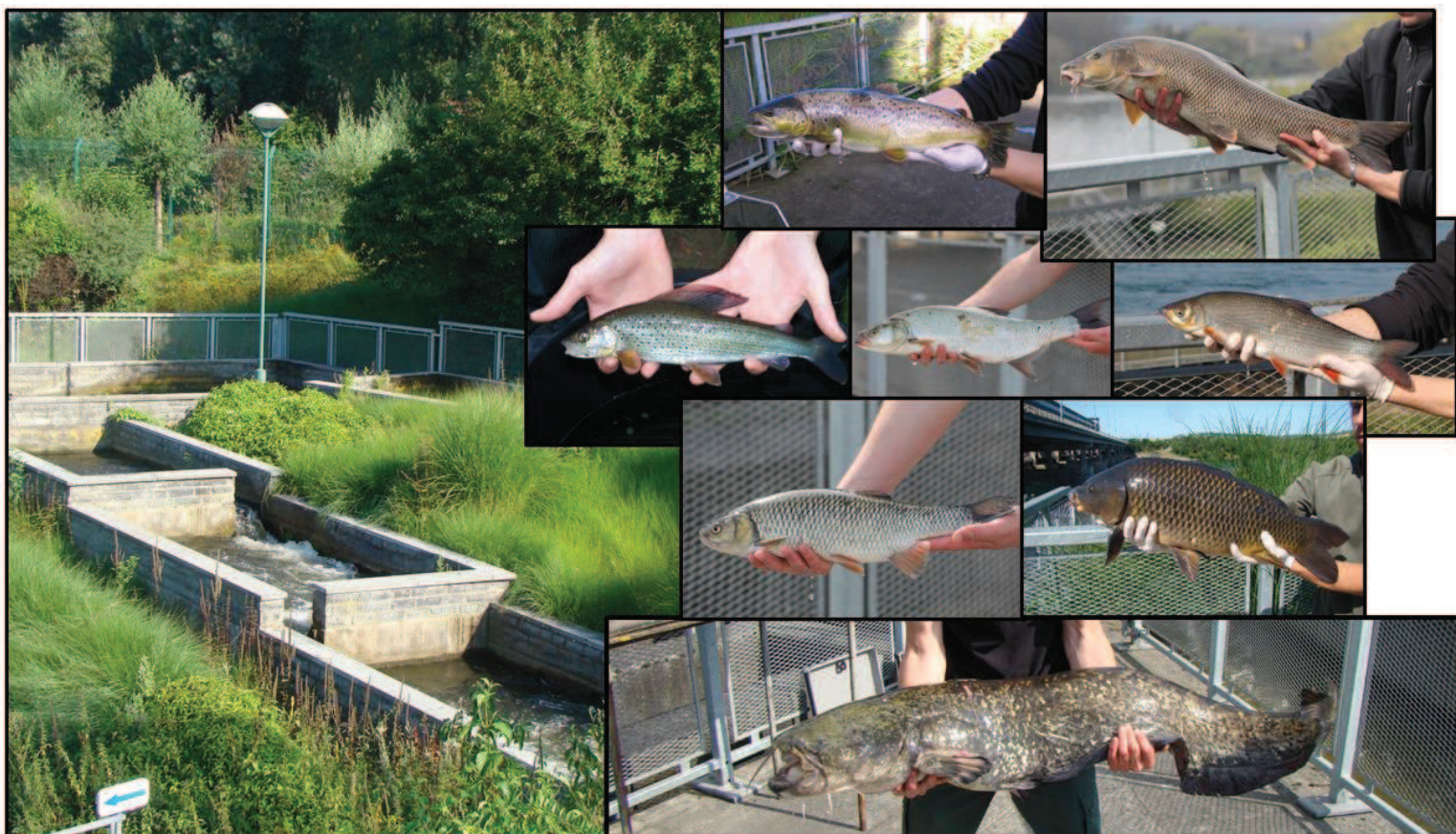


Etude de la dynamique des déplacements de montaison de poissons holobiotiques potamodromes, par l'intermédiaire de passes migratoires

