

Réponses des poissons et des macroinvertébrés aux variations rapides des conditions hydrauliques à l'aval des centrales hydroélectriques gérées par éclusées

Response of fish and macroinvertebrate to rapid changes in hydraulic conditions due to hydropeaking

Judes C.^{a,b}, Gouraud V.^a, Capra H.^b, Lamouroux N.^b

^a EDF R&D LNHE - Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, HYNES, Chatou, France (clarisse.judes@gmail.com; veronique.gouraud@edf.fr)

^b INRAE, RiverLy, Villeurbanne, France (herve.capra@inrae.fr; nicolas.lamouroux@inrae.fr)

RÉSUMÉ

Les variations artificielles, fréquentes et rapides du débit générées par les centrales hydroélectriques peuvent perturber les communautés aquatiques. Les effets de ces fortes variations de débit ont été étudiées à deux échelles spatiales et biologiques. A l'échelle du tronçon (~ 100 m) et des populations, une première étude a permis de quantifier les liens entre les éclusées et les densités de poissons. L'influence des éclusées a été estimée secondaire par rapport à la structuration le long des gradients longitudinaux et aux influences négatives des crues sur les densités annuelles. Cependant, les analyses spatiales et temporelles ont suggéré que les éclusées défavorisent les espèces de poissons typiques des rivières de taille moyenne au profit des espèces typiques des petites rivières (truite, vairon, chabot). A l'échelle du microhabitat (~m²) et des individus, une seconde étude a caractérisé la sélection du microhabitat par les organismes. Globalement, l'hydraulique passée a influencé la sélection des microhabitats, avec un effet plus fort sur les macroinvertébrés que sur les poissons et une influence directe plus forte de l'assèchement que des fortes vitesses passées. Les poissons suivent leurs conditions d'habitat favorables et évitent donc les fortes vitesses tandis que les macroinvertébrés restent et se cachent.

ABSTRACT

Artificial, frequent and rapid flow variations generated by hydroelectric power plants may impact aquatic communities. The effects of these high flow variations were analyzed at two spatial and biological scales. At the reach (~ 100 m) and population scales, a first study quantified the links between hydropeaking and fish densities. The influence of hydropeaking was considered secondary to the structuring along longitudinal gradients and to the negative influences of flooding on annual densities. However, spatial and temporal analyses suggested that hydropeaking disadvantage fish species typical of medium-sized rivers to the benefit of species typical of small rivers (trout, minnow, sculpin). At the microhabitat (~m²) and individual scale, a second study characterized microhabitat selection by organisms. Overall, past hydraulics influenced microhabitat selection, with a stronger effect on macroinvertebrates than on fish and a stronger direct influence of dewatering than of past high velocities. Fish follow their favorable habitat conditions and thus avoid high velocities while macroinvertebrates stay and hide.

MOTS CLES

Communautés, Eclusées, Habitat, Macroinvertébrés, Poissons

1 INTRODUCTION

Les éclusées sont des variations artificielles, fréquentes et rapides du débit permettant de répondre à des pics infra-journaliers de la demande d'électricité. Les variations hydrauliques qu'elles génèrent peuvent perturber les communautés aquatiques (ex : échouage-piégeage ou dérive forcée des individus). Peu d'études ont mis en évidence des liens transférables d'un site à un autre entre les variables liées aux éclusées et les réponses biologiques. Pour développer des mesures d'atténuation des éclusées, il est nécessaire de connaître ces liens quantitatifs à plusieurs échelles spatiales, temporelles et biologiques, notamment l'échelle de l'individu et des populations. Aussi, l'objectif de la thèse de Clarisse Judes (2021a) était i) à l'échelle du tronçon (~ 100 m) et des populations, de caractériser les liens entre les éclusées et les densités de poissons (Judes et al., 2020), ii) à l'échelle du microhabitat (~m²) et des individus, de caractériser la sélection du microhabitat par les organismes (Judes et al., 2021b). Cette communication porte sur la synthèse de ces travaux.

