

Planche 7.8 Charges de fond dans des bassins versants choisis

Introduction

Qu'ils soient naturels ou façonnés par l'homme, les cours d'eau sont capables de modifier la topographie de leur lit en le creusant, en y transportant des particules (même plus lourdes que l'eau) et en y déposant des matériaux. La connaissance de ce phénomène appelé «transport solide» revêt une grande importance économique et scientifique. Le transport de matériaux dans un cours d'eau peut s'effectuer de deux manières: en suspension dans l'eau courante (v. planche 7.4) ou par charriage sur le fond du lit.

Les matériaux transportés proviennent de l'érosion du bassin versant due aux agents atmosphériques (vent, précipitations, température), de l'érosion du lit du cours d'eau et de la remise en mouvement de matériel déjà sédimenté. La quantité de matières solides susceptible d'être transportée dépend des caractéristiques du bassin versant, dont la lithologie, la pente, le climat, la végétation, l'utilisation du sol, l'exposition ainsi que la disponibilité de sédiments. La capacité de transport d'un cours d'eau est fonction de facteurs hydrauliques tels que la profondeur de l'eau, la vitesse et la pente de l'écoulement, la rugosité du lit et la quantité des sédiments déjà mobilisés. Le transport solide s'effectue essentiellement pendant les crues.

Dans les torrents, surtout dans ceux qui drainent de petits bassins versants à forte pente, le transport solide peut présenter des caractéristiques très différentes, en particulier en cas de précipitations intenses ou d'apports hydriques soudains. On distingue le charriage de fond et la lave torrentielle: contrairement aux sédiments transportés par charriage de fond qui se déplacent plus lentement que l'eau et que les particules en suspension, la lave torrentielle (un mélange d'eau et de matériaux solides très hétérogènes) s'écoule à la même vitesse que l'eau, souvent en plusieurs bouffées, sous l'action de la gravité. En plus des matériaux détritiques, la fraction solide du mélange peut englober d'autres matières. Dans les bassins versants boisés notamment, la présence de détritiques ligneux est souvent très importante.

La gestion des sédiments charriés par les torrents et les rivières de montagne est très complexe. Pendant les crues, les interactions spatiales et temporelles entre l'écoulement et les processus de mobilisation, de transport et de sédimentation varient fortement. Ces processus ne sont pas encore suffisamment compris. Ils peuvent être assez bien décrits au niveau qualitatif, mais de grandes incertitudes subsistent au niveau quantitatif. Lorsqu'il s'agit de décider des mesures de protection à prendre contre les dangers naturels liés au transport solide par les cours d'eau, la connaissance des volumes mobilisables est fondamentale. Le schéma fonctionnel (fig. 1) et la documentation photographique (fig. 2) représentent les composants du système et les processus en jeu dans le bassin versant.

La présente planche donne d'une part une vue d'ensemble au niveau national des charges spécifiques produites par les bassins versants choisis et charriées jusqu'aux dépotoirs en aval. Pour les bassins versants sans informations mais semblables du point de vue morphométrique et lithologique à ceux de la banque de données «Solid», les charges spécifiques estimées ici indiquent l'ordre de grandeur des volumes potentiellement mobilisables. D'autre part, elle présente des exemples de relation entre les charges spécifiques et certains paramètres lithologiques et morphométriques des bassins versants. Une analyse plus détaillée des bassins versants nécessite des données supplémentaires (p. ex. levés de terrain [1,4]).

