

Granulométrie de surface des lits en tresses à partir d'images drone

Using UAS imagery to characterize grain size distribution of braided rivers

Loïs RIBET* (INRAE IGE, Grenoble, France), **Frédéric LIÉBAULT** (INRAE IGE, Grenoble, France), **Laurent BORGNIE** (INRAE LESSEM, Grenoble, France), **Michaël DESCHÂTRES** (INRAE IGE, Grenoble, France), **Gabriel MELUN** (OFB, Vincennes, France).

* auteur correspondant

1 Contexte

Dans le cadre du protocole CarHyCE de l'Office français de la biodiversité (OFB) (Baudoin *et al.*, 2017), qui vise à établir un diagnostic physique à l'échelle d'un tronçon homogène de cours d'eau, la granulométrie de surface est obtenue à partir d'un prélèvement au sol de type Wolman réalisé sur un radier présentant la fraction granulométrique la plus grossière, et d'observations ponctuelles au droit des points de mesure de plusieurs transects. Cependant, en plus d'être potentiellement laborieuse, cette méthode d'échantillonnage ne permet pas de représenter toute l'hétérogénéité spatiale des macroformes sédimentaires, et tout particulièrement dans le cas des lits en tresses (seuils, bancs, mouilles, nappes de charriage).

Ce travail vise à améliorer ce protocole en proposant une caractérisation de la granulométrie des rivières en tresses par l'exploitation d'images drone haute-résolution via des outils de restitution photogrammétrique. Le développement de ces technologies offre aujourd'hui la possibilité d'obtenir une information spatiale très riche. L'objectif est ainsi de fournir une méthodologie reproductible permettant d'extraire la granulométrie de surface des rivières en tresses sur de grandes échelles.

2 Protocole méthodologique

La méthode est fondée sur l'utilisation d'un drone équipé d'une caméra haute-résolution (20 Mpxl) et d'un GPS embarqué en liaison avec une base GPS au sol pour la correction en cinématique temps réel du positionnement. Le géoréférencement direct du centre optique de chaque image obtenue avec cet équipement, de précision centimétrique, représente un avantage décisif pour les applications photogrammétriques, car il permet d'améliorer la qualité des restitutions topographiques. Les prises de vue sont traitées sur le logiciel Agisoft Metashape de restitution photogrammétrique de type *Structure from Motion* (SfM) afin d'obtenir une ortho-image de haute-résolution (2-3 cm) et un nuage de points 3D de haute densité (~1100 points/m²). De ce nuage de points à haute densité est extraite la rugosité altimétrique, un proxy granulométrique ayant déjà été testé dans la littérature (Woodget et Austrums, 2017 ; Vázquez-Tarrío et al., 2017).

Les acquisitions ont été réalisées sur 12 rivières alpines en tresses, aux caractéristiques hydrologiques, lithologiques et aux régimes sédimentaires contrastés. Sur chaque rivière, les vols drone ont été réalisés sur un tronçon de longueur équivalente à 15 fois la largeur du lit actif et en conditions d'étiage afin de minimiser les surfaces en eau et de bénéficier de conditions d'eau claire pour une bonne visibilité du substrat. Les vols ont été réalisés à une altitude relative de 70 m, pour obtenir des images de résolution centimétrique.

Afin d'obtenir une loi de calibration granulométrique, une dizaine de parcelles par sites ont été sélectionnées et marquées à la peinture avant le survol drone. Ces parcelles ont été systématiquement positionnées sur des surfaces planes de granulométrie homogène. Les faciès granulométriques dominants de chaque site ont été échantillonnés, dans une gamme comprise entre

les graviers fins (2-4 mm) et les petits blocs (25-50 cm). Les parcelles ont ensuite été photographiées pour en extraire automatiquement leur distribution granulométrique via *Digital Grain Size* (DGS) (Buscombe, 2013). La qualité des percentiles DGS est contrôlée par l'extraction manuelle des distributions granulométriques de 44 parcelles via un outil d'analyse d'image (ImageJ). Ainsi corrigés, les percentiles DGS des parcelles ont été comparés à leur rugosité. Cette grandeur est mesurée après l'extraction de chaque parcelle de son nuage de points 3D sur le logiciel de traitement de nuages de points CloudCompare.

3 Résultats

À partir des 129 placettes granulométriques collectées sur les 12 tronçons du jeu de données, il a été possible d'ajuster des régressions linéaires entre les percentiles usuels de la distribution granulométrique de surface et les percentiles équivalents calculés sur les distributions de rugosité des nuages de points SfM. Nos résultats montrent que la rugosité altimétrique locale moyenne est le meilleur proxy de la taille médiane des grains en surface, avec un R^2 de 0,83 et une précision de 5 mm. La calibration du proxy a été obtenue pour des valeurs de D_{50} comprises entre 12 et 112 mm. Cette loi de calibration granulométrique est ensuite appliquée au raster de rugosité de chaque rivière afin d'obtenir des cartes granulométriques distribuées sur l'ensemble des surfaces sédimentaires non végétalisées de la bande active (incluant les zones submergées pour les sites où les conditions d'eau claire en étiage le permettent) (Fig. 1). Les résultats obtenus montrent de très bonnes correspondances qualitatives avec les états de surface granulométriques visibles sur les ortho-images de haute résolution.

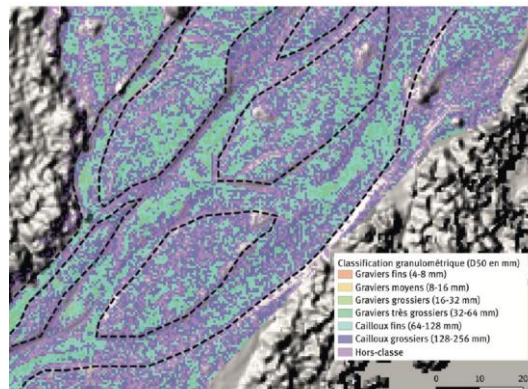


Figure 1: Classification granulométrique de surface projetée sur l'ombrage du modèle numérique de surface SfM avec en pointillés les limites approximatives des chenaux ; lit en tresses de l'Arigéol dans les Alpes-de-Haute-Provence

Références

- Buscombe, Daniel. 2013. « Transferable Wavelet Method for Grain-Size Distribution from Images of Sediment Surfaces and Thin Sections, and Other Natural Granular Patterns ». *Sedimentology* 60 (7): 1709- 32. <https://doi.org/10.1111/sed.12049>.
- Vázquez-Tarrío, Daniel, Laurent Borgniet, Frédéric Liébault, et Alain Recking. 2017. « Using UAS Optical Imagery and SfM Photogrammetry to Characterize the Surface Grain Size of Gravel Bars in a Braided River (Vénéon River, French Alps) ». *Geomorphology* 285 (mai): 94- 105. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.01.039>.
- Woodget, Amy S., et Robbie Austrums. 2017. « Subaerial Gravel Size Measurement Using Topographic Data Derived from a UAV-SfM Approach: Subaerial Gravel Size Measurement Using Topographic UAV-SfM Data ». *Earth Surface Processes and Landforms* 42 (9): 1434- 43. <https://doi.org/10.1002/esp.4139>.

