

Diagnostic du transport de la charge de fond en aval des gorges de la rivière Allier

Diagnosis of bedload transport downstream of the Allier gorges

Arfeuillère Anaïs¹, Johannes Steiger¹, Erwan Roussel¹, Olivier Voldoire¹, Emmanuèle Gautier²

¹Université Clermont Auvergne – CNRS – GEOLAB, 63000 Clermont-Ferrand, anaïs.arfeuillere@uca.fr ; johannes.steiger@uca.fr ; erwan.rousseau@uca.fr ; olivier.voldoire@uca.fr

²Université Paris 1 – CNRS – LGP, 92195 Meudon, emmanuele.gautier@lgp.cnrs.fr

RÉSUMÉ

La connaissance fine du transport solide est une donnée indispensable pour mener à bien les actions de restauration. L'extraction de granulats a entraîné un déficit sédimentaire et l'incision du chenal, estimé à 1-1,5m en moyenne sur l'ensemble du cours alluvial de l'Allier entre 1930 et 1980. Dans ce contexte, la caractérisation et la quantification de la charge de fond en transit apparaissent essentielles pour pouvoir envisager des mesures de restauration. Cette étude a pour objectif de caractériser le flux de la charge de fond à l'entrée du premier secteur de plaine en aval des gorges. Deux méthodes complémentaires ont été employées sur deux sites : (1) des plaques d'impact et (2) des traceurs RFID passifs. Après leur installation dans le chenal actif en septembre 2020, aucun événement hydrologique équivalent ou supérieur au débit biennal (240 m³/s) ne s'est produit. Néanmoins, plusieurs événements dépassant le module (28 m³/s) jusqu'à un débit proche de 100 m³/s ont mis en évidence l'amorce du transport de la charge de fond (graviers fins à grossiers), visible à travers les comptages journaliers enregistrés sur les plaques d'impact pour une gamme granulométrique supérieure à 7 mm et le déplacement, d'une distance médiane de 98 m, des traceurs RFID insérés dans des graviers grossiers (axe-b : 31 mm) sur le site aval.

ABSTRACT

Understanding the bedload transport is essential to sustainable river management and restoration. Gravel mining activity led to a sedimentary deficit and a mean channel incision of the alluvial Allier River ranging between 1 and 1.5m between 1930 and 1980. Characterizing and quantifying the current bedload dynamics appears to be crucial to the definition of effective management and restoration activities. Our study aims to characterize bedload fluxes entering the alluvial river section downstream the Allier canyon. We deployed two complementary bedload survey methods on two sites, i.e. (i) impact plates and (ii) RFID tracking. No flood event equal or superior to the biennial flood (240 m³/s) has occurred since the installation of these devices in the active channel bed in September 2020. Nevertheless, the analysis of the three biggest recorded hydrological events, which exceeded the mean interannual discharge (28 m³/s) up to 100 m³/s, showed bedload transport initiation (fine to coarse gravel) based on daily counts recorded on the impact plates for particle-sizes larger than 7 mm. Furthermore, on the downstream site, coarse gravel (axis-b: 31 mm) equipped with RFID tags travelled a median distance of 98 m.

MOTS CLES

Charge de fond, Plaques d'impact, Restauration, RFID passifs, Rivière Allier (France, Auvergne)

1 INTRODUCTION : CONTEXTE ET OBJECTIFS

En 1998, un rapport technique a mis en évidence une incision moyenne de 1 à 1,5m du fond du chenal et un déficit sédimentaire important sur une grande partie du cours alluvial de la rivière Allier (Massif central, France ; DIREN Auvergne-Epteau, 1998). Encore aujourd'hui la connaissance du transport sédimentaire, et plus particulièrement de la charge de fond, reste largement inconnue tandis que les gestionnaires travaillent à la restauration du plancher alluvial. Une thèse de doctorat (projet RALLIER) débutée fin 2019 vise à acquérir des connaissances sur le transport de la charge de fond de la rivière Allier en se focalisant sur les apports de sédiments grossiers à l'entrée du secteur de plaine alluviale (en aval des gorges amont de la rivière Allier) et par érosion de berges. La présente communication a pour objectif de présenter la méthodologie et les premiers résultats obtenus sur l'étude du transport de la charge de fond à l'entrée du système alluvial.

2 METHODES

2.1 Sites d'étude

Le transport de la charge de fond à l'entrée du système alluvial est étudié sur deux sites (Figure 1A). Le premier site, La Bageasse, se situe à la naissance de la plaine alluviale (sortie des gorges) et le second site, Chappes, à 14 km plus en aval. Ce dernier, plus dynamique latéralement, se distingue également du premier par la présence d'une gravière capturée par le cours d'eau en 1989.

