

Combinaison de mesures acoustiques et de prélèvements sédimentaires pour le suivi de la charge de fond de rivières : application à la Moselle

Combining acoustic survey and sediment sampling to monitor river bedload dynamics: application to the Moselle River

Auteur correspondant : **Guillaume PIASNY**, UMR 7362, CNRS-Université de Strasbourg-ENGEEES, 3 rue de l'Argonne, 67000 Strasbourg, guillaume.piasny@live-cnrs.unistra.fr

Auteurs de la communication : **Thomas GEAY**, BURGEAP R&D, Grenoble, France
Sébastien ZANKER, EDF-DTG, Grenoble, France
Pierre-André GARAMBOIS, IRSTEA, Aix-en-Provence, France
Pascal FINAUD-GUYOT, HydroSciences Montpellier, Polytech Montpellier, France
Laurent SCHMITT, CNRS LIVE UMR 7362, Strasbourg, France

1. Introduction

La réserve naturelle régionale de la « Moselle Sauvage » s'étend sur 13 km au piémont occidental du massif vosgien. Le régime hydrologique de la rivière, de type pluvial océanique, se caractérise par de hautes eaux hivernales et printanières et des basses eaux estivales. Le lit mineur du tronçon étudié est méandrique avec une sinuosité de 1,35. Sa pente moyenne est de 1,2 ‰ et sa largeur moyenne à plein bord de 60 m. La charge sédimentaire grossière est essentiellement issue de l'érosion des berges, dont les particules grossières présentent un D_{50} de 14 mm. Bien que ce secteur soit relativement épargné d'actions anthropiques passées directes (endiguements, extractions de sédiments en lit mineur...), la propagation de réajustements morphodynamiques initiés par des actions effectuées en amont et en aval de ce secteur impacte le fonctionnement actuel de la réserve : érosions régressive et progressive, contraction du lit... Ces fronts d'érosion convergent aujourd'hui vers le secteur central de la réserve, ce qui a conduit à l'affaissement de la pile centrale du pont de Bainville-aux-Miroirs lors d'une crue biennale en 2011, et pourrait entraîner dans le futur une défluviation du lit mineur avec des risques significatifs pour des infrastructures. Dans ce contexte, l'étude dans laquelle s'inscrit cette communication vise à caractériser et anticiper les évolutions morphodynamiques de la Moselle pour proposer des scénarios de gestion et de restauration de la mobilité du cours d'eau. Pour cela, un modèle hydro-sédimentaire 2D est en cours de construction sur toute la zone, combiné à un suivi morpho-sédimentaire détaillé. Ce dernier consiste en des levés topo-bathymétriques (LiDAR), des mesures hydrologiques (limnimètres, ADCP), des mesures granulométriques (de surface et de subsurface) et un traçage sédimentaire (2500 pit-tags). Plusieurs méthodes innovantes *in situ* ont également été mises en œuvre pour suivre en continu la charge de fond, ce qui est un élément pertinent pour la calibration du modèle hydro-sédimentaire [2], bien que cela soit rarement réalisé. L'objectif de cette communication est (i) de présenter le protocole expérimental multi-méthodes ayant permis le suivi en continu de la charge de fond de la Moselle et (ii) de montrer les apports de cette approche pour la compréhension de la dynamique sédimentaire du linéaire fluvial étudié et pour sa modélisation.

2. Matériel et méthodes

Un hydrophone installé en mars 2018 sur la rive gauche de la Moselle, au droit du pont de Bainville-aux-Miroirs, enregistre en continu les bruits générés par l'écoulement et les sédiments charriés. Pour calibrer cette mesure continue mais localisée en pied de berge, des mesures acoustiques discontinues ont été effectuées à l'échelle de la section en travers selon la méthode de « jaugeage » proposée par Geay et al. [1]. Cette méthode permet de vérifier si la mesure du capteur situé en berge est représentative de la section complète. Dix campagnes de mesures acoustiques ont été conduites lors d'évènements hydrologiques ayant des périodes de retour comprises entre un et quatre ans (de 160 à 450 m³/s). Enfin, dans le but de relier la puissance acoustique à un débit solide, trois campagnes de prélèvements directs ont été réalisées à l'aide d'un préleveur de type Helley-Smith pour des débits variant entre 220 et 290 m³/s.

3. Résultats et perspectives

Une bonne corrélation est observée entre les prélèvements de la charge de fond et les mesures acoustiques le long de la section en travers (figure 1a). La relation obtenue entre la puissance acoustique et le débit solide, moyennés sur la section, est cohérente avec le modèle général proposé par Geay et al. [1]. Il est donc possible d'estimer le débit solide de la Moselle à l'aide des cartographies acoustiques et de comparer ces résultats à ceux de la modélisation. Par ailleurs, on constate que la mesure acoustique en berge est corrélée avec la moyenne des mesures acoustiques réalisées sur la section en travers, ce qui signifie que la mesure en berge est bien représentative de la section complète de la Moselle. Ainsi, l'ensemble des données acquises permet d'estimer en continu la charge de fond de la Moselle à Bainville-aux-Miroirs, ce qui offre la possibilité d'une étude fine de la dynamique temporelle de ce paramètre.

