

Planche 7.4 Concentrations et charges des matières en suspension dans les cours d'eau

Transport de matières solides dans les cours d'eau

La matière solide transportée par les cours d'eau peut être répartie en trois catégories: charge de fond, matières en suspension et matières flottantes. La charge de fond désigne la fraction de matières solides transportée au contact du lit du cours d'eau. Il s'agit ainsi le plus souvent du matériel constitutif même du lit, remis en mouvement. Le matériel fin, maintenu en suspension par le courant et ses turbulences, constitue la seconde catégorie. Quant aux matières flottantes, elles ont par définition une densité égale ou inférieure à celle de l'eau et sont représentées principalement par du matériel organique (surtout du bois) et, à l'occasion, par de la glace.

Ces matières solides proviennent de l'érosion du bassin versant (attaque par les agents atmosphériques, lessivage des sols), de l'érosion du lit même du cours d'eau et de la remise en suspension de matériel déjà sédimenté dans le lit. Le transport de matières solides dépend non seulement de facteurs hydrauliques tels que la pente, la profondeur et la vitesse de l'écoulement mais aussi très fortement de paramètres de bassin, par exemple les précipitations, le vent, la température, les types de sols, la végétation, l'utilisation du sol et la pente du terrain. La combinaison de ces différentes composantes, constituant le potentiel d'érosion, déterminera qui, du charriage de fond ou du transport de matières en suspension, jouera le rôle principal, en ce qui concerne les quantités transportées par un cours d'eau. Dans une rivière du Plateau à faible pente, ce sont le plus souvent les matières en suspension qui prédomineront, alors que dans les torrents de montagne à forte pente, le charriage l'emporte généralement.

Sur certains tronçons de cours d'eau, des influences anthropogènes peuvent faire s'élever la concentration des matières en suspension, par exemple du fait de l'introduction d'eaux usées, du lavage de gravier, ou de chantiers en rivière ou sur rives.

Les lacs ont une influence considérable sur le transport des matières en suspension par les cours d'eau. D'une part, une grande partie du matériel parvenant au lac s'y sédimente et d'autre part, de la matière organique en suspension s'y crée, sous forme de plancton. Le plancton vivant ainsi que des détritiques organiques morts peuvent constituer une part appréciable de la matière en suspension à l'aval des lacs, à côté des particules inorganiques issues des sols et des roches.

L'étude de la matière en suspension est intéressante tant du point de vue de la protection des cours d'eau que de celui de l'utilisation de l'eau. Dans ce domaine, certains aspects offrent un intérêt particulier: érosion dans les bassins versants, envasement et remblaiement des retenues et des lacs, purges des retenues, colmatage de certains tronçons des cours d'eau, développement du frai du poisson, adsorption de colloïdes et de substances dissoutes, apparition d'usure dans des installations techniques et dimensionnement de dessableurs pour des prises d'eau.

Concentration des matières en suspension

Le Service hydrologique et géologique national (SHGN) relève depuis 1962 la concentration des matières en suspension à certaines stations hydrométriques spécialement choisies. De même, plusieurs services cantonaux et certains instituts universitaires effectuent des recherches sur les cours d'eau, soit sur une base régulière, soit lors de campagnes de mesure, comprenant souvent la mesure de ces concentrations. La carte présentée ici se base ainsi sur un choix de stations, appartenant à différents types de réseaux, où des mesures régulières sont disponibles, pour la période 1979 –1993. L'origine de ces données est indiquée soit dans le tableau de la Planche 7.1, soit dans le tableau 1 figurant sur cette planche-ci.

Le SHGN prélève des échantillons deux fois par semaine et les services cantonaux le font généralement seulement une fois par mois. Au cours des 15 années considérées ici, on a relevé environ 1500 valeurs pour chaque station SHGN et 180 par station cantonale de mesure. Il s'ensuit qu'il a fallu distinguer ces deux types de réseaux pour la représentation cartographique. En 1993, le

SHGN a étudié le transport de sédiments à l'aide de 15 stations supplémentaires. Pour bien marquer la différence des résultats (fréquences cumulées des concentrations) de l'année 1993, par rapport à ceux de la période 1979–1993, les 100 mesures environ par station de cette année-là, ont également été représentées sur la carte. L'utilisation d'une échelle logarithmique est nécessaire pour représenter toutes ces distributions, en raison de la très grande dispersion des valeurs.

