

Développement d'une station de mesure hydroacoustique pour la mesure de la concentration et de la granulométrie du sable en suspension en continu

Development of a hydroacoustic station for the continuous measurement of suspended sand concentration and grain size

Auteur correspondant : Jessica LAIBLE, Doctorante à INRAE Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes, 5 Rue de la Doua, 69100 Villeurbanne, jessica.laible@inrae.fr

La connaissance du flux, de la distribution granulométrique et de la distribution temporelle et spatiale du sable en suspension joue un rôle important pour la gestion sédimentaire des rivières alpines aménagées. Dans ces rivières, comme l'Arc ou l'Isère, le sédiment s'accumule en amont des barrages ce qui requiert des chasses d'hydrocurage régulières afin de maintenir la capacité de stockage des retenues. Dans le cas de la Basse-Isère, les chasses des barrages effectuées en 2008 et 2015 ont mené à des dépôts de sables importants dans la zone de la confluence avec le Rhône. Cela a engendré un arrêt de la navigation, des opérations de dragage, ainsi qu'un contentieux entre les gestionnaires. Afin d'améliorer la gestion sédimentaire dans la Basse-Isère, il est primordial de connaître la quantité, la granulométrie et la distribution spatiale et temporelle de la fraction sableuse. Notamment pendant les chasses, des informations en continu et en temps réel sont essentielles pour les exploitants des barrages.

Néanmoins, la mesure en continu de sa concentration reste un fort enjeu, car la distribution du sable en suspension est caractérisée par des gradients horizontaux et verticaux importants. Son exploration spatiale et temporelle requiert des échantillons fréquents et distribués dans toute la section de la rivière. L'approche classique par jaugeages solides utilise des échantillons de l'eau et/ou de sédiment repartis sur plusieurs verticales et à différentes profondeurs dans la colonne d'eau, mais elle offre une résolution spatiale et temporelle limitée. L'objectif de cette étude est d'établir des séries temporelles de concentration et granulométrie du sable en suspension en améliorant la résolution temporelle par l'utilisation d'une méthode acoustique multi-fréquentielle se basant sur l'atténuation et la rétrodiffusion acoustique pour mesurer indirectement la suspension. Selon les expériences de Moore et al. (2012) et de l'USGS, l'utilisation de deux fréquences différentes dans la gamme de 300 à 2000 kHz environ permet la séparation de la fraction fine (argiles et limons), qui domine l'atténuation acoustique, de la fraction sableuse causant la majorité de la rétrodiffusion acoustique. Par l'inversion du signal acoustique, la concentration et la granulométrie du sédiment en suspension peuvent être déterminées en corrigeant l'intensité du signal par les pertes de transmission pour chacune des deux fréquences.

Cette étude suit l'approche de l'USGS qui exploite plusieurs stations hydroacoustiques sur le Colorado depuis une dizaine d'années. Par rapport au Colorado, la teneur en sédiments fins dans l'Isère est plus prononcée et le rapport entre la concentration des sédiments fins et du sable change en fonction des conditions hydro-sédimentaires. Appliquer la méthode bi-fréquentielle de Topping & Wright (2016) nécessitera sans doute des adaptations. Deux Horizontal Acoustic Doppler Current Profilers (HADCPs) monostatiques de 400 et 1000 kHz ont été installés à la station hydro-sédimentaire de l'Isère à Grenoble Campus (Figure 1). Des échantillons isocinétiques prélevés avec des échantillonneurs de suspension US P-72 et US P-6 près de la zone de mesure des HADCPs permettent d'établir une relation entre la rétrodiffusion acoustique corrigée et la concentration du sédiment en suspension. Pour déterminer le flux sableux total à travers la section de la rivière, des jaugeages solides réalisés avec une Bouteille de Delft et des mesures ADCP sont effectués simultanément. En combinant les échantillons dans la zone de mesure des HADCPs avec ceux faits dans toute la section, il est possible d'établir une relation entre la concentration index du sable en suspension évaluée sur la zone de mesure des HADCP et la concentration moyenne sur la section. Des séries temporelles de concentration et granulométrie du sable en suspension à Grenoble Campus peuvent être déterminées en effectuant des campagnes de prélèvement régulières.

