

Continuité écologique sur le Haut-Rhône franco-suisse : franchissement piscicole de deux grands barrages hydroélectriques successifs pour des espèces potamodromes à migration partielle

Ecological connectivity on the French-Swiss upper Rhône River: upstream fish passage at two successive large hydroelectric dams for potamodromous, partially migratory species

GRIMARDIAS David¹, CHASSERIEAU Céline², BEUFILS Morgane² & CATTANEO Franck¹

¹ Hepia Geneva, University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland, Technology, Architecture and Landscape, Jussy, Suisse

² Fédération Départementale de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques, Saint-Martin Bellevue, France

RÉSUMÉ

Dans le contexte mondial de fragmentation des cours d'eau, la plupart des études se focalisent sur les espèces migratrices diadromes. Le franchissement d'obstacles par les espèces potamodromes, particulièrement celles présentant une fraction migrante dans leur population, est peu documenté, malgré le fait que ces espèces doivent 'migrer' pour compléter leur cycle biologique. L'étude a pour but d'évaluer l'efficacité de passes-à-poissons à fentes verticales sur deux barrages consécutifs du Haut-Rhône : Verbois et Chancy-Pougny. La radiotélémétrie et le pit-tagging (RFID) ont été utilisés conjointement pour quantifier les probabilités de migration, d'entrée dans la passe et de franchissement pour trois espèces potamodromes, deux cyprinidés (le barbeau fluviatile *Barbus barbuis* et le chevesne *Squalius cephalus*), et un salmonidé (la truite de rivière *Salmo trutta f. fario*). La franchissabilité des passes, estimée à 68 %, ne diffère pas entre espèces, mais les probabilités de migration et d'entrée dans la passe dépendent de l'espèce, du barrage, mais aussi de caractéristiques individuelles comme la taille ou la condition corporelle. Globalement, l'efficacité de franchissement est plus faible pour la truite que pour les cyprinidés. L'attractivité de la passe semble être un facteur limitant majeur de cette efficacité. La motivation des poissons potamodromes à franchir un ouvrage doit être prise en compte pour une meilleure évaluation de cette efficacité.

ABSTRACT

In the worldwide context of riverine ecosystems damming, studies mainly focused on diadromous fish. Potamodromous fish, moreover partially migratory populations, are lacking of data on fishway efficiency, despite their need to move to complete their life cycle. This study aimed to evaluate the efficiency of vertical slot fishways for upstream fish migration of two consecutive hydropower dams on the Rhône River, the Verbois and Chancy-Pougny dams. Two telemetric methods, radiotelemetry and PIT-tagging, were used together to quantify migration probability, entrance probability and passage efficiency of the fishways, for three potamodromous species, two Cyprinids (the barbel *Barbus barbuis* and the chub *Squalius cephalus*), and one Salmonid (the brown trout *Salmo trutta*). While the passability of fishways did not differ among species (68 % for all species), the migration probability and attractiveness of the fishway was dependent on the dam and the species, as well as individual characteristics as fish body length and condition. Overall, fishway efficiency was lower for brown trout than for the Cyprinids. Attraction may be the major limiting factor to the efficiency of fishway. Considering motivation of fish (migratory behaviour) is a key factor to better assess fishway efficiency for potamodromous, partially migratory species.

MOTS CLES

Continuité écologique, franchissement, montaison, espèces potamodromes, télémétrie

1 INTRODUCTION

Le développement effréné des activités humaines et la forte artificialisation des milieux aquatiques qui l'accompagne ont conduit à une importante altération de leur fonctionnement et à une fragmentation des habitats. Les notions de "mouvements de la faune", de "libre accès aux habitats", de "processus hydromorphologiques" apparaissent désormais au cœur même des objectifs de restauration de la continuité écologique de ces milieux, et sont parties intégrantes de la législation récente en France comme en Suisse. L'évaluation de l'efficacité de franchissement des ouvrages et l'identification des éventuels facteurs limitants sont des prérequis indispensables à l'élaboration de stratégies de gestion ou d'amélioration de ces dispositifs piscicoles de migration.

