

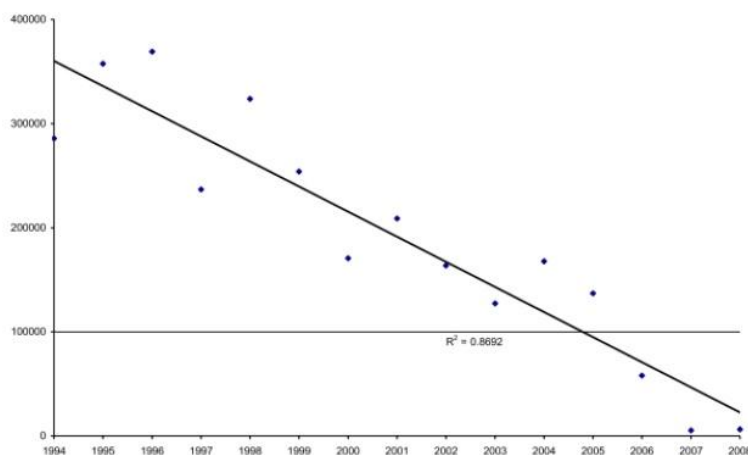
Etude du comportement de la Grande Alose au droit des ouvrages hydroélectriques de la Dordogne aval (24) et de Golfech sur la Garonne (82) (Version Abrégée)

Introduction et Contexte :

Le bassin Garonne-Dordogne est un des derniers bassins où toutes les espèces européennes de poissons grands migrateurs sont encore représentées.

Un programme européen, le LIFE Alose, a été appliqué de 2008 à 2010 pour rétablir une population de Grande Alose dans le Rhin. Or à l'époque de l'élaboration de ce programme, la population la plus importante d'Europe de ce grand migrateur était celle du bassin Garonne-Dordogne. Ce dernier avait donc été élu logiquement pour le prélèvement des géniteurs de Grande Alose. Ils étaient ensuite envoyés à la pisciculture de Bruch (47) où leur reproduction était assistée. Les juvéniles partaient ensuite sur le Rhin.

Cependant, il a été observé une forte diminution du stock de grandes aloses sur le bassin Garonne-Dordogne, bien visible sur le graphique ci-dessous.



Évolution des effectifs estimés de géniteurs de Grande Alose sur le bassin Garonne Dordogne (Carry & Chong, 2009)

Les différents partenaires ont réagi en élaborant un nouveau programme, le LIFE + Alose « Conservation and restoration of the Allis shad in the Gironde and Rhine watersheds ». Un des axes de ce programme vise à déterminer les causes de régression de la Grande Alose sur le bassin Garonne-Dordogne. Une des actions de ce programme est portée par l'établissement public de la rivière Dordogne (EPIDOR), à savoir l'étude du comportement de

la Grande Alose au droit des ouvrages hydroélectriques du bergeracois sur la Dordogne (24) et de l'usine hydroélectrique de Golfech sur la Garonne. En effet, le franchissement des ouvrages tels que ceux cités précédemment est un paramètre important pour la santé d'une population de grand migrateur comme l'alose. Cette action prend la forme d'une étude étalée sur 3 ans (2011-2013). Mon stage s'inscrit dans la deuxième année de cette étude.

Matériel et méthode :

La Grande Alose : Rappelons que l'alose est un poisson migrateur qui réalise sa croissance en milieu marin et sa reproduction dans le cours moyen de nos rivières. Il est donc nécessaire qu'elle puisse franchir les barrages, notamment ceux en position aval comme Golfech sur la Garonne et les ouvrages du bergeracois sur la Dordogne.

Les sites de l'étude : Cette étude porte sur 4 ouvrages hydroélectriques. Sur la Dordogne les sites concernés sont Bergerac, Tuilières et Mauzac. Sur la Garonne, l'ouvrage de Malause-Golfech fait l'objet de l'étude. Une vue d'ensemble de ces ouvrages est présentée sur la figure ci-contre (a : Golfech ; b : Bergerac ; c : Tuilières ; d : Mauzac)



Les ouvrages de l'étude (source : EPIDOR)

