

Un synopsis du programme RhôneEco : observatoire écologique long-terme de la restauration du Rhône

A synopsis of the RhôneEco programme: a long-term observatory of the Rhône River ecological restoration.

Lamoureux N.¹, Olivier J.-M.², Castella E.³, Cattaneo F.⁴, Colas F.², Eme D.¹, Forcellini M.¹, Lebrun C.², Logez M.¹, Pansu J.², Riquier J.⁵

¹INRAE UR RiverLy, Villeurbanne, France

²UMR CNRS 5023 LEHNA, Villeurbanne, France

³Université de Genève, Suisse

⁴HEPIA Genève, Suisse

⁵UMR CNRS 5600 EVS, Lyon, France

RÉSUMÉ

RhôneEco est un programme de recherche transdisciplinaire dont l'objectif central est d'évaluer et prédire les effets des mesures de restauration écologique mises en œuvre sur le Rhône. Les opérations de restauration concernées sont (1) l'augmentation des débits réservés à l'aval des barrages, (2) la réhabilitation physique des chenaux alluviaux (lônes), (3) le démantèlement des marges alluviales (reconnexions de casiers, élargissements du chenal), et (4) les recharges sédimentaires. Les suivis réalisés dans le cadre de RhôneEco couvrent jusqu'à 30 ans et ont débuté avant les opérations de restauration. Une synthèse réalisée en 2024 confirme des changements importants de structure des communautés piscicoles et de macro-invertébrés benthiques après restauration dans la plupart des secteurs, du Bas-Rhône comme du Haut-Rhône, dans les chenaux comme dans les lônes, mais qui ne sont pas toujours directement interprétés comme liés à la restauration. Conformément aux attentes, on observe dans plusieurs secteurs une augmentation de l'abondance relative des espèces d'eau courante, une augmentation de la biodiversité de la plaine alluviale, avec un rôle important des bras secondaires recréés. Néanmoins, les réponses conformes aux attentes ne concernent souvent que quelques espèces ou taxons. La programmation RhôneEco des années à venir, dans un contexte de changement global rapide (ex : débits, température et usages), propose d'aller plus loin dans la compréhension et la prédiction des succès ou échecs de la restauration, tout en élargissant les suivis des habitats et des communautés aquatiques.

ABSTRACT

RhôneEco is a transdisciplinary research program whose main objective is to evaluate and predict the effects of ecological restoration measures on the Rhône River. Restoration combined (1) the increase in minimum flows downstream of dams, (2) the physical rehabilitation of floodplain channels, (3) channel widening and (4) sediment recharges. Monitoring covered up to 30 years and began before the restoration operations. A synthesis carried out in 2024 confirms significant changes in fish and macroinvertebrate community structure, in both the Lower and Upper Rhône, in the main and floodplain channels. However, these changes are not fully explained by the restoration alone. As expected, the relative abundance of species adapted to fast-flowing rivers increased in several sites, as well as the diversity of floodplain channels. Nevertheless, responses were often due to a few taxa. In a context of rapid global change (e.g., flow rates, temperature and water uses), the ongoing RhôneEco programme will attempt to better understand and predict the success or failure of restoration measures. For this purpose, we will enlarge the scope of habitat and biological monitoring.

MOTS CLÉS

réhabilitation écologique, hydromorphologie, LTSE France, fleuve, biodiversité
ecological restoration, hydromorphology, LTSE France, large river, biodiversity

1 CONTEXTE

RhônEco est un programme de recherche co-construit avec les partenaires opérationnels dont l'objectif central est d'évaluer et prédire les effets des mesures de restauration écologique mises en œuvre sur le Rhône. Il s'appuie sur un suivi (monitoring) dédié à cette problématique. Les opérations de restauration concernées sont (1) l'augmentation forte des débits réservés à l'aval des barrages, (2) la réhabilitation physique des chenaux alluviaux (lônes), et plus récemment (3) le démantèlement des marges alluviales (reconnexions de casiers, élargissements du chenal) et (4) les recharges sédimentaires.

