

Partenariat 2009 – *Fonctionnement des écosystèmes aquatiques et changements globaux – Indicateurs d'abondance et migration des lamproies (B1)*



Flux migratoires et indices d'abondance des populations de lamproies du Scorff, de l'Oir et de la Bresle (Petromyzon marinus, Lampetra fluviatilis et L. Planeri)

Rapport final

Emilien Lasne (INRA) & Richard Sabatié (Agrocampus-Ouest), UMR ESE, Rennes

Décembre 2009

Avec le partenaire :



Contexte de programmation et de réalisation

Les trois espèces de lamproies présentes en France, la Lamproie marine, la Lamproie fluviatile, et la Lamproie de Planer sont considérées comme menacées au niveau Européen (annexe II de la directive « Habitat-Faune-Flore » (92/43/EEC)). Le manque de connaissances les concernant limite les possibilités d'une gestion efficace des populations. Les objectifs de ce travail sont d'ordre méthodologique et concernent la mise au point d'indicateurs d'abondance et de flux des lamproies dans les petits et moyens systèmes.

Les auteurs

*Emilien Lasne**
Ingénieur de Recherches
UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes - INRA / Agrocampus Ouest
65, rue de Saint-Brieuc - CS 84215
35042 RENNES Cedex

*Coordonnées actuelles :
MNHN (SPN)– CRESCO
38 rue du port Blanc
35800 DINARD
emilien.lasne@mnhn.fr

Richard Sabatié
Ingénieur de Recherches
richard.sabatie@agrocampus-ouest.fr
UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes - INRA / Agrocampus Ouest
65, rue de Saint-Brieuc - CS 84215
35042 RENNES Cedex

Avec la participation technique et scientifique de :

- INRA U3E : *Julien Tremblay, Nicolas Jeannot, Pauline Delaunay, Frédéric Marchand*
- INRA EPEHA (UMR ESE) *Jean-Marc Roussel, Guillaume Evanno*
- ONEMA, DAST station de Cerisel : *Richard Delanoë*
- ONEMA, DAST station d'Eu : *Jean-Louis Fagard, Gilles Euzenat*
- ONEMA, DAST Vincennes : *Laurent Beaulaton*

Les correspondants

Onema : *Beaulaton, Laurent, DAST, laurent.beaulaton@onema.fr*

Droits d'usage :	<i>Diffusion restreinte, certaines données en attente de publications scientifiques.</i>
Couverture géographique :	<i>bassin du Scorff(56) de l'Oir (50) et de la Bresle (76/80)</i>
Niveau géographique :	<i>national</i>
Niveau de lecture :	<i>professionnels, experts</i>
Nature de la ressource :	<i>document</i>

**Flux migratoires et indices d'abondance des populations de lamproies du Scorff, de
l'Oir et de la Bresle (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* et *L. Planeri*)**

Rapport final

Emilien Lasne & Richard Sabatié

SOMMAIRE

Résumé	4
Abstract	5
Synthèse pour l'action opérationnelle	6
Corps du document	8

Flux migratoires et indices d'abondance des populations de lamproies du Scorff, de l'Oir et de la Bresle (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* et *L. Planeri*)

Emilien Lasne & Richard Sabatié

RESUME

RESUME

La plupart des espèces de lamproies sont considérées comme menacées. Au niveau Européen, les trois espèces présentes – la Lamproie marine, la Lamproie fluviatile, et la Lamproie de Planer – sont listées dans l'annexe II de la directive « Habitat-Faune-Flore » (92/43/EEC). En France, le manque de connaissances les concernant limite les possibilités d'une gestion efficace des populations. Les objectifs de ce travail sont tout d'abord d'ordre méthodologique et concernent la mise au point d'indicateurs d'abondance et de flux des lamproies dans les petits et moyens hydrosystèmes. Différents indicateurs sont présentés et appliqués dans trois bassins versants : le Scorff, l'Oir et la Bresle avec l'appui des équipes de terrain de l'INRA (Unité Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie aquatique) et de l'ONEMA (stations d'Eu et de Cerisel). Ils sont basés sur le suivi des différents stades en phase continentales : géniteurs, juvéniles et larves. Les méthodes proposées et expérimentées pourront être transposées ou adaptées à d'autres cours d'eau et utilisables par des agents de terrains, notamment ceux de l'ONEMA.

En ce qui concerne les géniteurs, les indicateurs basés sur les comptages de frayères semblent surtout pertinents pour la Lamproie marine dont les frayères et les nids sont facilement identifiables et visibles plusieurs semaines après la fraie, ce qui n'est pas le cas pour les deux autres espèces. Pour ces dernières, il est certainement préférable de concentrer l'effort de prospection sur des zones de référence qui peuvent être suivies régulièrement. La capture, par pêche électrique par exemple, des géniteurs bloqués à l'aval d'obstacles pourrait également être utilisée pour quantifier le flux de géniteurs et obtenir des informations sur la phénologie de migration.

Il existe très peu d'études et de dispositifs consacrés au piégeage des juvéniles à la dévalaison. Pourtant, la mesure de ce flux permettrait de caractériser de façon ultime la qualité des bassins versant vis-à-vis des lamproies migratrices. Elle nécessite cependant des installations spécifiques. Les premiers essais de piégeage réalisés sur le Scorff et l'Oir sont prometteurs. Les systèmes mis en place devront néanmoins être améliorés pour obtenir des données utilisables.

Enfin, concernant les larves, une méthode légère d'échantillonnage quantitatif a été développée. Le principe en est très simple et consiste à prélever une petite surface de sédiment et à récupérer les larves enfouies. Un ensemble de prélèvements réalisés dans les habitats optimaux permet de caractériser les populations en place dans une station. Cette méthode permet d'envisager un échantillonnage à grande échelle.

Mots clés (thématique et géographique)

Lamproie, méthodologie, échantillonnage, Oir, Scorff, Bresle

Migration and abundance of lamprey populations (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* and *L. planeri*) in three French rivers: Oir, Scorff and Bresle

Emilien Lasne & Richard Sabatié

ABSTRACT

ABSTRACT

Most lamprey species are threatened. At a European level, the three species – the sea lamprey, the river lamprey and the brook lamprey – are listed at the annex II of the Habitat Directive (92/43/EEC). In France, the lack of knowledge concerning lampreys' ecology and distribution impedes the development of relevant management action of populations. This work aims at presenting methodological development for the assessment of lampreys' population in small and medium streams. Various indicators are presented and tested in 3 river systems – the Scorff, Oir and Bresle rivers. Different field teams contributed to this work (INRA: Unité Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie aquatique and ONEMA: DAST, Eu and Cerisel field stations). These indicators are based on the different life-stages in freshwaters: spawners, juveniles and larvae. The methods presented could be applied or adapted to other contexts and could be used by field teams to produce data relevant to species conservation.

Indicators based on nests count are mainly relevant in the case of the sea lamprey. It constructs large nests that are quite easily detected and may remain visible several weeks after spawning. This is not the case for the two other species. For these latter, it seems necessary to focus count effort on reference sectors which could be frequently surveyed during the spawning season. In addition, the capture of migrant genitors just downstream barriers to migration, where they may be stopped for a while, could be also used to produce information on spawning population and migration patterns.

Studies and methodology concerning juveniles assessments are very scarce, though this stage could provide a good information on catchment lamprey production. Specific designs (i.e. traps) are needed. First attempts on the Oir and Scorff river are promising but still need to be improved.

Finally, a light and cost-effective methodology for larvae sampling is proposed that yields quantitative data. The technique is simple and consists in dredging a constant and small surface of sediment with a rigid framework equipped with a net. Larvae are then collected using a sieve. A set of samples collected in the various optimal habitats of a given site allows the characterization of populations. This methods could be applied a at broad scale to rapidly collect information on lamprey larvae distribution and abundance.

Key words (thematic and geographical area)

Lamprey, sampling, distribution, abundance, Oir, Scorff, Bresle

Flux migratoires et indices d'abondance des populations de lamproies du Scorff, de l'Oir et de la Bresle (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* et *L. Planeri*)

Emilien Lasne & Richard Sabatié

SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

Contexte opérationnel

La plupart des espèces de lamproies sont considérées comme menacées. Au niveau Européen, les trois espèces présentes – la Lamproie marine, la Lamproie fluviatile, et la Lamproie de Planer – sont listées dans l'annexe II de la directive « Habitat-Faune-Flore » (92/43/EEC). En France, le manque de connaissances les concernant limite les possibilités d'une gestion efficace des populations. Les objectifs de ce travail sont tout d'abord d'ordre méthodologique et concernent la mise au point d'indicateurs d'abondance et de flux des lamproies dans les petits et moyens systèmes. Différents indicateurs sont présentés et appliqués dans trois bassins versants : le Scorff, l'Oir et la Bresle avec l'appui des équipes de terrain de l'INRA (Unité Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie aquatique) et de l'ONEMA (stations d'Eu et de Cerisel). Ils sont basés sur le suivi des différents stades en phase continentales : géniteurs, juvéniles et larves. Les méthodes proposées et expérimentées pourront être transposées ou adaptées à d'autres cours d'eau et utilisées par des agents de terrains, notamment ceux de l'ONEMA.

Indicateurs basés sur les géniteurs

En ce qui concerne les géniteurs, les indicateurs basés sur les comptages de frayères semblent surtout pertinents pour la Lamproie marine dont les frayères et les nids sont facilement identifiables et visibles plusieurs semaines après le fraie. Un comptage des nids en parcourant le cours d'eau et en géolocalisant les données à l'aide d'un GPS, à pied ou à l'aide d'une embarcation légère type canot pneumatique, permet de produire des données informatives assez facilement comme cela a pu être montré sur le Scorff. Un tel protocole permet notamment d'évaluer l'effet de l'amélioration de la connectivité longitudinale par aménagement ou destruction d'obstacles à la migration ou bien encore d'évaluer l'évolution du statut des populations. En revanche, pour les lamproies fluviatiles et de Planer dont les nids sont beaucoup moins visibles, il est certainement préférable de concentrer l'effort de prospection sur des zones de référence qui peuvent être suivies régulièrement.

La capture d'individus pendant la migration génésique est également une option qui permet d'obtenir des informations sur la phénologie de la migration et sur son intensité. Il est par exemple envisageable d'effectuer tout au long de la saison de migration des pêches électriques à l'aval d'obstacles pour capturer des géniteurs bloqués ou retardés.

Indicateurs basés sur les juvéniles

Il existe très peu d'études et de dispositifs consacrés au piégeage des juvéniles à la dévalaison. Pourtant, la mesure de ce flux permettrait de caractériser de façon ultime la qualité des bassins versant vis-à-vis des lamproies migratrices. Elle nécessite cependant des installations spécifiques. Les premiers essais de piégeage réalisés sur le Scorff et l'Oir sont prometteurs. Les systèmes mis en place devront néanmoins être améliorés pour obtenir des données utilisables.

Indicateurs basés sur les larves

Enfin, concernant les larves, une méthode légère d'échantillonnage quantitatif a été développée. Le principe en est simple et consiste à prélever une petite surface de sédiment et de récupérer les larves enfouies. Pour cela, une enceinte de prélèvement en PVC équipée d'un filet à maille fine sur l'un de ses côtés peut être très facilement construite, ainsi qu'un tamis permettant la récupération des ammocètes. Un ensemble de prélèvements réalisés dans les habitats optimaux permet de caractériser les populations en place dans une station en termes de densité et de structure de taille. Les résultats obtenus ont été comparés à un protocole de pêche électrique. La nouvelle méthode permet d'envisager un échantillonnage à grande échelle. Une fiche technique de 6 pages, adressée aux utilisateurs potentiels de la méthode, est donnée dans le corps du document ci-après. Cette fiche technique explique le protocole de manière détaillée, et donne des conseils sur la stratégie d'échantillonnage à mettre en œuvre en fonction des objectifs visés.

Pour en savoir plus

Les auteurs restent disponibles pour toute demande d'informations complémentaires (détails sur les méthodes, les données et les analyses présentées dans ce rapport).
e-mail : emilien.lasne@mnhn.fr; site web : <http://emilien.lasne.free.fr>

Flux migratoires et indices d'abondance des populations de lamproies du Scorff, de l'Oir et de la Bresle (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* et *L. Planeri*)

Emilien Lasne & Richard Sabatié

CORPS DU DOCUMENT

SOMMAIRE:

1. Introduction	10
1.1. Contexte et objectifs de l'étude.....	10
1.2. Brefs rappels sur la biologie et l'écologie des Lamproies	13
1.2.1. La Lamproie marine (d'après Sabatié & Baglinière, 2001a)	13
1.2.2. La Lamproie fluviatile (d'après Sabatié & Baglinière, 2001b)	14
1.2.3. La Lamproie de Planer (d'après Sabatié & Baglinière, 2001c).....	15
1.2.4. Identification des stades, des sexes et des espèces	17
1.3. Sites d'étude.....	19
1.3.1. Le Scorff (56)	20
1.3.2. L'Oir (50).....	21
1.3.3. La Bresle (76/60)	21
2. Indicateurs basés sur les géniteurs	23
2.1. Abondance et durée du flux migratoire	24
2.1.1. Introduction.....	24
2.1.2. Matériel et méthodes.....	24
2.1.3. Résultats - discussion.....	25
2.1.4. Conclusions	29
2.2. Abondance et distribution des frayères	30
2.2.1. Rivière Oir.....	31
2.2.2. Rivière Bresle	38
2.2.3. Rivière Scorff.....	40
2.2.4. Conclusion.....	52
3. Indicateurs basés sur les juvéniles.....	53
3.1. Rivière Oir	53
3.2. Rivière Scorff	55
3.3. Rivière Bresle	55
3.4. Conclusion	55
4. Indicateurs basés sur les larves	56
4.1. Mise au point d'une méthodologie d'échantillonnage des ammocètes	56
4.1.1. Introduction.....	56
4.1.2. Matériel et méthode	59
4.1.3. Résultats-discussion.....	65
4.2. Application de la méthode sur l'Oir et la Bresle.....	72
4.2.1. Introduction.....	72
4.2.2. Matériel et méthode	73
4.2.3. Résultats-discussion.....	74
4.3. Conclusions.....	75
5. Conclusion générale	77
6. Bibliographie.....	78

7.	Liste des figures, photographies et tableaux	82
7.1.	Figures	82
7.2.	Photographies	83
7.3.	Tableaux	83
8.	Fiche Technique : Technique d'échantillonnage des larves de lamproies.....	85
8.1.	Technique de prélèvement :	85
8.2.	Stratégie d'échantillonnage :	86
8.3.	Analyse des données :	87
8.3.1.	Données faunistiques :	87
8.3.2.	Données environnementales :	87
9.	Annexes	88
9.1.	Annexe 1 : Enceinte de prélèvement	89
9.2.	Annexe 2 : Tamis	90
9.3.	Annexe 3 : Propositions de stratégies d'échantillonnage.....	91

1. Introduction

1.1. Contexte et objectifs de l'étude

La plupart des espèces de lamproies sont considérées comme menacées (Maitland, 1980, 2003 ; Renaud, 1997 ; Beaulaton et al., 2008). Les principales causes supposées ou avérées de leur déclin sont la réduction de la connectivité entre habitats essentiels, l'altération de la qualité de l'eau et la régression des habitats. Par conséquent, elles sont aujourd'hui concernées par divers statuts de conservation ou de protection.

Au niveau Européen, les trois espèces de lamproies – la Lamproie marine, *Petromyzon marinus* L., la Lamproie fluviatile, *Lampetra fluviatilis* L., et la Lamproie de Planer, *L. planeri* (Bloch) – sont listées dans l'annexe II de la directive « Habitat-Faune-Flore » (92/43/EEC) qui oblige les états membres à prendre les mesures nécessaires à la conservation des espèces inscrites et de leur habitat¹.

En France, ces trois espèces sont présentes, mais le manque de connaissances les concernant pose différents problèmes. Premièrement, on ne connaît pas précisément la distribution des espèces. Deuxièmement, le fonctionnement des populations et les exigences écologiques restent mal connus, ce qui limite les perspectives de mesures conservatoires efficaces et cohérentes. Face aux altérations diverses des habitats essentiels à la pérennité des espèces, la connaissance préalable des phases migratoires, l'estimation de l'abondance des flux et des individus est nécessaire pour la définition d'actions de conservation pertinentes.

Les objectifs de ce travail sont tout d'abord d'ordre méthodologique et concernent la mise au point d'indicateurs d'abondance et de flux des lamproies dans les petits et moyens systèmes. Les méthodes proposées et expérimentées devront autant que possible être transposables à d'autres cours d'eau et utilisables par des agents de terrains, notamment ceux de l'ONEMA. Les critères essentiels qui guident le choix des méthodes, outre la qualité des données produites et leur utilisation pour l'analyse des populations en place, sont le coût restreint, la légèreté et la facilité de mise en œuvre permettant la plus large application. Les indicateurs Lamproies, dans un bassin versant, peuvent être basés sur différentes étapes du cycle de vie : migration des géniteurs ou des juvéniles, reproduction, croissance larvaire. L'étude de ces différents stades permet d'obtenir des informations complémentaires sur une population de Lamproie donnée et de répondre à des objectifs scientifiques ou des gestions différents. Plusieurs exemples peuvent être cités :

- L'évaluation du flux de géniteurs colonisant un bassin versant permet d'évaluer le degré de connectivité entre zones de croissance estuariennes ou marines et zones de fraie.
- La cartographie des sites de reproduction permet d'identifier les habitats essentiels en vue de leur éventuelle protection.
- L'étude de la population larvaire permet d'évaluer le succès reproducteur et la qualité des habitats.

¹ NB : l'IUCN (2008) a récemment déclassé les trois espèces dans la catégorie « préoccupation mineure » en raison de l'amélioration de la qualité de l'eau mais malgré tout les tendances des populations restent inconnues. Ce qui renforce l'idée que des indicateurs sont nécessaires. Au niveau français, la récente évaluation de l'IUCN (2009) place la lamproie fluviatile en vulnérable, la lamproie marine en quasi menacé et la lamproie de planer en préoccupation mineure.

- Enfin, le suivi de la migration des juvéniles permet d'évaluer la productivité d'un bassin versant.

Ainsi, l'étude de chaque stade permet d'apporter des éléments pour la connaissance du fonctionnement des populations et la gestion des espèces.

Le rapport est organisé en différentes parties traitant des divers stades et espèces de Lamproies. Les protocoles mis en place sur les différents cours d'eau sont présentés ainsi que le type de données obtenues et leur utilisation potentielle. L'objectif est, au final, de proposer une boîte à outils et à idées pour le développement de projets d'étude ou de suivi permettant de répondre à des problématiques locales, régionales ou nationales, fondamentales ou appliquées. Le Tableau I synthétise l'ensemble des investigations qui ont été menées durant cette étude.

Tableau I : Synthèse des indicateurs d'abondance abordés pour les différentes espèces de lamproies et les différents cours d'eau de l'ORE.

Phase biologique	Indicateur	Espèce	Cours d'eau		
			Scorff	Oir	Bresle
Géniteurs	Abondance et durée du flux migratoire	<i>L. fluviatilis</i>	abs.	X	
		<i>L. planeri</i>	espèce holobiotique		
		<i>P. marinus</i>		X	abs.
	Abondance et distribution des frayères	<i>L. fluviatilis</i>	abs.	X	X
		<i>L. planeri</i>		X	
		<i>P. marinus</i>	X	X	abs.
Juvéniles	Abondance et durée du flux de juvéniles	<i>L. fluviatilis</i>	abs.	X	
		<i>L. planeri</i>	X	X	
		<i>P. marinus</i>	X	X	abs.
Larves	Abondance et distribution des ammocètes	<i>L. fluviatilis</i>	abs.	X	X
		<i>L. planeri</i>		X	X
		<i>P. marinus</i>		X	abs.

abs. : Espèce absente ou très rare sur le cours d'eau

1.2. Brefs rappels sur la biologie et l'écologie des Lamproies

Les lamproies appartiennent à la Famille des Petromyzontidae qui se singularisent par :

- un corps nu anguilliforme recouvert d'une peau lisse dépourvue d'écaillés, sécrétant un abondant mucus ;
- une ou deux nageoires dorsales ;
- des yeux bien développés ;
- une bouche circulaire au centre d'un disque buccal adapté à la succion et plus ou moins couvert de denticules disposées de façon radiale.

Sept paires de sacs branchiaux sont visibles latéralement. Trois espèces sont rencontrées dans les eaux françaises : la Lamproie marine, la Lamproie fluviatile et la Lamproie de Planer.

1.2.1. La Lamproie marine (d'après Sabatié & Baglinière, 2001a)

La Lamproie marine (*Petromyzon marinus* Linnaeus, 1758 ; Figure 1) est l'une des plus grandes espèces amphihalines diadromes et ectoparasites en mer. A la fin de l'hiver, elle quitte les eaux côtières et remonte, la nuit, dans les rivières jusqu'à plus de 500 km de la mer. Le comportement de homing n'apparaît pas chez l'espèce. La reproduction a lieu de fin-avril à fin-mai sur des zones typiques (faciès de plat-courant (>40 cm/s) et profondes (>50 cm)). Elle construit un vaste nid semi-circulaire : le diamètre peut atteindre 2 m. Les mâles remanient en premier le substrat à l'aide du courant pour former un large cordon de galets et de graviers, colmaté de sable à la base. La femelle libère un grand nombre d'œufs qui se collent entre les pierres du nid. Les géniteurs meurent après la reproduction. Les larves ammocètes de 5 mm éclosent après 10-15 jours et gagnent les "lits" d'ammocètes, zones abritées et sablo-limoneuses où elles vivent enfouies pendant 4 à 6 ans.

La nourriture est alors constituée de diatomées, d'algues bleues, de débris organiques filtrés face au courant. La métamorphose a lieu à la fin de l'été et les juvéniles dévalent la rivière la nuit en automne et gagnent la mer en hiver. Leur croissance marine en zone côtière est rapide et dure probablement 2 ans, en parasitant diverses espèces de poissons (aloses, hareng, lieu jaune, Saumon, Mulets, Soles, Maquereaux...).

La Lamproie marine est considérée par l'IUCN comme vulnérable au niveau européen et quasi menacée français, mais aucune très peu d'actions concrètes ont été encore envisagée. L'espèce est présente de part et d'autres de l'Océan atlantique dans les grands fleuves et rivières des côtes américaines et européennes de la Norvège jusqu'au Portugal. Elle a disparu depuis peu des fleuves Méditerranéens.

Petromyzon marinus

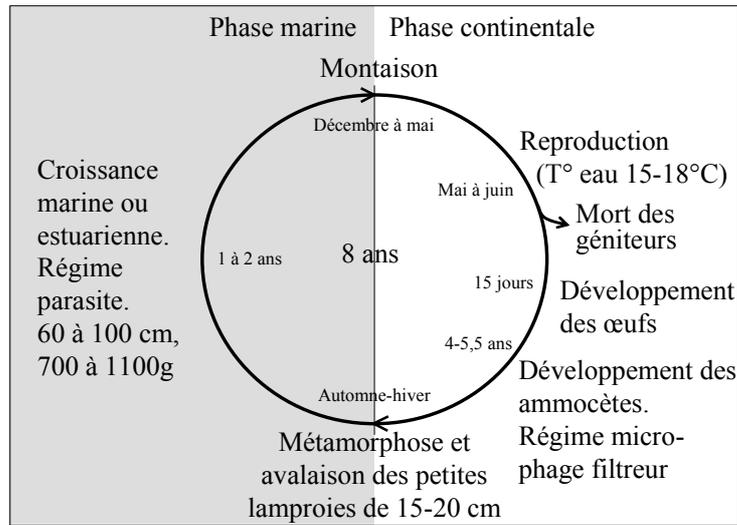


Figure 1 : Cycle de vie de *Petromyzon marinus*

1.2.2. La Lamproie fluviatile (d'après Sabatié & Baglinière, 2001b)

La Lamproie fluviatile (ou Lamproie de rivière *Lampetra fluviatilis*, Linnaeus 1758; Figure 2) est d'une taille moyenne 20-50 cm (50-70 g) et sa coloration est bleuâtre à brun-vert sur le dos et bronzée sur les flancs. C'est une espèce diadrome, ectoparasite en mer. Les juvéniles argentés, bleuâtres à l'extrémité caudale non pigmentée, dévalent la rivière la nuit surtout entre mars et juin. Leur croissance marine en zone côtière, rapide, dure probablement 2,5 à 3 ans en parasitant les mêmes espèces de poissons que la Lamproie marine. Le homing n'a pas été observé. La reproduction a lieu de mars à mai sur des zones semblables à celles utilisées par la Lamproie marine mais le nid, plus petit (40 cm), n'est élaboré qu'avec des graviers et du sable. Les géniteurs meurent aussi après la reproduction. La métamorphose a lieu également durant l'été et elle quitte la rivière dès l'hiver.

L'espèce est rare dans le Rhin, présente le long des côtes atlantiques françaises probablement dans quelques petits fleuves bretons, en Loire, en Gironde, et dans l'Adour. Sa présence est à confirmer dans le Nord-Ouest de la Méditerranée. Elle a fortement régressé, voire disparu, dans certains bassins versants. L'espèce est également considérée comme vulnérable.

Lampetra fluviatilis

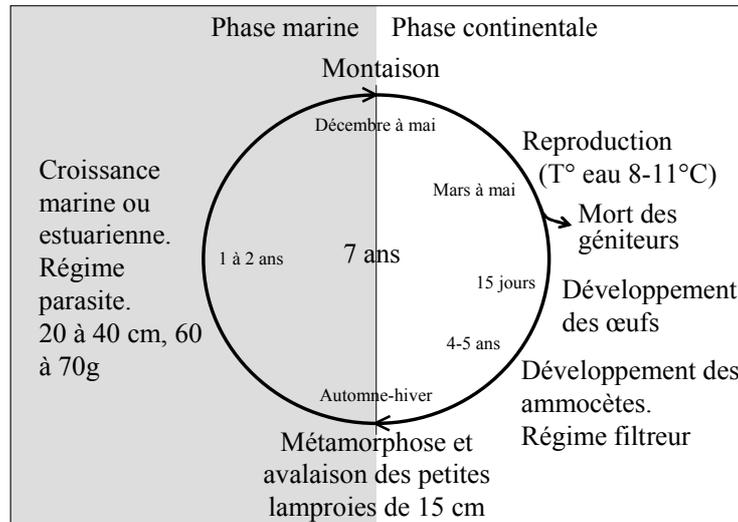


Figure 2 : Cycle de vie de *Lampetra fluviatilis*

1.2.3. La Lamproie de Planer (d'après Sabatié & Baglinière, 2001c)

La Lamproie de Planer (*Lampetra planeri*, Bloch, 1784 ; Figure 3 et Photo 1) présente une coloration grisâtre sur le dos et plus claire sur les flancs. Les femelles sont de plus grande taille que les mâles. Ceux-ci, en période de reproduction, possèdent un disque buccal et la seconde dorsale élargis. La taille moyenne est de 90-150 mm (2-5 g), mais peut atteindre 190 mm. La Lamproie de Planer est une espèce d'eau douce non parasite, vivant dans les têtes de bassin et les ruisseaux.

Les larves se nourrissent en filtrant le microplancton et les débris organiques apportés par le courant.

La maturité sexuelle est atteinte à la taille de 90-150 mm, après la métamorphose (septembre-novembre) et se poursuit jusqu'au printemps suivant, mais les individus métamorphosés ne s'alimentent plus. Les géniteurs se reproduisent en mars-avril (février-juin). L'habitat de reproduction est similaire à celui de la Lamproie de rivière, mais le nid plus petit (20 cm et 10 cm de profondeur), élaboré par les deux sexes, est façonné avec des graviers et du sable. La reproduction peut être collective et les individus meurent après la ponte. L'espèce est présente dans de nombreux ruisseaux français où elle est abondante en tête de bassin, mais avec des fluctuations marquées.

Elle est sensible de la même façon que les autres lamproies aux activités anthropiques. Cette espèce est considérée comme rare au Portugal et comme préoccupation mineure en France. Elle figure à l'annexe III de la convention de Berne.

Lampetra planeri

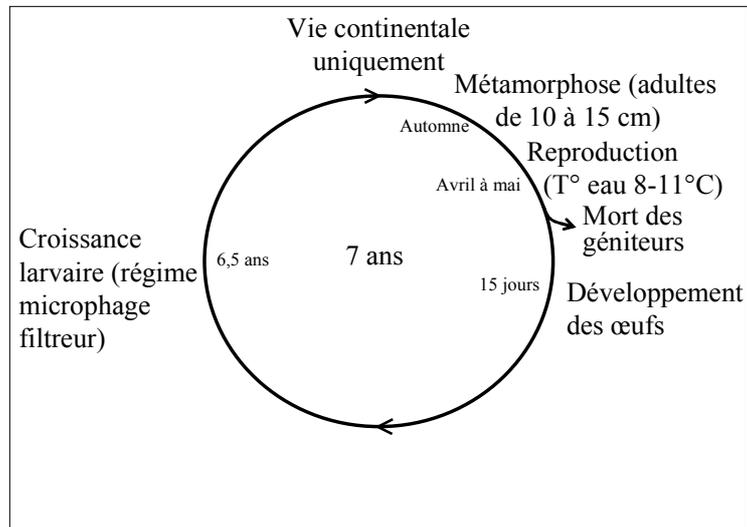


Figure 3 : Cycle de vie de *Lampetra planeri*



Photo 1 : Individu métamorphosé de *Lampetra planeri* (en haut) et ammocètes de *Lampetra* sp. de différents âges capturés sur l'Oir à l'automne 2009. (Photo : E-Lasne).

1.2.4. Identification des stades, des sexes et des espèces¹

Si, à l'état adulte, l'identification des trois espèces ne pose pas de problème particulier (Photo 2), il peut exister des difficultés en ce qui concerne les stades larvaires.



Photo 2 : Adultes de *Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* et *L. planeri* (de haut en bas) capturés sur l'Oir au printemps 2009 (photo E.Lasne).

La distinction entre le genre *Lampetra* et le genre *Petromyzon* est assez aisée. Elle est basée essentiellement sur la pigmentation de l'extrémité de la nageoire caudale (Potter & Osborne, 1975). La Lamproie marine possède une nageoire pigmentée alors qu'elle ne l'est pas chez le genre *Lampetra*. Cependant, sur le terrain, la pigmentation peut être difficile à voir sans que l'individu soit anesthésié et sans loupe, notamment pour les petites tailles (<60mm, Taverny et al., 2005).

En ce qui concerne les stades métamorphosés, la distinction entre les genres *Petromyzon* et *Lampetra* sont possibles, outre les critères de pigmentation toujours valables, par l'observation du disque buccal (Figure 4).

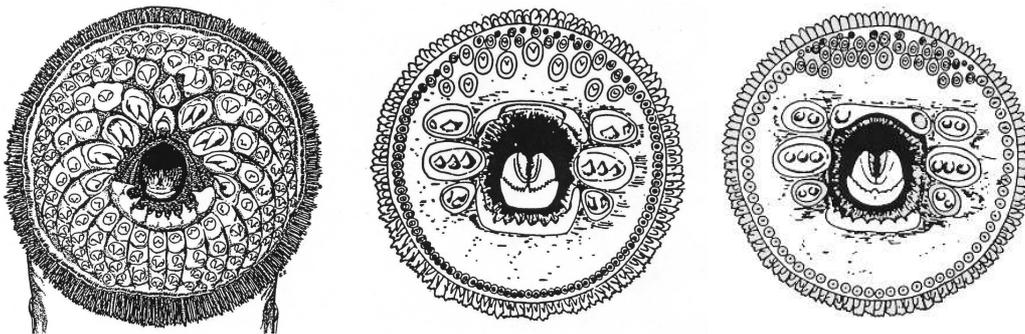


Figure 4 : Disque buccaux de *Petromyzon marinus* (à gauche), *Lampetra fluviatilis* (au centre) et de *L. planeri* (à droite) (d'après Hardisty & Potter, 1971 et Ducasse & Leprince, 1980).