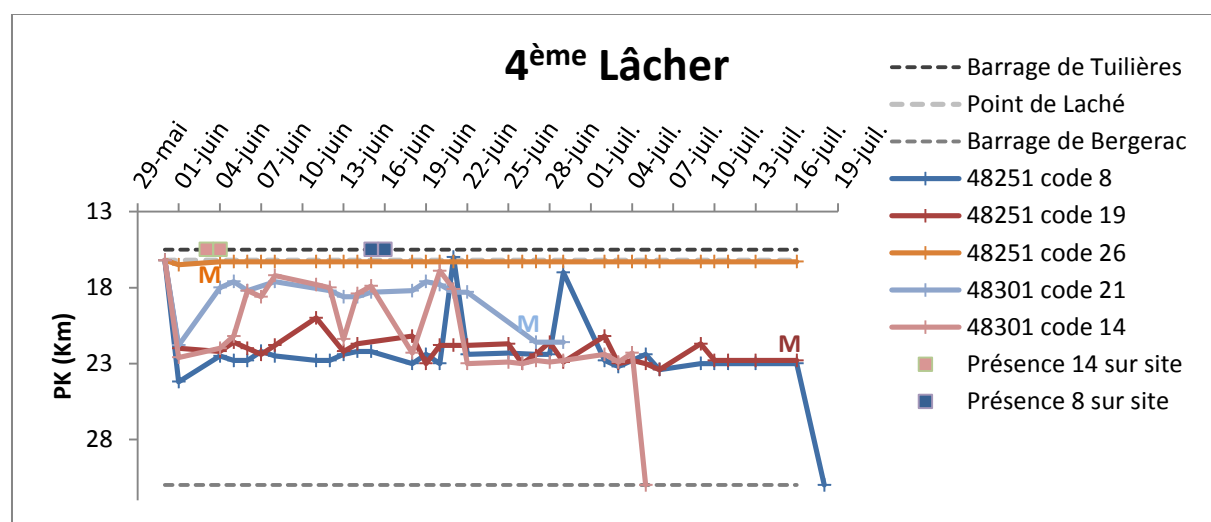
Méthode de la Radiotélémétrie : La méthode choisie pour cette étude est la radiotélémétrie. Elle consiste à équiper le poisson d'un émetteur radio qui envoie un signal en permanence. Ce signal qui est émis sur une fréquence connue, correspond à un code unique qui permet d'identifier et de localiser le poisson. Le suivi est de deux types, mobile et fixe. Le suivi mobile permet de connaître les déplacements des aloses sur un tronçon de cours d'eau et le suivi fixe permet de connaître le comportement de l'alose au droit de l'ouvrage grâce à des récepteurs installés en différents points stratégiques.

Capture et Marquage des aloses : Les aloses destinées à l'étude sont capturées à l'intérieur même des dispositifs de franchissement de Golfech pour l'axe Garonne et de Tuilières pour l'axe Dordogne. C'est l'association MIGADO (Migrateurs Garonne Dordogne)

qui apporte son soutien technique à ce niveau et qui est en charge du piégeage. Une fois les aloses capturées, elles sont endormies à l'aide d'une solution contenant de l'eugénol. Cette molécule, présente dans l'huile essentielle de clous de girofle, possède un fort pouvoir anesthésiant. Quand elles dorment complètement, elles sont mesurées, sexées et l'émetteur est inséré dans leur estomac. La dernière étape est le transport puis le lâcher des aloses à l'aval des sites voulus.

Résultats :

Dordogne : En 2012, 16 poissons ont été marqués Sur la Dordogne. Le suivi journalier de ces poissons a permis d'établir des graphiques pour chaque lâcher comme celui-ci-dessous.



Suivi des aloses du 4^{ème} lâcher

Tous les poissons actifs après le lâcher ont dans un premier temps dévalé. Cette dévalaison post marquage montre qu'il existe un réel stress durant la phase de marquage pour les aloses. Le suivi mobile a également permis de mettre en évidence que les conditions environnementales au moment du lâcher ont un fort impact sur leur comportement. Les forts débits ont tendance à entrainer une dévalaison suite marquage plus importante. Une température déjà élevée, c'est-à-dire supérieure à 18°C implique que les aloses ne pourront pas être suivies longtemps à cause de l'avancement de leur maturation sexuelle. Enfin, les mâles semblent plus sensibles au marquage que les femelles. Pour ce qui est des résultats du suivi fixe, par manque de poisson, seul le barrage de Tuilières a pu être testé. Il est ressorti du suivi fixe que le clapet d'avalaison pour les smolts crée un débit parasite qui attirerait les aloses au moins autant que l'entrée de l'ascenseur. Aucun poisson marqué n'est parvenu à franchir de nouveau Tuilières une seconde fois.

