

Planche 5.7 Fortes crues – réactions différenciées de certains bassins aux fortes pluies

Introduction

Les différents bassins réagissent de façon très variable aux fortes pluies. Les plusieurs sortes de réactions observées peuvent être attribuées surtout à des différences dans la capacité de stockage des bassins considérés. Sur des surfaces à faible capacité de stockage, la formation de l'écoulement est plus rapide que dans des zones où cette capacité est forte. A l'aide de cartes géologiques et pédologiques, et en s'appuyant aussi sur des études de terrain, il est possible de répartir la surface d'un bassin versant en parcelles présentant différents types de réaction. Connaissant la proportion dans laquelle apparaissent ces différents types de réaction et connaissant leur répartition spatiale, on peut en déduire comment et à quels types d'événements pluvieux un bassin versant réagira. Des expériences faites avec des précipitations artificielles (v. fig. 1) [1,4] ont fourni des bases importantes permettant d'évaluer la transformation des précipitations en écoulement. Partant de ces connaissances, on s'explique mieux maintenant la genèse et l'ampleur prise par certaines crues.

Cette planche est axée sur la représentation de six bassins versants, avec des surfaces allant de 0.9 km² à 195 km² et caractérisés par différents types de réactions. Il s'agit de bassins pour lesquels on dispose de séries chronologiques représentatives des précipitations et des débits.

Rhin Postérieur (Hinterrhein)

Dans le bassin versant alpin du Rhin Postérieur, de fortes crues ne se produisent que quand une lame d'eau d'au moins 60 mm a préalablement humidifié le sol. Lors d'événements importants, les hydrogrammes sont de ce fait caractérisés par une montée lente puis, avec l'humidification progressive du sol, par des pointes brèves et intenses, reflétant le cours des précipitations.

La géologie du bassin est dominée par du gneiss et du granite ainsi que, dans la partie orientale, par des roches sédimentaires du Trias et des Schistes lustrés. Ces terrains sont partiellement recouverts de moraines, d'éboulis ou d'éboulements au pied des parois rocheuses et d'alluvions dans les fonds de vallées (Quaternaire). L'épaisseur des sols (surtout lithosols et podzols) est généralement limitée. Les surfaces sur lesquelles les crues prennent naissance immédiatement, ou avec seulement un léger retard, sont situées sur les affleurements de granite ou de gneiss qui ne sont pas recouverts de sol, ou alors d'un sol peu épais. Les surfaces constituées d'éboulis, d'alluvions ou encore celles disposant d'une épaisse couche de sol, ont une réaction à l'écoulement retardée ou même fortement retardée, et ne contribuent qu'à peine aux débits de crue.

Comme le montre la carte à petite échelle, les débits spécifiques les plus élevés observés dans les bassins partiels du Rhin alpin sont très variables. Le débit spécifique du Rhin Postérieur se distingue nettement de ceux de la plupart des autres bassins partiels.

Aach

Dans le bassin versant de l'Aach prévalent des surfaces contribuant à l'écoulement avec un certain retard. Pour cette raison, les fortes crues ne s'y produisent qu'après des précipitations de longue durée, produisant des hydrogrammes où les temps de montée sont prolongés, les pointes petites et les volumes écoulés modérés.

Sur la plus grande partie du bassin versant, des moraines würmiennes couvrent les marnes et les grès de la Molasse d'eau douce supérieure. La puissance de la couverture morainique va en diminuant, de 60 m au sud, jusqu'à quelques mètres seulement au nord. Les moraines sont le plus souvent peu perméables et en conséquence, les sols ont évolué en sols pseudo-gleyifiés, bruns ou bruns lessivés, avec des épaisseurs entre 30 et 50 cm. Dans le fond de la vallée de l'Aach, on rencontre des alluvions et passablement de marécages ou de zones très humides. Pour améliorer

la productivité des sols humides, des travaux de drainage importants ont été entrepris sur de grandes étendues. L'eau des précipitations pénètre dans le sol, s'y écoule par des interstices et rejoint avec un certain retard le système de drainage. L'écoulement de surface se limite aux zones habitées.

