

## Planche 5.6 Débits de crues – analyse de longues séries de mesure

### Introduction

Malgré leur action dévastatrice, les crues exercent sur nous une fascination à laquelle nous avons de la peine à nous soustraire. Ce n'est donc pas par hasard que la recherche, dans le domaine de l'hydrologie, s'est concentrée pendant longtemps sur des questions en rapport avec soit les processus d'écoulement des crues, soit la protection contre les crues. L'orientation donnée aux divers réseaux, à leurs débuts, dirigée surtout vers la mesure des débits moyens et élevés souligne bien l'importance de ce domaine de l'hydrologie. En fait, la connaissance des débits de crues constitue une base indispensable, permettant la planification de travaux hydrauliques de protection, l'utilisation optimum des ressources, l'exploitation de diverses installations, ainsi que l'application de mesures de protection des eaux.

La solution de nombreux problèmes d'économie hydraulique ou de protection des eaux, comme aussi l'étalonnage de modèles d'écoulement, posent des exigences élevées quant à l'exactitude des données de débits. Dans nos cours d'eau à forte pente, les débits de crues impliquent des vitesses d'écoulement élevées. Il en résulte des modifications fréquentes du lit par érosion ou par dépôt de matériaux, ainsi qu'un transport important et varié, de solides charriés sur le fond et de matières en suspensions diverses, minérales ou organiques. La plupart des méthodes actuelles de mesure des débits requièrent l'intervention sur place d'un personnel spécialisé. Mais comme les crues sont difficilement prévisibles et qu'elles apparaissent souvent très rapidement, ou alors de nuit, il est très difficile, voire impossible, à ce personnel d'être présent au bon moment. Pour cette raison, on est parfois obligé d'extrapoler les débits de crues à partir de débits effectivement mesurés, en s'appuyant sur les lois de l'hydraulique, ce qui augmente alors les incertitudes. Il est nécessaire de tenir compte de tout cela quand il s'agit d'interpréter des débits de crues extrêmes.

### Valeurs permettant de caractériser les crues

On parle de crue dès que l'écoulement de base est nettement dépassé pendant un certain temps. La hauteur que devrait atteindre ce dépassement pour que l'on puisse parler de crue est une question qui doit être réglée de cas en cas. Le plus souvent, on utilise un seuil défini par un débit qui est un multiple entier du débit moyen.

On utilise les valeurs suivantes pour caractériser les crues: le niveau maximum atteint, le débit de pointe, le volume total écoulé et la durée de la crue. L'hydrogramme de crue définit les relations entre le débit de pointe, le volume écoulé et la durée. Avec les données relatives à la fréquence des crues, cet hydrogramme de crue est très important en pratique, quand il s'agit de dimensionner des projets de construction. Sous le nom de crue de projet, on désigne la crue dont les caractéristiques permettront de planifier et de dimensionner des ouvrages de protection. Habituellement jusqu'ici en Suisse, on aménageait les cours d'eau en tenant compte d'une crue dite centennale. Pour dimensionner un barrage en travers d'une vallée, on utilisait même une crue de probabilité d'occurrence dix fois moindre. Actuellement, on utilise des méthodes plus différenciées.

La connaissance de débits liés à des périodes de récurrence déterminées est essentielle pour le dimensionnement d'ouvrages, mais la détermination de ces périodes de récurrence est assez problématique (séries de mesures trop courtes ou hétérogènes, crues dont le processus de formation n'est pas toujours identique, erreurs de mesure, incertitudes dans l'établissement des courbes de tarage). Cependant, la statistique des crues reste un instrument important de planification en économie hydraulique, qui intervient toujours dans les questions de dimensionnement d'ouvrages.

## Analyse de séries chronologiques de crues

Le Service hydrologique et géologique national a publié ces dernières années les résultats de l'analyse des séries d'au moins 10 ans d'observation dont il disposait, ou qu'il a pu obtenir des administrations cantonales, des universités ou d'établissements privés [4,5]. Ce travail poursuivait plusieurs objectifs: le contrôle et la mise au net des observations de crues, la représentation graphique des séries disponibles, l'obtention de données sur la fréquence des crues, l'analyse des modifications de crues au cours de la période de mesure, ainsi que l'évaluation des changements anthropogènes de régime. Grâce à cette étude, un matériel de base très complet a été réuni, qui pourra encore servir à la solution de multiples problèmes.

L'analyse statistique prend en compte les débits maximums de chaque mois. Les probabilités de crue ont été calculées pour la crue la plus forte de chaque année, ainsi que pour les pointes les plus hautes d'été et d'hiver. Le calcul a été conduit en suivant les recommandations pour la détermination des probabilités de crue adoptées en Allemagne [3]. Les fonctions de répartition retenues sont les suivantes: log-Pearson-III, Pearson-III et Gamma.