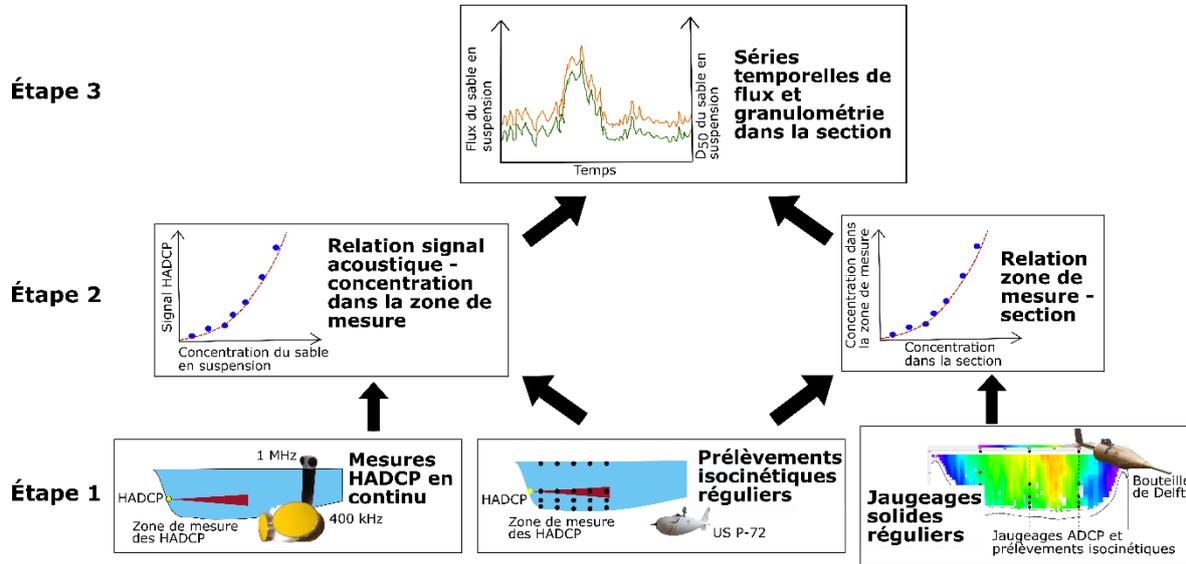


Figure 1: Méthodologie envisagée.

Les premiers résultats permettent l'établissement des séries temporelles d'atténuation liée aux sédiments α_{sed} et de rétrodiffusion corrigée suivant la méthodologie de Topping et Wright (2016). Des pics prononcés du signal d'atténuation, correspondent à des événements extrêmes (une lave torrentielle en amont, des chasses des barrages ou une crue de printemps). Ces résultats sont obtenus en faisant l'hypothèse forte d'une suspension homogène tant en concentration qu'en distribution granulométrique.

Faisant le lien entre la concentration des sédiments en suspension (déterminée à l'aide de la turbidimétrie plus sensible aux sédiments fins qu'au sable) et l'atténuation liée aux sédiments pour les deux fréquences, une bonne corrélation est obtenue (Figure 2). Des événements extrêmes montrent des signatures spécifiques causant des boucles d'hystérésis prononcées qui peuvent être liés à des changements de la granulométrie du sédiment en suspension. Les informations sur la concentration et la granulométrie des prélèvements récoltés lors des jaugeages et des préleveurs automatiques de la station pourront aider à comprendre précisément ce comportement. Des hétérogénéités de concentration et de granulométrie le long du faisceau acoustique contredisent la distribution homogène supposée par la méthode et requièrent une analyse locale adaptée.

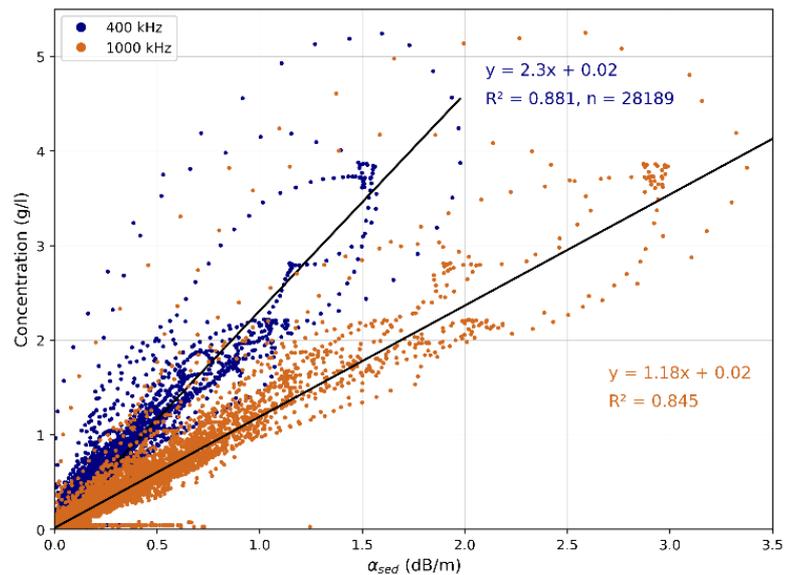


Figure 2: Relation entre la concentration et l'atténuation liée aux sédiments pour les deux fréquences.

Références

- Moore, S. A., Le Coz, J., Hurther, D., & Paquier, A. (2012). *On the application of horizontal ADCPs to suspended sediment transport surveys in rivers*. Continental Shelf Research, 46, 50-63.
- Topping, D. J., & Wright, S. A. (2016). *Long-term continuous acoustical suspended-sediment measurements in rivers-Theory, application, bias, and error* (No. 1823). US Geological Survey.