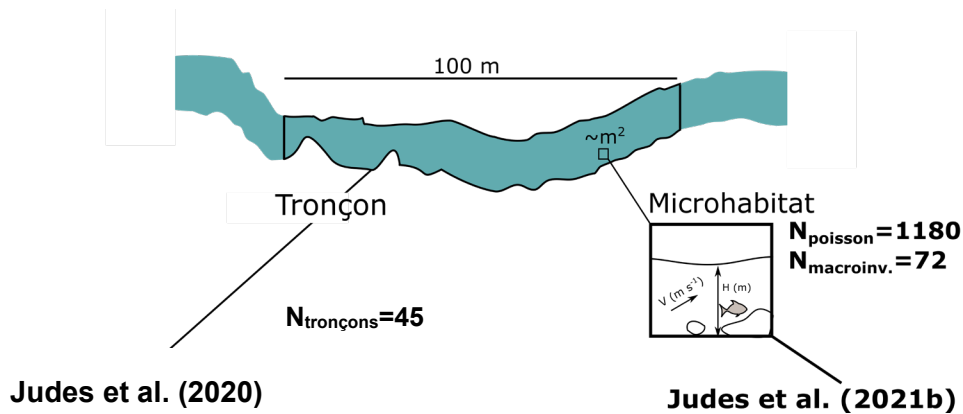


Figure 1 : Echelle spatiale des deux études présentées

2 EFFET DES ECLUSEES SUR LES PEUPELEMENTS PISCICOLES

Les effets des variations hydrauliques provoquées par les éclusées sur les populations de poissons ont été évalués en réalisant une combinaison originale d'analyses spatiales (sur 45 tronçons de rivières dont six groupes de tronçons géographiquement proches) et temporelles (sur 3 à 17 ans) (Judes et al., 2021a). L'influence des éclusées a été estimée secondaire par rapport à la structuration le long des gradients longitudinaux et aux influences négatives des crues sur les densités annuelles. Cependant, les analyses spatiales et temporelles ont suggéré que les éclusées défavorisent les espèces de poissons typiques des rivières de taille moyenne au profit des espèces typiques des petites rivières (truite, vairon, chabot).

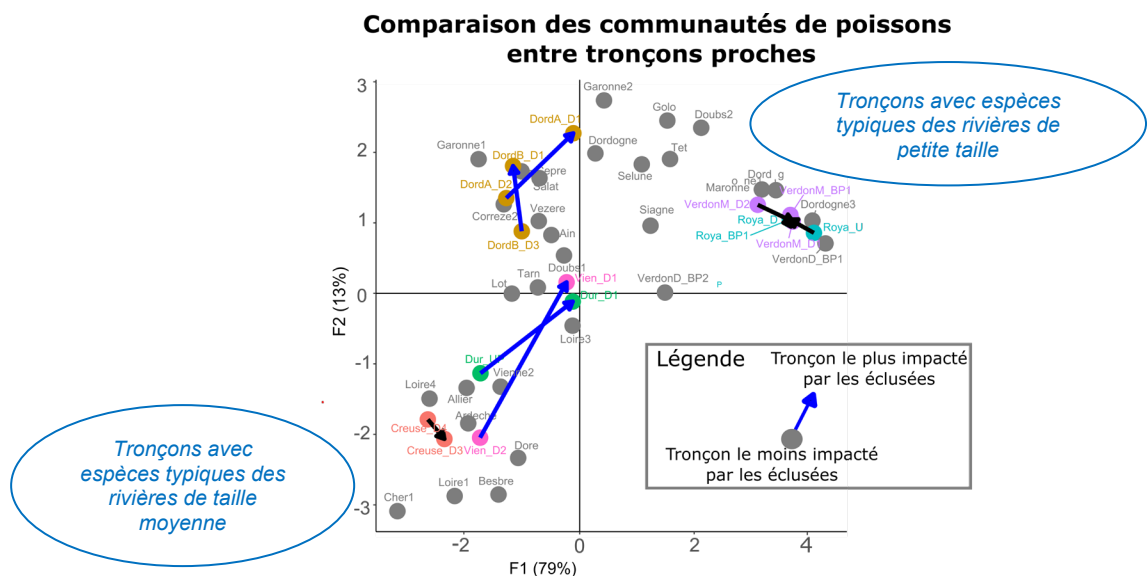


Figure 2 : Résultats de l'analyse de co-inertie entre métriques événements extrêmes, éclusées, conditions milieu et échantillonnage et densités de poissons - Scores sur le 1^{er} et le 2^{ème} axe de l'analyse spatiale entre tronçons.