Banque de données «Solid»

Suite aux événements dévastateurs de l'été 1987, qui ont provoqué de grands dégâts en Suisse, le Groupe de travail pour l'hydrologie opérationnelle (GHO) a proposé la création d'une banque de données nationale des sédiments charriés par les torrents et les rivières de montagne. Celle-ci, baptisée «Solid» et mise au point par la Confédération, les cantons et les instituts de recherche, est gérée par la division Hydrologie de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Les buts de la banque de données et les critères de choix des stations de mesure ont été définis par le GHO

[2,3]. Actuellement, 103 stations y sont répertoriées, alors que la Suisse compte plusieurs centaines de dépotoirs. Les données qui l'alimentent sont livrées par les cantons et les instituts de recherche. Elles représentent les volumes de sédiments produits par les bassins versants et transportés par les cours d'eau jusqu'à un dépotoir, où ils sont piégés. Le volume de sédiments stockés dans le dépotoir est estimé à l'aide de méthodes directes (comptage ou pesage des camions nécessaires pour vider le dépotoir) et indirectes (levé topographique et photogrammétrie). Les fournisseurs de données livrent non seulement les volumes charriés, mais aussi des renseignements tels que:

l'intervalle de mesure (annuelle ou pluriannuelle);

le type des événements (événement isolé ou plusieurs événements);

les causes déclenchantes (orage, pluies persistantes);

la composition de la masse charriée (matériaux détritiques de fond ou en suspension, ou bois);

la dynamique du transport (charriage de fond ou lave torrentielle).

La banque de données «Solid» contient également des renseignements généraux sur les dépotoirs, la géologie et la morphométrie du bassin versant et du cours d'eau ainsi que des informations sur la couverture végétale, l'utilisation du sol, le climat et la période de récurrence de précipitations extrêmes.

La division Hydrologie de l'OFEV a lancé en 2003 un projet de description, au moyen de levés de terrain, des bassins versants répertoriés dans la banque de données «Solid» visant à estimer le volume maximal potentiellement mobilisable dans chacun d'eux, pour mieux les classer et les comparer. Les observations de terrain, complétant les mesures des volumes des sédiments piégés dans les dépotoirs, sont d'une grande importance pour l'analyse et la compréhension du transport de matière solide dans les torrents.

Analyse et estimation des charges

Les charges spécifiques annuelles moyenne et maximale ainsi que la charge spécifique maximale transportée par un événement isolé ont été estimées pour chacune des stations présentées dans la planche. La charge spécifique annuelle moyenne de chacun des bassins versants se calcule en divisant la somme des volumes mesurés par le nombre d'années d'observation correspondantes. En règle générale, les périodes d'observation sont irrégulières et souvent discontinues (v. tab. 2). Il se peut que le matériel stocké dans le dépotoir pendant une année par exemple soit dû à un seul événement (p. ex. une lave torrentielle) et corresponde ainsi à la charge spécifique annuelle. Pour les bassins versants dont le charriage de fond alimente plusieurs dépotoirs, le calcul des volumes charriés tient compte des volumes piégés dans les différents dépotoirs (BE-08, GR-01, SG-03, SG-04, SG-06).

La banque de données «Solid» permet aussi de mettre en relation les volumes charriés dans un dépotoir avec les paramètres climatiques (fig. 3), géologiques (fig. 3, 4, 5 et 6) et morphométriques (fig. 4 et 5) caractéristiques de son bassin versant. La figure 4 révèle que la charge spécifique annuelle maximale diminue à mesure que la surface du bassin versant augmente (p. ex. BE-01: surface du bassin versant 0.3 km², charge spécifique maximale 8667 m³/km² et T1-16: surface 317 km², charge spécifique maximale 9 m³/km²). La même remarque peut être tirée de la figure 5. Ainsi, pour la même fréquence de non-dépassement, la charge spécifique annuelle diminue avec l'augmentation de la taille des bassins versants. Si les grands bassins versants produisent des charges spécifiques annuelles inférieures à celles des petits bassins versants, c'est généralement parce que leur pente moyenne est plus faible. Ils comportent donc davantage de zones à faible pente capables de piéger temporairement les sédiments charriés en amont de leur dépotoir, ce qui entraîne une diminution du débit solide spécifique.