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences

Jean-Philippe Benitez

Promoteur : Dr. Michael Ovidio



Faculté des sciences
Département de Biologie, Ecologie
et Evolution
Janvier 2018

Etude de la dynamique des déplacements de montaison de poissons holobiotiques potamodromes, par l'intermédiaire de passes migratoires

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur
en Sciences

Jean-Philippe Benitez

Promoteur : Dr. Michael Ovidio

Membres du jury de thèse

Pr. Eric Parmentier (Président), Université de Liège

Dr. Michaël Ovidio (Promoteur), Université de Liège

Pr. Pascal Poncin, Université de Liège

Dr. Orphal Colleye (Secrétaire), Université de Liège

Dr. Gilles Lepoint, Université de Liège

Dr. Nicolas Poulet, Agence française pour la biodiversité, Toulouse

Dr. Jan Breine, INBO – Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek,

Dr. Xavier Rollin, SPW – DNF – Service de la Pêche

Faculté des sciences
Département de Biologie, Ecologie
et Evolution
Janvier 2018

Copyright © Toute reproduction du présent document par quelque procédé que ce soit ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de la Faculté des Sciences, Université de Liège



Remerciements

Tout d'abord, je voudrais remercier mon promoteur de thèse, le Dr. Michaël Ovidio, de m'avoir accueilli au sein de son équipe, le Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie, de m'avoir donné l'opportunité de réaliser cette thèse et de l'avoir financée via les budgets de prestations et d'expertises du LDPH. Plus particulièrement, merci pour ton encadrement, ta passion communicative pour la recherche sans oublier le magnifique environnement de travail que tu m'as offert, nos si belles rivières de Wallonie.

J'aimerais également remercier le Pr. Pascal Poncin pour son accueil au sein du service de biologie du comportement.

Je souhaiterais remercier l'ensemble de mon comité de thèse, à savoir le Pr. Pascal Poncin, le Dr. Orphal Colleye et le Dr. Ans Mouton pour leur collaboration durant les différentes réunions du comité de thèse. Je tiens également à exprimer ma reconnaissance aux membres du jury qui ont accepté d'assurer la lecture et l'évaluation de cette thèse, Nicolas Poulet (Agence française pour la biodiversité, Toulouse), Jan Breine (INBO – Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek), Xavier Rollin (SPW), Eric Parmentier (Président), Orphal Colleye (Secrétaire), Gilles Lepoint, Pascal Poncin et Michaël Ovidio (Promoteur).

Ce travail aurait été impossible, sans en particuliers la participation et la mise à disposition de données historiques de Jean-Claude Philippart (LDPH) et à d'innombrables personnes qui ont participé de loin ou des près à tous ces contrôles de passes à poissons. Je tiens également à exprimer mes plus vifs remerciements à la DGO2-SPW via Alain Gillet et aux différents propriétaires des différents sites de monitoring pour leur collaboration durant toute la durée de l'étude et leur autorisation d'accès. Je remercie aussi ceux qui ont rendu ce travail possible par le biais de financements de projets de recherche octroyé au LDPH, un remerciement particulier au service de la DCENN-SPW-DGARNE, via Patrice Urban, Olivier Detrait et Bernard de le Court, le Service de la Pêche de la DNF, représenté par son responsable Xaver Rollin notamment via le projet Saumon Meuse et le « Fonds Européens pour la pêche » représentés par François Fontaine, pour la confiance qu'ils nous témoignent, pour leur intérêt et leur collaboration durant les différents projets de recherches.

Plusieurs autres personnes ont mis de l'huile de coude à la réalisation à différents niveaux de cette thèse, je pense à mes collègues de laboratoire Billy (en particulier pour l'aide à la rédaction d'articles), Gilles (principalement pour les récoltes de données depuis le début ... 1999) et surtout l'homme avec qui j'ai partagé d'interminables heures de terrain ainsi qu'une partie importante de l'encodage important...Arnaud. Je pense également aux collègues du service de Biologie du Comportement (Prof. P. Poncin), Valérie, Fany, Mathieu, Johan et Alain (spécialement pour ces longues discussions à propos des modèles statistiques) et aux différents étudiants passés le laboratoire dans le cadre de mémoires ou de stages, Sarah, Christelle, David, Louise, Sophie, Terry et Martin. Enfin, je pense à « nos » collègues de terrain de Profish, Damien, Delphine, Quentin et Romain ainsi qu'à ceux du SPW-Erezée, Yvan et Daniel. Je tiens à vous exprimer ma profonde reconnaissance.

