

SismoRiv : Estimation du charriage en rivière à l'aide d'une mesure du bruit sismique présent dans les berges

Travaglini Eric *, Ornstein Pascal *, Joseph Moerschel **, Thierry Schneider ***

* Centre de recherche sur l'environnement alpin CREALP, Rue de l'industrie 45, CH-1951 Sion

** HES-So Valais, Route du Rawyl 47, CH-1950 Sion2

*** TETRAEDRE Sarl, Rue des Epancheurs 34b, CH 2012 Auvernier

Le transport solide, ou capacité d'un cours d'eau à transporter des sédiments, est le facteur principal influençant la morpho-dynamique des cours d'eau de montagne. L'estimation du transport sédimentaire, ou charriage, est habituellement effectuée à l'aide des formules de la littérature et suppose une relation constante entre les débits liquides et solides. Cette relation jugée satisfaisante à long terme subit une forte variabilité à court terme, la rendant inadaptée à l'analyse des événements de crue.

En 2011, le CREALP, en partenariat avec le WSL, a piloté la construction à Zinal (Val d'Anniviers, VS) d'une station de mesure expérimentale basée sur une méthode d'écoute sismique utilisant la technique des « Swiss Plate Geophones » (Rickenman 2014). Le principe est d'estimer le charriage à partir d'une mesure des vibrations émises par les sédiments lorsqu'ils impactent le fond du lit (Figure 1A). Des géophones, installés sous des plaques métalliques elles-mêmes disposées au sein d'une section bétonnée dans le lit de la rivière (Figure 1B), enregistrent ces vibrations. Une campagne de calibration réalisée entre 2012 et 2013 a permis d'établir une relation entre le signal vibratoire émis et le volume sédimentaire en transit. Bien qu'offrant de très bons résultats en matière de suivi quantitatif du transport sédimentaire, cette solution s'appuie sur un dispositif de mesure intrusif nécessitant des investissements lourds et coûteux pour sa mise en œuvre et limitant considérablement son déploiement à grande échelle.

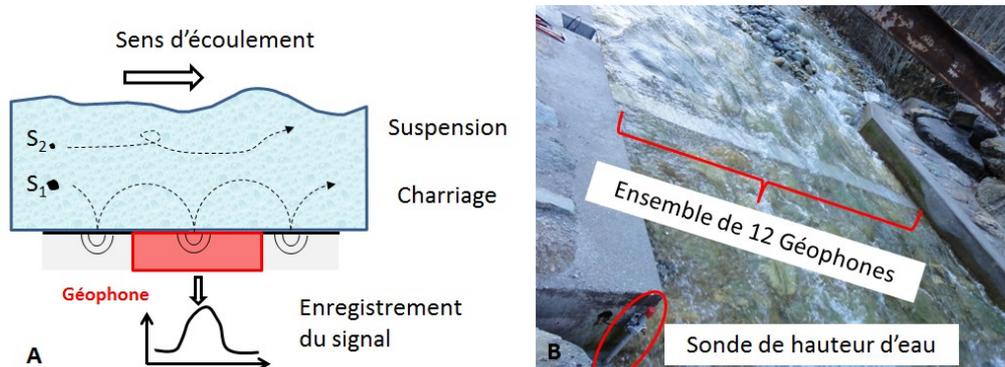


Figure 1.A) Concept de mesure des « Swiss Plate Geophones », B) Application au site expérimental de Zinal

Les recherches de Burtin et al. 2011 montrent que les flux liquides et solides transitant au sein d'un cours d'eau génèrent des vibrations qui se propagent à l'extérieur du lit. Sur la base de ces observations, confirmées par de récentes études (Gimbert et al. 2014, Larose et al. 2015), le CREALP propose une nouvelle approche axée sur l'utilisation de capteurs sismiques à bas coûts