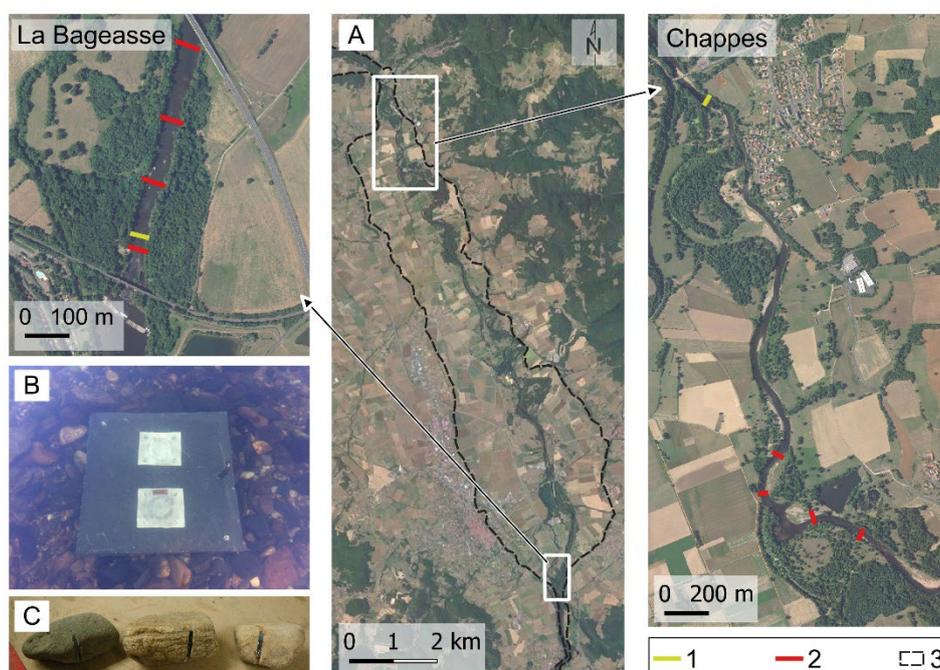


Figure 1. A : localisation des deux sites d'étude au début de la plaine alluviale. 1 : localisation du transect des plaques d'impact. 2 : localisation des transects d'injections des RFID passifs. 3 : limite de la plaine alluviale. B : couple de plaques d'impact montées sur une dalle de béton disposée dans le fond du chenal. C : alluvions naturelles équipées de traceurs RFID passifs.

2.2 Méthode

Deux méthodes complémentaires ont été choisies pour étudier le transport de la charge de fond. Les plaques d'impact de type Benson (Figure 1B) sont munies d'un capteur piézo-électrique permettant de compter le nombre de sédiments frappant la plaque lors de leur transport (Richardson et al., 2003). Cet enregistrement permet de définir la date et la durée de l'événement du transport solide ainsi que son intensité. Sur chacun des deux sites, huit plaques d'impact de forte sensibilité (plaques AA, détection des sédiments > 7 mm ; graviers fins) et huit de plus faible sensibilité (plaques C, détection des sédiments > 23mm ; graviers grossiers) ont été installées sur un transect par couple de sensibilité sur chaque point de mesure. Les traceurs RFID (Radio Frequency Identification) passifs permettent de suivre les trajectoires et les distances parcourues par des particules aux tailles granulométriques connues et de mettre en évidence les débits seuil de mise en mouvement (Piégay et al., 2016). Sur chacun des deux sites, 1500 particules équipées de traceurs RFID passifs ont été injectés dans le

chenal. Les particules équipées de traceurs sont représentatives de quatre percentiles (D_{25} , D_{50} , D_{75} et D_{90}) de la distribution granulométrique de la charge de fond et sont réparties de manière équitable au sein de quatre profils transversaux (Figure 1C). Sur le site 1, les profils sont distants de 160 m environ. Sur le site 2, ils sont localisés de part et d'autre de la gravière capturée.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Entre septembre 2020 et octobre 2021, aucun débit journalier n'a dépassé la crue biennale de $240 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le site 1 et de $230 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le site 2. En revanche, le module, respectivement de $28,30 \text{ m}^3/\text{s}$ et de $29,60 \text{ m}^3/\text{s}$ a été dépassé à trois reprises, donnant lieu à des comptages essentiellement sur les plaques d'impact de forte sensibilité (plaques AA ; Figure 2A). En janvier-février 2021, les deux pics de débit ($23/01/2021$ et $02/02/2021$) ont enregistré en moyenne $82\,000$ impacts au site 1 pour un débit de $80 \text{ m}^3/\text{s}$ et $1\,300\,000$ impacts au site 2 pour un débit de $91 \text{ m}^3/\text{s}$. En juin 2021, concomitant avec la rapide montée du débit, $380\,000$ impacts ont été enregistré au site 1 pour un débit de $84 \text{ m}^3/\text{s}$ le $12/05/2021$ et $3\,000\,000$ impacts au site 2 pour un débit de $98 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cette différence entre le nombre d'impacts suivant la sensibilité de la plaque et entre les deux sites, se retrouve également dans les résultats obtenus sur le suivi des RFID passifs (Figure 2B). Au site 1 (taux de retour de 65%), les RFID se situent majoritairement proche de leur position d'injection (taux de remobilisation de 2%). Au site 2 (taux de retour de 43%) le taux de remobilisation est de 23% et concerne essentiellement les D_{25} (distance médiane de 98 m).