Garonne : Sur la Garonne, le suivi mobile n'a pas apporté de résultats satisfaisants. Le suivi fixe n'a pas permis de réaliser d'observation car les poissons ont énormément dévalé et ont très vite été perdus. Aucun des poissons ne s'est présenté sous l'ouvrage de Golfech donc *a fortiori* aucun n'a franchi Golfech.

Discussion et perspectives :

L'absence de poissons marqués à l'aval de Bergerac et de Mauzac entraîne inévitablement une absence de résultats. En ce qui concerne Golfech, le fait qu'aucune alose marquée ne se soit présentée à l'ouvrage entraîne la même conséquence. Cette étude, sur une espèce en forte diminution, présentant une fenêtre de migration très courte, difficile à capturer et très sensible à la manipulation s'avère donc très délicate. En ce qui concerne Tuilières, le peu de données obtenues doit être considéré avec grande prudence. Il semble cependant que le débit provenant du clapet de dévalaison constitue un attrait pour les aloses en montaison et puisse diminuer l'efficacité du dispositif de franchissement.

Pour la campagne de suivi 2013 il faudra tenter d'augmenter le nombre de captures en essayant d'inclure d'autres méthodes d'échantillonnage (ex : carrelet). Il faudra également réduire le laps de temps entre la capture des aloses et leur marquage, notamment sur la Dordogne où les aloses ne peuvent être stockées correctement. Enfin il faudra d'avantage tenir compte des conditions environnementales lors du marquage (débits, températures eau/air) et réduire les temps de transport pour augmenter les chances de réussite de la manipulation. Si le problème du débit d'attrait du clapet d'avalaison de Tuilières se confirme, la recherche de solutions pour masquer ce débit pourra être effectuée.

Conclusion :

Cette campagne a souligné les difficultés d'une campagne de suivi par radiotélémétrie. En effet, ce poisson est très sensible au stress ainsi qu'aux conditions environnementales. De plus, la fenêtre de migration de cette espèce peut, suivant les années, en liaison avec le climat, être très courte. Ceci combiné à l'effondrement des populations rend difficile le marquage d'un nombre important de poissons.

Ce suivi 2012 aura permis de confirmer qu'une réflexion est à mener sur le débit parasite issu du clapet d'avalaison pour l'ouvrage de Tuilières. Malheureusement, les connaissances sur Golfech, Mauzac et Bergerac n'ont pas été améliorées lors de cette année de suivi.

SOMMAIRE

Introduction

I. Contexte et objectif de l'étude

II. Matériel et méthodes

III. Résultats et Discussion

Conclusion

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Introduction

Le bassin Garonne-Dordogne est un des derniers bassins où toutes les espèces de poissons grands migrateurs sont encore présentes. Les ouvrages du bergeracois sur la Dordogne et l'ouvrage de Malause-Golfech sur la Garonne ont donc un impact potentiel très important. En effet ils constituent, par leur position aval sur les deux axes, les premiers obstacles physiques que rencontrent les poissons grands migrateurs tels la Grande Alose (*Alosa alosa*) ou le Saumon atlantique (*Salmo salar*).

Tous ces barrages sont équipés de dispositifs de franchissement depuis la fin des années 1980. Cependant, leur efficacité n'est pas très bien connue pour certaines espèces comme la Grande Alose. Dans le but de consolider les connaissances sur les impacts de ces différents dispositifs de franchissement (ascenseurs, passes à bassins), il a été décidé de mener une campagne de suivi par radiotélémétrie sur trois ans. Cette étude entre dans le cadre du programme LIFE + Alose « Conservation and restoration of the Allis shad in the Gironde and Rhine watersheds ». Ce stage s'inscrit dans la deuxième année de suivi.

