

Facteurs expliquant les piégeages et échouages de poissons d'une rivière soumise à de fortes variations de débit liées à la production hydroélectrique

Factors explaining the trapping and stranding of fish in a river submitted to strong flow variations linked to hydropeaking production

Insulaire F.^a, Cattaneo F.^b, Paillex A.^c, Barillier A.^d, Malavoi JR.^d, Gouraud V.^a

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

^b HEPIA, Jussy, Suisse (franck.cattaneo@hesge.ch)

^c ECOTEC Environnement, Genève, Suisse (Paillex@ecotec.ch)

^d EDF CIH, La Motte Servolex, France (agnes.barillier@edf.fr)

RÉSUMÉ

La gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques permet d'équilibrer les pics de production d'électricité aux pics de consommation et de garantir l'équilibre du réseau électrique. Elle induit des fortes baisses de débits susceptibles de générer des piégeages et échouages (PE) de poissons, notamment dans les tronçons présentant des bancs de graviers, des chenaux secondaires et des annexes. Sur un linéaire de 50 km de l'Ain, nous avons cherché à identifier les facteurs hydrologiques et morphologiques favorisant ces PE. Pendant les baisses de débit, des échantillonnages des quantités d'individus piégés et échoués ont été mis en œuvre de mars à juin de 2009 à 2012 et de 2015 à 2021, en distinguant les différents types de structures morphologiques piégeantes. Des analyses de co-inertie ont été menées pour évaluer si les quantités piégées et échouées de poissons variaient avec les caractéristiques des éclusées. Des tests de Wilcoxon ont été effectués pour tester les variables d'éclusées expliquant les PE d'une espèce donnée au sein de chaque structure morphologique. Le nombre d'éclusées avant l'observation (lié fortement à la durée de plateau de l'éclusée) ainsi que les valeurs de débit induisant une réduction significative de la surface mouillée semblent des facteurs expliquant les PE. Au sein des vasques qui s'avèrent être les structures morphologiques les plus piégeantes, les mêmes facteurs hydrologiques semblent expliquer les PE.

ABSTRACT

Hydropower plants operated by hydropeaking allow to balance peak electricity consumption with peak production and to guarantee the balance of the electricity network. It induces strong decreases of flows likely to generate stranding and trapping (ST) of fish, in particular in the sections presenting gravel banks, secondary channels and annexes. On a 50km reach of the Ain river, we tried to identify the hydrological and morphological factors explaining these ST. During periods of flow decreases, sampling of the quantities of trapped and stranded individuals was implemented from March to June from 2009 to 2012 and from 2015 to 2021, distinguishing the different types of morphological trapping structures. Co-inertia analyses were conducted to assess whether stranded and trapped fish quantities varied with hydropeaking characteristics. Wilcoxon tests were performed to test the hydropeaking variables explaining the ST of a given species within each morphological structure. The number of hydropeaking prior to observation (highly related to plateau duration) as well as flow values inducing a significant reduction in wetted area appeared to be factors explaining ST. Within the basins, which turned out to be the most trapping morphological structures, the same hydrological factors seem to regulate the ST.

MOTS CLES

Echouages, Eclusées, Piégeage, Poissons, Structure morphologique

INTRODUCTION

La gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques permet d'équilibrer les pics de production d'électricité aux pics de consommation et de garantir l'équilibre du réseau électrique. Elle est essentielle dans un contexte de développement des énergies intermittentes (éolien, photovoltaïque...). Néanmoins, les fortes variations de débit qu'entraîne ce type de production peuvent conduire à des impacts importants sur les espèces piscicoles, notamment les fortes baisses de débits qui peuvent engendrer des piégeages et des échouages (PE), principalement dans les tronçons présentant des bancs de graviers, des chenaux secondaires et des annexes. Afin d'être en mesure d'identifier des mesures d'atténuation, nous avons cherché à identifier les facteurs hydrologiques et morphologiques pouvant expliquer ces PE.

