

Prédire les patrons granulométriques et la propension à sédimer d'anciens chenaux latéraux restaurés du fleuve Rhône

Predicting grain size patterns and the propensity to accumulate fine particle deposits of restored floodplain channels (Rhône River)

Jérémy Riquier¹, Hervé Piégay¹ & Nicolas Lamouroux²

¹Université de Lyon, CNRS-UMR 5600 Environnement-Ville-Société, ENS-Lyon, 15 parvis René Descartes, BP 7000 - 69342 Lyon Cedex 07, France.

²IRSTEA, UR MALY, 5 rue de la Doua, CS70077, 69626 Villeurbanne Cedex, France.

(Auteur correspondant : Jérémy Riquier, jeremie.riquier@gmail.com).

RÉSUMÉ

Dans cette communication, nous présentons une approche prédictive de l'ajustement des conditions hydromorphologiques s'étant opéré au cours de la première décennie post-travaux dans d'anciens chenaux latéraux restaurés. Nous démontrons que (i) les patrons granulométriques et (ii) les vitesses d'accumulation des alluvions fines peuvent être relativement bien prédits à partir de descripteurs simples du fonctionnement hydrologique et/ou hydraulique dépendant de la géométrie des bras (e.g. fréquence de connexion amont, contrainte de cisaillement, capacité de reflux). Ces résultats indiquent ainsi qu'il est possible de mesurer l'effet de la modification de la géométrie des bras restaurés sur les patrons granulométriques et la quantité de fines qui s'y déposent. Les relations statistiques empiriques établies peuvent dès à présent être utilisées pour guider les futures actions de restauration sur le Rhône et potentiellement sur d'autres systèmes du même type. Elles constituent un outil opérationnel pertinent pour les praticiens désirant restaurer des types de chenaux latéraux relativement rares au sein de la plaine alluviale afin d'augmenter/maintenir un bon niveau de diversité bêta. Sur cette base, nous discuterons les stratégies de restauration des bras du Rhône, telles qu'elles ont été définies jusqu'à présent (restauration de formes et non de processus) et telles qu'elles sont programmées à courte échéance, en portant une attention particulière sur les processus susceptibles d'affecter la durabilité à long terme des chenaux restaurés en tant qu'habitats aquatiques.

ABSTRACT

We report here a successful predictive approach of the adjustment of hydromorphological conditions in the first decade following works in a set of restored floodplain channels. We demonstrate that both (i) grain size patterns and (ii) fine sediment accumulation rates can be predicted using simple hydrologic and/or hydraulic descriptors (e.g. upstream overflow frequency, shear stress, back-flowing capacity), which reflect the control exerted by the geometry of floodplain channels on their flooding regime. These important and original results suggest that it is possible to quantify how changes in the geometry of floodplain channels can modify the grain size patterns and the quantity of in-channel fine particle deposits. Such empirical statistical relationships can be used to guide future restoration actions in the Rhône and other similar hydrosystems. For example, they would be helpful for managers wanting to design floodplain channel types that are infrequent or missing at the floodplain scale in order to maintain a high level of beta-diversity. On this basis, we will discuss the floodplain channel restoration strategies, which have been implemented along the Rhône until now (restoration of forms and not of processes), as well as future restoration options already programmed, with a special focus to the processes affecting the long term persistence of floodplain channels as aquatic habitats.

KEYWORDS

Lateral connectivity, monitoring, restoration assesment, sustainability, terrestrialization

1 LA RESTAURATION DU RHONE : ELEMENTS DE CONTEXTE

Au cours des deux derniers siècles, le Rhône a été fortement exploité et régulé. Les infrastructures construites au cours des XIX-XXe siècles (endiguements, barrages) ont fortement modifié son régime hydrologique et sa dynamique fluviale, aboutissant à une diminution drastique de la diversité physique et faunistique à la fois du fleuve et de ses marges. Cela est particulièrement le cas dans les tronçons "naturels" du lit qui ont été court-circuités par les aménagements hydroélectriques. Un programme de restauration ambitieux du fleuve a ainsi été lancé à la fin des années 1990. Il a pour objectif d'améliorer la diversité écologique du chenal principal et de sa plaine alluviale dans certaines sections court-circuitées du fleuve. Il est axé sur la restauration de l'habitat physique et repose sur deux mesures complémentaires : la modification du régime des débits réservés en aval des barrages et le "rajeunissement artificiel" d'anciens chenaux latéraux. Ces bras ont été remis en eau mécaniquement à partir d'un curage/dragage des alluvions fines et/ou grossières. Une attention particulière a été portée sur le rétablissement d'une diversité de modes d'alimentation en eau, de stades successionnels et de faciès hydromorphologiques, dans le but de maximiser la diversité des conditions d'habitat à l'intérieur et entre les bras restaurés à l'échelle du tronçon fluvial (Amoros, 2001). Ce programme de restauration est associé à un programme d'accompagnement scientifique des opérations réalisées dans lequel s'inscrit le suivi hydromorphologique des bras restaurés faisant l'objet de la présente étude. Ce suivi a pour vocation de répondre à différents questionnements scientifiques exprimables en termes d'attentes opérationnelles. Il s'agit de définir si les opérations de restauration de forme telles qu'elles sont pratiquées actuellement sur le Rhône sont durables. Autrement dit, quelle est la durée de vie des chenaux restaurés en tant qu'habitats aquatiques ? La restauration a-t-elle permis de modifier les conditions d'habitat dans les bras ? Ces nouvelles conditions peuvent-elles se maintenir durablement ? Nous présentons ici les résultats de 10 ans de suivi post-travaux obtenues sur un jeu de 18 bras restaurés et apportons les premiers éléments de réponse à ces problématiques.