La distinction entre Lamproie fluviatile et Lamproie de Planer est également délicate à ce stade, mais on peut noter que les denticules de cette dernière sont relativement émoussées. Néanmoins, certains critères permettent l'identification (Gardinier, 2003).

¹ Se reporter également à Gardinier 2003 disponible sur http://www.english-nature.org.uk/lifeinukrivers/species/lamprey_key.pdf

La Lamproie fluviatile métamorphosée à une robe plus argentée que la Lamproie de Planer métamorphosée qui a une robe « gris-bronze ». Par ailleurs, la Lamproie fluviatile est plus fine et légèrement aplatie dorso-ventralement. La Lamproie fluviatile présente également un museau plus long, et des yeux plus grands relativement à la taille totale.

La détermination du sexe est possible sur le terrain en période de reproduction. Les femelles possèdent un développement de la nageoire anale qui n'est pas observé chez le mâle qui, lui, présente un appendice appelé papille urogénitale (Photo 3 et Photo 4). Ces critères sont valables chez les trois espèces, mais les mâles matures de lamproies marines présentent en plus la particularité de posséder un bourrelet dorsal, qui peut être observé sur les mâles dans le milieu (Photo 5).



Photo 3 : Orifice génital femelle (à gauche) et mâle (à droite) de lamproies fluviatiles capturées sur la Béthune (76) (photo : MR Sabatié).



Photo 4 : Mâle (en haut) et femelle (en bas) de lamproies de Planer capturées sur l'Oir (50) (photo : F Marchand).



Photo 5 : Mâle de Lamproie marine observée sur le loc'h (56) (photo : MR Sabatié).

Problématique de conservation

Ainsi, ces espèces, à des degrés divers et au même titre que le Saumon atlantique, la Truite de mer, l'Anguille, sont des espèces qui présentent des intérêts indéniables d'ordre scientifique, écologique, socio-économique et patrimonial. Comme beaucoup d'espèces, les lamproies ont vu leur aire de répartition européenne fortement régresser au milieu du vingtième siècle. Malheureusement, les cycles de vie complexes des lamproies les rendent sensibles à diverses atteintes des milieux aquatiques. La première cause supposée de régression des lamproies, en particuliers des espèces diadromes, est l'altération de la connectivité entre habitats essentiels liée à la présence de barrages (Renaud et al., 1997 ; Lucas et al. 2009). La perte d'habitats de reproduction est également impliquée, tout comme les diverses pollutions de l'eau et des sédiments à laquelle les larves fouisseuses et microphages peuvent être exposées (Renaud et al., 1995a, b).

1.3. Sites d'étude

Les sites ateliers retenus sont les bassins du Scorff, de l'Oir et de la Bresle (Figure 5). Ils ont été choisis parce qu'ils abritent des populations de lamproies importantes, qu'ils sont équipés d'installation permettant le suivi des poissons migrateurs et que l'on dispose d'un certain nombre de connaissances sur ces écosystèmes.

Ces trois rivières sont équipées de stations de contrôle des migrateurs amphihalins et font l'objet de suivis biologiques récurrents depuis de nombreuses années. Principalement, le Saumon (*Salmo salar*), la Truite (*Salmo trutta*), l'Anguille (*Anguilla anguilla*), la grande Alose (*Alosa alosa*), la Lamproie marine (*Petromyzon marinus*), la Lamproie de rivière (*Lampetra fluviatilis*) composent la communauté d'espèces amphihalines de ces hydrosystèmes. Au niveau international, ces trois rivières sont reconnues comme "work rivers" pour les salmonidés migrateurs par le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM).

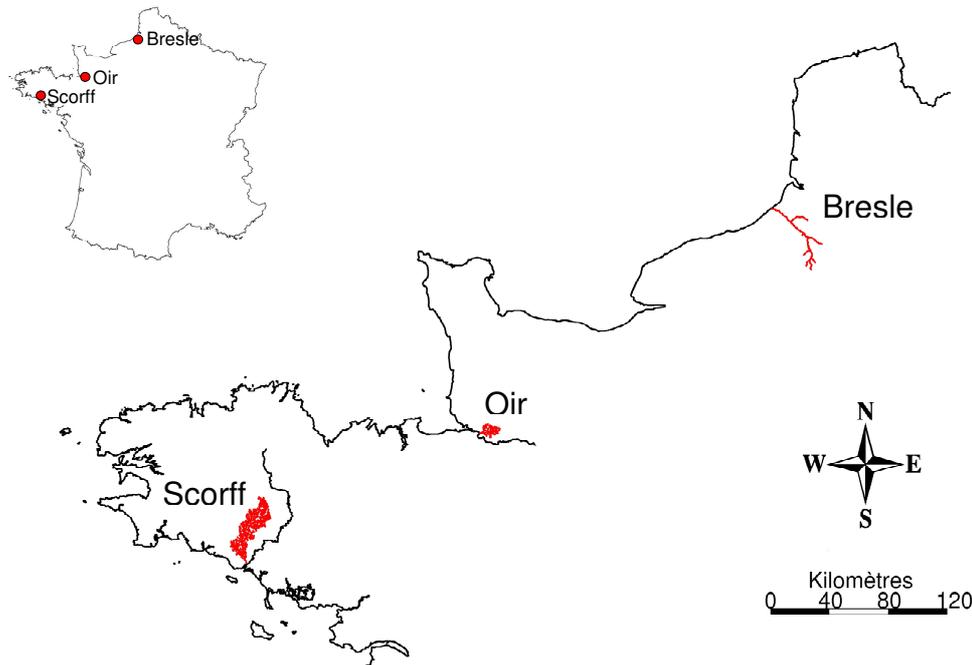


Figure 5 : Localisation des bassins ateliers.

1.3.1. Le Scorff (56)

Le Scorff est un petit fleuve côtier du sud de la Bretagne qui se jette dans l'océan atlantique au niveau de la rade de Lorient (56). Son cours principal (Photo 6), long de 75 km, draine un bassin versant granitique et schisteux de 480 km² en grande partie dans le département du Morbihan. L'eau, légèrement acide est de bonne qualité. Le débit moyen annuel est de 5m³/s (période 1956-1994). Le réseau hydrographique est très développé et présente une allure « pennée ». Les activités humaines sur le bassin versant sont essentiellement agricoles. Le Scorff est équipé d'une station de contrôle des poissons migrateurs (salmonidés essentiellement) implantée sur la partie basse de son cours principal, à la limite de l'estuaire, à Pont Scorff.

Sur le site, une structure d'accueil (laboratoire de terrain, locaux techniques et logement de passage) sert de base pour les interventions sur le réseau hydrographique. Deux techniciens sur place, un agent INRA et un salarié de la Fédération Départementale de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques du Morbihan (FDPPMA 56), assurent le fonctionnement de cette station et participent aux différents suivis sur la rivière.

¹ texte et images extraits de http://www.inra.fr/ore_pfc/



Photo 6 : le Scorff en aval du Moulin du Stang (photo : MR Sabatié)

1.3.2. L'Oir (50)¹

Situé dans le sud du département de la Manche, l'Oir est un affluent de la Sélune, petit fleuve côtier bas-normand se jetant dans la baie du Mont-Saint-Michel. Le cours amont de la Sélune n'est pas accessible aux poissons migrateurs. Ils sont bloqués à une quinzaine de kilomètres de la mer par un barrage infranchissable. Seuls deux affluents situés en aval sont utilisables pour leur reproduction : le Beuvron et l'Oir. Ce dernier, avec ses 12 Km accessibles aux poissons migrateurs, est l'affluent-frayère le plus productif du réseau. Le cours de l'Oir, long de 19,5 km, orienté est-ouest, a une pente moyenne de 11‰. Il draine un bassin versant de 87 km², constitué de terrains schisteux sédimentaires et cornéens comprenant quelques enclaves granitiques. L'eau est proche de la neutralité et de qualité correcte mais avec des taux de nitrates élevés. Sur ce bassin, les activités humaines, sont essentiellement d'origine agricole (prairies, cultures fourragères, troupeaux laitiers).

Les flux de poissons montants et dévalants sont contrôlés via les installations de piégeages du moulin de Cerisel. Ce dernier abrite des locaux techniques et un petit logement de passage. Il sert de base pour l'ensemble des opérations réalisées sur le réseau hydrographique. Une petite pisciculture attenante à ces installations permet la production et le stockage d'animaux expérimentaux. Un technicien de l'ONEMA est logé sur place. Il assure, avec l'appui de personnels INRA, le fonctionnement de la station et participe aux différentes opérations mises en place sur le bassin versant.

1.3.3. La Bresle (76/60)

La Bresle est un petit fleuve côtier d'environ 70 km de long qui draine un bassin versant de 748 km². Elle prend sa source dans l'Oise puis constitue la frontière naturelle entre la Seine-Maritime et la Somme. Elle ne possède que peu d'affluents. Elle se jette dans la Manche au Tréport. La Bresle est une rivière calcaire et présente un régime régulier, avec un

¹ texte et images extraits de http://www.inra.fr/ore_pfc/

débit moyen de 6.5m³. La pente moyenne est de 2.4‰. Il est à noter l'existence de ballastières, pour une surface de 500 à 600 Ha, dont une partie en communication directe avec la Bresle. L'estuaire n'existe plus car il est barré depuis 1992 par un ouvrage, séparant eau douce et eau salée ; l'ouvrage est toutefois équipé d'une écluse et d'une passe à poissons. Le cours d'eau présente un grand nombre d'ouvrages (une centaine de moulins et de vannages agricoles), non utilisés pour la plupart. Certains posent toutefois des problèmes pour la circulation des poissons.

En 1982, une station de comptage des poissons migrateurs a été installée à Eu (3 km de l'embouchure). Les salmonidés sont capturés à la montaison et à l'avalaison. Un peu plus en amont (à 15 km de l'embouchure), le barrage de Lieu-Dieu à Beauchamps a été équipé d'un système de capture à la descente.

2. Indicateurs basés sur les géniteurs

L'estimation des abondances et des flux de géniteurs dans les bassins versant peut se faire par le biais de différentes méthodes (Harvey & Cowx, 2003) qui fournissent des données de qualité variable (Tableau I) :

Tableau II : Méthodes d'estimation des abondances et flux de géniteurs

Technique	Disponibilité	Conditions	Qualité de l'information	Type de données
Pièges temporaire	Nécessite la pose des pièges (ex : nasses)	Sélection des sites Installation Contrôle régulier des pièges	Elevée	Semi-quantitatives
Passe-pièges	Pérennes	Contrôle régulier des pièges	Faible ¹	Semi-quantitatives
Pièges vidéo	Pérennes	Traitement des données	Faible	Semi-quantitatives
Comptages des nids	Pas de protocole standard	Prospection (à pied ou en bateau)	Moyenne	Indirectes, semi-quantitatives
Connaissances locales	Variable	Entretiens, questionnaires	Faible	Anecdotiques

Parmi toutes ces méthodes, certaines sont applicables sur les sites ateliers, d'autres pas. Des passe-pièges existent sur les trois systèmes (Moulin des Princes sur le Scorff, Moulin de Cerisel sur l'Oir et Station d'Eu sur la Bresle), mais elles sont peu ou pas efficaces pour les Lamproies.

Sur la Bresle, il existe un piège vidéo installé au niveau de la passe de l'écluse à marée au Tréport. Cependant, celle-ci n'a jamais été fonctionnelle faute de personnel pour gérer le piège et traiter les données. La mise en service de cet outil unique permettrait de récolter des données complémentaires sur les Lamproies, mais également sur les salmonidés migrateurs dont la Truite de mer, espèce phare de la Bresle.

L'installation de pièges temporaires de type « bourgne » a été testée sur l'Oir et sur le Scorff, mais leur efficacité s'est avérée très faible sans que l'on ait pu en déterminer la cause.

Les comptages de frayères sont envisageables sur les trois systèmes étant données les dimensions, en termes de largeur et de profondeur d'eau. Sur le Scorff, des comptages de frayères de lamproies marines ont été régulièrement réalisés depuis 1994. Les travaux réalisés par Sabatié (2001) puis par Cucherousset et al. (2005) ont montré que ce type de suivi pouvait fournir des informations très intéressantes sur l'impact de la modification de la connectivité sur le front de colonisation du bassin versant. Sur l'Oir également des recensements de frayères ont été ponctuellement réalisés.

¹ les passes-pièges sont la plupart du temps adaptées à la capture des salmonidés

Enfin, une autre méthode, non présentée dans le Tableau II, consiste à sonder les habitats situés en aval d'obstacles à la migration grâce à des méthodes actives, par exemple par pêche électrique si la profondeur ne dépasse pas 1-1,5m. La prospection de ces habitats pourrait fournir des informations semi-quantitatives sur les abondances de migrants ainsi que sur la chronologie de la migration.

2.1. Abondance et durée du flux migratoire

Les installations en place dans les stations expérimentales des observatoires ne permettent pas de capturer les adultes migrant de *L. fluviatilis* et *P. marinus*. Afin d'obtenir malgré tout des informations sur les flux migratoires de ces deux espèces, la prospection de zones névralgiques (aval d'obstacles à la migration notamment) pourrait s'envisager.

2.1.1. Introduction

Des pêches électriques ont été réalisées sur l'Oir en aval du Moulin des Geins pendant la période de migration des lamproies fluviatiles. Ce moulin constitue le premier obstacle à la migration sur le cours d'eau, localisé quelques centaines de mètres en aval de la station de piégeage de Cerisel (Figure 6). Il est susceptible d'induire un blocage temporaire des flux migratoires. L'objectif est d'évaluer dans quelle mesure ce type de suivi peut permettre d'obtenir des informations sur la dynamique de colonisation et les populations de reproducteurs en l'absence de piège de montaison efficace.

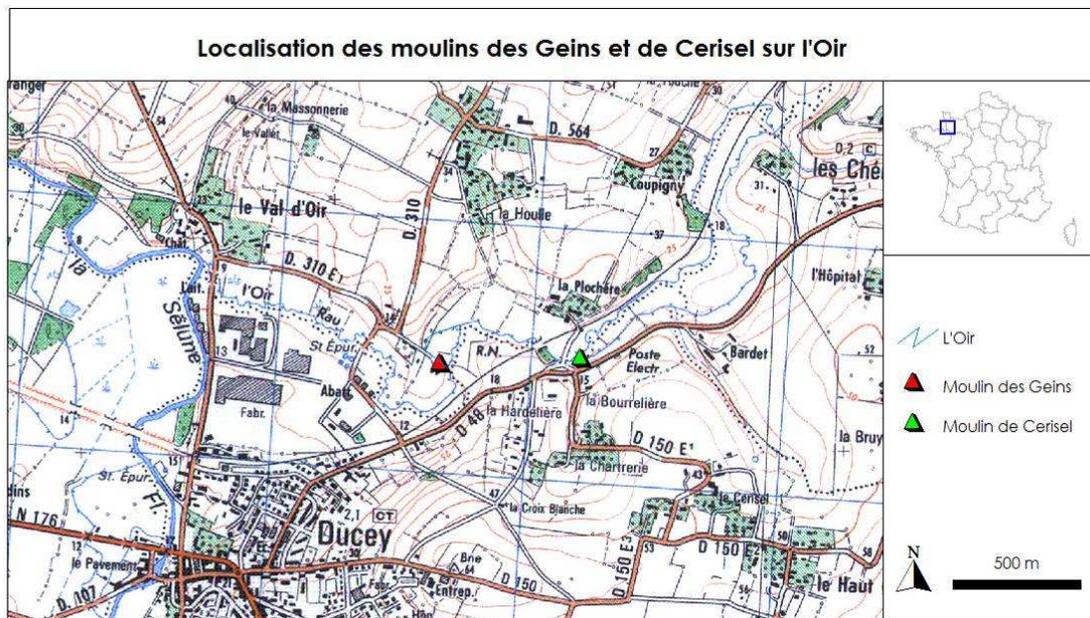


Figure 6 : Localisation du Moulin des Geins sur l'Oir.

2.1.2. Matériel et méthodes

Les pêches électriques sont réalisées approximativement tous les 15 jours, quand les conditions hydrologiques le permettent. Un secteur d'une trentaine de mètres de long est échantillonné par pêche électrique (1 ou 2 passagers successifs) par une équipe de 4 personnes :

- un opérateur portant l'appareil et tenant l'anode,
- deux à l'épuisette,
- et un portant le seau servant à récupérer les lamproies au fur et à mesure de la progression vers l'amont.

Tous les individus capturés sont ramenés à la station de Cerisel et anesthésiés par bain dans une solution de Benzocaïne diluée à 4.2mg/l dans de l'eau. Les mesures de taille et de poids sont effectuées puis les lamproies sont relâchées.

Le contrôle du vannage du moulin permet de gérer les débits au moment des pêches et ainsi de tamponner d'éventuels effets des niveaux d'eau sur la capturabilité des Lamproies.

2.1.3. Résultats - discussion

Concernant **les lamproies fluviatiles**, 9 pêches électriques ont été réalisées entre le 15 janvier et le 29 avril 2009 et 399 individus ont été capturés (tableau III).

Tableau III : Effectifs, tailles (écart-type), masse (écart-type) des géniteurs de lamproies fluviatiles capturées en aval du Moulin des Geins à différentes dates.

Date	Effectif premier passage	Effectif deuxième passage	Effectif total	Taille moy. (mm)	Masse moy. (g)
15/01/2009	2	/	2	258,5 (16,3)	28,0 (5,5)
04/02/2009	1	/	1	275	30,8
19/02/2009	43	/	43	242,0 (19,1)	24,6 (6,8)
25/02/2009	69	65	134	241,7 (13,3)	24,4 (4,2)
18/03/2009	87	34	121	227,9 (16,8)	22,4 (5,2)
31/03/2009	48	18	66	223,3 (17,6)	23,2 (7,2)
15/04/2009	15	14	29	215,2 (14,5)	21,1 (5,3)
29/04/2009	3	0	3	214,7 (9,7)	22,2 (8,1)

Dès le 15 janvier quelques individus étaient capturés, mais l'essentiel de la population migratrice a été observée en février-mars (Figure 7). Des individus ont été capturés en avril, mais il s'agit peut-être d'individus se reproduisant sur le radier situé sous le moulin et non d'individus en migration. Il est important de noter que dans certains systèmes la migration débute dès l'automne comme par exemple sur la Bresle (Gilles Euzenat, com. Pers.).

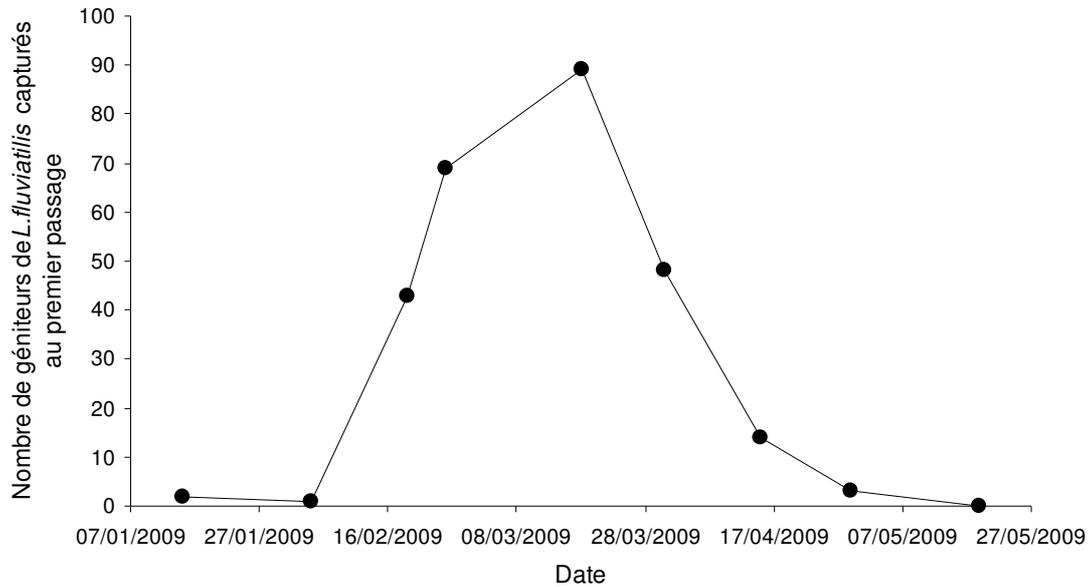


Figure 7 : Variation des effectifs de lamproies fluviatilis capturés au cours de la aison de migration 2009.

L'analyse des structures de taille tous sexes confondus semble indiquer une diminution moyenne de la taille des lamproies capturées au cours du temps et donc traduire la grande précocité à la migration anadrome chez les lamproies les plus grandes (Figure 8 et Figure 9).

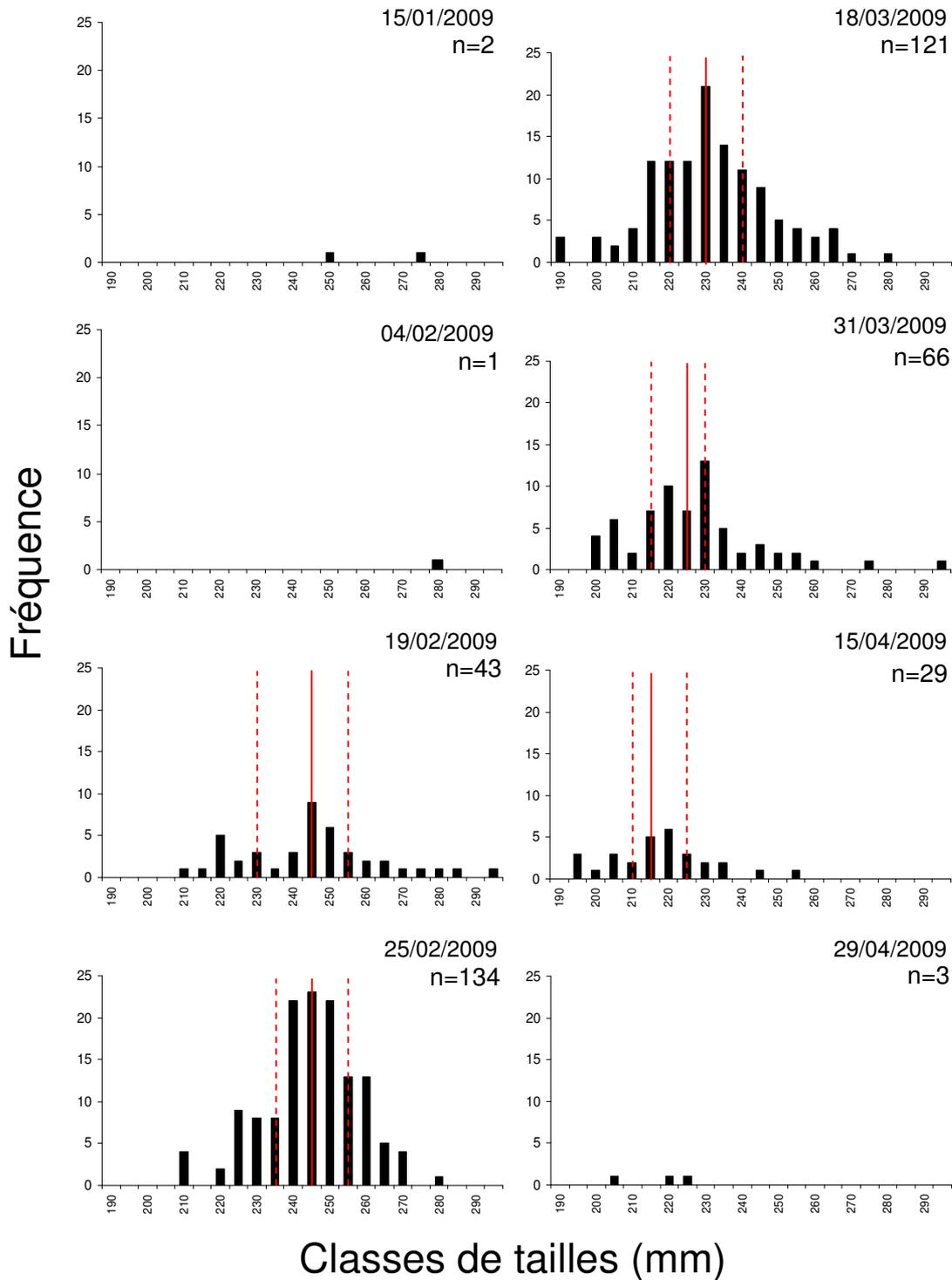


Figure 8 : Distribution des fréquences de taille des lamproies fluviatiles (tous sexes confondus) en fonction de la date de pêche. Les traits verticaux rouges indiquent les limites des premiers et derniers quartiles (pointillés) ainsi que la médiane.

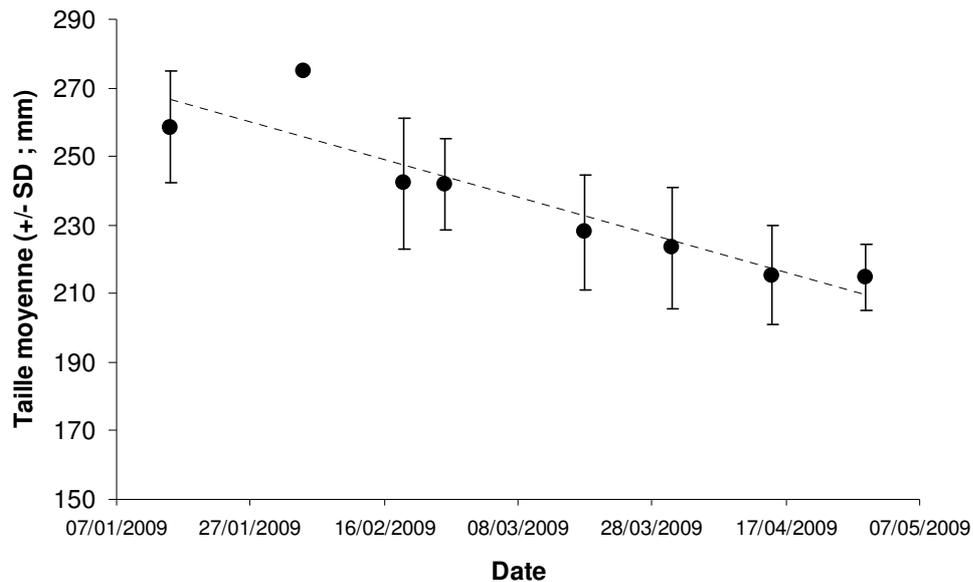


Figure 9 : Taille moyenne et écart-type des lamproies fluviatiles capturées en fonction du temps au cours de la saison de migration 2009

De plus, la masse moyenne pour un poids donné, c'est-à-dire la condition corporelle des individus, augmente significativement au cours de la saison de migration (Figure 10, Tableau IV et Tableau V).

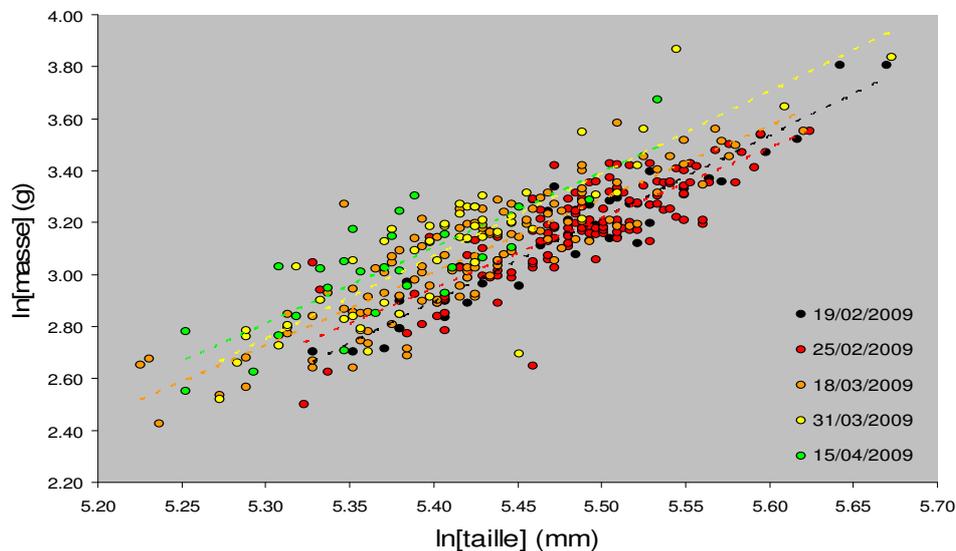


Figure 10 : Relation taille-poids chez des lamproies fluviatiles en février et en mars 2009 fonction de la date

Tableau IV : Sélection du modèle ln(masse)

Modèle	df	AIC
ln(taille)	3	-490.5
ln(taille)+date	4	-570.0
ln(taille) + date + ln(taille) * date	5	-568.1

Tableau V : Paramètres du modèle $\ln(\text{masse})=f(\ln(\text{taille})+\text{date})$

$\ln(\text{taille})+\text{date}$				
Coefficients	Estimate	Std. Error	t value	p
Ordonnée à l'origine	-13.03	0.48	-27.19	<0.0001
$\ln(\text{taille})$	2.92	0.09	34.17	<0.0001
date	0.00	0.00	9.49	<0.0001

L'augmentation de l'embonpoint (poids frais) au cours de la saison de migration ainsi que l'évolution de la taille moyenne des individus pourraient être liés à la maturation sexuelle des femelles en plus grand nombre durant le pic migratoire alors que les mâles les précèdent au début de la migration génésique. Hardisty & Potter (1971) rapportent que la taille, le poids et la morphologie des lamproies changent au cours de la migration génésique. Les migrants précoces sont notamment plus grands que les lamproies capturées pendant la reproduction.

Les effectifs capturés de **lamproies marines** en 2009 étaient trop faibles (moins d'une dizaine d'individus) pour permettre une analyse des patrons de migration. Etant donnée la faiblesse des effectifs (24) de frayères recensées (voir partie 2.2.1.2), il est probable que le flux de géniteurs ait été très faible en 2009.

2.1.4. Conclusions

Les premiers résultats, s'ils ne permettent pas à l'heure actuelle une évaluation quantitative du flux de migrants, ont fourni diverses informations intéressantes. Premièrement, l'obstacle constitué par le moulin des Geins semble bel et bien bloquant ou retardant pour les lamproies fluviatiles puisqu'une accumulation d'individus à son aval est observée. Cependant, des pêches électriques de contrôle effectuées juste en aval de la station de Cerisel (2^{ème} obstacle bloquant de l'Oir ; Figure 6 ; données non présentées dans ce rapport) ont révélées la présence de nombreux individus signifiant :

- i) qu'il y a également effet bloquant ou retardant de ce deuxième obstacle et
- ii) que l'obstacle du Moulin des Geins est franchissable par au moins une fraction du flux de lamproies fluviatiles.

Deuxièmement, des informations sur les caractéristiques des individus colonisant le bassin (taille, masse, condition des individus), ainsi que sur la chronologie de la migration ont été apportées.

Ainsi, l'échantillonnage des individus accumulés en aval d'obstacles à la migration apparaît comme une bonne opportunité pour évaluer les flux migratoires et caractériser la population de géniteurs. Les protocoles mis en place sur l'Oir pourraient être appliqués ponctuellement dans d'autres systèmes pour évaluer les populations migrantes (l'équipe de l'ONEMA de la Bresle développe une approche semblable au niveau de la station d'Eu) ou pour évaluer l'effet bloquant.

