

## **Trajectoire contemporaine des assemblages piscicoles du Bas-Rhône médian**

Contemporary trajectory of fish assemblages in the median Lower-Rhône River

Marie-Hélène Lizée \*<sup>1</sup>, Georges Carrel \*<sup>2</sup>, Alain Poirel §<sup>3</sup>

\* IRSTEA - UR RECOVER - Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture - 3275 Route de Cézanne - CS 40061 - FR-13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France

§ EDF - Division Technique Générale (DTG) - Electricité de France - EDF - 21 rue de l'Europe – 38040 Grenoble Cedex 09, France

1 marie-helene.lizee@irstea.fr

2 georges.carrel@irstea.fr

3 alain.poirel@edf.fr

### **RÉSUMÉ**

L'impact des activités humaines sur les milieux aquatiques devient aujourd'hui prépondérant sur les processus naturels. Le Rhône et son bassin versant rassemblent depuis longtemps toutes les contraintes anthropiques à l'origine des modifications globales des hydrosystèmes fluviaux. Malgré les résultats encourageants des programmes d'assainissement et de restauration hydraulique et écologique, l'analyse des chroniques biologiques pluri-décennales montre des changements contemporains majeurs au sein des communautés rhodaniennes associés aux évolutions hydrologiques et climatiques, à la qualité des eaux et à l'afflux croissant d'espèces allochtones. Sur la base de longues chroniques obtenues sur le Bas-Rhône médian dans le cadre du suivi réglementaire de deux centres nucléaires de production électrique, nous proposons une analyse de l'évolution temporelle [1996-2016] des communautés piscicoles à partir de 9 stations représentatives du Rhône aménagé (retenues, canaux usiniers et sections court-circuitées). Cette trajectoire sera confrontée à des descripteurs de l'environnement afin de mieux appréhender sa prédictibilité et les incertitudes associées.

### **ABSTRACT**

Freshwater ecosystems are under the threat of human activities, currently overtaking the influence of natural processes. The Rhône River and its catchment have long been affected by these anthropogenic constraints that cause global changes in the functioning of fluvial hydro-systems. Despite encouraging results of hydraulic and ecological restoration/sanitation programs, the analysis of multi-decadal biological chronicles shows major contemporary changes in the Rhône communities, associated with climatic and hydrological evolutions, water quality and non-native species growing influx. On the basis of long chronicles obtained in the median Lower-Rhône River, as part of the monitoring of 2 nuclear power generation plants, we propose an analysis of temporal changes [1996-2016] in fish communities from 9 representative stations of the developed Rhône River (reservoirs, power canals and bypassed sections). This trajectory will be confronted with environmental descriptors in order to better understand its predictability and associated uncertainties.

### **MOTS CLES**

Chroniques piscicoles, fleuve régulé, hydrologie, qualité physico-chimique, température

## 1 CONTEXTE

L'impact millénaire des activités humaines sur les écosystèmes, et notamment aquatiques, supprime désormais les processus naturels du globe. Le cycle global de l'eau a été modifié de manière irréversible (Vörösmarty *et al.*, 2004). A l'échelle d'un grand bassin versant, la complexité des phénomènes en jeu est devenue telle qu'il en devient difficile d'extirper l'unicité d'un facteur de perturbation. Tout en considérant la suprématie des changements environnementaux globaux tels que les dépôts atmosphériques azotés, le réchauffement climatique, l'altération progressive du régime des précipitations et des écoulements, Dudgeon et ses collaborateurs (2006) considèrent que les principaux impacts connus ou potentiels sur la biodiversité des eaux continentales concernent la surexploitation des ressources, la pollution des eaux, la dégradation des habitats, la modification des débits et les introductions d'espèces.

A l'image de nombreux fleuves européens, le Rhône et son bassin versant rassemblent l'intégralité des contraintes anthropiques historiques et actuelles à l'origine des modifications globales de l'hydrosystème fluvial. Bien que les biocénoses aient été progressivement modifiées par l'interaction des facteurs anthropiques, les modifications majeures sont essentiellement le fait de deux vagues successives de grands travaux de génie civil, l'une engagée pour la protection des riverains contre les crues et l'amélioration de la navigation (1840-1930), l'autre consacrée à l'aménagement énergétique de l'axe fluvial (1892-1986).

Malgré les résultats encourageants des programmes d'assainissement (Agence RMC) et de restauration hydraulique et écologique (programme RhôneEco), l'analyse des chroniques biologiques pluri-décennales montre que les changements contemporains majeurs au sein des communautés rhodaniennes de macro-invertébrés et de poissons impliquent les évolutions climatiques récentes et le succès grandissant des espèces allochtones.

Le phénomène d'homogénéisation biotique apparaît comme une des principales conséquences des changements actuels des biocénoses. Ce processus fait la plupart du temps référence à une augmentation de la similarité taxinomique entre milieux : on parle alors d'homogénéisation taxinomique (Olden & Rooney, 2006). Cependant, le remplacement d'espèces sensibles aux contraintes anthropiques par des espèces plus tolérantes peut conduire, à un niveau d'organisation supérieur, à ce qu'on appelle : « homogénéisation fonctionnelle ». Cette homogénéisation fonctionnelle correspond à une forte redondance concernant les caractéristiques des espèces présentes, et donc de leur fonction dans l'écosystème (Olden & Rooney, 2006). Elle peut remettre en question la résilience de l'hydrosystème, voire son fonctionnement lors de la disparition de fonctions soutenues par des espèces en déclin.

Le but de la présente étude est d'interroger cette notion d'homogénéisation au sein des communautés piscicoles fluviales. Plus précisément, nous chercherons à répondre aux questions suivantes.

