

Etablissement de séries temporelles de concentration et granulométrie du sable en suspension dans l'Isère à Grenoble Campus en utilisant une méthode hydroacoustique

Using a hydroacoustic method to establish continuous time series of suspended sand concentration and grain size in the Isère River, France

Jessica LAIBLE* (INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France), **Benoît CAMENEN** (INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France), **Jérôme LE COZ** (INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France), **Guillaume DRAMAIS** (INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France), **Gilles PIERREFEU** (CNR, CACOH, Lyon, France), **François LAUTERS** (EDF, HYDRO-DTG, Saint-Martin-le-Vinoux)

*auteur correspondant

1. Problématique de la mesure de la concentration et granulométrie du sable en suspension

La mesure en temps réel de la concentration et de la granulométrie des sables en suspension est très complexe à cause de leur forte variabilité spatio-temporelle. La méthodologie classique par jaugeage solide, avec des prélèvements distribués dans la section, offre une résolution temporelle limitée et nécessite des moyens importants en terme de coût et personnel. Appliquer une méthode hydroacoustique multi-fréquentielle peut améliorer la résolution temporelle par rapport à l'approche classique et fournir une alternative intéressante pour la mesure de la concentration et de la distribution granulométrique des sédiments en suspension. L'objectif de cette étude est d'établir des séries temporelles de concentration et de granulométrie des sables en suspension dans l'Isère à Grenoble Campus en appliquant une méthode acoustique.

2. Méthodologie - Mesures hydroacoustiques à Grenoble Campus

Des mesures hydroacoustiques sont effectuées à la station hydrométrique de Grenoble Campus sur l'Isère depuis avril 2021. Pour cela, deux *Horizontal Acoustic Doppler Current Profilers* (HADCPs) de 400 et 1000 kHz ont été installés sur la berge en rive gauche et des mesures sont faites toutes les 10 min. Ces données sont utilisées pour déterminer l'atténuation acoustique α_{sed} causée par les sédiments ainsi que la rétrodiffusion acoustique moyenne \bar{B} le long du faisceau. Les deux paramètres ainsi obtenus sont ensuite liés avec la concentration et la granulométrie moyenne dans la section acquies par l'intermédiaire de jaugeages solides effectués avec des préleveurs US P6 et bouteille de Delft proche du volume insonifié. L'étape suivante consiste à établir des séries temporelles de concentration et de granulométrie du sable en suspension en utilisant des équations théoriques sur la réponse acoustique des sédiments en fonction de leur concentration et taille (Thorne & Meral, 2008) et se basant sur une méthodologie bifréquentielle (Topping & Wright 2016).

3. Résultats et discussion: Séries temporelles de concentration et granulométrie du sable en suspension

Une bonne corrélation entre l'atténuation α_{sed} et la concentration moyenne des sédiments dans la section peut ainsi être obtenue (Figure 1a). Pour les sables, une relation avec la rétrodiffusion \bar{B} est établie en utilisant uniquement les jaugeages où le rapport S entre la concentration des sédiments fins et la concentration du sable est inférieur à 2 afin de ne prendre en compte que les conditions hydro-sédimentaires ayant un faible impact des sédiments fins sur la rétrodiffusion acoustique (Figure 1b). Bien que la réponse acoustique des sédiments fins soit notamment dominée par leur concentration, la réponse acoustique des sables dépend aussi de la granulométrie avec un diamètre médian D_{50} variant entre 150 et 400 μm . Cela a pour conséquence l'obtention des mêmes valeurs de rétrodiffusion \bar{B} pour des gammes de concentrations de sables différentes.