Ces résultats fournissent donc des orientations pour des investigations approfondies. Par exemple, un suivi de la migration avec mise en place d'un protocole de marquage de masse (ou mieux, marquage individuel) et recapture pourrait permettre d'obtenir davantage d'informations quantitatives sur la taille de la population reproductrice. Des suivis télémétriques comme le pistage d'individus capturés et équipés d'émetteurs pourraient permettre de mieux comprendre la dynamique de colonisation et d'utilisation du bassin versant comme cela a été fait par ailleurs (Lucas et al. 2009).

2.2. Abondance et distribution des frayères

Le comptage des nids et des frayères de lamproies est une méthode couramment utilisée pour évaluer l'abondance de géniteurs dans un système (Sabatié, 2001 ; Moser et al., 2007 ; Bousson, 2008). Les informations issues de tels comptages permettent dans certains cas d'obtenir une estimation du nombre de frayères, des types d'habitats utilisés ou non, et du nombre de géniteurs. Le principe en est très simple en théorie et consiste à prospecter les sites de reproduction potentiels ou avérés pendant ou juste après la période de fraie. Taverny et al. (2004) recommande une prospection des frayères à partir de la température théorique de reproduction à savoir 8-11°C pour les lamproies fluviatiles et de Planer, et de 15°C pour les marines. Cependant, si pour certaines espèces comme la Lamproie marine, le comptage des nids est facilité par la grande taille et la persistance après le fraie de ceux-ci, pour d'autres espèces, le comptage doit être effectué pendant ou juste après le fraie car les nids peuvent rapidement disparaître sous l'effet des crues, du développement des mousses ou du dépôt de sédiments. C'est le cas pour **la Lamproie de Planer** dont les nids ne font qu'une vingtaine de centimètres de diamètre et sont réalisés dans un substrat assez fin composé de sables et graviers (Hardisty & Potter, 1971). Les frayères sont difficiles à observer si les individus ne sont pas présents. Par ailleurs, le comptage peut être rendu difficile par des conditions hydrologiques défavorables (hauteur d'eau, turbidité), ainsi que par la présence de végétaux aquatiques (Cochran et al., 1992 ; Moser et al., 2007). Le faciès typique est la fin de plat/profond juste en amont de radier (Hardisty & Potter, 1971). **La Lamproie fluviatile** construit des nids mesurant 40-60 de cm de diamètre (Hardisty & Potter, 1971) et de 0.5-1.0m x 0.2-0.4 m selon Jang & Lucas (2005) dans un substrat composé de graviers accompagnés de cailloux et de sables (Ducasse & Leprince, 1980 ; Maitland, 2003 ; Taverny et al., 2005), en théorie plus visibles que les nids de Lamproie de Planer. Sur la Béthune, par exemple (département 76), des nids accolés formant un monticule de 2m de large barrant le cours d'eau où 7-8 individus s'étaient regroupés ont été observés (obs. pers.). L'agrégation de nids avec plusieurs reproducteurs peut néanmoins compliquer le dénombrement des individus, tout comme le fait que certains adultes peuvent construire plusieurs nids (Jang & Lucas, 2005 ; Mundhal & Sagan, 2005). **La Lamproie marine** fraie dans des zones à granulométrie grossière. Selon Applegate (1950, dans Taverny et al., 2005), des particules de 9.5 à 50.8 mm de diamètre (graviers/cailloux) doivent être présentes dans le lit et serviront de base pour la construction du nid. Des particules plus fines sont également nécessaires et serviront de lest pour les œufs qui s'y collent lors de l'accouplement, ou bien de substrat d'enfouissement pour les prélarves (Sabatié & Baglinière, 2001a). Les travaux de Sabatié (2001) et Taverny et al. (2005) sont cohérents et montrent l'utilisation de zones à granulométrie composée de cailloux (42 à 82%) et de graviers (14 à 34%), avec, toujours, présence de sables, mais en faible proportion (de 3 à 7%)¹. Taverny et al. (2004) suggère qu'en cas de manque de cailloux, les lamproies pouvaient utiliser des blocs. Les frayères sont situées sous des hauteurs d'eau variables : 10-39cm en Irlande, sur la rivière Mulkear (Igoe et al., 2004) ou 20-50 cm (moy = 0.45) sur la rivière Shannon (Meskell, 2002 dans Igoe et al., 2004). Les lamproies marines fraient dans des zones peu profondes, entre 20 et 100 cm selon l'étiage dans le Scorff (Sabatié, 2001) dans des faciès morphodynamiques de type plat-courant profonds (40-100cm) ou rapide (40-60cm) ou les vitesses de courant atteignent respectivement 20-40 et 40-70cm/s (Ducasse et Leprince, 1980).

De façon générale, les sites de reproduction des lamproies marines et fluviatiles se situent dans les parties aval des rivières, alors que les lamproies de Planer utilisent plutôt les parties amont (Sabatié & Baglinière, 2001a, b). Souvent, des frayères importantes sont observées juste en aval de déversoir ou tout autre obstacle, surtout pour les lamproies

¹ Classes granulométriques NF (P94-056) : limon/argiles : <0.05 mm; sables fins : <0.2 ; sables grossiers : <2 ; graviers : <20 ; cailloux : <100 ; blocs<250. Dans Taverny (2003).

marines (Sabatié, 2001 ; Igoe et al., 2007) et fluviatiles (Jang & Lucas, 2005). Ducasse et Leprince (1980) notent que dans les bassins Garonne-Dordogne, les frayères sont souvent situées dans des zones de courant régulier, juste à l'amont d'obstacles créant une modification de l'écoulement.

2.2.1. Rivière Oir

La distribution des zones de reproduction des lamproies sur l'Oir sont en général assez mal connues. Des prospections en ce qui concerne la Lamproie marine ont été réalisées en 2008 et ont permis de repérer les principales zones de fraie. Aucune information, sinon très anecdotique, n'est disponible au sujet des zones de reproduction des lamproies fluviatiles et de Planer.

2.2.1.1. lamproies de Planer et fluviatile

2.2.1.1.1. Matériel et méthodes

Etant donnée l'importance du linéaire potentiellement utilisé par les lamproies de Planer (125km environ), un échantillonnage partiel du bassin versant a été réalisé pour le recensement des frayères. Cette façon de procéder est la seule qui permette une couverture fine des zones retenues, tant d'un point de vue spatial que temporel. Une telle approche est indispensable dans un premier temps, et elle permettra éventuellement une déconcentration de l'effort de prospection dans le but de couvrir un plus grand linéaire dans des études ultérieures et dans les suivis routiniers. Les frayères de lamproies ont été comptées sur un ensemble de secteurs présentant des caractéristiques variables en termes de position dans le bassin, de morphologie et de température (Figure 11 et Tableau VI).

La prospection consiste en un parcours du cours d'eau à pied par l'observateur, sur la berge ou dans l'eau selon la largeur du lit, muni d'un GPS. Chaque nid ou frayère observé est noté par un point GPS (ou coordonnées GPS relevées) et sur la carte, et les caractéristiques (nombre de géniteurs) consignées.

Tableau VI : Description des secteurs prospectés

Secteur	Cours d'eau	Morphologie dominante	Longueur
A	Oir	Mixte	815 m
B	Oir	Mixte	1450 m
C	Oir	Méandriforme	600 m
D	Oir	Méandriforme	640 m
E	Oir	Rectiligne	690 m
F	Pont-Lévesque	Méandriforme	1230 m
G	Moulinet	Rectiligne	1020 m
H	R. de la Roche	Rectiligne	560 m

NB : en plus du secteur A, la zone de radiers et de plats localisés juste en aval du Moulin de Cerisel a été occasionnellement prospectée et les données obtenues ont été ajoutées à celles obtenues sur le secteur A.

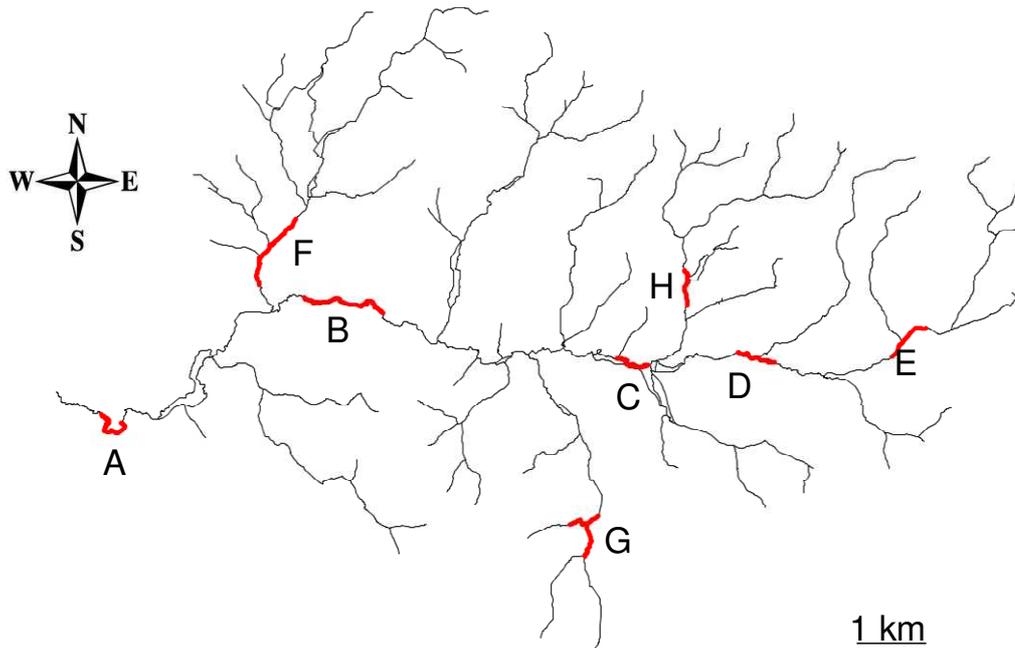


Figure 11 : Localisation des secteurs de suivi des frayères de lamproies fluviatiles et de Planer sur le bassin de l'Oir.

2.2.1.1.2. Résultats

a/ Fréquence et durée des prospections

Au total, 19 sorties ont été réalisées entre le 20/02 et le 12/06/2009. Un total cumulé de 55,620km de linéaire a été prospecté en 60h53 (retour compris). La durée moyenne journalière de la prospection était de 3h12 ($\pm 1h36$) et le linéaire moyen parcouru de 2,9km ($\pm 1,3$ km).

b/ Résultats globaux

Les premiers nids ont été observés en semaine 13 (le 25/03/2009 ; Figure 12). Il s'agissait de nids de lamproies fluviatiles. Des géniteurs construisant un nid ont été observés sur le secteur B. Curieusement, il n'en n'a plus été revu sur ce secteur par la suite. La même semaine, le 26/03/2009, les premiers nids de lamproies de Planer étaient également observés, mais aucun acte de reproduction n'a été constaté. Par ailleurs, de façon plus anecdotique, quelques individus ont été vus en déplacement à cette période sur ce secteur et sur d'autres secteurs du cours principal. Il pourrait s'agir d'individus en migration cherchant à atteindre des sites de reproduction plus en amont.

Les dernières frayères de lamproies fluviatiles ont été observées en semaine 16 (le 17/04/2009). Par la suite, la turbidité de l'Oir a été telle que les prospections ont dû être interrompues. En ce qui concerne la Lamproie de Planer, les derniers géniteurs ont été observés en semaine 23, le 03/06/2009.

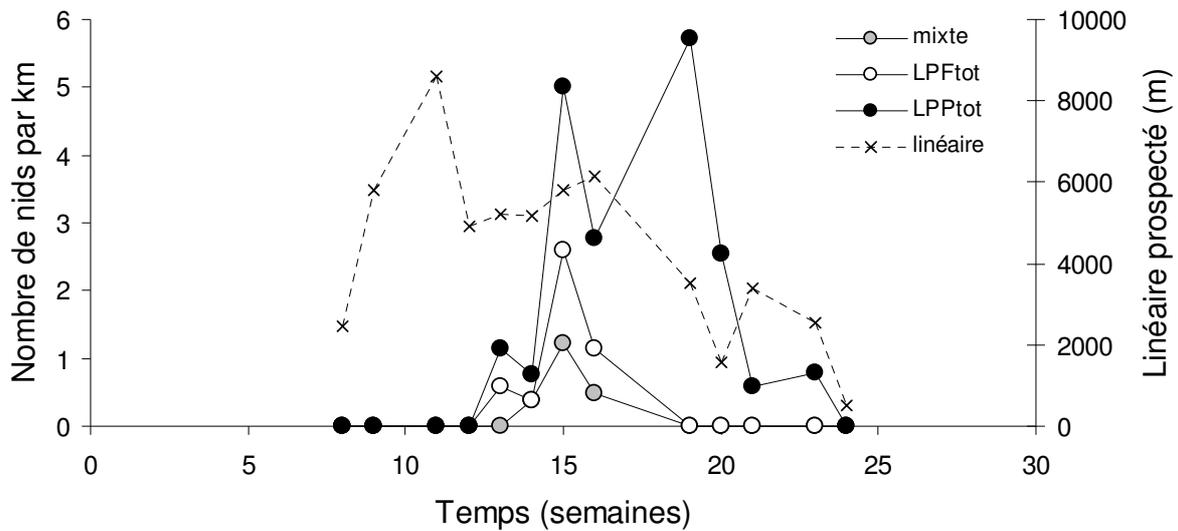


Figure 12 : Effort de prospection (linéaire parcouru) et effectifs des frayères de lamproies de Planer et fluviatiles au cours de la saison de reproduction 2009.

c/ Résultats par secteur

Le pic de reproduction en ce qui concerne la Lamproie de Planer semble variable selon les sites. Les sites localisés sur le cours de l'Oir (A, B, D, E) étaient plus précoces (fin mars-début avril) que les sites localisés sur les affluents (F, G, H ; fin avril-mi mai). Ceci est peut être à relier à la température de l'eau, généralement plus fraîche dans ces derniers secteurs. A une échelle régionale (en Bourgogne Franche-Comté), des décalages importants d'environ un mois du début de la reproduction peuvent être observés (Besson & Bouchard, 2008).

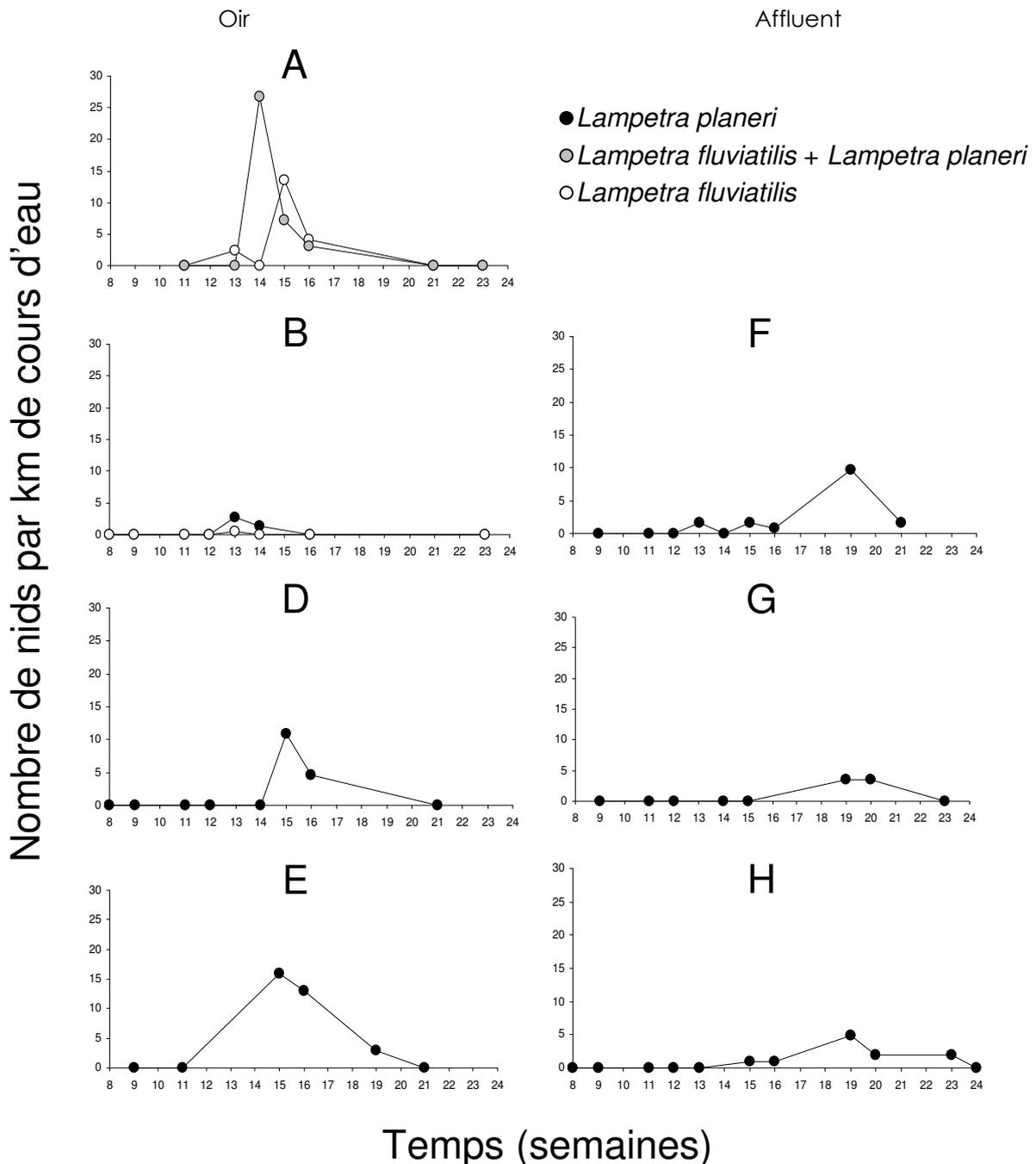


Figure 13 : Densité de nids de lamproies de Planer et fluviatiles dans les différents secteurs suivis en fonction du temps.

Les densités de nids de lamproies de Planer les plus fortes présentaient également le plus grand nombre de géniteurs (jusqu'à une trentaine). Elles ont été rencontrées sur le cours principal de l'Oir, notamment sur le site le plus amont (E) qui est constitué en grande partie de radiers et de zones peu profondes (>15 nids par km de linéaire parcouru). Malgré des caractéristiques assez semblables sur les affluents, les densités observées sont assez faibles (<10 nids par km de linéaire parcouru), et les effectifs de géniteurs généralement faibles (<10 individus). Il n'a pas été observé de grandes zones de frayère. La plupart des nids étaient isolés ou par tout petits groupes.

C'est seulement sur les deux sites les plus en aval sur le cours principal (A et B) qu'ont été observées des frayères de lamproies fluviatiles. Sur le site B, une seule frayère a été observée.

d/ Note sur l'observation de frayères mixtes *L. fluviatilis* – *L. planeri*

Les lamproies de Planer et fluviatiles sont des espèces très proches et sont appelées « espèces sœurs ». Elles sont très proches morphologiquement du stade larvaire au stade juvénile, mais les adultes de lamproie de rivière sont plus grandes (Hardisty & Potter, 1971). De nombreuses interrogations persistent au sujet du niveau de spéciation entre ces espèces. Plus précisément, on ignore actuellement s'il s'agit effectivement de deux espèces, ou bien simplement de deux écotypes (un sédentaire et l'autre migrateur) d'une même espèce. Des études génétiques, basées sur l'analyse du polymorphisme enzymatique (Schreiber & Engelhorn, 1998) et de l'ADN mitochondrial (Espanhol et al., 2007 ; Blank et al., 2008) n'ont pas permis de mettre en évidence des différences. Selon Hardisty & Potter (1971), l'absence d'observation de fécondation croisée sur le terrain soutient l'hypothèse de deux espèces distinctes. L'hybridation pourrait être empêchée par les différences de tailles entre les espèces (Hardisty, 1963; Salewski, 2003) en i) réduisant le nombre d'ovules que le mâle pourrait faire expulser par les femelles de plus grande taille (Beamish & Neville, 1992) et ii) en limitant le taux de fertilisation à cause d'une trop grande distance entre les organes génitaux des partenaires (Hardisty & Potter, 1971; Malmquist, 1983). De fait, les lamproies s'accouplent généralement entre individus de tailles similaire, l'homogamie semblant être la règle (Hardisty & Potter, 1971; Beamish & Neville, 1992). Inversement, l'isolement postzygotique est supposé très faible puisque des expériences ex-situ de croisement artificiel permettent d'obtenir des larves viables (Hardisty & Potter, 1971). Par ailleurs, des frayères mixtes des deux espèces peuvent être très occasionnellement observées (Huggins & Thompson, 1970) sans que toutefois on puisse observer des fécondations croisées.

Le 03/04/2009, des frayères mixtes de *L. fluviatilis* – *L. planeri* ont été observées juste en aval du Moulin de Cerisel. Environ 40-50 lamproies fluviatiles ont été vues en train de construire des nids et frayer. Parmi elles, plusieurs lamproies de Planer (5-10) actives ont été observées dont certaines tentaient de s'accoupler avec des lamproies fluviatiles alors que des lamproies fluviatiles s'accouplaient entre elles¹ offrant probablement la possibilité de fécondation croisée.

Le comptage et une cartographie des frayères réalisé le 07/04/2009 du secteur A (aval du Moulin des Geins) au Moulin de Cerisel) a permis de constater que les frayères mixtes représentaient une proportion assez importante de l'ensemble des frayères (54% des frayères de lamproies fluviatiles ; Tableau VII). Certaines frayères étaient constituées de lamproies fluviatiles uniquement. Par contre aucune frayère composée exclusivement de lamproies de Planer n'a été recensée sur ce secteur.

La fréquence des frayères mixtes sur l'Oir tend à remettre en cause l'hypothèse d'un fort isolement prézygotique entre lamproies fluviatiles et lamproies de Planer.

¹ video visible sur http://ak2.static.dailymotion.com/static/video/154/698/14896451.jpeg_preview_medium.jpg?20090408171108

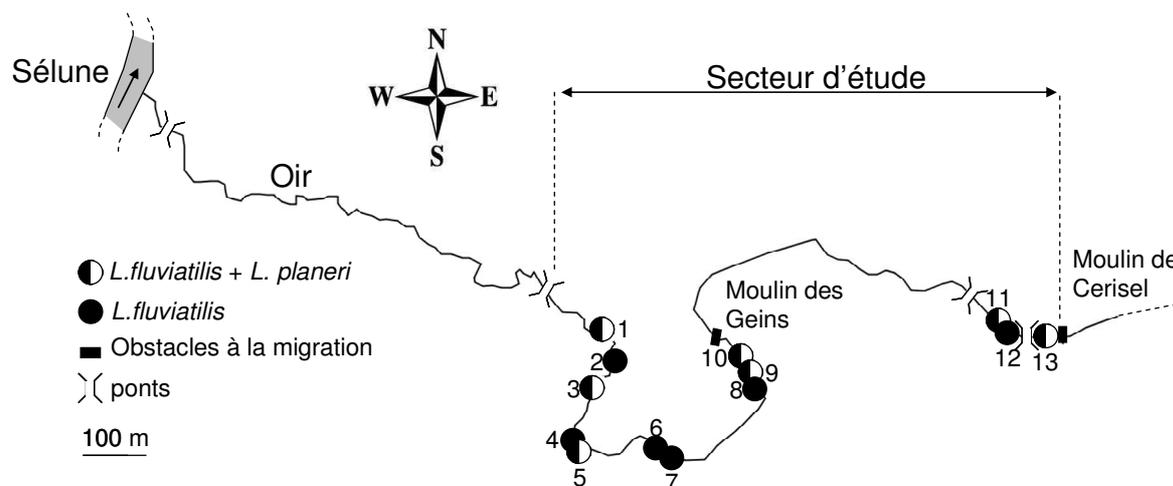


Figure 14 : Localisation des frayères de lamproies fluviatiles et lamproies de Planer recensées le 7 avril 2009 sur le secteur situé en aval du Moulin de Cerisel

Tableau VII : Composition des frayères recensées le 7 avril 2009 sur le secteur situé en aval du Moulin de Cerisel.

Frayère	Espèces	Effectifs		Activité observée
		<i>L. fluviatilis</i>	<i>L. planeri</i>	
1	<i>L. fluviatilis</i> + <i>L. planeri</i>	4	2	Construction du nid ou fraie
2	<i>L. fluviatilis</i>	3	0	Pas d'activité
3	<i>L. fluviatilis</i> + <i>L. planeri</i>	4	5	Construction du nid ou fraie
4	<i>L. fluviatilis</i> + <i>L. planeri</i>	15	1	Construction du nid ou fraie
5	<i>L. fluviatilis</i>	2	0	Pas d'activité
6	<i>L. fluviatilis</i>	1	0	Pas d'activité
7	<i>L. fluviatilis</i>	1	0	Pas d'activité
8	<i>L. fluviatilis</i>	15	0	Construction du nid ou fraie
9	<i>L. fluviatilis</i> + <i>L. planeri</i>	15	1	Construction du nid ou fraie
10	<i>L. fluviatilis</i> + <i>L. planeri</i>	12	2	Construction du nid ou fraie
11	<i>L. fluviatilis</i> + <i>L. planeri</i>	50	20	Construction du nid ou fraie
12	<i>L. fluviatilis</i>	2	0	Pas d'activité
13	<i>L. fluviatilis</i> + <i>L. planeri</i>	7	7	Construction du nid ou fraie

2.2.1.2. Lamproie marine

2.2.1.2.1. Matériel et méthodes

Les comptages des lamproies marines s'effectuent différemment que ceux réalisés pour les lamproies fluviatiles et de Planer. En effet, les nids qu'elles construisent sont beaucoup plus grands et d'une granulométrie plus grossière (galets, pierres) et ils persistent beaucoup plus longtemps après la reproduction, ce qui permet un comptage tardif après que l'activité de reproduction se soit arrêtée.

Les comptages ont donc été réalisés les 30/06 et 02/07/2009, et les 22 et 31/07/2009. Deux secteurs, connus pour être les plus favorables à l'espèce grâce à des observations antérieures, ont été prospectés (Figure 15). Ces secteurs (A' et B') correspondent à peu près aux secteurs A et B suivis dans le cadre du recensement des frayères de lamproies fluviatiles et de Planer. Le secteur A a été élargi aux zones aval (jusqu'à la confluence avec la Sélune), et en amont jusqu'au Moulin de Cerisel. Le secteur B a été élargi en amont jusqu'à un obstacle situé à quelques centaines de mètres.

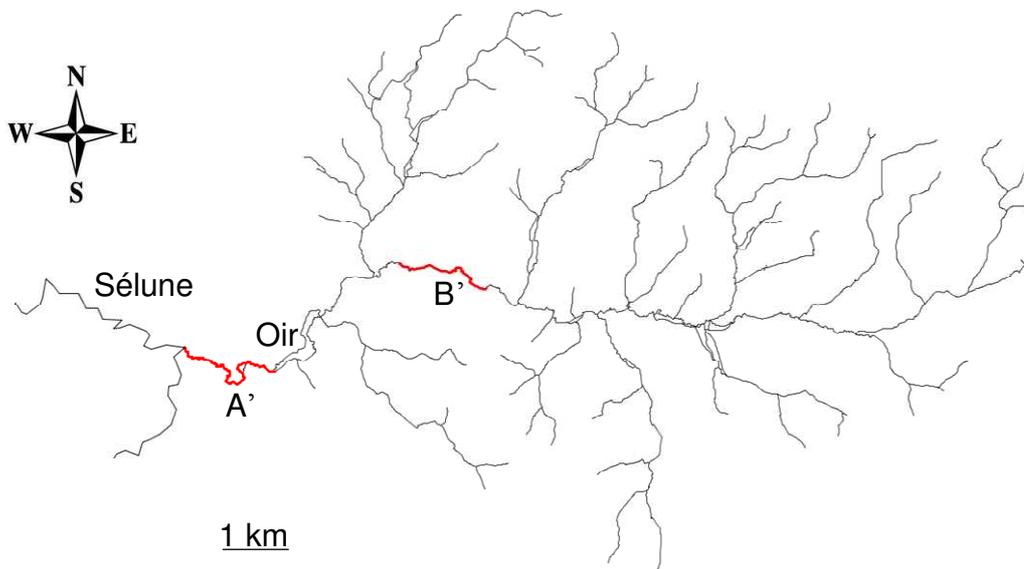


Figure 15 : Localisation des secteurs de suivi des frayères de lamproies marines. A' = 2570m, B' = 1850m sur le bassin de l'Oir.

2.2.1.2.2. Résultats

De nombreuses frayères (15 sur 39) étaient difficiles à caractériser (Tableau VIII). Dans la plupart des cas, il n'était pas possible, pour l'observateur, de préciser s'il s'agissait bien d'une frayère de Lamproie marine de l'année en cours ou bien d'une ancienne frayère. Cette difficulté est très certainement liée à l'abondance de matières en suspension induisant le colmatage des frayères de l'année comme le remarque Boussion (2008) dans un autre contexte. Seul 3 géniteurs ont été vus sur 3 nids différents.

Tableau VIII : Effectifs de frayères de lamproies marines sur les secteurs A' et B' (voir Figure 15).

Secteur	Nombre de frayères	
	certaines	incertaines
A'	18	11
B'	6	4

Un comptage de contrôle sur la Sélune a été effectué début juillet sur un secteur de 1100m situé directement en aval du barrage de la Roche-Qui-Boit. 36 frayères bien distinctes ont été observées, et 19 géniteurs ont été vus sur 15 des frayères observés.

2.2.1.3. Conclusions

Le suivi des frayères de lamproies fluviatiles et surtout de Planer s'est avéré être un travail assez fastidieux, notamment parce qu'il n'y avait pas de connaissances préalables ni sur la chronologie de reproduction ni sur la localisation des zones de frayères. Le suivi routinier de la reproduction des lamproies de Planer, dans le but par exemple d'évaluer le recrutement, semble peu pertinent dans la mesure où les nids sont assez dispersés (au moins sur les secteurs prospectés en 2009). Pour évaluer l'intensité de la reproduction de cette espèce, il semble plus judicieux de se baser sur le stade ammocète (voir partie 4).

En revanche, la population de géniteurs de lamproies fluviatiles semble confinée aux secteurs aval, notamment à l'aval du Moulin de Cerisel. Il semble tout à fait pertinent de réaliser quelques comptages exhaustifs annuels sur ce secteur, en se servant d'observation témoins dans les radiers situés sous Cerisel ou sous le Moulin des Geins. Ces secteurs peuvent être en effet visités très rapidement mais fréquemment (hebdomadaire au moins) à partir de mars pour identifier le pic de reproduction. Par ailleurs, il peut être intéressant de repérer les zones de fraie potentielles ou avérées qui pourront être confirmées par l'échantillonnage des ammocètes.

2.2.2. Rivière Bresle

La Bresle est connue pour accueillir une population importante de géniteurs de lamproies fluviatiles car chaque année, des individus sont capturés à la station ONEMA d'Eu lors de la migration génésique en effectifs variables (Gilles Euzenat, com. pers.). Cependant, il existe très peu d'informations sur les zones de reproduction des lamproies fluviatiles sur la Bresle. Etant donné la longueur du linéaire à prospecter, même en se restreignant à l'aval du barrage de Lieu-Dieu supposé infranchissable pour l'espèce, il a été décidé qu'un seul comptage serait réalisé. De plus, les lamproies fluviatiles de la Bresle sont d'une taille assez importante (>30cm, Gilles Euzenat, com. pers.), comparé à celle rencontrées sur l'Oir (<30 cm), ce qui laisse supposer que les nids sont également plus grands et donc visibles assez longtemps après le fraie. La date du comptage a été déterminée par l'examen des données de captures de lamproies à la station d'Eu.

Un comptage a donc été effectué entre les 4 et 7 mai 2009 avec l'aide du personnel de l'Unité Expérimentale de l'INRA et des techniciens de l'ONEMA (DAST Station d'Eu et SD 76). Deux binômes se sont partagé le secteur (Figure 16).