Un merci tout spécial à mes amis et à ma famille, qui m'ont soutenu et supporté durant toute la durée de cette thèse, et bien entendu qui m'ont écouté parler de poissons sans trop broncher. En particuliers en cette période de rédaction, je les remercie pour leurs nombreux messages d'encouragement.

Enfin il m'est impossible de ne pas terminer par vous deux. Tout d'abord, je tiens à te remercier pour ton soutien permanent, ta patience mais surtout ta présence, merci Maïté. Sans oublier, à toi Lexis, merci surtout pour ces petits moments partagés entre deux lignes, à rire aux éclats avec ta bonne humeur immuable.

Résumé : Etude de la dynamique des déplacements de montaison de poissons holobiotiques potamodromes, par l'intermédiaire de passes migratoires

Les poissons des écosystèmes rivières exploitent leur environnement par des déplacements entre différents habitats fonctionnels pour accomplir leur cycle vital. Au sein de rivières fragmentées d'un même bassin hydrographique et dans un contexte de rétablissement de libre circulation des poissons, des monitoring continus et multi-annuels de passes à poissons modernes et à vocation multi-spécifique ont été effectués. Des monitoring ont été réalisés de 2013 à 2016 et les données de monitoring à partir de 1999 ont été traitées dans le cadre de cette thèse. Cela nous a permis de constituer une base de données de 5758 monitoring via un piège de capture (389777 individus capturés) et 5710 jours d'enregistrement par télémétrie de potentiels passages de 720 individus marqués. L'objectif de cette thèse était de valoriser cette base de données scientifiquement pour approfondir notre compréhension de l'utilisation des passes migratoires mais surtout comprendre la dynamique de déplacement d'espèces holobiotiques potamodromes.

L'utilisation d'un système qui combine la télémétrie RFID et radio, nous a permis d'étudier le comportement de trois espèces de poissons et de définir un ensemble de métriques comportementales afin de mesurer l'efficacité globale d'une passe à poissons. Nous avons pu démontrer, par son efficacité globale $< 100\%$, qu'une passe migratoire peut représenter un filtre à la montaison pour les poissons, ce qui implique que les données de capture ne constituent qu'une portion des tentatives de déplacements de montaison.

Par le biais du monitoring de passes à poissons, 37 espèces ont été recensées au sein du bassin de la Meuse dont $>90\%$ sont des espèces potamodromes, ce qui démontre une diversité d'utilisation multi-spécifique. Conjointement, nous avons déterminé des patrons de mobilité pour 23 espèces différentes selon différents stades de maturité. Il ressort que les passes sont utilisées durant tout le cycle annuel mais que la majeure partie des espèces réalisent un déplacement cyclique (au printemps en été et en automne) qui peut être qualifié de migratoire. Ensuite, nous avons défini des périodicités de déplacement à l'échelle nycthémerale pour 11 espèces et mis en évidence l'existence d'une reconnexion entre des tronçons d'une rivière canalisée et son principal affluent, par l'étude de l'utilisation de franchissement successifs de passes migratoires. A l'aide de monitoring simultanés par piège de captures pour 3 années consécutives, des données de montaison de trois rivières ont été comparées pour deux cyprinidés rhéophiles. Une plasticité spatiale selon l'axe longitudinal du bassin de la Meuse a été observée pour les migrations de reproduction du barbeau qui démontre une réponse flexible aux variables environnementales selon l'environnement. Nous avons également démontré l'existence d'une plasticité temporelle des phénomènes de déplacement sur un même site pour différentes espèces au stade adulte et au stade juvénile par le biais d'un monitoring continu pour une période de 18 années consécutives.

L'utilisation de monitoring de passes à poissons s'est révélée être un bon outil pour l'étude de la mobilité des poissons potamodromes, plus particulièrement pour des espèces abondantes en rivière mais dont l'écologie comportementale est très peu connue. De plus, l'amélioration de nos connaissances de l'utilisation de passes et de l'écologie de la faune piscicole est utile pour les gestionnaires des cours d'eau afin d'assurer aux mieux leur pérennité.