Les suivis réalisés dans le cadre de RhônEco couvrent jusqu'à 30 ans, et ont débuté avant les opérations de restauration de manière à établir des états initiaux intégrant la variabilité spatio-temporelle des systèmes étudiés. Ces observations pré-restauration sont indispensables à l'évaluation des effets de la restauration.

Ces caractéristiques font de RhônEco un programme unique, aux niveaux national et international, en termes d'acquisition de connaissances et de retours d'expériences quant aux effets des procédures de restauration écologique mises en œuvre.

2 RHONECO : POINT D'ETAPE

Jusqu'en 2024, les suivis et les analyses réalisées dans le programme RhônEco ont concerné principalement l'évolution hydro-morpho-sédimentaire des bras fluviaux et les réponses des communautés de poissons et de macro-invertébrés benthiques aux opérations de restauration des habitats dans les vieux-Rhône et les lônes. Les suivis déployés permettent une analyse à l'échelle des grands types de milieu (chenal principal et lônes) et des communautés. Les protocoles permettent également de fournir des informations à l'échelle des populations.

Une synthèse réalisée en 2024 confirme des changements importants de structure des communautés après restauration dans la plupart des secteurs, du Bas-Rhône comme du Haut-Rhône, dans les chenaux comme dans les lônes, mais qui ne sont pas toujours directement interprétés comme liés aux opérations de restauration. Conformément aux attentes, on observe dans plusieurs secteurs une augmentation de l'abondance relative des espèces d'eau courante, une augmentation de la biodiversité de la plaine alluviale, avec un rôle important des bras secondaires recreusés ou reconnectés.

La mise à jour des tests de modèles d'habitat hydraulique pour les poissons et les invertébrés valide en partie les prédictions des effets de la restauration. Néanmoins, les tests sont bien plus concluants pour les poissons que pour les invertébrés, confirmant l'effet limitant d'autres facteurs pour ces derniers.

Les réponses conformes aux attentes ne concernent souvent que quelques espèces ou taxons. Pour les poissons rhéophiles du Haut-Rhône, par exemple, les réponses du barbeau et partiellement de l'ablette sont conformes aux attentes. En revanche, celles du hotu et parfois de la vandoise peuvent être contraires aux attentes, en particulier dans les chenaux principaux où les occurrences régressent. Sur le Bas-Rhône au contraire, le barbeau n'est pas favorisé comme attendu, et le secteur de Péage-de-Roussillon montre une évolution très atypique pour l'ensemble des communautés vivantes.

Ces résultats suggèrent que divers facteurs environnementaux limitent les réponses observées, dont le diagnostic ne fait que débiter. Le diagnostic est appuyé par plusieurs angles de vue : (1) les écarts aux modèles prédictifs, (2) les différences entre groupes biologiques/espèces/traits de vie, (3) les différences entre secteurs, (4) l'analyse de la complémentarité lône-chenal, (5) les évolutions temporelles et leurs corrélations avec l'environnement (débits, température, chasses sédimentaires).

Parmi les facteurs environnementaux limitant les réponses observées, nous identifions (1) la dynamique sédimentaire complexe et la durabilité variable des habitats, (2) la gestion hydro-sédimentaire des ouvrages à l'échelle du bassin (APAVer, chasses), (3) la restauration partielle de la complémentarité et la fonctionnalité des lônes, (4) les effets du réchauffement de l'eau, (5) la dynamique des espèces exogènes (6) les limites de la connectivité longitudinale, et bien d'autres explications à mieux cerner.