- Peut-on caractériser la trajectoire écologique du Bas-Rhône médian à partir de l'organisation des communautés (composition spécifique, richesse, abondance relative des espèces, diversité) ?
- Si oui, cette évolution s'exprime-t-elle au niveau de la composition fonctionnelle des assemblages d'espèces ?
- Dans quelle mesure les facteurs de l'environnement (hydrologie, thermie et qualité de l'eau) conditionnent-ils cette évolution ? Quelle est leur importance relative ? Et à quelle(s) échelle(s) opèrent-ils ?

## 2 MATERIEL ET METHODES

Sur la base des longues chroniques issues du suivi réglementaire de deux centres nucléaires de production électrique, nous proposons une analyse de l'évolution temporelle récente [1996-2016] des communautés piscicoles. Neuf stations d'étude localisées entre les points kilométriques 144 et 212, sont considérées représentatives de ce tronçon fluvial aménagé, caractérisé par l'enchaînement de grandes entités physiques (retenues, canaux usiniers et sections court-circuitées) et la présence de trois sites industriels nucléaires (Cruas-Meysses, Tricastin et Marcoule).

Pour chacune des 21 années biologiques prises en compte, les stations sont caractérisées à partir de 2 pêches : une pêche d'automne [année calendaire N] et une pêche de printemps [année calendaire N+1]. Le but étant de reconstituer la trajectoire temporelle de ces communautés à partir de leur composition spécifique, mais aussi de leur composition fonctionnelle évaluée sur la base des traits

définis par Logez et al. (2013).

Cette trajectoire est confrontée à des descripteurs de l'environnement afin de mieux appréhender sa prédictibilité et les incertitudes associées. Nous disposons de trois catégories de variables permettant de caractériser les évolutions parallèles (i) de la thermie, (ii) de l'hydrologie et (iii) de la qualité physico-chimique sur les deux dernières décennies.

A partir de deux types d'analyses (RLQ et partition de variance), nous caractérisons l'évolution de la composition fonctionnelle des assemblages de la chronique, tout en mettant en relation cette évolution avec celle de l'environnement abiotique, dans le but de démêler les effets respectifs des différents descripteurs de l'environnement.

### 3 RESULTATS PRELIMINAIRES

L'analyse RLQ, très descriptive, permet d'aborder de façon globale la relation existant entre évolution des variables environnementales d'une part, et trajectoire écologique des communautés en termes de composition fonctionnelle d'autre part.

Les premiers résultats font état d'une relation significative entre variables environnementales et traits fonctionnels ( $p < 0.001$ ). Le premier axe de l'analyse révèle une ordination des sites en fonction des variables environnementales, correspondant en grande partie à une évolution temporelle ( $R^2 = 0.63^{***}$  entre les scores des sites et les années). Les changements les plus marqués concernent l'amélioration de la qualité physico-chimique (baisse des phosphates, nitrites et ammonium), en parallèle d'une augmentation de l'oxygène dissous et du pH. Parmi les descripteurs thermiques, la précocité du printemps est également associée à ce premier axe.

Les évolutions environnementales définies par le premier axe sont liées à la progression de certains traits fonctionnels, correspondant à l'augmentation des effectifs de certaines espèces telles que l'anguille, le barbeau fluviatile, le pseudorasbora, le silure, et dans une moindre mesure, le toxostome, et l'ide mélanote d'apparition récente. Cependant, l'analyse révèle également une diminution de certains traits généralistes associée au déclin non négligeable de nombreuses espèces : carassin argenté, chevaine, gardon, perche commune, perche soleil, rotengle, tanche (et de façon moins marquée : brème commune, goujon et hotu).

Si la progression de l'anguille constitue un signal attestant sans doute du succès des opérations de restauration des axes migratoires rhodaniens, les communautés étudiées présentent un plus grand nombre d'espèces en déclin que d'espèces en progression. Par ailleurs, la diminution de la représentation de certains traits généralistes paraît aller à l'encontre de notre hypothèse d'homogénéisation fonctionnelle et doit être analysée de manière approfondie, notamment via la modélisation de la diversité fonctionnelle (partition de variance), voire l'exploration de nouveaux descripteurs.

Ces résultats offrent une image synthétique préliminaire de la trajectoire étudiée permettant de poser des hypothèses plus précises sur les processus en œuvre. Cependant, il faut dépasser cette approche corrélative et descriptive pour quantifier le rôle respectif des différents facteurs de l'environnement considérés et mieux appréhender les échelles spatiales auxquelles ils opèrent.

S'interroger sur l'influence relative des processus locaux et des processus régionaux sur les patrons de structuration des communautés est loin d'être une question aussi triviale qu'elle y paraît. Il s'agit en réalité de poser la question des facteurs essentiels sur lesquels doivent porter les opérations de gestion, d'aménagement ou de restauration.

### BIBLIOGRAPHIE

- Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M., O, Kawabata Z.-I., Knowler D., J., Leveque C., Naiman R., J, Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stiassny M., L. J & Sullivan C., A (2006) Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, **81**, 163-182.
- Logez M., Bady P., Melcher A. & Pont D. (2013) A continental-scale analysis of fish assemblage functional structure in European rivers. *Ecography*, **36**, 80-91.
- Olden J.D. & Rooney T.P. (2006) On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography*, **15**, 113-120.
- Vörösmarty C., Lettenmaier D., Leveque C., Meybeck M., Pahl-Wostl C., Alcamo J., Cosgrove W., Grassl H., Hoff H., Kabat P., Lansigan F., Lawford R. & Naiman R.J. (2004) Humans transforming the global water system. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, **85**, 509-514.