

Influence d'une centrale hydroélectrique associée à un canal de navigation sur la dévalaison du smolt de saumon atlantique : mise en évidence des impacts et pistes de remédiation

The effect of a hydropower station associated with a navigation canal on the Atlantic salmon smolt: identification of impacts and remedial actions

Renardy, S.^{1*}, Takriet, A.², Benitez, J. P.¹, Dierckx, A.¹, Baeyens, R.³, Coeck, J.³, Pauwels, I. S.³, Mouton, A.³, Archambeau, P.², Dewals, B.², Piroton, M.², Erpicum, S.², Ovidio, M.¹.

¹ UR-FOCUS, Management of Aquatic Resources and Aquaculture Unit, Laboratory of Fish Demography and Hydroecology, University of Liège, Liège, Belgium.

² UR-UEE, Laboratory of Hydraulics in environmental and civil engineering (HECE), University of Liège, Liège, Belgium.

³ INBO, Research Institute for Nature and Forest, Team Aquatic Management, Brussel, Belgium.

RÉSUMÉ

L'impact combiné des perturbations à la dévalaison des poissons dans les fleuves, telles qu'un ouvrage hydroélectrique associé à un canal de navigation, n'a jamais été étudié. De 2014 à 2016, nous avons étudié le comportement de dévalaison de n=72 smolts de saumon atlantique, marqués d'un émetteur acoustique, dans la Meuse en amont d'une centrale hydroélectrique équipée de trois turbines Kaplan associée à la naissance d'un canal de navigation. Afin d'identifier l'effet des directions et vitesses de courant sur le comportement des smolts, les caractéristiques hydrodynamiques du site d'étude ont notamment été modélisées. Sur l'ensemble des smolts dévalant, 41,5 % ont effectué de nombreux allers-retours avant de s'approcher du complexe, parfois sur de longues distances et sur de longues périodes, ce qui a entraîné des retards importants (3-298 h). A peine 38,6 % ont franchi le complexe, dont 36,4 % sont passés par le canal de navigation et 63,6 % par la centrale hydroélectrique, avec un temps de recherche médian de 04:44. Le taux d'échappement n'était que de 2,9 % pour le canal de navigation et de 8,3 % pour la Meuse. Ce complexe s'est avéré problématique dans le succès de la dévalaison des smolts en entravant fortement la connectivité longitudinale de la Meuse. Des pistes de remédiation seront évoquées afin d'améliorer le taux de franchissement de ce type de complexe.

ABSTRACT

The combined impact of disturbances on downstream migrating fish in large-sized rivers, such as a hydropower station associated with a navigation channel, has never been studied. From 2014 to 2016, we investigated the downstream migration of n=72 acoustic-tagged smolts in the Meuse river at a bifurcation zone between a hydropower station equipped with three Kaplan turbines and a navigation canal. In order to identify the effect of water flow directions and velocities on smolt behaviour, the hydrodynamic characteristics of the study site were notably modeled. Of the migrating smolts, 41.5 % performed back and forth movements before approaching the complex, sometimes over long distances and at a slow pace, leading to significant delays (3–298 h). Only 38.6 % passed through the complex, of which 36.4 % migrated by the navigation canal and 63.6 % by the hydropower station, with a median research time of 04:44. The escapement rate at the end of the study site has only reached 2.9 % by the canal and 8.3 % by the Meuse river. This site turns out to be problematic for successful smolt downstream migration by highly impeding the longitudinal Meuse river connectivity. Possible remediations will be discussed in order to improve the crossing rate of this type of complex.

MOTS CLES

Dévalaison, Hydroélectricité, Modélisation hydrodynamique, Poisson migrateur, Restauration écologique

1 INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, les rivières ont été fortement modifiées pour permettre différentes activités anthropiques. L'accumulation d'obstacles physiques à la migration, tels que les centrales hydroélectriques, constitue un problème récurrent et majeur. Dans les grands fleuves, des écluses et canaux de navigation sont également rencontrés. Ces obstacles sont susceptibles de perturber le bon déroulement de la dévalaison des poissons, dont le saumon atlantique, qui dispose d'une fenêtre physiologique courte pour rejoindre la mer. En Meuse, le taux d'échappement des smolts vers la mer est encore insuffisant pour espérer des retours quantitatifs d'individus adultes. Dans les cours d'eau où la connectivité longitudinale est entravée, le succès de migration dépend de l'efficacité des mesures mises en place. D'importants progrès ont été obtenus dans l'amélioration de la libre circulation des saumons adultes en montaison. En revanche, les aménagements en vue de favoriser la dévalaison des smolts restent souvent peu efficaces. L'efficacité des aménagements passent par une meilleure compréhension du comportement du smolt face aux ouvrages afin de trouver une voie de migration et franchir le site le plus rapidement possible (Renardy et al., 2020), en lien avec les facteurs environnementaux et les conditions hydrodynamiques des écoulements.

