

Evaluation of the efficiency and use of a unique fishway in Belgium

Évaluation de l'efficacité et de l'utilisation d'une passe à poissons unique en Belgique

Gelder Justine¹, Benitez Jean-Philippe¹, Sonny Damien², Ovidio Michaël¹

1Laboratory of Fish Demography and Hydroecology, Management of Aquatic Resources and Aquaculture Unit, Freshwater and Oceanic Science Unit of Research-FOCUS, University of Liège, Liège, Belgium | 2Profish Technology S.A., Assesse, Belgium

RÉSUMÉ

L'installation de passes à poissons est la méthode la plus courante pour rétablir la connectivité, et il est primordial d'évaluer l'utilisation et l'efficacité de ces dispositifs. Nous avons évalué l'efficacité de franchissement et l'utilisation d'une passe à poissons installée en 2021 en aval de la cascade de Coe en Belgique. Nous avons doublement marqué 38 individus (Tag RFID et émetteur radio) appartenant à trois espèces en amont et les avons relâchés en aval de la cascade. Au total, 5 antennes ont été disposées autour du site permettant des détections automatiques. Les résultats montrent une faible attractivité de la passe à poissons (taux d'attraction global < 25%) avec une efficacité totale de 7.9 % (efficacité ajustée 50-60%). Cependant, le monitoring de piège de capture réalisé durant trois années consécutives a montré que la passe était utilisée par une grande diversité d'espèces, avec 2 328 individus capturés appartenant à 19 espèces différentes, pour un total de 33.7 kg de biomasse. Les espèces dominantes en termes de biomasse et d'abondance sont des espèces rhéophiles. Les résultats ont également montré une utilisation continue de la passe à poissons tout au long de l'année pour certaines espèces et à des moments spécifiques pour d'autres. La combinaison de l'étude de l'utilisation ainsi que de l'efficacité de la passe à poissons permet de mettre en évidence la plus-value écologique de l'ouverture d'un axe migratoire ainsi que de mettre en évidence les faiblesses éventuelles en vue d'améliorer les conceptions futures.

ABSTRACT

The installation of fishways is the most common method to restore connectivity and it is essential to assess the performance and effectiveness of these devices. We evaluated the passage efficiency and the use of a fishway installed in 2021 downstream of the Coe waterfall in Belgium. We double-marked 38 individuals (RFID tag and radio transmitter) belonging to three species upstream and released them downstream of the waterfall. A total of 5 antennae were placed around the site, enabling automatic detections. The results show a low attractiveness of the fishway (overall attraction rate < 25%) with a total efficiency of 7.9% (adjusted efficiency 50-60%). However, capture cage monitoring carried out over three consecutive years showed that the fishway was used by a wide variety of species, with 2.328 individuals captured from 19 different species, for a total of 33.7 kg of biomass. The dominant species in terms of biomass and abundance were rheophilic species. The results also showed continuous use of the fishway throughout the year for some species and at specific times for others. The combination of the study of the use and the efficiency of the fishway makes it possible to highlight the ecological added value of opening up a migratory axis, as well as highlighting any weaknesses in terms of the use of the fishway.

KEYWORDS

Attractivité, axe migratoire, défragmentation, monitoring, télémétrie

Attractiveness, defragmentation, migratory axis, monitoring, telemetry

1 INTRODUCTION

L'installation de passes à poissons est la méthode la plus courante pour restaurer la connectivité écologique, mais leur efficacité dépend de nombreux facteurs, notamment l'infrastructure du site ou encore la localisation de l'entrée de la passe à poissons. Des études préalables permettent de déterminer la position idéale de l'entrée de la passe, mais des évaluations post-installation sont cruciales pour mesurer l'efficacité du dispositif et la manière dont le dispositif est utilisé par les populations piscicoles.

L'Ambève présente sept obstacles principaux à la mobilité des poissons, dont la chute d'eau du Coo, un obstacle infranchissable de 11,8 m de haut. En 2021, une passe à poissons a été installée sur ce site pour restaurer la connectivité. Nous avons émis l'hypothèse que la présence de la chute d'eau pouvait attirer les poissons dans la mauvaise direction et les empêcher de se diriger vers la passe à poissons. L'objectif de cette étude était d'évaluer la performance de la passe à poissons en utilisant la télémétrie automatique via un transpondeur intégré d'identification par radiofréquence (RFID) et la télémétrie manuelle via un émetteur radio. Pour atteindre cet objectif, des individus appartenant à trois espèces de poissons ont été marqués : le barbeau (*Barbus barbus*), la truite (*Salmo trutta*) et l'ombre (*Thymallus thymallus*). De plus, lorsque de nouvelles passes à poissons sont installées, il est également intéressant d'effectuer un programme de surveillance pour évaluer leur utilisation saisonnière par différentes espèces et d'évaluer quantitativement la mesure dans laquelle les poissons auront accès à des sections de rivière nouvellement ouvertes. L'utilisation de pièges à capture comme méthode de surveillance permet d'obtenir des informations précises et qualitatives sur les poissons, telles que la détermination taxonomique des espèces, le poids des individus, la taille ou le sexe. La combinaison de l'évaluation de l'efficacité de passes à poissons ainsi que son utilisation permettent d'obtenir une vue d'ensemble quant aux performances du dispositif.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 Sites d'étude et dispositifs de détection

