source: https://doi.org/10.57694/1008 | downloaded: 12.10.2024

Dégâts causés par les crues

Les crues peuvent déclencher, selon le type de cours d'eau, des dynamiques différentes qui peuvent être dangereuses à plus d'un égard. Les **torrents** et **rivières de montagne** présentent des pentes souvent raides, générant un débit élevé lors de précipitations intenses (Fig. 7 et 8). La vitesse d'écoulement élevée aggrave alors l'**érosion profonde** et **latérale**. Ainsi, de grandes quantités de matériaux solides sont transportées et déposées dans des terrains plus plats en aval. On parle de **coulée de boue** ou de **lave torrentielle** lorsque le mélange d'eau et de matériaux solides (sable, pierres, blocs, bois, etc.) atteint une proportion de débit solide allant de 30 % à 60 %. Outre les quantités importantes de matériaux charriés, les torrents montrent de fortes et subites variations de débits, présentant un grand danger pour l'homme et les animaux.

Dans les vallées, les cours d'eau peuvent inonder les terrains agricoles, les voies de communication et les zones habitées (Fig. 9). De plus, les matériaux solides transportés par l'eau peuvent occasionner des dégâts supplémentaires aux terrains cultivés et aux bâtiments et faire des victimes humaines. Sans compter l'érosion profonde et latérale qui peut provoquer des affouillements de ponts, de bâtiments exposés et de routes.

En terrain plat, le niveau des eaux (**lacs** et cours d'eau) n'augmente que peu à peu en cas de crue. Des inondations statiques peuvent alors survenir, dont l'eau et les sédiments sont susceptibles d'endommager bâtiments (rez-de-chaussée, caves) et cultures.

Fig. 7 : Le torrent Glissibach à Brienz BE lors de la crue du 23 août 2005 (© Forces aériennes suisses)

Dynamiques dominantes dans les **torrents** :
- Inondations dynamiques
- Erosion profonde et latérale
- Embâcles, épandage d'alluvions
- Coulées de boue

Fig. 8 : La rivière Chärstelenbach au Reussgrund à Bristen UR lors de la crue du 23 août 2005 (© Canton d'Uri, service des ponts et chaussées)

Dynamiques dominantes dans les **rivières de montagne** :
- Inondations dynamiques
- Erosion latérale
- Déplacement du lit
- Enfoncement du lit (érosion profonde)
- Elévation du lit (alluvionnement)

Fig. 9 : Débordement du Rhône en Valais lors de la crue du 17 octobre 2000 (© Le Nouvelliste)

Dynamiques dominantes dans les **rivières de vallée** :
- Inondations dynamiques et statiques
- Erosion latérale
- Enfoncement du lit
- Elévation du lit
- Ruptures de digues

Fig. 10 : Inondation statique avec bois flottant vers Ennetbürgen NW au bord du lac des Quatre Cantons le 23 août 2005 (© Forces aériennes suisses)

Dynamiques dominantes dans les **lacs** :
- Inondations statiques
- Accumulation

© Atlas hydrologique de la Suisse • Institut de géographie de l'Université de Berne, Hallerstrasse 12, 3012 Berne • Matthias Probst

HYDROLOGISCHER ATLAS DER SCHWEIZ
ATLAS HYDROLOGIQUE DE LA SUISSE
ATLANTE IDROLOGICO DELLA SVIZZERA
HYDROLOGICAL ATLAS OF SWITZERLAND

ÉDITIONS LOISIRS ET PÉDAGOGIE

Crues

Après des événements de crues, nous sommes régulièrement confrontés à des images spectaculaires de dégâts relayées par les médias. En Suisse, les **crues** provoquent en moyenne 340 millions de francs de dégâts chaque année. Des connaissances approfondies des causes des crues sont nécessaires afin de minimiser les dégâts de manière efficace.

Evaluation du danger

Afin d'évaluer le danger de crue, de glissement de terrain, d'éboulement rocheux, d'avalanche ou d'autres événements naturels, il est utile de connaître la prédisposition de fond. Par **prédisposition de fond**, on désigne toutes les conditions nécessaires à un processus et qui restent stables sur une période prolongée. Par exemple, les paramètres tels que le relief, la géologie, le sol ou le climat en font partie. Dans le cas où il existe des relevés de sinistres (p. ex. marques de crues, récits historiques), on peut également les prendre en compte pour l'évaluation du danger.

Pour l'évaluation de la probabilité de crues et d'autres dangers naturels, il est nécessaire de savoir à quelle fréquence il faut s'attendre à des prédispositions variables et à des événements déclencheurs potentiels.

La **prédisposition variable** désigne les paramètres qui varient dans le temps et dépendent des saisons ou de l'heure de la journée. Ceux-ci comprennent la situation météorologique momentanée ou encore l'état des sols et de la végétation.