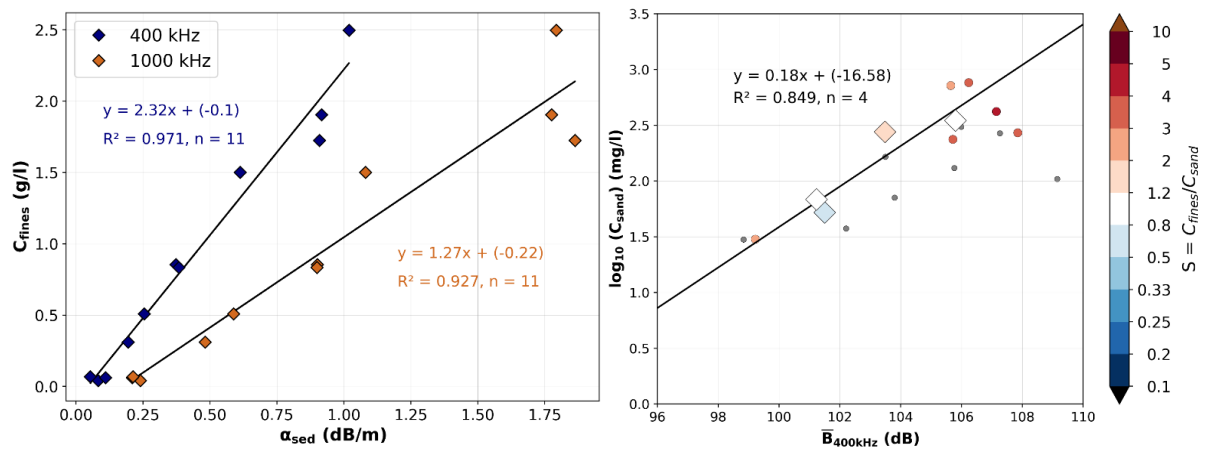


Figure 1: a) Relation entre l'atténuation acoustique et la concentration des sédiments fins et b) relation entre la rétrodiffusion acoustique et la concentration des sables.

Finalement, des séries temporelles de concentration des sables en suspension préliminaires peuvent être établies en utilisant les relations sur la rétrodiffusion déterminées auparavant (Figure 2). Elles montrent une relativement bonne prise en compte de la dynamique sableuse, néanmoins, la prise en compte complète de la granulométrie pourra améliorer leur précision pour certains événements et conditions.

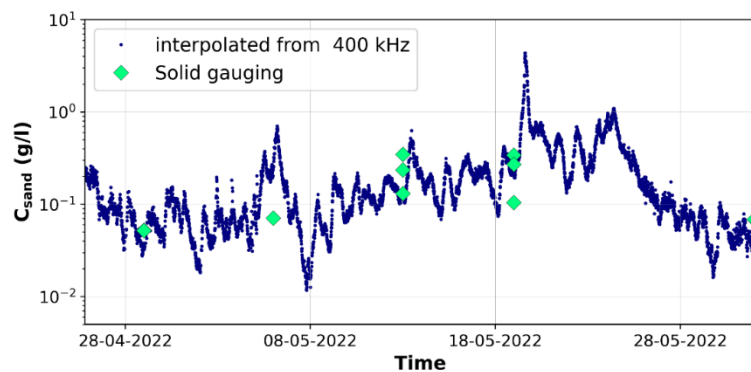


Figure 2: Extrait d'une série temporelle de concentration des sables en suspension établie avec l'HADCP de 400 kHz.

4. Conclusion et perspectives

La méthode hydroacoustique offre une amélioration de la résolution temporelle pour la mesure de la concentration et la granulométrie du sable en suspension. Les mesures hydroacoustiques combinées aux jaugeages solides sous des conditions hydro-sédimentaires variées ont permis d'établir des relations entre les concentrations en sédiments fins et sableux ainsi que l'atténuation et la rétrodiffusion acoustique. Des séries temporelles préliminaires de la concentration sableuse sont établies et montrent la nécessité de la prise en compte détaillée de la réponse acoustique des sables en fonction de leur granulométrie. De plus, l'homogénéité de la concentration et de la granulométrie des particules le long du faisceau acoustique paraît être un facteur important pour établir des séries temporelles de concentration basées sur une analyse cellule-par-cellule, au lieu d'une analyse utilisant la valeur moyenne dans la section.

Ce travail a été partiellement financé par l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR), un programme de recherche multi-partenaires financé au travers du plan Rhône par les fonds européens de développement régional (ERDF), l'agence de l'Eau RMC, CNR, EDF et les régions Auvergne-Rhône-Alpes, PACA, et Occitanie.

REFERENCES

- Thorne, P. D., & Meral, R. (2008). Formulations for the scattering properties of suspended sandy sediments for use in the application of acoustics to sediment transport processes. *Continental Shelf Research*, 28(2), 309-317.
- 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.