

Suivi de la lamproie marine sur la Dordogne et la Garonne

Année 2018

L. Carry ; D. Filloux ; B. Otalora ; F. Prellwitz



M I G A D O

RESUME

Suivi de la lamproie marine sur le bassin de la Garonne et de la Dordogne

Objectifs de l'action

- Radiopister un échantillon de la population sur la Garonne et la Dordogne pour suivre le comportement migratoire des individus sur l'ensemble du bassin
- Compléter le suivi de la reproduction afin de déterminer le stock reproducteur
- Acquérir de nouvelles connaissances sur l'habitat colonisé par l'espèce



2018 : une situation alarmante du stock reproducteur



100 lamproies suivies par radiopistage pendant 3 mois sur le bassin : 70 sur la Dordogne ; 30 sur la Garonne.



Front de colonisation situé très en aval sur les 2 axes : Bergerac sur la Dordogne et Tonneins sur la Garonne, soit à 140 km du Bec d'Ambès

Contexte

Au regard des indicateurs suivis par MIGADO (observation aux stations de contrôle, suivi de la reproduction, suivi des stades larvaires), la situation de l'espèce sur le bassin est très préoccupante avec une chute drastique des effectifs recensés, quels que soient les indicateurs .

Le radiopistage

Sur la Dordogne, le suivi par radiopistage, riche d'enseignements, a montré que 27 % des individus marqués migraient très rapidement jusqu'au barrage de Bergerac mais qu'aucun n'avait réussi à le franchir. En effet, sur les individus lâchés à Tressac le 22 mars, 2 ont atteint le barrage de Bergerac le 1er avril, soit 96 km en 8 jours. Sur le lâcher effectué à Lamothe, les résultats sont encore plus impressionnants puisqu'un individu est arrivé à Bergerac 2 jours après le lâcher, soit 44 km parcourus pendant ce court laps de temps ! Au total, les 18 individus qui se sont présentés au niveau de cet obstacle sont restés entre 2 et 3 mois au droit du site et 8 d'entre eux se sont repliés en fin de saison sur des secteurs situés entre 2 et 35 km en aval. Par ailleurs, 6 autres lamproies ont été déclarées pêchées (20 %) et 50 % d'entre elles ont été remises à l'eau. Ainsi, 57 individus sur 70 ont fréquenté les zones situées entre Castillon la Bataille et Bergerac pour se reproduire, soit 80 % des lamproies marquées. La cartographie des habitats réalisée sur l'ensemble du secteur couplée à la position ponctuelle des lamproies montrent qu'à minima 55 % des individus ont fréquenté des zones favorables à la reproduction. Malheureusement, quasiment aucun nid (seulement 12) et aucune larve de l'année (seulement 3) n'ont été répertoriés lors des suivis post migration.

Sur la Garonne, les résultats sont équivalents avec très peu d'individus sur les zones de reproduction et des zones d'arrêt de migration surprenantes situées dans un secteur influencé par la marée et non propices à la reproduction.

Bilan axes de travail / perspectives

Ces résultats sont factuels mais ne peuvent à eux seuls expliquer cette situation. La technique de radiopistage permet de suivre un comportement migratoire mais ne peut expliquer les problèmes liés à la reproduction et surtout savoir précisément si tous les individus migrants ont la capacité de se reproduire. Plusieurs hypothèses à ce sujet sont régulièrement soulevées au sein du COGEPOMI et le cas **de la prédation par le silure** apparaît comme étant potentiellement la plus problématique. En effet, le comportement de la lamproie pendant la phase de migration, alternant phase de migration avec phase de repos en étant fixée sur le substrat, en fait une proie facile. **Il s'agira en 2019 d'étudier cette hypothèse en marquant certains individus avec des tags prédatations qui ont la capacité de changer de code en cas d'ingestion.**

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes, organismes, et institutions qui soutiennent les programmes de veille des populations de poissons migrateurs que ce soit sur le plan financier ou technique.

Le présent rapport d'activité porte sur le suivi de la migration par radiopistage, de la reproduction naturelle et des stades larvaires de la lamproie marine sur la Dordogne en 2018. Nous tenons à remercier tous les organismes et toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'opération, et notamment :

- Les pêcheurs professionnels fluviaux de la Garonne et de la Dordogne pour leur participation lors des suivis et le partage de leur connaissance du terrain.
- Les techniciens rivière qui participent activement au suivi de la reproduction de la lamproie marine sur leurs secteurs d'action ;
- Le personnel technique de l'AFB, les techniciens et représentants des FDAAPPMA pour leur participation active aux suivis larvaires.
- Le personnel du syndicat d'aménagement du Ciron pour l'ensemble des suivis réalisés sur cet axe.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-------------------|
| REMERCIEMENTS | <i>i</i> |
| TABLE DES MATIERES | <i>ii</i> |
| LISTE DES ILLUSTRATIONS..... | <i>iii</i> |
| INTRODUCTION..... | 1 |
| 1 CONTEXTE | 2 |
| 1.1 Biologie et exigences..... | 2 |
| 1.2 Problématique :..... | 4 |
| 1.3 Objectifs :..... | 4 |
| 2 MATERIELS ET METHODES | 5 |
| 2.1 Contexte et Objectifs | 5 |
| 2.2 Le radiopistage | 7 |
| 2.2.1 Marquage des lamproies | 7 |
| 2.2.2 Lamproies témoins..... | 10 |
| 2.3 Le suivi de la reproduction..... | 11 |
| 2.4 Le suivi des stades larvaires..... | 12 |
| 3 LE SUIVI DE LA MIGRATION ET DE LA REPRODUCTION. | 14 |
| 3.1 Suivis sur la Dordogne | 14 |
| 3.1.1 Le suivi de la migration par radiopistage | 14 |
| 3.1.1.1 Individus marqués et lieu de lâcher | 14 |
| 3.1.1.2 Résultats des suivis..... | 16 |
| 3.1.1.3 Synthèse des suivis Dordogne :..... | 21 |
| 3.1.2 Le suivi de la reproduction..... | 29 |
| 3.1.3 Le suivi des stades larvaires | 31 |
| 3.2 Suivis sur la Garonne..... | 33 |
| 3.2.1 Le suivi de la migration par radiopistage | 33 |
| 3.2.1.1 Individus marqués et lieu de lâcher | 33 |
| 3.2.1.1 Résultats des suivis..... | 35 |
| 3.2.2 Le suivi de la reproduction..... | 40 |
| 3.2.3 Le suivi des stades larvaires | 40 |
| CONCLUSIONS et PERSPECTIVES..... | 41 |
| BIBLIOGRAPHIE | 43 |

LISTE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Cycle biologique de la lamproie marine..... | 2 |
| Figure 2 : Couple de lamproies sur leur nid..... | 3 |
| Figure 3 : Période de fraie dans l'année et température de l'eau lors de la reproduction chez la lamproie marine (Taverny, 2010)..... | 3 |
| Figure 4 : Situation géographique des stations de contrôle et photo d'une frayère de lamproie sur la Dordogne..... | 5 |
| Figure 5 : Evolution du nombre de géniteurs présents au niveau des stations de contrôle du bassin versant entre 1993 et 2017..... | 6 |
| Figure 6 : Evolution du nombre de géniteurs présents au niveau des stations de contrôle du bassin versant..... | 6 |
| Figure 7 : Emetteurs 1815c et principe du radiopistage..... | 7 |
| Figure 8 : Protocole de marquage des lamproies marines avec des radio-émetteurs..... | 9 |
| Figure 9 : Vue d'une marque spaghetti insérée sur la dorsale des lamproies marquées lors des opérations de radiopistage 2018 sur la Garonne et la Dordogne..... | 10 |
| Figure 10 : Evolution de la cicatrisation de l'incision d'une lamproie marquée avec un radio émetteur entre le 6 mars et le 7 mai 2018..... | 11 |
| Figure 11 : Amont des ponts des Nébouts et de Gardonne pour le suivi de la lamproie marine..... | 11 |
| Figure 12 : Répartition de géniteurs sur les nids selon la bibliographie..... | 12 |
| Figure 13 : Ammocètes <i>Lampetra sp.</i> et <i>Petromyzon marinus</i> | 13 |
| Figure 14 : Inventaire des stades larvaires par pêche électrique..... | 13 |
| Figure 15 : Sectorisation de la Dordogne (PK) et lieu de lâcher des lamproies radiomarquées en 2018..... | 14 |
| Figure 16 : Taille des individus marqués sur la Dordogne en 2018..... | 15 |
| Figure 17 : Conditions environnementales de la Dordogne lors de la campagne de suivi des lamproies radiomarquées en 2018..... | 15 |
| Figure 18 : Nombre de sorties effectuées sur la Dordogne lors des suivis radiopistage 2018..... | 16 |
| Figure 19 : Position des lamproies radiomarquées après 8 à 10 jours de migration en 2018..... | 16 |
| Figure 20 : Distances moyennes, mini, maxi et médianes parcourues par les lamproies après 8 à 10 jours de marquage..... | 17 |
| Figure 21 : Position des lamproies radiomarquées après 1 mois de migration en 2018 (19 avril)..... | 18 |
| Figure 22 : Distances moyennes, mini, maxi et médianes parcourues par les lamproies après 1 mois de marquage..... | 18 |
| Figure 23 : Position des lamproies radiomarquées après 2 mois de migration en 2018 (25 mai)..... | 19 |
| Figure 24 : Position des lamproies radiomarquées après 3 mois de migration en 2018 (27 juin)..... | 20 |
| Figure 25 : Distances moyennes, mini, maxi et médianes parcourues par les lamproies après 3 mois de marquage..... | 20 |
| Figure 26 : Répartition des distances parcourues par les lamproies suivant les lieux de lâcher..... | 21 |
| Figure 27 : Synthèse du devenir des lamproies radiomarquées en fonction des lieux de lâcher..... | 22 |
| Figure 28 : Déplacement au cours du temps des lamproies marquées et lâchées à Lamothe Montravel..... | 23 |
| Figure 29 : Déplacement au cours du temps des lamproies marquées et lâchées à Tressac..... | 23 |
| Figure 30 : Description de l'habitat (fraction granulométrique) de la Dordogne entre Castillon la Bataille et Bergerac (2018)..... | 25 |
| Figure 31 : Répartition des lamproies en fonction du substrat au 19 avril (Temp = 15°C)..... | 26 |
| Figure 32 : Répartition des lamproies en fonction du substrat à la fin des suivis au 27 juin (Temp = 23 °C)..... | 26 |
| Figure 33 : Exemple de vue bathymétrique de la Dordogne réalisée avec un échosondeur double faisceau. Secteur du Fleix..... | 27 |
| Figure 34 : Exemple de description de la mosaïque d'habitat sur un tronçon de la Dordogne (Prignonieux – Bergerac)..... | 28 |
| Figure 35 : Résultats des suivis de la reproduction de la lamproie marine en 2018 (Prospection depuis les ponts, à pied et en bateau)..... | 29 |
| Figure 36 : Répartition des nids comptabilisés sur le bassin de la Dordogne en 2018..... | 30 |
| Figure 37 : Répartition des nids comptabilisés sur le bassin de la Dordogne en 2018..... | 31 |
| Figure 38 : Nombre de larves échantillonnées par pêche électrique en 2018 sur la Dordogne..... | 31 |
| Figure 39 : Evolution de du stock larvaire sur la Dordogne (densité)..... | 32 |
| Figure 40 : Nombre de larves échantillonnées par pêche électrique en 2018 sur la Dordogne..... | 32 |
| Figure 41 : Sectorisation de la Garonne (PK) et lieu de lâcher des lamproies radiomarquées en 2018..... | 33 |
| Figure 42 : Taille des individus marqués sur la Garonne en 2018..... | 33 |
| Figure 43 : Conditions environnementales de la Garonne lors de la campagne de suivi des lamproies radiomarquées en 2018..... | 34 |
| Figure 44 : Secteurs prospectés sur la Garonne en 2018 et nombre de lamproies détectées..... | 35 |
| Figure 45 : Distances parcourues par les lamproies marquées sur la Garonne 1 jour après marquage..... | 35 |
| Figure 46 : Position des lamproies radiomarquées après 15 jours de migration sur la Garonne en 2018 (10 avril)..... | 36 |

| | |
|--|----|
| Figure 47 : Distances parcourues par les lamproies marquées sur la Garonne 15 jours après marquage. | 36 |
| Figure 48 : Position des lamproies radiomarquées après 2 mois de migration sur la Garonne en 2018 (25 mai)..... | 37 |
| Figure 49 : Distances parcourues par les lamproies marquées sur la Garonne 15 jours après marquage | 37 |
| Figure 50 : Répartition des lamproies radiomarquées en fin de suivi sur la Garonne en 2018 | 38 |
| Figure 51 : Bathymétrie réalisée au droit de Langon en 2018..... | 39 |
| Figure 52 : Bathymétrie réalisée au droit de Caudrot en 2018..... | 39 |
| Figure 53 : Caractéristique des stations pêchées sur la Garonne et ses affluents en 2018..... | 40 |
| Figure 54 : Caractéristiques des individus capturés sur les cours d'eau prospectés sur le bassin de la Garonne en 2018 | 40 |
| Figure 55 : Shéma expliquant la technique de suivi de tags acoustiques « prédation » dans un grand milieu (1 : Navigation sur le cours d'eau – 2 : repérage de l'émetteur radio – 3 : approche au plus près de l'individu détecté – 4 et 5 : mise en place du récepteur acoustique et détection du code prédaté ou non)..... | 42 |

INTRODUCTION

La lamproie marine (*Petromyzon marinus* L.) est une espèce migratrice diadrome amphihaline historiquement présente sur le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne. Elle fait partie depuis 1992 des espèces prioritaires d'intérêt communautaire de l'Union Européenne qui doivent être protégées au titre de la biodiversité grâce à la conservation des habitats naturels aquatiques.

Les activités anthropiques développées au XIX^{ème} siècle ont impacté considérablement les populations de poissons migrateurs. La rupture du continuum fluvial (barrages hydrauliques...), et la dégradation des zones de frayères sont les principales causes connues de régression des populations de lamproie marine. Cette espèce est protégée sur l'ensemble du territoire national depuis 1988, de même que ses frayères, et son usage comme appât pour la pêche est interdit.

Sur le bassin Garonne-Dordogne, outre son intérêt au titre de la biodiversité, la lamproie marine présente un poids socio-économique fort en relation notamment avec l'existence d'une pêche commerciale et de loisir aux engins sur la partie aval de l'axe.

C'est avec la volonté d'optimiser la gestion de la ressource qu'un suivi des stocks de lamproies marines en Gironde-Garonne-Dordogne a été mis en place. L'objectif premier était **d'estimer annuellement le stock de géniteurs présents sur les frayères et ce dès les premières zones de frayère situées en aval des stations de comptages vidéo**. Pour ce faire, une localisation précise des frayères est indispensable. Sur la Dordogne ce suivi est en place depuis 2003 mais reste impossible à réaliser sur la Garonne du fait des difficultés d'observation liées à la turbidité de l'eau. Cette action est inscrite comme prioritaire dans le PLAGEPOMI et répond à la **mesure SB05** intitulée « suivre la reproduction des lamproies marines, ... »

Cependant, les suivis des dernières années montrant que le stock reproducteur est très faible sur l'ensemble du bassin, **une étude de radiopistage a été menée sur les deux axes Garonne et Dordogne** afin 1) de suivre le comportement migratoire des individus pendant la phase de montaison, 2) de déterminer un front de colonisation de l'espèce du fait de leur absence au niveau des premières stations de contrôle et 3) de vérifier la position des individus lors de la phase de reproduction en relation avec l'habitat des cours d'eau.

Le présent rapport porte donc sur le suivi de la migration par radiopistage, de la reproduction naturelle de la lamproie marine et des stades larvaires (ammocètes), actions ALMPD18 (Dordogne) et ALPMG18 (Garonne).

1 CONTEXTE

1.1 Biologie et exigences

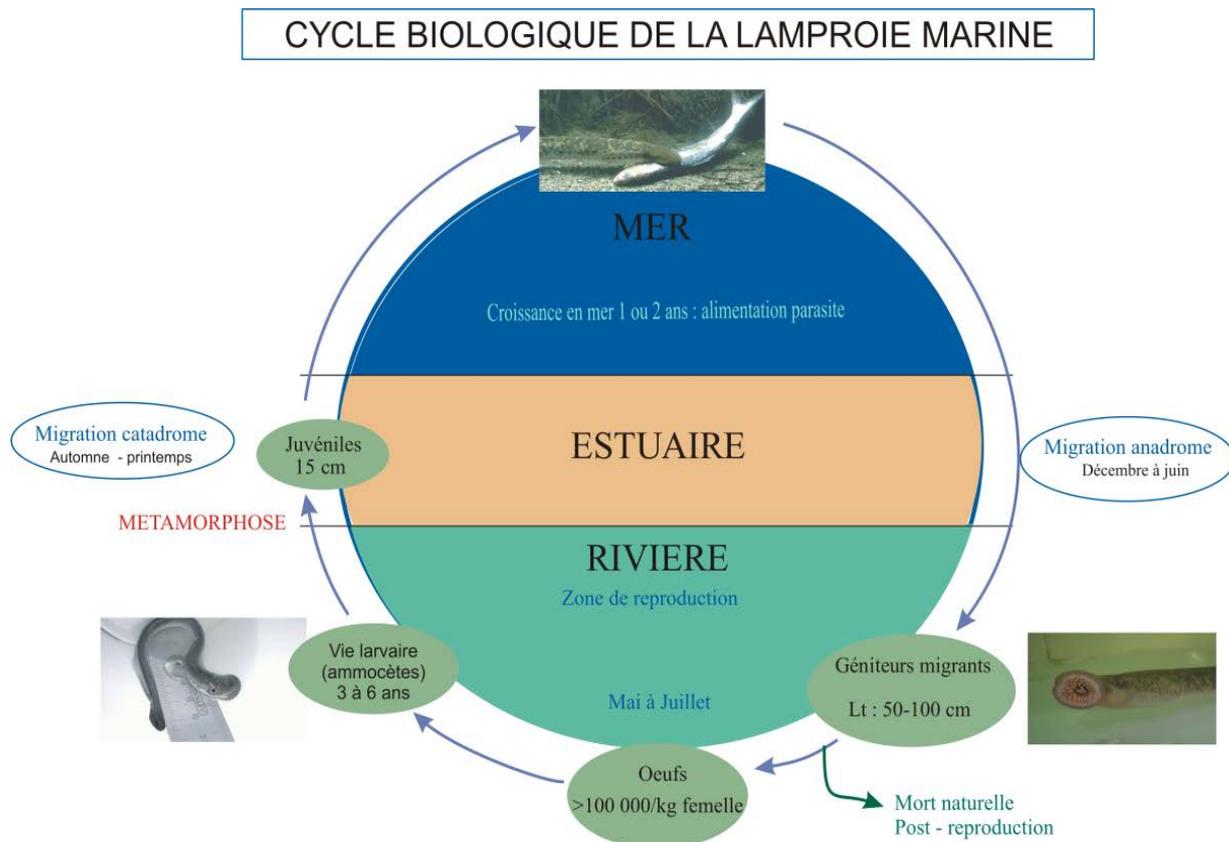


Figure 1 : Cycle biologique de la lamproie marine

La lamproie marine est un poisson migrateur amphihalín potamotoque. Son cycle se découpe en plusieurs phases distinctes :

- **La croissance en mer** est de courte durée (1 à 2 ans). La lamproie marine adulte a un mode de vie parasite.
- **La migration (montaison)** vers les eaux continentales de janvier à juin.