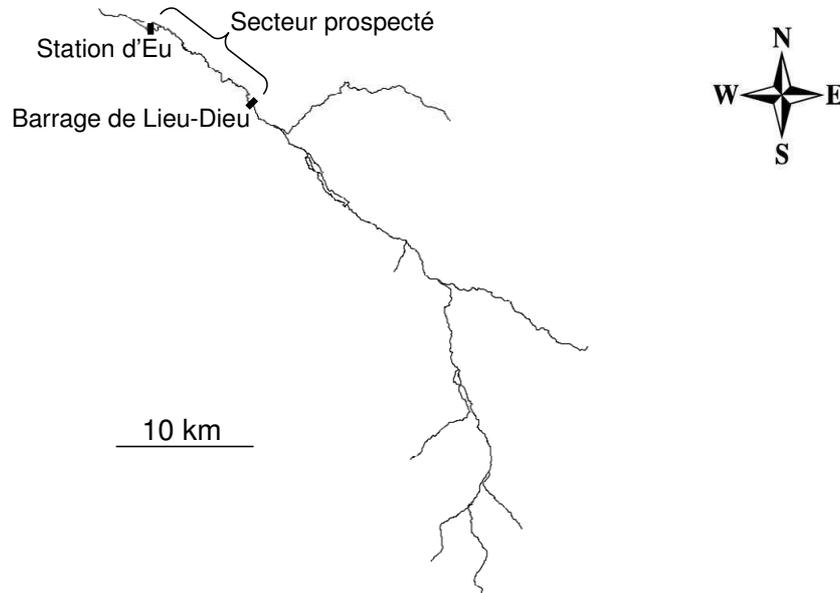


Figure 16 : Secteur de comptage des frayères de lamproies fluviatiles sur la Bresle.

Seuls 1 ou 2 nids probables ont été repérés (Figure 17). Aucun individu n'a été observé. La frayère 2, de grande taille (250 cm en longueur) est d'origine incertaine. La taille pouvait laisser penser soit à une frayère collective de Lamproie fluviatile, soit à celle d'une Truite de mer. Cependant, l'état récent de fraicheur laisserait plutôt penser à celle de Lamproies fluviatiles.

L'absence d'observation significative de nids sur les secteurs prospectés soulève plusieurs interrogations et hypothèses :

- Les secteurs prospectés n'ont pas été, cette année, favorables à la reproduction. Le choix des zones prospectées s'est toutefois appuyé sur le fait qu'en amont du barrage de Lieu-Dieu aucune Lamproie n'a jamais été capturée ou observée. Ces secteurs étaient donc potentiellement les plus favorables à des observations.
- une amontaison faible en effectif de lamproies fluviatiles qui rend en outre très problématique le repérage de quelques nids : une vingtaine seulement d'individus a été capturés à la station piscicole. Cette faiblesse du recrutement dure depuis plusieurs années sans qu'il soit possible de l'interpréter.
- l'absence d'individus sur les nids gêne considérablement le repérage déjà difficile des frayères alors que leur présence pourrait évacuer les doutes sur des structures granulométriques ambiguës. Cependant, comme nous l'avons constaté sur Oir, la reproduction est fugace et ce repérage nécessiterait donc de faire cet effort en pleine période de reproduction (avril).

Des zones favorables aux larves (zones de sédiments fins situés en aval de sites de reproduction potentiels) ont été repérées en de nombreux secteurs pour un échantillonnage à l'automne. Ces échantillonnages ont montré, par la présence de larves 0+, que des lamproies fluviatiles s'étaient effectivement reproduites au printemps 2009 sur le secteur prospecté.

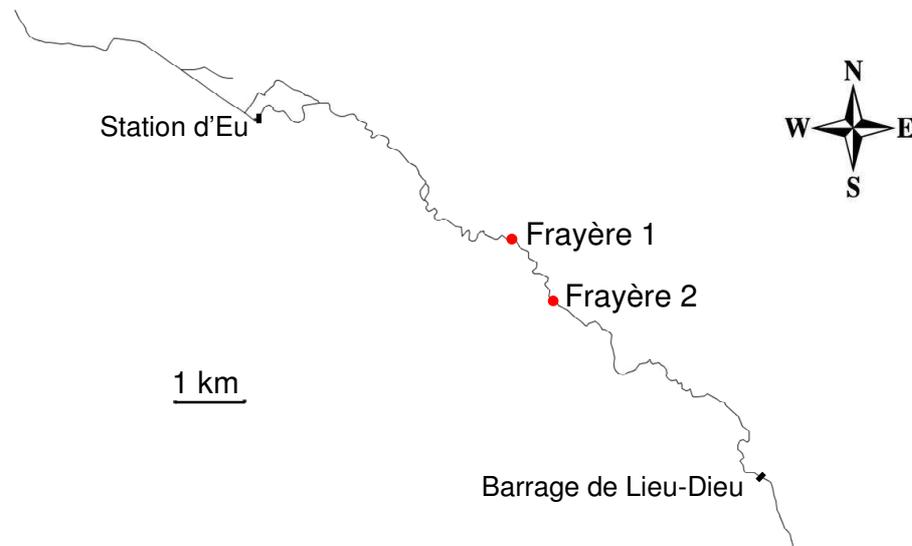


Figure 17 : Localisation des frayères de lamproies fluviales observées en mai 2009.

2.2.3. Rivière Scorff

2.2.3.1. Introduction

Les frayères des **lamproies marines** du Scorff ont fait l'objet de suivis de 1994 à 2002. Ces suivis consistaient en un comptage des nids sur le cours principal du Scorff en aval des obstacles infranchissables et ont permis d'évaluer la population reproductrice du bassin. Une des problématiques qui a été abordée, est celle de l'impact des obstacles, et pour certains, de leur effacement sur la colonisation du bassin versant (Cucherousset et al. 2005). En effet, le réseau hydrographique du Scorff, notamment sur le cours principal inférieur et moyen, laisse apparaître de vieux seuils empierrés, facilement franchissables, témoins d'anciennes pêcheries à Saumons actuellement délabrées. Il existe aussi des obstacles anciens pouvant freiner la migration génésique des lamproies marines. Ces freins à la migration sont constitués d'un ensemble d'ouvrages (Figure 18 et Tableau IX) dont l'état n'a jamais constitué un verrou strict, malgré l'absence de passe à poissons. Toutefois, leur présence a pu induire une concentration de reproducteurs dans la zone aval la plus proche (50-150m). Parmi cet ensemble, deux ouvrages, dont la franchissabilité était fortement liée aux conditions hydrauliques, pouvaient limiter nettement la remontée des individus (Pont Kerlo et Poulhibet). Pont Kerlo possédait une passe en rive gauche qui a été rénovée en 1995. Cependant, elle a été sous-dimensionnée et n'a donc jamais rempli sa fonction pour l'espèce. Ainsi, des centaines d'individus mourants pouvaient s'agglutiner au bas de l'ouvrage en rive droite. L'ouverture des vannes en 2000 puis le démantèlement complet de l'ouvrage en 2005 avaient pour vocation de permettre la colonisation du bassin versant vers l'amont pour l'ensemble des migrateurs. Puis le goulet amont du barrage de Poulhibet a été quelque peu déverrouillé grâce à la rénovation de la passe à ralentisseurs plans en 2007.

L'objectif en 2009 était de compléter le suivi réalisé entre 1994 et 2002 par un nouveau comptage.

Obstacle	Description et impact avéré ou supposé sur la migration des lamproies marines	Franchissabilité par les Lamproies*	Distance relative (km)
Moulin des Princes/Maria	pas d'impact majeur connu	1	0
Moulin de Saint Yves	Franchissable avec retard	2	1,2
Moulin du Roch	Franchissable avec retard	2	7,8
Pisciculture de Pont Kerlo	Avant 2000 : en nov 1995 création d'une passe à poisson en rive gauche de modèle réduit par rapport au projet initial.	4	10,4
	Après 2000 : Arrêté de fermeture en 2000 et ouverture des vannes de décharge	1	
Moulin du Stang	Franchissable avec retard	2	14,0
Moulin à Papier	Franchissable avec retard	2	16,8
Moulin de Poulhibet	Avant 2007 vanne de décharge ouverte RAS seuil vanne de décharge (fort débit)	3	19,0
	Après 2007 (attractivité à la passe à ralentisseur discutable), vanne décharge fermée ou demi ouverte !!!	2	
Moulin de Coët Cren	Passe à ralentisseur détériorée remise en état fin 2009	3	23,6
Pisciculture du Grayo	Passe à poisson fonctionnelle en novembre 2003 (impact avant)	2	27,2
Moulin Neuf	Impact avant octobre 2009 ; infranchissable par lamproies.	4	30,7
	Mise en place d'une passe à bassin en octobre 2009, mais non conforme aux plans ; la fonctionnalité est douteuse.	2	
Moulin du Herveno	Pas d'impact mesurable avant 2009 puisque les lamproies ne parvenaient pas jusqu'à cet obstacle. Les vannes de décharges sont fermées depuis les récents aménagements du déversoir en rive gauche ; pas de problèmes pour les LM dans des conditions moyennes de débit, mais problèmes en basse eaux. Les vannes de décharges peuvent créer un débit d'attrait préjudiciable puisque en amont du déversoir avec concentration induite des lamproies	2	32,4

Tableau IX : Description des premiers obstacles à la migration amont des poissons diadromes, et impacts pour la lamproie.

* à dire d'expert (Richard Sabatié) et basé sur les classements généraux des obstacles à la montaison établi pour les anguilles (Steinbach, janv 2009 –ONEMA): 1= franchissable sans difficulté apparente, 2= franchissable, mais impact temporaire ; 3= difficilement franchissable ; 4 très difficilement franchissable ; 5= totalement infranchissable.

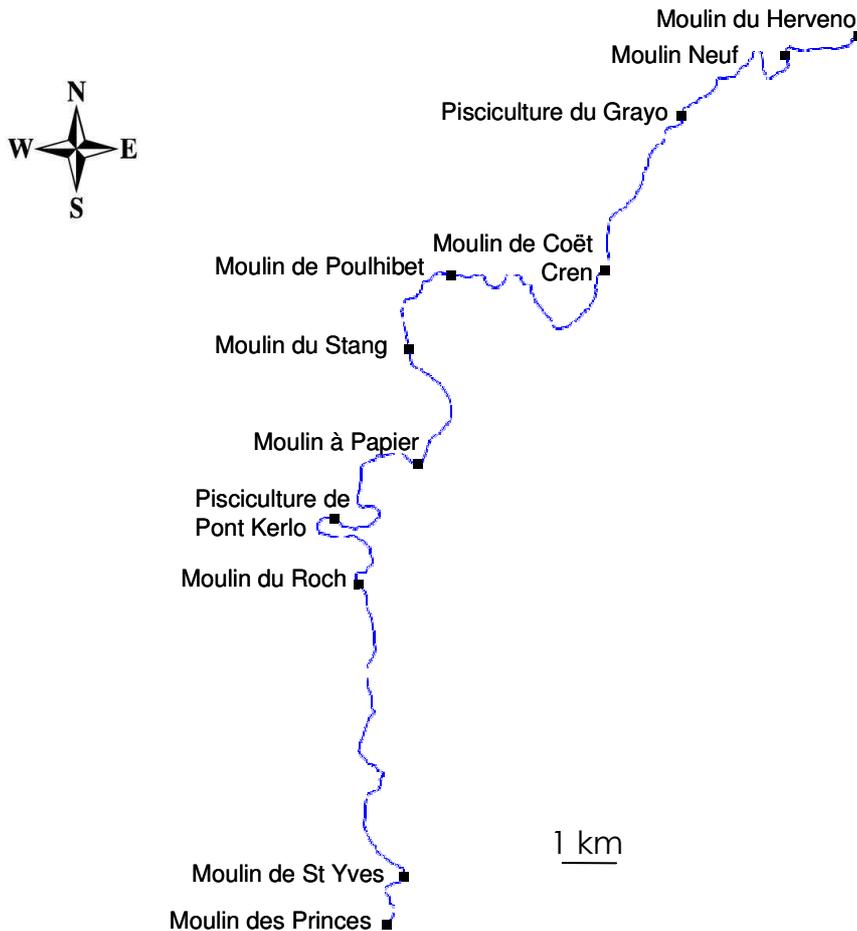


Figure 18 : Localisation des obstacles actuels et anciens entre le Moulin des Princes et le Moulin du Hervo sur le Scorff.

2.2.3.2. Matériel et méthode

Le recensement des frayères de Lamproie marine s'effectue en parcourant la rivière par binôme de préférence de l'amont vers l'aval. Ce parcours est fait à pied dans l'eau lorsque les profondeurs le permettent (parties amont du secteur) ou dans une embarcation légère (canot pneumatique par exemple). Les frayères sont généralement facilement reconnaissables même quelques semaines après la fin de l'activité de reproduction, en juin-juillet, ou plus tard si la reproduction est tardive (Photo 7 et Photo 8). Dans certains cas, plusieurs nids peuvent être accolés (on parle alors de surcreusement), et dans ce cas, le nombre de nids constituant l'ensemble est estimé. En 2009, les nids sont géo-localisés à l'aide d'un GPS et placés sur des cartes papier détaillées où les informations concernant les nids sont consignées (référence du point GPS, nombre de géniteurs sur le nid). Lors des comptages effectués entre 1994 et 2002, seuls les supports papiers sont utilisés.



Photo 7 : lamproies marines sur nid (Photo : MR Sabatié).



Photo 8 : Nid vide de Lamproie marine (Photo : MR Sabatié).

2.2.3.3. Résultats-discussion

a/ Bilan du comptage de 2009

Le comptage des frayères s'est réparti en deux sessions de 2 jours chacune, les 4 et 5 ainsi que les 23 et 24/06/2009. Un total de 474 nids a été recensé entre le Moulin des Princes, à l'aval, et le Moulin Neuf, à l'amont. Aucun nid n'a été observé entre le Moulin Neuf et le Moulin du Hervo (Figure 19). Les frayères étaient réparties sur l'ensemble du secteur prospecté hormis le secteur le plus amont, entre le Moulin Neuf et le Moulin du Hervo où aucun nid n'a été recensé.

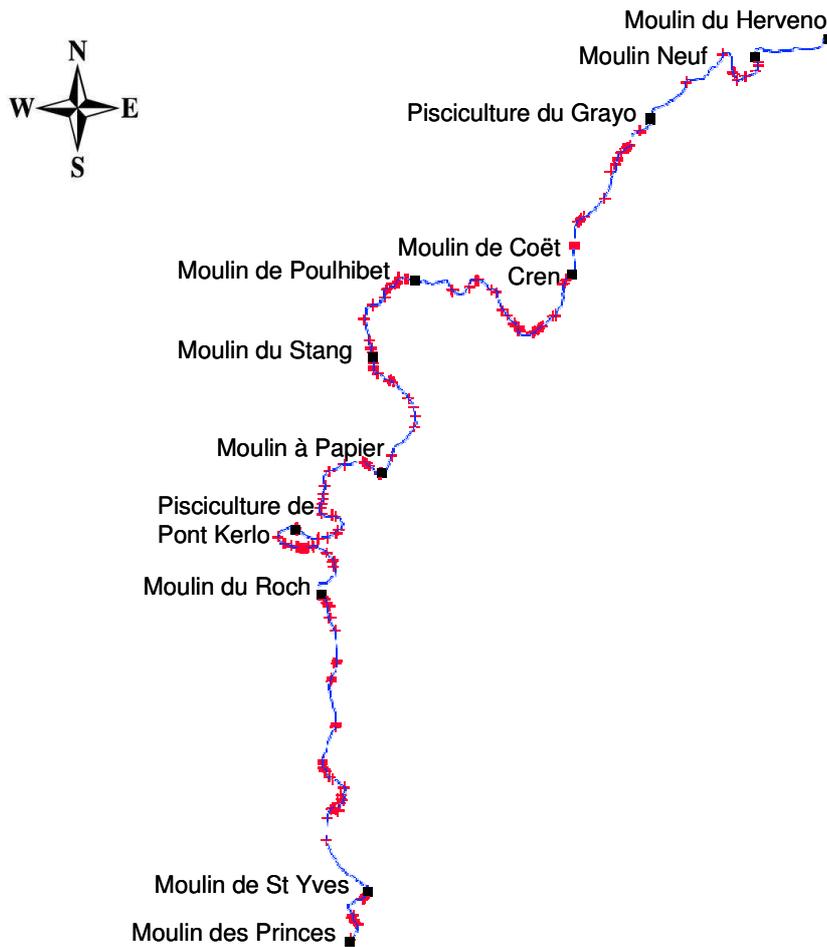


Figure 19 : Distribution des frayères de lamproies marines recensées en 2009 sur la partie aval du Scorff.

Les nids proches, situés sur des portions homogènes de rivière peuvent être regroupés en frayères (Figure 20a). Même si cette délimitation est un peu arbitraire, elle permet de localiser assez rapidement et à fine échelle les zones clés pour la Lamproie marine. A une échelle supérieure, les densités de nids peuvent également être calculées, par exemple pour les différents secteurs inter-obstacles (Figure 20b).

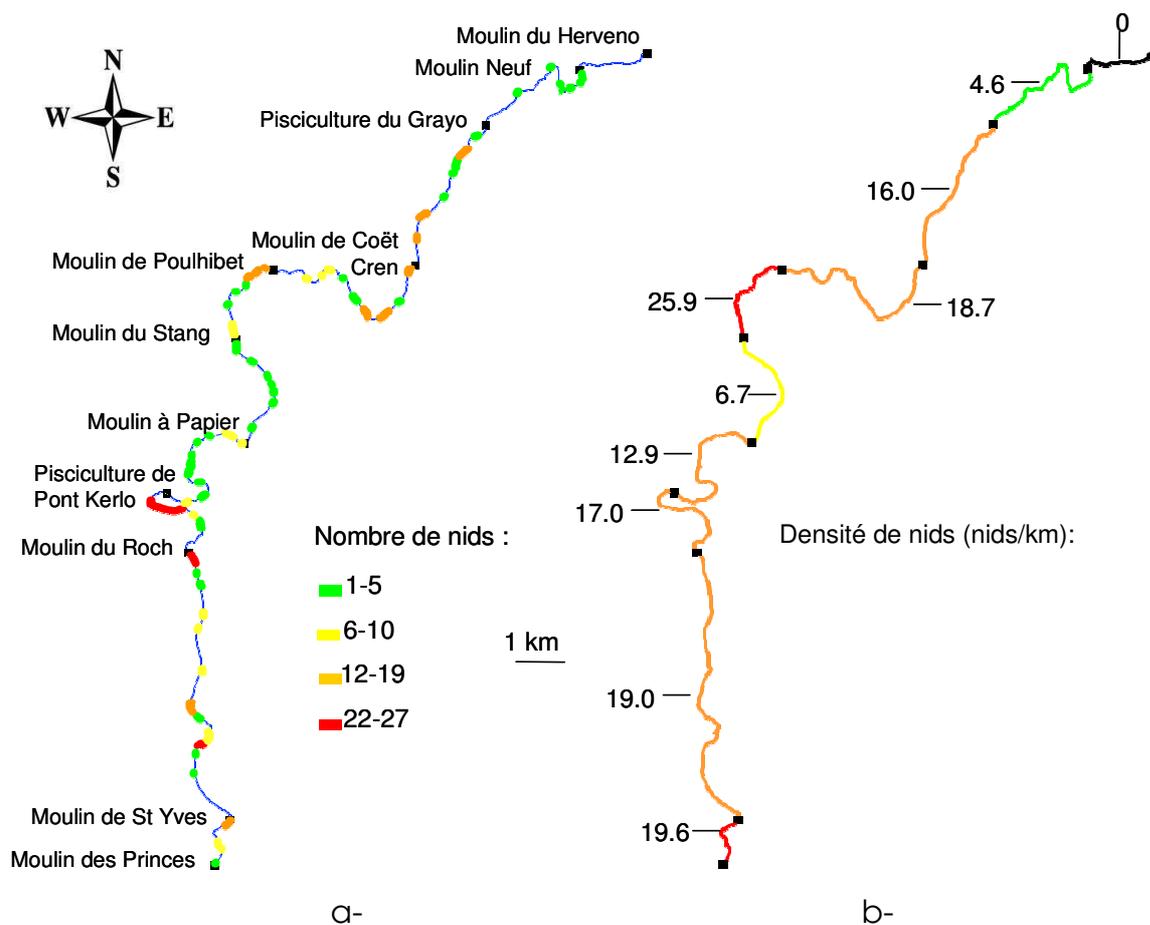


Figure 20 : Localisation des zones de frayères et effectifs des nids de lamproies marines (a), et densité de nids par secteur inter-obstacles (b).

D'après ces figures, les densités semblent réparties de façon assez homogène entre les différents secteurs colonisés et il n'y a pas de gradient aval-amont marqué. L'analyse de la relation entre le nombre cumulé de nids et la distance amont confirme cela (Figure 21). Par contre, au sein de chaque secteur, la distribution des nids apparaît assez hétérogène. Dans différents cas, le nombre cumulé de nids augmente fortement en aval des obstacles (traduisant une forte abondance de nids) et se stabilise en amont (traduisant l'absence ou la très faible occurrence de nids). C'est notamment le cas pour le Moulin de Saint Yves, le Moulin du Roch, le Moulin à Papier et de Poulhibet. Cette hétérogénéité traduit l'impact de l'obstacle sur la population de lamproies et sur l'habitat. En effet, les barrages favorisent l'accumulation des géniteurs en aval soit en limitant leur passage soit en créant artificiellement des conditions lotiques favorables pour leur reproduction. En revanche, ils créent des habitats lentiques (biefs) défavorables en amont.

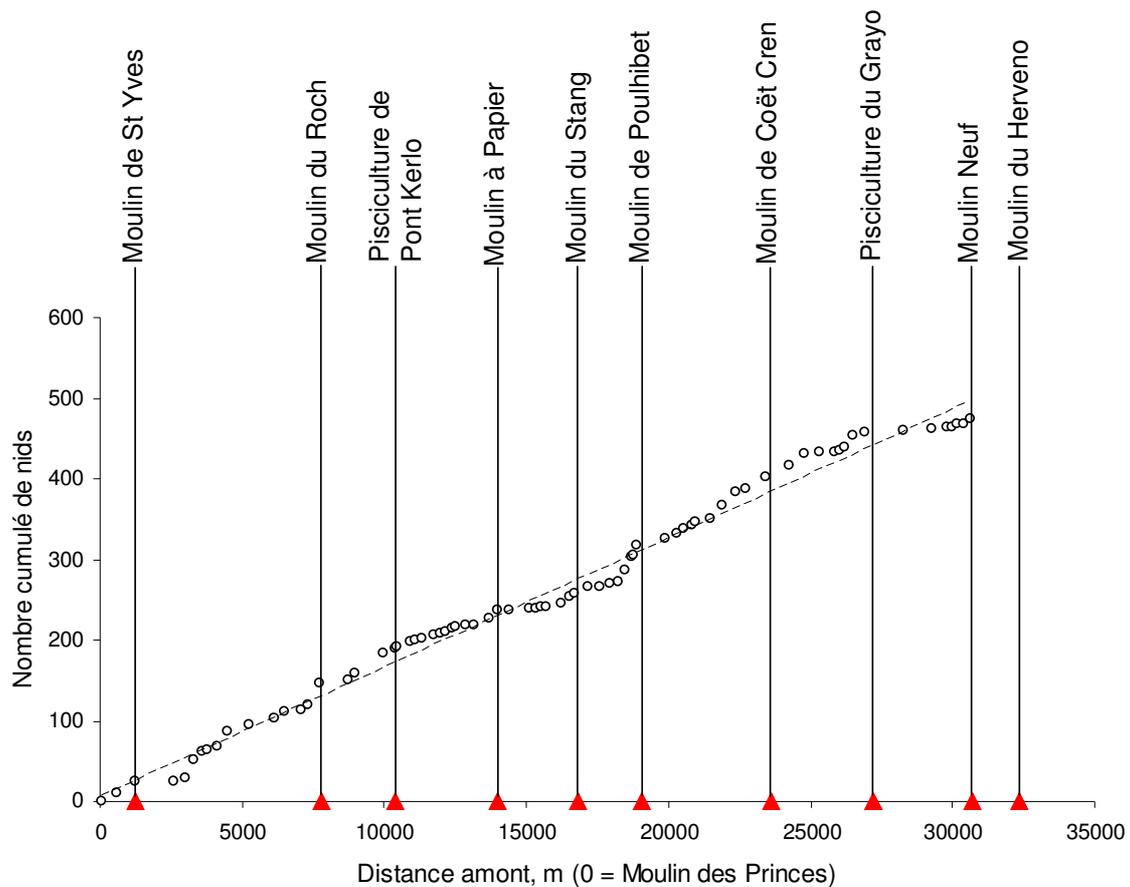


Figure 21 : Effectifs cumulés de nids de lamproies marines (regroupés en frayères) en fonction de la distance amont en 2009. La ligne pointillée représente la tendance globale de la relation.

Dans l'idéal, afin d'analyser et comprendre la distribution des frayères, il est également très informatif d'intégrer d'autres données concernant l'habitat comme par exemple la granulométrie du substrat comme l'ont fait par exemple Taverny et al. (2005) et Sabatié (2001)

2.2.3.3.1. b/ Evolution des effectifs et de la distribution des frayères sur la période 1994-2009.

b/ Variabilité totale

Les effectifs de nids recensés depuis 1994 montre de très fortes variations (Coefficient de variation = 80% ; Tableau X et Figure 22).

Tableau X : Effectifs de nids de lamproies marines recensées sur le Scorff entre 1994 et 2009.

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2001	2002	2005 ¹	2009
Nombre de nids	311	132	22	67	114	63	229	180	196	474

¹Pour 2005, seules les données d'abondance totale sont disponibles.

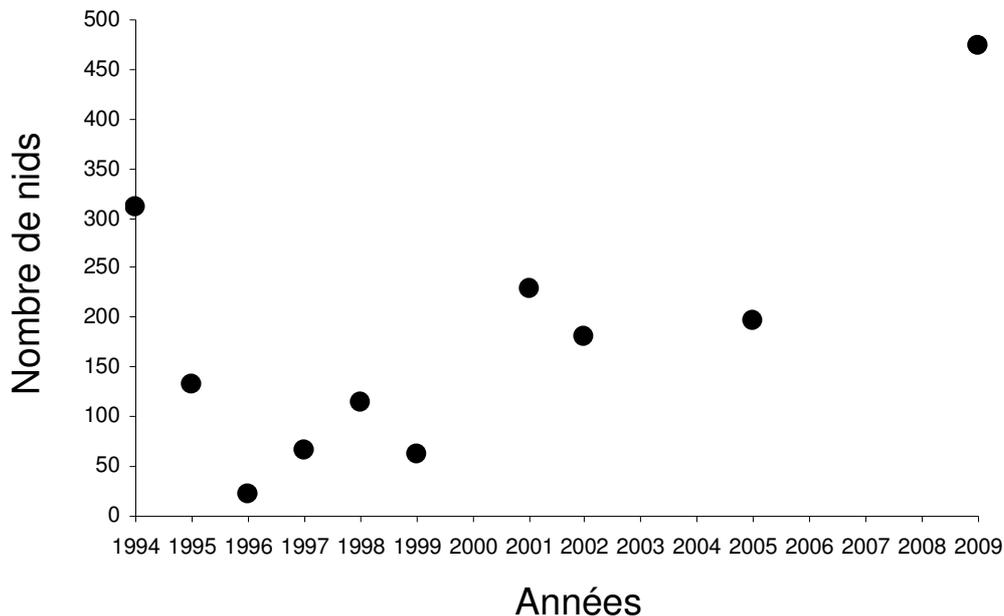


Figure 22 : Variation des effectifs de nids de lamproies marines recensées sur le Scorff entre 1994 et 2009.

Cette variabilité est importante au sein des périodes antérieures, comme postérieures à l'amélioration de la connectivité par suppression du barrage de Pont Kerlo en 2000. Toutefois, depuis 2001, les abondances de nids semblent, de façon générale, supérieures à celles des années précédentes. Les raisons de cette variabilité restent difficiles à expliquer. Il est certains que les facteurs hydrologiques, en pouvant limiter l'impact de certains obstacles durant la migration génésique, en attirant par une température relativement plus favorable les géniteurs en zone marine vagabondant entre des cours d'eaux proches, jouent un rôle dans l'ampleur de la colonisation. On peut aussi évoquer la dispersion des individus le long des côtes. Par ailleurs, Beaulaton et al. (2008) ont constaté une augmentation des effectifs de lamproies marines en migration génésique capturées par les pêcheurs professionnels en Europe à partir des années 2000. La tendance observée sur le Scorff peut aussi avoir résulté de cette tendance plus générale.

c/ Variabilité inter-barrage

En moyenne, sur l'ensemble des années de suivi, le nombre de nid ainsi que la densité de nids diminuent d'aval en amont (Figure 23 et Figure 24). Cette distribution intègre différents facteurs :

- la disponibilité d'habitats favorables dans chaque secteur,
- la distance amont et
- la franchissabilité des obstacles,
- mais également probablement la présence de frayères les années antérieures et la densité d'ammocètes.

En effet, les lamproies adultes seraient très sensibles aux phéromones (acides biliaires) émises par les larves qui leur permettraient et de s'orienter et de rallier les habitats aux densités les plus élevées et supposés de meilleure qualité (Wagner et al. 2009).

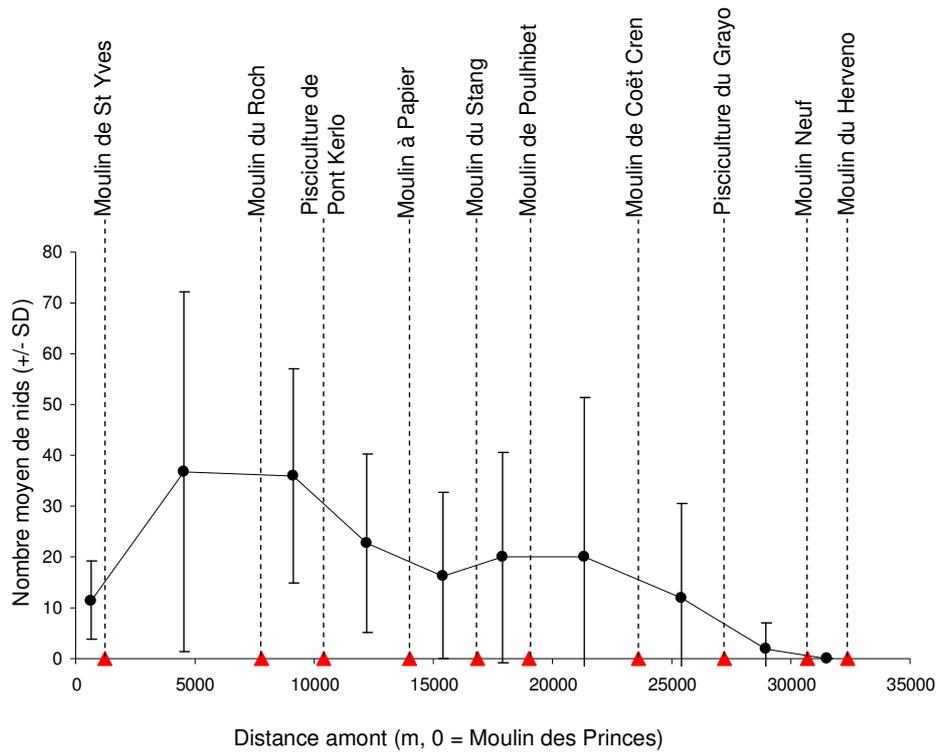


Figure 23 : Nombre moyen de nids dans les différents secteurs inter-obstacles.