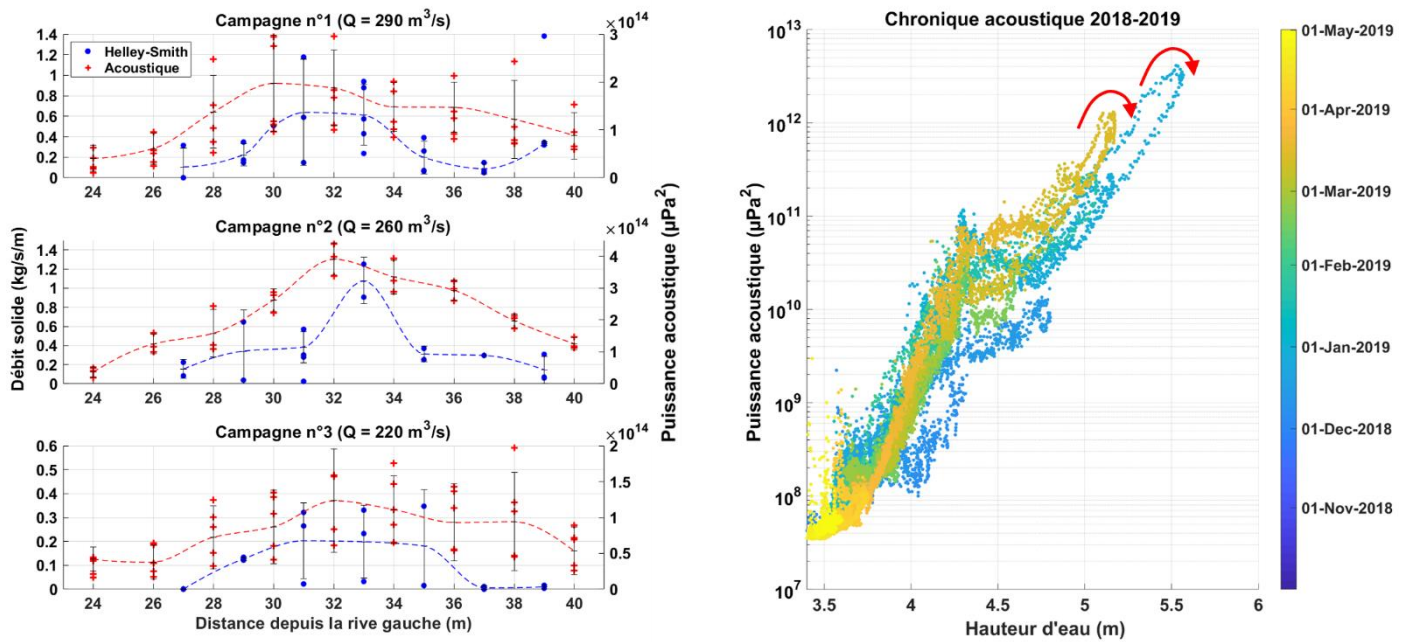


Figure 1 : Comparaison des mesures par prélèvements Helley-Smith et jaugeages acoustiques le long de la section en travers (a) et chronique de la variation de la puissance acoustique en fonction de la hauteur d'eau (b).

La figure 1b montre ainsi que la puissance acoustique (i.e. la charge de fond) est plus faible durant la phase de décrue que durant la phase de crue (facteur 5), pour un même niveau d'eau, ce qui traduit un effet d'hystérésis horaire (flèche rouge). Cet effet est particulièrement marqué lors de la première crue morphogène de la période des hautes eaux de l'hiver 2018-2019, après 6 mois d'étiage, mais il se répète également, avec une plus faible amplitude, lors les crues ultérieures. Par ailleurs, les résultats montrent que le charriage augmente progressivement, pour un niveau d'eau donné, d'une crue à l'autre, montrant que la succession des crues tend à faciliter la mobilisation des sédiments et à augmenter le flux sédimentaire. Ces résultats confirment que le seuil critique de mise en mouvement des sédiments varie, de crue morphogène en crue morphogène, au cours d'une même période de hautes eaux. La chronologie des crues est donc un paramètre important à prendre en compte dans l'étude de la dynamique morpho-sédimentaire du cours d'eau. L'intégration de ce phénomène dans la modélisation morpho-sédimentaire en cours d'élaboration, par la modulation du seuil critique de mise en mouvement, devrait donc permettre d'améliorer la modélisation de l'évolution morphodynamique de la Moselle.

REFERENCES

- [1] Geay, T., Zanker, S., Misset, C., & Recking, A. (in review). Passive acoustic measurement of bedload transport: towards a global calibration curve? *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*.
- [2] Jodeau, M. (2007). Morphodynamique d'un banc de galets en rivière aménagée lors de crues (Thèse de doctorat). Université Claude Bernard – Lyon I.