La migration de montaison est déclenchée par des facteurs internes comme la perte de capacité d'osmorégulation et des facteurs externes tels qu'une augmentation de la température de l'eau, ou une augmentation du débit.

Il n'y a pas de phénomène de homing connu chez la lamproie. Actuellement, on pense qu'elle est attirée par des phéromones présentes dans la bile des larves de lamproies (d'après Polkinghorne 2001, in Fine & al., 2004)¹ et/ou par la très forte concentration de fer que présentent ces larves (Taverny, 2010).

¹ Présents dans la bile des ammocètes, ces deux acides biliaires (le sulfate de petromyzonol et l'acide allocholique) sont libérés dans le milieu et détectés par le système olfactif des géniteurs. Une très faible quantité de ces acides dans l'eau peut suffire pour être détectée par les adultes

➤ La reproduction :

Afin de se reproduire, les lamproies cherchent des substrats plus ou moins grossiers (généralement des galets ou des cailloux) en fonction de la taille des géniteurs. Les sites de fraie sont généralement à l'amont de seuils naturels ou à l'aval d'obstacles (Anonyme, 2002).



Figure 2 : Couple de lamproies sur leur nid

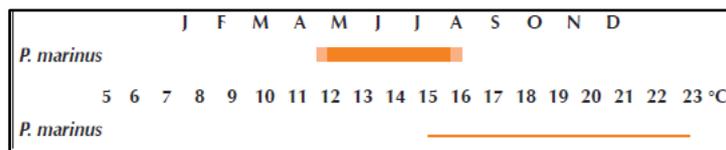


Figure 3 : Période de fraie dans l'année et température de l'eau lors de la reproduction chez la lamproie marine (Taverny, 2010)

La température de l'eau n'a pas d'influence sur la maturité sexuelle mais c'est un paramètre important pour le déclenchement de la reproduction et de la construction du nid. Les mâles peuvent commencer la construction du nid dès que la température de l'eau atteint 15°C mais une légère chute de cette dernière entraîne une désertification du nid. La reproduction a lieu à des températures comprises entre 16 et 23 °C. (Taverny, 2010).

Peu de temps après la reproduction, les adultes meurent. Les œufs obtenus vont incuber entre les cailloux du nid pendant 2 semaines environ. Au bout de 5 à 6 semaines, quand leur appareil intestinal est complet (Cassou-Leins, 1981), les pré-larves quittent le nid et s'enfouissent dans les sédiments en aval. On parle alors d'ammocètes.

Elles consomment du plancton, des débris organiques et des bactéries. La vie larvaire dure de 3 à 4 ans sur la Dordogne (Taverny, 2010). Durant cette période, les larves vont grandir de manière saisonnière selon l'abondance de nourriture et la température de l'eau.

➤ Migration des ammocètes (dévalaison) :

A la fin de leur vie larvaire, elles cessent de croître et font des réserves lipidiques jusqu'à atteindre un poids supérieur ou égal à 3 g. Cette phase, qui correspond à de profonds changements morphologiques et anatomiques (réorganisation des systèmes circulatoires, respiratoires...), s'étale sur une période de 3 à 10 mois. Après métamorphose, la lamproie se lance à la recherche de poissons à parasiter, et entame la dévalaison.

1.2 Problématique :

Depuis 2003 MIGADO réalise des suivis de la lamproie sur le bassin de la Dordogne. Les observations tendent à montrer que l'abondance de cette espèce peut fluctuer de façon importante entre les années. Néanmoins, depuis 2010, les résultats des suivis affichent des effectifs extrêmement faibles et un front de colonisation réduit aux zones situées à l'aval des premiers ouvrages.

Le déclin observé depuis ces 6 dernières années nous incite à intensifier nos suivis dans le but de capitaliser un maximum de données et ainsi permettre d'optimiser la gestion des stocks pour pérenniser la présence de l'espèce sur nos bassins.

1.3 Objectifs :

Il apparaît indispensable de capitaliser un maximum de connaissances sur cette espèce afin de mieux appréhender les différents facteurs qui influent sur les stocks présents. Pour ce faire, nos actions visent à :

- radiopister un échantillon de la population sur la Garonne et la Dordogne afin de suivre le comportement migratoire des individus et ainsi déterminer le front de colonisation de l'espèce sur l'ensemble du bassin.
- compléter le suivi de la reproduction de l'espèce débuté en 2003 afin d'estimer le stock reproducteur sur la Dordogne en 2018, en ciblant les zones repérées par les suivis de radiopistage.
- acquérir de nouvelles connaissances et suivre les stades larvaires de la lamproie marine et son habitat, nécessaires à la conservation de l'espèce.
- de façon générale, compléter les connaissances utiles à la gestion et à la protection de ces espèces sur le bassin.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 Contexte et Objectifs

Pour permettre d'estimer annuellement le stock reproducteur de lamproie marine sur le bassin Garonne Dordogne, MIGADO analyse deux indicateurs :

- Données au niveau des premières stations de contrôle de chaque axe (Tuilières sur la Dordogne et Golfech sur la Garonne), mesure SB01 du PLAGEPOMI.
- Suivi de la reproduction naturelle sur les principaux axes (estimation du nombre de nids) en aval des stations de contrôle, mesure SB05 du PLAGEPOMI. Du fait des conditions d'observation pendant la période de reproduction (juin-juillet), ce type de suivi est quasiment impossible sur l'axe Garonne et la plupart de ses affluents (turbidité forte).

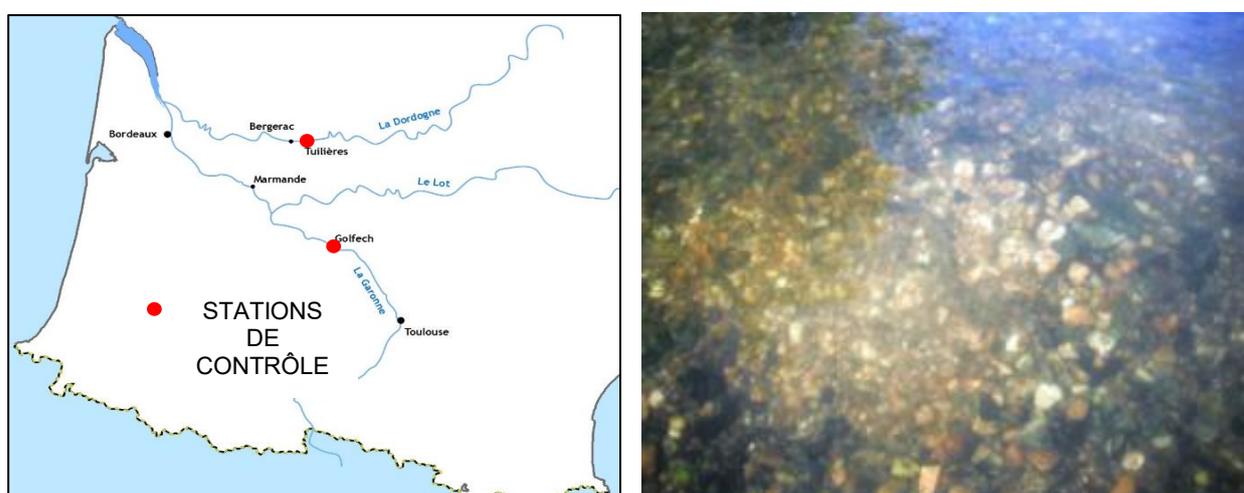


Figure 4 : Situation géographique des stations de contrôle et photo d'une frayère de lamproie sur la Dordogne

Par ailleurs, pour 1) vérifier l'efficacité de la reproduction au droit des frayères sur l'axe Dordogne et 2) vérifier la présence de larves de lamproie sur l'axe Garonne à défaut de pouvoir contrôler la reproduction, MIGADO effectue des pêches électriques au niveau des habitats favorables au développement des ammocètes. Ainsi, environ 40 à 50 stations sont échantillonnées sur chaque axe (depuis 2001 sur la Dordogne et 2016 sur la Garonne).

Malheureusement, au regard de ces indicateurs, la situation de l'espèce sur le bassin est très préoccupante avec une chute drastique des effectifs recensés, quels que soient les indicateurs (Figures 4 et 5).

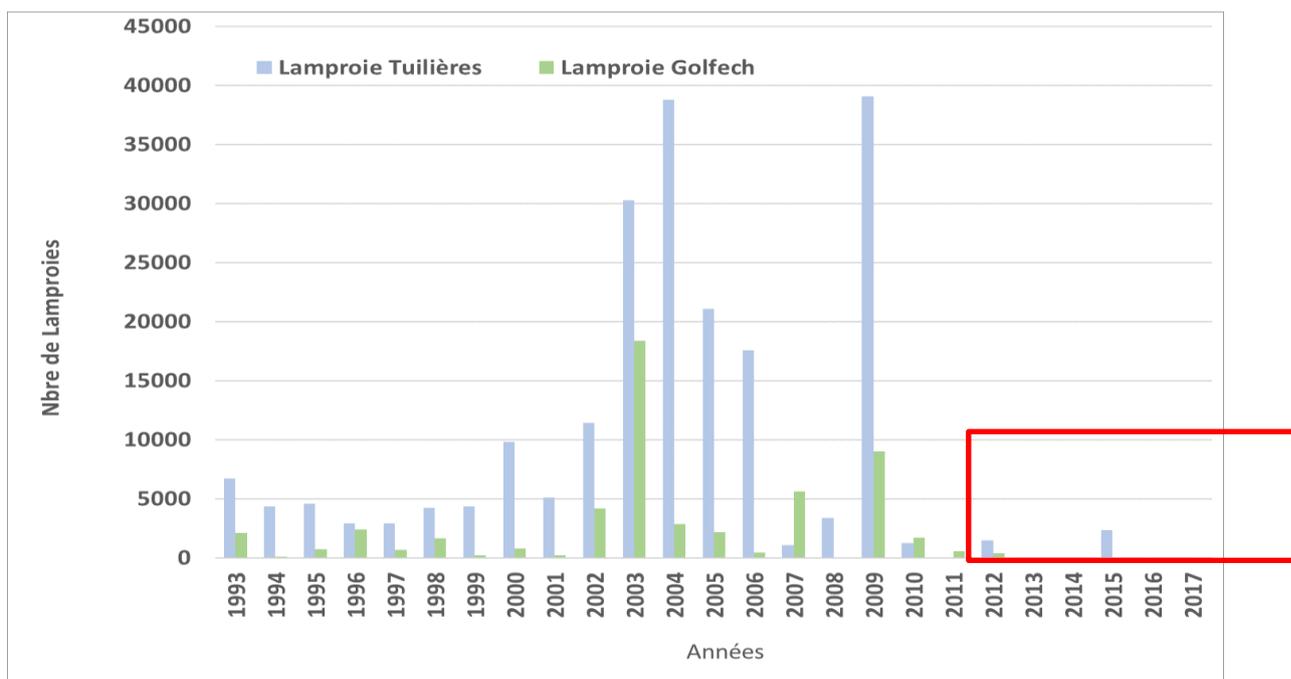


Figure 5 : Evolution du nombre de géniteurs présents au niveau des stations de contrôle du bassin versant entre 1993 et 2017

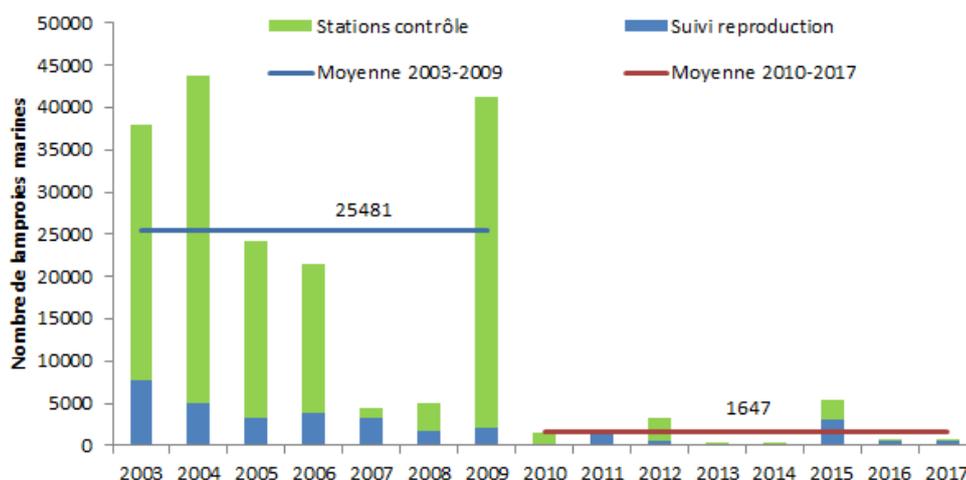


Figure 6 : Evolution du nombre de géniteurs présents au niveau des stations de contrôle du bassin versant

En 2017, un suivi par radiopistage a été initié sur l’axe Garonne pour permettre 1) de suivre son comportement de migration sur la totalité de l’axe 2) de déterminer un front de colonisation du fait de l’absence récurrente d’individus au niveau de Golfech 3) de vérifier la qualité de l’habitat au niveau des zones d’arrêt des individus suivis. 40 individus ont été marqués à 4 dates et endroits différents et suivis 1 fois par semaine sur la Garonne. Par ailleurs, 10 lamproies ont été marquées et lâchées sur le Ciron, affluent accueillant tous les ans une population de lamproie marine et axe avec de forts enjeux de libre circulation.

Les principaux résultats ont montré que 65 % des individus ont migré en amont de la limite de marée dynamique (La Réole), indépendamment du lieu et de la date de marquage,

15 % ont été considérés comme morts quelques jours après marquage, 5 % ont été recapturés par la pêche (2 inds sur 10 issus du marquage le plus aval sur l'axe), et 10 % ont circulé dans un périmètre proche du lieu de marquage sans vraiment migrer vers l'amont.

Le front de colonisation a été déterminé à Tonneins, soit 70 km en aval de Golfech.

Cependant, le protocole de cette étude n'a pas permis de déterminer les causes d'arrêt de migration et de vérifier si les individus avaient pu participer à la reproduction. Par ailleurs, un suivi par semaine s'avère insuffisant pour appréhender le comportement des individus au niveau des zones de repos et/ou d'arrêt de migration. Ainsi, MIGADO a proposé de reconduire en 2018 un tel suivi en adaptant le protocole aux résultats de la campagne 2017 et en orientant ces investigations également sur l'axe Dordogne, axe considéré comme prioritaire pour cette espèce.

2.2 Le radiopistage

2.2.1 Marquage des lamproies

Les radios émetteurs utilisés sont de Type ATS (Advanced Telemetry System) 1815C. Ces émetteurs, d'une longueur de 36 mm (sans l'antenne), d'un diamètre de 12 mm et d'un poids de 8 g sont adaptés à la taille et au poids moyens des individus marqués. En effet, les émetteurs ne doivent pas dépasser 2 % du poids de l'animal. Ces émetteurs sont codés ; ils émettent un signal pulsé sur une fréquence propre et le rythme des pulsations permet d'identifier les individus. Pour l'étude, 100 émetteurs ont été prévus, 30 pour la Garonne avec 1 fréquence (48 351 Mhz) et 70 sur la Dordogne avec 1 autre fréquence (48 411 Mhz). Par ailleurs, indépendamment de la fréquence, chaque émetteur possède son propre code permettant d'individualiser les lamproies dans le milieu. Cela permet d'avoir une seule fréquence à rechercher par axe ce qui facilite grandement la prospection. Par ailleurs, en cas de recapture, un numéro de téléphone à contacter est inscrit sur l'émetteur.

Dans l'eau, l'application des techniques de radiopistage aux poissons pose certains problèmes d'utilisation qui n'existent pas pour les animaux terrestres, qui sont peu ou pas limités dans leur utilisation de l'espace par la configuration topographique. Par ailleurs, le signal transmis par l'émetteur s'atténue plus rapidement dans l'eau que dans l'air et ce, d'autant plus qu'on est en profondeur, que la conductivité électrique de l'eau augmente et que la fréquence d'émission est élevée.

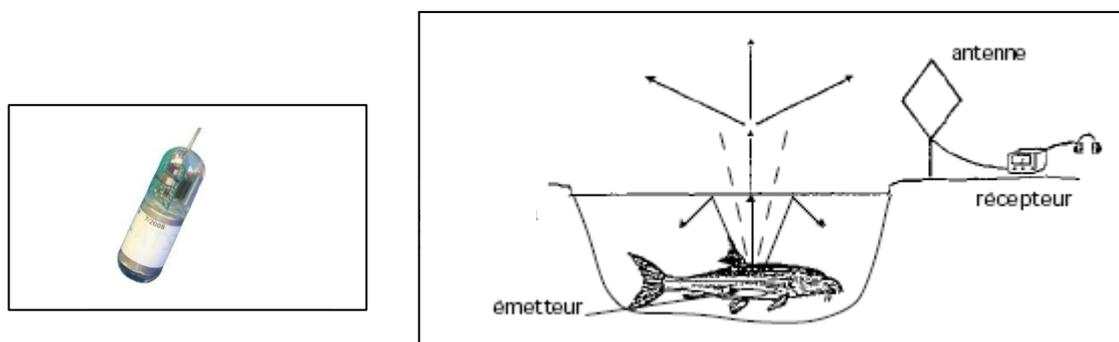


Figure 7 : Emetteurs 1815c et principe du radiopistage

Avant chaque marquage, tous les instruments et les émetteurs sont désinfectés afin de respecter les conditions d'hygiène (bétadine). Pour travailler en situation stérile, aiguilles, lames de scalpel et compresses sont à usage unique. Les lamproies sont anesthésiées dans une solution de benzocaïne à 10 % (5 ml / 20 l d'eau). Les émetteurs sont introduits dans la cavité générale des lamproies après incision. Afin d'obtenir une meilleure détection, l'antenne est laissée à l'extérieur de l'animal.

Une fois l'émetteur positionné, la plaie est suturée à l'aide de fil résorbable puis désinfectée. Enfin, l'animal est placé en stabulation dans de l'eau le temps du réveil (1/2h max). Avant de lâcher les lamproies au droit du lieu de marquage, une vérification de la tenue des points de suture est effectuée. La Figure 8 reprend les différentes étapes du marquage.