Une première année de suivi a eu lieu en 2011 et les résultats sont mitigés. Quelques observations ont pu être faites sur la Garonne, avec notamment le fait que les poissons même si ils sont correctement attirés par le dispositif ont du mal à rester dans l'entrée avant de pénétrer dans la nasse mobile. Sur la Dordogne, aucune observation n'a pu être réalisée, un seul poisson ayant été marqué (Verdeyroux, Guerri, Chanseau, Cazeaux, & Fauvel, 2011).

Le suivi est de deux types, mobile et fixe. Le suivi mobile a pour but de rendre compte de l'avancée de la montaison et le suivi fixe sert à appréhender précisément le comportement des aloses au droit des ouvrages. Ce présent rapport a donc pour but de présenter le protocole et les résultats de la campagne de suivi 2012 de la Grande Alose à l'aval et au droit des ouvrages du bergeracois (Bergerac, Tuilières, Mauzac) et du barrage de Golfech sur la Garonne.

I. Contexte et objectif de l'étude

I.1. Présentation de la structure

La structure d'accueil de mon stage, portant sur la franchissabilité des ouvrages aval des axes Garonne et Dordogne, est EPIDOR (l'établissement public territorial du bassin de la Dordogne). Cette structure, fondée en 1991 par l'ensemble des départements du bassin de la Dordogne est membre de l'association des établissements publics territoriaux de bassin.

EPIDOR agit dans l'optique d'une gestion durable et équilibrée de l'eau, des rivières et des milieux aquatiques. L'établissement constitue des stratégies pour résoudre les problèmes du bassin versant. Ses activités s'organisent autour de sept thèmes principaux :

- Stratégie et administration générale
- Qualité des eaux
- Quantité d'eau et dynamique fluviale
- Poissons migrateurs et milieux naturels
- Gestion écologique des cours d'eau
- Observatoire de bassin
- Gestion intégrée : schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), plan de gestion d'étiage (PGE), contrats de rivière

En 1992 et en 2001, EPIDOR a organisé deux sommets portant sur la vallée de la Dordogne. Du premier sommet est née une charte dont le sujet est la gestion durable et équilibrée des cours d'eau du bassin versant de la Dordogne. Aujourd'hui, cette charte constitue la base de la politique menée par EPIDOR. Depuis 1997, le COGEPOMI (Comité de Gestion des Poissons Migrateurs) a mandaté EPIDOR pour être l'animateur de la politique de gestion des poissons migrateurs du bassin versant. C'est dans ce cadre qu'EPIDOR travaille sur le LIFE + Alose.

I.2. Contexte de l'étude

Le programme LIFE, de 2008 à 2010, a été réalisé pour réimplanter une population d'aloise dans le Rhin et ce, en prélevant des géniteurs du bassin Garonne-Dordogne. A l'époque de l'élaboration du programme, c'est le bassin qui présentait la plus importante population d'aloise d'Europe. Les alevins produits à la pisciculture de Bruch sont ensuite

relâchés dans le Rhin. Ce programme était encadré par l'office national pour la nature, l'environnement et la protection des consommateurs de Rhénanie-Westphalie (LANUV).

Cependant, une régression du stock d'aloses en Garonne-Dordogne a été observée depuis plusieurs années, avec une situation très préoccupante en 2006-2007. Ceci a entraîné une réaction des différents partenaires qui a abouti à l'élaboration d'un nouveau projet franco-allemand dont l'application s'étend de 2011 à 2015. Ce projet entre dans le cadre du Life + Alose et vise à comprendre pour tenter de régler les causes de régression de la population d'aloses du bassin Garonne-Dordogne.

Différentes actions sont menées dans le cadre de ce projet. EDF (Electricité De France), MIGADO, EPIDOR, l'EPTB Garonne (SMEAG) et l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) sont les principaux acteurs et travaillent en partenariat dans le cadre de la « Convention pour la mise en œuvre du programme Life alose 2011-2014 ».

EPIDOR a pour charge la réalisation d'une action du programme Life + Aloses :

■ Action A2 : « Etude de la libre circulation des aloses sur l'aval des axes Garonne et Dordogne »

Cette étude vise à décrire le comportement des aloses en montaison au niveau des dispositifs de franchissement des ouvrages de l'aval des axes Garonne et Dordogne afin de proposer des pistes d'amélioration. Ces ouvrages sont Malause-Golfesch pour la Garonne et Bergerac, Tuilières et Mauzac pour la Dordogne. La méthode la plus adaptée est la radiotélémétrie qui permettra d'avoir une idée fine du comportement des Aloses au droit des différents ouvrages (Travade & Larinier, 1992).