2 METHODES

2.1 Les données

Des campagnes de relevés bathymétriques et granulométriques ont été réalisées en moyenne tous les deux ans depuis la restauration des bras. Lors de ces campagnes, les hauteurs d'eau et les épaisseurs de fines ont été mesurées tous les 10 m de linéaire le long de l'axe médian de la zone en eau des bras. Cinq prélèvements surfaciques de sédiments, équirépartis longitudinalement, ont également été réalisés et analysés par la suite en laboratoire à l'aide d'un granulomètre laser. Afin de caractériser le régime d'écoulement en crue des bras, nous disposons de chroniques de débit pour chaque tronçon d'étude, de relations hauteur-débit dans le chenal principal au droit des bras, ainsi que dans les bras connectés de manière permanente avec le chenal principal uniquement par l'aval. Des relevés topographiques des bouchons alluviaux ont été réalisés à l'aide d'un DGPS pour déterminer les cotes altimétriques de débordement. L'ensemble de ces données nous ont permis d'estimer des paramètres hydrologiques et hydrauliques dépendant de la géométrie des bras, reconnus comme des facteurs de contrôle clés des conditions granulométriques et sédimentaires des chenaux latéraux : la fréquence de connexion amont annuelle (jr.an^{-1}), la contrainte de cisaillement critique (N.m^2) et la capacité de reflux (m.m^{-1}).

2.2 Les analyses

Un jeu de données de 5 variables caractérisant (i) les patrons granulométriques longitudinaux et un autre de 7 variables décrivant (ii) les patrons sédimentaires (i.e. propension des bras à sédimenter et structuration longitudinale des dépôts de fines) ont été constitués pour chaque bras et chaque campagne. Ces deux jeux de données ("Granulométrie" et "Sédimentation") ont été traités séparément à l'aide d'Analyses en Composantes Principales inter-classes (variabilité des conditions moyennées dans le temps) et intra-classes (variabilité dans le temps de chaque observé autour des conditions moyennes pour chaque site). Une classification Ascendante Hiérarchique réalisée sur les scores des individus sur les deux premiers axes des deux ACP inter-bras a alors permis d'obtenir des typologies pour (i) et (ii). Nous avons testé également la capacité des facteurs hydrologiques et hydrauliques à expliquer le score des chenaux sur les premiers axes factoriels. Le paramètre de pente (α) des lois statistiques liant l'épaisseur moyenne observée sur chacun des bras lors de chaque campagne (y) au temps écoulé depuis la restauration (x) constitue un autre indicateur testé, nous permettant de quantifier la propension des bras à accumuler des alluvions fines.

3 QUELQUES RESULTATS

Qu'il s'agisse de l'ACP inter-intra "Granulométrie" ou de l'ACP inter-intra "Sédimentation", la part de la variance totale expliquée par l'ACP inter-chenaux est très forte (respectivement, 81% et 78%). Ce résultat souligne que la diversité spatiale des conditions granulométriques et sédimentaires entre les chenaux latéraux est bien plus importante que les effets des trajectoires temporelles individuelles de chaque bras. Cela suggère également que nos deux typologies basées sur les conditions moyennes sont très robustes et qu'une forte diversité de fonctionnement hydro-sédimentaire se maintient jusqu'à présent entre les chenaux. Les conditions granulométriques et la propension des sites à accumuler des fines sont quantitativement liées à des variables "contrôlables" dépendant de la géométrie des bras sur lesquelles les opérateurs peuvent agir (fréquences de connexion amont, contraintes en crue qui dépendent principalement de la pente des bras et de la géométrie du bouchon amont et la sensibilité au reflux comme illustré par la figure 1.