Afin de perturber le moins possible la migration des individus marqués, il a été décidé, depuis 2017, de réaliser le marquage sur des lamproies pêchées au maximum 3 jours avant l'opération et surtout de les lâcher sur le lieu de capture pour éviter tout déplacement.

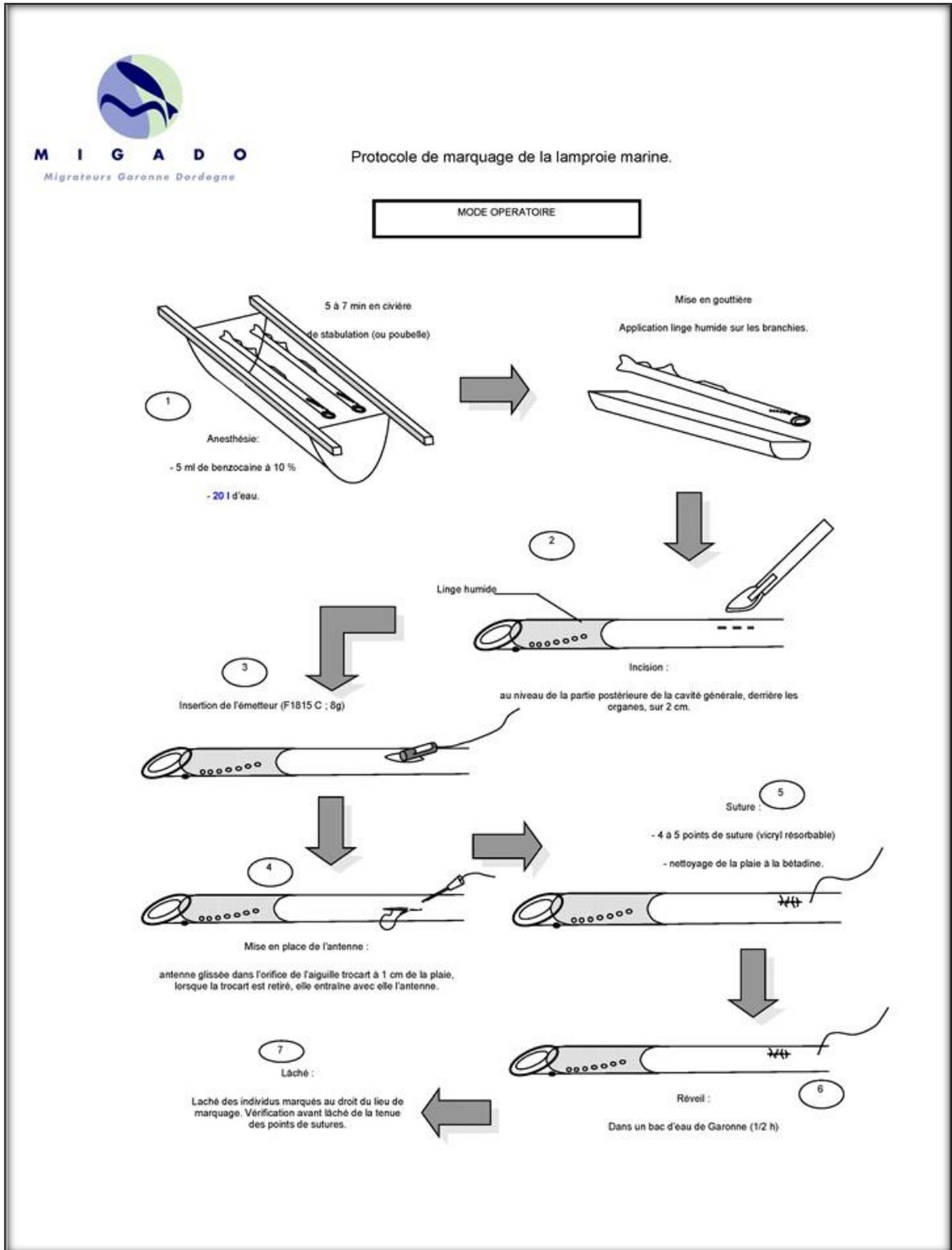


Figure 8 : Protocole de marquage des lamproies marines avec des radio-émetteurs.

A noter que pour faciliter la reconnaissance de lamproies marquées en cas de recapture par la pêche, une marque externe de type spaghetti est positionnée sur la nageoire dorsale. Cette marque de couleur vive (jaune ou rouge) possède un numéro d'identification de la lamproie ainsi qu'un numéro de téléphone d'un technicien de MIGADO. Une campagne de communication a été faite auprès de l'association des pêcheurs professionnels de Gironde en eau douce (AAPPED33) et l'association des pêcheurs amateurs aux engins et filets de Gironde (ADAPAEF 33).



Figure 9 : Vue d'une marque spaghetti insérée sur la dorsale des lamproies marquées lors des opérations de radiopistage 2018 sur la Garonne et la Dordogne

2.2.2 Lamproies témoins

Afin de vérifier la tenue des marques, le comportement général des individus après marquage et la cicatrisation de l'incision, 6 lamproies ont été marquées avec le même protocole en leur insérant des émetteurs de type 1815C usagés, récupérés sur des opérations antérieures.

Ces lamproies ont été marquées le 6 mars chez des pêcheurs professionnels de la Garonne et transportés jusqu'à Golfech où elles ont été placées en stabulation dans un bassin dédié, alimenté par l'eau de la Garonne en circuit ouvert.

Une fois par semaine, les individus ont été manipulés pour permettre l'observation de la cicatrice et la tenue des marques. Le 7 mai, soit 2 mois après l'opération, elles ont été euthanasiées en respectant les règles de bien-être animal préconisées par notre vétérinaire (sédation puis immersion dans un bain contenant 10 fois la dose d'anesthésiant, soit 250 ppm de benzocaïne à 10 % puis attente de 30 min après arrêt respiratoire).

Après 2 mois, les 6 lamproies avaient un comportement de nage active dans le bassin avec de longues phases de fixation à la paroi à l'aide de leur ventouse. Seule la queue et la nageoire caudale présentaient quelques plaies certainement dues à la longue période de stabulation dans un milieu confiné (frottement dans le bassin).

La Figure 10 montre l'évolution de la cicatrice au cours du temps



Figure 10 : Evolution de la cicatrisation de l'incision d'une lamproie marquée avec un radio émetteur entre le 6 mars et le 7 mai 2018.

2.3 Le suivi de la reproduction

Le suivi de la reproduction de lamproie se fait par observation et comptage du nombre de nids. En effet, lors de la construction du nid, les cailloux déplacés par les lamproies laissent apparaître la face dépourvue de périphyton lorsqu'ils sont retournés. Les nids vont alors se dévoiler sous forme de tâches plus claires, observables à l'œil nu. Les conditions d'observation sont dépendantes de la teinte de l'eau (plus ou moins translucide), de la lame d'eau (pas trop importante) et de la prolifération d'herbiers. Sur la Dordogne, les nids sont recensés à partir d'une embarcation dure, par trois à quatre observateurs munis de lunettes à filtres polarisants.

Afin de cerner au mieux la période d'activité, l'intensité de la reproduction et l'efficacité des observations en bateau, il est convenu de suivre très régulièrement le nombre de nids sur deux sites situés à l'aplomb immédiat de deux ponts (Prigonrieux et Gardonne) permettant une observation aisée et précise des frayères. Ces observations permettent d'avoir le recul nécessaire à la prévision des sorties bateau pour différents paramètres affectant les conditions d'observation (transparence de l'eau, développement des herbiers, effacement progressif des structures).



Figure 11 : Amont des ponts des Nébouts et de Gardonne pour le suivi de la lamproie marine

Sur l'axe Isle / Dronne et les petits affluents, les prospections se font à pied ou en canoë. Lorsque les conditions environnementales le permettent, plusieurs recensements sont effectués du début du mois de juin à début juillet pour couvrir la période de reproduction et recenser les nouveaux nids.

L'estimation du nombre de géniteurs se fait à partir du nombre de nids observés mais il faut tenir compte de la polyandrie de l'espèce. Pour cela, quand les géniteurs sont observables sur les nids, ceux-ci sont également répertoriés afin d'obtenir une estimation du pourcentage de polyandrie sur la Dordogne pour l'année en cours. Les années précédentes, les taux ainsi obtenus étaient proches de ceux présentés dans la bibliographie (Figure 12).

| Références | 2 géniteurs | 3 géniteurs | 4 géniteurs ou plus |
|--|-------------|-------------|---------------------|
| Garonne-Dordogne (Ducasse et Leprince, 1980) | 77% | 13% | 10% |
| Scorff (Sabatié, 1998) | 81% | 16% | 3% |
| Sée (Hacala, 2001) | 87% | 13% | - |
| Michigan-Huron (Manion et Hanson, 1980) | 56 - 87% | - | - |
| Pourcentage théorique calculé à partir de la bibliographie | 84,4% | 15,6% | |

Figure 12 : Répartition de géniteurs sur les nids selon la bibliographie

Ainsi, le nombre de géniteurs par nid est estimé à **2,27 géniteurs** par nid, à partir des valeurs obtenues lors des suivis précédents sur la Dordogne selon le calcul suivant :

Nombre de géniteurs / nid = (% monogamie * 2) + (% polygamie à 3 * 3) + (% polygamie à 4 * 4) + (% polygamie à 5 * 5) + (% polygamie à 7 * 7)

2.4 Le suivi des stades larvaires

Pour réaliser ces suivis, un repérage sur site est effectué pour cartographier les habitats potentiels des ammocètes selon plusieurs caractères (type de substrat, granulométrie, vitesse de courant...). A partir de cette cartographie, des points de pêche sont prédéfinis.

La deuxième étape est l'échantillonnage des ammocètes. Dans chaque point prédéfini, les ammocètes sont échantillonnées par pêche électrique. Une biométrie est effectuée sur les larves prélevées afin d'obtenir des informations sur la densité des différentes espèces et sur leur répartition.

Les tronçons ont été choisis sur la Dordogne en aval direct de Bergerac jusqu'à Castillon. La Dronne a été intégrée puisqu'elle fait l'objet d'un suivi de la reproduction. Cette année, du fait de l'étude de radiopistage, les inventaires sur la Dordogne se sont focalisés au niveau des habitats optimaux situés au droit des zones d'accumulation des lamproies radiomarquées.

Pour chaque station, un minimum de 2 passages a été effectué. L'abondance des

populations sur les différentes stations a été déterminée par calcul en utilisant les équations de Carle et Strub.

Pour effectuer les mesures de biométrie, les ammocètes sont d'abord anesthésiées dans une solution de benzocaïne à 10 %. Une fois endormies, les ammocètes sont identifiées, mesurées et pesées. L'identification est faite à partir des critères de pigmentation, il est possible de distinguer les larves de *Petromyzon marinus* et du genre *Lampetra*.



Figure 13 : Ammocètes *Lampetra sp.* et *Petromyzon marinus*

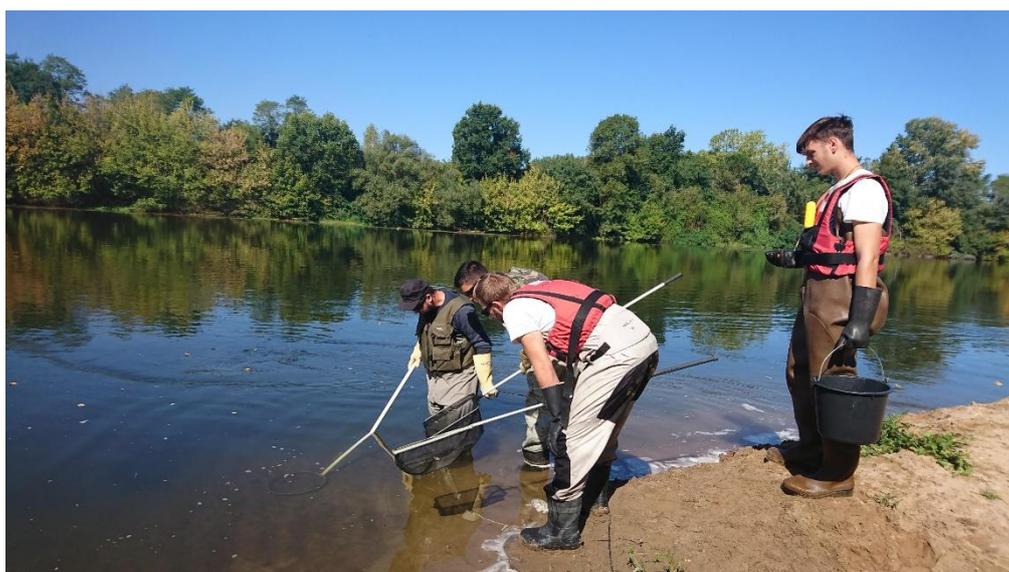


Figure 14 : Inventaire des stades larvaires par pêche électrique

3 LE SUIVI DE LA MIGRATION ET DE LA REPRODUCTION.

3.1 Suivis sur la Dordogne

3.1.1 Le suivi de la migration par radiopistage

3.1.1.1 Individus marqués et lieu de lâcher

Le suivi par radiopistage sur cet axe n'ayant jamais été réalisé, il a été décidé de marquer les individus en 2 lots lâchés à 2 endroits différents :

- Un lot de 35 individus marqués et lâchés le plus en aval possible de l'axe afin de suivre leur comportement pendant toute la migration, notamment dans la zone influencée par la marée
- Un lot de 35 individus marqués et lâchés en aval immédiat des zones de reproduction pour garantir la présence de lamproies sur les secteurs de frayères et ainsi appréhender leur comportement jusqu'à l'observation des nids.

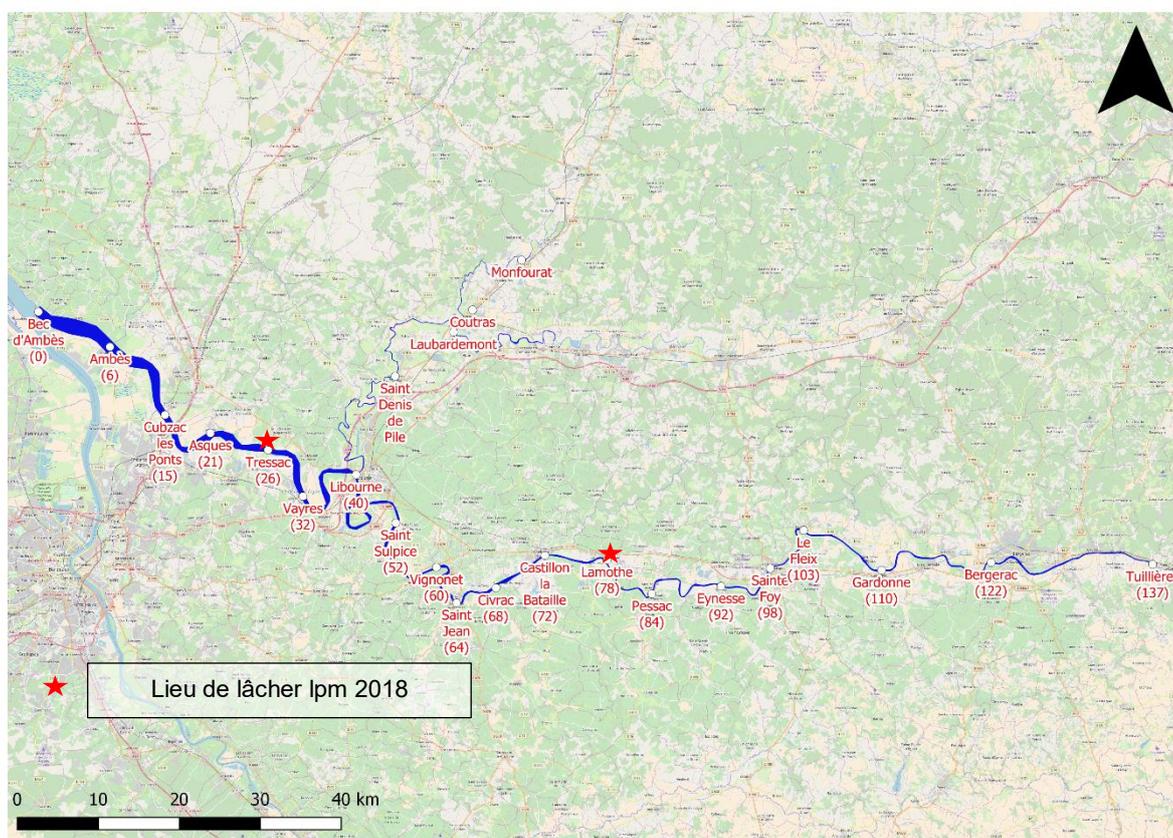


Figure 15 : Sectorisation de la Dordogne (PK) et lieu de lâcher des lamproies radiomarquées en 2018

Ainsi, en 2018, il a été marqué 35 lamproies le 20 mars au niveau de Lamothe Montravel (Pk 78) et 35 lamproies le 22 mars au niveau de Tressac (Pk 26), toutes fournies par 2 pêcheurs professionnels. Les individus marqués à Lamothe ont été pêchés avec des bourgues (nasses) et celles de Tressac avec un filet dérivant.

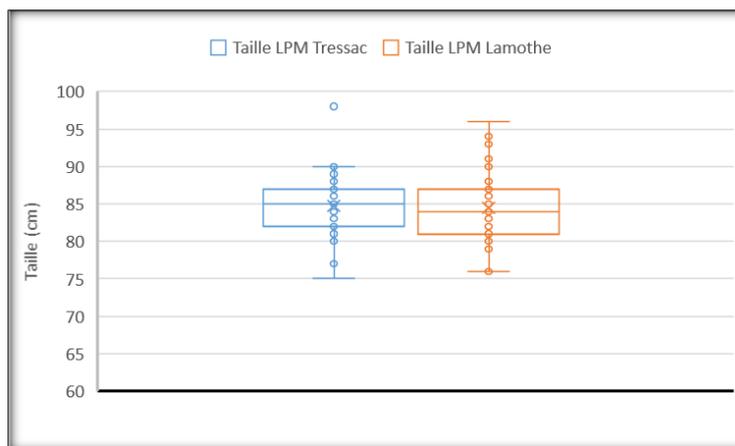


Figure 16 : Taille des individus marqués sur la Dordogne en 2018

La Figure 16 montre que les tailles des lamproies marquées ne sont guère différentes suivant le lieu et la technique de pêche employée. La taille moyenne est de 84 cm.

