

Analyse comparative du fonctionnement hydro-sédimentaire de bras morts non restaurés et restaurés : enseignements pour la gestion de ces milieux (Rhône, France)

Comparative analysis of hydromorphological conditions in unrestored and restored side channels: feedbacks for management purposes (Rhône, France)

Jérémie Riquier, Hervé Piégay, Lise Vaudor

Université de Lyon, CNRS, UMR 5600 - Environnement-Ville-Société, Site ENS de Lyon, Lyon, France (auteur correspondant : jeremie.riquier@ens-lyon.fr)

RÉSUMÉ

Un suivi des conditions hydromorphologiques observées dans des bras morts restaurés et non restaurés le long du corridor rhodanien est réalisé depuis une quinzaine d'années (Programme RhônEco). Il consiste à mesurer d'une part les patrons granulométriques des dépôts de sédiments observés le long des bras et les vitesses de leur comblement par les sédiments fins et d'autre part à quantifier l'hydrodynamisme des écoulements de crue transitant dans les bras (i.e. connectivité hydrologique). Patrons granulométriques et vitesses de comblement sont tout d'abord décrits dans les bras non restaurés et comparés le long du corridor rhodanien. Les principaux déterminants de ces conditions sédimentaires sont évalués (e.g. connectivité hydrologique, présence d'aménagements intra-bras, âge des bras). Ces résultats sont alors comparés à ceux obtenus précédemment sur des bras restaurés. Ils permettent d'établir des modèles prédictifs de sédimentation et une typologie de fonctionnement hydro-sédimentaire. Ces acquis constituent des éléments d'aide à la décision pertinent pour la gestion et la restauration de ces milieux (caractérisation de l'état initial, ajustement hydromorphologique potentiel post-travaux). A ce titre, des exemples concrets d'application de ces outils à des bras morts candidats à une restauration sont également présentés.

ABSTRACT

A hydromorphological monitoring of restored and unrestored side channels has been conducted since the early 2000s along the Rhône River (RhônEco research program). The monitoring protocol involves: (i) the characterization of longitudinal grain size patterns, (ii) measures of fine sediment accumulation rates, and (iii) the quantification of side channels hydrodynamic functioning (i.e. hydrological connectivity with the main channel). On the first hand, we describe and compare grain size patterns and fine sedimentation rates in unrestored side channels along the river corridor. Main controls of observed hydromorphological conditions are assessed (e.g. hydrological connectivity, presence of transverse dykes in the side channels, time since abandonment). These results were compared with the ones derived from a previous study dealing with restored side channels. Predictive models developed both for unrestored and restored side channels, as well as the typology of hydromorphological conditions presented, are efficient predictive tools to promote effective side channel management/restoration (initial state characterization, post-restoration potential hydromorphologic adjustments). Practical examples of the interest of these tools to guide side channels restoration in the Rhône River are also presented.

MOTS CLES

Connectivité hydro-sédimentaire, évaluation, plaine inondable, restauration écologique

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le suivi hydromorphologique mené depuis une quinzaine d'années sur des bras restaurés du Rhône a été riche en enseignements, quant à l'ajustement hydromorphologique post-travaux de ces bras. Il a pu être démontré qu'il était possible de prédire les patrons granulométriques de surface observés (Riquier et al., 2015), ainsi que la propension des bras à accumuler des alluvions fines et donc d'estimer leur durée de vie potentielle en tant qu'habitats aquatiques (Riquier et al., 2017), à partir de descripteurs de l'hydrodynamisme des écoulements de crue des bras (fréquence de connexion amont, contraintes de cisaillement, capacité maximale de reflux). Il existe cependant encore peu d'éléments de connaissance de ce type concernant les bras non restaurés du fleuve. Par ailleurs les modèles établis sur les bras restaurés sont utiles aux praticiens pour évaluer leur dynamique fonctionnelle potentielle avant toute intervention mais ils ne sont applicables que sur le Haut-Rhône. La question de leur transférabilité à la moyenne vallée est ainsi posée. En effet, les conditions environnementales du Haut-Rhône et du Rhône moyen diffèrent sur de nombreux points, qu'il s'agisse du flux sédimentaire (i.e. nature et quantité de la charge sédimentaire en transit) ou encore des héritages géo-historiques (e.g. déconnexion systématique des bras à l'aval de Lyon, plus occasionnelle en amont).