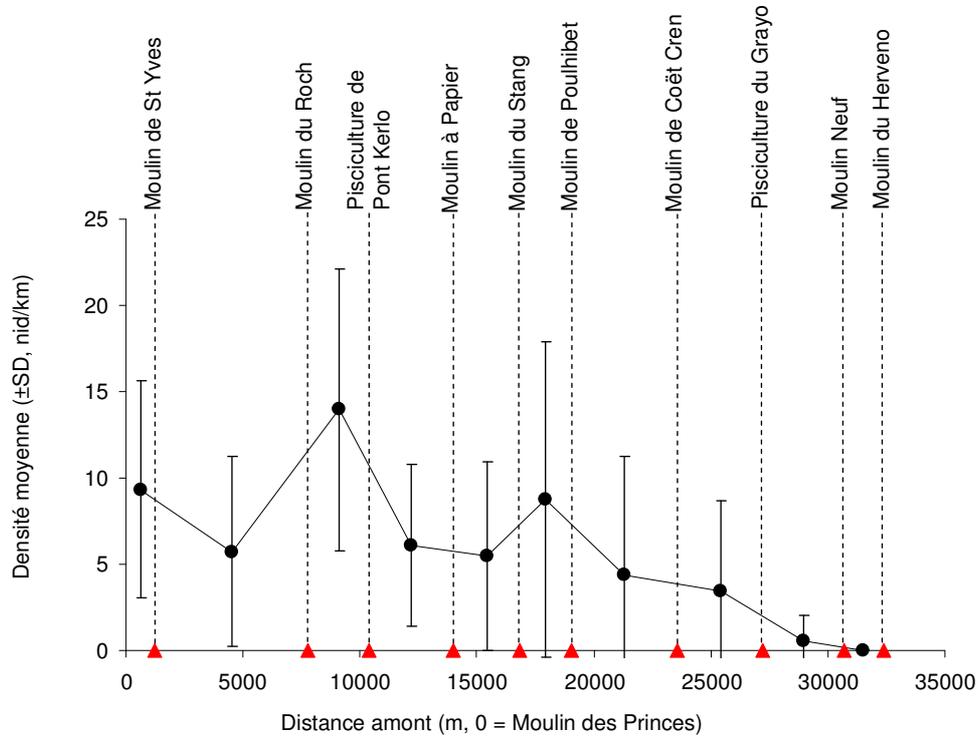


Figure 24 : Densité moyenne de nids dans les différents secteurs inter-obstacles.

d/ Effet effacement barrage

L'amélioration de la connectivité suite notamment à la destruction du barrage de Pont Kerlo en 2000 a été associée à une augmentation du linéaire colonisé par les lamproies (Figure 25 et Figure 26).

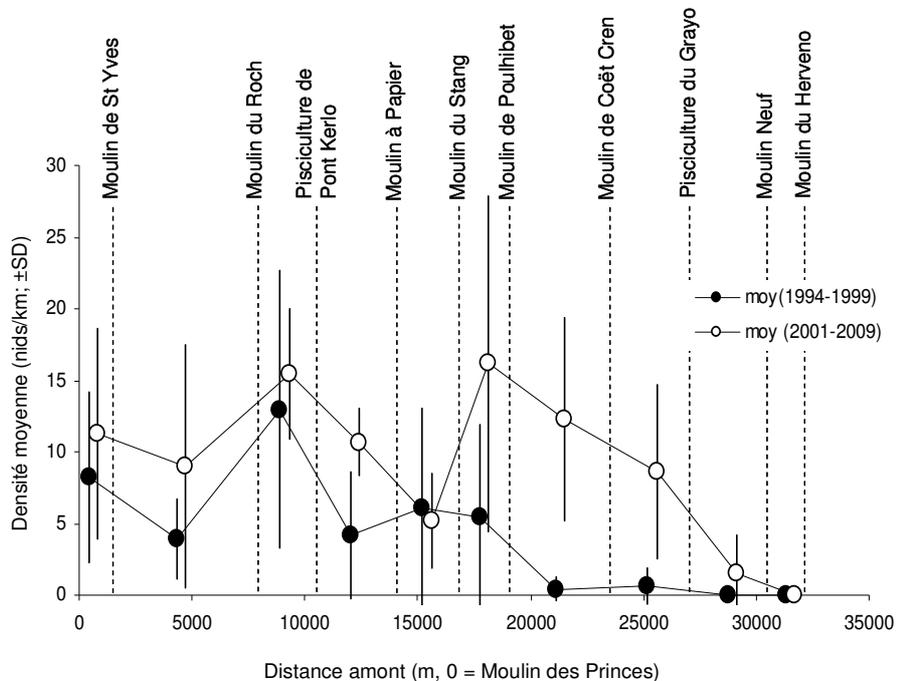


Figure 25 : Densité moyenne de nids dans les différents secteurs inter-obstacles pour la période 1994-1999 (avant l'effacement du barrage de Pont Kerlo) et 2001-2009.

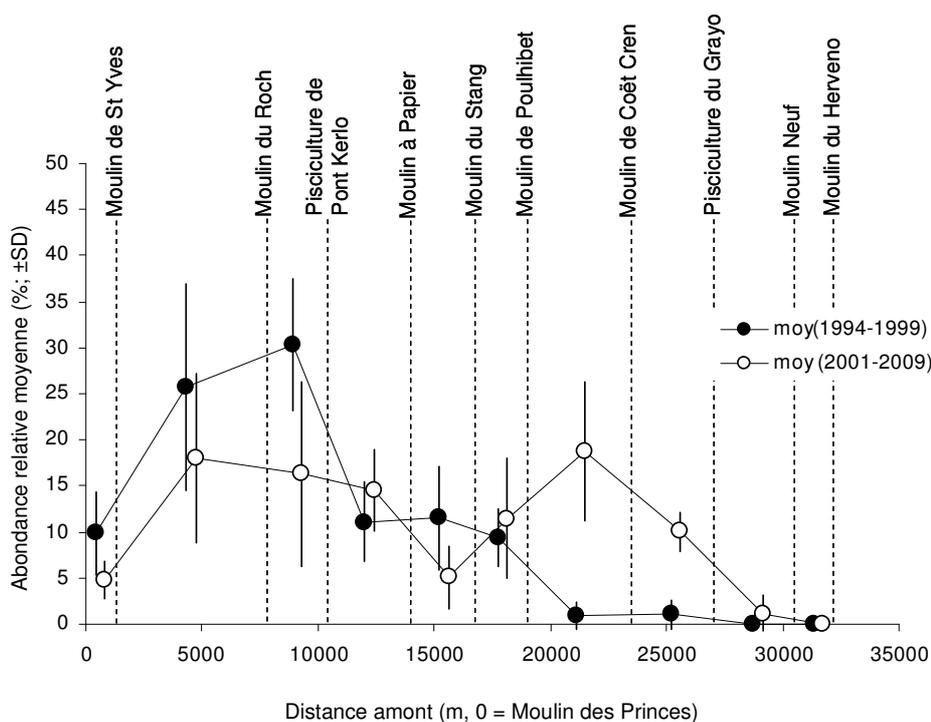


Figure 26 : Abondance relative moyenne de nids dans les différents secteurs inter-obstacles pour la période 1994-1999 (avant l'effacement du barrage de Pont Kerlo) et 2001-2009.

Quand on observe l'évolution le long du Scorff des abondances relatives (Figure 26), on constate l'existence d'un gradient dégressif aval-amont marqué pour la période 1994-1999 (avant destruction du barrage de Pont Kerlo). Ce gradient est moins net pour la période suivante (2001-2009). Les faibles densités sur le secteur en aval du Moulin du Stang, même après l'effacement du barrage de Pont Kerlo, pourraient être expliquées par des pentes moyennes assez faibles (1.43‰) comparé aux secteurs situés juste en aval et juste en amont (secteur aval du Moulin à Papier = 2.34‰ et secteur aval du Moulin de Poulhibet = 3.99‰). Les habitats plus lentiques associés seraient moins favorables à l'installation des frayères et permettraient aux lamproies de gagner facilement les zones plus amont.

e/ Niveau de colonisation du bassin versant

Le niveau de colonisation du bassin versant peut être défini comme la position moyenne des nids, le long du cours d'eau, pour une année donnée. La position le long du gradient longitudinal de chaque nid est inconnue pour les années 1994-2002. Seules les abondances inter-obstacles sont disponibles. Donc, l'indice de colonisation IC est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Indice de Colonisation (m)} = \frac{\sum_i NixDi}{\sum_i Ni}$$

avec Ni = nombre de nid sur le secteur i et Di la position médiane du secteur i (c'est-à-dire la distance en m entre le milieu du secteur et le point de référence aval, soit ici le Moulin des Princes).

L'IC varie fortement sur la période étudiée entre 7969 en 1999 et 16024 en 2001 (Tableau XI).

Tableau XI : Evolution temporelle de l'indice de colonisation (IC) des lamproies marines le long du Scorff.

Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2001	2002	2009
IC	11396	9455	8473	8536	9827	7969	16024	11409	13960

Le niveau de colonisation est d'autant plus important que le nombre de nids est élevé (Figure 27). Ceci suggère une colonisation densité-dépendante du réseau. Mais comme les années à plus fortes abondances sont également les années post 2000 (sauf pour 1994 où les abondances sont aussi très élevées), cette relation pourrait également être liée à l'effacement du barrage de Pont Kerlo en 2000 (Figure 28). Ainsi, la part du mécanisme densité-dépendant et de l'effet de l'amélioration de la colonisation sont difficile à isoler.

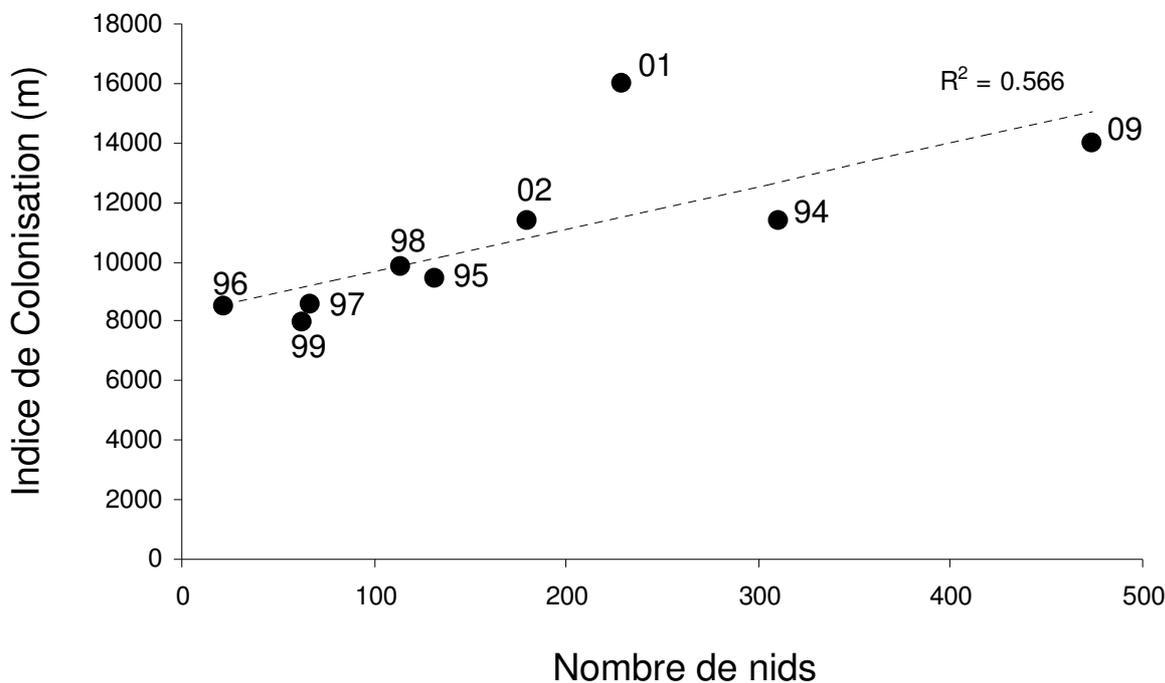


Figure 27 : Relation entre l'indice de colonisation et le nombre total de nids de lamproies marines recensés.

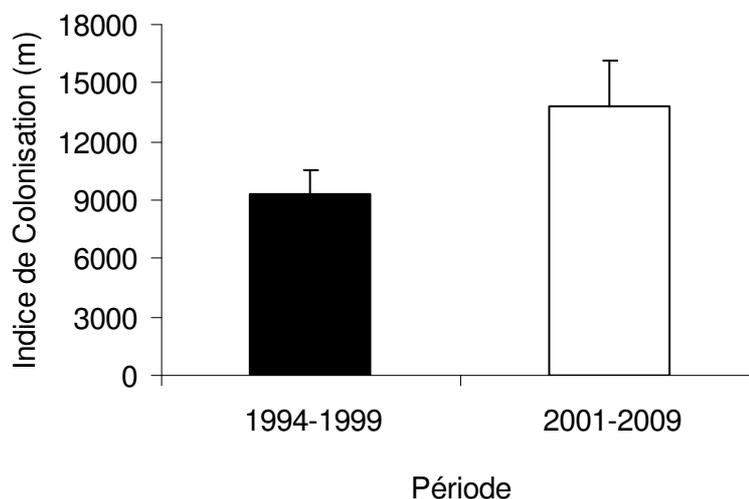


Figure 28 : Indice de Colonisation moyen (\pm SD) pour les périodes antérieures et postérieures à l'effacement du barrage de Pont Kerlo (2000).

2.2.3.4. Conclusion

Le suivi des frayères sur le Scorff entre 1994 et 2009 a permis d'apporter de nombreuses connaissances sur la population des reproducteurs de lamproies marines. Cela est rendu possible grâce à des conditions d'observation très favorables, liées d'abord à la grande taille des nids. Ces nids, lorsqu'ils sont récents, présentent une coloration très claire

contrastant avec celle du reste du lit, plus foncé à cause du développement d'algue et de biofilm. Par ailleurs, les eaux du Scorff sont très limpides au printemps grâce à sa nature granitique. Les données recueillies ont permis de mettre en évidence l'impact de la présence d'obstacle et de l'amélioration de la connectivité le long du Scorff.

2.2.4. Conclusion

Selon les espèces et les cours d'eau, le suivi des frayères de Lamproie fournit des informations de qualité variable. Le suivi des frayères de **Lamproie marines** est en général assez informatif car les nids sont grand et visibles même longtemps (plusieurs semaines) après la fraie. Cependant, dans certains cas, les conditions locales de turbidité et de colmatage important comme c'est le cas sur l'Oir, compliquent les dénombrements. Des nids récents peuvent certainement être très rapidement recouverts après le fraie par des sédiments fins. Pour les frayères de **lamproies fluviales**, le problème est rendu encore plus marqué par la taille réduite des nids qui implique de réaliser le comptage pendant la période de fraie (ou au pire dans les quelques jours qui suivent) pour voir les individus sur nid. C'est certainement envisageable sur la Bresle où les eaux restent claires au printemps. Sur l'Oir, les eaux se teintant très rapidement, les fenêtres favorables sont très étroites, et peut-être même inexistantes certaines années. Enfin, en ce qui concerne les **lamproies de Planer**, leur aire de distribution étant a priori plus large dans les bassins versants que pour les espèces diadromes (le rôle de la connectivité longitudinale est en effet moins prépondérant), le linéaire à couvrir pour quantifier et cartographier les zones de fraie est très important. Ceci ne permet pas d'envisager des recensements exhaustifs sans dépenser d'importants moyens humains, d'autant que les nids sont encore plus discrets et furtifs que pour les autres espèces. Ainsi, comme le recommandent Besson & Bouchard (2008), il est possible d'identifier des secteurs référence où la reproduction est avérée et de se concentrer sur ces sites pour avoir des informations sur la phénologie de la reproduction.

3. Indicateurs basés sur les juvéniles

La mesure du flux de juvéniles qui, chez les espèces amphihalines de lamproies, dévalent pour rejoindre les zones de croissance en estuaire ou en mer est finalement l'indicateur de productivité des bassins versant. Il intègre de nombreux paramètres, comme l'abondance et le succès reproducteur des géniteurs ainsi que la survie et la croissance des ammocètes. C'est donc ce flux qui permet de caractériser de façon ultime un bassin versant et d'évaluer sa qualité et sa contribution vis-à-vis de la population de Lamproie.

Cependant, ce flux est très difficile à estimer car après la métamorphose des larves, le temps de résidence des juvéniles dans le bassin versant est court (quelques semaines avant la migration vers l'aval), et que ces derniers ont un comportement très discret. Les connaissances sur ce stade sont rares, malgré l'intérêt qu'il présente. Très peu d'études sont consacrées aux juvéniles de lamproies. Ces derniers peuvent être capturés lors de l'échantillonnage des larves alors qu'ils viennent de se métamorphoser, mais en quantité trop faible pour fournir des informations suffisantes et utilisables. Par ailleurs, il n'existe pas, à notre connaissance, de protocole standard pour le suivi des flux lors de la dévalaison. Pourtant, le suivi des flux de juvéniles est possible en installant des pièges au niveau des barrages de moulins où autre obstacle.

3.1. Rivière Oir

Une poche a été installée en aval de la défeuilleuse du piège de descente du Moulin de Cerisel (Photo 9) en août 2008 par l'équipe U3E. Le diamètre d'entrée (tube PVC) est de 12 cm, et l'eau est filtrée grâce à une poche en nylon d'une maille de 2 mm. L'entrée du tube est située en bas de la colonne d'eau.

Les effectifs capturés sont assez faibles (119 individus en tout) ce qui est logique compte tenu de la surface d'emprise de la poche (Figure 29). Néanmoins, des pics de dévalaison se distinguent en 2008 et peuvent être mis en relation avec les crues automnales (Richard Delanoë, com. pers.). En 2009 malheureusement, un problème matériel (poche percée) n'a pas permis de recueillir de données fiables, soulignant l'importance d'une maintenance régulière de la poche. L'accumulation de données sur le long terme pourra permettre d'évaluer les variations de production de juvéniles par le bassin versant ainsi que l'analyse de l'effet de l'hydrologie sur la phénologie de la dévalaison. Des améliorations du dispositif sont envisageables. Par exemple, l'installation d'autres tubes de collectes, à différentes hauteurs dans la colonne d'eau, permettrait de collecter davantage d'individus et d'améliorer la détection des pics. Des tests d'efficacité du système sont en cours (INRA U3E). Ils consistent à relâcher en amont du piège des individus capturés une première fois et marqués (marques réalisées au bleu Alcian appliqué à l'aide d'un Dermojet) et d'évaluer le taux de recapture.



Photo 9 : Dispositif de capture des lamproies diadromes métamorphosées à l'avalaison
(Photo : J. Tremblay)

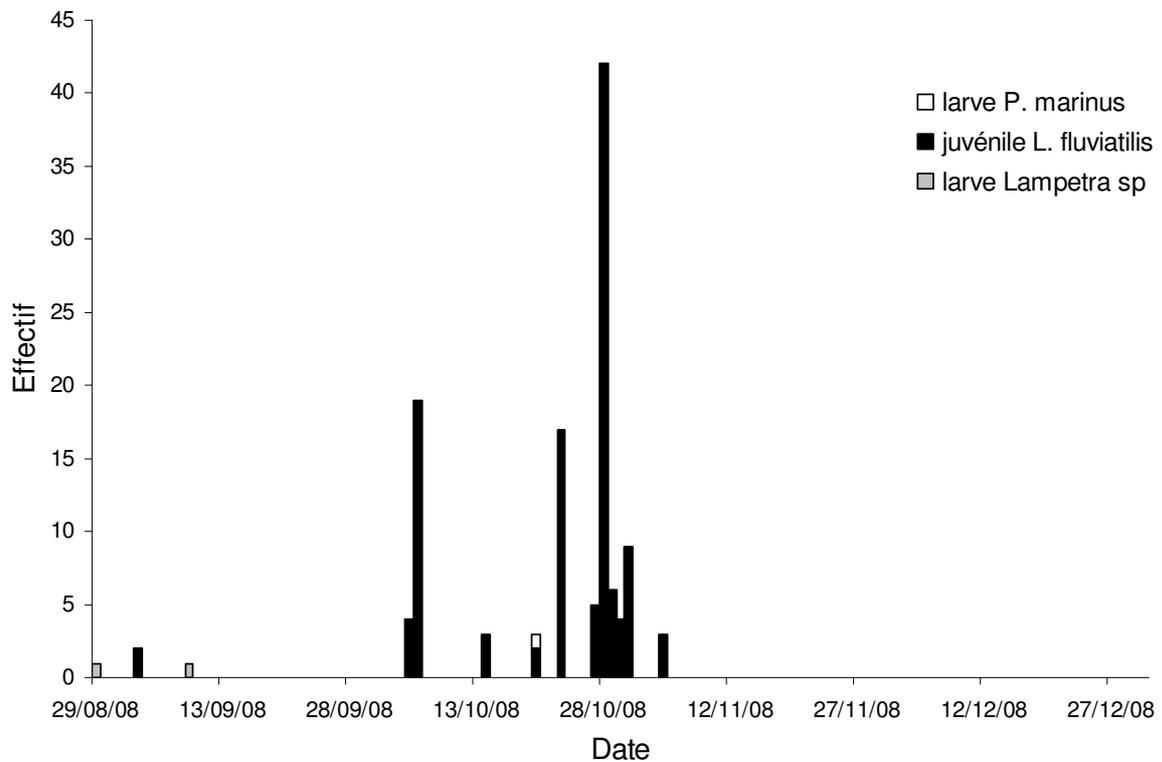


Figure 29 : Effectifs de juvéniles de lamproies capturées lors de la dévalaison en 2008.

3.2. Rivière Scorff

Une poche en nylon d'une maille de 2 mm a été installée en aval de la défeuilleuse du piège de descente du Moulin des Princes (Photo 10). Ses dimensions sont nettement plus grandes que celles du dispositif installé sur l'Oir au Moulin de Cerisel, avec une surface de 1,35m x 0,60m. Les premiers essais à l'automne 2009 révèlent un problème de maintenance de la poche lié à l'accumulation de feuilles passées à travers la défeuilleuse. La réduction de l'emprise de la poche, en l'obstruant à l'aide de planches, permettra certainement d'atténuer ce problème et de rendre la poche fonctionnelle et de produire des données lors de l'avalaison à l'automne 2010.



Photo 10 : Dispositif de capture des lamproies marines métamorphosées à l'avalaison. Les pointillés indiquent l'emplacement la poche (Photo : N. Jeannot).

3.3. Rivière Bresle

Sur la Bresle, un système de capture des juvéniles est en cours de réalisation (DAST, station d'Eu) et devrait permettre d'obtenir des données dès l'hiver 2009.

3.4. Conclusion

La méthode de piégeage des juvéniles en dévalaison mise en place sur l'Oir et le Scorff semble prometteuse, mais il est clair que nous manquons actuellement de recul. Plusieurs années de suivi supplémentaires seront nécessaires pour en évaluer la portée réelle et les applications.

4. Indicateurs basés sur les larves

La phase larvaire est la phase la plus facile à appréhender car les lamproies sont alors aisément capturables. Elles vivent en effet enfouies dans le substrat et sont relativement peu mobiles, restant cantonnées dans des habitats caractéristiques de sédimentation appelés « lits à ammocètes ». Par ailleurs, le stade larvaire est long et les larves sont présentes tout au long de l'année contrairement aux géniteurs et aux juvéniles, ce qui réduit un certain nombre de contraintes pratiques. Ainsi, la plupart des indicateurs de population de lamproies sont basés sur le suivi et l'analyse de la phase larvaire (Moser et al., 2007). L'analyse de la distribution et de la structure de taille des populations d'ammocètes fournit différents renseignements sur la présence de frayères en amont et sur le recrutement récents ou passé par exemple.

4.1. Mise au point d'une méthodologie d'échantillonnage des ammocètes

4.1.1. Introduction

Une grande partie de la bibliographie disponible sur les techniques ainsi que les stratégies d'échantillonnage des ammocètes est liée aux travaux menés sur la lamproie marine dans les grands lacs américains (*Petromyzon marinus*), mais des travaux sur les populations et les espèces européennes existent également (e.g. Goodwin et al., 2008, Nunn et al., 2008). L'échantillonnage par pêche électrique est la technique la plus couramment utilisée (Moser et al. 2007). D'autres travaux mettent en œuvre des méthodes de dragage ou de pompage du sédiment (Bergstedt & Genovese, 1994, voir Moser et al., 2007 pour une revue). Chaque méthode présente ses avantages et ses inconvénients. Le principe de la pêche électrique est, dans le cas des ammocètes, de faire sortir les individus du substrat en les stimulant par l'induction de courant électrique dans l'eau, et de les récupérer à l'aide d'une épuisette sans perturber les sédiments. Les principaux inconvénients sont liés à la lourdeur relative de la mise en œuvre de pêches électriques qui mobilisent du personnel et du matériel très spécifique et nécessitent des autorisations spéciales de la préfecture. Par ailleurs, la pêche électrique est potentiellement dangereuse pour les équipes et pour la faune aquatique. Enfin, l'efficacité de pêche est dépendante d'une part des engins et du type de courant utilisé, et des faciès des habitats prospectés. Dans l'idéal, une calibration dans les différentes conditions devrait être réalisée, mais ce n'est que très rarement, voire jamais, le cas (Moser et al., 2007).

Les méthodes de dragage des sédiments restent utilisées de façon beaucoup plus marginale et généralement dans des conditions particulières, notamment là où la pêche électrique est impraticable, dans les habitats profonds par exemple (e.g. Bergstedt & Genovese, 1994, Taverny et al., 2005). L'avantage de ces méthodes est d'avoir une bonne efficacité de capture des ammocètes et d'avoir ainsi une image fiable des populations en place. Les principaux inconvénients résident dans la mise en œuvre qui peut nécessiter des appareils lourds et adaptés (pompes) et dans le traitement des sédiments prélevés. Par ailleurs, le dragage entraîne un remaniement du sédiment et peut ainsi perturber le lit de la rivière. Cependant, si les surfaces échantillonnées sont réduites, une méthode de prélèvement plus légère peut être envisagée. Par exemple, Kainua & Valtonen (1980) utilisent une pelle et une enceinte de 200 cm² dont l'impact sur le lit de la rivière sont supposés moindres.

Le choix de la stratégie d'échantillonnage (nombre et localisation des stations dans le bassin versant, nombre de prélèvement par station,...) est crucial car les ammocètes ont

typiquement une distribution non aléatoire en taches (Hardisty & Potter, 1971, Torgersen & Close, 2004, Moser et al., 2007). L'hétérogénéité spatio-temporelle de la distribution des ammocètes se traduit à différentes échelles et dimensions spatiales et certaines variables d'habitats peuvent avoir des rôles différents à ces échelles (Torgersen & Close, 2004, Hardisty, 2006). La présence de frayères en amont est logiquement le premier facteur déterminant l'occurrence d'ammocètes en un point donné du système. Néanmoins, d'un point de vue pratique, l'existence et la localisation de ces frayères n'est pas toujours connue. La présence d'habitats favorables pour la reproduction peut alors être utilisée pour localiser les zones de croissance potentielles.

Comme l'ont montré de nombreux auteurs (e.g. Hardisty & Potter, 1971, Torgersen & Close, 2004, Sugiyama & Goto, 2002), les ammocètes sont en règle générale rencontrées dans les zones d'accumulation des sédiments fins et des petits débris organiques où elles peuvent s'enfouir. Au contraire, elles évitent les substrats durs et impénétrables. Elles sont donc rencontrées dans les habitats où le courant est faible. La surface et la distribution des habitats favorables varient à différentes échelles. A l'échelle du cours d'eau, la surface occupée par les sédiments fins augmente globalement dans la dimension longitudinale de l'amont vers l'aval en même temps que la pente – et donc l'intensité du courant – diminue. A l'échelle du segment (sensu Malavoi, 1989), la distribution des habitats favorables est organisée en tache dans la dimension longitudinale selon l'alternance de mouilles, plats et radiers ou bien dans la dimension transversale en fonction des variations locales de l'intensité du courant (Figure 30). Enfin, même à une échelle très fine (ambiance ou microhabitat sensu Malavoi, 1989), la distribution des lamproies peut s'avérer hétérogène et influencée par des variations très locales des caractéristiques du substrat ou du courant (obs. pers.).

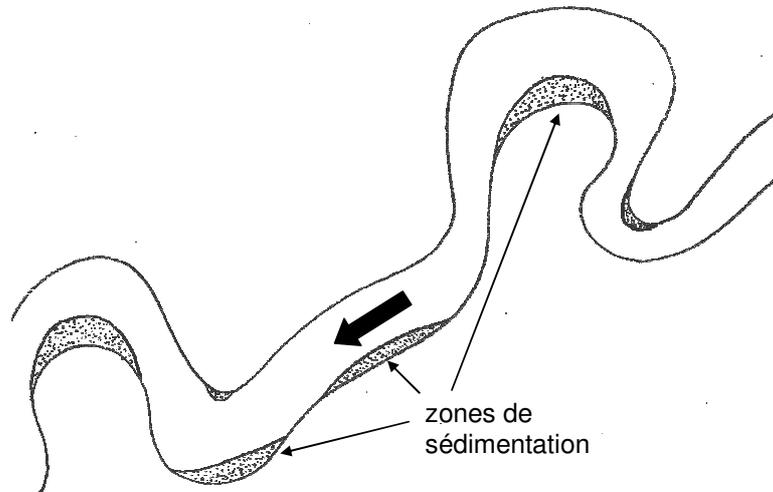


Figure 30 : Localisation schématique des zones de sédimentation favorables à l'installation des ammocètes.

Le choix d'une stratégie d'échantillonnage doit donc prendre en compte le caractère multi échelle de l'hétérogénéité de la distribution de Lamproies.

4.1.1.1. Prise en compte de l'hétérogénéité à l'échelle de la séquence et du microhabitat

Dans la littérature, il est souvent recommandé de concentrer l'effort d'échantillonnage sur les habitats jugés optimaux ou sub-optimaux (Moser et al., 2007). Slade

et al. (2003) décrivent trois grands types d'habitats (Tableau XII) et, ils proposent d'échantillonner uniquement les habitats de type I.

Tableau XII : Différents types d'habitats des cours d'eau et leur qualité vis-à-vis des larves d'ammocètes (d'après Slade et al. 2003)

Type I : optimal	Type II : sub-optimal	Type III : inapproprié
Zones de dépôt ou s'accumulent les limons et la matière organique fine, accompagné accessoirement de sables fins.	Zones sableuses ou sablo-limoneuses fermes. Présence possible de graviers.	Zones de substrat grossier ou compact ou zones argileuse ou rocheuses où les ammocètes ne peuvent s'enfouir.

Ils appliquent ensuite un facteur de correction (égal à 10% des effectifs capturés dans les habitats de type I) censé compenser le biais lié à l'utilisation marginal des habitats de type II. Ce pourcentage correspond au ratio entre l'abondance moyenne de larves trouvées dans le type I et dans le type II dans 26 cours d'eau de la région des grands lacs échantillonnés pendant 4 ans. Cependant, Selon certains auteurs (e.g. Hansen et al. 2003 ; Moser et al., 2007), ce ratio peut varier en fonction des habitats de type I disponibles, et il semble judicieux de prendre également en compte les habitats de type II (Harvey & Cowx, 2003, Hansen et al., 2003). Ces travaux confirment les conclusions d'une étude réalisée sur le Scorff où 4 types de substrats ont été décrits, dont deux correspondaient en fait aux types I et II décrits ici (Sabatié, 2001). Sur le Scorff, les ammocètes colonisent, principalement ces deux types de substrat.