1 MATERIELS ET METHODES

Des prospections à pied ont été effectuées sur 52 stations réparties sur un linéaire de 50 km sur la basse rivière d'Ain de mars à juin de 2009 à 2012 et de 2015 à 2021, pendant ou juste après des baisses de débit induites par les éclusées. Elles ont permis de dénombrer et d'identifier les individus piégés et échoués (Fig. 1). Les structures piègeantes ont été classées en 5 types : vasque, flaque, zone de retrait, basse, microbasse (Malavoi, comm.pers.). La perturbation hydrologique a été évaluée à l'aide de l'indicateur développé par Courret (2020)

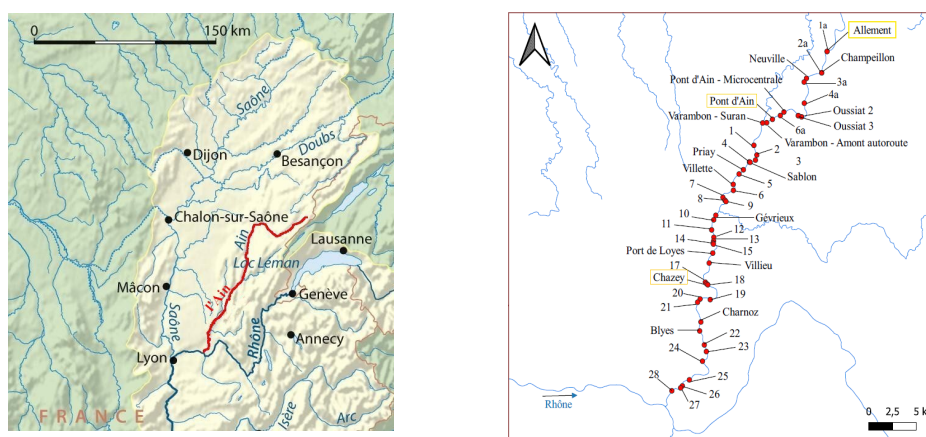


Figure 1 : Localisation des 52 stations d'étude

Deux analyses de co-inertie ont été successivement menées pour évaluer si les quantités piégées et échouées de poissons variaient avec les caractéristiques des éclusées : une première sur les quantités échouées et piégées de truites et d'ombres et une seconde sur celles des différentes espèces de cyprinidés. La capacité piègeante de chaque type de structure a été évaluée à l'aide de l'indice d'efficacité de Jacobs (1974) qui prend en compte la proportion d'individus PE dans un type de structure par rapport à l'ensemble des individus et la proportion que représente le type de structure par rapport à tous les autres types structures. Pour tester les variables d'éclusées expliquant les PE d'une espèce donnée au sein de chaque structure morphologique, des tests de Wilcoxon ont été effectués.

2 RESULTATS

Les premiers axes factoriels (poissons et éclusées) suggèrent que moins le nombre d'éclusées dans les 5 jours précédents l'observation est important, plus il y aura du PE (Fig.2). Un nombre élevé d'éclusées correspond le plus souvent à une durée longue du plateau de l'éclusée. Par ailleurs, plus le débit maximum de l'éclusée, le débit de base, l'amplitude, la durée de baisse de l'éclusée sont faibles, plus le taux de PE est important. Les faibles valeurs de ces métriques d'éclusées correspondent à des gammes de débit pour lesquelles les pertes relatives de surface mouillée sont élevées.

Les vasques s'avèrent piègeantes aussi bien pour les salmonidés que pour les cyprinidés (Fig. 3). Des capacités natatoires peut-être moindres des juvéniles d'ombre par rapport à la truite au printemps pourraient expliquer la proportion plus importante d'ombres piégés dans les flaques que dans les vasques. Les PE de la loche franche dans les zones de retrait et du vairon dans les basses peuvent

s'expliquer respectivement par leur comportement benthique et grégaire. Au sein des vasques, l'effet du nombre d'éclusées dans les 5 jours précédents l'observation est confirmé pour la majorité des espèces.