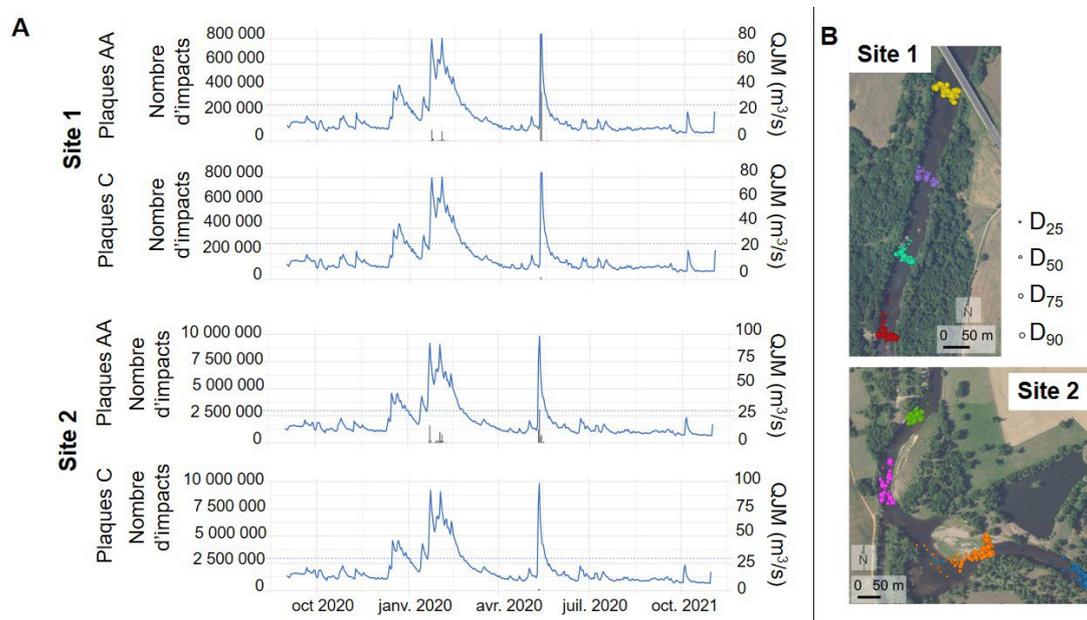


Figure 2. A : Plaques d'impact. Nombre d'impacts journaliers (traits verticaux noires) enregistrés sur chaque site selon le type de plaques. Débits journaliers moyens (trait bleu en pointillé) ; source : Banque Hydro). B : Localisation des traceurs RFID retrouvés. Taille des sédiments : D_{25} (31mm), D_{50} (57mm), D_{75} (80mm), D_{90} (107mm). Chaque couleur correspond à un profil d'injection.

4 CONCLUSION

Cette première année de suivi de la charge de fond a mis en évidence un début de mise en mouvement des particules grossières pour un débit supérieur au module avec la remobilisation de la charge de fond la plus fine (graviers fins à grossiers). Cette analyse met également en lumière l'intérêt de la complémentarité des méthodes dans l'analyse du transport de la charge de fond.

BIBLIOGRAPHIE

- DIREN Auvergne-Epteau. (1998). Etude de l'Allier entre Vieille-Brioude et Villeneuve. Rapport final
- Piégay, H., Arnaud, F., Cassel, M., Dépret, T., Alber, A., Michel, K., Rollet, A.-J. and Vaudor, L. (2016). Suivi par RFID de la mobilité des galets : retour sur 10 ans d'expérience en grandes rivières. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 67, 77-91.
- Richardson, K., Benson I, Carling PA. (2003). An instrument to record sediment movement in bedrock channels. In : *Erosion and Sediment Transport Measurement in Rivers: Technological and Methodological Advances* (Proceedings of the Oslo Workshop, June 2002), IAHS Publ, 228–235.