Conditions environnementales de la Dordogne en 2018

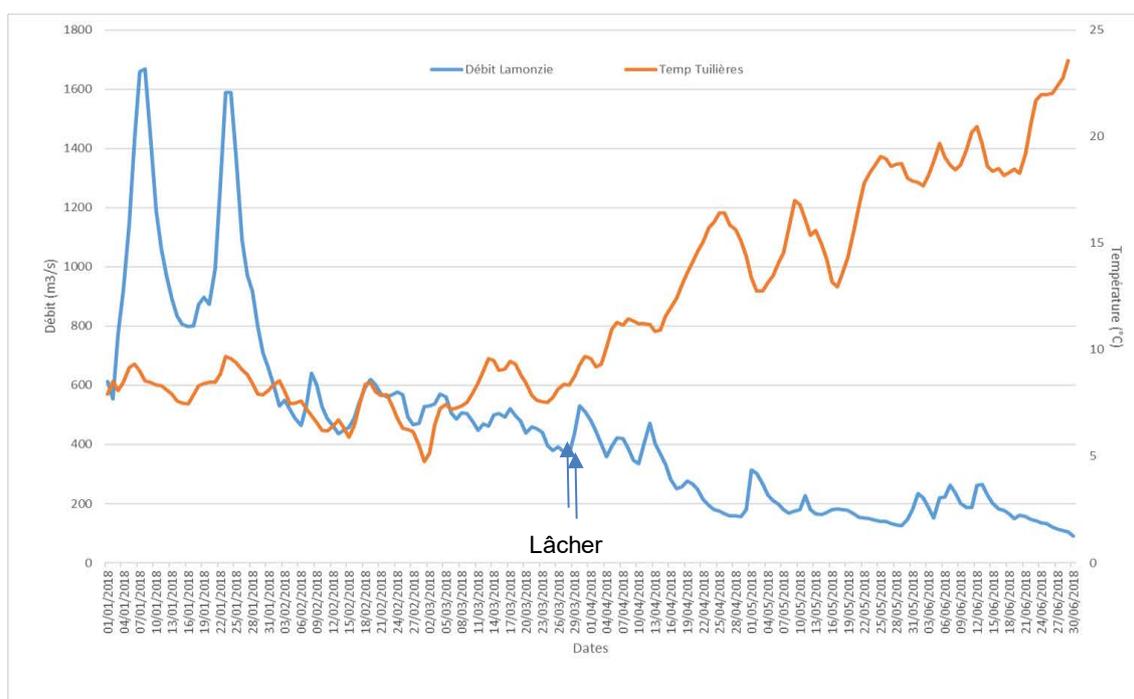


Figure 17 : Conditions environnementales de la Dordogne lors de la campagne de suivi des lamproies radiomarquées en 2018

Le début d'année 2018 est marquée par 2 très fortes crues ($Q > 1600 \text{ m}^3/\text{s}$) pendant le mois de janvier puis des débits soutenus jusqu'à fin avril, supérieur au module de la Dordogne au niveau de Bergerac ($265 \text{ m}^3/\text{s}$). Enfin, jusqu'à la fin de la période de migration, les débits se maintiennent autour de ce module avec une légère tendance à la baisse fin juin. La température de l'eau atteint les $15 \text{ }^\circ\text{C}$ à partir de mi-avril mais dépasse régulièrement cette valeur à partir du 15 mai.

3.1.1.2 Résultats des suivis

Les 70 individus ont été marqués les 20 mars (Lamothe Montravel) et 22 mars 2018 (Tressac). Les suivis ont été effectués en bateau et en voiture entre le 20 mars et le 28 juin sur le secteur Tressac – Bergerac. A noter 4 suivis effectués avec un pêcheur professionnel de la Dordogne sur les zones soumises à marée. Son expérience et sa parfaite connaissance de cette partie de rivière ont permis d'optimiser ces journées et de faciliter le travail des équipes de MIGADO.

| | Bateau | Voiture |
|------------------|--------|---------|
| Nombre de sortie | 16 | 35 |

Figure 18 : Nombre de sorties effectuées sur la Dordogne lors des suivis radiopistage 2018

D'une manière générale, sur les 70 individus marqués, 66 ont été retrouvés au moins une fois, les 4 lamproies non détectées ayant été marquées à Tressac (aval). Ce secteur de Dordogne étant relativement difficile à suivre car soumis à marée, ces lamproies ont pu dévaler vers l'estuaire voire remonter sur la Garonne (cas vu en 2017). L'Isle a été prospectée pour vérifier leur éventuelle présence mais sans résultats.

- Position au 30 mars (10 jours après marquage), température proche de 10°C

La Figure 18 montre la position des lamproies retrouvées au 30 mars, soit entre 8 et 10 jours après marquage selon les lots.

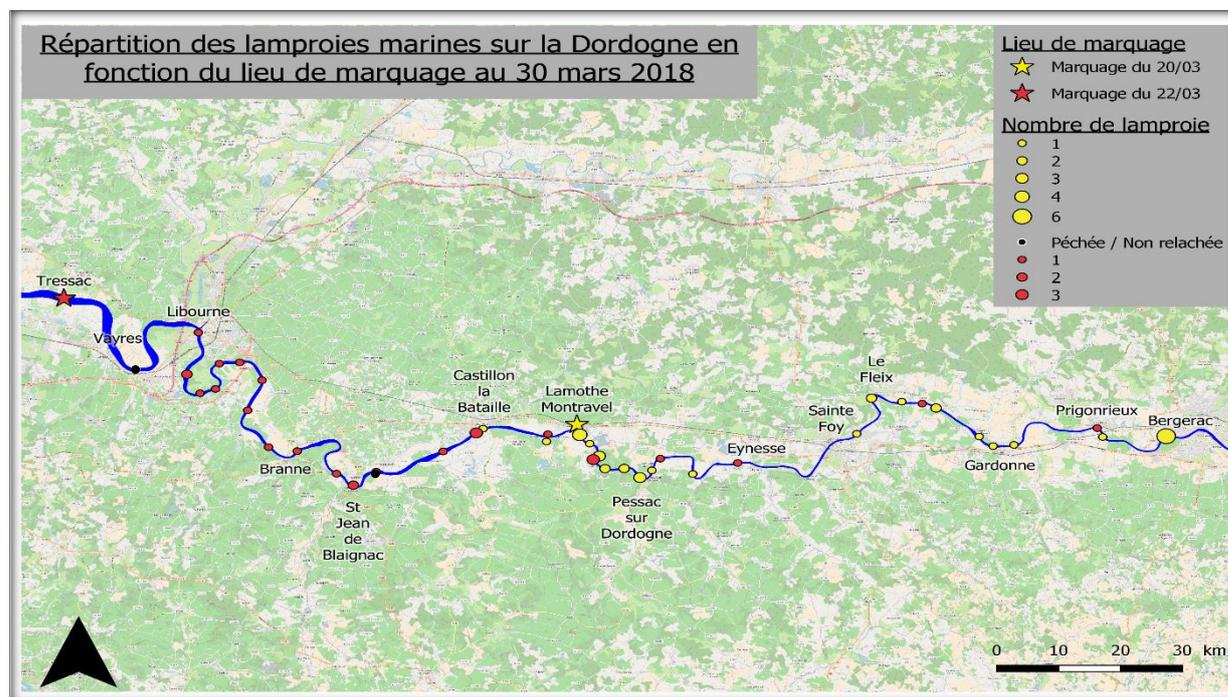


Figure 19 : Position des lamproies radiomarquées après 8 à 10 jours de migration en 2018

Les Figures 18 et 19 montrent qu'au bout de 8 à 10 jours de marquages, sur les 66 lamproies retrouvées, 64 avaient progressé vers l'amont de 2 à 91 km ! avec une moyenne de 26 km parcourus en 10 jours. Seules 2 lamproies, marquées à Lamothe Montravel, ont dévalé de 2 et 6 km.

| | moyenne | Min | Max | Mediane |
|----|---------|-----|-----|---------|
| km | 26.15 | -6 | 91 | 26 |

Figure 20 : Distances moyennes, mini, maxi et médianes parcourues par les lamproies après 8 à 10 jours de marquage

Faits remarquables après 10 jours de suivis :

- 6 individus, marqués à Lamothe Montravel, ont atteint le Barrage de Bergerac
- 21 lamproies sont toujours dans la zone de marée dynamique (aval Lamothe Montravel)
- 5 lamproies ont été recapturées, toutes marquées à Tressac, dont 3 ont été remises à l'eau après observation de la marque externe. 4 lamproies ont été pêchées par des professionnels (3 au filet et 1 au bourgne) et 1 par un amateur aux engins (Bourgne).
- En amont de Lamothe Montravel, où se situent les zones de reproduction potentielle, 3 zones de regroupement commencent à se dessiner :
 - o Entre Lamothe et Pessac (18 lamproies)
 - o Entre le Fleix et Gardonne (9 lamproies)
 - o En aval de Bergerac : 6 lamproies

- Position au 19 avril (1 mois après marquage), température avoisinant les 15 °C pour la première fois.



Figure 21 : Position des lamproies radiomarquées après 1 mois de migration en 2018 (19 avril)

Il est intéressant de faire une photographie des lamproies marquées à cette date car la température de l'eau avoisine pour la première fois les 15 °C, température où les mâles peuvent commencer à fabriquer les nids (Taverny 2010)

La majorité des lamproies ont continué à progresser vers l'amont même si 17 individus sont toujours dans la zones de marée dynamique dont 7 sur la partie très aval du cours d'eau. A cette date, un regroupement très important de lamproies est observé au niveau du barrage de Bergerac avec 12 lamproies, soit le double du nombre observé au bout de 10 jours de suivis.

| | moyenne | Min | Max | Mediane |
|----|---------|-----|-----|---------|
| km | 37.99 | -6 | 96 | 44 |

Figure 22 : Distances moyennes, mini, maxi et médianes parcourues par les lamproies après 1 mois de marquage

La distance moyenne parcourue par les individus est de 38 km, la valeur médiane se situant autour de 44 km.

Faits remarquables après 1 mois de suivis :

- 3 lamproies marquées à Tressac sont observées en aval immédiat de Bergerac, soit 96 km en amont du point de lâcher. 3 autres issues du même lot sont arrêtées à proximité, entre Gardonne et Prignonrieux.
- Les zones de regroupement deviennent plus caractérisées avec un premier secteur de 7 km entre Lamothe et Pessac, et un deuxième secteur entre Ste Foy la Grande et l'amont du Fleix.

- Une nouvelle lamproie a été capturée le 3 avril par un pêcheur professionnel (Filet) et remise à l'eau au niveau de Branne. Malheureusement, ce même individu s'est fait une nouvelle fois capturer 10 jours plus tard, dans le même secteur, par un pêcheur amateur au filet et n'a pas été remis à l'eau car la marque externe n'avait pas été observée (perte ?).
- Position au 25 mai (2 mois après marquage), température dépassant les 18 °C pour la première fois.

Au 25 mai, la température de l'eau dépasse les 18 °C, température à partir de laquelle la reproduction peut être observée.



Figure 23 : Position des lamproies radiomarquées après 2 mois de migration en 2018 (25 mai)

Au 25 mai, la situation a très peu évolué sur les zones situées entre Lamothe et Bergerac et l'accumulation des individus au droit du barrage de Bergerac est toujours aussi forte. A cette date, 12 individus sont toujours recensés mais au total, ce sont 18 lamproies qui ont été détectées à ce niveau, certaines s'étant repliées sur les zones situées juste à l'aval (secteur Prignonrieux).

Faits remarquables après 2 mois de suivis :

- 12 lamproies bloquées en aval de Bergerac
- 3 zones de regroupements définitivement identifiées : Lamothe – Pessac, Ste Foy la Grande – Le Fleix, Prignonrieux – Bergerac. A noter une petite accumulation autour de Castillon la Bataille, zone soumise à marée.
- 6 individus détectés au moins 3 fois entre Libourne et Branne ont été classées « disparues » du système. En effet après 4 suivis consécutifs, aucune détection des émetteurs que ce soit en suivi bateau (2) ou voiture (2) n'a été observée. Soit les lamproies sont mortes et se sont laissées dévaler en aval de nos zones de suivis (aval Bordas, soit 6 km en aval de Tressac), soit elles ont été capturées par la

pêcherie et non relâchées du fait de l'absence de marques externes.

- Position au 27 juin (3 mois après marquage), température dépassant les 23 °C pour la première fois

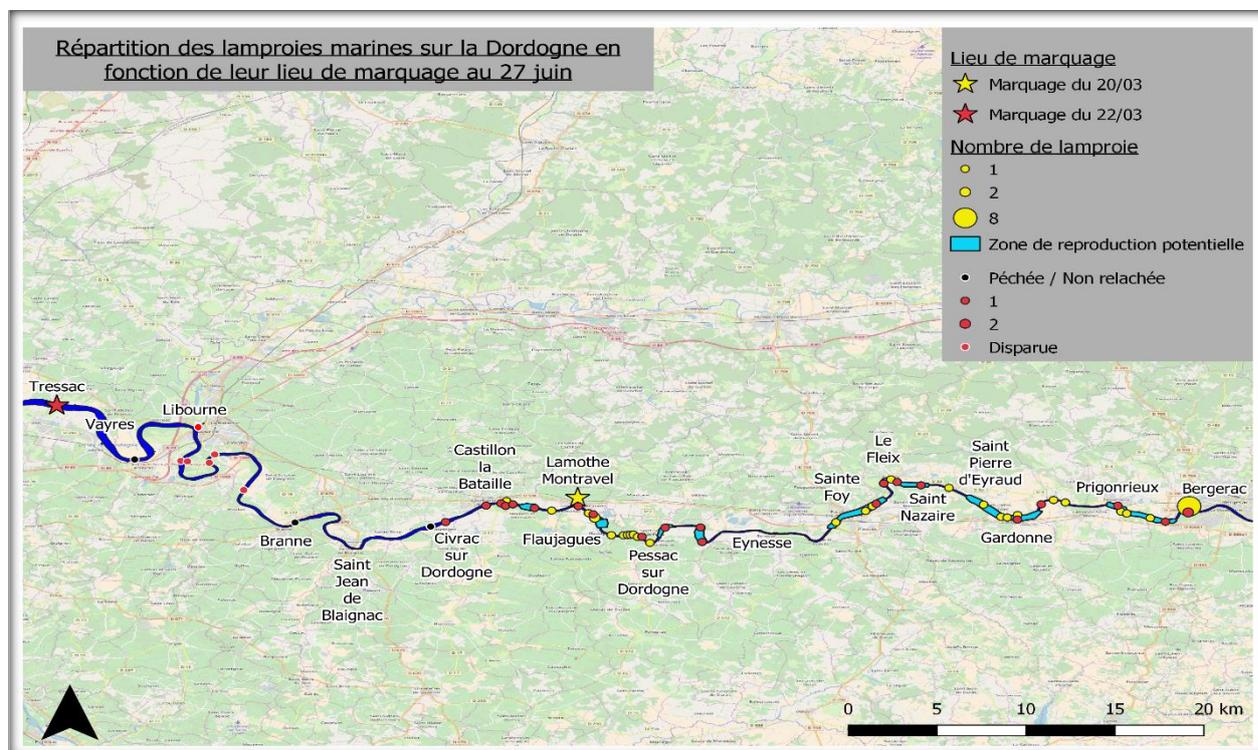


Figure 24 : Position des lamproies radiomarquées après 3 mois de migration en 2018 (27 juin)

La Figure 24 indique la dernière position connue des lamproies radiomarquées. Elles n'ont quasiment pas bougé depuis 1 mois avec seulement certains individus qui effectuent des petits déplacements de quelques centaines de mètres.

| | moyenne | Min | Max | Mediane |
|----|---------|------|-----|---------|
| km | 37.81 | -4.3 | 96 | 40.25 |

Figure 25 : Distances moyennes, mini, maxi et médianes parcourues par les lamproies après 3 mois de marquage

Faits marquants au 27 juin (dernier suivi) :

- Sur les 66 individus suivis, 3 ont été pêchés sans être relâchés et 6 ont disparu du secteur après avoir été détectés pendant les 10 premiers jours après le lâcher.
- 56 individus sont sur des secteurs en amont de la limite de marée dynamique
- 1 dans la zone influencée par la marée
- Sur les 18 lamproies qui se sont présentées à Bergerac, 8 se sont repliées sur des secteurs situées, entre 2 et 35 km en aval du barrage

3.1.1.3 Synthèse des suivis Dordogne :

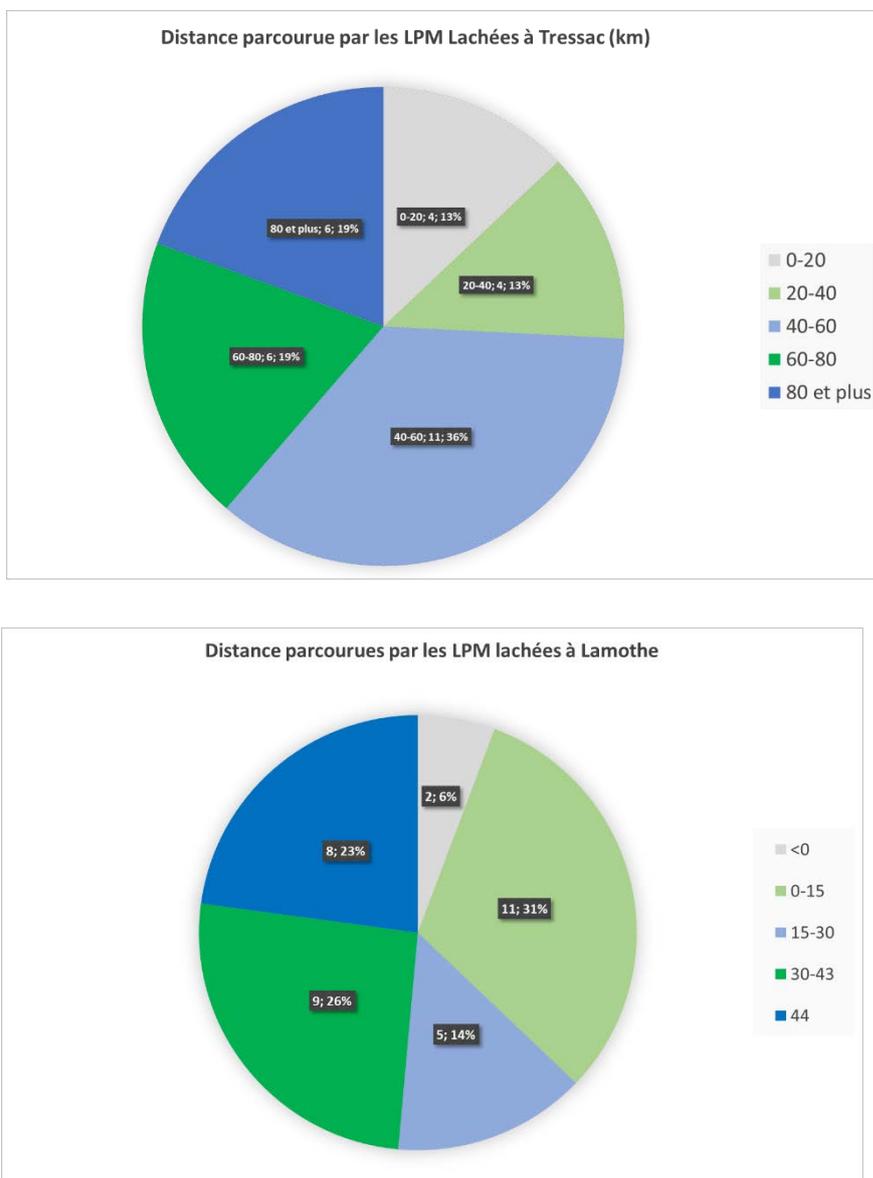


Figure 26 : Répartition des distances parcourues par les lamproies suivant les lieux de lâcher.