Summary: Study of upstream movement behaviors of holobiotic potamodromous fish through fishways

Throughout their life, fish accomplish frequent movements between functional habitats to accomplish their life cycle. In fragmented rivers of a same hydrographic basin, continuous and multi-annual monitoring of fishways were realised in the re-establishment of the free movement context. Monitoring were carried out between 2013 and 2016 and data from 1999 were encoded and processed in that thesis. An important database was created which is made up of capture data of 5758 monitoring (389.777 individuals captured) and from the automatic recording by RFID telemetry of potential passages per hundred marked individuals for 720 tagged individuals. This thesis aims to ensuring scientifically our knowledge of fishway use and to understand the mobility patterns of holobiotic potamodromous fishes.

A combined system of RFID telemetry and radio telemetry was designed and installed near and within a fishway. Behavioral metrics were proposed and use in order to analyse a fishway efficiency. We were able to demonstrate that thanks to an overall efficiency of less than 100%, fishways can represent a filter to upstream movements. That means that all capture data in fishway represent a smaller part of real movement behaviour.

Thanks the fishway monitoring by capture trap, 37 species were caught within the Meuse hydrographic basin (>90% of holobiotic potamodromous species). This demonstrates the multi-species matter of fishway use. Moreover, we defined the mobility pattern of 23 potamodromous species at seasonal scale and at different stages. It appears that fishways are used throughout the year and the major parts of species realised a cyclic movements that can be described as migratory movements (in spring, summer or autumn). By studying the cumulative use of fishways by RFID telemetry within a lowland fragmented river, (i) we defined mobility patterns at the diel scale for 11 species and (ii) we highlighted the reconnection of sections of rivers and the main tributary. We used the capture data for two rheophilic cyprinids of three modern fishways that were continuously monitored during three consecutive years. Spatial plasticity along the longitudinal axis of the Meuse basin was observed for spawning spring migrations of barbels which demonstrate flexibility in their responses to environmental variables depending to the environment. We have also shown that spring migrations of several species can exhibit a temporal plasticity in their movement behaviors, thanks to a continuous fishway monitoring for a period of 18 years.

The use of fishways by monitoring has proved to be a good tool for studying the mobility of potamodromous fish. It is true especially for species that are abundant in rivers but whose behavioral ecology is very little known. In addition, the improvement of our knowledge of the fishway use and the ecology of the fish fauna is useful for the river managers to ensure their continuing.

Table des matières

1. Introduction générale	1
1.1. Ecologie des poissons de rivière	1
1.1.1. Les types de déplacement	2
1.1.2. Les catégories de poissons migrateurs	4
1.1.3. Entraves à la libre circulation des poissons	6
1.1.4. Restauration de la libre circulation des poissons en rivière	8
1.2. Méthodes et techniques de suivis des phénomènes de déplacement chez les poissons	11
1.2.1. Capture-marquage-recapture	12
1.2.2. Télémétrie passive	12
1.2.3. Télémétrie active	12
1.2.4. Le monitoring de passes à poissons pour étudier les déplacements de poissons ..	14
1.3. Etat des connaissances sur les déplacements des espèces potamodromes d'Europe occidentale	15
1.3.1. Principaux déplacements	18
1.3.2. Facteurs déclenchants	20
1.3.3. Apports des monitorings de passes à poissons	22
1.3.4. Principaux manquements dans l'étude des déplacements de poissons	24
1.4. Objectifs de la thèse	24
1.5. Organisation de la thèse et stratégie de publication	26
2. Présentation des sites d'étude et des méthodes utilisées pour le monitoring des passes migratoires	29
2.1. Le bassin hydrographique de la Meuse	29
2.1.1. Description du bassin de la Meuse	29
2.1.2. Composition de la faune piscicole dans le bassin de la Meuse	30
2.1.3. Bilan des données de monitoring des passes migratoire, disponibles en Région Wallonne	36
2.2. Techniques de monitoring de passes à poissons	38
2.2.1. Le système de capture	38
2.2.2. La biotélémétrie	39
2.3. Sites d'étude sur la Meuse	41
2.3.1. Le barrage de Lixhe	42
2.3.2. Le barrage de Monsin	43
2.3.3. Le barrage d'Ivoz-Ramet	44
2.4. Site d'étude sur l'Ourthe	45
2.4.1. Le barrage d'Angleur	46
2.5. Site d'étude sur l'Amblève	47
2.5.1. Le barrage de Lorcé	48
2.6. Site d'étude sur la Berwinne	49
2.6.1. Le barrage de Berneau	50
2.7. Site d'étude sur le Bocq	51
2.7.1. Le barrage du Maka	52
3. The use of behavioural metrics to evaluate fishway efficiency	55
3.1. Introduction	56
3.2. Material and methods	57