Un **événement déclencheur** met en route le processus dévastateur lorsque les prédispositions sont réunies. Cela peut être, par exemple, un orage intense.

Fig. 1 : Sedrun GR avec les trois torrents Strem, Drun et Drun da Bugnei (de gauche à droite) (© Forces aériennes suisses)

Fig. 2 : La plaine du Rhône à Saillon VS, octobre 2000 (© Etat du Valais)

Fig. 3 : L'Aar à Berne, événement de crue du 24 août 2005 (© Office des eaux et des déchets du Canton de Berne, photo : Beat Baumann)

Connaissance des crues

Les connaissances sur les crues sont utiles à la vie et à la construction au bord de l'eau. Des marques de crues et de nombreux récits historiques témoignent de la volonté de l'homme de conserver des traces de ces événements extrêmes et rares, et de mettre en garde les générations futures contre l'éventualité de nouvelles crues (Fig. 4).

Causes météorologiques

Les crues sont souvent provoquées par des **précipitations intenses** ou **prolongées**. Cela peut d'une part favoriser la fonte des neiges en montagne, et d'autre part une augmentation de la proportion de précipitations sous forme de pluie. Ainsi, une moindre quantité d'eau est stockée temporairement sous forme de neige en altitude et l'écoulement vers les cours d'eau est accéléré. D'autres facteurs doivent être pris en considération pour déterminer si la combinaison de précipitations et de la fonte de neige peut provoquer une crue et entraîner une inondation (Fig. 5).

L'influence des sols

Le sol est un paramètre clé de la genèse de l'écoulement. Si le sol est préalablement saturé, gelé ou fortement asséché, l'eau des précipitations peine à s'y infiltrer et forme un important **écoulement de surface ou ruissellement**, ce qui accélère le transport de l'eau vers les cours d'eau. Les sols peu profonds et peu perméables sont en particulier rapidement saturés en eau. Lorsque le sol est bien perméable, profond et situé au-dessus d'un sous-sol géologique lui aussi perméable (roche poreuse, ou roche avec beaucoup de fissures), une grande quantité d'eau de précipitation peut s'infiltrer dans les profondeurs et y être stockée temporairement (p. ex. dans des nappes phréatiques). Cette eau souterraine alimente ainsi les sources et les cours d'eau avec un certain retard.

L'influence de la végétation

La végétation, en particulier la forêt, augmente la capacité de stockage d'eau dans le sol. En effet, les arbres favorisent la formation des sols et leurs racines constituent des canaux d'infiltration (« macropores »). Ces macropores favorisent l'infiltration et le stockage temporaire d'eau dans les sols. En forêt, l'infiltration est encore facilitée par l'horizon humifère meuble composé de matière végétale et d'humus. De plus, une partie des précipitations n'atteint pas le sol directement, car elle est retenue par la végétation et les feuillages (**interception**). C'est ainsi que les forêts, en fonction de la composition des espèces d'arbres et de la densité de la canopée, peuvent retenir 4 à 6 litres d'eau par mètre carré (= 4 à 6 mm de précipitations). Cette eau retourne majoritairement vers l'atmosphère par évaporation. Les arbres ont également un effet sur l'humidité des sols : leurs racines, qui peuvent atteindre de grandes profondeurs, pompent une partie de l'eau du sol, laquelle est transmise à l'atmosphère par évaporation active du feuillage (**transpiration**). Une forêt de hêtres, par exemple, évapore en moyenne 5 litres d'eau par mètre carré lors d'une journée d'été ensoleillée. Ce faisant, le stock d'eau du sol est en partie évacué et le sol peut ainsi absorber plus d'eau lors de nouvelles précipitations. Malgré ces différentes propriétés, même une forêt ne peut empêcher une crue lors de précipitations intenses ou prolongées : le sol est tôt ou tard saturé en eau et il s'ensuit un écoulement de surface.

La forêt peut poser des problèmes en cas de crues, lorsque des arbres sont emportés le long des rivières et provoquent des dégâts. Ainsi, lors des crues dévastatrices d'août 2005, des dizaines de milliers de mètres cubes de bois flottant ont causé des problèmes dans les rivières et les lacs jusque sur le Plateau. Il arrive souvent que des morceaux d'arbres emportés se calent dans des rétrécissements ou sous des ponts et que du matériel emporté y reste accroché : il y a alors formation d'un **embâcle** avec accumulation d'eau et matériaux solides, pouvant forcer le cours d'eau à sortir de son lit et ainsi provoquer des inondations et des épandages d'alluvions.