Le relevé de la concentration des matières en suspension se fait le plus souvent en laboratoire, après la prise d'échantillons, effectuée soit manuellement à l'aide d'une épuisette spéciale, soit automatiquement à l'aide d'un échantillonneur mécanique. Il n'est pas possible actuellement d'effectuer de détermination quantitative par des méthodes indirectes, comme la mesure de la turbidité ou l'analyse des ultrasons. Une méthode fréquemment utilisée lors de la purge de réservoirs consiste à mettre en oeuvre sur le terrain un cône d'Imhoff qui, grâce au principe de décantation, permet d'obtenir relativement rapidement une indication de la charge de matières en suspension, exprimée en ml/l. Mais, dans le meilleur des cas, ces résultats ne peuvent être approximativement convertis en mg/l qu'après étalonnage à l'aide de sédiments prélevés dans le cours d'eau examiné.

Le SHGN utilise un instrument spécialement développé pour le prélèvement des échantillons destinés à l'analyse de la matière en suspension [1]. Il permet de laisser entrer 1 l d'eau, dans une bouteille en matière plastique, par une buse d'une ouverture d'un diamètre de 4 mm. La bouteille est envoyée par la poste au laboratoire du SHGN où le contenu sera analysé selon une des méthodes décrites dans une directive du DFI (filtre à membrane de 0.65 µm) [2].

Dans une section d'un cours d'eau naturel, la distribution de la matière en suspension n'est pas homogène: elle présente un gradient, principalement dans le sens de la verticale, mais aussi dans le sens de la largeur du cours d'eau. Le plus souvent, et pour des raisons physiques, la concentration s'accroît au voisinage du lit du cours d'eau. Ce gradient peut changer suivant le débit. A l'aide de relevés de sections en travers, par exemple au moyen du chariot de mesure du SHGN [1]; on peut au besoin établir la relation existant entre une concentration proche de la surface et la concentration moyenne de la section.

Charges des matières en suspension

Si les matières contenues dans l'eau étaient réparties de façon homogène, le débit solide [g/s] pourrait se calculer simplement en multipliant la concentration par le débit. Mais à cause de la répartition non homogène des matières en suspension décrite plus haut, il faut soit effectuer la prise d'échantillon en un point représentatif de toute la section, soit utiliser une relation préétablie entre les concentrations au point de prélèvement et les concentrations moyennes du profil.

Pour déterminer la charge de matière [t] transportée au cours d'un espace de temps déterminé (jour, mois ou année), il est nécessaire d'intégrer le débit solide sur l'espace de temps en question. A partir d'échantillons, cette intégration n'est possible qu'indirectement, par exemple en appliquant une relation entre la concentration de matières en suspension (c) et le débit (Q). Comme le débit est relevé de façon continue aux stations du SHGN, l'utilisation d'une relation c/Q pour déterminer la charge transportée est une solution évidente. La méthode utilisée au SHGN consiste donc à reporter, en coordonnées doublement logarithmiques, les concentrations des matières en suspension en fonction des débits moyens journaliers et à calculer une corrélation pour le domaine de l'écoulement tranquille de basses eaux et une autre pour le domaine plus turbulent des moyennes et hautes eaux. Après transformation inverse, on obtient ainsi, pour ces deux gammes de débit, deux relations c/Q exponentielles, au moyen desquelles les charges journalières sont estimées, puis réutilisées pour évaluer les charges mensuelles (Fig. 2) et annuelles (Fig. 1, Tab. 2).

Comme ces relations c/Q présentent des coefficients de corrélation en général assez bas, le SHGN s'est efforcé de trouver de meilleures méthodes pour la détermination des charges. C'est ainsi qu'ont été mis en service des échantillonneurs automatiques, qui prélèvent chaque jour un échantillon. Le résultat des mesures faites ainsi à la station de Gsteig sur la Lüttschine (N° 2005), pour l'année 1995, sont présentés dans la figure 3. On constate que la concentration de matières en suspension augmente rapidement au début d'une crue, pour redescendre ensuite plus rapidement vers des valeurs basses que ne le fait le débit. Cette évolution dans le temps a

tendance à dessiner, dans un diagramme c/Q , une boucle typique d'un phénomène d'hystérèse plutôt qu'une droite. Les charges journalières représentées à la figure 4 (concentrations journalières multipliées par les débits moyens correspondants) montrent bien que les mois d'hiver, coïncidant avec une période d'étiage, ne contribuent que très peu à la charge annuelle. En revanche, une forte proportion de cette charge annuelle peut être transportée en une seule journée de crue. Par exemple dans le cas présent, le 19 % de la charge annuelle a passé en date du 3.7.1995. Sur la figure 2, on remarque à la station de Bellinzone (N° 6007) une charge extrême pour le mois d'octobre. Cette valeur est due à la charge mensuelle d'octobre 1979, mois au cours duquel, en raison d'une crue, apparemment autant de matière en suspension a été transportée par le Tessin qu'en six années moyennes (voir aussi tableau 2).