– Prise en compte de l'hétérogénéité à l'échelle du cours d'eau

Deux démarches principales sont rencontrées dans la littérature. La première consiste à réaliser un échantillonnage systématique sur tout ou partie du linéaire du cours d'eau étudié en positionnant régulièrement les stations (e.g. Kainua & Valtonen, 1980, Stone & Barndt, 2003, Torgersen & Close, 2004). La deuxième consiste à sélectionner des sites en fonction de leur position dans le gradient longitudinal, souvent en fonction de la présence de frayères ou d'obstacles à la migration (e.g. Nunn et al., 2008). Torgersen & Close (2004), qui ont étudié les patrons de distributions et d'abondance des ammocètes et établi des relations avec les principales variables caractéristiques des gradients longitudinaux, suggèrent qu'il est risqué d'établir le diagnostic d'une population de lamproies d'un cours d'eau en se basant sur un ou quelques secteur restreint car l'image obtenue pourrait ne pas être représentative de l'ensemble du cours d'eau à cause de particularités locales. Il est donc important de prendre en compte l'hétérogénéité environnementale à l'échelle longitudinale, par exemple en choisissant plusieurs stations situées dans des tronçons ou des séquences contrastés.

4.1.2. Matériel et méthode

4.1.2.1. Choix de la méthode/technique d'échantillonnage

Etant données les contraintes inhérentes à la mise en œuvre de la pêche électrique évoquées précédemment, il a été jugé pertinent d'explorer plus en profondeur la possibilité d'utiliser un protocole différent et facile à mettre en œuvre. Notre démarche a donc consisté dans un premier temps à sélectionner une technique. Pour cela nous avons comparé les techniques d'échantillonnage par pêche électrique (puisque c'est la technique la plus couramment utilisée) et par dragage du sédiment.

a/ Echantillonnage par pêche électrique

Généralités

Le mode de vie fouisseur des ammocètes implique quelques adaptations de la technique d'échantillonnage pêche électrique par rapport aux espèces de poissons vivant dans la colonne d'eau. L'action de pêche des ammocètes se compose typiquement de 2 étapes (Weisser & Klar, 1990, Harvey & Cowx, 2003, Moser et al., 2007) :

- une étape qui consiste à faire sortir les ammocètes du substrat
- une étape qui consiste à les tétaniser lorsqu'elles sont sorties afin de les capturer à l'épuisette.

Ainsi, en jouant sur le type de courants utilisés et les patrons d'impulsions délivrées, il est possible d'augmenter l'efficacité de capture des ammocètes. En général, il est recommandé d'utiliser une faible fréquence de courant avec des pauses qui stimulent les ammocètes et les font sortir du substrat, puis un courant haute fréquence (30 pps) pour les tétaniser et les capturer à l'épuisette (Weisser & Klar, 1990, Moser et al., 2007). Les appareils américains, développés spécifiquement pour ces échantillonnages, sont programmables et permettent de délivrer ces différentes phases de courant de façon automatisée. Des travaux en laboratoire ont permis d'identifier l'effet des différents paramètres caractérisant le courant électrique (voltage, intensité, forme du courant, patron d'impulsions) sur la réponse des ammocètes. Ainsi, Bowen et al. (2003) proposent un réglage optimal, mais celui-ci est difficile à reproduire avec les engins utilisés en Europe qui sont beaucoup moins modulables.

En Europe, des équipes anglaises ont développé des protocoles comparables avec un matériel plus classique, comparable à celui utilisé en France par les équipes de l'ONEMA et les différentes équipes de recherche travaillant sur l'ichtyofaune. Harvey & Cowx (2003) notent que lorsqu'un courant continu est appliqué, il est nécessaire de couper et remettre le courant en permanence afin que les ammocètes ne restent pas tétanisées dans le substrat. Avec un courant pulsé, ils recommandent d'alterner les séquences on/off à raison selon un rythme de 20 sec./5 sec. et ce pendant 2 minutes. Cette méthode a été appliquée par Nunn et al. (2008)¹ pour caractériser les populations de Lamproie dans des rivières anglaises.

¹ Ces auteurs utilisent un courant de 220v pulsé à 50hz.

Par ailleurs, la relation entre le diamètre de l'anode et l'efficacité de pêche n'est jamais (à notre connaissance) prise en compte. La taille des anodes est rarement évoquée (40cm pour Nunn et al., 2008 par exemple). Pourtant, certains travaux ont montré que jouer sur le diamètre d'anode permettait de cibler plus précisément certaines gammes de tailles de poissons. Copp (1989) recommande ainsi d'utiliser des petites anodes pour échantillonner des poissons de petites tailles. Selon Gordon Copp (CEFAS, UK, comm. pers.), l'utilisation d'une anode de 15 cm de diamètre environ semble adaptée pour cibler les ammocètes.

Steeves et al. (2003) montrent que l'efficacité de capture par pêche électrique diminue avec la profondeur des habitats prospectés et avec la densité de lamproies en place. Par ailleurs, il existe un effet opérateur qui peut affecter significativement les résultats. Ces auteurs suggèrent que la meilleure façon d'optimiser la méthode serait de la calibrer dans différentes situations. Mais compte tenu des nombreux facteurs à prendre en compte, ainsi que leurs interactions potentielles, il s'agirait d'un travail très fastidieux. Ceci explique certainement pourquoi un tel travail n'a jusqu'alors pas été réalisé.

En général, les auteurs préconisent l'échantillonnage le long de transects de quelques mètres (1 à 2 m pour Pajos & Weise, 1994, Goodwin et al., 2008) ou dans des unités de surface définies (7.5m² pour Moser & Close 2003 ; 15m² pour Slade et al., 2003). Souvent, plusieurs passages sont effectués pour estimer des probabilités de capture et des densités absolues (Pajos & Weise, 1994, Moser & Close, 2003) mais ce n'est pas toujours le cas (Young et al., 1990, Slade et al., 2003). Ainsi, l'abondance des ammocètes est exprimée soit en CPUE soit en densité absolue, c'est-à-dire en ind./m².

L'originalité de la méthode proposée par Harvey & Cowx (2003) et appliquée par Nunn et al. (2008) est de combiner l'utilisation de pêche électrique et d'enceintes (ou quadrats) de 1 m² pour délimiter la zone échantillonnée et appliquer ainsi des méthodes d'épuisement par passages successifs pour estimer des densités absolues. Dans ce cas, ils recommandent de réaliser en tout 3 séquences de 2 minutes espacées de 5 minutes. Cependant, l'utilisation de quadrat de 1 m sur 1m implique que les taches d'habitat de croissance des lamproies aient une surface suffisante pour pouvoir positionner correctement l'enceinte, ce qui est rarement le cas dans les petits cours d'eau comme l'Oir et ses affluents. De plus, l'utilisation de quadrats et la réalisation de plusieurs passages successifs posent différents problèmes. Tout d'abord, le temps consacré à l'échantillonnage d'un mètre carré est élevé (>14 minutes pour un 1m² selon le protocole de Nunn et al. 2008 et Harvey & Cowx, 2003). Compte tenu de la forte hétérogénéité spatiale de la distribution des ammocètes, possiblement même au sein des habitats optimaux (Type I), il semble plus pertinent d'échantillonner de plus petites surfaces (<<1 m) mais de réaliser davantage d'échantillons afin de mieux appréhender cette hétérogénéité.

Méthode des Echantillons Ponctuels d'Abondance

La méthode des EPA (Echantillons Ponctuels d'Abondance ; Nelva et al., 1979) consiste à réaliser de nombreux points d'échantillonnage dans différents microhabitats de façon à prendre en compte l'hétérogénéité spatiale de l'habitat. A chaque EPA, l'anode est immergée en un point fixe et tous les poissons immobilisés ou attirés sont capturés à l'épuisette. La quantité d'EPA à réaliser par station dépend des objectifs de l'étude, mais elle est rarement inférieure à 20, 30 étant une valeur fréquemment utilisée dans les suivis multi spécifiques (Persat & Copp, 1990). Les poissons sont comptés et mesurés à chaque EPA. En parallèle, l'habitat est décrit à l'échelle de chaque EPA également.

Cette méthode, que nous avons utilisée, présente de nombreux avantages scientifiques, logistiques et financiers. Premièrement, elle permet d'obtenir une image assez fiable des assemblages ou des populations de poissons en place à un instant donné (Nelva et al. 1979 ; Persat & Copp, 1990). L'idée principale est que, pour un effort d'échantillonnage donné, un grand nombre de petits échantillons permet d'obtenir une meilleure image de l'ichtyofaune (espèces présentes et abondance relative des espèces et des différentes classes de tailles) qu'un petit nombre de grands échantillons. Deuxièmement, elle permet d'obtenir des informations sur les relations espèces-habitat à différentes échelles : celle de l'EPA (microhabitat sensu Malavoi, 1989) ou à l'échelle du site en considérant un ensemble d'EPA. A notre connaissance, cette méthode n'a jamais été utilisée pour l'étude des populations de Lamproies. Un des principaux inconvénients de cette méthode est qu'elle ne permet pas d'obtenir des estimations de densité absolue (nombre d'individus par m²), mais seulement des densités relatives (nombre d'individus par EPA).

Mode opératoire

La méthode des EPA mobilise au minimum 3 personnes, idéalement 5 (Photo 11) : une personne qui porte l'appareil de pêche et l'anode, une personne (ou mieux, deux) à l'épuisette, et une personne qui prend les notes et porte le seau avec les ammocètes capturées.

L'anode est immobilisée au dessus du substrat pendant une minute, en alternant les phases de courant (5 secondes) et les phases sans courant (10 secondes).



Photo 11 : Echantillonnage par pêche électrique selon la méthode des EPA.

b/ Echantillonnage par dragage du sédiment

Les méthodes d'échantillonnage impliquant une extraction et un filtrage du sédiment sont rares. Steeves et al. (2003) utilisent de telles méthodes pour vérifier l'efficacité des pêches électriques, en faisant l'hypothèse que l'échantillonnage par extraction était exhaustif. D'autres auteurs ont utilisé une méthode d'extraction à l'aide d'une suceuse pour échantillonner les habitats profonds (Bergstedt & Genovese, 1994 ; Taverny et al., 2005). Enfin, certains ont utilisé une pelle et une enceinte pour prélever le substrat et le trier (Kainua & Valtonen, 1980).

Nous avons mis au point un outil, dérivé du filet de Surber utilisé pour l'échantillonnage des invertébrés aquatiques en rivière, permettant de prélever les ammocètes de façon standardisée (Figure 1 ; Photo 12). Cette enceinte permet de réaliser des prélèvements ponctuels, à la manière de la méthode des EPA, à la différence près que les surfaces échantillonnées sont connues et donc permettent d'obtenir des informations quantitatives sur les densités.

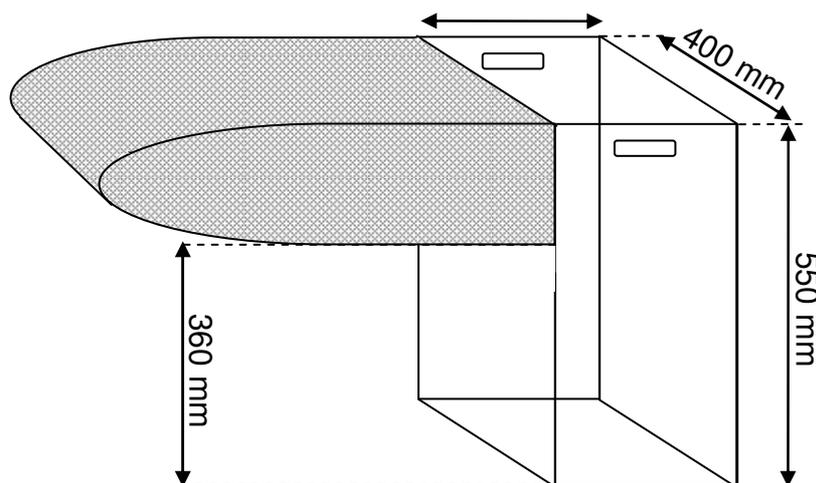


Figure 31 : Matériel dérivé du filet de Surber conçu pour l'échantillonnage des ammocètes.

Les dimensions de la caisse (300X400 mm de surface d'échantillonnage) ont été choisies de façon à avoir une surface suffisamment grande pour capturer un nombre significatif d'individus par échantillon prélevé, mais assez petite pour que la quantité de sédiment recueilli soit raisonnable (peu d'impact sur le lit du cours d'eau, tri des ammocètes rapide). La maille de la poche doit être assez fine (1 à 2 mm) pour capturer les lamproies, mais elle doit permettre d'éliminer les particules fines (limons et sables fins) afin de pouvoir récupérer les ammocètes. La poche peut être installée sur la caisse de façon à être amovible pour faciliter le rinçage des sédiments ainsi que leur manipulation afin de récupérer les ammocètes. Un tamis à maille fine (1mm) peut également être utile pour trier les sédiments (Photo 13).



Photo 12 : Prélèvement d'un échantillon à l'aide de la caisse (R Sabatié – Agrocampus Ouest).



Photo 13 : Utilisation d'un tamis à maille fine (1mm) pour faciliter le tri des sédiments. (JL Fagard – ONEMA).

Mode opératoire

Le mode opératoire de la méthode met en œuvre de 2 à 4 personnes selon les objectifs de l'étude (Photo 12). Si l'objectif est, par exemple, d'étudier les relations espèces-habitat à fine échelle (micro-habitat), il sera nécessaire de décrire l'habitat à cette échelle, ce qui mobilise une personne pour la prise de notes, en plus d'une personne pour les prélèvements, une personne pour le tri et le port du matériel et des individus capturés. Si

L'objectif est simplement de connaître la densité moyenne d'ammocète par secteur deux personnes suffisent.

La caisse est enfoncée dans le substrat jusqu'à 15 cm de profondeur selon la nature et la profondeur du substrat. Dans un premier temps, l'opérateur principal creuse avec les deux mains (protégées par des gants) et ramène le substrat dans le filet de la caisse. Il procède ainsi plusieurs fois de suite jusqu'à avoir prélevé le substrat jusqu'à 15 cm de profondeur. Ensuite, il filtre plusieurs fois l'eau au fond de la caisse en utilisant l'épuisette et la partie superficielle du substrat, en vidant au fur et à mesure le contenu dans le filet de la caisse. Le prélèvement terminé, il nettoie alors le contenu du filet de la caisse en le brassant pour éliminer les particules les plus fines. La fraction restante est soigneusement examinée éventuellement avec l'aide de cuvettes ou de seau, et les ammocètes sont récupérées. Lors du test de ce protocole d'échantillonnage, le contenu de chaque prélèvement a été analysé séparément. Concrètement, les ammocètes correspondant à un échantillon ont été stockées dans des sacs étanches étiquetés, permettant une analyse de la distribution à l'échelle du point de prélèvement (microhabitat). Chaque individu est mesuré une fois que l'ensemble des échantillons ait été prélevé. Tous les individus sont ensuite relâchés en amont de la station dans un milieu abrité sans courant.

Pour les deux méthodes, 30 échantillons ont été prélevés par site. Les sites ont été échantillonnés simultanément avec les deux méthodes rive droite ou rive gauche de l'aval vers l'amont. Les lits d'ammocètes potentiels, c'est-à-dire les zones de sédimentation de type I et II, sont échantillonnés systématiquement. Plusieurs échantillons peuvent être prélevés sur un même lit lorsque la surface de ce dernier le permet. L'habitat a été décrit à l'échelle de l'échantillon (profondeur, épaisseur du substrat, vitesse du courant,...) afin d'étudier l'influence des caractéristiques du microhabitat sur la distribution et l'abondance des ammocètes (données non analysées dans cette étude). Les microhabitats échantillonnés ont été positionnés à l'aide d'un GPS.

4.1.2.2. Site d'étude

Nous avons retenu la rivière Oir pour la mise au point du protocole d'échantillonnage des ammocètes car nous disposons de connaissances préalables sur la distribution des ammocètes. Par ailleurs, il s'agit d'un petit système où les zones lenticulaires sont rares et où les méthodes développées dans des rivières plus grandes auraient été difficilement applicables (Nunn et al., 2008).

Cinq stations, présentant des différences en termes de position dans le gradient amont-aval et de physionomie générale, ont été retenues (Tableau XIII ; Figure 32).

Tableau XIII : Caractéristiques des sites d'échantillonnage des ammocètes.

Secteur	Cours d'eau	Largeur	Linéaire prospecté	Morphologie dominante
A	Oir	4.1m	250m	Méandrique
B	Oir	3.1m	300m	Méandrique
C	Oir	4.6m	450m	Méandrique
D	Moulinet	2.0m	190m	Rectiligne
E	Pont Lèvesque	2.3m	230m	Mixte

Les stations A, E et C sont situées dans les environs immédiats (en aval) de sites de frayères avérés (Voir partie 2.2.1.1). La station B est située dans un secteur de l'Oir peu favorable pour les géniteurs, mais relativement près de la station A. Par contre, aucune information n'est disponible sur la présence de frayères en amont de la station D.

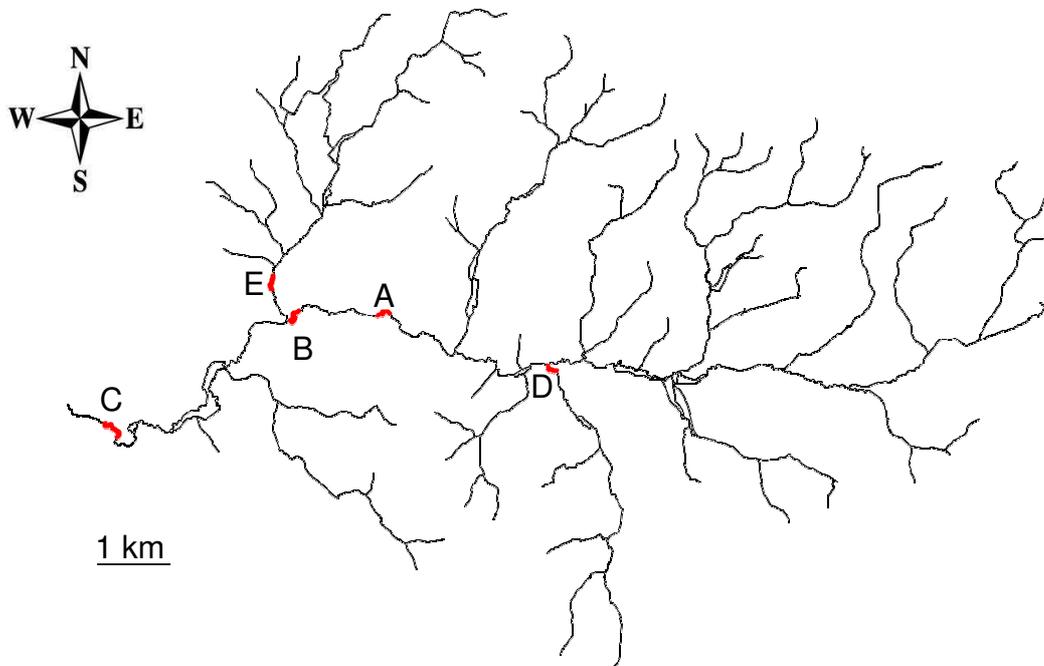


Figure 32 : Localisation des stations d'échantillonnage des ammocètes.

4.1.2.3. Analyses statistiques

Les distributions des tailles des lamproies capturées avec les deux méthodes ont été comparées en utilisant un test de Kolmogorov-Smirnov. Puis, nous avons utilisé un modèle linéaire généralisé (GLM) pour évaluer les effets de la technique d'échantillonnage et du site sur l'abondance des lamproies dans les échantillons. Les données d'abondance suivent typiquement une distribution de Poisson (Cameron & Trivedi, 1998), un GLM avec une distribution de Poisson et un lien log a été utilisé. L'analyse graphique des résidus a permis de vérifier les hypothèses du modèle. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R (Ihaka & Gentleman, 1996 ; www.r-project.org).

4.1.3. Résultats-discussion

En tout, 447 individus ont été capturés : 289 individus par la méthode de la caisse (sur 150 échantillons), et 158 par pêche électrique (sur 150 échantillons également). Seules 2 larves de Lamproie marine ont été identifiées dans le site C. Cependant, la pigmentation de la queue des *P. marinus* n'est pas toujours bien visible à l'œil nu chez les individus de moins de 60 mm ce qui peut entraîner des erreurs d'identification sur le terrain (Taverny et al., 2005). Les tailles minimales et maximales rencontrées sont de 20 mm et 153 mm.

Distribution des captures

Sur l'ensemble des sites, la fréquence d'occurrence des ammocètes est en moyenne de 60.7% avec la méthode de la caisse et de 53.3% avec la méthode des EPA. La majorité (52.5%) des captures non nulles par pêche électriques est constituée d'effectifs de 1 contre seulement 29.7% avec la caisse (Figure 33). La capture de plusieurs individus à la fois est donc plus rare qu'avec la méthode de la caisse. Au final, le nombre maximum de lamproies capturées dans un seul échantillon est de 6 avec la pêche électrique (1 seule occurrence) et de 12 avec la caisse (1 seule occurrence également).

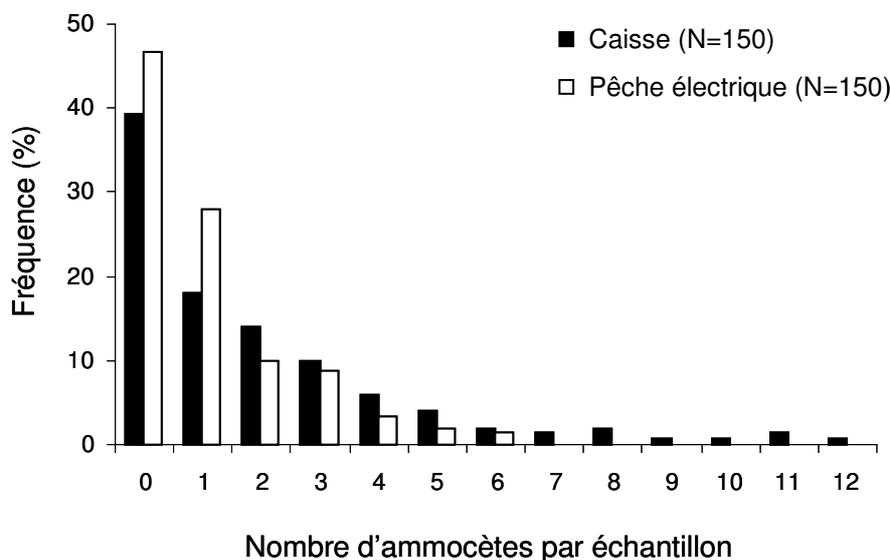


Figure 33 : Distribution des captures selon la technique utilisée.

Ces résultats suggèrent que l'efficacité de l'échantillonnage par pêche électrique selon la méthode des EPA que la pêche électrique est globalement moins efficace. Il est clair que la remise en suspension des sédiments lors des premiers prélèvements à l'épuisette rendent moins visibles les ammocètes qui émergent par la suite. Une autre hypothèse envisageable serait que la durée de l'action de pêche nécessaire à l'émergence des ammocètes est supérieure à celle utilisée dans cette étude (c'est-à-dire > à 1 minute).

Abondances et estimations des densités

Bien que la déviance expliquée soit assez faible (20%), l'analyse GLM a permis de révéler des différences significatives entre les abondances produites selon la méthode et selon les sites (Figure 34 ; Tableau IX). L'abondance était en moyenne 1.83 fois plus élevée dans les échantillons prélevés à l'aide de la caisse comparé à la pêche électrique selon le GLM. De plus, la caisse a révélé davantage de variabilité inter-sites puisque l'abondance variait de 20 à 105 individus, contre 15 à 55 avec la pêche électrique.

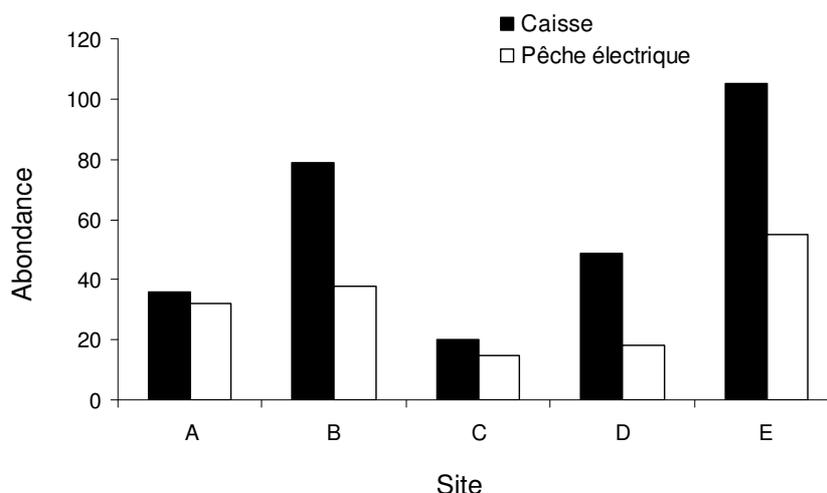


Figure 34 : Abondances de larves obtenues selon la méthode utilisée et les sites.

Tableau XIV : Analyse de la déviance du GLM pour les données d'abondances.

Modèle	Df	Déviance	Pr (Chi)
Nul	299	740.54	
Site + Méthode	294	593.87	6.82E-30
Déviance expliquée (%)		20%	

Contrairement aux données issues de la pêche électrique et de la méthode des EPA, les effectifs capturés avec la caisse peuvent être convertis en densité (ind/m² d'habitat optimal). En tout, 30 x 5 = 150 points de prélèvement ont été réalisés à l'aide de la caisse, représentant une surface de 18 m² (1 échantillon = 0.3 x 0.4 = 0.12 m²). Ainsi, la densité de lamproies capturées sur l'ensemble des 5 sites est de 289 individus / 18m² soit **16.06 ind/m²** d'habitat favorable. La densité maximale mesurée dans une station est de 29.2 ind/m², et la densité minimale est 5.6 ind/m² (Figure 35). La densité maximum mesurée à l'échelle d'un prélèvement est de 12 individus soit 100 individus/m².

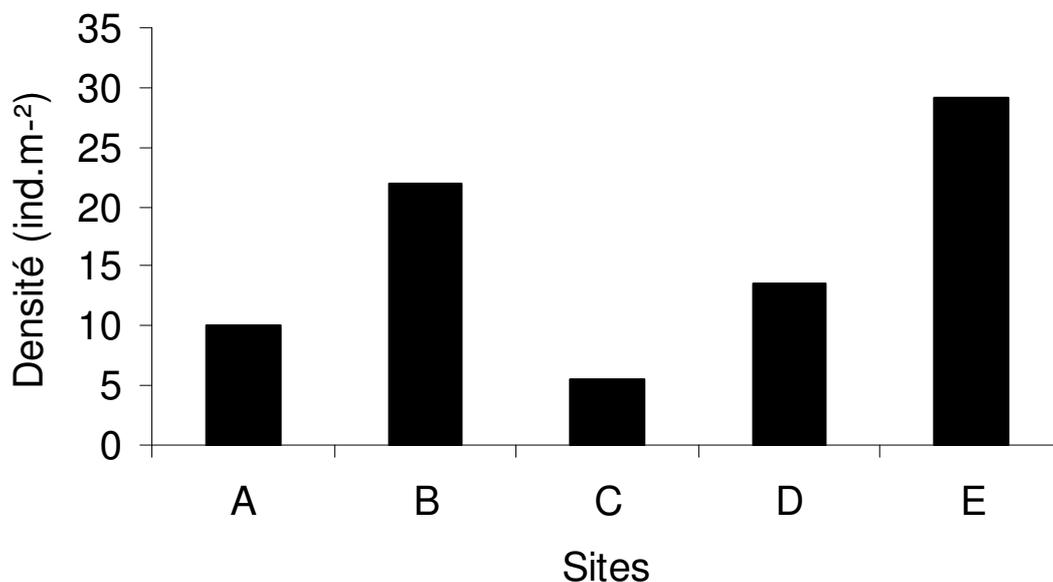


Figure 35 : Densités observées dans les différents sites prospectés avec la caisse.

Sur le Scorff, 50.4 m² ont été échantillonnés au moyen d'une caisse selon un protocole assez semblable à celui utilisé dans cette étude dans des substrats optimaux et 594 individus ont été capturés, soit une densité moyenne de 11.8 individus/m² (essentiellement des lamproies marines ; Sabatié 2001). En moyenne, les densités estimées de larves lamproies marines sur les 360 m² échantillonnés constitués de quadrats de 1m² répartis le long de 55km de rivière américaine par Torgersen & Close (2004) étaient de 4.47 ind/m². Sur une surface totale de 372 m² échantillonnée dans une autre rivière américaine, Stone & Barndt (2005) ont estimés des densités de 1.27 ind/m². Les densités estimées sur l'Oir sont donc très supérieures à ces valeurs, mais il faut souligner que ces études américaines mettent en œuvre des protocoles d'échantillonnage systématique donnant lieu à de nombreux échantillons nuls dans les habitats défavorables ou suboptimaux (Type II ou III). Nunn et al. (2008) estiment quant à eux, en se focalisant sur les habitats optimaux dans les différentes stations échantillonnées, des densités comprises entre 2.7 et 160.3 ind/m². En Irlande, Goodwin et al. (2008) ont trouvé des densités variant de 0.1 à 2.4 larve/m² et Kainua & Valtonen (1980) ont trouvé des densités variant de 6 à 21 ind./m² dans des cours d'eau finlandais. Ainsi, les valeurs estimées sur l'Oir seraient intermédiaires.

Par ailleurs, il est utile de déterminer le nombre d'échantillons nécessaire pour obtenir une image fiable de la population en place sur le secteur échantillonné afin d'ajuster l'effort (et donc le coût) d'échantillonnage. La Figure 36 montre l'évolution de la densité de lamproies calculée à partir de 1 à 30 échantillons.

Il apparaît que la densité estimée commence à se stabiliser à partir du 20^{ème} échantillon prélevé, mettant ainsi en évidence des différences intersites. Avant le 20^{ème} échantillon, les densités estimées varient fortement et il n'y a pas de tendance nette entre les sites, tout nouvel échantillon contribuant fortement à la moyenne estimée. Notons qu'en ce qui concerne les données issues des pêches électriques, ces différences intersites sont moins marquées même au 30^{ème} échantillon, ce qui peut-être lié à la faible variabilité des densités à l'échelle de l'échantillon (voir Figure 33). Il est probable que l'augmentation du nombre d'échantillons prélevé permettrait de stabiliser encore davantage l'estimation de la densité, mais elle pourrait également impliquer une augmentation du linéaire prospecté. La densité

estimée pourrait alors fluctuer en fonction de l'hétérogénéité longitudinale de la densité d'ammocètes liée à la proximité ou non de frayères en amont, ou de la modification de l'habitat.

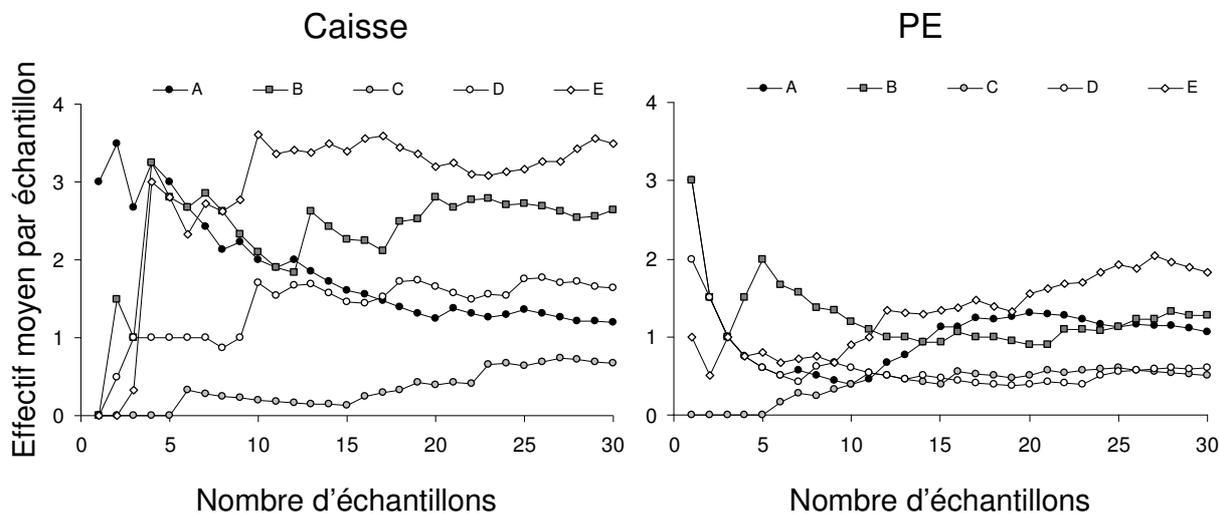


Figure 36 : Variation de l'effectif moyen par échantillon en fonction du nombre d'échantillons prélevés et selon la technique utilisée.