On remarque, comme une évidence, que les individus marqués le plus à l'aval ont parcouru, en moyenne, plus de kilomètres que ceux marqués à l'amont ! Cela étant, cette observation laisse à penser que le marquage des lamproies n'impacte pas ou très peu leur comportement, les individus ayant en majorité rejoint des zones potentiellement favorables à la reproduction, en amont de la limite de marée dynamique.

| | Lamothe | Tressac | Total |
|---|---------|---------|-------|
| LPM non retrouvées | 0 | 4 | 4 |
| LPM capturées | 0 | 6 | 6 |
| Lpm capturées non relachées | 0 | 3 | 3 |
| LPM « disparues » (1 < captée > 3 fois) | 0 | 6 | 6 |
| Entre Castillon et Pessac (PK 70 à 87) | 13 | 12 | 25 |
| Entre St Foy et Bergerac (PK 97 à 121) | 14 | 8 | 22 |
| Au barrage de Bergerac (PK 122) | 8 | 2 | 10 |

Figure 27 : Synthèse du devenir des lamproies radiomarquées en fonction des lieux de lâcher

Sur les 70 individus marqués, 60 ont pu être suivis pendant 3 mois, 4 ayant été non retrouvés et 6 ayant très rapidement disparu du secteur d'étude.

Capture par pêche :

Il est intéressant de noter que tous les individus non retrouvés, disparus ou capturés par la pêcherie sont issus du lot marqué à Tressac, c'est-à-dire en aval de la Dordogne et en aval de la zone de pêche. Si l'on fait abstraction des 4 lamproies jamais détectées, dont on ne connaîtra jamais le devenir, la capture par pêche de ce lot est à minima de **6 individus sur 31 soit 20 %** des lamproies marquées. Par ailleurs, on peut s'interroger sur les 6 lamproies disparues alors même qu'elles étaient facilement détectables les jours précédents. Il est possible que ces lamproies aient également été pêchées mais pas remises à l'eau du fait de l'absence potentielle de la marque externe. Si **l'on considère qu'effectivement ces lamproies ont été capturées, alors le taux de capture passe à 40 % (12/31)**.

Front de colonisation et déplacements :

Le suivi par radiopistage montre que la totalité des lamproies se sont arrêtées en aval de Bergerac et seulement 27 % de cette population a migré jusqu'au droit de l'obstacle sans jamais le franchir. Les données observées à la station de contrôle de Tuilières montrent que seulement 34 lamproies ont franchi l'obstacle en 2018. Ces 2 résultats sont cohérents et indépendamment de l'échappement de quelques lamproies en amont de Tuilières, le front de colonisation de l'espèce en 2018 sur la Dordogne peut être considéré comme étant Tuilières. A noter qu'aucune lamproie n'a franchi le barrage de Mauzac en 2018 et que d'un point de vue strictement biologique, les individus passés à Tuilières n'ont certainement pas pu se reproduire dans de bonnes conditions du fait de l'habitat dégradé entre ces 2 ouvrages (absence de granulat).

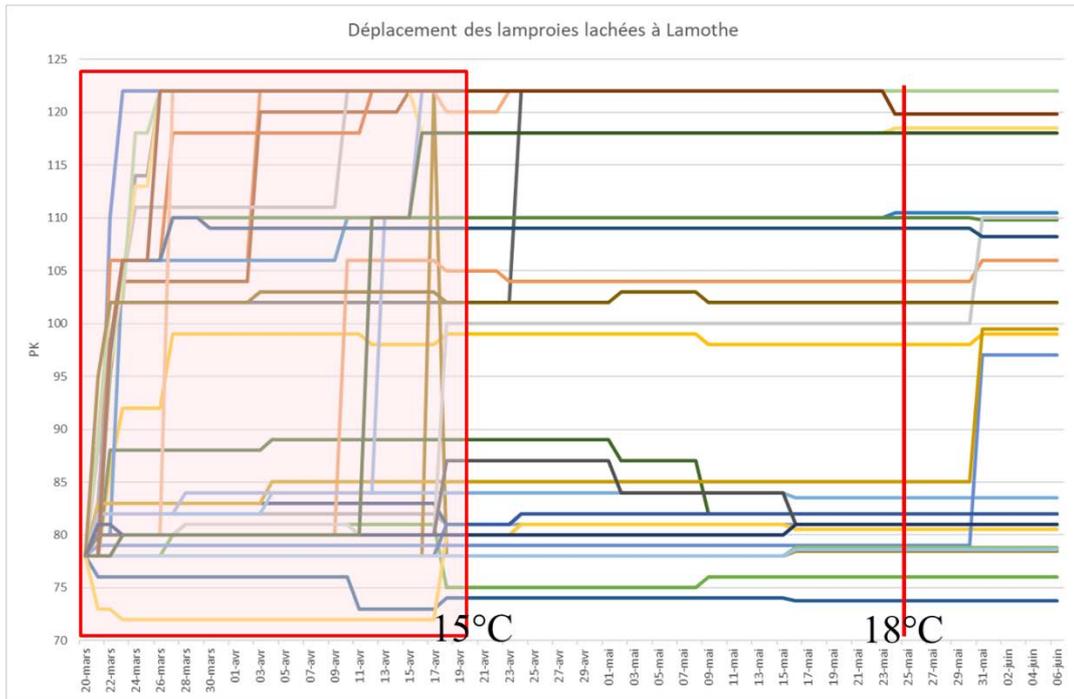


Figure 28 : Déplacement au cours du temps des lamproies marquées et lâchées à Lamothe Montravel

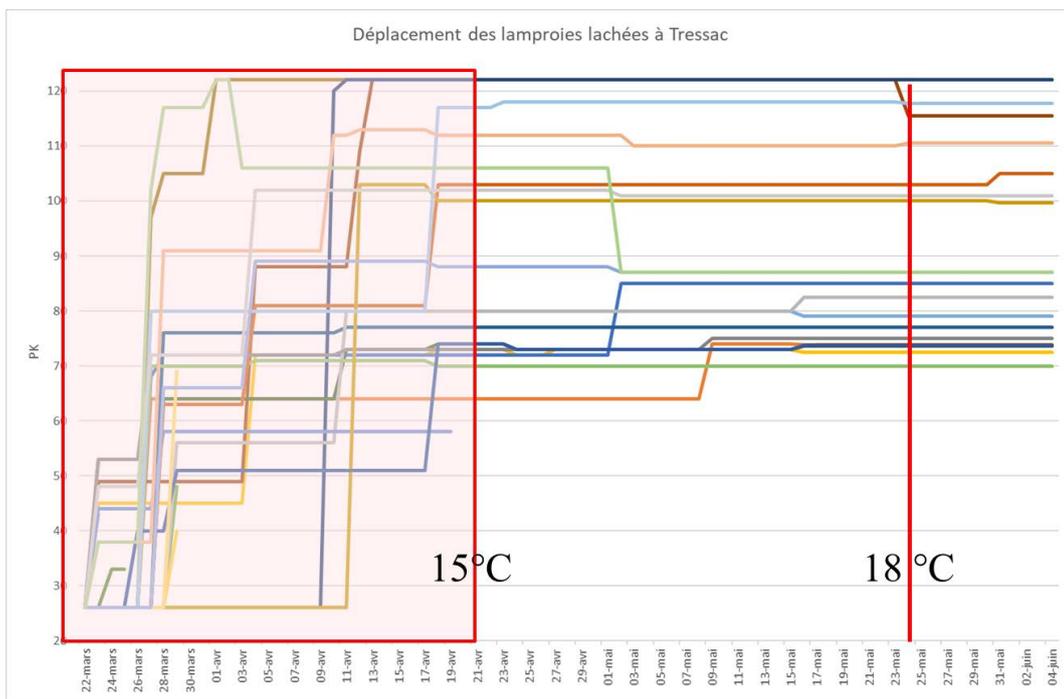


Figure 29 : Déplacement au cours du temps des lamproies marquées et lâchées à Tressac

Les Figures 28 et 29 montrent les déplacements des individus marqués au cours du temps pendant toute la période de suivi. Sur les 2 graphes, on observe beaucoup de déplacements dans le premier mois, jusqu'à des températures de 15°C puis, les déplacements des individus sont beaucoup plus réduits, voire inexistant, jusqu'à la période de reproduction

potentielle. En 2018, il s'est écoulé plus d'un mois entre ces arrêts de migration et la période de reproduction (19 avril – 25 mai). Par ailleurs, seulement 27 % des individus ont été détectés à Bergerac, le reste des effectifs n'ayant jamais migré jusqu'à cet obstacle. Cette observation pourrait être expliquée par une densité faible de géniteurs remontant le cours d'eau, la migration vers l'amont étant généralement densité dépendante (plus le stock est important, plus les individus étendent leur aire de répartition vers l'amont).

Ainsi, les lamproies ont dû attendre près d'un mois sur les zones situées en aval de Bergerac avant de se reproduire. Par ailleurs, on rappelle que cette espèce est très particulière puisque ne possédant pas de vessie natatoire, son comportement l'oblige soit à se déplacer, soit à se fixer sur le substrat. Cette attente couplée à son comportement fait de la lamproie une espèce privilégiée en terme de prédation par le silure. En effet, l'aval de Bergerac est, entre autres, une zone où cette espèce est très présente, notamment au droit de grandes fosses (Pessac, Ribedon, Fleix, aval Bergerac) et qui, après une période de jeune hivernal, se nourri abondamment au début du printemps. **Ce phénomène peut/doit être un facteur aggravant la situation de la population de lamproie et il apparait important de l'étudier pour évaluer précisément ce risque.**

Habitats en aval de Bergerac:

Etant donné que la majorité des individus sont restés cantonnés au secteur de Dordogne compris entre Bergerac et Castillon la Bataille, il apparaissait fondamental de décrire correctement les habitats de cette zone et de voir si les individus marqués se sont arrêtés sur des zones de reproduction potentielle.

Dans un premier temps, la totalité du tronçon a été parcourue en bateau au mois d'octobre, en période d'étiage ($Q = 54 \text{ m}^3/\text{s}$) afin de décrire le substrat du secteur d'étude.

La description s'est basée sur le classement par famille des sédiments en fonction de la taille. Si plusieurs fractions granulométriques sont représentées de façon significative sur un secteur, seules les 2 principales ont été identifiées.

- Sable (< 2mm)
- Gravier (2<D<20 mm)
- Sables – Gravier
- Galets (cailloux) : 20<D<200mm
- Galets gravier
- Blocs : > 200 mm
- Blocs Galets
- Roche mère

L'habitat favorable pour la reproduction de la lamproie marine est constitué essentiellement de galets (75 %) et de graviers (15%) (Taverny, 2010).

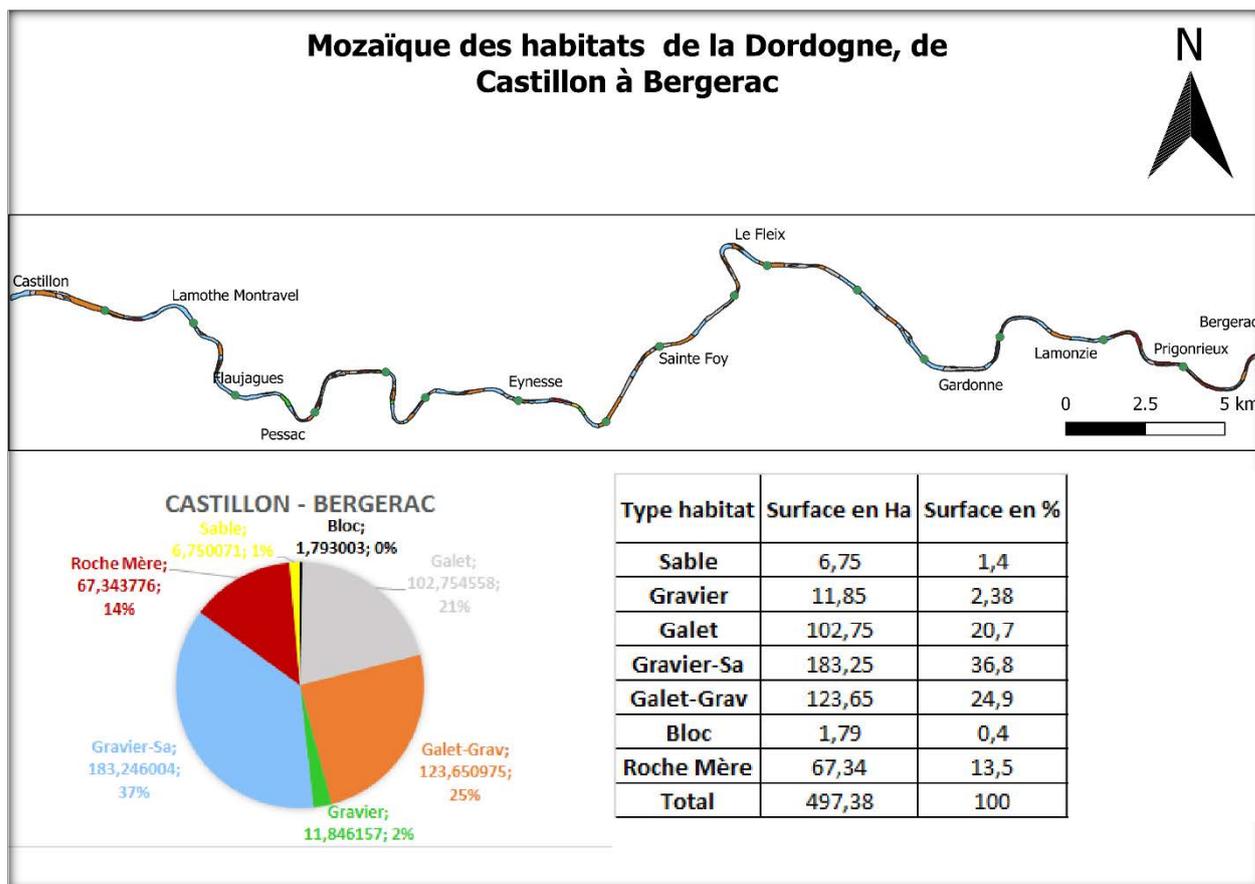


Figure 30 : Description de l'habitat (fraction granulométrique) de la Dordogne entre Castillon la Bataille et Bergerac (2018).

L'ensemble des données a été traité avec le logiciel open source QGIS 3.0. La Figure 30 montre la répartition des différents types de substrat observés sur le secteur.

Pour la reproduction de la lamproie marine, l'habitat optimal correspond à 102 Ha soit 21 % du tronçon. Cependant, 25 % des habitats sont constitués de galets – graviers qui peuvent également être choisis par les individus pour se reproduire.

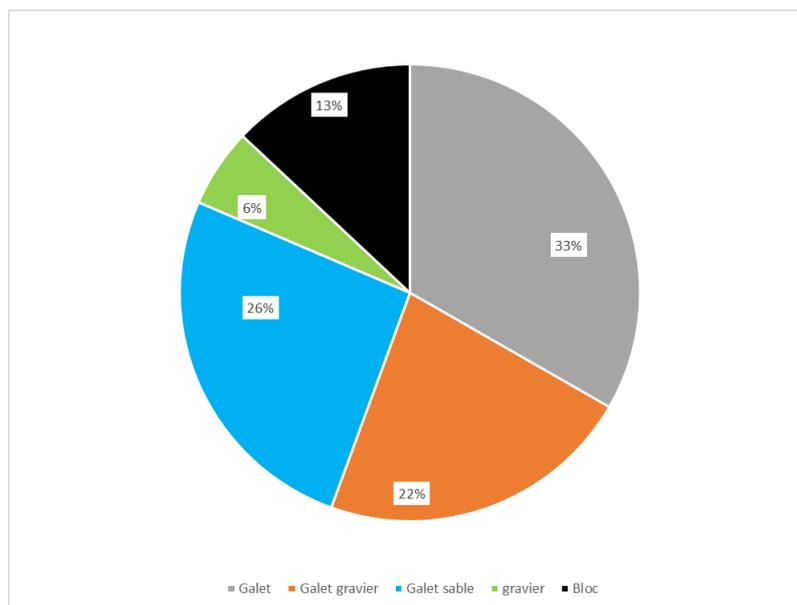


Figure 31 : Répartition des lamproies en fonction du substrat au 19 avril (Temp = 15°C)

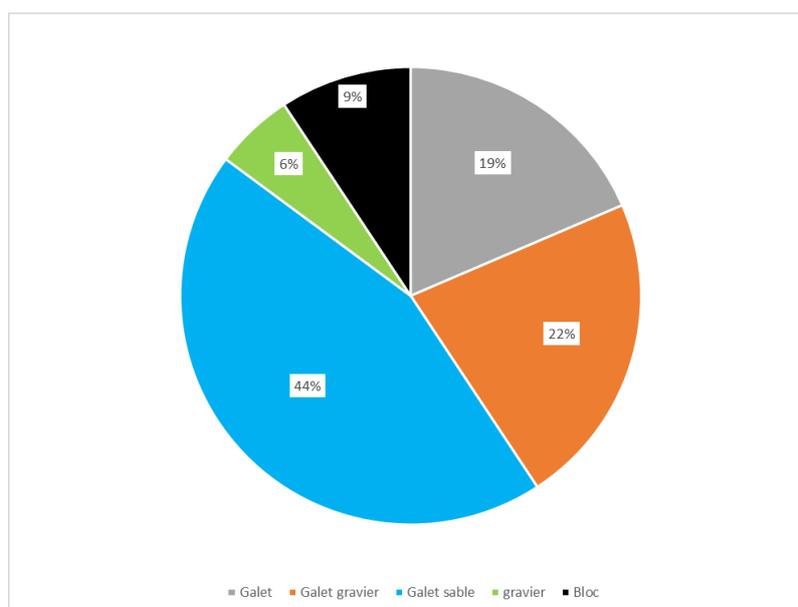


Figure 32 : Répartition des lamproies en fonction du substrat à la fin des suivis au 27 juin (Temp = 23 °C)

Les Figures 31 et 32 montrent la répartition des lamproies marquées à 2 moments clés de la saison :

- mi avril, où la température de l'eau dépasse les 15 °C c'est-à-dire, d'après la littérature (Taverny, 2010), le moment où les individus peuvent commencer à se regrouper sur des zones de reproduction. A cette date, 33 % des lamproies sont sur des zones de galets, pourcentage qui passe à 55 % si le substrat galet- gravier est pris en considération.
- fin juin, où la température de l'eau dépasse les 23 °C, ce qui correspond potentiellement à une période où la plupart des lamproies ont dû se reproduire. Au

27 juin, 19 % des lamproies sont sur des zones de galets, et 44 % se retrouvent dans des zones sableuses. A noter que les zones de blocs se situent essentiellement au droit du barrage de Bergerac.