Fig. 3
Abfluss und Konzentrationen 1995 (tägliche Messungen)
Débit et concentrations, 1995 (mesures journalières)
Lütschine, Gsteig (Nr./N° 2005)

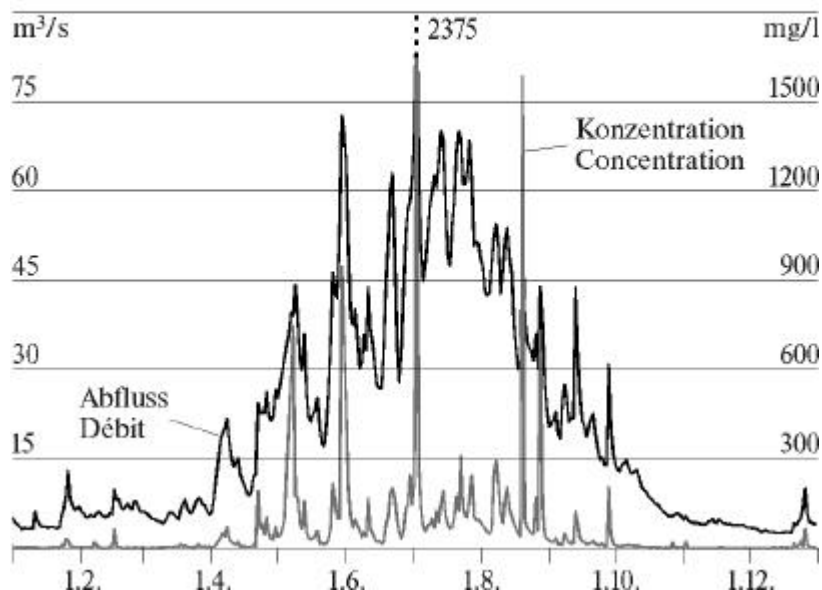
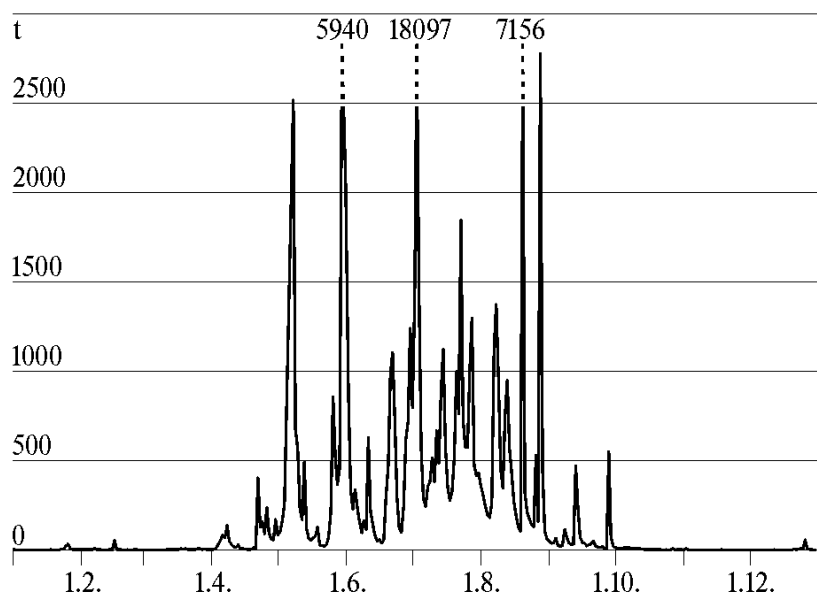


Fig. 4
Tagesfrachten 1995
Charges journalières, 1995
Lütschine, Gsteig (Nr./N° 2005)



Bibliographie

- [1] **GHO (1987):** Die mengenmässige Erfassung von Schwebstoffen und Geschiebefrachten. Mitteilung der Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie (GHO), Nr. 2, Bern.
- [2] **Eidgenössisches Departement des Innern EDI (1983):** Richtlinien für die Untersuchung von Abwasser und Oberflächenwasser – 2. Teil: Oberflächenwasser. Bern.