Dans la Meuse belge, les smolts rencontrent au cours de la dévalaison, un obstacle à la migration qui offrent deux voies de migration potentielles, un canal de navigation et une centrale hydroélectrique équipée de trois turbines Kaplan, et sans dispositif de protection des poissons. De 2014 à 2016, nous avons étudié le comportement de dévalaison de smolts de saumon atlantique, marqués d'un émetteur acoustique, en amont de ce complexe dont les caractéristiques hydrodynamiques ont été modélisées, afin d'identifier (1) la diversité du comportement de recherche des smolts, (2) l'utilisation des deux voies de migration, (3) l'influence des caractéristiques hydrodynamiques du site d'étude sur leur comportement et (4) l'impact du complexe sur le succès de dévalaison des smolts.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 Sites d'étude

L'étude se déroule en basse Meuse belge sur un secteur long de plus de 28 km, de la confluence avec l'Ourthe jusqu'à la frontière flamande et néerlandaise (Fig.1A). Le site d'étude reprend la centrale hydroélectrique de Monsin combinée à l'entrée du canal Albert (Fig. 1B). La centrale hydroélectrique de Monsin présente un canal de prise d'eau de 225 m de long qui dévie l'eau vers trois turbines Kaplan. Le barrage associé mesure 180 m de long et est équipé de six vannes, constamment fermées lors de l'étude. Le canal Albert est situé à 870 m en amont de la centrale hydroélectrique et est équipé de deux écluses de navigation, permettant aux smolts de rejoindre la Meuse.

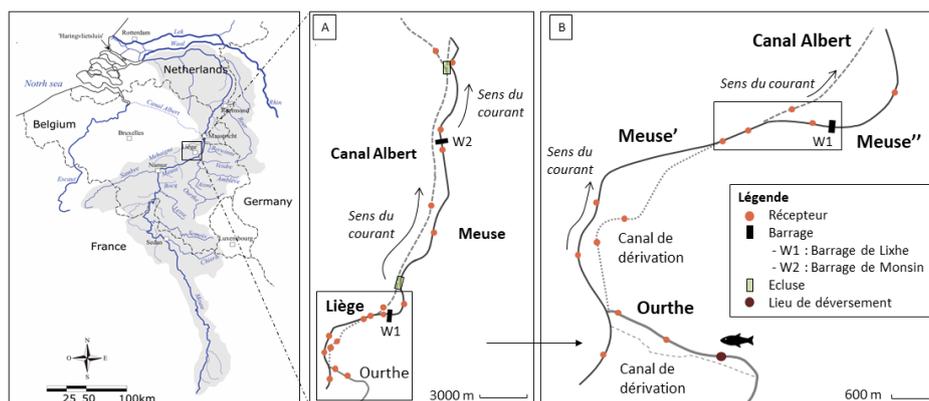


Fig. 1. Représentation du site d'étude dans le bassin international de la Meuse. (A) Secteur de rivière étudié avec la localisation des 18 récepteurs acoustiques. (B) Secteur étudié en amont du complexe Monsin-Albert.

2.2 Marquage et suivis des poissons

De 2014 à 2016, $n = 72$ smolts ($n = 66$ individus élevés en pisciculture et $n = 6$ sauvages) ont été marqués et suivis en rivière. Lors du marquage, les smolts, anesthésiés au préalable, ont été équipés d'un émetteur acoustique dans la cavité abdominale, après réalisation d'une incision de 7mm. L'incision a été fermée à l'aide de deux points de suture. Les smolts ont été divisés en 5 groupes (G1 to G5), répartis sur 3 années (2014, 2015, and 2016) et déversés à des périodes différentes afin d'avoir des conditions environnementales contrastées. Les 5 groupes ont été déversés dans l'Ourthe,

1965 m en amont de la confluence entre l'Ourthe et la Meuse.

