

ÉVALUATION DU CHARRIAGE LOCAL PAR SUIVI DE DUNES : APPLICATION AU COLORADO DANS LE GRAND CANYON

Assessment of local bedload by dune tracking: application to the Colorado River in Grand Canyon

Auteur correspondant : Jérôme LE COZ, INRAE, UR RiverLy, 5 rue de la Doua 69100 Villeurbanne, France, jerome.lecoz@inrae.fr

Auteurs de la communication : Jérôme LE COZ, INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France
Emeline PERRET, INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France

1. Une méthode de suivi de dune pour évaluer le charriage local

La mesure de la charge de fond dans les chenaux à lit sableux reste difficile. En raison des difficultés techniques, du coût et du danger, les techniques d'échantillonnage physique sont souvent remplacées par des techniques de substitution telles que le suivi des dunes réalisé à partir de sondages acoustiques successifs de la topographie du lit. Les caractéristiques des formes de fond telles que leur hauteur, longueur d'onde et célérité peuvent être déterminées avec une précision raisonnable. En intégrant l'équation d'Exner exprimant la conservation de la masse des sédiments, le taux moyen de charriage q_b sur une longueur de dune peut être exprimé comme suit [5] :

$$q_b = (1 - p)V_b H_b + q_{b,0} \quad (1)$$

où p est la porosité du lit, V_b et H_b sont la célérité et la hauteur moyenne (épaisseur) de la dune. La constante d'intégration $q_{b,0}$ est en pratique supposée nulle. Traditionnellement, la hauteur moyenne des formes du lit est calculée comme suit : $H_b = \alpha_b H_{b,max}$ où $H_{b,max}$ est la hauteur de crête à creux des formes de fond et α_b est le facteur de forme. Le plus souvent, les dunes sont supposées être de forme triangulaire, d'où $\alpha_b = 0,5$.

Les technologies modernes telles que les échosondeurs multifaisceaux, la stéréophotogrammétrie et la vélocimétrie par séquence d'images sont de plus en plus utilisées pour améliorer la résolution et la précision du suivi des dunes, en laboratoire et sur le terrain. Alors que la célérité locale des différentes formes de fond a déjà été mesurée par certains auteurs [4], nous n'avons pas connaissance d'une évaluation de la variabilité spatio-temporelle de la charge de fond à l'échelle de la forme de fond.

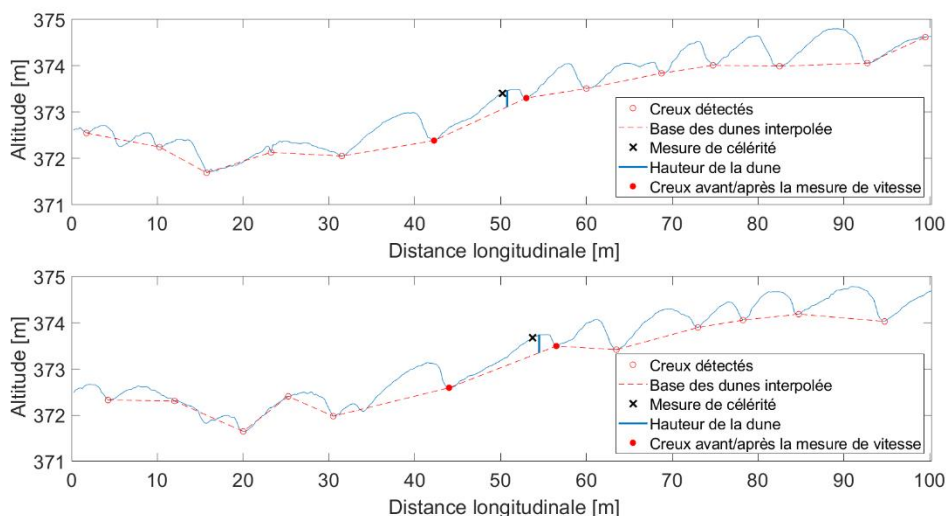


Figure 1 : exemple de détection de la dune associée à une mesure de vitesse, à partir de transects extraits de deux MNT successifs

Cette communication présente une méthodologie pour déterminer les composantes locales du charriage en utilisant des relevés bathymétriques à haute résolution répétés sur un même tronçon de cours d'eau. Les célérités locales V_b

des formes de fond sont calculées à l'aide de la vélocimétrie par images de particules à grande échelle (LSPIV), initialement développée pour les mesures de vitesse de surface d'un écoulement, à l'aide du logiciel Fudaa-LSPIV [2]. Ensuite, les données bathymétriques sont interpolées dans la direction de la célérité de chaque forme de fond (cf. Figure 1). Le long de chaque transect longitudinal, les creux séparant les dunes sont détectés automatiquement. La hauteur moyenne H_b de la forme de fond la plus proche du point de mesure de vitesse est calculée. Les flux locaux instantanés de la charge de fond peuvent être calculés via l'équation (1), et peuvent ensuite être moyennés dans le temps. Le facteur de forme α_b des dunes est également évalué dans l'axe de chaque forme de fond.

