

Caractériser et prédire l'utilisation des habitats alluviaux par les communautés aquatiques pour une meilleure gestion des écosystèmes fluviaux

Characterizing and predicting the use of alluvial habitats by aquatic communities for a better management of large river ecosystems

Anaëlle Bouloy¹, Pierre Marle², Jérémie Riquier³, Emmanuel Castella¹, Nicolas Lamouroux³, Camille Lebrun⁴, Hélène Mayor¹, Jean-Michel Olivier⁴, Hervé Piégay², Nicolas Tissot²

¹ INRAE, UR Riverly, Lyon, France

² Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique, Université de Genève, Suisse

³ CNRS, UMR 5600 - Environnement Ville Société – Université de Lyon – France

⁴ CNRS, UMR 5023 LEHNA, Université de Lyon, France

RÉSUMÉ

Le suivi scientifique associé au programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône offre une opportunité unique pour mieux comprendre la trajectoire évolutive des habitats fluviaux tant du point de vue physique qu'écologique. Grâce à plus de 20 années d'échantillonnage sur le Rhône, à la caractérisation fine de l'évolution biophysique (hydromorphologie, macrofaune benthique et ichtyofaune) de ces écosystèmes et à l'utilisation d'outils de modélisation statistiques innovants, il est à présent possible de prédire les trajectoires hydro-sédimentaires des annexes fluviales restaurées et les changements de communautés associés. L'analyse des changements de composition des communautés dans les différents types d'habitat montre les effets sur la biodiversité des opérations de réhabilitation écologique. Les résultats fournissent des connaissances précises pour (1) la restauration de la fonctionnalité des habitats alluviaux (e.g. habitat de reproduction, de croissance, d'hivernage) et (2) la durabilité des actions de restauration sur le maintien d'une forte diversité d'habitats au cours du temps dans un contexte dynamique.

ABSTRACT

The scientific monitoring of the Rhone River restoration provides a unique context to better understand the successional trajectory of restored channels, both from a physical and an ecological point of view. Thanks to more than 20 years of survey and a detailed characterization of the biophysical changes (hydromorphology, benthic macrofauna and ichthyofauna) in these ecosystems, innovative statistical modelling tools were used to predict hydro-sedimentary trajectories and associated changes in biological communities after restoration. The analysis of changes in the composition of biological communities in the different types of channels showed the relevant effects of physical restorations on biodiversity. The results provide evidences towards (1) the restoration of the functionality of alluvial habitats (e.g. breeding, nursery, wintering habitat) and (2) the sustainability of restoration actions on maintaining a high diversity of habitats over time in a dynamic context.

MOTS CLES

Chenaux latéraux, connectivité latérale, suivi scientifique, restauration écologique, biodiversité.

INTRODUCTION

Les aménagements des grands cours d'eau, notamment européens (e.g. Rhin, Danube, Rhône), et les usages liés à ces milieux ont provoqué de multiples altérations de la biodiversité aquatique au cours du XX^{ème} siècle. Le plus souvent, la réduction de la largeur du lit mineur par le passage d'un lit à chenaux multiples vers un lit à chenal unique, l'atterrissement progressif des habitats latéraux traduisant une importante perte de dynamique hydro-sédimentaire et une perte de connectivité entre les chenaux latéraux et le chenal principal, comptent parmi les modifications les plus impactantes pour la biodiversité. A l'état naturel, les différents niveaux de connectivité et de sources d'alimentation en eau des chenaux latéraux font des plaines alluviales un ensemble de milieux diversifiés et productif qui abrite une importante biodiversité. Face à leur dégradation, la restauration des bras latéraux apparaît souvent incontournable pour conserver ces écosystèmes. Ces actions de rajeunissement artificiel, permettent de redonner aux annexes fluviales certaines fonctionnalités écologiques complémentaires à celles des chenaux principaux (e.g. zones d'alimentation, de refuge et de reproduction) et d'améliorer les services écosystémiques qu'ils rendent (e.g. assimilation des nutriments, dégradation de la matière organique et des contaminants et rétention d'eau). Toutefois, les retours d'expériences sur le long terme restent peu nombreux, malgré leur intérêt indéniable pour améliorer les pratiques de restauration. Depuis 2000, plus d'une quarantaine d'anciens bras du Rhône ont fait l'objet de travaux de réhabilitation (i.e. curage, dragage associé à une reconnexion partielle ou totale au fleuve). Une partie du programme de recherche "RhônEco" consiste à suivre sur le long terme l'évolution des chenaux restaurés, ainsi que des chenaux principaux afin (i) d'évaluer si les objectifs de la restauration sont atteints et (ii) de développer des modèles permettant de prédire les changements physiques (évolution morpho-sédimentaires) et biologiques (macrofaune benthique, ichtyofaune) induits par les actions de restauration. Traditionnellement, on observe souvent un cloisonnement entre l'étude des processus hydro-sédimentaires dans les chenaux latéraux et celle des communautés faunistiques. Toutefois, il apparaît indispensable de porter un regard multidisciplinaire sur ces écosystèmes de manière à mieux appréhender et modéliser leur fonctionnement complexe, mais également pour permettre une définition plus pertinente des objectifs de restauration en lien avec les gains écologiques attendus.

DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE L'UTILISATION DES HABITATS ALLUVIAUX PAR LES POISSONS

L'analyse des peuplements piscicoles vise (1) à décrire l'utilisation spatio-temporelle des habitats de la plaine alluviale par les espèces et à identifier le rôle complémentaire des habitats pour leur développement (2) à analyser comment la restauration et les variations de débits influencent l'utilisation des habitats. Des analyses multivariées (analyses en Composante Principale intra-secteur et analyses de coinertie) basées sur des données multi-sites collectées pendant 20 ans dans huit secteurs restaurés du Rhône (8 chenaux principaux et 23 annexes fluviales) ont été réalisées. Les résultats montrent que l'utilisation des habitats par les poissons est principalement liée aux caractéristiques de l'habitat comme la vitesse de courant, la dynamique sédimentaire ou encore la connectivité aux autres habitats (avec 37% de variance intra-secteur expliquées par les stations). Par exemple, les chenaux latéraux déconnectés à l'amont et avec une forte accumulation de sédiments fins ont un rôle de nurserie important pour certaines espèces rhéophiles comme le chevesne et l'ablette. Si la structuration spatiale des assemblages de poissons dans les différents types de chenaux de la plaine alluviale semble principalement déterminée par les caractéristiques des habitats, l'analyse des chroniques de données révèle l'existence d'une variabilité temporelle (~10% de la variance expliquée par les années), probablement contrôlées par les facteurs hydro-climatiques. Parmi ces effets temporels, on note (1) l'effet de la restauration, en particulier sur les chenaux latéraux qui ont changé de régime de connexion (2) l'effet des débits sur l'utilisation des habitats ainsi que sur le recrutement de différentes espèces à stratégies de reproduction dite périodique. Ces résultats ont des implications en termes de gestion des milieux alluviaux en fournissant des pistes de réflexion pour améliorer la fonctionnalité des nurseries, habitats parfois peu présents dans certains secteurs du Rhône. D'un point de vue plus fondamental, les séries de données collectées sur de longues périodes permettent de mieux évaluer l'influence du régime hydrologique sur la fréquentation des différents types d'habitats par les poissons et la complémentarité des types de chenaux dans la plaine alluviale.

MODELISATION DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS EN FONCTION DE L'ÉVOLUTION HYDRO-SEDIMENTAIRE D'UN CHENAL LATERAL RESTAURE

Le croisement de données hydro-morphologiques et d'invertébrés benthiques permet de modéliser les

changements de la richesse taxonomique d'une communauté de 58 taxons de macroinvertébrés (21 gastéropodes et 37 éphéméroptères, plécoptères et trichoptères, EPT) le long de la succession écologique d'un chenal latéral restauré (Marle et al., 2021 ; Fig. 1). Des modèles individuels reliant l'occurrence des taxons aux durées de débordement amont et de reflux par l'aval ont été développés à partir de mesures de terrain dans 19 chenaux de la plaine alluviale du Rhône suivis pendant 10 ans. Les modèles ont été combinés pour simuler les changements de diversité au cours d'une séquence progressive d'alluvionnement et de déconnexion après la reconnexion avec le fleuve d'un chenal complètement déconnecté. Cette reconnexion a consisté en un arasement des bouchons amont et aval recréant un chenal lotique qui a directement conduit à une augmentation directe de la richesse des groupes considérés (en moyenne x2,5). Cependant, la richesse taxonomique montre une diminution constante de l'isolement atteignant une moyenne de 2 pour les EPT et de 7 pour les gastéropodes en fin de succession (environ 250 ans). Avec plus de 80% des modèles taxonomiques ayant une AUC (i.e. aire sous la courbe, permet d'évaluer la performance prédictive du modèle) égale ou supérieure à 0,7 et des pentes de relations linéaires entre la richesse observée et prédite de 0,75 (gastéropodes) et 1 (EPT), les arbres de régression boostés (BRT) fournissent une bonne base pour la prédiction des assemblages d'espèces.

