

# Utilisation d'une concentration index pour la mesure des flux de sable : application au site de Beaumont-Monteux lors de la chasse de la Basse-Isère de janvier 2021

*Using the index concentration method for estimating dans fluxes: application on the Beaumont-Monteux site during the Basse-Isère January 2021 flushing event*

**Benoît CAMENEN\*** (INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France), **Guillaume DRAMAIS** (INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne, France), **Gilles PIERREFEU** (CNR, CACOH, Lyon, France), **Thierry FRETAUD** (CNR, CACOH, Lyon, France), **François LAUTERS** (EDF, HYDRO-DTG, Saint-Martin-le-Vinoux)

\*auteur correspondant

## 1. Introduction : la mesure des flux de sables en suspension

L'estimation des flux de sable en suspension dans les rivières à graviers est un enjeu très important pour de nombreux rivières de piémont anthropisées où les évolutions morphologiques peuvent être dominées par les sables. Cependant, cette estimation demeure très complexe du fait des fortes variabilités spatio-temporelle des concentrations en sable et d'un système conditionné par les apports amont et non par la capacité de transport. Les jaugeages solides avec des prélèvements distribués dans la section, bien que nécessaires, offrent une résolution temporelle limitée et nécessite des moyens importants en terme de coût et personnel. La méthode sur la base d'une concentration index, soit d'une mesure locale représentative de la concentration moyenne sur la section, peut être une alternative intéressante pour évaluer les flux de sable en continu.

## 2. Méthodologie

Lors de la chasse de la Basse-Isère en janvier et février 2021, différentes mesures du transport solide en suspension ont été mises en place en aval du barrage de Beaumont-Monteux avec un focus sur les sables du fait des risques de dépôt à la confluence avec le Rhône (Camenen et al., 2019). Au niveau du barrage de Beaumont-Monteux, une pompe prélevant directement à la sortie des vannes a permis d'estimer les concentrations en sable sur de grands volumes de prélèvement. A la station de Beaumont-Monteux, outre les mesures en berge (niveau d'eau, turbidité, prélèvement avec un préleveur automatique de type ISCO), plusieurs explorations des concentrations sur la section ont été réalisées à partir de la traîle avec le préleveur US-P72 et une bouteille de Delft. Pour les échantillons totaux (prélèvements par pompage ou avec l'US-P72), la concentration en sable est déterminée après un tamisage de l'échantillon à 63  $\mu\text{m}$ . La mesure avec la bouteille de Delft donnant directement un flux de sable, un calcul des concentrations a alors été réalisé sur la base des vitesses de l'écoulement mesurées avec un ADCP et/ou tirées de la courbe de tarage hydraulique. Les détails de ces mesures sont donnés dans le rapport (Camenen et al., 2022).

La méthode de la concentration index se base sur un lien bijectif entre une mesure locale  $C_{si}$  de la concentration en sable sur une section de mesure et la valeur moyenne sur cette même section  $C_{sm}$  :

$$C_{sm} = \alpha C_{si} \quad \text{Eq. (1)}$$

avec  $\alpha$  un coefficient de calage. Il a été possible d'appliquer cette méthodologie au niveau du barrage de Beaumont-Monteux où les très fortes turbulences nous ont permis de supposer un bon mélange y compris pour les sables ( $\alpha = 1$ ), ainsi qu'au niveau de la station de Beaumont-Monteux en comparant les mesures en berges avec les concentrations moyennes estimées à partir des jaugeages solide. Pour ce dernier point, une évaluation de la concentration en sable a pu être réalisée aussi à l'aide de la mesure par turbidimétrie en berge  $T$  en combinant l'Eq. (1) avec un calage de la turbidité sur la concentration totale et sur la concentration en fines ( $d < 63 \mu\text{m}$ ), la différence nous donnant la concentration en sable :

$$C_{sm,T} = \alpha(\alpha_{T,tot} - \alpha_{T,fines})T \quad \text{Eq. (2)}$$

où  $\alpha_{T,tot}$  et  $\alpha_{T,fines}$  sont les coefficient de calage du turbidimètre pour les concentrations totales et en fines, respectivement.

### 3. Résultats et discussion

La Figure 1a présente la chronique de concentration issue des prélèvements par pompage au niveau du barrage de Beaumont-Monteux. Cette méthodologie permet donc d'avoir une densité temporelle permettant de bien décrire l'ensemble de l'évènement. On note ainsi un pic de concentration en sable à 15 g/L lors de la chasse (30 janvier au 3 février) avec ensuite une forte décroissance des concentrations lors de la phase de remplissage. Aussi, le sable représente en moyenne près de 50% de la concentration totale en MES. Au niveau de la station de Beaumont-Monteux, une bonne relation a été obtenue entre la concentration moyenne en estimée à partir des jaugeages solides avec le US-P72 et la concentration en sable mesurée en berge avec l'ISCO ( $\alpha = 1.4$ , Figure 1b).