Ainsi, les objectifs de la présentation sont de :

- comparer les patrons granulométriques et les vitesses de comblement observées dans les bras non restaurés du Haut-Rhône et du Rhône moyen et identifier les principaux facteurs de contrôle de ces conditions sédimentaires, de manière à mettre en évidence les analogies et les contrastes en termes de fonctionnement hydro-sédimentaire ;
- comparer les modèles prédictifs de sédimentation établis sur les bras non restaurés à ceux déjà établis pour les bras restaurés (Riquier et al., 2015, 2017) et observer comment les bras morts non restaurés s'inscrivent dans le cadre typologique établi sur les bras restaurés. Cette comparaison doit permettre de mieux cerner les différences de fonctionnement hydro-sédimentaire entre les bras non restaurés (âgés) et les bras restaurés (jeunes).

2 METHODES

Le suivi des bras du Rhône mené repose sur deux principaux types de mesures réalisées lors de chaque campagne de relevé. Les hauteurs d'eau et les épaisseurs de sédiments fins sont tout d'abord mesurées, en règle générale, tous les 10 m de linéaire le long de l'axe médian de la zone en eau des bras. Cinq prélèvements surfaciques de sédiments, équ-répartis longitudinalement, sont ensuite réalisés à l'aide d'une benne d'Eckmann. Ces prélèvements sont par la suite analysés en laboratoire à l'aide d'un granulomètre laser. En parallèle, l'hydrodynamisme des écoulements de crue transitant dans les bras est quantifié à partir de données topographiques (relevés DGPS ou LiDAR) et de données hydrauliques (lignes d'eau mesurées ou modélisées pour différents débits) et hydrologiques (chronique de débit) fournies par les services de la CNR. Ces données d'entrée nous permettent d'estimer : la fréquence annuelle de fonctionnement courant des bras (jr.an^{-1}), les contraintes de cisaillement s'exerçant sur le fond des bras (N.m^2) et la capacité maximale de retour d'eau (m.km^{-1}) (e.g. Riquier et al., 2017). Ces trois variables constituent des facteurs de contrôle de premier ordre des conditions sédimentaires observés dans les bras.

D'un point de vue analytique, la comparaison des caractéristiques hydro-sédimentaire des bras du Haut-Rhône et du Rhône moyen, ainsi que des bras non restaurés et restaurés, repose principalement sur le test non paramétrique de Mann-Whitney. Les différents paramètres de contrôle identifiés sont testés à partir de régressions simples ou multiples.

3 QUELQUES RESULTATS

La comparaison des patrons granulométriques observés dans les bras restaurés et non restaurés (Figure 1) montre que les bras courants permanents ou très fréquemment connectés avec le fleuve et composés d'un lit essentiellement composé de graviers/galets, n'est pas présent dans les bras non restaurés. A l'inverse, on peut observer que certains bras non restaurés sortent du cadre typologique établis sur les bras restaurés (e.g. BOUS et GREC sur la figure 1). Ces conditions spécifiques montrent que les digues transversales que l'on retrouve dans certains bras du bas Rhône perturbe les faciès d'écoulement et *de facto* les patrons de sédimentation.

A ce titre, la prédiction des taux de sédimentation dans les bras non restaurés du Haut-Rhône à partir

de nos descripteurs de l'hydrodynamisme des écoulements de crue dans les bras est solide, alors que pour les bras non restaurés du Rhône moyen des facteurs supplémentaires, notamment, leur profondeur, la présence de digues transversales intra-bras, ou encore l'incision du chenal principal au droit depuis leur déconnexion doivent être considérées.