Par ailleurs, l'ensemble du secteur Castillon - Bergerac a également fait l'objet d'un suivi bathymétrique. Lors des suivis radiopistages effectués en bateau, un échosondeur double faisceau (Humminbird 9) a été embarqué afin de déterminer la topographie du cours d'eau.



Figure 33 : Exemple de vue bathymétrique de la Dordogne réalisée avec un échosondeur double faisceau. Secteur du Fleix.

Ainsi, un atlas cartographique a été réalisé sur l'ensemble du secteur Castillon la Bataille – Bergerac, atlas reprenant l'habitat (fraction granulométrique) et bathymétrie (topographie du cours d'eau) par tronçons d'environ 3 km. Au total, 17 tronçons ont été réalisés et la position en fin de suivi de chaque lamproie radiomarquée a été localisée et couplée avec la répartition en pourcentage de chaque fraction granulométrique. Ce travail, réalisé dans le cadre de cette étude, pourra être utilisé pour d'autres suivis comme par exemple la reproduction de la grande alose.

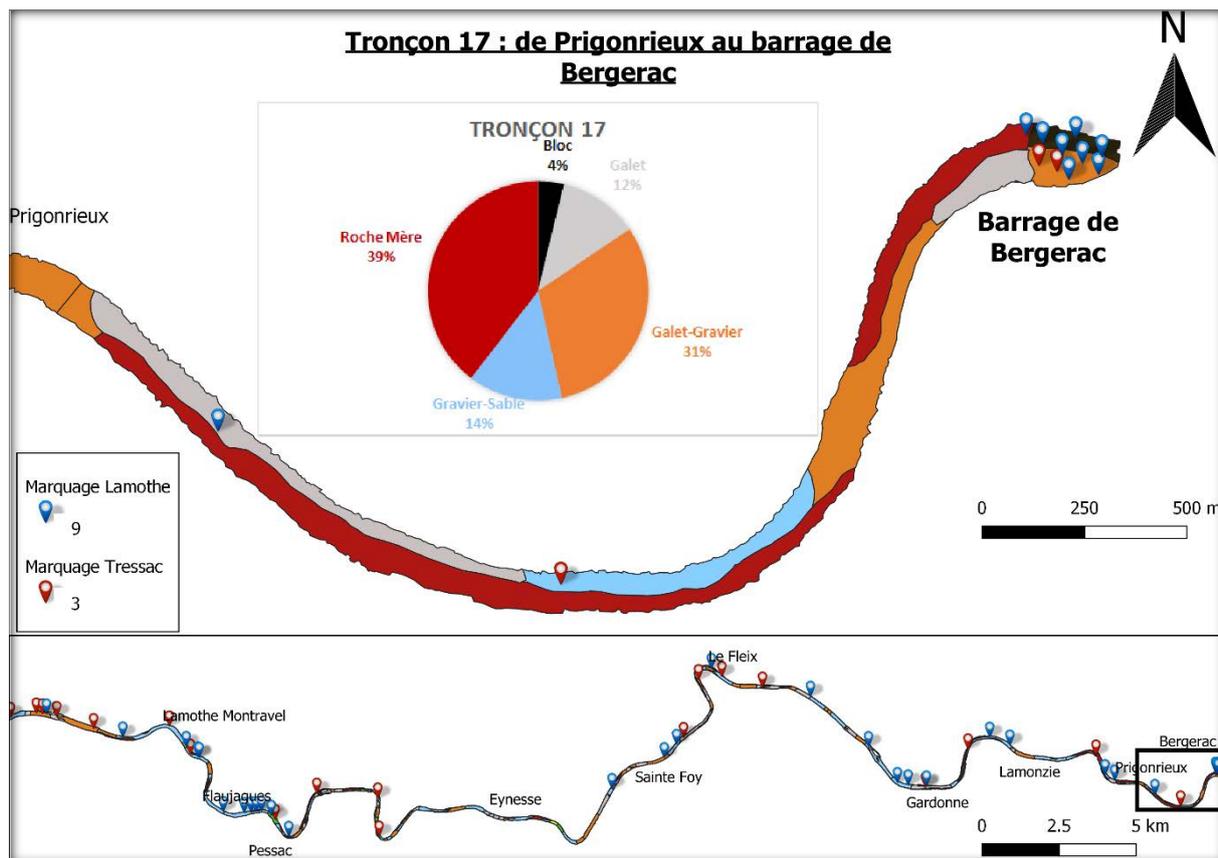


Figure 34 : Exemple de description de la mosaïque d’habitat sur un tronçon de la Dordogne (Prigonrieux – Bergerac)

3.1.2 Le suivi de la reproduction

Les suivis ont été réalisés sur la Dordogne et l'axe Isle/Dronne. Sur la Dordogne, la priorité a été de se focaliser sur les zones repérées lors du suivi par radiopistage

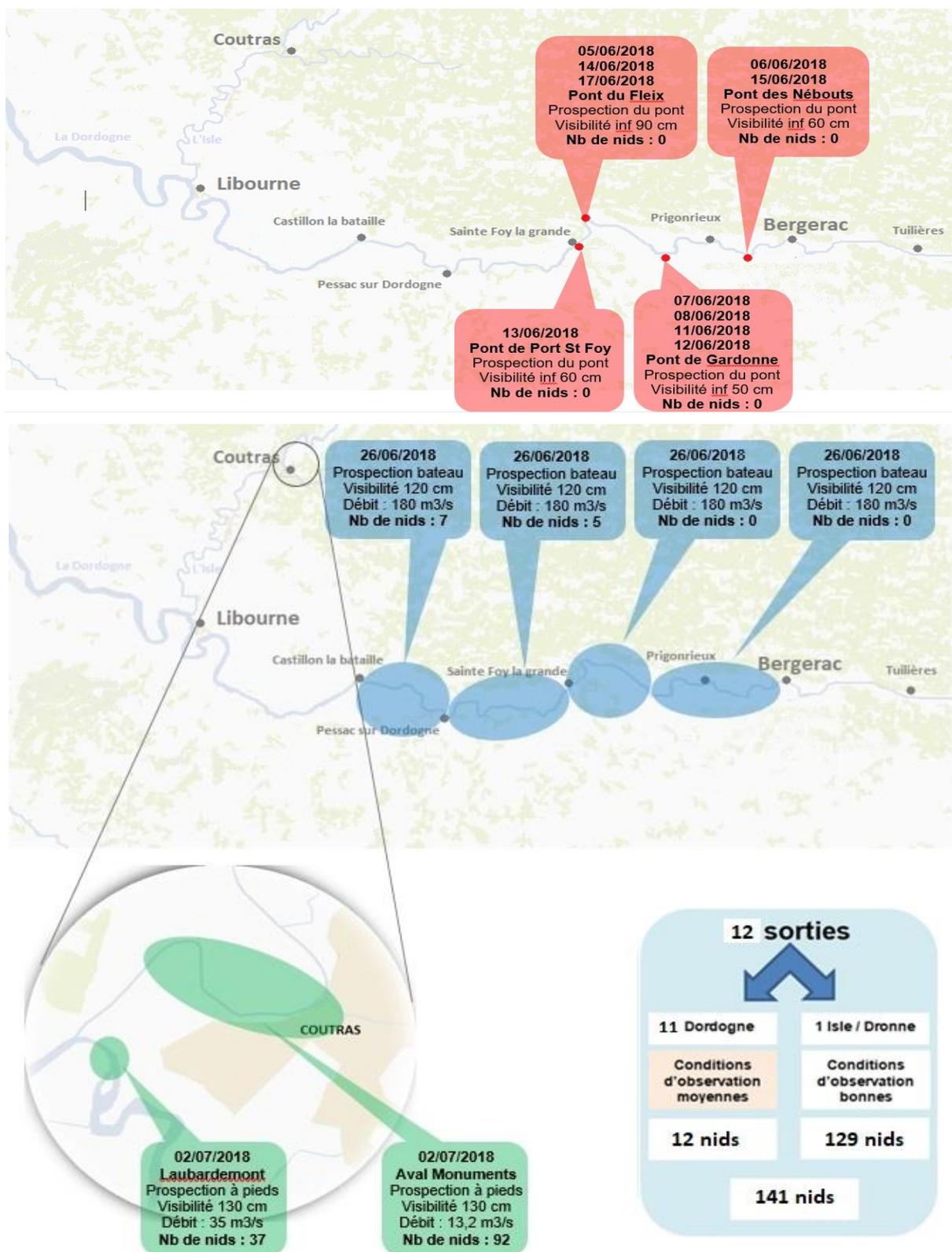


Figure 35 : Résultats des suivis de la reproduction de la lamproie marine en 2018 (Prospection depuis les ponts, à pied et en bateau)

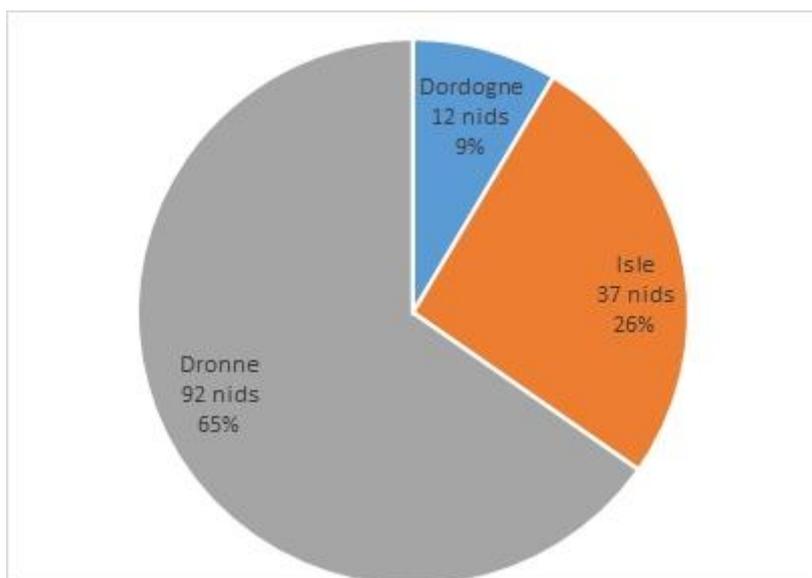


Figure 36 : Répartition des nids comptabilisés sur le bassin de la Dordogne en 2018

Le nombre de nids recensés sur la Dordogne est très faible avec seulement 12 nids observés. Par ailleurs, la totalité de ces observations a été faite en aval de Ste Foy la Grande alors même que la moitié des lamproies radiomarquées se situaient en amont de Ste Foy. La pauvreté du substrat favorable notamment entre Lamonzie et Bergerac peut expliquer ces résultats. Cependant, ces résultats sont peut-être à relativiser, les conditions d'observation n'ayant pas été très favorables cette année avec une turbidité assez forte de l'eau due aux nombreux coups d'eau. Dans ces conditions, une seule sortie tardive (26 juin) en bateau a pu être réalisée expliquant peut-être le faible nombre de nids observés.

Sur la Dronne et l'Isle, 129 nids ont pu être recensés dont 92 sur la Dronne en aval de Coutras. Ces observations montrent que cet axe reste un réservoir majeur pour l'espèce sur le bassin de la Dordogne.

Estimation du stock reproducteur sur la Dordogne :

Le stock reproducteur se calcule en faisant la somme des individus recensés au niveau des stations de contrôle de Tuilières et Monfourat (Dronne) et en ajoutant la population estimée sur la partie située en aval de ces stations. Du fait de la polyandrie observée chez cette espèce, à chaque nid observé il est estimé 2,3 géniteurs.

| Dordogne | Aval Bergerac | Bergerac-Tuileries | Station Tuileries | Tuileries-Mauzac | Station Mauzac |
|--------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Nb de nids | 12 | 0 | / | 0 | / |
| Nb individus | 27 | 0 | 34 | 0 | 0 |
| Dronne | Aval Coutras / Coutras | | | Station Monfourat | |
| Nb de nids | 92 | | | / | |
| Nb individus | 209 | | | 30 | |
| Isle | Laubardemont | | | | |
| Nb de nids | 37 | | | | |
| Nb individus | 84 | | | | |

Figure 37 : Répartition des nids comptabilisés sur le bassin de la Dordogne en 2018

Ainsi, le stock reproducteur sur la Dordogne en 2018 est estimé à 384 géniteurs

3.1.3 Le suivi des stades larvaires

| | DORDOGNE | DRONNE | Total |
|---------------|----------|--------|-------|
| Lampetra | 98 | 7 | 105 |
| LPM | 56 | 1 | 57 |
| Total général | 154 | 8 | 162 |

Figure 38 : Nombre de larves échantillonnées par pêche électrique en 2018 sur la Dordogne

Cette année, 39 stations ont été échantillonnées dont 30 sur l'axe Dordogne, principalement situées au droit des zones d'arrêt des lamproies radiomarquées. A quelques exceptions près, les stations inventoriées sont identiques à celles pêchées les années précédentes.

Au total, seulement 57 larves de lamproies marine ont été capturées dont 56 sur la Dordogne. La surface totale inventoriée était de 84 m² constituée essentiellement d'habitat optimaux. Sur ces 57 larves, 3 seulement ont été estimées être des ammocètes de l'année (0+), les autres correspondant aux larves issues des reproductions précédentes. Il est important de signaler la difficulté à discriminer les deux espèces (Lampetra et petromyzon) pour des individus dont la taille n'excède pas 150 mm !, des erreurs sont possibles et il faut rester prudent sur l'interprétation de ces résultats. Ceci dit, de manière globale, la densité larvaire obtenue avec la méthode d'extrapolation de Carle et Strub reste très faible avec moins de 2 individus au m² échantillonné. Il est rappelé que seuls des habitats optimaux ont été pêchés cette année, ce qui explique la légère augmentation de la densité observée en 2018.

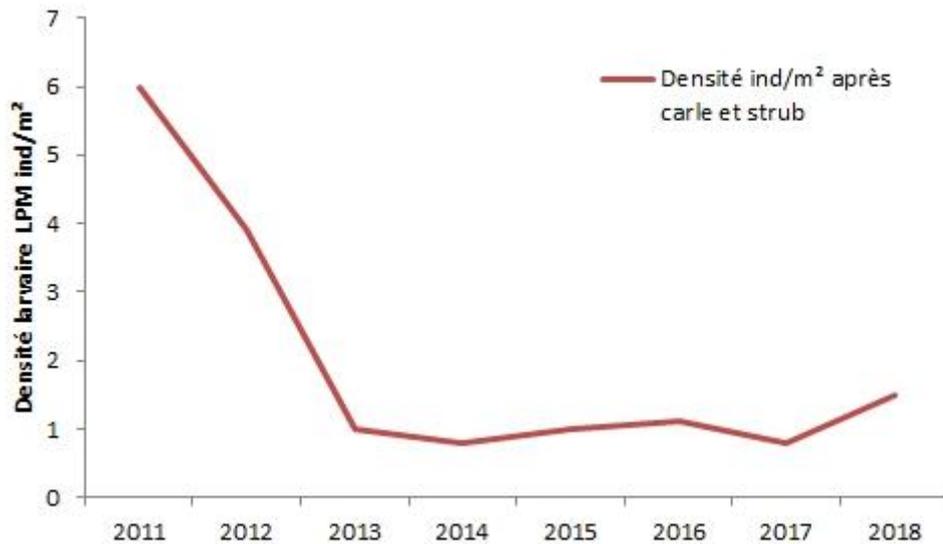


Figure 39 : Evolution de du stock larvaire sur la Dordogne (densité)

Les échantillonnages de 2018 restent cependant atypiques, notamment sur la Dronne et l'Isle avec seulement 8 larves échantillonnées sur 9 stations considérées comme optimales, dont aucune de l'année. Par ailleurs, c'est sur cet axe que le nombre de nids observés a été le plus important (129). Il apparaît légitime de s'interroger sur la réussite de la reproduction sur cette partie du bassin, les pêches ayant été réalisées dans de très bonnes conditions de débit et de visibilité.

En tout état de cause, l'état du stock reproducteur sur la Dordogne est, de manière récurrente, catastrophique, confirmé par une quasi absence de larves de l'année couplée à une forte baisse du nombre de larves des années précédentes.

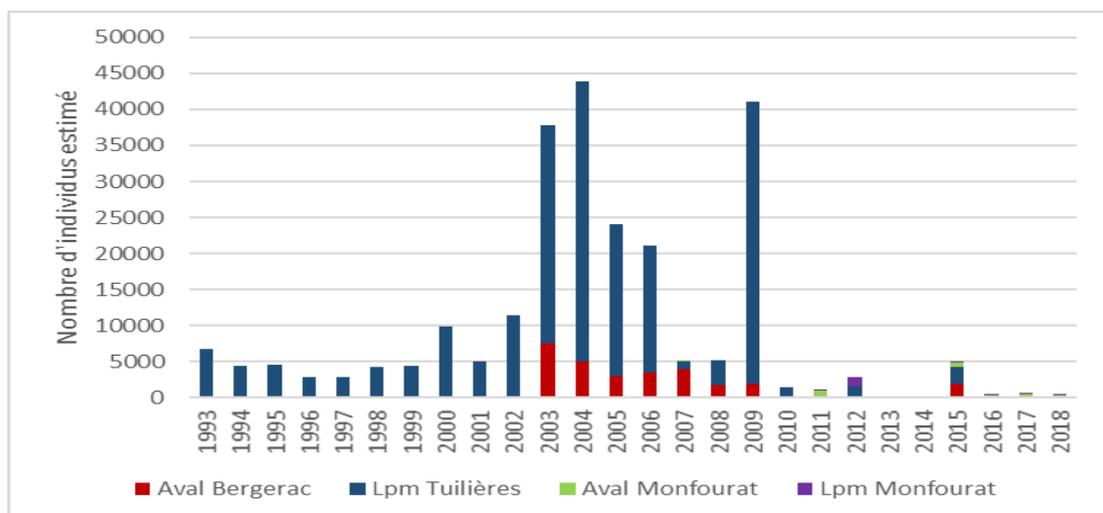


Figure 40 : Nombre de larves échantillonnées par pêche électrique en 2018 sur la Dordogne

3.2 Suivis sur la Garonne

3.2.1 Le suivi de la migration par radiopistage

3.2.1.1 Individus marqués et lieu de lâcher

Au regard des résultats de 2017, il a été décidé de marquer l'ensemble des individus au même endroit et de les lâcher à la même date. En effet, l'année dernière, les lamproies se sont déplacées et retrouvées, pour 65 % d'entre elles, sur les zones situées en amont de la limite de marée dynamique et ce indépendamment du lieu de lâcher.

