

# Approche multi-techniques pour l'évaluation des réponses morpho-sédimentaires de bras vifs restaurés le long du Rhône

## Assessing active side channels morpho-sedimentary trajectories with multi-technical approach

Nicolas Tissot<sup>1</sup>, Jérémie Riquier<sup>2</sup>, Hervé Piégay<sup>1</sup>

1 Université de Lyon, UMR 5600-CNRS EVS, ENS de Lyon, 15 Parvis René Descartes – 69342 Lyon, Cedex 07, France.

(corresponding author: [tissotnicolas1@ens-lyon.fr](mailto:tissotnicolas1@ens-lyon.fr))

2 Université de Lyon, UJM, UMR 5600-CNRS EVS, Saint-Étienne, France

### RÉSUMÉ

Les aménagements à buts multiples construits sur le Rhône au cours des deux derniers siècles (e.g. navigation, production hydro-électrique) ont profondément modifié sa structure physique (formes) et son fonctionnement (processus). Face au constat de ces altérations, un programme de restauration reposant principalement sur (1) l'augmentation des débits réservés dans les vieux-Rhône ciblés et (2) le rajeunissement mécanique de certains chenaux latéraux, a été initié dès la fin des années 1990. Si la dynamique d'atterrissement par accumulation de sédiments fins est à présent relativement bien cernée sur le Rhône, il existe des enjeux de connaissances forts concernant la compréhension de la trajectoire évolutive des bras vifs (i.e. connectés fréquemment avec le fleuve à leurs extrémités amont et aval), notamment en lien avec la dynamique de la charge de fond. La mise en place d'un protocole de suivi dédié s'appuyant sur différentes techniques permet de mieux cerner la trajectoire évolutive de ces nouveaux habitats au regard du contexte rhodanien.

### ABSTRACT

The Rhône River has been deeply modified by infrastructures. To mitigate these effects, a restoration program born in the 1990s, has performed mechanical restoration based on: (1) the increase of regulated flow in the bypassed sections (i.e., vieux-Rhône) and (2) the re-connection of former side channels by engineering works. A scientific monitoring has been performed to provide data from a set of restored channels along the river continuum, and today, the temporal patterns of fine sedimentation are well known in side channels that have been restored along the Rhône River. However, there is still a lack of knowledge regarding the geomorphic processes in the active side channels (i.e., upstream and downstream frequently connected with the main channel) and their bedload transport conditions. The creation of a new protocol dedicated, should aim at better understanding evolutionary trajectories of these new features in the context of the Rhône River.

### KEYWORDS

Side channels, bedload transport, sedimentary budget, Restoration, floodplain

## 1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Profondément modifié par de multiples phases d'aménagement visant à améliorer sa navigabilité et exploiter son énergie hydraulique (e.g. endiguements, barrages), le Rhône fait aujourd'hui l'objet d'un ambitieux programme de restauration. Initié à la fin des années 1990, il repose sur une combinaison d'actions mécaniques (i.e. rajeunissement de chenaux latéraux, augmentation des débits réservés) et un suivi scientifique multidisciplinaire appelé RhônEco, afin d'évaluer la pertinence des actions engagées. Le suivi hydromorphologique repose sur un protocole simple et facilement reproductible et s'articule autour de deux axes majeurs : (1) l'évaluation de la « durée de vie » des bras restaurés en tant qu'habitats aquatiques et (2) la diversification des conditions d'habitat par les actions de restauration et leur évolution après travaux. Ce suivi dit « classique » engagé depuis plus de 15 ans, a permis de mettre en évidence la pertinence des mesures de réhabilitation des chenaux latéraux dans le contexte du Rhône et a montré que la durée de vie de ces bras, ainsi que les patrons granulométriques longitudinaux, pouvaient être bien prédits à partir de descripteurs de l'hydrodynamisme des écoulements transitant dans les bras en crue (Riquier et al., 2015, 2017). Si la dynamique des sédiments fins est à présent relativement bien cernée, la compréhension de la trajectoire évolutive des bras vifs (i.e. connectés fréquemment avec le fleuve à leurs extrémités amont et aval), nécessite des investigations supplémentaires. Ces enjeux de connaissances forts, en lien avec la dynamique de la charge de fond et le constat de l'atterrissement de certains bras vifs, ont conduit à la mise en place d'un protocole de mesures dédié. L'atterrissement des bras vifs (i.e. la diminution progressive de la profondeur en eau) peut résulter de différents processus, à savoir : (1) un remplissage du bras par la charge de fond, notamment contrôlée par l'angle de bifurcation entre chenal principal et chenal secondaire et la pente transversale du lit dans cette zone (e.g. Van Denderen et al., 2019) et/ou (2) un changement de géométrie (a) du chenal principal ou (b) du bras lui-même (Riquier, 2015) affectant alors directement le niveau d'eau dans le bras. Ce travail s'attachera à présenter la mise en place ainsi que les résultats de cette approche multi-technique pour la caractérisation des trajectoires évolutives de bras vifs restaurés dans le contexte rhodanien.