La cascade de Coo se situe sur l'Ambève dans le bassin de la Meuse. Il s'agit d'une cascade artificielle de 11.8m de haut créée durant le Moyen-Âge afin de recouper un méandre. L'installation d'une station de pompage-turbinage en 1970 a rendu l'obstacle infranchissable à la montaison pour les populations piscicoles. Une passe à poissons de type capture-transport a été installée en 2021 sur la rive gauche de la cascade, dans le canal de restitution de la centrale hydroélectrique de Coo. La passe à poissons est équipée d'une cage de capture contrôlée une à trois fois par semaine depuis le 15 mars 2021. Les poissons capturés dans la cage sont sexés, identifiés, pesés (± 1 g) et mesurés (± 1 mm, longueur de la fourche) avant d'être déversés en amont de la cascade.

L'étude d'efficacité a été réalisée du 23 mars 2022 au 10 janvier 2023. Nous avons réalisé des pêches électriques sur quatre sites différents en amont de la chute d'eau. La pêche électrique a permis de capturer 38 individus appartenant à trois espèces rhéophiles différentes (ombre, $n = 6$; barbeau, $n = 16$; truite, $n = 16$). Seuls les individus dont l'indice poids/transmetteur ne dépassait pas 2,5 % ont été marqués. Deux types de marqueurs ont été implantés chez tous les individus dans leur cavité intrapéritonéale: une marque RFID et un émetteur radio. Les poissons ont ensuite été relâchés, le même jour que la pêche électrique, 1,2 km en aval de la cascade.

Au total, trois antennes radio et deux antennes RFID ont été installées sur le site de la cascade de Coo afin d'analyser les mouvements des individus lorsqu'ils s'approchent de la cascade et de la passe à poissons. Autour de la cascade, deux antennes radio aériennes (entrée du site A0, aval de la cascade A1) et une antenne sous-marine ont été installées (entrée du canal de restitution A2). Autour de la passe à poissons, deux antennes RFID ont été placées : une à l'entrée de la passe à poissons (A3) et une seconde à l'entrée de la cage de capture (A4) pour confirmer le passage des individus dans la passe à poissons (Figure 1).

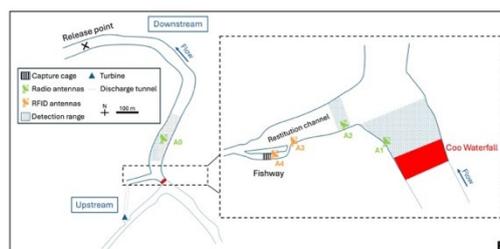


Figure 1. Schéma montrant la disposition des antennes radio (A0, A1 et A2) et RFID (A3 et A4) et leur portée de détection à l'intérieur du site d'étude (cascade et passe à poissons).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

A ce jour, 19 espèces différentes de poissons ont été capturées, représentant 82% des espèces présentes en aval de la cascade. L'espèce la plus abondante était le barbeau entre 2021-2022 ($n = 69$), l'ablette entre 2022-2023 ($n = 766$) et la loche entre 2023-2024 ($n = 89$), appartenant aux espèces rhéophiles. En termes de biomasse, le barbeau était l'espèce dominante au cours des trois années de suivi (11,3 kg, 36,1 kg et 15,6 kg respectivement), représentant 48,8 % de la biomasse (Tableau 1). L'Ambève a des températures moyennes annuelles basses, un substrat grossier et une vitesse de courant élevée qui correspondent aux préférences rhéophiles en termes d'habitats (Huet, 1949). La périodicité des captures a montré que certaines espèces sont capturées de façon uniforme tout au long de l'année, tandis que d'autres espèces ont des pics à des moments précis. La truite est capturée tout au long de l'année, le taux de capture le plus élevé étant en mai ($n = 16,5\%$) alors que d'autres espèces comme le barbeau ou encore la loche sont capturés à des périodes plus précises ($n = 57,1\%$ et $n = 61,1\%$ en mai respectivement) (Figure 2). Ces résultats mettent en évidence l'importance de maintenir les passes à poissons ouvertes tout au long de l'année et non uniquement lors des périodes de migrations.

Tableau 1. Nombre d'individus capturés dans la passe à poissons (n), biomasse (g), taille des individus (mm) : min, max et moyenne par espèce et par année de monitoring.

