

# Modélisation de la dynamique des sédiments fins sur les bancs de graviers de l'Isère en Combe-de-Savoie

## Modelling of fine sediment dynamics on gravel bars of the Isère River, at Combe-de-Savoie reach

**Auteur correspondant :** Coraline BEL, LHSV, 6 Quai Watier, 78400 Chatou, France, coraline.bel@edf.fr

**Auteurs de la communication :** Magali JODEAU, EDF-R&D/LNHE et LHSV, Chatou, France  
 Nicolas CLAUDE, EDF-Hydro/CIH, La Motte Servolex, France  
 Pablo TASSI, EDF-R&D/LNHE et LHSV, Chatou, France

### 1. Contexte et objectifs

De nombreuses rivières alpines aménagées, comme l'Isère en Combe-de-Savoie (Figure 1), présentent une morphologie en bancs alternés stables et végétalisés [1]. Cette configuration entraîne l'augmentation du risque de débordement et d'inondation en réduisant la section d'écoulement, ainsi qu'une baisse de la qualité écologique du cours d'eau. Pour optimiser les stratégies de gestion de la rivière et pérenniser les travaux de restauration du lit visant à rétablir un système de bancs alternés suffisamment mobiles pour limiter l'établissement de la végétation, il est important de mieux comprendre les forçages à l'origine de la mise en place de bancs stables, ainsi que la morphodynamique de la rivière dans ces régions. Les dépôts importants de sédiments fins qui peuvent se former sur les bancs de graviers au cours des crues majeures, combinés au développement des plantes, jouent un rôle clé sur la stabilisation des bancs. En vue de mieux appréhender la dynamique des sédiments fins (transfert/érosion/dépôt) sur les bancs de graviers pour limiter la sédimentation de ces matériaux, des campagnes de mesure *in-situ* et des actions de modélisation numérique ont été entreprises dans le secteur de Fréterive sur l'Isère en Combe-de-Savoie. On s'intéresse ici aux résultats numériques.

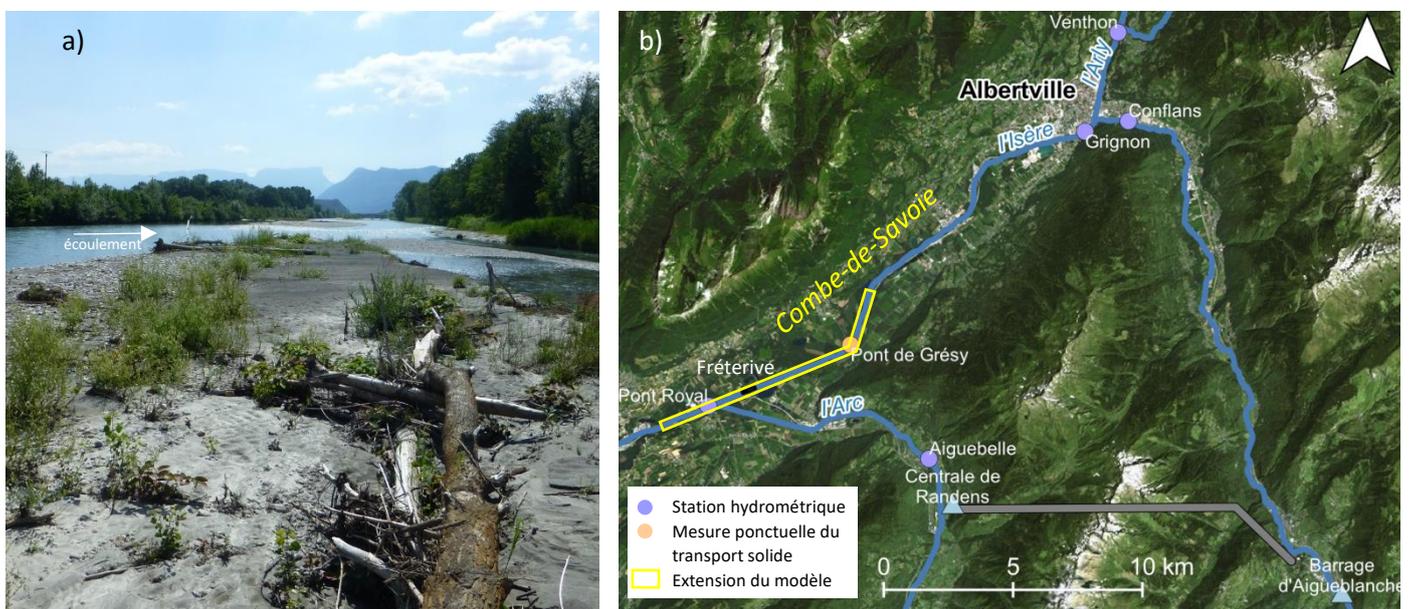


Figure 1 : a) Illustration des dépôts de sédiments fins et de l'établissement de la végétation sur le banc de graviers de Fréterive, sur l'Isère en Combe-de-Savoie. b) Localisation du site d'étude, en aval d'Albertville dans le Sud-Est de la France, et étendue du modèle morphodynamique.

