

OBSERVATION ET CALCUL DU FLUX DE SABLE EN SUSPENSION SUR LE RHONE A LYON

Suspended sand fluxes observation and computation in the Rhône River at Lyon

Auteur correspondant : Guillaume DRAMAIS, INRAE, 5 rue de la Doua, BP 32108 - 69616 Villeurbanne, guillaume.dramais@inrae.fr

Auteurs de la communication : Benoît CAMENEN, INRAE, Villeurbanne, France
 Jérôme LE COZ, INRAE, Villeurbanne, France
 Gilles PIERREFEU, CNR, Lyon, France

1. Introduction

Disposer de bilans de flux de sable dans les cours d'eau est important. Les enjeux socio-économiques liés au dépôt ou à l'érosion des sables sont multiples avec des aspects écologiques, industriels et de sécurité notamment. Les bilans de flux de sable restent actuellement difficiles à établir, du fait du manque de données, de leurs grandes incertitudes et des limites des méthodes de mesure et de calcul, ce qui ne permet pas un diagnostic et une prise de décision efficaces.

Le sable est classiquement défini comme les particules minérales de 63 μm à 2 mm de diamètre. Il est transporté par charriage et suspension graduée. Les volumes de sable déplacés sont limités à la fois par la capacité de transport de l'écoulement et par la disponibilité des matériaux (apports amont, du fond, des berges).

L'objectif de cette étude est de calculer des bilans de flux de sable lors d'évènements hydrologiques par la réalisation de jaugeages solides réguliers. Une méthode de calcul des jaugeages solides de sable en suspension est utilisée [1] à partir d'une exploration de la section. Ensuite, une quantification des bilans de flux de sable en suspension est proposée, notamment sur le site du Rhône à Lyon-Perrache (France).

2. Des jaugeages solides aux bilans

La zone proche du fond est particulièrement active pour ce qui est de la suspension graduée de sable et la prise en compte d'une concentration dans cette zone est importante pour une bonne estimation du flux de sable. Ainsi, pour réduire les incertitudes sur le flux, la méthode de jaugeage solide du sable en suspension nécessite d'explorer une section de cours d'eau et de déterminer le débit liquide et la concentration en sable. Nous proposons pour cela l'utilisation d'un ADCP et d'un préleveur instantané horizontal [1]. Un protocole d'analyse des échantillons en laboratoire adapté au sable est ensuite nécessaire pour une estimation fiable des concentrations [2].

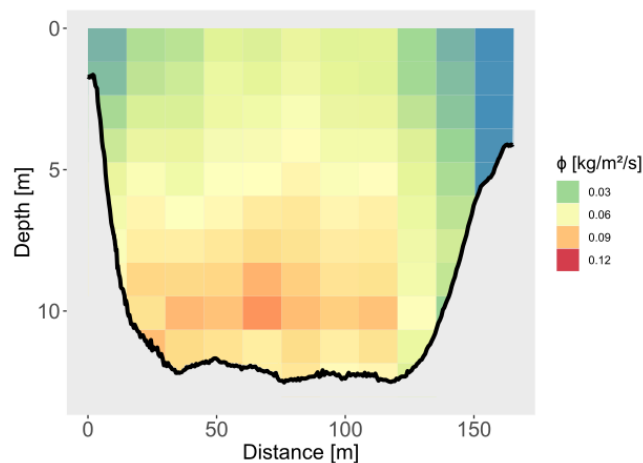


Figure 1 : Représentation du flux unitaire de sable en suspension le 22/01/2018 sur le Rhône à Perrache.