3.3. Results	62
3.3.1. Arrival of the fish near the dam-fishway complex	62
3.3.2. Behaviour of the fish at the entrance and within the fishway	64
3.4. Discussion	66
4. An overview of potamodromous fish upstream movements in medium-sized rivers, by means of fish passes monitoring	71
4.1. Introduction	72
4.2. Material and methods	73
4.2.1. Study area and fish-pass characteristics.....	73
4.2.2. Fish-pass monitoring and environmental variables	75
4.2.3. Data analysis.....	76
4.3. Results	77
4.3.1. Biodiversity and multi-year capture.....	77
4.3.2. Size diversity and proportions of adults and juveniles.....	79
4.3.3. Analyses of capture periodicity: multi-annual and inter-annual scales	80
4.3.4. Influence of environmental factors.....	85
4.4. Discussion	87
5. The influence of environmental factors on the upstream movements of rheophilic cyprinids according to their position in a river basin	91
5.1. Introduction	92
5.2. Material and methods	93
5.2.1. Study areas and fish-pass monitoring	93
5.2.2. Environmental factors.....	95
5.2.3. Data analysis.....	96
5.3. Results	97
5.3.1. Temperature and water flow ratio fluctuations	97
5.3.2. Capture and size diversity	98
5.3.3. Interannual variation and capture periodicity of adults	99
5.3.4. Spawning migration periodicity and influence of environmental factors	101
5.4. Discussion	104
6. Long-term changes in biodiversity, abundance and movement periodicity of fish in the Belgian Meuse River	109
6.1. Introduction	110
6.2. Material and methods	112
6.2.1. Study site.....	112
6.2.2. Fishway monitoring and environmental factors.....	113
6.2.3. Data and statistical analysis	114
6.3. Results	114
6.3.1. Temperature and water flow ratio fluctuations	114
6.3.2. Global biodiversity and change over time	115
6.3.3. Global capture periodicities and environmental factors associated	119
6.4. Discussion	129
7. Cumulative fishway use by holobiotic potamodromous fish in a lowland river	135
7.1. Introduction	136
7.2. Material and methods	137
7.2.1. Study area	137
7.2.2. Fish capture and fish tagging	139

7.2.3. Systems of fish detections and behavioral metrics.....	140
7.2.4. Environmental factors.....	141
7.2.5. Statistical analysis.....	141
7.3. Results	142
7.3.1. Efficiency of the M1 fishway.....	142
7.3.2. Rates of ascending fish.....	142
7.3.3. Progression times	145
7.3.4. Seasonal activities: periodicity, temperature and WFr links	145
7.3.5. Diel activities	146
7.4. Discussion	148
8. Discussion générale et perspectives	153
8.1. L'efficacité des passes migratoires	154
8.2. La diversité spécifique dans les passes migratoires.....	156
8.3. La conservation d'un instinct migratoire au sein d'un environnement historiquement fragmenté.....	157
8.4. Définition des patrons de mobilité des poissons holobiotiques potamodromes au sein de passes migratoires	158
8.4.1. Périodes de mobilité enregistrées à l'échelle saisonnière	159
8.4.2. Plasticités spatiale et temporelle des déplacements de montaison	161
8.4.5. Périodes d'activité enregistrées à l'échelle nycthémérale	162
8.5. La réouverture des axes secondaires par l'intermédiaire des passes à poissons	164
8.6. Perspectives d'études	166
9. Références bibliographiques	169