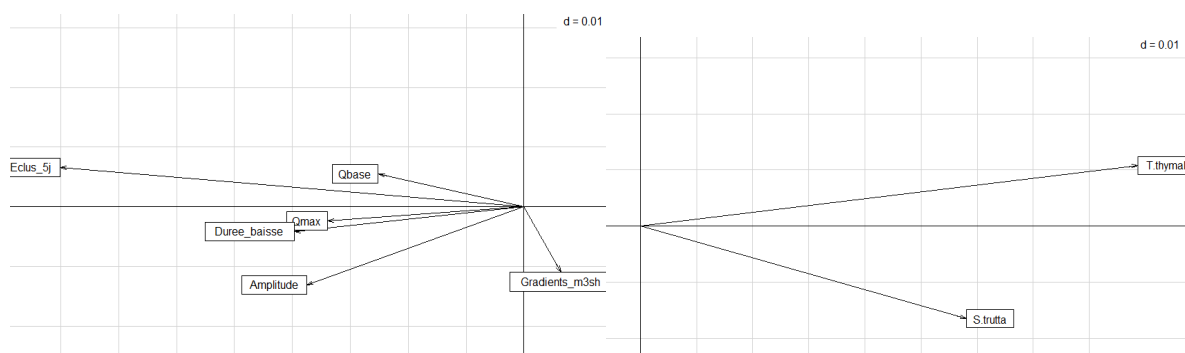


Figure 2 : Résultats de l'analyse de co-inertie pour les truites (*S. trutta*) et les ombres (*T. thymallus*) et les métriques d'éclusées (nombre d'éclusées durant les 5 jours précédents l'observation, Qbase : débit de base, Qmax : débit max, Amplitude, durée de baisse, gradients de baisse)

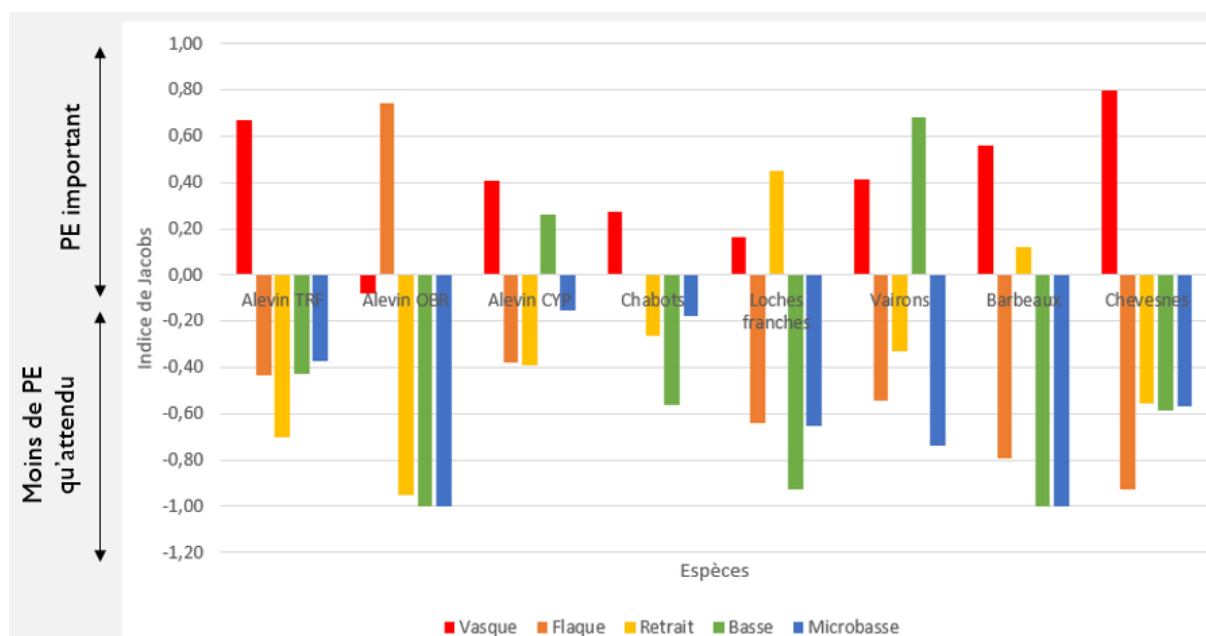


Figure 3 : Capacité de piégeage des différentes structures morphologiques

3 CONCLUSION

Le plus faible taux de PE observé après un nombre d'éclusées élevé pourrait s'expliquer soit par des mortalités induites par les PE avant l'observation (diminution des abondances de juvéniles antérieure à l'éclusée observée) soit par des durées de plateau plus courtes qui généreraient moins de PE. Par ailleurs, les PE semblent moins importants lors d'un débit de base élevé, résultat fréquemment décrit dans la littérature. Les faibles valeurs de débits max et d'amplitude (correspondant à une réduction significative de la surface mouillée) semblent générer plus de PE que des valeurs élevées de ces métriques (correspondant à des gammes n'induisant plus de variations significatives de la surface mouillée).

BIBLIOGRAPHIE

- Courret D., Baran P., Larinier M. (2021): An indicator to characterize hydrological alteration due to hydropeaking, *Journal of Ecohydraulics*, DOI:10.1080/24705357.2020.1871307
- Jacob, J. (1974). Quantitative Measurement of Food Selection - A Modification of the Forage Ratio and Ivlev's Electivity Index. *Oecologia* (Berl.) 14, 413--417.