

Renommer le fichier en respectant le format : Colloque SHF_morpho2023 _NOMauteurcorrespondant

Le pompage – alternative aux préleveurs usuels de sédiments en suspension

Pumping system - Surrogate technique for suspended-sediment sampling

Gilles PIERREFEU (CNR, Lyon, France), François LAUTERS (EDF-DTG, Grenoble, France), Guillaume DRAMAIS (INRAE, Lyon, France), Benoît CAMENEN (INRAE, Grenoble, France), Jessica LAIBLE (INRAE, Lyon, France)

*auteur correspondant

Session 3: Transport particulaire

Etude du charriage et de la suspension

1. Faciliter le prélèvement de MES pour déterminer C_{mes} et granulométrie

CNR, EDF-DTG et INRAE mettent en commun leur expérience pour faciliter et sécuriser les prélèvements de matière en suspension (MES) dans les rivières afin d'en déterminer la concentration notée C_{mes} et la distribution granulométrique notée GSD . Ces deux informations sont utiles pour améliorer la connaissance de la dynamique sédimentaires tant pour l'environnement que pour la gestion des aménagements hydroélectriques. La gamme de sédiment en suspension observée est comprise entre $5\mu m$ et $1000\mu m$ pour des C_{mes} évoluant de quelques dizaines de mg/l en temps ordinaire à plusieurs dizaines de g/l en périodes de crues ou de chasses. Les méthodes de prélèvements usuelles consistent à descendre un préleveur dans l'eau puis le remonter afin de collecter un échantillon d'eau. Ce volume est l'ordre de 200 à 800ml maxi pour préleveurs types US-P72 ou US-P6 voire plusieurs litres avec une bouteille de Niskin. Un autre type de préleveur comme la bouteille de Delft consiste à piéger une quantité variable de sable (diam sup à $63\mu m$) obtenue par décantation, quantité dépendant du temps d'exposition du préleveur Delft. Ces méthodes prennent du temps et ne prélèvent bien souvent qu'une quantité limitée de sédiment. Le pompage peut être une alternative aux préleveurs in-situ. En effet il permet le prélèvement en continu de volumes éventuellement plus importants.

L'objet de cette présentation est d'illustrer quelques campagnes de prélèvements réalisés par CNR / EDF-DTG / INRAE ayant permis de mettre en œuvre des systèmes de pompage pour connaître la C_{mes} et distribution granulométrique GSD .

2. Choisir le système de pompage adapté au besoin

Le système de pompage présente l'intérêt de prélever un volume d'eau chargée de MES :

- en quasi-continu pour un suivi temps réel de MES tant en site d'écoulement calme que rapide en aval ouvrage ;
- avec un volume potentiellement plus important dépendant de la durée de pompage ;
- avec un gain de temps certain puisqu'on récupère l'échantillon sans sortir le préleveur de l'eau.

3. Gagner en efficacité : retour d'expérience

L'expérience CNR / EDF-DTG / INRAE est directement liée aux besoins propres de chaque organisation :

- Installation en aval immédiat d'ouvrage : Génissiat & Bourg les valence (Rhône) et Beaumont Montoux (Isère) ;
- Installation en pleine eau : Pyrimont et Seysel sur le Rhône ;
- Jaugeage solide sur l'Isère à Grenoble.

Pomper une partie infime du flux en aval immédiat des ouvrages où l'eau et les sédiments sont fortement brassés assure une mesure potentiellement plus représentative du flux total de MES. Ce constat a été fait lors de l'opération APAVER 2021 (Abaissement Partiel de la retenue de VERbois) et la chasse de la Basse Isère de la même année avec des pompes débitant plusieurs centaines de l/min. Pour l'APAVER, la concentration totale a été mesurée en continu via un débitmètre massique de type Coriolis alors que sur l'Isère cette mesure a été réalisée toutes les 2 heures en récupérant directement le volume pompé sur un tamis à $60\mu m$.

Dans les deux cas, les mesures de concentration et de distribution granulométrique ont été comparées à des prélèvements indépendants permettant ainsi de valider le système de pompe mis en œuvre. L'infrastructure génie civil doit être compatible avec les vitesses d'écoulement pour maintenir la prise d'eau du système de pompage en bon état de fonctionnement.

Les mesures continues en pleine eau comme à Pyrimont ou Seyssel sur le Rhône nécessitent des infrastructures génie civil plus réduites que celles implantées en aval immédiat d'ouvrage comme Génissiat. Toutefois, les prélèvements pompés obtenus peuvent être moins représentatifs du flux moyen dans la section en fonction du brassage de l'écoulement au droit de la pompe. La problématique de prélèvement isocinétique reste également à examiner.