## 2 SITES D'ÉTUDE

Les bras vifs étudiés sont localisés sur le Rhône et caractérisés par des contextes géographiques et de restauration différents. Sur le Haut-Rhône, les bras de Fournier, En l'Île (vieux-Rhône de Belley) et Vachon (vieux-Rhône de Brégnier-Cordon) ont été restaurés entre 2004 et 2006. Sur le Bas-Rhône, les travaux de restauration des bras du Banc-Rouge, des Dames et de Grange-Écrasée (vieux-Rhône de Donzère-Mondragon) ont pris fin en 2018.

## 3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le protocole élaboré repose sur une combinaison de nouvelles acquisitions *in situ* et de l'exploitation de données existantes. Les trajectoires géomorphologiques depuis l'implantation des premières digues longitudinales [1850–1930] et la mise en place des aménagements au fil de l'eau [1948-1986] jusqu'à la restauration (plus d'un siècle depuis la déconnection), et ensuite depuis la restauration jusqu'à nos jours (i.e. de 3 à 16 ans après les travaux de restauration), sont évaluées à partir de données topo-bathymétriques (réalisation de bilans sédimentaires) et planimétriques et de nouvelles acquisitions. Ces nouvelles acquisitions permettent la caractérisation *in situ* des conditions granulométriques de surface par photographie subaquatique, l'évaluation du transport solide actuel avec l'emploi de la technologie RFID et du colmatage interstitiel par échantillonnage volumétrique. Enfin, la caractérisation des conditions hydrauliques s'appuie sur la combinaison de chroniques de débits horaires, de relations hauteurs-débits dans les bras (capteurs de pression) et dans le vieux-Rhône à proximité des zones de diffluence/confluence des écoulements (courbe de tarage CNR), voire localement de modèles hydrauliques (e.g. modèle 2D CNR sur Banc-Rouge, vieux-Rhône de Donzère-Mondragon).

## 4 QUELQUES RESULTATS

### 4.1 Suivi du transport solide

Sur le Haut-Rhône, les résultats des suivis témoignent d'une faible mobilité des particules injectées. Les distances maximales parcourues s'échelonnent entre 10 (Vachon, vieux-Rhône de Brégnier-Cordon) et 15 mètres (En l'Île, vieux-Rhône de Belley) malgré l'occurrence d'une biennale. Sur le Bas-Rhône (vieux-Rhône de Donzère-Mondragon), deux bras enregistrent des déplacements conséquents, avec des distances maximales parcourues supérieures à 300 mètres sur Dames et 600

m sur le Banc-Rouge 2 années après injection et plusieurs pics de crues dépassant la biennale, tandis que le bras de la Grange-Écrasée se caractérise par des déplacements de quelques dizaines de mètres. Ces premiers résultats sont mis en relation avec les conditions hydrauliques enregistrés dans chacun des bras suivis de manière à mieux cerner leur capacité d'ajustement post-restauration.

## 4.2 Bilans sédimentaires

Les bilans sédimentaires, dressés à l'échelle des bras pour les périodes pré-restauration (1970-2004) et post-restauration (2007-2019) permettent de caractériser leur trajectoire évolutive en termes de dynamique érosion-dépôt observés avant et après travaux de restauration. Les processus à l'origine des changements observés sont identifiés à travers la décomposition des informations topographiques (e.g. part des processus latéraux [érosion de berge et élargissement de la section / engraissement et rétractation de la section] *versus* part imputable à la dynamique verticale du fond de lit [incision/aggradation]).