La figure 5 met en relation les charges spécifiques annuelles avec quatre paramètres géologiques et morphométriques des bassins versants. Après avoir classé les bassins versants selon la lithologie dominante, la surface, la pente moyenne et le facteur de forme, on a étudié les

fréquences de non-dépassement présentées par les différents classements. Pour la même fréquence de non-dépassement (p. ex. 50 %), les bassins versants ayant une surface plus petite, une pente moyenne plus forte ou une forme plus allongée, présentent des charges spécifiques annuelles plus élevées (p. ex. AG-02: pente moyenne 10.9°, charge spécifique maximale 17 m³/km² et TI-16: pente moyenne 55.4°, charge spécifique maximale 585 m³/km²; VS-11: facteur de forme du bassin versant 0.12, charge spécifique maximale 5912 m³/km² et TI-13: facteur de forme 0.98, charge spécifique maximale 18 m³/km²). Par contre, la relation entre la fréquence de non-dépassement et les charges spécifiques annuelles n'est pas évidente pour le classement lithologique. D'après la figure 5, cela signifie que les paramètres morphométriques (surface, pente et forme du bassin versant) ont une influence majeure sur les volumes charriés par les cours d'eau.

La figure 6 représente les charges spécifiques annuelles moyennes et maximales ainsi que les charges maximales dues à des événements isolés, réparties en fonction des quatre types géologiques principaux (molasse, calcaire, flysch, cristallin). La charge spécifique annuelle moyenne de chaque classe s'obtient en divisant la somme des charges spécifiques estimées dans les dépotoirs de la classe en question par le nombre d'années d'observation correspondantes. La charge spécifique annuelle maximale de chaque classe représente la plus grande charge observée dans un dépotoir de la classe en question. Il en est de même pour la charge spécifique maximale d'un événement isolé. C'est dans les classes «calcaire» et «cristallin» que les charges spécifiques estimées sont les plus importantes, ce qui s'explique non seulement par la géologie des bassins versants appartenant à ces deux classes, mais aussi par leur pente généralement plus forte.

Le tableau 1 fournit les coordonnées géographiques ainsi que les paramètres géologiques et morphométriques des bassins versants et des cours d'eau pour les stations de mesure répertoriées dans la banque de données «Solid». Ces paramètres permettent de mettre au point des modèles empiriques d'estimation des charges solides susceptibles d'être charriées par les torrents et les rivières de montagne. Les paramètres morphométriques sont tirés du réseau hydrographique numérique au 1:25 000 (dgn2599). Si le dépotoir est alimenté uniquement par un cours d'eau temporaire, et étant donné que seuls les cours d'eau pérennes sont numérisés, la longueur du chenal principal reportée dans le tableau est égale à zéro et certains de ses paramètres morphométriques perdent leur signification. C'est le cas, par exemple, de la station de Pöschrüti-Seedorf (UR-03).

Le tableau fournit également des informations sur l'utilisation du sol dans les bassins versants selon la «Statistique suisse de la superficie» publiée par l'Office fédéral de la statistique (OFS) et sur les périodes de récurrence des précipitations régionales extrêmes (v. planches 2.4 et 2.42). Pour les grands bassins versants (dès 25 km² environ), étant donné que la répartition de la pluie n'est pas considérée uniforme, les précipitations régionales extrêmes sont calculées en utilisant un coefficient d'abattement spatial (v. planche 2.5). Les précipitations régionales extrêmes reportées dans le tableau 1 sont spécifiques à ce projet et sont à utiliser avec précaution pour d'autres applications.

Bibliographie

- [1] **Gertsch, E. (2009):** Geschiebelieferung alpiner Wildbachsysteme bei Grossereignissen – Ereignisanalysen und Entwicklung eines Abschätzverfahrens. Diss. Geographisches Institut der Universität Bern.
- [2] **GHO (1984):** Feststoffbeobachtung in schweizerischen Gewässern – Schlussbericht der Arbeitsgruppe für Feststoffbeobachtung. Bern.
- [3] **GHO (1987):** Die mengenmässige Erfassung von Schwebstoffen und Geschiebefrachten. Mitteilung der Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie (GHO), Nr. 2, Bern.
- [4] **Lehmann, C., Spreafico, M., Naef, O. (1996):** Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen, Teil I und II. Mitteilung der Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie (GHO), Nr. 4, Bern.