Les mesures ponctuelles, de types jaugeages dans toutes la section, ont été réalisés avec une pompe de gabarit beaucoup plus réduit (<1kg) que celles déployés en aval barrage (>15kg). Le débit prélevé était de l'ordre de quelques litres par minute par échantillon. Les résultats issus du pompage ont été comparés à ceux d'un préleveur P6 et bouteille de Delft tant en concentration (figure 1) qu'en granulométrie (figure 2). Les quantités de masse sèche de sable récupérées par pompage étaient bien supérieures à celle des méthodes usuelles. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, notamment le bon emploi des préleveurs, l'incertitude d'analyse en C_{mes} et granulométrie pour la partie sable (sup à $63\mu m$) était donc de meilleure qualité avec le pompage. La quantité de sable récupérée pour chaque échantillon de P6 était bien souvent trop faible pour être traitée seule. Plusieurs échantillons ont donc été regroupés pour l'analyse granulométrique. La comparaison montre une bonne correspondance entre C_{mes} sable analysée P6 versus Pompe. La C_{mes} sable avec la bouteille de Delft semble être au-dessus des deux autres sans pour autant, à ce stade de l'étude, pouvoir conclure à une sur-estimation. L'écart pourrait peut-être s'expliquer par l'estimation de la vitesse de l'écoulement permettant de passer du flux de sable à la C_{mes} sable pour la bouteille de Delft. Les distributions granulométriques semblent cohérentes entre pompe et préleveurs. La figure 2 montre une granulométrie plus faible à 25cm au-dessus du fond par rapport à celle réalisée à 18cm du fond, ce qui est cohérent avec la théorie.

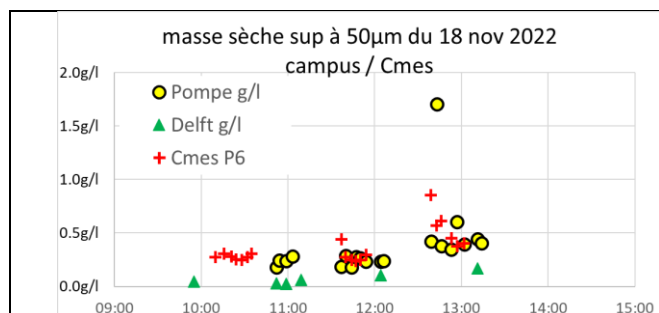


Figure 1 : Comparaison Cmes P6/Pompe/Delft Isère à Grenoble

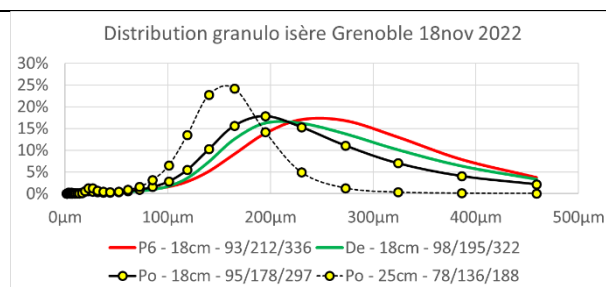


Figure 2 : Comparaison distribution granulométrique échantillon P6/Pompe/Delft - filtré sup à $50\mu m$ Isère à Grenoble

4.Conclusion

La mesure de flux par pompage peut s'évéler une bonne alternative aux méthodes mettant en œuvre des préleveurs ponctuels usuels. Dans les déploiements mis en œuvre en 2021 pour les opérations APAVER ou chasse Isère tant en mesures continues que pour des jaugeages solides, les systèmes de pompage ont conduit à des valeurs de concentrations ou de distributions granulométriques fiables au regard des capteurs usuels. Les avantages principaux sont de disposer d'une mesure continue et de réduire les temps de prélèvements. Le pompage permet également de visualiser en directe l'échantillon prélevé et d'ajuster si besoin la durée de prélèvement en fonction de la quantité de matière sèche souhaitée pour une analyse C_{mes} ou granulométrique fiable. Des campagnes d'inter-comparaisons vont se poursuivre pour confirmer cette conclusion et affiner les incertitudes sur les valeurs de concentration en sable C_{mes} et de distribution granulométrique

REFERENCES

- [1] Guillaume Dramais, Jérôme Le Coz, Benoît Camenen, Thierry Fretaud & Gilles Pierrefeu (2022) Comment prélever les sédiments en suspension dans les cours d'eau ?, LHB, 108:1, DOI: 10.1080/27678490.2022.2072783

- [2] Benoît Camenen, Guillaume Dramais, Mathilde Bouche, J Stepanian, François Lauters, et al.. Synthèse des mesures hydro-sédimentaires lors de la chasse de la Basse-Isère de janvier 2021. [Rapport de recherche] INRAE RiverLy; EDF; CNR. 2022. [hal-03559617](#)

- [3] Alain Recking, François Lauters, Sébastien Zanker, Maxence .Regazzoni*, Thomas Geay, Benoît Camenen, Laurent Brunet, Firmin Fontaine. Measurement of sand transport with a submerged pump: presentation of the results of a test campaign carried out on the Isère River in July 2019