L'objectif de cette communication est de présenter l'évaluation de l'efficacité de franchissement des passes à poissons à fentes verticales (VSF) équipant deux grands barrages hydroélectriques successifs du Haut-Rhône franco-suisse, Chancy-Pougny (mise en service en 2012) et Verbois (mise en service en 1999). Pour cela, sont dissociées, inspirées d'Ovidio et al. (2017), les estimations de probabilités de migration M_{ij} , d'entrée dans la passe E_{ij} et de franchissement ajusté F_{ij} (probabilité de franchir la passe une fois entré – voir Fig. 1). Ces évaluations ont été réalisées pour trois espèces potamodromes à migration partielle (*sensu* Chapman et al. 2012) représentatives du Haut-Rhône (barbeau, *Barbus barbus* ; chevaine, *Squalius cephalus* ; truite de rivière, *Salmo trutta*), dans le cadre de leur montaison (migration de reproduction - adultes), en tenant compte des caractéristiques individuelles (espèce, taille et condition corporelle).

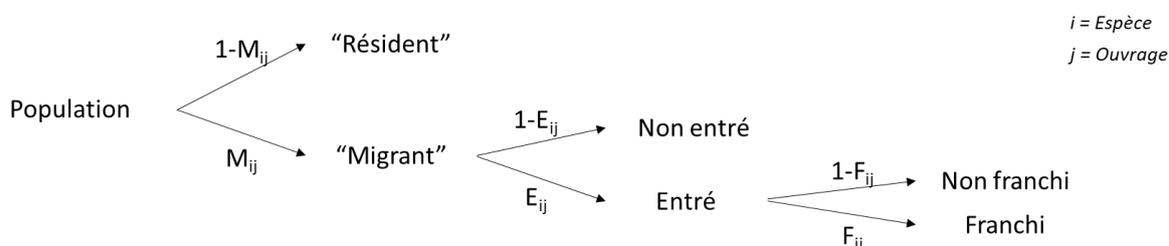


Fig. 1 - Schéma général des estimations réalisées dans le cadre du franchissement des ouvrages

2 METHODES

Deux méthodes télémétriques ont été utilisées durant trois années pour obtenir ces estimations : la radiotélémétrie et le PIT-tagging, permettant toutes deux un suivi individuel. La première technique a permis de déterminer la probabilité de migration ($N = 69$ poissons marqués par radio-émetteur), grâce à des systèmes de détection installés sur chacun des ouvrages hydroélectriques. Des stations fixes d'enregistrement ont été déployées sur des zones précises des ouvrages afin de déterminer potentiellement le comportement des poissons au pied de ceux-ci (sous les turbines, sous les vannes et à proximité de l'entrée de la passe).

En parallèle, l'évaluation des probabilités d'entrée et de franchissement permettant *in fine* l'estimation du franchissement des ouvrages, a reposé sur l'utilisation de la seconde technique (technologie RFID - PIT-tag). Chaque passe à poissons a été équipée de deux systèmes de doubles antennes : l'un dans la partie aval de la passe, permettant de détecter toute entrée d'individus marqués ($N = 187$ poissons marqués par PIT-tag), et l'autre en sortie de la passe (amont), permettant cette fois de déterminer si les individus entrés dans la passe en sont bien sortis (succès de franchissement).

Les différentes probabilités ont été analysées grâce à des modèles linéaires généralisés sur le succès ou l'échec de chaque étape du franchissement des passes (réponse binomiale), afin de tester les effets potentiels de l'ouvrage, de l'espèce, ainsi que de la taille et la condition corporelle individuelle.

3 RESULTATS

Les résultats obtenus montrent que la probabilité de franchissement ajusté est de 68%, et ne varie ni entre barrages, ni entre espèces. En revanche, les probabilités de migration et d'entrée dans la passe varient (respectivement de 45 à 79%, et de 3 à 52%). Elles dépendent toutes deux de différents

facteurs, l'espèce tout d'abord (effet simple ou en interaction avec le barrage). Le barbeau et la truite présentent des probabilités d'entrer dans la passe entre 3 et 21%, plus faible sur Verbois, 10 et 3 % respectivement, contre 21 et 7 % sur Chancy-Pougny. La passe de Verbois semble plus favorable aux chevaines, avec une attractivité de 52 % vs. 29 % sur Chancy-Pougny. Ces probabilités de migration et d'entrée dépendent également des caractéristiques individuelles comme la longueur du poisson et/ou sa condition corporelle (effet simple ou en interaction avec l'espèce ; exemple Fig. 2).