## Contenu de la planche

Le but de cette feuille de l'Atlas est de donner, pour l'ensemble de la Suisse, une vue générale des débits de pointe observés, des paramètres statistiques et de la fréquence des crues dans un certain nombre de bassins sélectionnés. La carte montre toutes les stations de mesure prises en compte dans l'étude; la forme du symbole utilisé pour les signaler indique la durée des périodes représentées, et sa couleur le degré d'importance des influences anthropogènes sur le régime des crues. On distingue ainsi entre des stations peu ou pas influencées, moyennement influencées ou encore fortement influencées. Le numéro attribué aux stations permet de trouver, dans le tableau, d'autres caractéristiques des crues ou, dans la planche 5.1 de l'Atlas, des données générales relatives aux stations. Les chiffres imprimés en gras sur la carte représentent la moyenne des pointes de crue annuelles, pour la période homogène la plus récente. Suivant la durée des observations, ces moyennes peuvent donc être basées sur des périodes différentes. Pour permettre des comparaisons, on a alors calculé sur une période unique (1971–1990) les moyennes et les coefficients de variation pour un certain nombre de stations de mesure soigneusement choisies (surface du bassin versant < 200 km<sup>2</sup>, régime des hautes eaux peu ou pas influencés). Les résultats, classés par catégories, sont indiqués par un figuré remplissant le contour des bassins, la couleur exprimant le débit spécifique de la crue annuelle moyenne et les hachures le coefficient de variation (soit le rapport de l'écart-type à la moyenne).

Le tableau des caractéristiques des crues, en plus de données générales sur les stations, contient les valeurs statistiques suivantes: le débit annuel moyen, puis la moyenne, l'écart-type et la dissymétrie de la distribution des pointes de crues annuelles et encore la pointe de crue la plus élevée, ainsi que les valeurs des crues cinquantennales et centennales. Par crue cinquantennale ou centennale, on entend une crue qui, statistiquement, ne se produit qu'une seule fois tous les 50 ans ou tous les 100 ans. Parfois, en raison d'hétérogénéités de la série (dus par exemple à la mise en service de lacs d'accumulation), il a fallu définir plusieurs séries différentes pour la même station.

Sur la page des graphiques, on a représenté les séries chronologiques des pointes de crue pour deux périodes: 1921–1990 ou 1961–1990, suivant les cas. Les crues ont été représentées différemment, selon qu'elles se produisent au cours du semestre d'été ou de celui d'hiver. On a représenté par des tirets toutes les pointes de crues dépassant un certain seuil. Habituellement, on utilise comme seuil la valeur de la plus petite crue annuelle de la série. Dans le cas présent, il a fallu s'écarter de cette règle à plusieurs reprises, car sans cela on en serait venu à représenter une quantité de petites crues au voisinage de la valeur seuil, ce qui aurait nui à la vue d'ensemble. Grâce à ces divers modes de représentation, il est possible de juger si la fréquence des crues s'est modifiée au cours des années.

## Remarques finales

En Suisse, à la suite d'une accumulation de crues importantes au cours de ces dernières années, de nombreux et intéressants travaux ont été entrepris sur ce thème. Un aperçu de leur état actuel d'avancement se trouve dans [6]. En dépit de toutes ces études, il reste encore beaucoup de questions ouvertes, comme l'a montré l'analyse des causes des crues de 1987 [1]. Les figures dans cette page donnent une idée du problème posé, en montrant la concordance entre diverses caractéristiques d'un bassin et le débit de la crue annuelle moyenne de la période 1971–1990. On voit bien qu'il est difficile d'y déceler, ne serait-ce que certaines tendances. Le débit de crue d'un bassin versant résulte d'un jeu très complexe entre les précipitations provoquant la crue et les caractéristiques du bassin. Il n'est pas étonnant dès lors, bien qu'on ait pu disposer d'une base de données très améliorée et malgré la mise en oeuvre d'un système d'information géographique, qu'une nouvelle étude menée en Suisse sur ce thème en soit arrivée à la conclusion qu'une régionalisation des débits de crues n'est pas possible [2]. Sur le plan de l'hydrologie des hautes eaux, il faut donc que des efforts soutenus soient encore entrepris pour que, dans le futur également, on dispose des données de base permettant de se protéger efficacement contre les crues, et cela d'autant plus qu'un changement climatique semble se dessiner. Les efforts en question devraient tout particulièrement porter sur la mesure des hauts débits, l'étude des processus d'écoulement et encore sur la modélisation des relations pluie/débit.

## Bibliographie

- [1] **Bundesamt für Wasserwirtschaft, Landeshydrologie und -geologie (1991):** Ursachenanalyse der Hochwasser 1987. Mitteilung der Landeshydrologie und -geologie Nr. 14, Bern.
- [2] **Düster, H. (1994):** Modellierung der räumlichen Variabilität seltener Hochwasser in der Schweiz. Geographica Bernensia G44, Bern.
- [3] **DVWK (1979):** Empfehlungen zur Berechnung der Hochwasserwahrscheinlichkeit. DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, Nr. 101, Hamburg.
- [4] **Spreafico, M., Aschwanden, H. (1991):** Hochwasserabflüsse in schweizerischen Gewässern. Mitteilungen der Landeshydrologie und -geologie Nrn. 16 und 17, Bern.
- [5] **Spreafico, M. Stadler, K. (1986):** Hochwasserabflüsse in schweizerischen Gewässern. Mitteilungen der Landeshydrologie und -geologie Nrn. 7 und 8, Bern.
- [6] **Weingartner, R., Spreafico, M. (1990):** Analyse und Abschätzung von Hochwasserabflüssen – Eine Übersicht über neuere schweizerische Arbeiten. In: Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, 34. Jg., Heft 1/2:42–45, Koblenz.