Taille des ammocètes

Les tailles moyennes des individus capturés par pêche électrique est de 88.0 mm (± 22.5) alors qu'elle n'est que de 76.6 mm (± 23.3) dans le cas de la caisse (Kolmogorov-Smirnov test: $D = 0.2174$, $p < 0.001$; Figure 37).

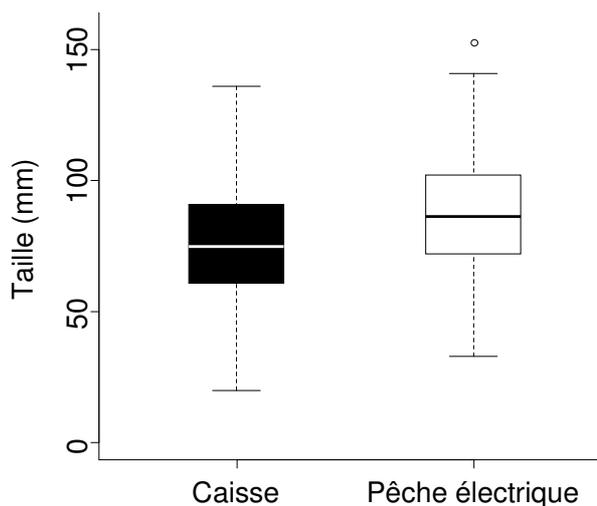


Figure 37 : Taille moyenne des individus capturés selon la technique utilisée.

L'examen des courbes de fréquence de taille obtenues par les deux méthodes (exprimées en effectifs brutes ou en proportion de l'effectif total par méthode) révèlent des différences notables (Figure 38).

Les petits individus (<65mm) sont représentés de façon plus importante dans la distribution de taille obtenues par la méthode de la caisse. Inversement, les classes de taille les plus grandes (>95 mm) sont mieux représentées dans la structure de taille obtenue par pêche électrique.

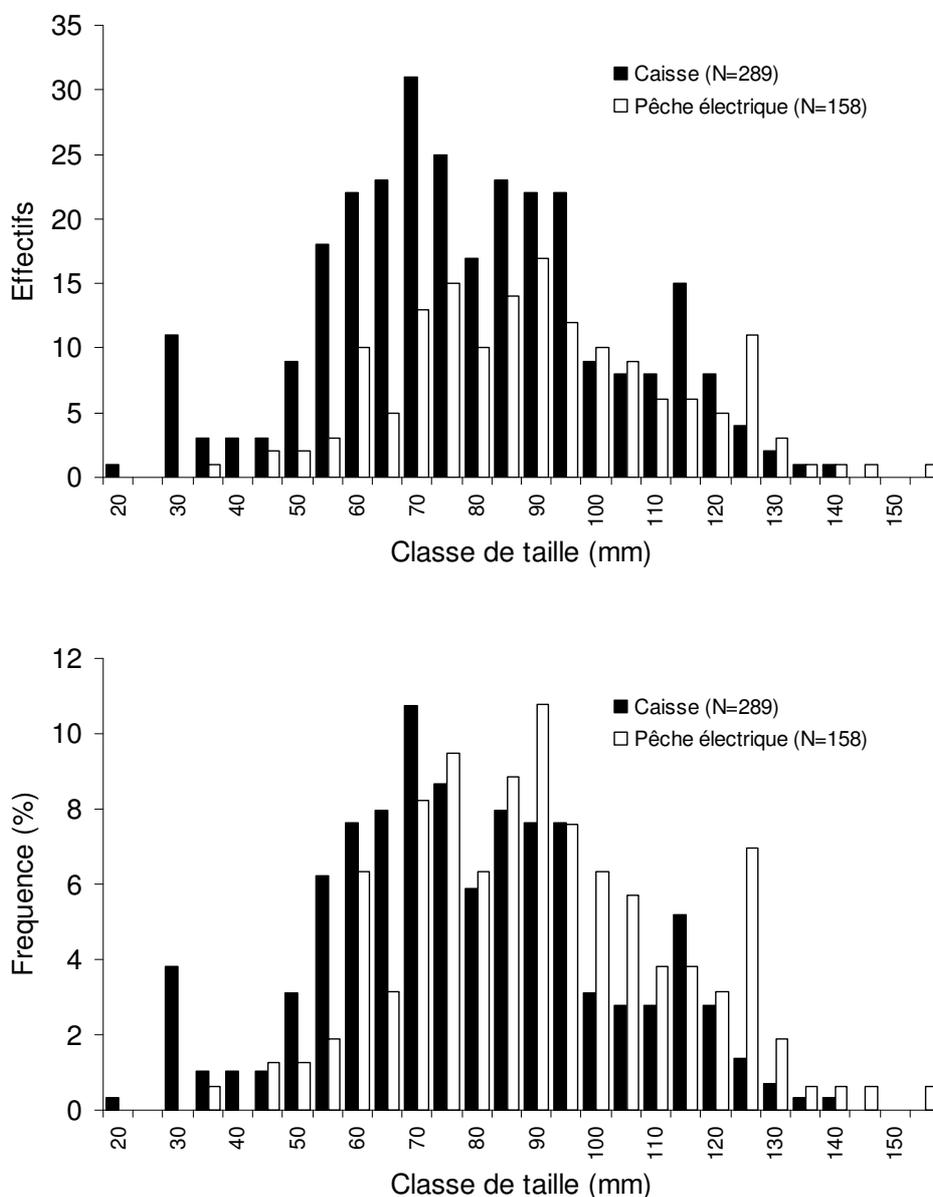


Figure 38 : Effectif (haut) et fréquence (bas) de tailles des ammocètes capturées selon la technique utilisée (juin 2009).

On peut supposer que les petites classes de tailles sont moins capturables par pêche électrique parce qu'elles sont moins visibles. Au contraire, les grands individus sont plus visibles et bénéficient d'un taux de capture relativement meilleur. Par ailleurs, ils peuvent être stimulés et donc émerger du substrat à des distances plus importantes que les petits individus. En d'autres termes, il est probable que la surface échantillonnée par pêche électrique augmente avec la taille des individus.

Selon Hardisty (1961), les ammocètes de lamproies de Planer nées aux printemps dans la rivière Yeo (Angleterre, Cornouailles), mesurent en moyenne 18 mm en juillet, 22 en août et 30 en octobre de la même année ainsi qu'en mars de l'année suivante. Ainsi, même si les conditions de reproduction et de croissance des lamproies sont certainement différentes entre la rivière Yeo et l'Oir, on peut émettre l'hypothèse que les plus petits individus capturés en juin sur l'Oir (env. 20 mm) sont majoritairement des 0+, et les individus constituant le mode centré sur la classe 30mm (26-30mm), majoritairement des 1+. La relativement faible dispersion à l'aval des zones de fraie des 0+ dans les premières semaines (<150m) peut aussi expliquer leur faible abondance dans les données recueillies en juin alors que les stations échantillonnées n'étaient pas situées directement à l'aval de zones de fraies connues. Échantillonner les ammocètes à l'automne permettrait certainement de capturer les 0+ qui passent inaperçus dans les campagnes de printemps et qui auront disposé de davantage de temps pour disperser à plusieurs centaines de mètres (Derosier et al., 2006).

Par ailleurs, la très faible abondance des individus de plus de 120 mm comparativement aux classes de tailles intermédiaires résulte probablement d'une part de la mortalité, et d'autre part du fait que la plupart des grands individus se sont métamorphosés et se sont reproduits. Là encore, comme le recommandent Moser et al. (2007) échantillonner à l'automne permettrait de capturer les grands individus.

Les effectifs par station sont trop faibles pour permettre une analyse robuste des structures de taille (Figure 39). Cependant, on peut toutefois noter que bien qu'elle présente la plus forte densité d'ammocètes, la station E abrite malgré tout une très faible abondance d'individus > 50mm comparé, par exemple, au site B. Deux hypothèses permettent d'expliquer ce manque de jeunes larves : 1/ un faible recrutement dans les toutes dernières années ou bien 2/ une distance importante des frayères situées en amont qui fait que lorsque les larves parviennent au niveau de la station E elles ont atteint une taille supérieure à 50mm.

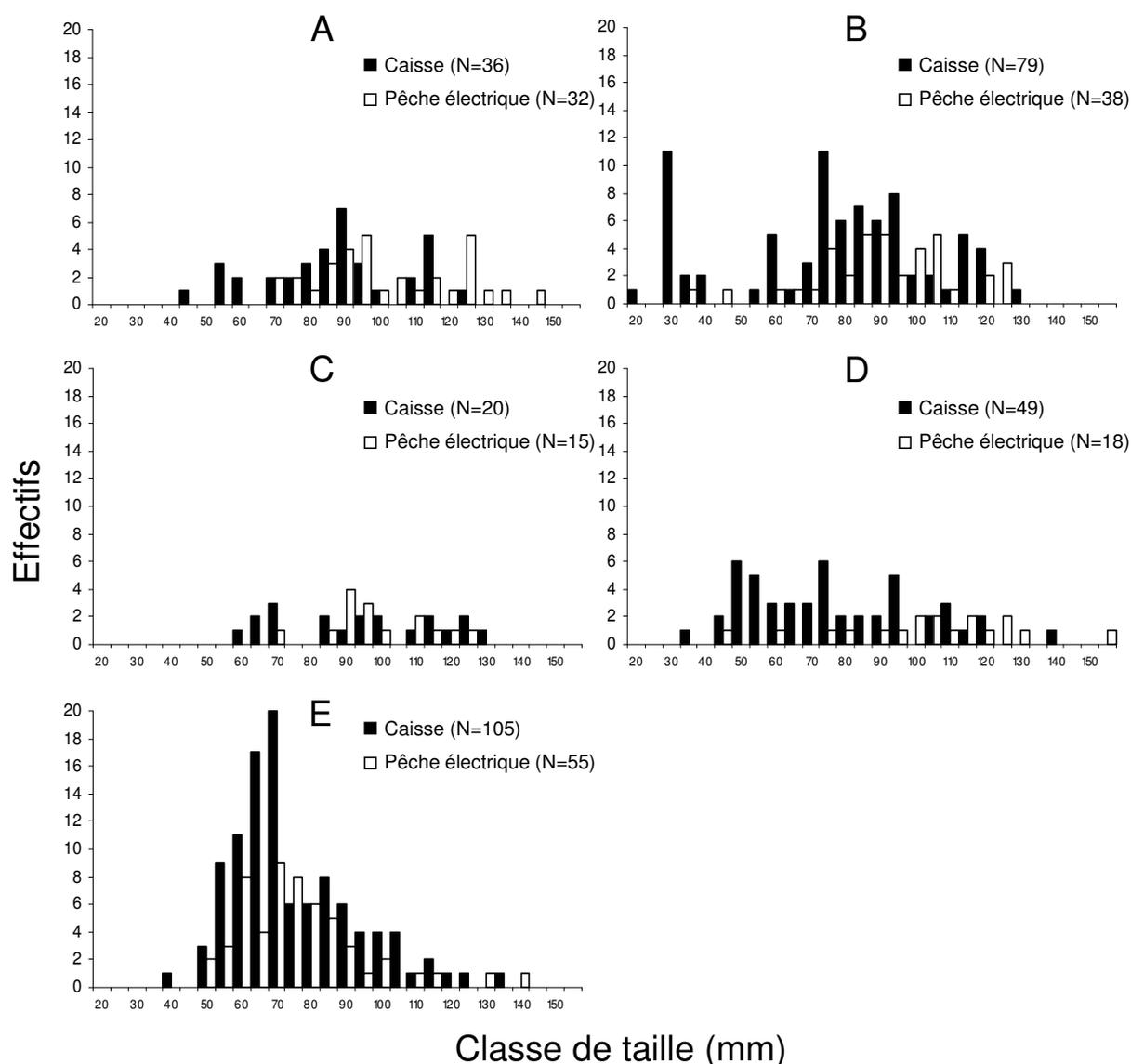


Figure 39 : Fréquence de taille dans les cinq stations échantillonnées selon la technique utilisée.

4.2. Application de la méthode sur l'Oir et la Bresle

4.2.1. Introduction

La méthode de la caisse, mise au point et présentée dans le chapitre précédent a été appliquée à l'automne 2009 sur la Bresle (avec l'aide des techniciens et agents de la DAST Station d'Eu et du SD 76) et sur l'Oir dans le but de *i.* voir si la méthode est efficace pour capturer les 0+ et *ii.* voir si la méthode était applicable dans un autre contexte, notamment sur un système plus grand comme la Bresle.

4.2.2. Matériel et méthode

Quatre sites ont été échantillonnés sur l'Oir (Figure 40). 30 échantillons par sites ont été collectés dans quatre stations différentes (A'', B'', C'', D'').

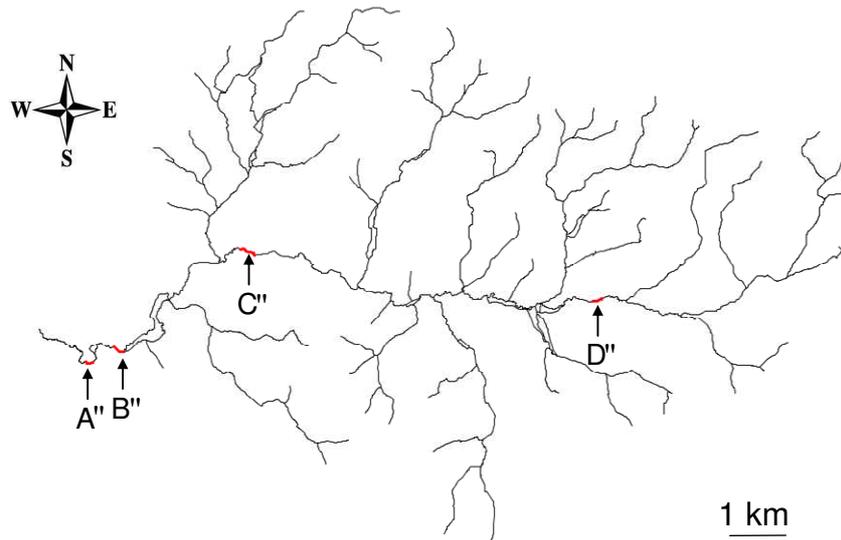


Figure 40 : Localisation des stations échantillonnées sur l'Oir.

Sur la Bresle, cinq sites ont été échantillonnés (Figure 41). 30 échantillons ont été prélevés aux sites A_b et E_b, et seulement 10, 20 et 17 aux sites B_b, C_b et D_b, respectivement. Les raisons sont diverses : profondeur d'eau trop importante (site B), très faibles densités de lamproies (site D) et habitats favorables en quantité insuffisante (site C). Cependant, un choix plus judicieux de stations présentant une configuration adéquate pourra permettre de réaliser ultérieurement l'ensemble des 20 à 30 points nécessaires par station échantillonnée.

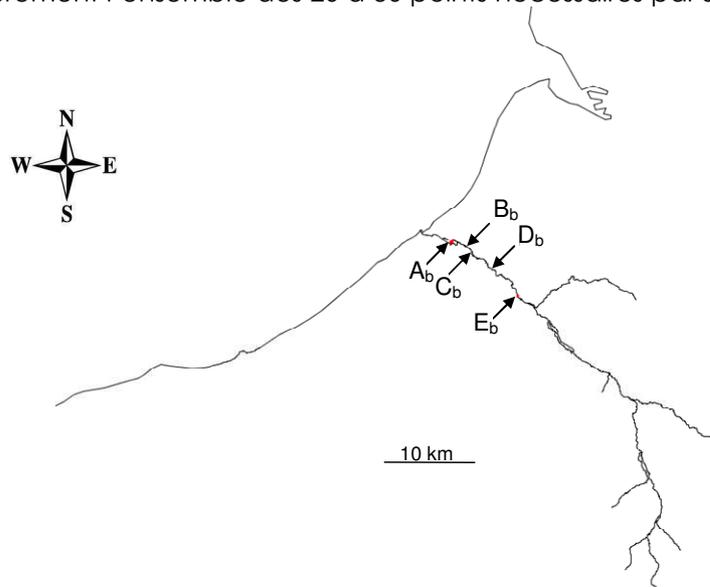


Figure 41 : Localisation des stations échantillonnées sur la Bresle.

4.2.3. Résultats-discussion

a/ Abondances

Sur la Bresle, 260 lamproies ont été capturées sur l'ensemble des échantillons prélevés, correspondant à une densité moyenne globale de 20.52 ind./m² d'habitat favorable (Tableau XV). Un seul individu métamorphosé a été capturé. Il s'agissait d'une Lamproie de Planer (site E).

Sur l'Oir, 565 individus ont été collectés, correspondant à une densité moyenne globale de 39.24 ind./m² d'habitat favorable (Tableau XV). Parmi elles ont été trouvées 10 individus de lamproies fluviatiles métamorphosées (7 dans le site A, et 3 dans le site B), trois individus de lamproies marines métamorphosés (1 dans le site A et 2 dans le site B), 14 larves de lamproies marines (8 dans le site A et 6 dans le site B), et enfin, 2 individus métamorphosés de Lamproie de Planer ont été capturés (sites C et D). Les densités observées sur l'Oir en juin étaient beaucoup plus faible, ce qui s'explique par la présence de nombreux individus 0+ en octobre qui n'étaient pas échantillonnés en juin (car trop petit ou cantonnés juste sous les zones de fraie).

Tableau XV : Résultats des captures de larves de lamproies effectuées à l'aide de la méthode de la caisse sur l'Oir et la Bresle en octobre 2009.

Rivière	Site	N échantillon	N Lamproies	Densité moy. (ind/m ²)
Oir	A''	30	129	35.83
	B''	30	199	55.28
	C''	30	104	28.89
	D''	30	133	36.94
Bresle	A _b	30	142	39.44
	B _b	10	32	8.89
	C _b	17	31	8.61
	D _b	20	2	0.56
	E _b	30	53	14.72

b/ Distribution des classes de taille

Contrairement à juin 2009, la cohorte des 0+ (correspondant à un mode centré sur 30 mm ; Figure 42) apparaît nettement sur l'Oir. Ceci confirme que la méthode est efficace pour capturer les plus petits individus et donc pour caractériser le recrutement. Cette cohorte est présente également sur la Bresle, ce qui tend à confirmer que la quasi-absence de frayères constatée lors du comptage effectué en Mai (voir partie 2.2.2) est liée à des problèmes méthodologiques.

Par ailleurs, il est intéressant de constater que les fréquences de distribution des différentes classes de tailles sont assez comparables entre l'Oir et la Bresle (Figure 42 ; test de KS : D = 0.0749, p-value = 0.3016), et ce malgré une grande différence dans les caractéristiques de ces deux cours d'eau.

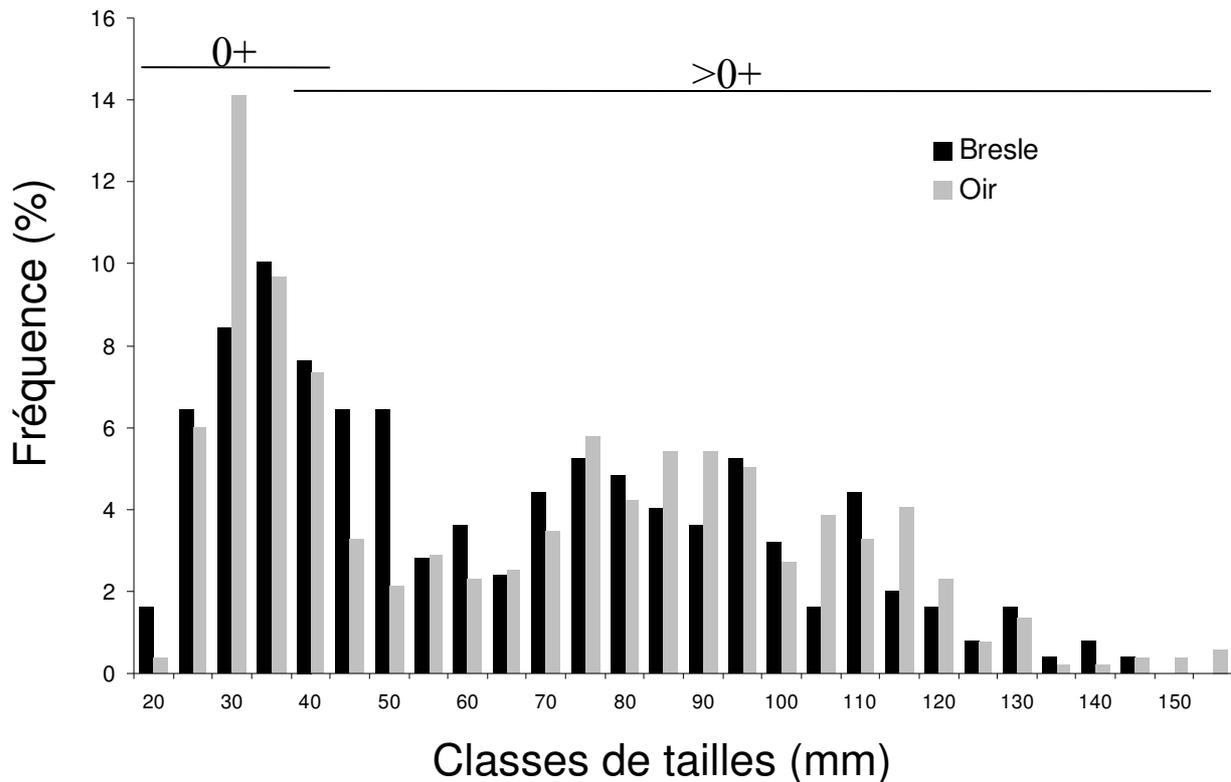


Figure 42 : Structure de tailles des populations d'ammocètes échantillonnées sur l'Oir et sur la Bresle en octobre 2009. La distinction des stades 0+ et >0+ est basée sur les travaux d'Hardisty (1961).

4.3. Conclusions

Dans les petits cours d'eau (quelques mètres seulement de large), il n'est pas toujours possible d'appliquer les protocoles d'échantillonnage quantitatif existant basés sur l'utilisation de méthode de déplétion par pêches électriques successives dans un quadrat d'1m de côté comme cela est préconisé par Torgersen & Close (2004) et Nunn et al. (2008). Les surfaces d'habitats à ammocètes sont en effet trop petites. La méthode de la caisse développée dans ce travail est adaptée aux petits cours d'eau et permet d'obtenir des données quantitatives fiables. En théorie, tous les individus présent dans l'enceinte de 30 cm x 40 cm devraient être échantillonnés pourvu que *i.* la caisse soit enfoncée profondément dans le substrat (jusqu'à 15 cm max) empêchant l'échappement des larves, *ii.* la totalité des sédiments de 0 à 15cm de profondeur max soit prélevée, *iii.* des captures supplémentaires soient réalisés à l'épuisette dans l'enceinte pour filtrer les sédiments restant et les larves présents dans la colonne d'eau et enfin, *iv.* les larves capturées soient extraites des sédiments à l'aide d'un tamis à maille fine. Cependant, l'échantillonnage est limité aux zones peu profondes (<45 cm avec les dimensions de la caisse utilisée ici) mais qui, de toute façon, ne sont accessibles avec les méthodes de pêche électrique. A l'inverse, la méthode d'échantillonnage par pêche électrique et échantillons ponctuels d'abondance n'est pas apparue convaincante : son efficacité de capture est moindre et elle est fortement taille-dépendante. En utilisant la méthode de la caisse, il est possible d'échantillonner à l'aide de 2 personnes au moins 2 sites de 30 échantillons chacun par jour. Elle présente un bon compromis coût/bénéfice.

Dans les rivières anglaises, Hardisty (1961) a montré que les 0+ de lamproies de Planer étaient rarement échantillonnées avant juillet alors qu'elles mesurent en moyenne 18mm. C'est seulement après les crues qu'elles sont redistribuées le long du cours d'eau en aval des sites de pont. Notre travail le confirme puisque la cohorte de 0+ était passée inaperçue sur l'Oir en juin, alors qu'elle était clairement identifiée en octobre. Ainsi, il est recommandé de réaliser les campagnes d'échantillonnage plutôt à la fin de l'été ou à l'automne avant la montée des eaux afin d'échantillonner les 0+ et de pouvoir estimer le recrutement annuel (Moser et al., 2007). Par ailleurs, selon Hardisty & Potter (1971), la profondeur d'enfouissement des petites larves, dont les recrues, est de quelques centimètres seulement. Ainsi, s'il s'agit simplement d'évaluer le niveau de recrutement, il est certainement possible de ne prélever que la couche superficielle des sédiments à l'aide d'une épuisette à maille fine. Ce procédé permettrait de réduire le volume de sédiment à traiter et donc, de gagner du temps.

Les méthodes de dragage des sédiments sont supposées perturber le lit de la rivière. Cependant, en réduisant la surface prélevée, cette perturbation est faible. Par exemple, un jeu de 30 échantillons ne représente qu'une surface de 3,6m² d'habitat favorable ce qui est très peu à l'échelle d'un site de plusieurs dizaines de mètres de longueur. Cependant, pour travailler en minimisant l'impact de l'échantillonnage sur l'habitat il semble préférable de ne pas échantillonner un site trop fréquemment. Une session annuelle au plus semble tout à fait raisonnable.

La méthode de la caisse développée dans ce travail est particulièrement adaptée aux petits cours d'eau qui représentent une fraction importante du réseau hydrographique. Mais elle peut également être appliquée dans des systèmes moyens comme la Bresle. C'est une méthode rapide, légère et sécurisée dont les éléments constitutifs pourront être améliorés.

5. Conclusion générale

Les objectifs de la fiche action étaient ambitieux dans la mesure où trois taxons (*P. marinus*, *L. fluviatilis* et *L. planeri*) devaient être étudiés dans trois hydrosystèmes fort contrastés et éloignés les uns des autres dans leurs caractéristiques hydroclimatiques.

Si ces stations sont sans doute efficaces dans la capture et le suivi des salmonidés, il s'est rapidement avéré qu'elles étaient peu fonctionnelles pour le suivi des lamproies migrantes (franchissement par le réseau hydrographique resté libre). Les installations en place étaient totalement inefficace pour obtenir des informations sur la dévalaison des juvéniles, aussi deux systèmes de piégeage ont été mis en place sur les rivières Oir et Scorff. D'après les premiers résultats, ces systèmes semblent efficaces pour l'obtention d'indicateurs d'abondance de lamproies migrantes en particulier sur l'Oir. Ces résultats sont originaux en France pour les deux espèces migrantes et ont permis de noter sur l'Oir les dates et les conditions hydrologiques occasionnant la dévalaison des individus. Toutefois, des améliorations techniques sont envisageables.

Malgré ces difficultés, l'étude a atteint ses objectifs en apportant une synthèse générale réactualisée, voire originale, de quelques traits écologiques de ces espèces en prenant en compte les étapes de leur développement (écophases larvaire, juvénile et adulte) pour analyser le niveau de connectivité des réseaux étudiés et leur impact sur la fonction de reproduction.

L'évaluation des flux de migrants aux stations de comptage étant délicate, le travail s'est porté, comme l'expérience des suivis nous l'avait montré les années précédentes, sur la reconnaissance le long du cours d'eau du nombre de nids et de leur localisation GPS de façon à pouvoir porter l'information géoréférencée sur un fond de carte (cartes IGN au 25/1000 par exemple). Ces résultats peuvent servir à identifier et à protéger les habitats essentiels à la reproduction et à la croissance des larves.

L'étude a confirmé que chez les lamproies fluviatiles et de Planer la reproduction fugace nécessite une présence régulière sur le terrain pour repérer les nids et les géniteurs. Cette assiduité a permis d'observer le regroupement particulier et relativement fréquent de ces deux taxons dans des nids et de noter des accouplements croisés renforçant les doutes quant à leur degré de spéciation. Ces observations toutefois restreintes sont à multiplier sur les différents cours d'eau pour en comprendre les raisons précises et proposer éventuellement des mesures de gestion adaptées.

L'étude des populations larvaires s'est appuyée sur la mise au point d'une méthodologie d'échantillonnage souple d'utilisation et transposable à tout type de cours d'eau. La pêche électrique et l'utilisation d'une enceinte enfoncée dans le sédiment ont été comparées en parallèle sur les mêmes secteurs. Les résultats ont montré que le prélèvement dans une enceinte reste le plus performant en termes d'efficacité de capture des larves, sans sélectivité en taille particulière. La méthode est rapide et ne nécessite que deux agents. La taille de l'enceinte reste à adapter aux surfaces de substrat optimal (sablo-limoneux) disponibles dans le cours d'eau. L'analyse montre que dans le cadre des rivières échantillonnées (Oir et Bresle) un nombre minimum de 20 prélèvements est nécessaire pour déterminer la densité des larves. Cette méthode permet d'identifier les zones d'habitats essentiels aux larves et éventuellement de repérer, par les variations d'abondance longitudinale et les tailles capturées, l'emplacement de frayères localisées plus en amont.

6. Bibliographie

- Appelgate, V. (1950). Natural history of the sea lamprey (*Petromyzon marinus*) in Michigan. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service Special Scientific Report: Fisheries, 237p.
- Beamish, R.J., Neville, C.E.M. (1992). The importance of size as an isolating mechanism in lampreys. *Copeia* 1992, 191-196
- Beaulaton, L., Taverny, C., Castelnaud, G., (2008). Fishing, abundance and life history traits of the anadromous sea lamprey (*Petromyzon marinus*) in Europe. *Fisheries Research* 92, 90-101.
- Bergstedt, R.A., Genovese, J.H. (1994). New technique for sampling sea lamprey larvae in deepwater habitats. *North American Journal of Fisheries Management* 14, 449-452.
- Besson, S., Bouchard, J. (2008). Suivi de la reproduction de la Lamproie de Planer (*Lampetra planeri*, Bloch, 1784) en Bourgogne Franche-Comté - Bilan des prospections 2007. 35 p.
- Blank, M., Jurss, K., Bastrop, R. A. (2008). Mitochondrial multigene approach contributing to the systematics of the Brook and River Lampreys and the phylogenetic position of *Eudontomyzon mariae*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65, 2780-2790.
- Boussion, D. (2008). Frayères lamproies marines, bassin Oust-Vilaine - Année 2008, Rapport ONEMA, 22p.
- Bowen, A.K., Weisser, J.W., Bergstedt, R.A., and Famoye, F. (2003). Response of larval sea lampreys (*Petromyzon marinus*) to pulsed DC electrical stimuli in laboratory experiments. *Journal of Great Lakes Research* 29, 174-182.
- Cameron, A., Trivedi, P. (1998). Regression analysis of count data. Cambridge University Press. 436p.
- Cochran, P.A., Gripentrog, A.P. (1992). Aggregation and spawning by lampreys (genus *Ichthyomyzon*) beneath cover. *Environmental Biology of Fishes* 33, 381-387.
- Copp, G. (1989). Electrofishing for fish larvae and 0+ juveniles: equipment modifications for increased efficiency with short fishes. *Aquaculture Research* 20, 453-462.
- Cucherousset, J., Sabatié, M., Jeannot, N. (2005). Sea lampreys (*Petromyzon marinus*) upstream migration and the impact of dam destruction on catchment colonisation. Poster. DiadFish : les poissons migrateurs amphihalins d'Europe, Bordeaux, 29/03/2005-00/04/2005.
- Derosier, A.L., Jones, M.L., Scribner, K.T. (2007). Dispersal of sea lamprey larvae during early life: relevance for recruitment dynamics. *Environmental Biology of Fishes* 78, 271-284.
- Ducasse, J., Leprince, Y. (1980). Etude préliminaire de la biologie des lamproies dans le bassin de la Garonne et de la Dordogne. Rapport CTGREF - E.N.I.T.E.F., 151 p.
- Espanhol, R., Almeida, P.R., Alves, M.J. (2007). Evolutionary history of lamprey paired species *Lampetra fluviatilis* (L.) and *Lampetra planeri* (Bloch) as inferred from mitochondrial DNA variation. *Molecular Ecology* 16, 1909-1924.
- Gardinier, R. (2003). Identifying Lamprey: a field key for sea, river and brook Lamprey. *Conserving Natura 2000 Rivers Conservation Techniques Series No 4*, English Nature, Peterborough.
- Goodwin, C.E., Dick, J.T.A., Rogowski, D.L., Elwood, R.W. (2008). Lamprey (*Lampetra fluviatilis* and *Lampetra planeri*) ammocoete habitat associations at regional, catchment and microhabitat scales in Northern Ireland. *Ecology of Freshwater Fish* 17, 542-553.