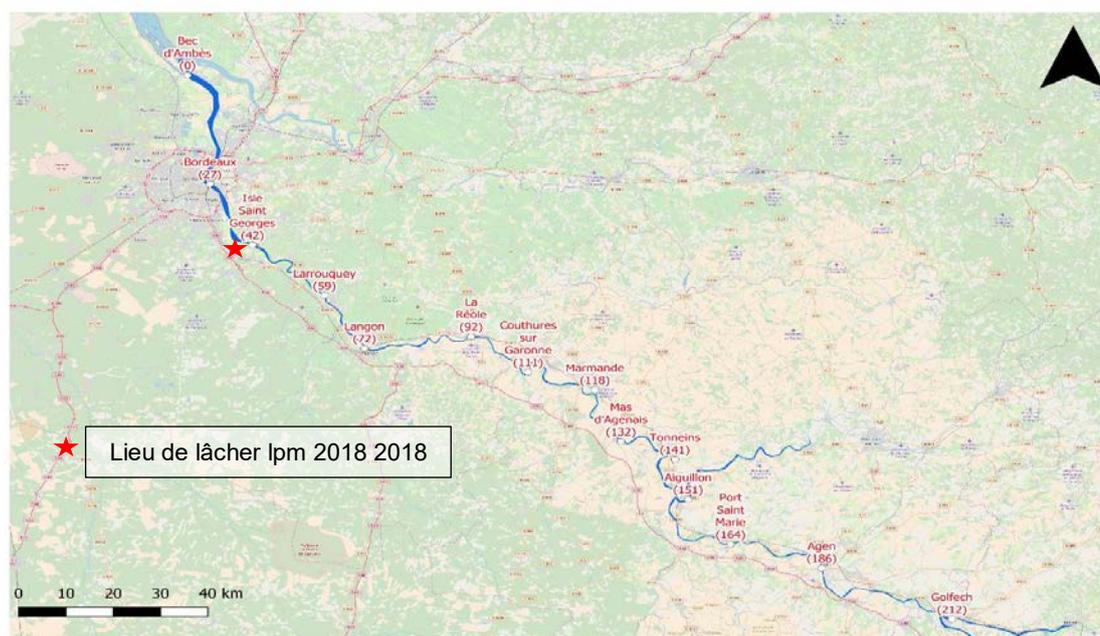


Figure 41 : Sectorisation de la Garonne (PK) et lieu de lâcher des lamproies radiomarquées en 2018

En 2018, il a été marqué 30 lamproies le 27 mars au niveau de l'Isle St Georges (PK 42), toutes fournies par un pêcheur professionnel. Elles ont toutes été pêchées avec un filet dérivant.

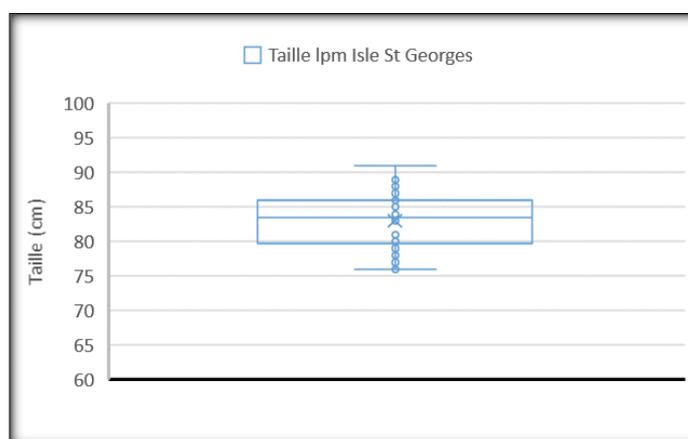


Figure 42 : Taille des individus marqués sur la Garonne en 2018

La Figure 42 montre que la taille moyenne des individus marqués sur la Garonne est de 83 cm, et varie entre 76 et 91 cm.

Conditions environnementales de la Garonne en 2018

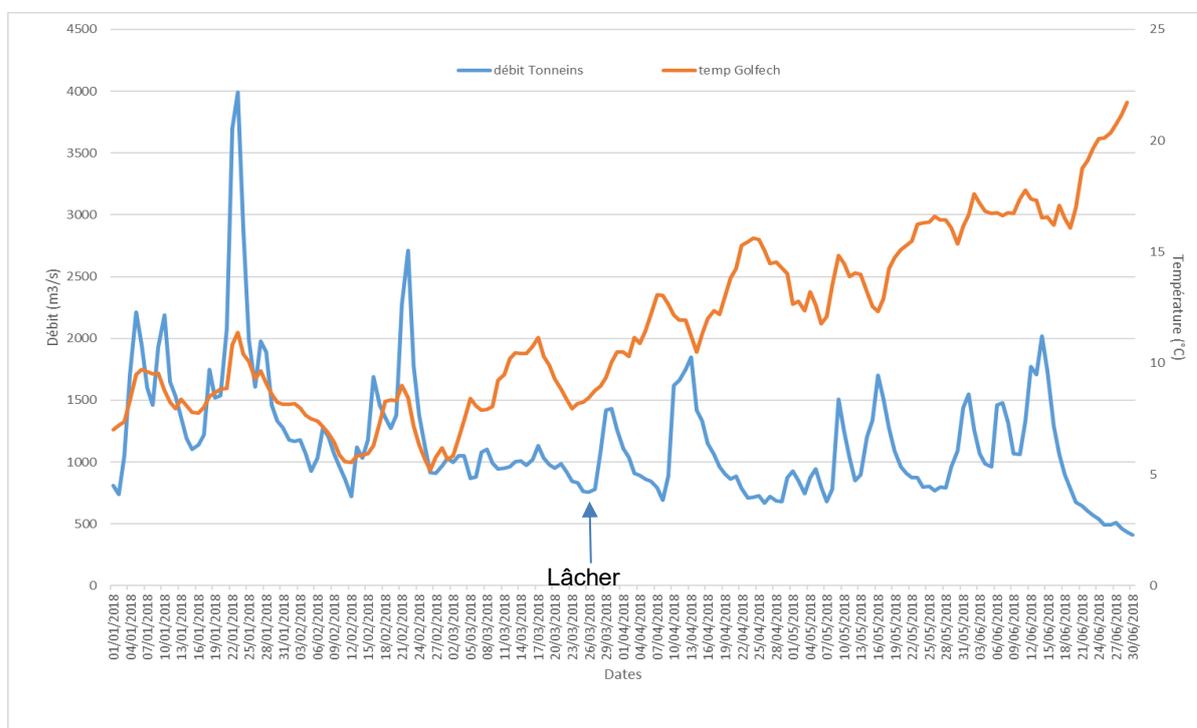


Figure 43 : Conditions environnementales de la Garonne lors de la campagne de suivi des lamproies radiomarquées en 2018

La Figure 43 montre que la Garonne a subi de nombreuses crues en 2018 pendant toute la période de suivi. Les lâchers ont été effectués le 27 mars pour des débits proches de 800 m³/s (données eaufrance.fr) et une température de l'eau d'environ 9°C. Après cette date, 7 crues avoisinant ou dépassant les 1500 m³/s se sont succédé jusqu'au 15 juin. La température de l'eau atteint les 15°C régulièrement à partir du 19 mai.

3.2.1.1 Résultats des suivis

Les suivis ont été effectués du 28 mars au 25 mai 2018 uniquement en bateau. En effet, à la différence des suivis Dordogne, très peu de routes/chemins longent de façon continue la Garonne et des suivis en voitures seraient inefficaces. Au total, pendant cette période, 11 suivis ont été effectués et, sur les 30 lamproies marquées, 1 seule n'a jamais été retrouvée. Cependant, du fait 1) des nombreuses crues sur la Garonne en 2018 impliquant des fortes hauteurs d'eau notamment sur la zone soumise à marée et 2) de la longueur du secteur d'étude (90 km jusqu'à Tonneins), il a été quasiment impossible de retrouver tous les individus à chaque sortie.

| Date | Secteur prospecté | Nombre de Lamproie retrouvée | % de lamproie retrouvée |
|------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 28/03/2018 | Isle st G - Cadillac | 15 | 50% |
| 30/03/2018 | Cadillac - La Réole | 11 | 37% |
| 03/04/2018 | Port de Barsac - Couthures | 13 | 43% |
| 04/04/2018 | Couthures - Isle saint Georges | 7 | 23% |
| 10/04/2018 | Port de Barsac - Couthures | 13 | 43% |
| 19/04/2018 | Port de Barsac - Couthures | 11 | 37% |
| 27/04/2018 | Couthures - Aiguillon | 5 | 17% |
| 02/05/2018 | Port de Barsac - Caudrot | 4 | 13% |
| 24/05/2018 | Port de Barsac - Couthures | 11 | 37% |
| 25/05/2018 | Couthures - Aiguillon | 6 | 20% |

Figure 44 : Secteurs prospectés sur la Garonne en 2018 et nombre de lamproies détectées.

Lors du premier suivi, le lendemain du marquage, 15 lamproies ont été détectées. La distance max parcourue par 1 individu est de 18 Km avec une moyenne de 5,5 km. 7 lamproies étaient toujours au point de lâcher le lendemain du marquage.

| | Moyenne | Min | Max | Médiane |
|----|---------|-----|-----|---------|
| Km | 5.5 | 1 | 18 | 4 |

Figure 45 : Distances parcourues par les lamproies marquées sur la Garonne 1 jour après marquage.

➤ Positions au 10/04 (15 jours après le marquage), température de l'eau de 12°C :

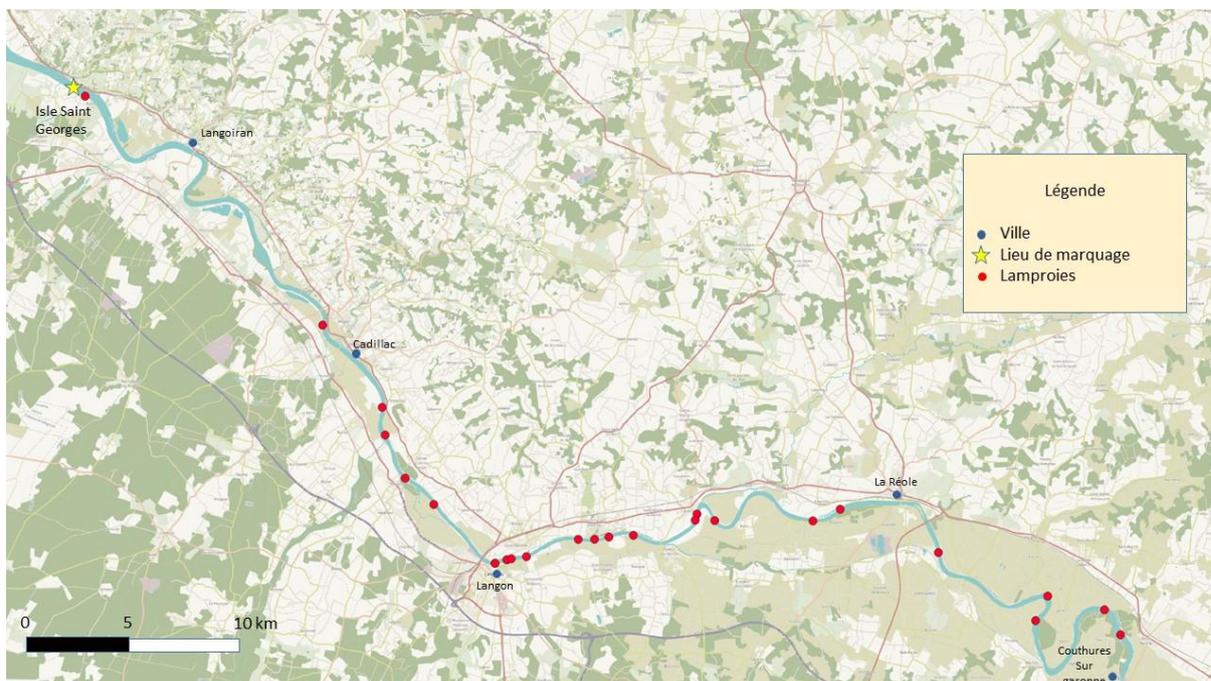


Figure 46 : Position des lamproies radiomarquées après 15 jours de migration sur la Garonne en 2018 (10 avril)

Les individus retrouvés au moins 2 fois (26 sur 30) ont tous progressé vers l'amont à l'exception d'une lamproie qui se situe environ 500 m en amont du point de lâcher. Cependant, seulement 5 lamproies se situent en amont de la limite de marée dynamique (La Réole) dans des zones favorables à la reproduction. A cette date, on commence à voir quelques regroupements d'individus au niveau de Langon, Castets en Dorthe et Caudrot, c'est-à-dire sur un secteur de 15 km.

La lamproie ayant migré le plus loin se situe en aval de Couthure sur Garonne, soit 65 km en amont du point de lâcher et en moyenne, ces 26 lamproies ont parcouru 36 km (Figure 47).

| | Moyenne | Min | Max | Médiane |
|----|---------|------|-----|---------|
| Km | 35.9 | 0.50 | 65 | 35.25 |

Figure 47 : Distances parcourues par les lamproies marquées sur la Garonne 15 jours après marquage.

- Positions au 25 mai (2 mois après le marquage), température de l'eau de 15 C :



Figure 48 : Position des lamproies radiomarquées après 2 mois de migration sur la Garonne en 2018 (25 mai)

Le 25 mai marquera en 2018 la fin des suivis des lamproies radiomarquées. En effet, les forts débits ont rendu très difficiles les suivis avec parfois seulement 4 lamproies retrouvées pendant une journée. Par ailleurs, la position des individus retrouvés au 25 mai est la même que celle observée lors des 3 suivis précédents. La situation n'évoluant plus, il a été décidé de stopper les sorties de terrain et de considérer que cette position était la dernière.

3 lamproies de plus ont été retrouvées pendant le mois de mai, une au niveau de Tonneins et 2 au niveau de Langon

| | Moyenne | Min | Max | Médiane |
|----|---------|------|-----|---------|
| Km | 43.9 | 0.50 | 92 | 38.25 |

Figure 49 : Distances parcourues par les lamproies marquées sur la Garonne 15 jours après marquage

Au 25 mai, 9 lamproies sur 30 se situent en amont de la zone de marée dynamique, celle ayant migré le plus en amont étant située à Tonneins, au niveau d'un seuil naturel largement franchissable en 2018 du fait des forts débits. Les 3 zones d'arrêt situées à Langon, Castet et Caudrot se confirment nettement avec 50 % des effectifs retrouvés dans ces secteurs.

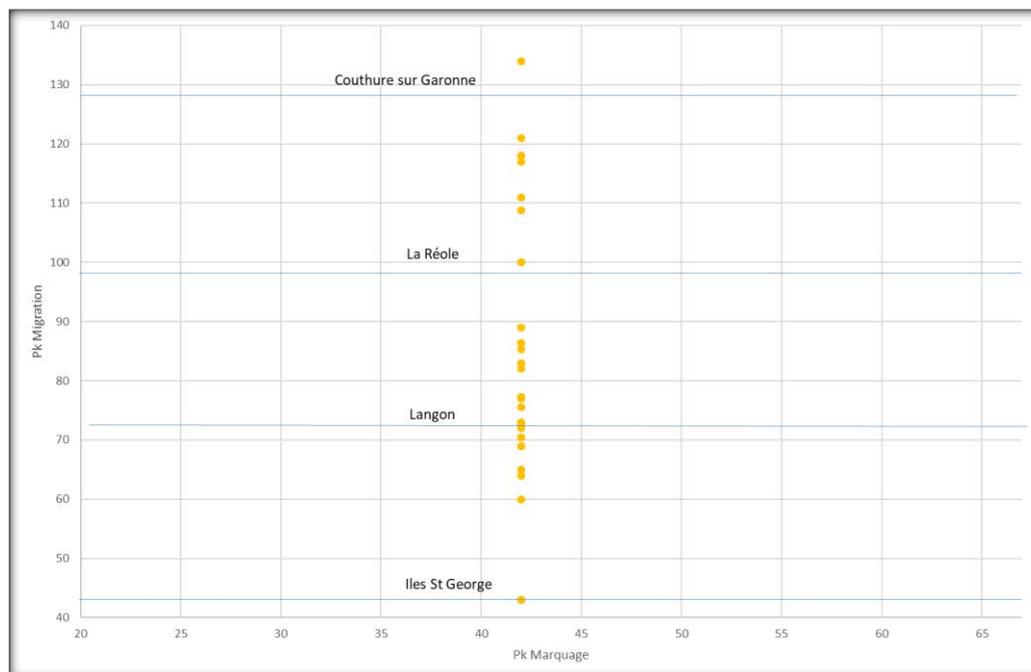


Figure 50 : Répartition des lamproies radiomarquées en fin de suivi sur la Garonne en 2018

En tout état de cause, les conditions hydrologiques de la Garonne en 2018 n'ont pas permis d'effectuer un suivi précis des individus tel qu'il était prévu dans le protocole affiché lors des différentes réunions techniques du COGEPOMI. Cependant, les informations obtenues grâce à ce suivi ont permis de déterminer une nouvelle fois le front de colonisation de l'espèce au niveau de Tonneins, comme en 2017. Ce front de colonisation sur la Garonne est équivalent en termes de distance à celui observé sur la Dordogne (Tuilières) et situé environ 70 km en aval de Golfech ! Par ailleurs, alors que les conditions de débit étaient drastiquement différentes en 2017 par rapport à 2018 avec 792 m³/s en moyenne en 2018 contre 335 m³/s en 2017, la migration des individus est tout à fait comparable. En effet, les lamproies ont migré quasiment au même rythme les 2 années et se sont répartis quasiment au même endroit (Langon, Caudrot, Couthure et Tonneins). Ces observations sont assez difficiles à expliquer mais il apparaît fondamental de comprendre pourquoi un secteur de 15 km, soumis à marée, semble freiner voire stopper la migration de cette espèce alors même que l'habitat leur permet difficilement de se reproduire.

Comme sur la Dordogne, un suivi bathymétrique a été réalisé sur certaines zones afin d'avoir une connaissance du relief du cours d'eau. La zone située entre Langon et Caudrot a été totalement prospectée (échosondeur Humminbird double faisceau).