2. Application à un tronçon du Colorado dans le Grand Canyon

Cette méthode est appliquée aux relevés acoustiques à haute résolution effectués par l'USGS [1,3] d'un tronçon d'environ 300 m de long sur 40 m de large du Colorado dans le Grand Canyon en amont de Diamond Creek. La période de répétition était d'environ 6 à 10 minutes et l'élévation du lit a été interpolée tous les 0,25 m pour faciliter le traitement. Deux campagnes de 12 heures ont été menées en mars 2015 (environ 283 m³/s, montée de crue) et juillet 2015 (environ 566 m³/s, décrue). Les résultats obtenus pour la campagne de juillet 2015 donnent un aperçu de la variabilité spatiale de la charge de fond (Figure 2).

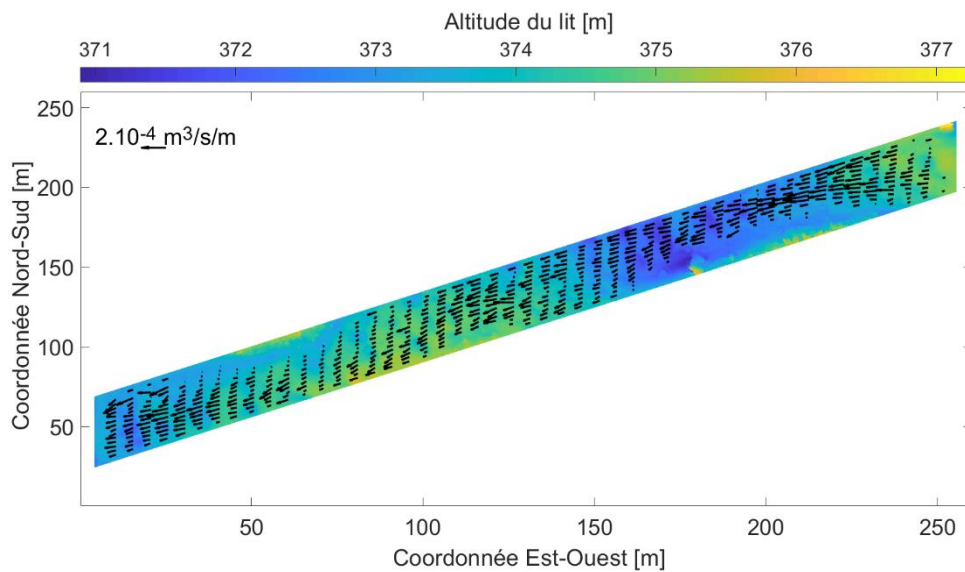


Figure 2 : composantes du charriage moyennées dans le temps (vecteurs) et altitude du fond du chenal (couleurs, premier MNT).

La méthode proposée est générique et peut être appliquée à d'autres campagnes bathymétriques similaires. Cependant, la précision et la robustesse de la méthode doivent encore être évaluées, en particulier à travers la sensibilité aux paramètres de la LSPIV et à ceux de la détection des dunes.

REFERENCES

- [1] Kaplinski, M., Hazel, J.E., J., Grams, P., Kohl, K., Buscombe, D., and Tusso, R. (2017) Channel mapping river miles 29-62 of the Colorado River in Grand Canyon National Park, Arizona, May 2009, U.S. Geological Survey Open-File Report 2017-1030, 1-35.
- [2] Le Coz, J., Le Boursicaud, R., Jodeau, M., Hauet, A., and Marchand, B. (2014). Image-based velocity and discharge measurements in field and laboratory river engineering studies using the free Fudaa-LSPIV software. In IAHR RiverFlow2014 conference, Lausanne, Switzerland.
- [3] Leary, K. C. P. and Buscombe, D. (2020). Estimating sand bedload in rivers by tracking dunes: a comparison of methods based on bed elevation time-series. *Earth Surf. Dynam.*, 8, 161–172.
- [4] Muste, M., Baranya, S., Tsubaki, R., Kim, D., Ho, H., Tsai, H., and Law, D. (2016). Acoustic mapping velocimetry, *Water Resources Research*, 52, 4132-4150.
- [5] Simons, D. B., Richardson, E. V., and Nordin, C. F. (1965), Bedload equation for ripples and dunes, Professional Paper 462-H, U. S. Geological Survey.