

Hydrophone de surveillance du transport solide de fond

Mots-clés : sédiments, transport

Type d'outil	Milieux étudiés	Disciplines mobilisées	Destinataires
<ul style="list-style-type: none"> - Méthodologie - Modèle 	<ul style="list-style-type: none"> - Cours d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Chercheurs, gestionnaires

OBJECTIFS

Suivre en continu le transport solide de fond de cours d'eau de grande dimension par une approche indirecte.

CONTENU DE L'OUTIL

Le transport des sédiments joue un rôle majeur dans la dynamique des cours d'eau. Il influe sur la morphologie du lit, le transport de polluants et détermine les habitats aquatiques disponibles.

La quantification du transport au fond des matériaux les plus grossiers (charriage) est particulièrement important dans les questions d'ingénierie des rivières ou de gestion des ouvrages ; ce domaine intéresse aussi les scientifiques : le transport solide de fond et ses conséquences sur le lit et la vie de la rivière sont encore mal connues. Des méthodes de mesures directes sont couramment utilisées tels que les échantillonneurs de charge comme le Helley-Smith sampler. Néanmoins ces techniques sont coûteuses en temps et en énergie. Elles peuvent même être dangereuses si l'on souhaite s'en servir pour faire des mesures lors d'évènements à forts courants. De plus, elles sont chères et ne permettent d'obtenir des mesures que localement. Elles sont de ce fait peu adaptées aux cours d'eau larges tels que les fleuves.

Les méthodes de mesures indirectes présentent un attrait majeur pour pallier les manques des méthodes directes traditionnelles. Celles-ci ont vu le jour pour la première fois en 1933 grâce à Mühlhofer et elles ont pu être développées ces dernières années grâce aux progrès des techniques (capteurs, enregistrements) et des méthodes de traitement du signal. La méthode hydrophone développée par les chercheurs de l'IGE consiste à enregistrer les bruits de la rivière par un capteur immergé, à isoler dans ce paysage sonore les bruits générés par les sédiments lorsqu'ils s'entrechoquent et à analyser les caractéristiques de ce bruit pour en déduire le transport des sédiments sur le fond du lit.

L'ESSENTIEL

En tant que mécanisme majeur du fonctionnement des cours d'eau, la connaissance et le suivi du transport des sédiments sont des problématiques de recherche importantes. Néanmoins les moyens techniques disponibles sont limités. Entre autres les moyens de mesure du transport par charriage dans les grands cours d'eau sont imprécis et difficiles à mettre en œuvre.

Dans le domaine, les approches indirectes offrent des possibilités nouvelles. L'hydrophone de surveillance du transport solide de fond développée par l'Université de Grenoble-Alpes fournit un bon compromis pour l'étude du transport des sédiments et pour le dimensionnement des particules.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> + La mesure est intégrative d'une zone étendue (le signal capté enregistre le transport dans un rayon supérieur à 10 mètres). + La méthode ne perturbe pas l'écoulement ni le transport. Quand il est placé en berge, le capteur est peu vulnérable. + La méthode est bien adaptée aux cours d'eau larges et profonds, qui sont des conditions où les autres méthodes sont souvent impossibles. + Le coût d'installation est faible. + Suivi continu à haute résolution temporelle. 	<ul style="list-style-type: none"> - La mesure est intégrative, elle demande donc la prise en compte des propriétés de propagation du son dans la veine fluide. - Nécessite une calibration pour l'estimation quantitative du flux de sédiments. - Méthode en développement.

MISE EN ŒUVRE

Moyens humains

2 personnes

Matériel

Hydrophone

Compétences

Besoin d'un apprentissage

PRINCIPES

Pour pouvoir établir une relation entre le flux des sédiments et les sons de la rivière, il est nécessaire d'isoler le bruit produit par les graviers et galets du bruit de fond issu des activités géophysiques (pluie, vent, chute de pierre), de la faune sauvage (oiseaux, poissons, mammifères) ou des activités humaines (trafic routier, engins motorisés). Ainsi l'étude a permis de déterminer que les sons émis à une basse fréquence (<100 Hz) sont le résultat des turbulences en l'absence de transport de sédiments, tandis que les sons à haute fréquence (>1000 Hz) correspondent au transport des particules ainsi qu'à l'agitation de surface. Bien que le bruit des vagues puisse encore parasiter l'enregistrement, l'utilisation de l'hydrophone pour des cours d'eau de grande taille, plus lisses à la surface et au fond, permet de limiter ces effets parasites.

La méthode permet en premier lieu de détecter la présence de transport solide au fond de la rivière pour des particules de taille supérieure à 2 mm.

Malgré les contraintes qu'imposent les mesures intégratives de l'hydrophone, celles-ci permettent d'acquérir des informations sur le flux des sédiments sur une large bande du cours d'eau. Ainsi l'étude a montré que la distance maximale pour laquelle le transport solide influe sur le signal perçu par l'hydrophone est de 5 à 10 mètres en fonction de la profondeur d'écoulement. L'utilisation de plusieurs hydrophones, ou l'exploration de la veine fluide, permet de localiser le transport. L'analyse du contenu fréquentiel permet de déterminer la taille des particules transportées. On a démontré aussi que la puissance sonore est liée au débit solide transporté.

PERSPECTIVES ET PRECONISATIONS

Cette méthode peut être utilisée pour des applications opérationnelles, en particulier pour surveiller l'occurrence du transport solide de fond dans de grands cours d'eau au lit formé de gravier. Elle continue à faire l'objet de recherches et son développement est en cours, en particulier en ce qui concerne la détermination précise du flux et de la granulométrie.

PERSONNES RESSOURCES

Thomas GEAY

Labo/structure : Université Grenoble Alpes, Grenoble INP, CNRS, GIPSA-Lab, Grenoble
thomas.geay@gipsa-lab.grenoble-inp.fr
Tél: 04 76 57 47 90

Philippe BELLEUDY

Labo/structure Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, Grenoble INP, IGE, Grenoble
philippe.belleudy@univ-grenoble-alpes.fr
Tél : 04 76 63 56 62

DOCUMENT(S) SOURCE

Geay, T., P. Belleudy, C. Gervaise, H. Habersack, J. Aigner, A. Kreisler, H. Seitz, and J. B. Laronne (2017), Passive acoustic monitoring of bed load discharge in a large gravel bed river, *J. Geophys. Res. Earth Surf.*, 122, 528–545, doi:10.1002/2016JF004112.

Geay, T., Belleudy, P., Laronne, J. B., Camenen, B., and Gervaise, C. (2017) Spectral variations of underwater river sounds. *Earth Surf. Process. Landforms*, 42: 2447–2456. doi: 10.1002/esp.4208.

Petrut, T., Geay, T., Gervaise, C., Belleudy, P., and Zanker, S.: Passive acoustic measurement of bedload grain size distribution using self-generated noise, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22, 767-787, <https://doi.org/10.5194/hess-22-767-2018>, 2018.

AUTEUR(S)

Thomas Geay, Philippe Belleudy

STRUCTURE(S) PORTEUSE(S) DU PROJET

Université Grenoble Alpes

SITES ET OBSERVATOIRES DE LA ZABR MOBILISES

Arc-Isère en particulier

THEMATIQUES ZABR ABORDEES

Flux, formes, habitats et biocénoses