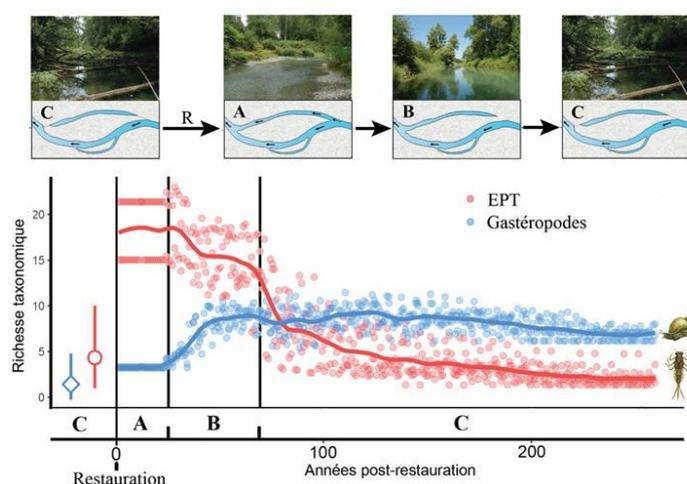


Fig.1 : Succession temporelle d'un chenal latéral après sa restauration (Marle et al., 2021). En haut, présentation illustrée de la succession (A=chenal lotique connecté à l'amont et à l'aval, B=chenal semi-lotique connecté seulement à l'aval et C=chenal lentique isolé du chenal principal en débit bas). En bas, évolution temporelle de la richesse en EPT (rouge) et en gastéropodes (bleu) le long de la succession. Dans le graphique, les moyennes des richesses ainsi que les écarts min/max des richesses observées avant reconnexion ont été ajoutés pour comparaison. Chaque point sur le graphique représente une valeur de richesse calculée à partir du jeu de données prédit rassemblant les occurrences de 58 taxons

CONCLUSION

Ces résultats fournissent des connaissances utiles dans les démarches d'amélioration des pratiques de restauration des fleuves et de leurs zones alluviales en montrant l'importance de la connectivité, des régimes hydrologiques et de la dynamique sédimentaire pour expliquer la diversité biologique et le rôle fonctionnel des habitats alluviaux. Ces travaux confirment également l'intérêt de la prise en compte de deux composantes importantes de la connectivité latérale (durées de débordements et de retours d'eau) pour la prédiction de la diversité des communautés de macro-invertébrés en zone alluviale. En intervenant sur les composantes hydro-sédimentaires des bras par la restauration et/ou la gestion des régimes hydrologiques à l'aval des barrages, les gestionnaires peuvent maintenant orienter de façon plus concrète les changements de faune dans les bras latéraux. Ces modèles peuvent aussi être utilisés pour quantifier la durabilité et l'efficacité écologique des actions de restauration et aider à la planification et à la gestion de la restauration des plaines alluviales. Il est prévu que les modèles invertébrés soient combinés pour anticiper les changements de la diversité à l'échelle de la plaine alluviale. En ce sens, ces travaux contribueront encore au développement des connaissances dans le domaine du fonctionnement et de la restauration des hydrosystèmes fluviaux et de leur diversité biologique, mais également au développement d'outils visant à améliorer leur gestion et leur restauration.

BIBLIOGRAPHIE

- Marle, P., Riquier, J., Timoner, P., Mayor, H., Slaveykova, V.I. and Castella E. (2021). The interplay of flow processes shapes aquatic invertebrate successions in floodplain channels - A modelling applied to restoration scenarios. *Science of the Total Environment*, 750, 142081.
- Riquier, J., Piégay, H., Lamouroux, N. and 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.