3 PERSPECTIVES

La programmation RhônEco des années à venir (2024-2028), dans un contexte de changement global rapide (ex :

débit, température et usages), propose d'aller plus loin dans la compréhension et la prédiction des effets (succès ou échecs) de la restauration, tout en poursuivant les suivis en place des communautés de poissons et de macro-invertébrés. Il s'agit de mieux comprendre pourquoi les réponses ne sont pas toujours celles prédites, de les replacer dans un contexte environnemental changeant, mais aussi de s'adapter aux nouvelles formes de restauration, dans le but d'étudier la trajectoire du fonctionnement écologique du fleuve et d'identifier les mesures de restauration qui assurent ce fonctionnement. Les inflexions principales sont :

- une volonté de description « multi-facteurs » des habitats, incluant une description fine de l'identité thermique des sites/secteurs étudiés, des expositions aux toxiques, de la connectivité latérale et longitudinale des habitats. Ces co-facteurs conditionnent les réponses observées (ou non) suite aux actions de restauration. Ils sont d'autant plus importants à prendre en compte qu'ils sont déjà soumis à des changements rapides.
- une volonté d'analyser plus en détail les réponses des populations, dans une optique de conservation, mais surtout pour comprendre les mécanismes biophysiques (ex : limites de dispersion ou de reproduction, réponses physiologiques) « clefs » et les facteurs environnementaux qui guident l'observation ou non des réponses biologiques attendues. Cette étape permettra une identification plus fine des facteurs et de potentiels effets seuils sur lesquels agir en priorité pour maintenir les populations.
- une volonté d'élargir les suivis pour avoir une vision intégrée de la biodiversité, en incluant dans RhônEco d'autres groupes biologiques (par ex., végétation riparienne, communautés microbiennes), parfois au moyen d'une phase « test » de faisabilité (macrophytes aquatiques, groupes d'invertébrés revisités). Ces différents groupes participent à la biodiversité globale, interagissent dans le cadre des réseaux trophiques et *in fine*, participent aux processus écosystémiques (par ex., cycle biogéochimiques). Ils donnent une vision complémentaire des effets de la restauration.
- une volonté de relier les observations biologiques aux processus écologiques fondamentaux de l'écosystème (par ex., productivité, cycle du carbone), dont le maintien et/ou l'optimisation du fonctionnement fait aujourd'hui partie des enjeux de nombreux programmes de restauration.
- une volonté de développer des modèles prédictifs de réponses écologiques à la restauration qui intègrent les scénarios climatiques et ainsi d'imaginer le Rhône futur, tout en étant force de propositions pour anticiper les travaux de restauration/modalités de gestion à venir.

Nous remercions tous les coauteurs et collaborateurs du programme RhônEco et des rapports associés, dont la liste de noms ne tiendrait pas au format de ce résumé. Les auteurs représentent la gouvernance des 5 dernières et des 5 prochaines années.

BIBLIOGRAPHIE

- Bouloy A., Olivier J.-M., Riquier J., Castella E., Marle P., Lamouroux N. (2024). Spatio-temporal dynamics of habitat use by fish in a restored alluvial floodplain over two decades. *Science of The Total Environment*, 906, 167540. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167540 <https://hal.science/RHONECO/hal-04231799v1>
- Lamouroux N., Gore J.A., Lepori F., Statzner B. (2015). The ecological restoration of large rivers needs science-based, predictive tools meeting public expectations: an overview of the Rhône project. *Freshwater Biology*, 60, 1069-1084. <https://hal.science/RHONECO/hal-02152578v1>
- Marle P., Riquier J., Timoner P., Mayor H., Slaveykova V.I., Castella E. (2021). The interplay of flow processes shapes aquatic invertebrate successions in floodplain channels - A modelling approach applied to restoration scenarios. *Science of the Total Environment* 750 (1): 142081. <https://hal.science/RHONECO/hal-02931379v1>
- 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*, Vol. 295, 507-528. <https://hal.science/RHONECO/hal-01575564v1>
- Olivier J.-M., Lamouroux N., Castella E., Forcellini M., Lebrun C., Riquier J., et al. (2024) Synthèse du programme RhônEco (1998 – 2023) et recommandations. [Rapport de recherche] Université Lyon 1; CNRS; INRAE; Université de Genève 45 p. (hal-04680015)