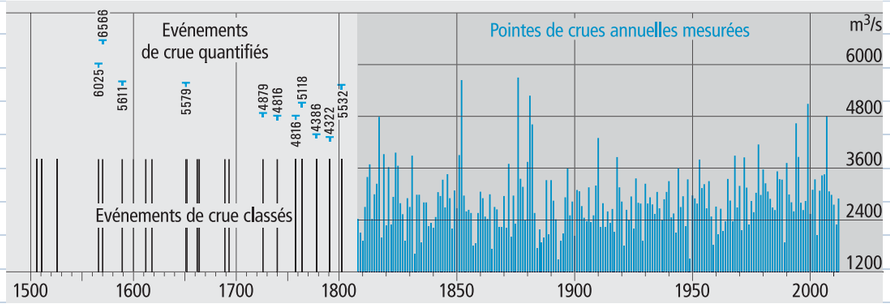

Fig. 4 : Le Rhin à Bâle, événements de crue classés et quantifiés (1500–1807) et pointes de crues annuelles mesurées (1808–2012)

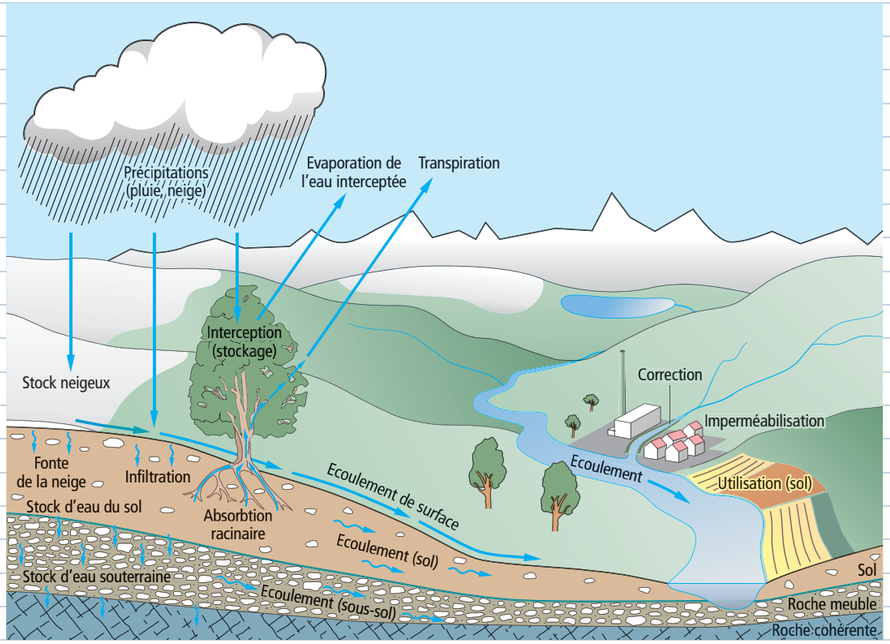

Fig. 5 : Crues – interaction des différents facteurs

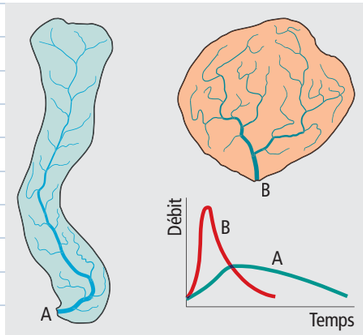

Fig. 6 : Influence de la forme du bassin versant sur la pointe de crue et le déroulement de la crue

Causes anthropiques

Les sols soumis à une exploitation agricole sont souvent moins poreux que les sols forestiers. Les causes en sont une densité et une profondeur des racines moindres, le compactage du sol par le pâturage et par l'utilisation répétée de machines lourdes. C'est pourquoi l'eau des précipitations tend à ruisseler sur les prairies et les terres agricoles plutôt que sur les terrains forestiers.

La construction de routes, de places et de bâtiments entraîne une **imperméabilisation des sols** par l'être humain. Dans les zones construites, l'eau des précipitations ne peut s'écouler qu'en surface, car elle ne peut pas s'infiltrer et n'est pas, ou presque pas, interceptée, absorbée et évaporée par les plantes. En raison de l'écoulement de surface élevé en zones urbanisées, l'eau des précipitations coule plus rapidement vers les cours d'eau via les canalisations et fait augmenter leur niveau rapidement.

Lors de **corrections du cours d'une rivière**, son lit est raccourci et rendu plus droit en éliminant ses méandres. Cela peut permettre d'assécher et de gagner du terrain, ou de rendre une rivière navigable. La correction peut cependant accentuer le danger de crue : en effet, des trajets d'écoulement plus courts entraînent des vitesses d'écoulement plus élevées, ce qui accentue l'érosion latérale et profonde. De plus, les rives des cours d'eau canalisés sont souvent fortement mises en valeur, ce qui augmente le potentiel de dommages lors de crues.