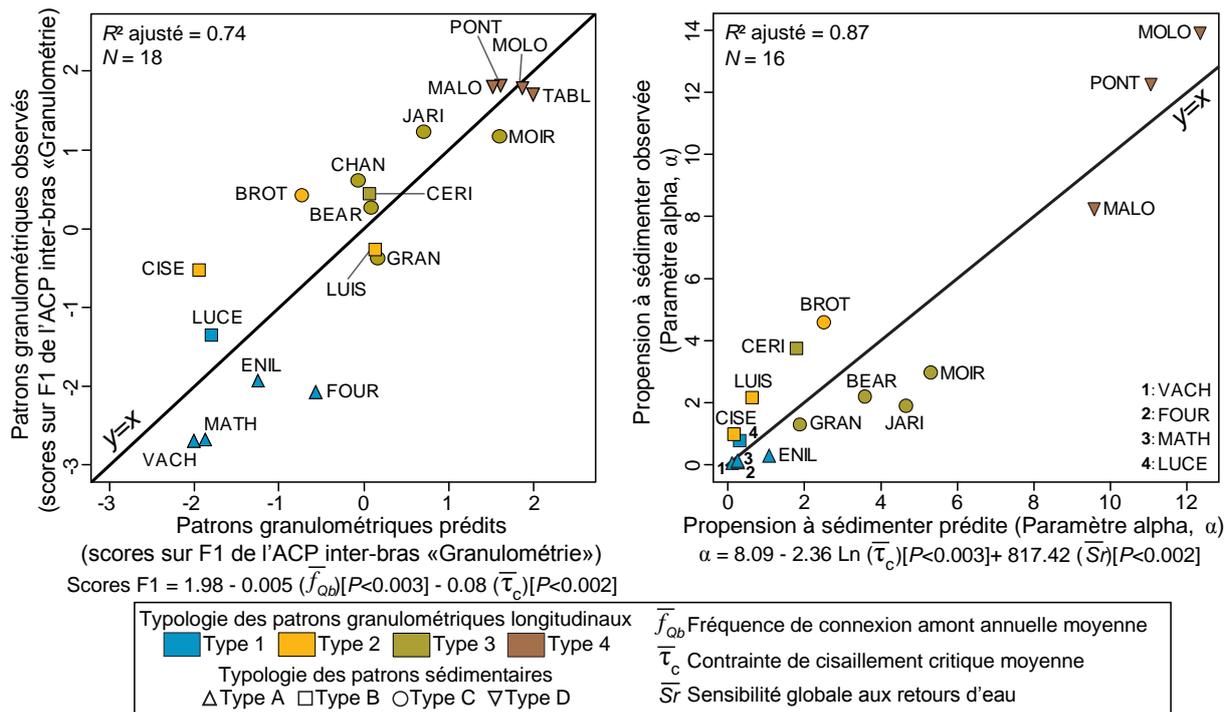


Figure n°1: Exemples de relations empiriques (régressions linéaires multiples) permettant de prédire les patrons granulométriques moyens (à gauche, modifié de Riquier *et al.*, sous presse) et la propension des bras à accumuler des matériaux fins au cours de la première décennie post-travaux (à droite).

4 ELEMENTS DE CONCLUSION

Les relations statistiques établies dans le cadre de cette étude (Figure n°1) peuvent être utilisées pour guider les opérateurs et estimer la durabilité potentielle des futures actions de restauration sur le Rhône et potentiellement sur d'autres systèmes du même type. Elles constituent un outil opérationnel pertinent pour les praticiens désirant restaurer des types de chenaux latéraux relativement rares au sein de la plaine alluviale afin d'augmenter/maintenir un bon niveau de diversité bêta. Les bons résultats obtenus (Figure n°1) indiquent ainsi qu'il est possible de mesurer l'effet de la modification de la géométrie des bras restaurés sur les patrons granulométriques et la quantité de fines qui s'y déposent. A ce titre, agir sur la géométrie des bouchons alluviaux amont apparaît comme un levier important pour les futures opérations de restauration des bras. Ces résultats constituent une approche prometteuse quant à la recherche de géométries de bras spécifiques, permettant d'atteindre et de maintenir durablement des objectifs écologiques déterminés au préalable (e.g. durée de vie des bras, caractéristiques des peuplements).

BIBLIOGRAPHIE

- Amoros C. (2001). The Concept of Habitat Diversity Between and Within Ecosystems Applied to River Side-Arm Restoration. *Environmental Management* 28(6), 805-817.
- Riquier J. Piégay H., Sulk Michalkova M. (sous presse). Hydromorphological conditions in eighteen restored floodplain channels of a large river: linking patterns to processes. *Freshwater Biology*. doi:10.1111/fwb.12411.