Species	Common name	Latin name	2021-2022			2022-2023			2023-2024							
			n	g	Size (mm)	n	g	Size (mm)	n	g	Size (mm)					
			min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean					
Rheophilic species																
Trout	<i>Salmo trutta</i>	37	18276	125	608	333,6	43	11194	82	505	281,7	23	4590	105	600	247,4
Rainbow trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	13	9144	211	510	378,7	7	3404	184	473	347	1	628	376	376	
Barbel	<i>Barbus barbus</i>	69	111267	171	648	454,8	34	36145	50	655	330,9	23	15581	93	640	245,6
Chub	<i>Squalius cephalus</i>	30	8424	97	372	234,6	302	18781	45	345	144,9	78	6174	64	310	155,7
Spirin	<i>Aburnoides bipunctatus</i>	42	295	58	109	80,9	766	6598	44	119	86,3	15	126	72	105	83,9
Graying	<i>Thymallus thymallus</i>	2	526	266	293	279,5	8	1692	210	318	264	-	-	-	-	
Loach	<i>Barbatula barbatula</i>	2	13,9	85	97	91	48	228	54	105	84,7	89	370	55	105	74,2
Bullhead	<i>Cottus rhenanus</i>	3	16	67	85	74,3	61	360	30	114	72,0	11	68	50	105	71,5
Lamprey	<i>Lampetra fluviatilis</i>	-	-	-	-	-	1	14	151	151	151	2	8	92	167	129,5
Eurytopic species																
Roach	<i>Rutilus rutilus</i>	3	594	195	266	221	27	1346	56	203	132,1	26	376	63	153	92,9
Gudgeon	<i>Gobio gobio</i>	2	26	101	102	101,5	117	2620	50	146	117,6	3	44	97	113	103
Minnow	<i>Phoxinus phoxinus</i>	18	37	45	65	56,6	204	705	34	98	58,6	26	33	32	65	43
Eel	<i>Anguilla anguilla</i>	1	82	398	398	398	-	-	-	-	-	1	90	384	384	384
T.S stickleback	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	-	-	-	-	-	1	2	55	55	55	-	-	-	-	-
Limnophilic species																
Pike	<i>Esox lucius</i>	16	47967	418	850	660,7	3	9050	578	793	668,7	1	5150	840	840	840
Perch	<i>Perca fluviatilis</i>	6	1536	221	285	244,5	132	9238	85	289	154,4	28	2198	80	236	160,1
Crucian carp	<i>Carassius carassius</i>	1	670	312	312	312	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ruffe	<i>Gymnocephalus cernua</i>	2	33	103	105	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		247	196906,9	-	-	-	1754	101377,4	-	-	-	327	35436	-	-	-

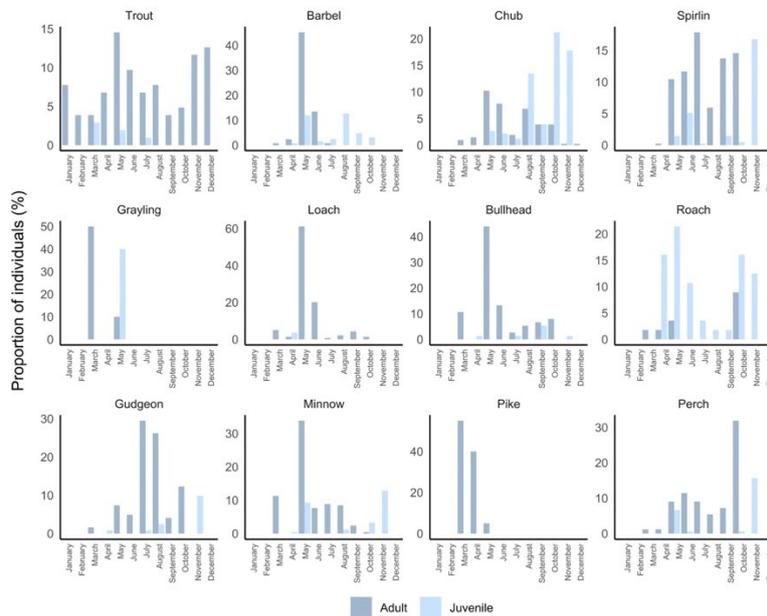


Figure 2. Histogrammes de la périodicité des captures tout au long de l'année (par mois) exprimés en pourcentage d'individus capturés pour chaque espèce.