Influence de la topographie

Les crues des grandes rivières sont généralement provoquées par des précipitations prolongées touchant une grande superficie ainsi que par la fonte des neiges, tandis que les torrents possédant un bassin versant petit à moyen sont plutôt touchés par des orages courts et intenses. De plus, la forme du **bassin versant** influence le type de crue de même que son déroulement (Fig. 6). En cas de précipitations intenses dans un bassin versant de forme arrondie, l'eau conflue simultanément en raison des chemins d'écoulement de longueurs comparables. Dans ce cas, le débit maximal est élevé et atteint rapidement. Dans un bassin versant de forme allongée, l'écoulement augmente plus lentement et plafonne à des valeurs inférieures. La topographie du bassin versant joue également un rôle important. Le danger de crue est accentué lorsque le terrain et le lit du cours d'eau sont en pente raide. Dans ce genre de régions, il n'y a que rarement des lacs, des plaines alluviales ou encore des zones inondables capables de retenir l'eau temporairement et d'atténuer la pointe de crue (pas de « laminage des crues »).

Définitions

Par **crue**, on désigne l'état d'un cours d'eau (rivière, lac) dont le niveau d'eau ou le débit dépasse un certain seuil. Si l'eau déborde au-delà des berges et recouvre temporairement les surfaces environnantes, on parle d'**inondation**. Les **inondations statiques** se caractérisent par une vitesse d'écoulement lente et un niveau d'eau qui s'élève lentement. Elles surviennent lorsque le terrain est plat ou en bordure de lacs. Les **inondations dynamiques**, quant à elles, surviennent en présence de cours d'eau dont la vitesse d'écoulement est élevée. Dans ce cas, l'eau entraîne une grande quantité de débris et de gravats avec elle. On parle d'**épandage d'alluvions** lorsque débris et gravats sont déposés hors du lit du cours d'eau. L'inondation dynamique ne dure en général que quelques heures, du fait que l'eau s'écoule naturellement en terrain incliné.

Fiche de travail : crues

« La qualité élevée des prévisions météorologiques fait la joie des randonneurs du week-end. Une prévision précise des crues et des inondations reste cependant difficile : une appréciation de la situation de crue ne dépend pas uniquement de la quantité et de l'intensité des précipitations », fait remarquer Rolf Weingartner, professeur d'hydrologie à l'Université de Berne. (Journal « Der Bund », 23 avril 2007)

Focus

Quels autres facteurs influencent-ils le risque de crue d'une région ?
Formulez, à l'aide des images et du film, vos propres hypothèses concernant les signes précurseurs et les facteurs susceptibles de favoriser une crue (prédisposition de fond, prédisposition variable et événement déclencheur).

	Hypothèses	Connaissances scientifiques
Signes précurseurs		
Prédisposition de fond		
Prédisposition variable		
Evénement déclencheur		

Savoir

Vérifiez vos hypothèses concernant les signes précurseurs et les facteurs explicatifs des crues. Confrontez vos hypothèses aux connaissances scientifiques que vous aurez reportées à cet effet dans le tableau.

Transfert

L'événement de 2005, avec un total de 3 milliards de francs de dégâts, fait partie des crues les plus dévastatrices que la Suisse ait connues. Les quatre images ne reflètent qu'une petite partie de ses conséquences.

Quelles causes ont-elles mené aux derniers événements de crue dans votre région ?
A l'aide d'informations issues d'internet (textes, images, vidéos et bulletins radio), analysez la prédisposition de fond, la prédisposition variable et l'événement déclencheur de cet événement de crue dans votre région.

Sources

Bundesamt für Umwelt BAFU und Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 2007 : Ereignisanalyse Hochwasser 2005 Teil 1 und 2. Bern, Birmensdorf.

Groupe de travail « dangers naturels » du canton de Berne, 2011 : Attention, dangers naturels ! Berne.

Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, 2009 : Strategie Naturgefahren Schweiz – Glossar. Bern.

Office fédéral de l'environnement OFEV, 2004 – 2013 : En route à travers le monde aquatique – Excursions hydrologiques en Suisse. Berne.

Office fédéral de l'environnement OFEV, 1992 – 2010 : Atlas hydrologique de la Suisse. Berne.

Office fédéral de l'environnement OFEV, 2008 : Crues de 2005 en Suisse, rapport de synthèse de l'analyse des événements. Berne.

Schwitter R., Bucher H., 2009 : Hochwasser: Schützt der Wald oder verstärkt er die Schäden ? In : Wald und Holz, Heft 6/2009 : 31–34. Solothurn.

Weingartner R., Spreafico M., 2005 : Hydrologie der Schweiz. Berichte des BWG, Serie Wasser, Nr. 7. Bern.