- Hansen, M.J., Adams, J.V., Cuddy, D.W., Richards, J.M., Fodale, M.F., Larsons, G.L., Ollila, D.J., Slade, J.W., Steeves, T.B., Young, R.J. and Zerrenner, A. (2003). Optimizing larval assessment to support sea lamprey control in the Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research* 29, 766-782.
- Hardisty, M.W. (1961). The growth of larval lampreys. *Journal of Animal Ecology* 30, 357-371.
- Hardisty, M.W. (1963). Fecundity and speciation in lampreys. *Evolution* 17, 17-22.
- Hardisty, M.W., Potter, I.C. (1971). *The biology of lampreys, Volume 1*, Academic Press, London, New York.
- Hardisty, M.W. (2006). *Lampreys: life without jaw*. Forrest Text, Ceredigion, UK. 272 p.
- Harvey, J., Cowx, I. (2003). Monitoring the river, brook and sea Lamprey, *Lampetra fluviatilis*, *L. planeri* and *Petromyzon marinus*. *Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series No 5*, English Nature, Petersborough.
- Huggins, R.J., Thompson, A. (1970). Communal spawning of brook and river lampreys, *Lampetra planeri* Bloch and *Lampetra fluviatilis* L. *Journal of Fish Biology* 2, 53-54.
- Igoe, F., Quigley, D.T.G., Marnell, F., Meskill, E., O'Connor, W., Byrne, C. (2004). The sea lamprey *Petromyzon marinus* (L.), river lamprey *Lampetra fluviatilis* (L.) and brook lamprey *Lampetra planeri* (Bloch) in Ireland: general biology, ecology, distribution and status with recommendation for conservation. *Biology and Environnement : Proceeding of the Royal Irish Academy* 104B, 43-56.
- Ihaka, R., Gentleman, R. (1996). R: A language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5, 299-314
- Jang, M.H., Lucas, M.C. (2006). Reproductive ecology of the river lamprey. *Journal of Fish Biology* 66, 499-512.
- Kainua, K., Valtonen, T. (1980). Distribution and abundance of European river lamprey (*Lampetra fluviatilis*) larvae in 3 Rivers running into Bothnian Bay, Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37, 1960-1966.
- Lucas, M.C., Bubb, D.H., Jang, M., Ha, K., Masters, J.E.G. (2009). Availability of and access to critical habitats in regulated rivers: effects of low-head barriers on threatened lampreys. *Freshwater Biology* 54, 621-634.
- Maitland, P. (2003). *Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey*. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No 5*, English Nature, Peterborough.
- Maitland, P.S. (1980). Review of the ecology of lampreys in Northern Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37, 1944-1952.
- Malavoi, J.R. (1989). Typology of flow features or morphodynamic units in high-energy streams. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 189-210.
- Malmqvist, B. (1983). Breeding behavior of brook lampreys *Lampetra planeri*: experiments on mate choice. *Oikos* 41, 43-48.
- Moser, M.L., Butzerin, J.M., Dey, D.B. (2007). Capture and collection of lampreys: the state of the science. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 17, 45-56.
- Mundahl, N.D., Sagan, R.A. (2005). Spawning ecology of the american brook lamprey, *Lampetra appendix*. *Environmental Biology of Fishes* 73, 283-292.
- Nelva, A., Persat, H., Chessel, D. (1979). Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichthyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Serie D*. 289, 679-791.
- Nunn, A.D., Harvey, J.P., Noble, R.A.A., Cowx, I.G. (2008). Condition assessment of lamprey populations in the Yorkshire Ouse catchment, North-East England, and the potential

- influence of physical migration barriers. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 18, 175-189.
- Pajos, T.A., Weise, J.G. (1994). Estimating population of larval sea lamprey with electrofishing sampling method. *North American Journal of Fisheries Management* 14, 580-587.
- Persat, H., Copp, G. (1990). Electric fishing and point abundance sampling for the ichthyology of large rivers. In: *Developments In Electric Fishing*, Cowx, I.G. (ed), Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications: Oxford; 197-209.
- Renaud, C.B. (1997). Conservation status of northern hemisphere lampreys (*Petromyzontidae*). *Journal of Applied Ichthyology* 13, 143-148.
- Renaud, C.B., Kaiser, K.L.E., Comba, M.E. (1995). Historical versus recent levels of organochlorine contaminants in lamprey larvae of the St. Lawrence River basin, Québec. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 52, 268-275.
- Renaud, C.B., Kaiser, K.L.E., Comba, M.E., Metcalfe-Smith, J.L. (1995). Comparison between lamprey ammocoetes and bivalve molluscs as biomonitors of organochlorine contaminants. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52, 276-282.
- Sabatié, M. (1998). *Éléments d'écologie de la lamproie marine (Petromyzon marinus L.) dans une rivière bretonne : le Scorff*. Rapport final de la convention Région Bretagne n° 12172/95 du 23.10.1995, 54 p.
- Sabatié, M.-R. (2001). *Inventaire des habitats fréquentés par les lamproies dans les rivières Scorff et Sarre*. Rapport final de la convention INRA-Syndicat du Bassin du Scorff : février 2001, 52 p.
- Sabatié, M.-R., Baglinière, J.-L. (2001a). La Lamproie marine (*Petromyzon marinus*, Linné 1758). Dans : *Atlas des poissons d'eau douce* Keith, P. et Allardi, J. (Coords.) Patrimoines naturels 47, 98-99
- Sabatié, M.-R., Baglinière, J.-L. (2001b). La Lamproie de rivière (*Lampetra fluviatilis*, Linné 1758). Dans : *Atlas des poissons d'eau douce* Keith, P. et Allardi, J. (Coords.) Patrimoines naturels 47, 100-101
- Sabatié, M.-R., Baglinière, J.-L. (2001c). La Lamproie de Planer (*Lampetra planeri*, Bloch 1784). Dans : *Atlas des poissons d'eau douce* Keith, P. et Allardi, J. (Coords.) Patrimoines naturels 47, 102-103
- Schreiber, A., Engelhorn, R. (1998). Population genetics of a cyclostome species pair, river lamprey (*Lampetra fluviatilis* L) and brook lamprey (*Lampetra planeri* Bloch). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 36, 85-99.
- Slade, J.W., Adams, J.V., Christie, G.C., Cuddy, D.W., Fodale, M.F., Heinrich, J.W., Quinlan, H.R., Weise, J.G., Weisser, J.W., Young, R.J. (2003). Techniques and methods for estimating abundance of larval and metamorphosed sea lampreys in Great Lakes tributaries, 1995 to 2001. *Journal of Great Lakes Research* 29, 137-151.
- Steeves, T.B., Slade, J.W., Fodale, M.F., Cuddy, D.W., Jones, M.L. (2003). Effectiveness of using backpack electrofishing gear for collecting sea lamprey (*Petromyzon marinus*) larvae in Great Lakes tributaries. *Journal of Great Lakes Research* 29, 161-173.
- Stone, J., Barndt, S. (2005). Spatial distribution and habitat use of Pacific lamprey (*Lampetra tridentata*) ammocoetes in a Western Washington stream. *Journal of Freshwater Ecology* 20, 171-185.
- Sugiyama, H., Goto, A. (2002). Habitat selection by larvae of a fluvial lamprey, *Lethenteron reissneri*, in a small stream and an experimental aquarium. *Ichthyological Research* 49, 62-68.
- Taverny, C., Urdaci, M., Elie, A., Beaulaton, L., Ortusi, I., Daverat, F. (2005). *Biologie, écologie et pêche des lamproies migratrices (agnathes amphihalins) - Rapport final, troisième tranche fonctionnelle*. Cestas, Cemagref Bordeaux. Etude n° 99, 71 p.

- Taverny, C., Urdaci, M., Elie, P., 2004. Biologie, écologie et pêche des lamproies migratrices (Agnathes amphihalins) - Deuxième tranche fonctionnelle. Cestas, Cemagref Bordeaux : 49p.
- Torgersen, C.E., Close, D.A. (2004). Influence of habitat heterogeneity on the distribution of larval Pacific lamprey (*Lampetra tridentata*) at two spatial scales. *Freshwater Biology* 49, 614-630.
- Wagner, M., Twohey, M., Finec, J. (2009). Conspecific cueing in the sea lamprey: do reproductive migrations consistently follow the most intense larval odour? *Animal Behaviour* 78, 593-599 .
- Weisser, J.W., Klar, G.T. (1990). Electric fishing for sea lamprey (*Petromyzon marinus*) in the Great Lakes Region of North America. In: Cowx, I.G. (ed) *Developments in electric fishing*. Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications: Oxford, pp 59-64.
- Young, R.J., Kelso, J.R.M., Weise, J.G. (1990). Occurrence, relative abundance, and size of landlocked sea lamprey (*Petromyzon marinus*) ammocoetes in relation to stream characteristics in the Great-Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47, 1773-1778.

7. Liste des figures, photographies et tableaux

7.1. Figures

Figure 1 : Cycle de vie de <i>Petromyzon marinus</i>	14
Figure 2 : Cycle de vie de <i>Lampetra fluviatilis</i>	15
Figure 3 : Cycle de vie de <i>Lampetra planeri</i>	16
Figure 4 : Disque buccaux de <i>Petromyzon marinus</i> (à gauche), <i>Lampetra fluviatilis</i> (au centre) et de <i>L. planeri</i> (à droite) (d'après Hardisty & Potter, 1971 et Ducasse & Leprince, 1980).....	17
Figure 5 : Localisation des bassins ateliers.....	20
Figure 6 : Localisation du Moulin des Geins sur l'Oir.....	24
Figure 7 : Variation des effectifs de lamproies fluviatiles capturés au cours de la saison de migration 2009.....	26
Figure 8 : Distribution des fréquences de taille des lamproies fluviatiles (tous sexes confondus) en fonction de la date de pêche. Les traits verticaux rouges indiquent les limites des premiers et derniers quartiles (pointillés) ainsi que la médiane.....	27
Figure 9 : Taille moyenne et écart-type des lamproies fluviatiles capturées en fonction du temps au cours de la saison de migration 2009.....	28
Figure 10 : Relation taille-poids chez des lamproies fluviatiles en février et en mars 2009 fonction de la date.....	28
Figure 11 : Localisation des secteurs de suivi des frayères de lamproies fluviatiles et de Planer sur le bassin de l'Oir.....	32
Figure 12 : Effort de prospection (linéaire parcouru) et effectifs des frayères de lamproies de Planer et fluviatiles au cours de la saison de reproduction 2009.....	33
Figure 13 : Densité de nids de lamproies de Planer et fluviatiles dans les différents secteurs suivis en fonction du temps.....	34
Figure 14 : Localisation des frayères de lamproies fluviatiles et lamproies de Planer recensées le 7 avril 2009 sur le secteur situé en aval du Moulin de Cerisel.....	36
Figure 15 : Localisation des secteurs de suivi des frayères de lamproies marines. A' = 2570m, B' = 1850m sur le bassin de l'Oir.....	37
Figure 16 : Secteur de comptage des frayères de lamproies fluviatiles sur la Bresle.....	39
Figure 17 : Localisation des frayères de lamproies fluviatiles observées en mai 2009.....	40
Figure 18 : Localisation des obstacles actuels et anciens entre le Moulin des Princes et le Moulin du Herveno sur le Scorff.....	42
Figure 19 : Distribution des frayères de lamproies marines recensées en 2009 sur la partie aval du Scorff.....	44
Figure 20 : Localisation des zones de frayères et effectifs des nids de lamproies marines (a), et densité de nids par secteur inter-obstacles (b).....	45
Figure 21 : Effectifs cumulés de nids de lamproies marines (regroupés en frayères) en fonction de la distance amont en 2009. La ligne pointillée représente la tendance globale de la relation.....	46
Figure 22 : Variation des effectifs de nids de lamproies marines recensées sur le Scorff entre 1994 et 2009.....	47
Figure 23 : Nombre moyen de nids dans les différents secteurs inter-obstacles.....	48
Figure 24 : Densité moyenne de nids dans les différents secteurs inter-obstacles.....	48
Figure 25 : Densité moyenne de nids dans les différents secteurs inter-obstacles pour la période 1994-1999 (avant l'effacement du barrage de Pont Kerlo) et 2001-2009.....	49
Figure 26 : Abondance relative moyenne de nids dans les différents secteurs inter-obstacles pour la période 1994-1999 (avant l'effacement du barrage de Pont Kerlo) et 2001-2009.....	49
Figure 27 : Relation entre l'indice de colonisation et le nombre total de nids de lamproies marines recensés.....	51
Figure 28 : Indice de Colonisation moyen (\pm SD) pour les périodes antérieures et postérieures à l'effacement du barrage de Pont Kerlo (2000).....	51

Figure 29 : Effectifs de juvéniles de lamproies capturées lors de la dévalaison en 2008.	54
Figure 30 : Localisation schématique des zones de sédimentation favorables à l'installation des ammocètes.	57
Figure 31 : Matériel dérivé du filet de Surber conçu pour l'échantillonnage des ammocètes.	62
Figure 32 : Localisation des stations d'échantillonnage des ammocètes.	65
Figure 33 : Distribution des captures selon la technique utilisée.	66
Figure 34 : Abondances de larves obtenues selon la méthode utilisée et les sites.	67
Figure 35 : Densités observées dans les différents sites prospectés avec la caisse.	68
Figure 36 : Variation de l'effectif moyen par échantillon en fonction du nombre d'échantillons prélevés et selon la technique utilisée.	69
Figure 37 : Taille moyenne des individus capturés selon la technique utilisée.	69
Figure 38 : Effectif (haut) et fréquence (bas) de tailles des ammocètes capturées selon la technique utilisée (juin 2009).	70
Figure 39 : Fréquence de taille dans les cinq stations échantillonnées selon la technique utilisée.	72
Figure 40 : Localisation des stations échantillonnées sur l'Oir.	73
Figure 41 : Localisation des stations échantillonnées sur la Bresle.	73
Figure 42 : Structure de tailles des populations d'ammocètes échantillonnées sur l'Oir et sur la Bresle en octobre 2009. La distinction des stades 0+ et >0+ est basée sur les travaux d'Hardisty (1961).	75
Figure 43 : Mode opératoire pour l'échantillonnage des ammocètes à l'aide de l'enceinte de prélèvement. Voir texte pour les détails.	86

7.2. Photographies

Photo 1 : Individu métamorphosé de <i>Lampetra planeri</i> (en haut) et ammocètes de <i>Lampetra</i> sp. de différents âges capturés sur l'Oir à l'automne 2009. (Photo : E-Lasne).	16
Photo 2 : Adultes de <i>Petromyzon marinus</i> , <i>Lampetra fluviatilis</i> et <i>L. planeri</i> (de haut en bas) capturés sur l'Oir au printemps 2009 (photo E.Lasne).	17
Photo 3 : Orifice génital femelle (à gauche) et mâle (à droite) de lamproies fluviatiles capturées sur la Béthune (76) (photo : MR Sabatié).	18
Photo 4 : Mâle (en haut) et femelle (en bas) de lamproies de Planer capturées sur l'Oir (50) (photo : F Marchand).	18
Photo 5 : Mâle de Lamproie marine observée sur le loc'h (56) (photo : MR Sabatié).	19
Photo 6 : le Scorff en aval du Moulin du Stang (photo : MR Sabatié)	21
Photo 7 : lamproies marines sur nid (Photo : MR Sabatié).	43
Photo 8 : Nid vide de Lamproie marine (Photo : MR Sabatié).	43
Photo 9 : Dispositif de capture des lamproies diadromes métamorphosées à l'avalaison (Photo : J. Tremblay)	54
Photo 10 : Dispositif de capture des lamproies marines métamorphosées à l'avalaison. Les pointillés indiquent l'emplacement la poche (Photo : N. Jeannot).	55
Photo 11 : Echantillonnage par pêche électrique selon la méthode des EPA.	61
Photo 12 : Prélèvement d'un échantillon à l'aide de la caisse (R Sabatié – Agrocampus Ouest).	63
Photo 13 : Utilisation d'un tamis à maille fine (1mm) pour faciliter le tri des sédiments. (JL Fagard – ONEMA).	63

7.3. Tableaux

Tableau I : Synthèse des indicateurs d'abondance abordés pour les différentes espèces de lamproies et les différents cours d'eau de l'ORE.	12
Tableau II : Méthodes d'estimation des abondances et flux de géniteurs.	23
Tableau III : Effectifs, tailles (écart-type), masse (écart-type) des géniteurs de lamproies fluviatiles capturées en aval du Moulin des Geins à différentes dates.	25

Tableau IV : Sélection du modèle $\ln(\text{masse})$	28
Tableau V : Paramètres du modèle $\ln(\text{masse})=f(\ln(\text{taille})+\text{date})$	29
Tableau VI : Description des secteurs prospectés	31
Tableau VII : Composition des frayères recensées le 7 avril 2009 sur le secteur situé en aval du Moulin de Cerisel.	36
Tableau VIII : Effectifs de frayères de lamproies marines sur les secteurs A' et B' (voir Figure 15).	38
Tableau IX : Description des premiers obstacles à la migration amont des poissons diadromes, et impacts pour la lamproie.	41
Tableau X : Effectifs de nids de lamproies marines recensées sur le Scorff entre 1994 et 2009.	46
Tableau XI : Evolution temporelle de l'indice de colonisation (IC) des lamproies marines le long du Scorff.....	50
Tableau XII : Différents types d'habitats des cours d'eau et leur qualité vis-à-vis des larves d'ammocètes (d'après Slade et al. 2003).....	58
Tableau XIII : Caractéristiques des sites d'échantillonnage des ammocètes.....	64
Tableau XIV : Analyse de la déviance du GLM pour les données d'abondances.....	67
Tableau XV : Résultats des captures de larves de lamproies effectuées à l'aide de la méthode de la caisse sur l'Oir et la Bresle en octobre 2009.	74
Tableau XVI : Différents types d'habitats des cours d'eau et leur qualité vis-à-vis des larves d'ammocètes.....	86

8. Fiche Technique : Technique d'échantillonnage des larves de lamproies

8.1. Technique de prélèvement :

La technique d'échantillonnage décrite ci-dessous permet d'évaluer l'abondance et les caractéristiques (en termes de structure de taille par exemple) des populations de lamproies au stade larvaire. Pour plus de détails, se reporter au corps du rapport.

Moyens humains :

- le protocole peut être appliqué à seulement 2 personnes. Néanmoins, pour plus de confort et de rapidité, 3 personnes ou davantage peuvent être requises.

Moyens matériels :

- une enceinte de prélèvement PVC d'emprise 0.3 x 0.4 m équipée d'un filet de maille 1 mm (voir annexe 1).
- une épuisette à cadre métallique rigide de largeur comprise entre 25 et 29 cm et de maille 1 mm.
- une paire de gant à manches longues solides pour prélever le sédiment
- un tamis à maille fine (1mm) d'un demi-mètre carré au moins permettant de bien étaler les sédiments (voir annexe 2)
- une petite épuisette d'aquariophilie à maille fine
- un seau avec couvercle pour le stockage des ammocètes
- des feuilles de terrain
- un anesthésiant (eugénol, benzocaïne par exemple)
- des gants à usage unique type chirurgical

Mode opératoire pour le prélèvement d'un échantillon (voir Figure 43):

1. Après localisation du microhabitat à échantillonner, la caisse est positionnée et enfoncée dans le substrat jusqu'à une profondeur de 15 cm, limite maximale d'enfouissement des plus grandes larves (NB : la profondeur de l'eau et du substrat peuvent être relevée à ce moment). Par ailleurs, l'enceinte ne doit pas être entièrement submergée.
2. L'opérateur drague les sédiments à l'aide de ses mains protégées par des gants à manche longues, verse les sédiments dans le filet de l'enceinte jusqu'à la limite d'enfouissement (15 cm max.).
3. L'opérateur filtre ensuite à plusieurs reprises la colonne d'eau et le reste de sédiments restants à l'aide de l'épuisette, en versant son contenu au fur et à mesure dans le filet de l'enceinte de façon à récupérer les larves de lamproies restantes.
4. Les sédiments sont une première fois rincés dans le filet de l'enceinte puis déposés dans le tamis où ils sont à nouveau rincés
5. Les ammocètes sont récupérées.

Selon les objectifs de l'étude, les ammocètes sont comptées voire mesurées après chaque prélèvement. Sinon, elles peuvent être stockées dans un seau avec couvercle et traitées en fin de station.

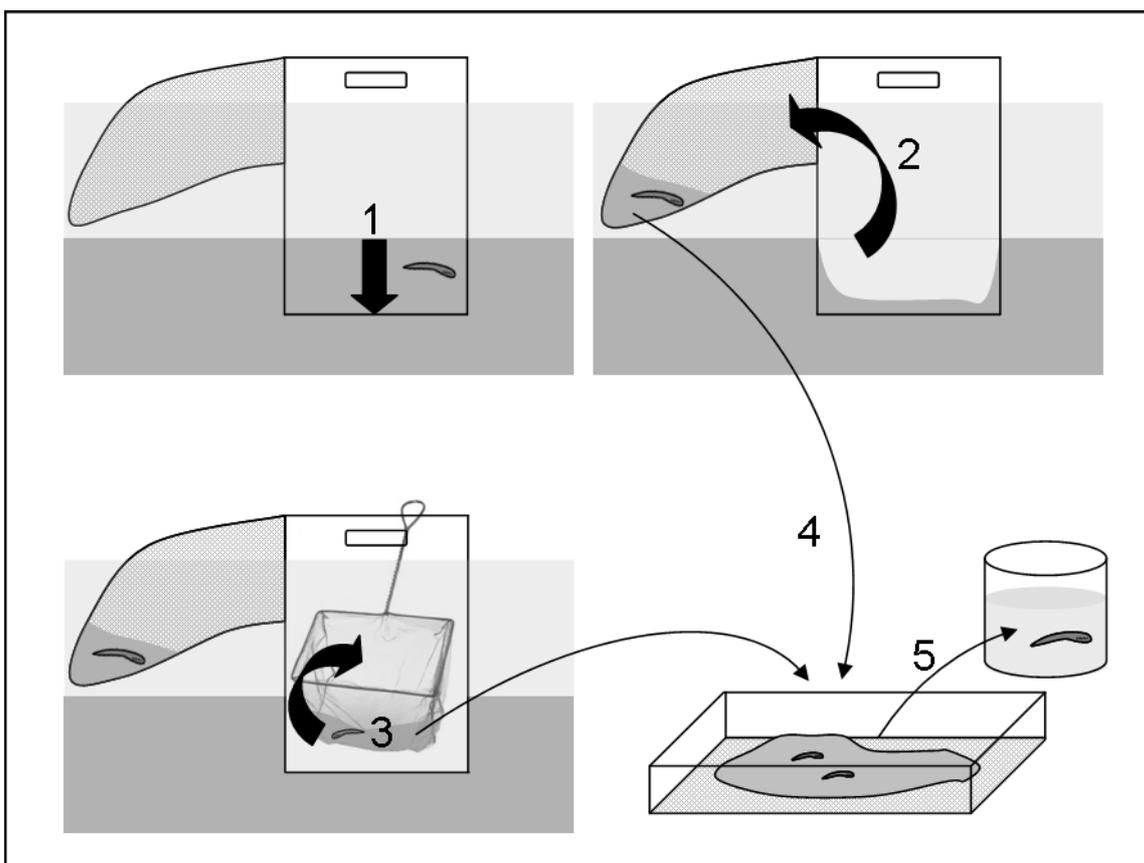


Figure 43 : Mode opératoire pour l'échantillonnage des ammocètes à l'aide de l'enceinte de prélèvement. Voir texte pour les détails.

8.2. Stratégie d'échantillonnage :

Dans une station, les échantillons sont récoltés de l'aval vers l'amont. La stratégie d'échantillonnage, c'est-à-dire le nombre et la localisation des prélèvements par station, le nombre de stations échantillonnées, la date et la fréquence d'échantillonnage, dépendent des objectifs de l'étude. Les habitats échantillonnés sont généralement les habitats qualifiés « optimaux » pour les larves (Tableau XII).

Tableau XVI : Différents types d'habitats des cours d'eau et leur qualité vis-à-vis des larves d'ammocètes

Type I : optimal	Type II : sub-optimal	Type III : inapproprié
Zones de dépôt où s'accumulent les limons et la matière organique fine, accompagné accessoirement de sables fins.	Zones sableuses ou sablo-limoneuses fermes. Présence possible de graviers.	Zones de substrat grossier ou compact ou zones argileuse ou rocheuses où les ammocètes ne peuvent s'enfouir.

La présente fiche, dont l'objectif initial est avant tout de fournir une description de la technique d'échantillonnage, ne propose à cette fin que des simples recommandations ou des pistes que les maîtres d'œuvre peuvent adapter ou développer à leur guise.

Différentes démarches sont possibles et requièrent plus ou moins d'information qualitativement et quantitativement variable :

- démarche prospective, cartographie
- évaluation de l'impact d'une perturbation sur un cours d'eau
- suivi chronologique de stations de référence
- caractérisation de la population d'un bassin versant

8.3. Analyse des données :

8.3.1. Données faunistiques :

à l'échelle du prélèvement

A chaque prélèvement peut être associé un nombre d'individus caractérisés par l'espèce ou le genre auxquels ils appartiennent, leur stade de développement, leur taille et toutes autres variables qualitatives ou quantitatives.

à l'échelle d'un ensemble de prélèvement (station)

Les données issues des prélèvements effectués sur une station (voire un ensemble de stations) peuvent être regroupées, et donc, chaque station peut être associée à un nombre d'individus caractérisés par l'espèce ou le genre auxquels ils appartiennent, leur stade de développement, leur taille et toutes autres variables qualitatives ou quantitatives.

Les principaux descripteurs qui permettent de caractériser la population de lamproies d'une station et d'effectuer des comparaisons entre stations sont :

- l'abondance totale à l'échelle de la station
- la densité à l'échelle de la station (densité = abondance totale / [nombre de prélèvements x 0.12m²])
- l'abondance moyenne par prélèvement (et son écart-type ou son coefficient de variation),
- la fréquence d'occurrence (la proportion de prélèvement occupé par une catégorie d'individus),
- la structure de taille.

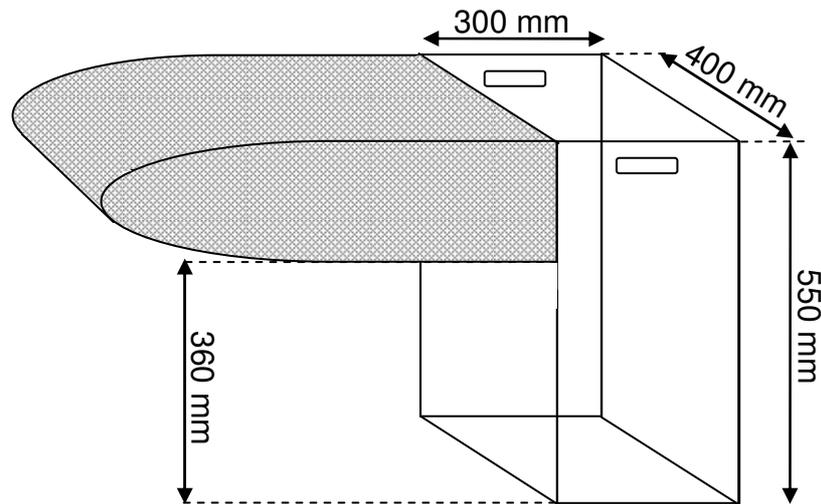
8.3.2. Données environnementales :

Il est utile de consigner un certain nombre de paramètres environnementaux pour décrire le contexte d'où proviennent les données biologiques et éventuellement réaliser des analyses de relations faune-habitat. A l'échelle du prélèvement, la hauteur d'eau et la profondeur de substrat, l'intensité du courant, la nature du substrat sont des variables clé. A l'échelle de la station, le linéaire prospecté, la morphologie de la station, la surface d'habitat optimal ou sub-optimal ou la présence de ripisylve, sont à prendre en considération.

9. Annexes

9.1. Annexe 1 : Enceinte de prélèvement

Description : Plaques PVC thermo déformées/thermocollées, ouverture permettant l'insertion d'un filet (ex : cadre d'épuisette, maille 1mm) dans des glissières, poignées découpées facilitant la manipulation.



9.2. Annexe 2 : Tamis

Description : Cadre en bois de dimensions, fond en de 1mm, flotteurs latéraux (tubes PVC ou autre système équivalent permettant le maintien du tamis immergé de quelques centimètres).



9.3. Annexe 3 : Propositions de stratégies d'échantillonnage.

Objectif	Localisation des stations	Nombre de stations	Localisation des prélèvements	Nombre de prélèvements (à titre indicatif, à préciser)	Période d'échantillonnage	Fréquence d'échantillonnage
Démarche prospective, cartographique	En aval de zones de fraie supposées	Selon taille du système étudié et selon moyens disponibles	Habitat optimal	≥ 20	Septembre-octobre (avant la montée des eaux) si recherche des 0+, sinon indifférent (préférer les périodes de basses eaux)	>5 ans
Evaluation de l'impact d'une perturbation	Au moins 2 stations requises : immédiatement en amont et immédiatement en aval de la perturbation	≥ 2	Habitat optimal	≥ 20	Si perturbation ponctuelle : le plus tôt possible, si perturbation durable : indifférent	Eventuellement 1 contrôle l'année suivant la restauration de l'intégrité du site
Suivi routinier (type réseau, observatoire)	Stations localisées en aval de zones de fraies	Selon taille du système étudié et selon moyens disponibles	Habitat optimal	≥ 20	Septembre-octobre (avant la montée des eaux)	Annuel si suivi du recrutement, sinon pluriannuel (2-3 ans)
Caractérisation de population (abondance, structure de taille, recrutement)	Réparties sur l'ensemble du bassin ou, pour les diadromes, en aval des obstacles infranchissables	Selon taille du système étudié et selon moyens disponibles	Habitat optimal et sub-optimal	≥ 30	Septembre-octobre (avant la montée des eaux)	Annuel si suivi du recrutement, sinon pluriannuel (2-3 ans)