Les smolts ont été suivis passivement à l'aide de 18 récepteurs acoustiques, placés à des endroits stratégiques sur les 28 km du secteur étudié (Fig. 1B). Les 2 récepteurs les plus en aval se trouvent respectivement à 26 km (dans la Meuse) et 28,2 km (dans le canal Albert) du lieu de déversement. Les smolts étaient détectés lorsqu'ils approchaient les récepteurs à une distance inférieure à 300 m.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Sur l'ensemble des smolts dévalants, 41,5 % ont effectué de nombreux allers-retours avant de s'approcher du complexe, parfois sur de longues distances et sur de longues périodes, ce qui a entraîné des retards importants (3-298 h). Une fois à hauteur du complexe, les smolts ont été localisés à 5 reprises (médiane) dans la zone d'approche et à 3 reprises (médiane) dans les zones d'entrée (fig. 2). La majorité des smolts a approché les deux voies de migration, ce qui laisse supposer que les deux voies sont potentiellement répulsives. La combinaison d'une modélisation hydraulique et d'analyses comportementales a permis d'identifier l'influence des caractéristiques hydrodynamiques sur le comportement des smolts en amont du site. À des débits supérieurs à 250 m³/s, la direction de l'écoulement a tendance à s'orienter vers la centrale hydroélectrique et à favoriser des mouvements de smolts plus directs et vers l'aval en direction de la centrale. À des débits inférieurs à 250 m³/s et une vitesse d'eau associée inférieure à 0,15 m/s, la stimulation à dévaler diminue, accentuant l'expression d'un comportement hésitant avec davantage d'allers-retours. L'approche de la centrale hydroélectrique par les smolts était associée à un débit médian de 161 m³ s⁻¹ et une vitesse d'écoulement médiane de 0,14 m/s. Le canal Albert a été principalement approché à faible débit (médiane 132 m³/s), en raison d'une vitesse de l'eau plus élevée (médiane 0,11 m/s) à l'entrée.

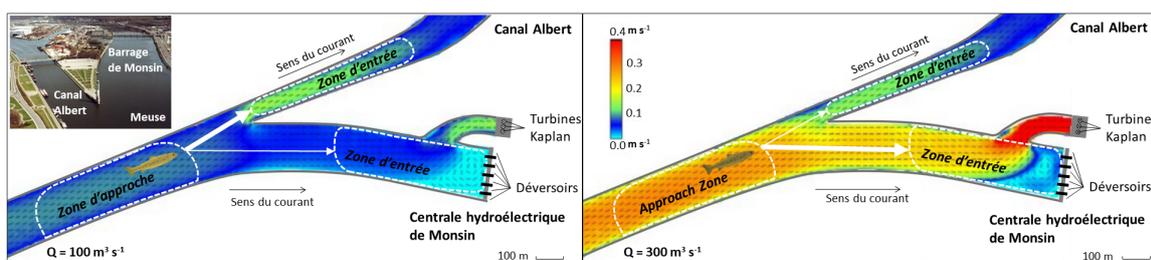


Fig. 2. Comportement des smolts au droit du complexe Monsin-Albert en fonction du débit de la Meuse.

Après un temps de recherche médian de 04h44, à peine 38,6 % des smolts (n = 22/57) ont réussi à franchir le site, dont 36,4 % (n = 8) par le canal de navigation et 63,6 % (n = 14) par la centrale hydroélectrique. Les 61,4 % n'ayant pas franchi l'obstacle, sont probablement morts d'épuisement ou dû à la prédation, après avoir cherché désespérément une voie de migration. Sur l'ensemble des smolts déversés, le taux d'échappement vers la région flamande ou la Meuse néerlandaise était très faible, seulement 2,9 % (n = 2) par le canal Albert et 8,3 % (n = 6) par la Meuse.

4 CONCLUSION

Cette étude a pu mettre en évidence l'impact négatif considérable d'un seul complexe composé d'une centrale hydroélectrique et d'un canal de navigation sur la dévalaison des smolts, deux voies de migration non-optimales, peu attractives et non sécurisées. En entravant fortement la continuité écologique de la Meuse, il engendre de nombreux retards dans la dévalaison et une mortalité importante, ce qui a considérablement affecté l'échappement ultérieur vers la mer. Afin de pouvoir espérer un retour stable de populations de saumon atlantique dans le bassin de la Meuse, des aménagements sont nécessaires au niveau des obstacles à la migration pour restaurer une continuité longitudinale et faciliter la dévalaison des smolts et augmenter le taux d'échappement en mer. Pour le complexe de Monsin, plusieurs mesures peuvent être envisagées, telles que l'installation d'un exutoire de dévalaison, l'ouverture de vannes au niveau du barrage ou l'arrêt du turbinage en période de dévalaison. Des aménagements complémentaires de type répulsif pourraient être placés à l'entrée du canal Albert afin d'éviter l'attraction des smolts vers cette voie de migration.

BIBLIOGRAPHIE

Renardy, S., Benitez, J. P., Tauzin, A., Dierckx, A., Matondo, B. N., and Ovidio, M. (2020). How and where to pass? Atlantic salmon smolt's behaviour at a hydropower station offering multiple migration routes. *Hydrobiologia*, 847(2), 469-485.