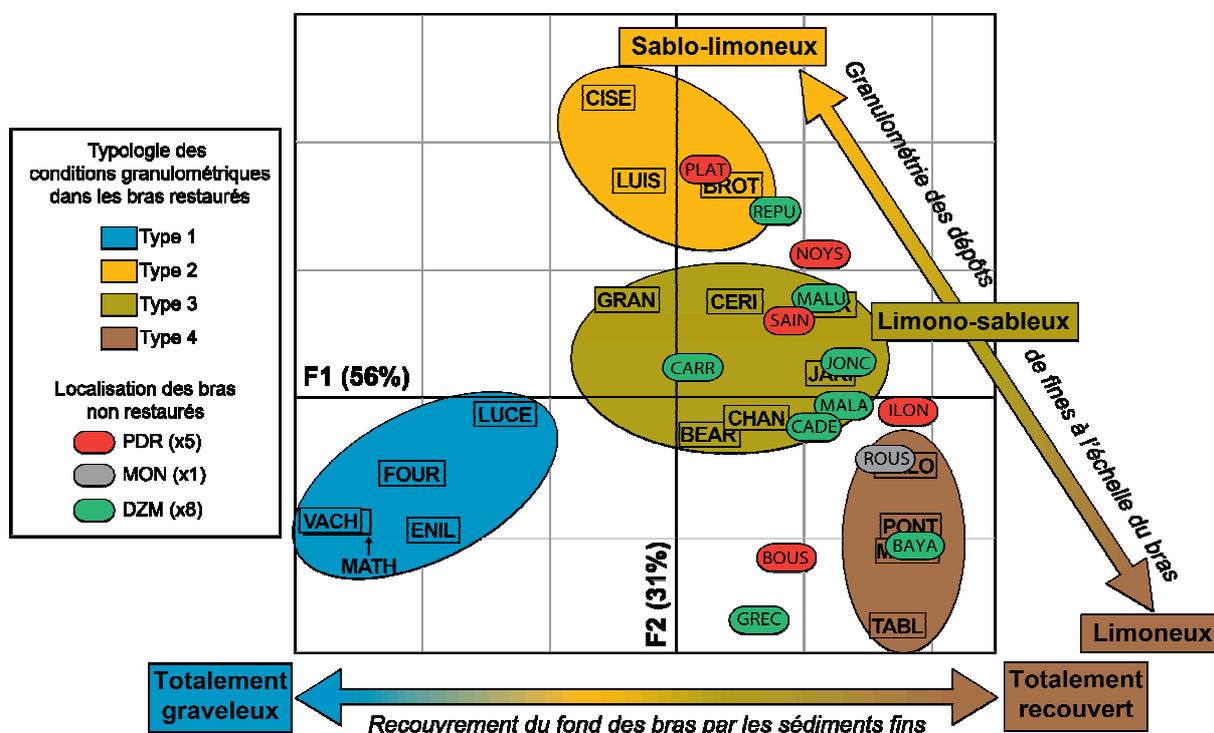


Figure 1 : Comparaison des patrons granulométriques observés dans les bras restaurés et non-restaurés (les conditions granulométriques des bras non-restaurés sont projetés sur le plan factoriel d'une Analyse en Composantes Principales inter-bras ; figure adaptée de Riquier et al., 2015).

4 ELEMENTS DE CONCLUSION

L'analyse comparative des différentes populations de bras morts étudiées permet de mettre en évidence des analogies et des différences en termes de fonctionnement hydro-sédimentaire. Les modèles statistiques établis sur les bras non restaurés et restaurés ainsi que la typologie de fonctionnement hydro-sédimentaire présentée constituent des outils d'aide à la décision pertinent pour la gestion et la restauration de ces milieux. Ils peuvent par exemple permettre de guider le choix des bras à restaurer, mais aussi appuyer la conception technique des bras de manière à optimiser leur régime de connectivité avec le fleuve et maximiser les gains écologiques au sein de chacun des tronçons du Rhône ciblés par la restauration.

BIBLIOGRAPHIE

- 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 habitats based on their fine sedimentation dynamics. *Geomorphology*, 295, 507-528.