installés dans les berges de la rivière. Avec le soutien de l'OFEV dans le cadre de son programme de Promotion des technologies environnementales, une solution de mesure (SismoRiv) a été développée et testée au cours de l'été 2015 parallèlement aux mesures effectuées par la station de référence équipée des « Swiss Plate Geophones ». Ce premier test a permis d'attester la faisabilité du concept de mesure. L'analyse préliminaire des résultats obtenus confirme l'existence, au sein du signal sismique mesuré, de différentes composantes fréquentielles représentatives des fractions liquides et solides du débit. Le débit solide (Q_s SismoRiv) déduit des mesures sismiques réalisées avec la solution SismoRiv (Figure 2) montre une bonne similitude avec les débits fournis par la station de référence (Q_s Ref) et un gain significatif par rapport aux estimations obtenues à l'aide des formules de la littérature (Q_s Recking). Ces premiers résultats encourageants mettent en évidence le potentiel de la solution de mesure SismoRiv pour le monitoring du charriage.

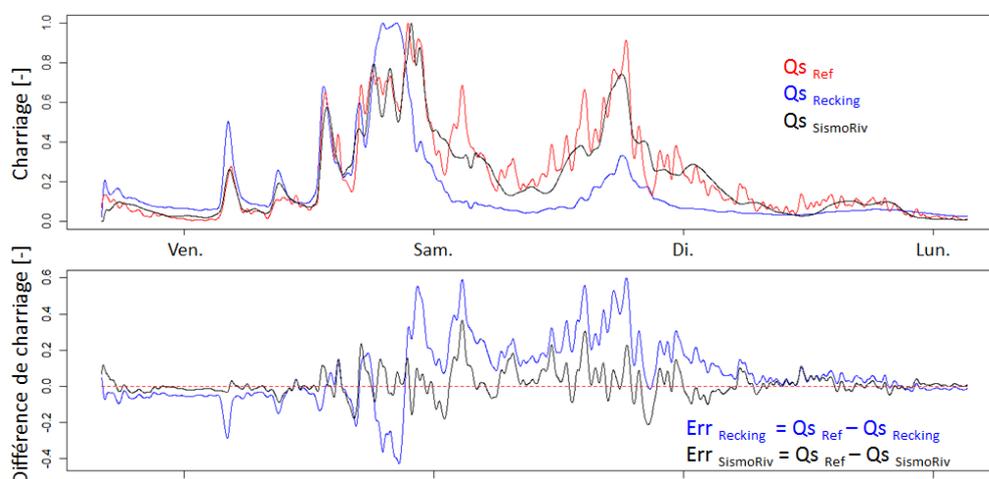


Figure 2. Comparaison d'estimations normalisées du charriage sur le site de Zinal obtenues via différentes approches métrologiques et numériques.

REFERENCES

- Burtin, A., Cattin, R., Bollinger, L., Vergne, J., Steer, P., Robert, A., Findling, N. and Tiberi, C. (2011). Towards the hydrologic and bed load monitoring from high-frequency seismic noise in a braided river: The "torrent de St Pierre", French Alps. *J. Hydrol.*, 408(1–2). 43–53. ISSN 00221694. doi: 10.1016/j.jhydrol.2011.07.014.
- Gimbert, F., Tsai, V. C. and Lamb, M. P. (2014). A physical model for seismic noise generation by turbulent flow in rivers. *J. Geophys. Res. Earth Surf.*, 119(10). 2209–2238. ISSN 2169-9011. doi: 10.1002/2014JF003201.
- Larose, E., Carrière, S., Voisin, C., Bottelin, P., Baillet, L., Guéguen, P., Walter, F., Jongmans, D., Guillier, B., Garambois, S., Gimbert, F. and Massey, C. (2015). Environmental seismology: What can we learn on earth surface processes with ambient noise? *J. Appl. Geophys.*, 116. 62–74. ISSN 0926-9851. doi: 10.1016/j.jappgeo.2015.02.001.
- Rickenmann, Dieter, Jens M. Turowski, Bruno Fritschi, Carlos Wyss, Jonathan Laronne, Ronel Barzilai, Ian Reid, et al. « Bedload Transport Measurements with Impact Plate Geophones: Comparison of Sensor Calibration in Different Gravel-Bed Streams ». *Earth Surface Processes and Landforms* 39, no 7 (15 juin 2014): 928-42. doi:10.1002/esp.3499.