Saltina

Dans le bassin versant de la Saltina, les parcelles à réaction rapide se trouvent bien dispersées. Une averse orageuse, d'extension limitée dans l'espace et dans le temps, ne peut donc pas atteindre uniformément et avec une intensité suffisante ces parcelles et provoquer une crue importante. Pour les grandes crues, des précipitations abondantes et de longue durée sont nécessaires, car alors les parcelles à réaction retardée contribuent aussi à l'écoulement. Un facteur décisif est aussi que la limite de zéro degré doit se situer à une altitude très élevée et qu'ainsi les précipitations tombent partout sous forme de pluie.

Dans ce bassin, on peut distinguer une zone sédimentaire et une zone cristalline, partiellement recouvertes par des dépôts quaternaires. Pour ce qui est du sédimentaire, il s'agit de schistes calcaires micacés, de schistes argileux, de marbres dolomitiques et calcaires. Des gneiss micacés et des schistes micacés constituent la partie cristalline du bassin versant. L'altération physique des roches donne finalement des couches superficielles sablonneuses, de perméabilité élevée et dotées d'un bon pouvoir de stockage. Le Quaternaire du bassin est dominé par de puissants corps morainiques, de différents âges, ainsi que par des éboulis, parfois à gros blocs, au pied des parois de rocher. La circulation des eaux souterraines alimente fréquemment des sources. La puissance des sols diminue avec la pente; assez minces sur les pentes raides, elle y atteint cependant jusqu'à 50 cm et même jusqu'à 1 m sur les faibles pentes exposées au sud.

La différence de la réaction des diverses parcelles peut être mise en évidence par la proportion de l'écoulement des eaux météoriques en regard des sommes cumulées des précipitations (v. figure). Dans le cas de la Saltina, lors de pluies exceptionnelles de 200 mm par exemple, environ 90% des précipitations s'écoulent sur les parcelles à forte réaction et seulement 5 % sur les parcelles à réaction retardée.

Suze

C'est l'action simultanée de précipitations de longues durées sur des sols gelés, avec aussi la fonte de la neige, qui est responsable de l'occurrence de fortes crues dans le bassin versant de la Suze [2]. L'hydrogramme de crue est caractérisé par un très long temps de montée, un débit de pointe modéré et un fort volume écoulé.

Le bassin versant est logé dans un synclinal du Jura plissé. Les couches les plus récentes, des marnes et des grès du Tertiaire, occupent le fond de la vallée et sont partiellement recouvertes de moraines de fond argileuses. Des calcaires karstiques constituent les flancs nord et sud de la vallée. Dans le fond de la vallée se sont constitués des sols bruns ou des gleys et, sur ses flancs, des sols bruns ou des lithosols calcaires (rendzines). Ces derniers présentent une perméabilité très forte et permettent à l'eau de s'écouler dans le sous-sol karstique (v. figure), ce qui donne finalement une réaction fortement retardée de l'écoulement. Parmi les surfaces produisant une réaction rapide ou seulement faiblement retardée, on trouve les zones habitées et les moraines de fond argileuses, c'est l'écoulement de surface qui domine. Comme la plus grande partie du bassin est constituée de parcelles dotées d'une bonne perméabilité, de fortes crues ne se produisent que quand le gel réduit la capacité d'infiltration du sol.

Allenbach

Les grandes crues du torrent d'Allenbach ont lieu lors de pluies orageuses estivales. Ce sont des crues de courte durée, avec des pointes prononcées. Lors de précipitations persistantes, les pointes des crues sont moins accusées.