3 PREFERENCES D'HABITATS DES TAXONS SOUMIS A DES ECLUSEES

Pour mieux comprendre les effets des éclusées, la sélection de l'habitat des poissons et des macroinvertébrés a été étudiée dans une rivière de taille moyenne (la rivière d'Ain) à l'échelle du microhabitat (Judes et al., 2021b). Pour ce faire, nous avons utilisé des observations des abondances de poissons dans 1180 microhabitats (507 échantillonnés par pêche électrique, 673 par observations subaquatiques) et des abondances de macroinvertébrés dans 36 microhabitats (hyporhéiques et benthiques) ainsi qu'un modèle hydraulique 2D pour estimer l'hydraulique passée des microhabitats (pendant les 15 jours avant l'échantillonnage). Globalement, l'hydraulique passée a influencé la sélection des microhabitats, avec un effet plus fort sur les macroinvertébrés que sur les poissons et une influence directe plus forte de l'assèchement (3-15 fois moins de macroinvertébrés dans les microhabitats qui s'assèchent) que des fortes vitesses passées. Les poissons suivent leurs conditions d'habitat favorables et évitent donc les fortes vitesses tandis que les macroinvertébrés restent et se cachent.

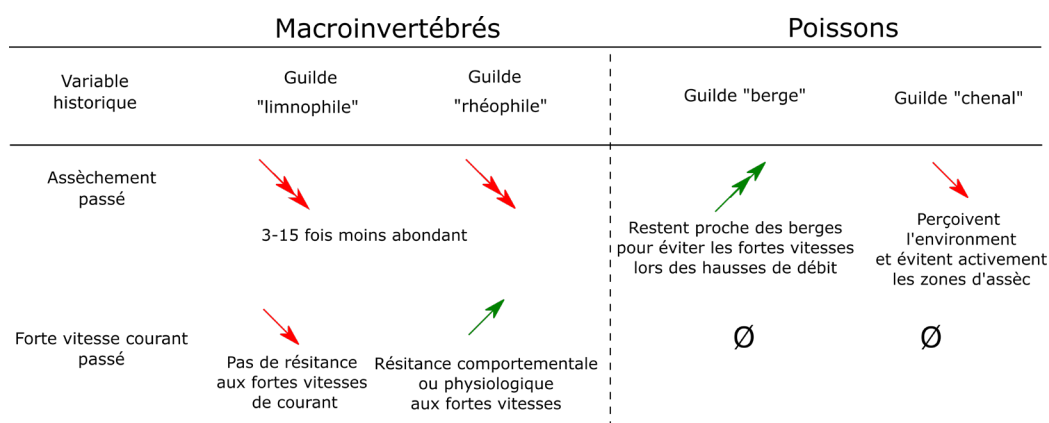


Figure 3 : Réponse des taxons aux éclusées à l'échelle du microhabitat

4 CONCLUSIONS -PERPECTIVES

Ces résultats montrent la complémentarité des deux échelles d'étude étudiées. Les effets observés des éclusées à l'échelle des micro-habitats sont notamment à considérer pour caractériser les effets à l'échelle des tronçons. Une quantification de la dynamique spatio-temporelle des habitats permettrait de faire le lien entre ces deux échelles. Enfin, des perspectives opérationnelles seront proposées, notamment pour intégrer les résultats dans les modèles de gestion.

BIBLIOGRAPHIE

- Judes, C., Gouraud, V., Capra, H., Maire, A., Barillier, A. and Lamouroux, N. (2020). Consistent but secondary influence of hydropeaking on stream fish assemblages in space and time. *Journal of Ecohydraulics*, DOI: 10.1080/24705357.2020.1790047
- Judes C. (2021a). Réponses des poissons et des macroinvertébrés aux variations rapides des conditions hydrauliques à l'aval des centrales hydroélectriques gérées par éclusées. *Manuscrit de thèse*.
- Judes, C., Capra, H., Gouraud, V., Pella, H., Lamouroux, N. (2021b). Past hydraulics influence microhabitat selection by macroinvertebrates and fish in hydropeaking rivers. *River Research and Applications* (sous presse)