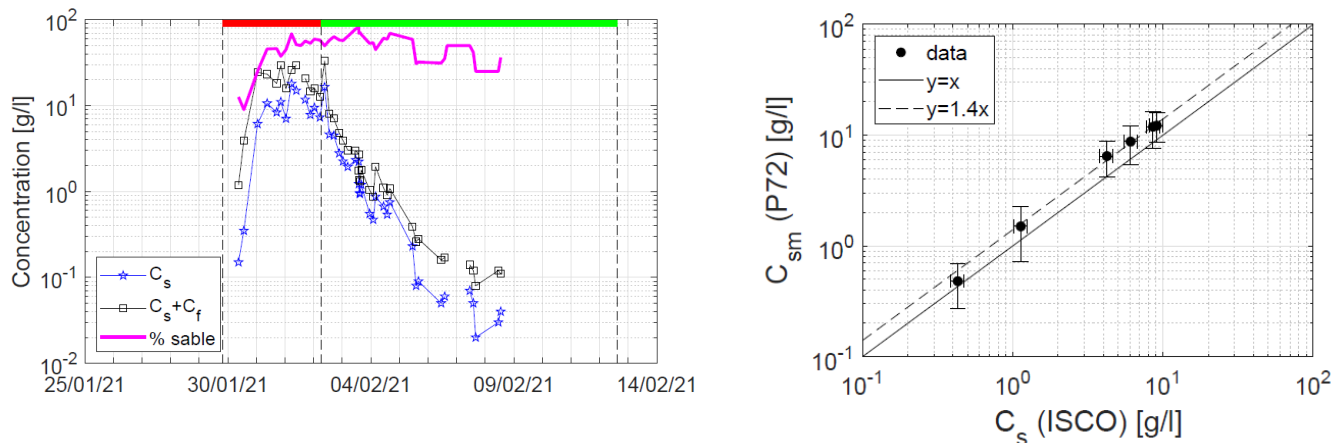


Figure 1: Concentrations en sables mesurées au niveau du barrage de Beaumont-Monteux avec un prélèvement par pompage (a) et comparaison entre les concentrations en sable issus d'une mesure en berge avec un ISCO et d'une valeur moyenne dans la section avec un préleveur P72 pour la station de Beaumont-Monteux (b).

En combinant ces mesures de concentrations aux mesures de débit, il a ainsi été possible d'évaluer le flux total de sable lors de cette chasse de barrage à l'aval de Beaumont-Monteux. Au barrage de Beaumont-Monteux, nous avons estimé le flux à 1.7 Mt. A la station de Beaumont-Monteux, cette estimation est de 1.5 Mt à partir des mesures ISCO et de 1.1 Mt à partir de la mesure de turbidité.

### 4. Conclusion et perspectives

La méthode de la concentration index peut être d'une grande utilité pour l'estimation des flux de sable si une relation bijective existe entre la concentration au point de mesure et la concentration moyenne sur la section. Elle permet en effet une fréquence de mesure très importante permettant de décrire avec précision les évolutions temporelles des concentrations en sable au cours d'un évènement. Cette méthode peut éventuellement être appliquée à la mesure par turbidité même si les incertitudes restent élevées pour le calage du turbidimètre en concentration totale du fait de la potentielle variabilité temporelle de la granulométrie. Cette méthodologie peut aussi être appliquée à une mesure hydro-acoustique en berge (Laible et al., 2022).

### REFERENCES

- Camenen, B., Dramais, G., Bouche, M., Stepanian, J., Lauters, F., Reynaud, S., Menu, S., Pierrefeu, G., Le Coz, J., Laible, J., Thollet, F., Bonnefoy, A., Lagouy, M., Fretaud, T. & Nunes, P. (2022). Synthèse des mesures hydro-sédimentaires lors de la chasse de la Basse-Isère de janvier 2021. Rapport CNR/EDF/Inrae, 91 p.
- Camenen, B., Naudet, G., Dramais, G., Le Coz, J. & Paquier A. (2019). A multi-technique approach for evaluating sand dynamics in a complex engineered piedmont river system. Science of the Total Environment, 657:485-497. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.394
- Laible, J., Camenen, B., Le Coz, J., Dramais, G., Pierrefeu, G. & Lauters, F. (2022). Determination of flux and concentration of suspended sand time series using an acoustic method. Proc. 39th IAHR Word Congress, Grenada, Spain, June 2022. 8 p., doi: 10.3850/IAHR-39WC2521716X2022899