Le sous-sol du bassin est constitué de Flyschs argileux, de calcaires et de moraines locales post-glaciaires. Sur les fortes pentes taillées dans les Flyschs des versants sud, on ne trouve que des lithosols ou alors aucun sol du tout. Sur les pentes nord, parallèles aux couches des unités du Flysch, on trouve de puissants sols d'altération, à gleys. Ces pentes sont fréquemment instables et sont marquées par des glissements de terrain. Lors de précipitations brèves et intenses, les fortes pentes de rocher ou de lithosol réagissent immédiatement, en raison de leur faible capacité de stockage (v. photo). Ces parcelles sont le plus souvent conjointes, pourvues d'un réseau de rigoles bien développé et peuvent être affectées par un orage local, limité. Ici une réaction rapide de l'écoulement est possible. Dans une bien moindre mesure, les parcelles partiellement couvertes de dépôts morainiques argileux et de sols d'altération à gleys contribuent aux débits de crue, alors que les parcelles couvertes d'épais éboulis ou de puissantes masses de déjection réagissent à peine.

Brunngraben

La courte série de mesures (1981–1990) de la station cantonale montre que les fortes crues se produisent, dans ce bassin, après de courtes précipitations orageuses. Comme pour celui d'Allenbach, les crues estivales présentent dans ce bassin des temps de montées brefs et elles sont le plus souvent également de courte durée. Les pointes de telles crues sont de toute façon peu marquées. En hiver, des crues peuvent aussi se produire lors de précipitations pendant la fonte de la neige, ou également après des précipitations persistantes, mais ces crues hivernales n'atteignent pas l'ampleur des pointes des crues estivales.

Des grès de la Molasse marine supérieure constituent le sous-sol rocheux de ce petit bassin versant boisé (0.86 km²). Les grès, fins à grossiers, sont fissurés, perméables et fonctionnent comme un bon réservoir. Au-dessus des grès se trouve généralement une couche altérée, sablonneuse, d'une épaisseur allant jusqu'à 50 cm (v. planche 8.4, exemple de Lenzburg), elle-même recouverte de sols bruns, parfois lessivés et sablonneux, légèrement limoneux. Les escarpements qui bordent le chenal montrent un sol de couverture peu épais et instable. Des niches d'arrachement et des affleurements dévoilant la roche gréseuse sont bien visibles (v. photo). Seuls ces escarpements, raides et d'extension très limités, participent à l'écoulement de crue lors de violentes et brèves précipitations. Les processus d'écoulement significatifs sont alors l'écoulement de surface ainsi que l'écoulement se produisant dans les couches très perméables recouvrant la surface du rocher. La capacité d'infiltration de la surface restante, avec ses sols puissants et sablonneux, ne se trouve pas épuisée, même lors d'intenses précipitations.

Essais d'arrosage

La grandeur du débit de crue dans les bassins versants dépend pour l'essentiel de la réaction simultanée de parcelles, avec des processus d'écoulement et des capacités de stockage différents. Pour étudier ces réactions, on a simulé artificiellement de fortes pluies sur une installation d'une surface de 60 m². Des intensités entre 50 et 110 mm/h ont été essayées, ce qui correspond à des événements déjà assez rares. Cette recherche sur les processus d'écoulement a été poursuivie sur 18 parcelles en pente (v. carte) [1,3,4]. Cette planche de l'Atlas montre quatre exemples de telles parcelles inclinées, montrant des différences importantes dans les processus examinés et aussi dans les volumes d'eau retenus dans le sol.

Bibliographie

- [1] **Faeh, A. (1997):** Understanding the processes of discharge formation under extreme precipitation. A study based on numerical simulations of hillslope experiments. Mitteilung der VAW, Nr. 150, Zürich.
- [2] **Horat, P. et al. (1997):** Wie grosse Hochwasser kann die Schüss bringen? Über die Entstehung grosser Hochwasser im Einzugsgebiet der Schüss. In: Proceedings of the 12th International Congress of Speleology 12th–17th August 1997:9–12, La Chaux-de-Fonds.

- [3] **Naef, F., Scherrer, S., Faeh, A. (1998):** Die Auswirkungen des Rückhaltevermögens natürlicher Einzugsgebiete bei extremen Niederschlagsereignissen auf die Grösse extremer Hochwasser. Schlussbericht NFP 31, Zürich.
- [4] **Scherrer, S. (1996):** Abflussbildung bei Starkniederschlägen. Identifikation von Abflussprozessen mittels künstlicher Niederschläge. Mitteilung der VAW, Nr. 147, Zürich.