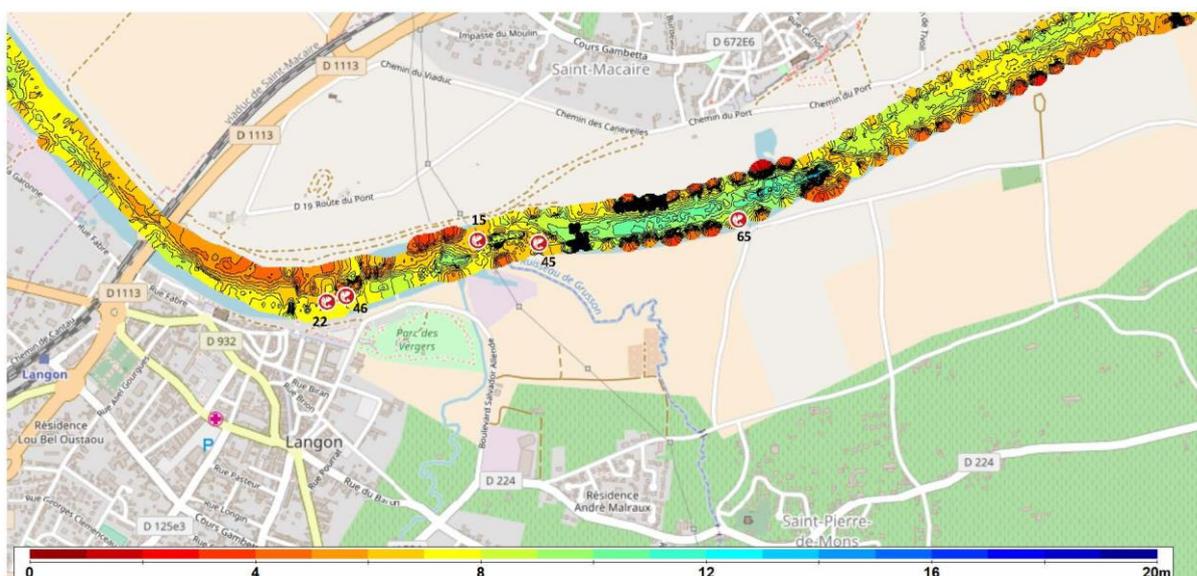


Figure 51 : Bathymétrie réalisée au droit de Langon en 2018

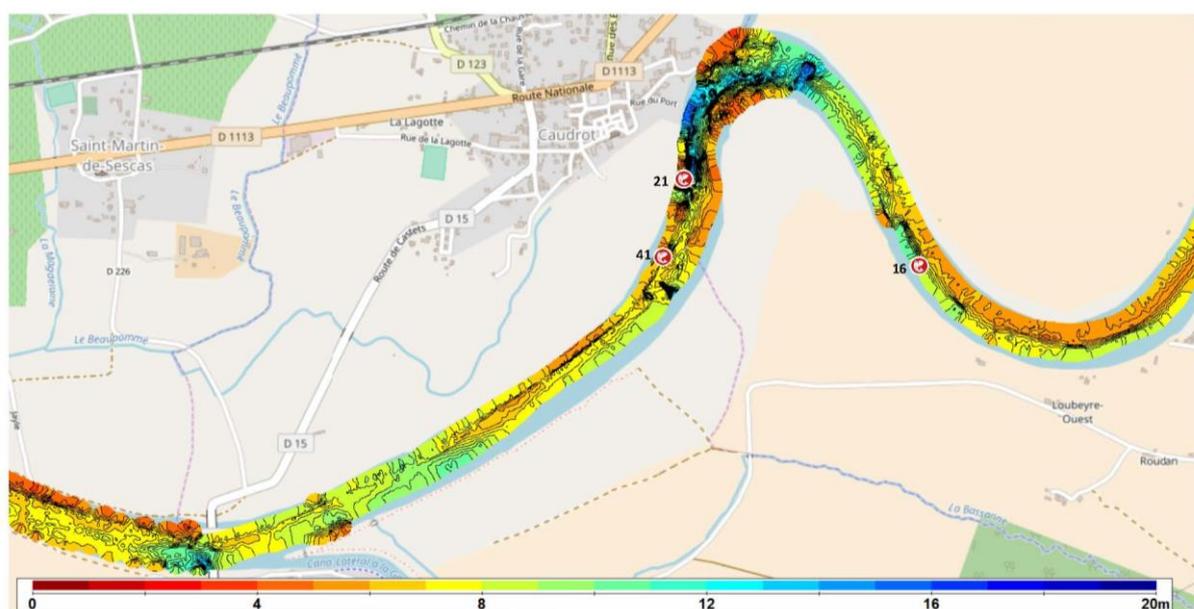


Figure 52 : Bathymétrie réalisée au droit de Caudrot en 2018

Les Figures 51 et 52 montrent la topographie du fond du cours d'eau (profondeur) avec la position des lamproies retrouvées sur le secteur. Les 8 lamproies sont situées dans des zones relativement profondes, à l'aval de grandes fosses notamment sur le secteur de Caudrot. Ces zones sont connues pour être des secteurs « refuge » du silure en période hivernal, silures se déplaçant sur toute la zone lorsqu'ils reprennent une alimentation. Comme sur la Dordogne, il apparaît important de voir si l'hypothèse d'une prédation importante du silure sur la lamproie peut expliquer ces arrêts de migration avant la période de reproduction.

3.2.2 Le suivi de la reproduction

La qualité d'observation sur la Garonne et ses affluents ne permet pas d'estimer un nombre de nids et par conséquent un nombre de géniteurs présents en aval de Golfech. De plus, les conditions hydrologiques de l'année 2018 ont étendu ce phénomène à l'ensemble des affluents si bien que même sur le Ciron, rivière traditionnellement suivie pendant toute la saison de reproduction, aucune estimation de nids n'a pu y être effectuée.

3.2.3 Le suivi des stades larvaires

Au vu des résultats des années précédentes, et des résultats de suivi par radiopistage des lamproies sur la Garonne, il a été décidé de focaliser les suivis des stades larvaires sur 2 affluents de la Garonne : le Gat mort et le Ciron. En effet, ces cours d'eau sont très fréquentés par les deux espèces de lamproies migratrices et sont les témoins de la présence d'adultes sur le bassin et de la réussite de la reproduction. Cependant, il est rappelé que les surfaces accessibles des affluents sur le bassin Garonne Dordogne ne correspondent qu'à environ 3 % de la surface totale des habitats disponibles

En 2018, 12 stations ont été pêchées, 3 sur le Gat mort au droit de St Selve et 12 sur le Ciron.

| Étiquettes de lignes | Nbre de stations | Surface totale pêchée (m ²) | Profondeur moyenne (cm) | Mouille | Zone d'étalement | Banc | Bordure de lit |
|----------------------|------------------|---|-------------------------|---------|------------------|------|----------------|
| Avance | 1 | 98 | 25 | | 2 | 3 | 4 |
| Ciron | 9 | 98 | 20 | | 2 | 3 | 4 |
| Garonne | 29 | 398 | 27 | 4 | 1 | 1 | 15 |
| Gat Mort | 21 | 303 | 27 | 4 | 1 | 3 | 15 |
| Gat Mort Secours | 3 | 30,5 | 25 | 1 | | 3 | 1 |
| Total général | 36 | 535,5 | 31 | 5 | 3 | 7 | 21 |

Figure 53 : Caractéristique des stations pêchées sur la Garonne et ses affluents en 2018

| Cours d'eau | LPM | | LPX | | Total Somme de < 50 mm | Total Somme de > 50 mm |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| | Somme de < 50 mm | Somme de > 50 mm | Somme de < 50 mm | Somme de > 50 mm | | |
| Avance | 11 | 96 | 24 | 90 | 35 | 186 |
| Ciron | 14 | 68 | 28 | 153 | 62 | 271 |
| Gat Mort | 14 | 176 | 74 | 245 | 108 | 421 |
| Total 1 | 29 | 205 | 176 | 74 | 319 | 524 |
| Total 2 | 29 | 205 | 176 | 74 | 319 | 524 |

Figure 54 : Caractéristiques des individus capturés sur les cours d'eau prospectés sur le bassin de la Garonne en 2018

Au total, 189 larves de lamproies marines et 315 larves de lamproies fluviatiles ont été capturées. Sur ces 2 cours d'eau, 25 individus d'une taille inférieure à 50 mm ont été capturés sur les affluents de la Garonne (Gat Mort, Ciron et Avance), larves certainement issues de la reproduction de l'année 2018. Lorsque l'on regarde la densité moyenne de lamproies par m² prospectés, globalement les résultats sont :

Gat Mort : 2.6 inds / m²

Ciron : 1.1 inds / m²

Ces résultats sont très faibles mais sûrement à mettre en relation avec les mauvaises conditions de reproduction de l'année 2018 du fait des conditions hydroclimatiques.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les suivis de la migration, de la reproduction et des stades larvaires, sur les deux axes, convergent tous dans le même sens et décrivent une situation catastrophique de l'espèce sur le bassin avec un stock reproducteur estimé à moins de 400 individus sur le bassin de la Dordogne et un front de colonnisation très en aval sur les 2 axes Garonne et Dordogne.

Sur la Dordogne, le suivi par radiopistage, riche d'enseignements, a montré que 27 % des individus marqués migraient très rapidement jusqu'au barrage de Bergerac mais qu'aucun n'avait réussi à le franchir. En effet, sur les individus lâchés à Tressac le 22 mars, 2 ont atteint le barrage de Bergerac le 1^{er} avril, soit 96 km en 8 jours. Sur le lâcher effectué à Lamothe, les résultats sont encore plus impressionnants puisque un individu est arrivé à Bergerac 2 jours après le lâcher, soit 44 km parcourus pendant ce court laps de temps ! Au total, les 18 individus qui se sont présentés au niveau de cet obstacle sont restés entre 2 et 3 mois au droit du site et 8 d'entre eux se sont repliés en fin de saison sur des secteurs situés entre 2 et 35 km en aval.

Par ailleurs, 6 autres lamproies ont été déclarées pêchées, (20 %) et 50 % d'entre elle ont été remises à l'eau. Par contre, si l'on prend en compte les 6 lamproies dont les équipes chargées du suivi ont perdu la trace au bout de quelques jours alors même qu'elles étaient facilement détectées les jours précédant leur disparition, ce taux de capture passe à 40 % des individus marqués à Tressac (aval Dordogne).

Ainsi, 57 individus sur 70 ont fréquenté les zones situées entre Castillon la Bataille et Bergerac pour se reproduire, soit 80 % des lamproies marquées. La cartographie des habitats réalisée sur l'ensemble du secteur couplée à la position ponctuelle des lamproies montrent qu'à minima, 55 % des individus ont fréquenté des zones favorables à la reproduction. Malheureusement, quasiment aucun nid (seulement 12) et aucune larve de l'année (seulement 3) n'ont été répertoriés lors des suivis post migration.

Sur la Garonne, les résultats sont équivalents avec très peu d'individus sur les zones de reproduction et des zones d'arrêt de migration surprenantes situées dans un secteur influencé par la marée et non propices à la reproduction.

Ces résultats sont factuels mais ne peuvent à eux seuls expliquer cette situation. La technique de radiopistage permet de suivre un comportement migratoire en mettant l'accent par exemple sur des problèmes de libre circulation tels que la capture par pêche ou le franchissement d'obstacles. Par contre, il est impossible d'expliquer les problèmes liés à la reproduction et surtout de savoir précisément si tous les individus migrants ont la capacité de se reproduire. En effet, le suivi de la reproduction permet de comptabiliser uniquement les lamproies qui se sont reproduites mais pas celles qui sont présentes mais qui ne se reproduisent pas. Plusieurs hypothèses à ce sujet sont régulièrement soulevées au sein du COGEPOMI et le cas **de la prédation par le silure** apparaît comme étant potentiellement la plus problématique. En effet, le comportement de la lamproie pendant la phase de migration, alternant phase de migration avec phase de repos en étant fixée sur le substrat, en fait une proie facile.

Pour vérifier cette hypothèse et apporter des éléments au COGEPOMI sur cette potentielle prédation, MIGADO propose de marquer la saison prochaine (2019) des lamproies avec des tags acoustiques, appelés « tags prédatations », qui ont la particularité de changer de code lorsqu'ils subissent une attaque acide. Cette attaque se produit en cas de digestion et ainsi il est facile, suivant le code retrouvé, de savoir si les individus repérés sont toujours vivants ou s'ils sont morts par prédation.

La qualité des suivis acoustiques est fortement liée aux bruits retrouvés sous l'eau.

Ainsi, les suivis en bateau équipé d'un moteur perturbent fortement le signal émis par les tags. Cependant, le secteur à suivre est très long (50 km sur la Dordogne) et oblige à utiliser une embarcation motorisée. C'est pourquoi il sera proposé de marquer les lamproies à la fois avec un émetteur radio et un tag acoustique prédation.

Le schéma ci-dessous explique la technique retenue pour de tels suivis :

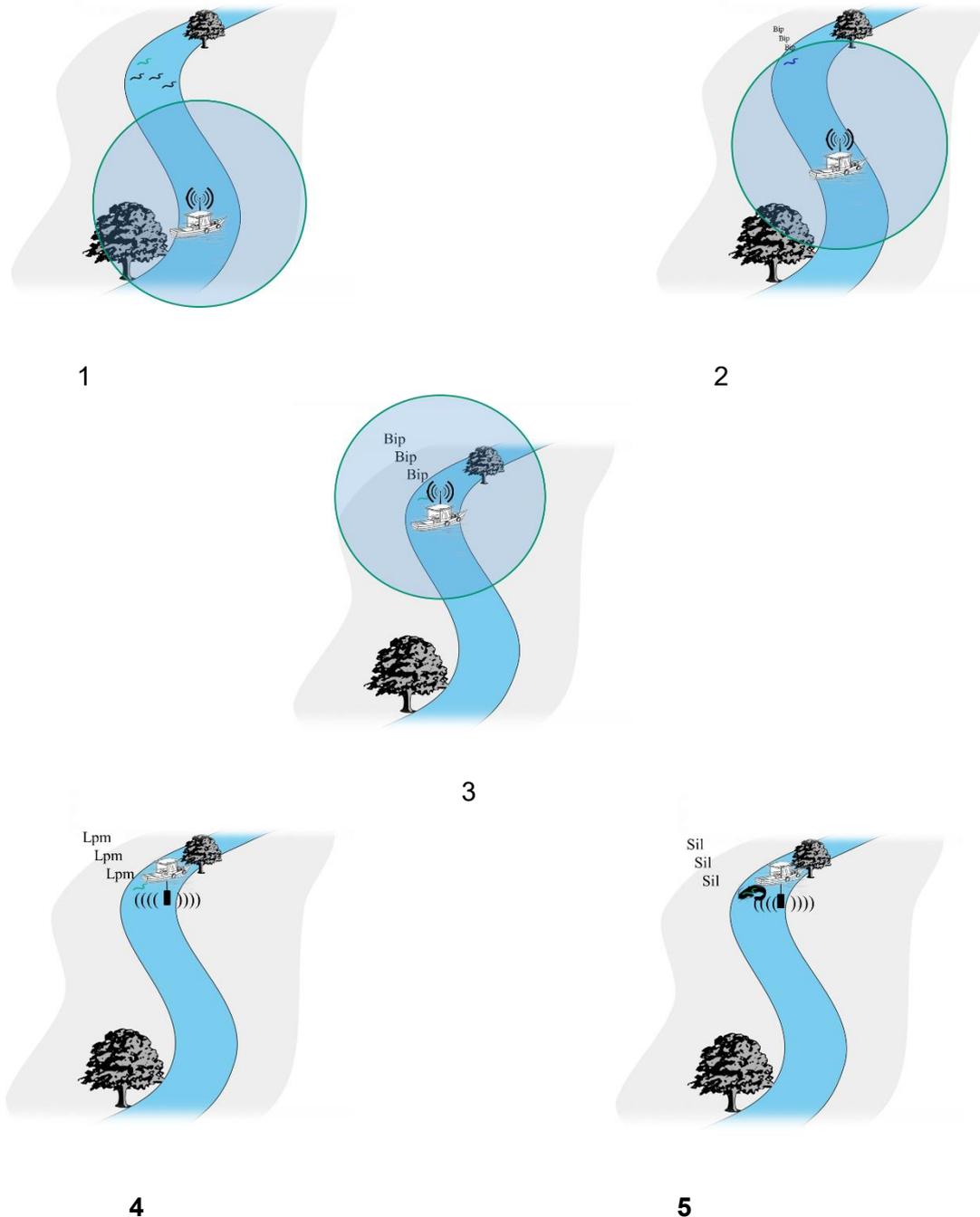


Figure 55 : Schéma expliquant la technique de suivi de tags acoustiques « prédation » dans un grand milieu (1 : Navigation sur le cours d'eau – 2 : repérage de l'émetteur radio – 3 : approche au plus près de l'individu détecté – 4 et 5 : mise en place du récepteur acoustique et détection du code prédaté ou non)

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 2002. Biologie, écologie et pêche des lamproies migratrices (agnathes amphihalins). Rapport d'étape Cemagref, 32 p.
- APEM, 2004. Assessment of sea lamprey distribution and abundance in the river Spey : Phase II. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No.027 (ROAME No. F01AC608).
- BIRD, D.J., POTTER, I. C., HARDISTY, M. W., *et al*, 1994. Morphology, body size and behaviour of recently-metamorphosed sea lampreys, *Petromyzon marinus*, from the lower River Severn, and their relevance to the onset of parasitic feeding. *Journal of Fish Biology*, 1994, vol. 44, no 1, p. 67-74.
- DUCASSE J., LEPRINCE Y., 1980. Etude préliminaire de la biologie des lamproies dans le bassin de la Garonne et de la Dordogne. – Mémoire : Ecole nationale des ingénieurs des travaux des eaux et des forêts, 151 p.
- MALAVOI J.R., 1989. Typologie des faciès d'écoulement ou unités morphodynamiques des cours d'eau à haute énergie. *Bull. Fr. Pêche Piscic*, 315, 189-210.
- SABATIE M.R., 1998. Eléments 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
- TAVERNY C., 2004. Biologie, écologie et pêche des lamproies migratrices (Agnathes amphihalins) - Deuxième tranche fonctionnelle. Cestas, Cemagref Bordeaux : 8 p.
- TAVERNY C., 2005. Biologie, écologie et pêche des lamproies migratrices (Agnathes amphihalins) – rapport final - Troisième tranche fonctionnelle. Cestas, Cemagref Bordeaux : 92 p.
- TAVERNY, C., ELIE, P., 2009. Bilan des connaissances biologiques et de l'état des habitats des lamproies migratrices dans le bassin de la Gironde - Propositions d'actions prioritaires. *Rapport Final. Etude Cemagref, Groupement de Bordeaux*.
- TAVERNY C., ELIE P., 2010. Les lamproies en Europe de l'Ouest, écophase et habitats. Cemagref, Quae éditions, Paris, 111 p.

Les données figurant dans ce document ne pourront être exploitées de quelque manière que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable de MI.GA.DO. et de ses partenaires financiers.

Opération financée par :



*La Nouvelle-Aquitaine et L'Europe
agissent ensemble pour votre territoire*



Association MIGADO

18 Ter Rue de la Garonne - 47520 LE PASSAGE D'AGEN - Tel : 05 53 87 72 42

www.migado.fr -