Les résultats de l'efficacité de la passe à poissons montrent que 89,5% des individus marqués ($n = 34$ individus) ont atteint l'entrée du site (A0) d'étude. Le barbeau a montré un taux d'approche de 100% avec tous les individus détectés. Parmi les individus détectés en A0, 76,5% ont été détectés au pied de la cascade en A1. Dans le canal de restitution, deux ombres (taux d'approche = 50% des individus détectés en A2), huit barbeaux (taux d'approche = 53,3%) et deux truites (taux d'approche = 28,6%) ont été détectés en A2. Le nombre d'individus

détectés en A1 (cascade) est significativement plus important que le nombre d'individus détectés en A2 (canal de restitution ; test du Chi2, $p < 0,001$) soulignant le manque d'attractivité du canal de restitution où se situe l'entrée de la passe à poissons. La passe à poissons avait un taux d'attraction de 25% pour le barbeau et l'ombre, et un taux d'attraction de 7,2%-14,3% pour la truite et une efficacité totale de 7,9% ($n = 3$ des 38 individus marqués), avec 12,5% pour le barbeau et 6,3% pour la truite. Noonan, Grant et Jackson (2012) ont déterminé, par le biais d'une méta-analyse, que l'efficacité moyenne de passage des salmonidés est de 62 %, et celle des non-salmonidés de 21 % en moyenne. Dans notre étude, l'efficacité de la passe à poissons était plus faible (6,3 % pour les salmonidés et 12,5 % pour les non-salmonidés), ce qui suggère que le manque d'attractivité de la passe à poissons est un facteur limitant.

Tableau 2. Nombre et proportion de poissons détectés par des antennes fixes à l'entrée du système (A0), au pied de la chute (A1), dans le canal de restitution (A2), à l'entrée de la passe à poissons (A3), à l'entrée de la cage de capture de la passe à poissons (A4), avec le taux d'approche et le taux d'attraction, le nombre de poissons déversés en amont de la chute, l'efficacité de la passe à poissons et l'efficacité ajustée.

Antenna	N grayling = 6	N barbel = 16	N trout = 16	N total = 38
A0 (radio antenna) (approach rate)	4 (66.7%)	16 (100%)	14 (87.5%)	34 (89.5%)
A1 (radio antenna)	4 (100%)	15 (93.8%)	7 (50%)	26 (76.5%)
A2 (radio antenna)	2 (50%)	8 (53.3%)	2 (28.6%)	12 (46.2%)
A3 (RFID antenna)	1 (50%)	4 (50%)	1-2 ^a (50%-100%)	6-7 ^a (50%-58.3%)
Attraction rate	25%	25%	7.2%-14.3% ^a	17.6%-20.6% ^a
A4 (RFID antenna)	0	4 (100%)	1-2 ^a (50%-100%)	5-6 ^a (from 71.4% to 100%)
Individuals captured in the cage (fishway efficiency)	0	2 (12.5%)	1 (6.3%)	3 (7.9%)
Adjusted fishway efficiency	0	50%	50%-100% ^a	50%-60% ^a

^aTotal taking into account the detection of minimum 1 to maximum 2 trout in A3 and A4.

Les résultats de radiotélémetrie manuelle ont montré que les barbeaux ont réalisé de nombreux aller-retour entre la cascade et l'aval, suggérant une recherche intensive d'habitat lors de la période de reproduction. D'autres individus sont restés plusieurs jours au pied de la cascade avant de migrer vers l'aval et de s'y stabiliser jusqu'à la fin de l'étude. Ces observations laissent suggérer que les individus n'étant pas capables de trouver l'entrée de la passe à poissons ont dû explorer de nouveaux habitats disponibles en aval et certains s'y sont stabilisés. Un des barbeaux relâchés en amont a parcouru 2.5 km jusqu'à un affluent (la Salm) où il a été observé en période de reproduction avec d'autres barbeaux. Ces résultats suggèrent que l'individu est revenu sur un site de frai qu'il a probablement fréquenté les années précédentes. Le barbeau est une espèce connue pour avoir une fidélité envers ses sites de reproduction.

4 CONCLUSION

Nos résultats ont mis en évidence le manque d'attractivité de la passe à poissons de Coo, bien que la passe à poissons soit utilisée par une grande diversité d'espèces. Dans notre cas, la configuration de la cascade Coo a limité le choix du type de passe à poissons en exigeant un dispositif capable de franchir une chute aussi importante. De plus, les contraintes paysagères et touristiques, ainsi que l'espace disponible, ont conduit au choix d'une passe à poissons de type capture-transport située dans le canal de restitution. Dans ce contexte, l'augmentation du débit d'attrait à l'entrée de la passe à poissons augmenterait son attractivité et permettrait aux individus souhaitant migrer vers l'amont de trouver l'entrée et d'achever leur cycle de vie.

LIST OF REFERENCES (only for scientific papers)

Gelder, J., Benitez, J., Colson, D., Sonny, D., & Ovidio, M. (2024). Evaluating the Efficiency of a Fishway Installed Near a High, Artificially Created Waterfall. *River Research and Applications*, rra.4398. <https://doi.org/10.1002/rra.4398>