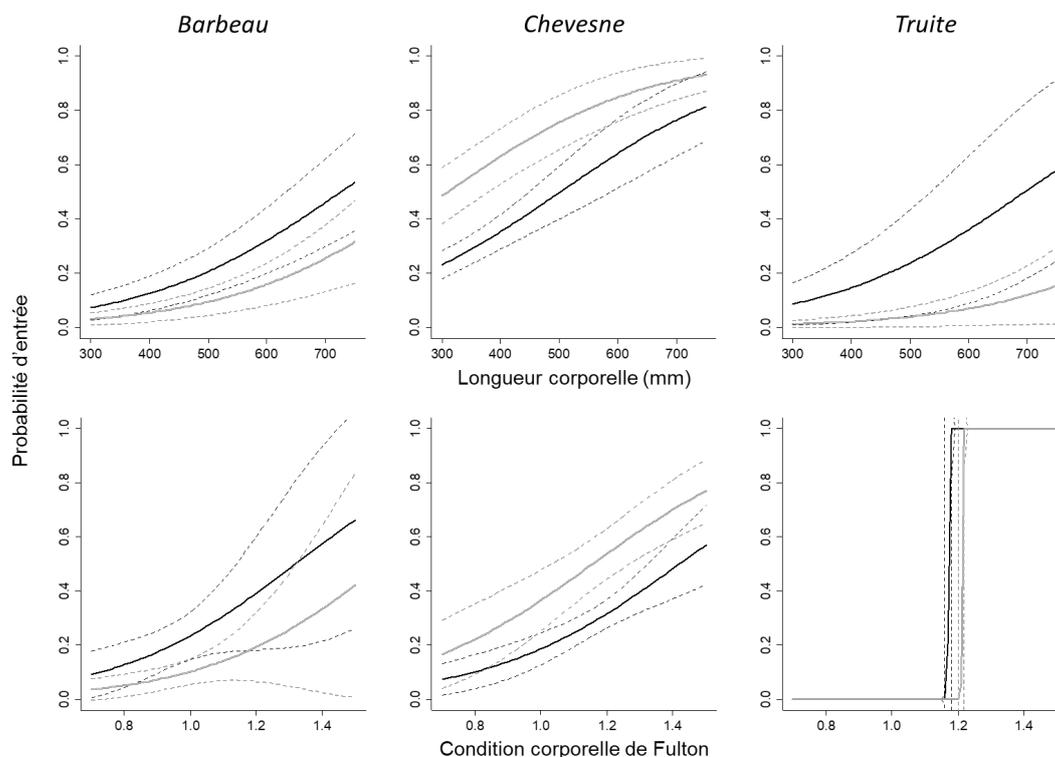


Fig. 2 – Probabilités d'entrée dans la passe de Verbois (en gris) et de Chancy-Pougny (en noir) en fonction de l'espèce et des caractéristiques corporelles individuelles (prédiction du modèle linéaire généralisé binomial \pm SE)

4 CONCLUSION

La combinaison des deux méthodes (radiotélémétrie et PIT-tagging) a permis de montrer que le barbeau et la truite présentent des probabilités d'entrer dans les passes faibles par rapport à la bibliographie ; Noonan et al. 2012), et ce particulièrement sur Verbois. Malgré le fait qu'elle soit plus ancienne, le débit d'attrait plus faible de la passe de Verbois (2.0 m³/s vs. 4.5 m³/s sur Chancy-Pougny) pourrait expliquer cette faible attractivité pour ces espèces. De plus, les données obtenues semblent montrer que les caractéristiques individuelles des poissons, principalement leur taille, mais également leur état physiologique (mesuré ici par le coefficient de condition de Fulton) pourraient déterminer leur succès dans le franchissement de ces ouvrages. Enfin, pour des espèces potamodromes à migration partielle, la motivation à franchir l'obstacle (ici représentée par la probabilité de migration) est un facteur majeur à prendre en compte pour ne pas sous-estimer la probabilité d'entrée dans la passe.

BIBLIOGRAPHIE (3 MAXIMUM)

Chapman, B. B., Skov, C., Hulthén, K., Brodersen, J., Nilsson, P. A., Hansson, L. A., & Brönmark, C. (2012). Partial migration in fishes: definitions, methodologies and taxonomic distribution. *Journal of fish biology*, 81(2), 479-499.

Noonan, M.J., Grant J.W.A. and Jackson C.D. (2012). A quantitative assessment of fish passage efficiency. *Fish and fisheries*, 13: 450-464.

Ovidio, M., Sonny, D., Dierckx, A., Watthez, Q., Bourguignon, S., de le Court, B., Detrait, O., Benitez, J.P., 2017. The use of behavioural metrics to evaluate fishway efficiency. *River Res. Applic.* 33, 1484-1493.