### 2. Site d'étude et modèle numérique

L'Isère a un régime hydrologique pluvio-nival influencé par la présence de barrages hydroélectriques. En Combe-de-Savoie, elle draine un bassin versant de 4970 km<sup>2</sup> et a des débits de période de retour 2 et 10 ans égaux à 209 m<sup>3</sup>/s et 345 m<sup>3</sup>/s, respectivement. La concentration en matière en suspension moyenne est inférieure à 1 g/l mais peut atteindre jusqu'à 10 g/l lors des crues majeures.

Le modèle numérique inclut une zone d'intérêt de 5.5 km de l'aval du Pont de Grézy à la confluence entre l'Arc et l'Isère et des zones tampons amont et aval (Figure 1b). Le tronçon est endigué et mesure en moyenne 100 m de large. La pente du chenal est de 0.0020 m/m. La granulométrie est étendue et inclut des limons, des sables et des graviers allant jusqu'à 10 cm. Le maillage est non structuré et composé de mailles triangulaires d'environ 2 m (soit 748306 triangles, 380093 nœuds). La condition à la limite aval est une loi hauteur-débit déduite des mesures. A l'amont, on impose un débit liquide, des concentrations et un flux de charriage à l'équilibre.

Les simulations numériques ont été réalisées avec les modules Telemac-2D et Gaia de la suite TELEMAC-MASCARET (<http://www.opentelemac.org/>) par la méthode des éléments finis. Telemac-2D résout l'hydrodynamique au travers des équations 2D moyennées sur la verticale de Saint-Venant et nécessite des modèles de fermeture pour les effets de frottement et la turbulence [2]. Gaia (nouvelle version de Sisyphe) résout la morphodynamique en évaluant le transport sédimentaire par des relations semi-empiriques et l'évolution du lit au travers de l'équation de conservation de la masse de sédiments [3]. Pour rendre compte des observations, les sédiments en suspension, à la fois cohésifs et non-cohésifs (sédiments mixtes), et les matériaux mobilisés par charriage sont considérés.

Le paramétrage de ce modèle morphodynamique a été réalisé en utilisant un jeu exhaustif de données collectées sur le terrain, incluant des chroniques de débit, hauteur d'eau et concentration, des levés topo-bathymétriques, des mesures granulométriques des matériaux fins et grossiers. Le modèle hydrodynamique a été calibré et validé à l'aide notamment de données vélocimétriques (LSPIV) et de niveau d'eau dérivées d'images aériennes. L'évolution du fond déduite de levés topo-bathymétriques a permis de calibrer la prise en compte du charriage. La prise en compte de la suspension a été calibrée à partir des mesures de vitesse de chute (SCAF), de contrainte critique et taux d'érosion (CSM), de densité des dépôts, et de distribution et hauteur des dépôts.

### 3. Résultats et conclusions

Le modèle morphodynamique tenant compte du charriage des sables et graviers permet de souligner le rôle de bancs végétalisés fixes conservés après travaux sur le positionnement des bancs alternés. Il permet de bien reproduire les évolutions du lit. La complexification du modèle par l'ajout du transport par suspension nécessite encore des développements. Néanmoins, avec un modèle tenant compte de la suspension des matériaux cohésifs sur fond fixe, les distributions et épaisseurs des dépôts de sédiments fins sur les différentes unités morphologiques du banc (chenaux secondaires, marges latérales, queue de banc...) sont reproduites de façon acceptable.

En vue de comprendre les forçages responsables des dépôts de sédiments fins, telle que l'influence du débit et des concentrations en matières en suspension, différents scénarios sont testés sur le modèle avec suspension de matériaux cohésifs sur fond fixe. Ils incluent différents hydrogrammes et sédiagrammes simples. Les résultats montrent que les zones de dépôt et d'érosion dépendent du débit et de la hauteur des bancs, et que les dépôts se produisent lorsque l'écoulement est chargé, à faibles contraintes, c'est-à-dire préférentiellement lors des phases de montée et descente de l'hydrogramme. Ils mettent en avant l'importance d'amorcer la décrue à l'eau claire pour limiter ces dépôts lors des crues contrôlées telles que les chasses hydrauliques. Ils soulignent également que les dépôts réalisés aux débits de pointe sont difficilement érodables, et qu'ajouter une phase de rinçage à l'eau claire à haut débit sur une longue période n'est pas nécessairement efficace.

### 4. Remerciements

Cette étude est financée par le projet ANR-DEAR (Deposition and Erosion in Alpine Rivers, ANR-18-CE01-0020). Les auteurs remercient les équipes qui ont réalisées les mesures in-situ, et en particulier EDF-EMMN, CIH et DTG.

### REFERENCES

- [1] A. J. Serlet, A. M. Gurnell, G. Zolezzi, G. Wharton, P. Belleudy, et C. Jourdain, « Biomorphodynamics of alternate bars in a channelized, regulated river: an integrated historical and modelling analysis », *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 43, n° 9, p. 1739-1756, juill. 2018, doi: 10.1002/esp.4349.
- [2] J. Hervouet, *Hydrodynamics of Free Surface Flows: Modelling with the finite element method*. 2007.
- [3] Y. Audouin *et al.*, « Introducing GAIA, the brand new sediment transport module of the TELEMAC-MASCARET system », présenté à XXVIth TELEMAC - MASCARET Technical User Conference, Toulouse, France, 2019.