3003 Berne  
Tél. + 41 (0)31 322 89 99  
Fax + 41 (0)31 324 02 16  
docu@bafu.admin.ch  
Numéro de commande: UW-0707-D  
Prix: CHF 25.– (TVA comprise)

Téléchargement:  
[www.environnement-suisse.ch/uw-0707-d](http://www.environnement-suisse.ch/uw-0707-d)  
[www.wsl.ch/publikationen](http://www.wsl.ch/publikationen)



### Partie 2: Analyse von Prozessen, Massnahmen und Gefahrengrundlagen

- Möglichkeiten und Grenzen der Niederschlagsanalysen zum Hochwasser 2005
- Analyse hydrologischer Extremereignisse
- Hanginstabilitäten
- Gerinneprozesse
- Ausgewählte Phänomene im Zusammenhang mit Bauwerken
- Fachtechnische Analyse der Gefahrengrundlagen
- Massnahmen im Entstehungs- und Transitgebiet
- Massnahmen im Wirkungsgebiet
- Intervention und Instandstellung
- Hochwasser im Fokus der Medien und in der Wahrnehmung der Bevölkerung
- Umsetzung der Gefahrenkarte aus der Sicht verschiedener Akteursgruppen

#### Commande partie 2

OFEV, Centrale d'expédition  
CH-3003 Berne  
Tél. + 41 (0)31 322 89 99  
Fax + 41 (0)31 324 02 16  
docu@bafu.admin.ch  
Numéro de commande: UW-0825-D  
Prix: CHF 35.– (TVA comprise)

Téléchargement:  
[www.environnement-suisse.ch/uw-0825-d](http://www.environnement-suisse.ch/uw-0825-d)  
[www.wsl.ch/publikationen](http://www.wsl.ch/publikationen)

## Liens utiles

**OFPP** – Office fédéral de la protection de la population  
[www.bevoelkerungsschutz.admin.ch](http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch)

**OFEV** – Office fédéral de l'environnement  
[www.environnement-suisse.ch](http://www.environnement-suisse.ch)

**MétéoSuisse** – Office fédéral de météorologie et climatologie  
[www.meteosuisse.ch](http://www.meteosuisse.ch)

**PLANAT** – Plate-forme nationale Dangers naturels  
[www.planat.ch](http://www.planat.ch)

**WSL** – Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage  
[www.wsl.ch](http://www.wsl.ch)

#### Editeur

Dép. fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

#### Rédaction

Gian Reto Bezzola (OFEV); Christoph Hegg, Anja Koschni (WSL)

#### Révision

Plate-forme nationale Dangers naturels (PLANAT)

#### Conception et réalisation

Felix Frank Redaktion und Produktion, Berne

#### Traduction

Christian Marro, Haute-Nendaz; Services linguistiques de l'OFEV

#### Commande du rapport de synthèse

OFEV, Centrale d'expédition, CH-3003 Berne  
Tél. + 41 (0)31 322 89 99; fax + 41 (0)31 324 02 16; docu@bafu.admin.ch  
Numéro de commande: DIV-7529-F  
Téléchargement: [www.environnement-suisse.ch/div-7529-f](http://www.environnement-suisse.ch/div-7529-f)