La méthode de calcul du jaugeage solide est basée sur l'utilisation des données haute résolution de vitesse et de bathymétrie mesurées par ADCP et des concentrations mesurées à différentes profondeurs sur plusieurs verticales. La combinaison de ces mesures permet d'affecter spatialement une concentration à chaque cellule de l'ADCP et d'estimer ainsi la répartition du flux de façon plus réaliste dans la section (Figure 1). Des profils théoriques [1] de concentration sont ajustés sur les mesures afin de déterminer la concentration dans la partie non-mesurée au fond. Les paramètres des profils sont interpolés latéralement en fonction des contraintes hydrauliques locales, supposées en première approximation proportionnelles à la hauteur d'eau. Pour calculer ensuite des bilans de flux de sable à l'échelle d'un évènement, une courbe de tarage sédimentaire basée sur la capacité de transport est utilisée.

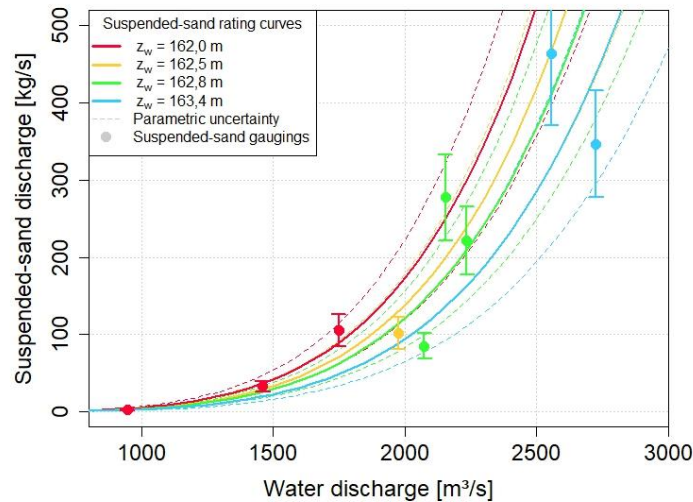


Figure 2 : Courbes de tarage sédimentaire du sable en suspension pour le Rhône à Perrache.

3. Application au Rhône à Lyon-Perrache

Plusieurs campagnes de jaugeages solides ont été réalisées sur le Rhône à Lyon-Perrache entre 2018 et 2020. Elles ont permis d'obtenir un jeu de données de jaugeages solides pour une gamme de débit de 900 à 2700 m³/s. Cette série d'observations est combinée avec les a priori sur un modèle de transport par capacité simplifié dans l'outil statistique *BaM!* [3] pour déterminer une courbe de tarage sédimentaire avec un intervalle de confiance à 95%. Ensuite on peut calculer des bilans de flux de sable à partir de ces courbes (Figure 2) qui considèrent en entrée le débit liquide et la hauteur d'eau. Ainsi, durant le mois de janvier 2018 sur le Rhône à Perrache on estime à 0,175 +/- 0,053 Mt de sable en suspension, le flux qui a transité pendant ce mois exceptionnel en terme de transport.

4. Conclusion

Des campagnes de jaugeages solides par exploration de la section par ADCP et préleveurs ponctuels horizontaux combinées avec l'utilisation d'une courbe de tarage sédimentaire basée sur la capacité de transport permettent de réduire les incertitudes sur les débits solides et d'estimer des bilans flux de sable en suspension pour des évènements particuliers.

REFERENCES

[1] G. Dramais, B. Camenen, J. Le Coz, D. Topping, G. Pierrefeu, C. Peteuil. [2019] A physically based method of combining ADCP velocity data with point samples to compute suspended-sand discharge – application to the Rhône river, France". SEDHYD 2019, Reno, Nevada.

[2] G. Dramais, B. Camenen, J. Le Coz. [2018] Comparaison de méthodes pour la mesure des matières en suspension dans les cours d'eau, en présence de sable. La Houille Blanche. 5-6, p. 96-105. <https://doi.org/10.1051/lhb/2018056>

[3] Le Coz, J., Renard, B., Bonnifait, L., Branger, F. et Le Boursicaud, R. [2014]. Combining hydraulic knowledge and uncertain gaugings in the estimation of hydrometric rating curves : A Bayesian approach. Journal of Hydrology, 509:573–587. 22, 164, 222