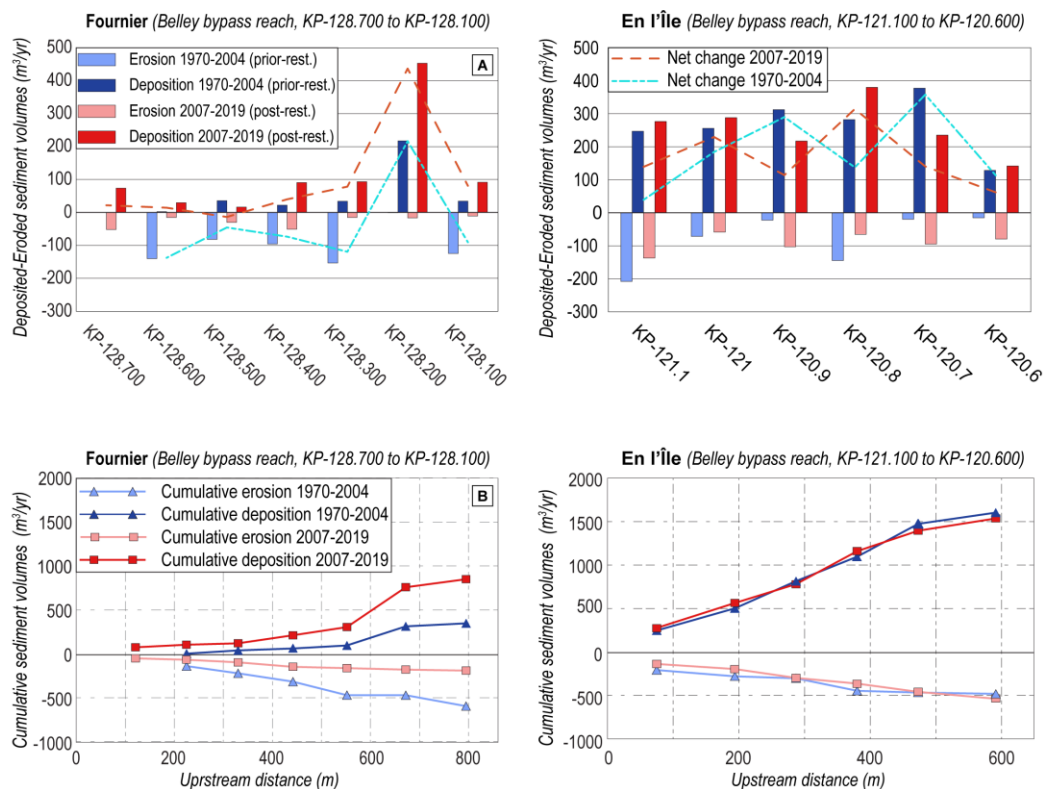


Figure 1 : a) Bilans sédimentaires établis sur les bras de Fournier et En-l'Île à partir de l'exploitation des profils en travers réalisés tous les 100 mètres par la CNR entre 1970 et 2019 et b) cumul longitudinal des volumes de sédiments érodés et déposés en inter-dates.

## 5 CONCLUSION

La mise en place d'un protocole dédié au suivi des bras vifs répond aux forts enjeux de connaissance en lien avec la dynamique de la charge de fond et l'ajustement post-restauration de ces systèmes. La combinaison de l'ensemble des analyses et leur mise en relation avec les descripteurs hydrauliques permet de mieux cerner les ajustements morphologiques se réalisant dans les bras. Ces résultats permettent de compléter les connaissances en termes d'évolution des conditions d'habitat et de la durée de vie des bras dans le contexte rhodanien.

## LIST OF REFERENCES

- Riquier, J., Piégay, H., Sulc Michalkova, M. (2015). Hydromorphological conditions in eighteen restored floodplain channels of a large river: linking patterns to processes. *Freshwater Biology*, 60, 1085-1103.
- Riquier, J., Piégay, H., Lamouroux, N., Vaudor, L. (2017). Are restored side channels sustainable aquatic habitat features? Predicting the potential persistence of side channels as aquatic habitat based on their fine sedimentation dynamics. *Geomorphology*, 295, 507-528.
- Van Denderen, R.P., Schielen, R.M.J., Straatsma, M.W., Kleinhans, M.G., Hulscher, S.J.M.H. (2019). A characterization of side channel development. *River Research and Applications*, (35/9), 1597-1603.