C'est dans la campagne de suivi de la deuxième année que s'inscrit mon stage.

II. Matériel et méthode

II.1. Site de l'étude

II.1.1. Situation géographique

Le bassin Garonne-Dordogne comprend deux axes principaux, la Garonne et la Dordogne qui se rejoignent au bec d'Ambès pour former l'estuaire de la Gironde.

Cette étude porte sur les premiers ouvrages de l'aval de ces deux axes. Pour la Dordogne, l'étude porte sur les ouvrages du bergeracois (24) qui sont de l'aval à l'amont, Bergerac, Tuilières et Mauzac. Sur la Garonne, Malause-Golfech (82) est le seul barrage qui entre dans cette étude. Leur situation géographique est visible sur la figure 1 ci-dessous.



Figure 1 : Carte du bassin Garonne-Dordogne et ouvrages de l'étude (source : ONEMA , BD Carthage)

II.1.2. L'ouvrage de la Garonne aval

L'ouvrage dit de "Malause-Golfech", mis en service en 1973, se compose d'un barrage (Malause), d'un canal d'aménagé de 10 km de long et d'une centrale hydroélectrique (Golfech). Il se situe 25 km en amont d'Agen et environ 100 km à l'aval de Toulouse. La centrale comporte 3 groupes de type bulbe pour un débit d'équipement de 540 m³/s. Le débit turbiné est restitué à la Garonne via un canal de fuite de 1,8 km. Le tronçon court-circuité de 15 km de longueur est barré par plusieurs seuils anti érosion ce qui le rend, avec le barrage de Malause, infranchissable pour l'aloise.

Pour rétablir au mieux la continuité écologique, l'usine de Golfech a été équipée d'un ascenseur à poisson en 1987. Un débit d'attrait permet de guider les poissons vers l'entrée du

dispositif. Ces derniers pénètrent ensuite dans la nasse mobile par une entrée en entonnement ce qui évite qu'ils ne ressortent (photo de gauche figure 2). En période de migration, toutes les 30 minutes, l'entonnement se referme et pousse les poissons vers la cuve de l'ascenseur (photo du centre figure 2). Celle-ci les monte et les déverse dans le canal de transfert (photo de droite figure 2), d'où les poissons ressortiront à l'amont de l'usine dans le canal d'aménagé. Cette étude vise à évaluer la fonctionnalité de cet ascenseur pour l'aloise.



Figure 2 : Dispositif de franchissement de Golfech (source : EPIDOR)

II.1.3. Les ouvrages de la Dordogne aval

Le premier barrage que rencontrent les poissons migrateurs à la montaison est le barrage de Bergerac présenté ci-dessous en figure 3.



Figure 3 : Vue générale de l'ouvrage de Bergerac (Source : EPIDOR)

Il correspond à un seuil fixe déversant sans dérivation de 165 m de longueur de crête. Cet ouvrage a été construit en 1839 pour la navigation. En rive droite, une écluse permettait

de faire passer les gabares. C'est à la place de cette écluse qu'a été construite en 1966 une usine hydroélectrique, la plus petite des ouvrages de l'aval de la Dordogne. Elle comporte deux turbines de type bulbe. Le débit d'équipement est de $57 \text{ m}^3/\text{s}$. La hauteur de chute de l'ouvrage est de 4m.

En 1985 qu'EDF installe une passe à bassins à deux fentes verticales. Elle se situe entre l'usine et le seuil et comporte 14 bassins successifs (figure 4). La hauteur de chute entre deux bassins est de 30 centimètres et le débit qui transite par la passe varie en fonction du débit de la Dordogne, de 2 à $6 \text{ m}^3/\text{s}$. A ce débit s'ajoute un débit d'attrait $5 \text{ m}^3/\text{s}$ dans le dernier bassin pour augmenter l'attractivité de la passe. Ce type de passe est adapté à beaucoup d'espèces qui ont une assez bonne capacité de nage mais pas aux anguillettes. Une passe spécifique anguille est installée en rive gauche de l'ouvrage depuis 2010.

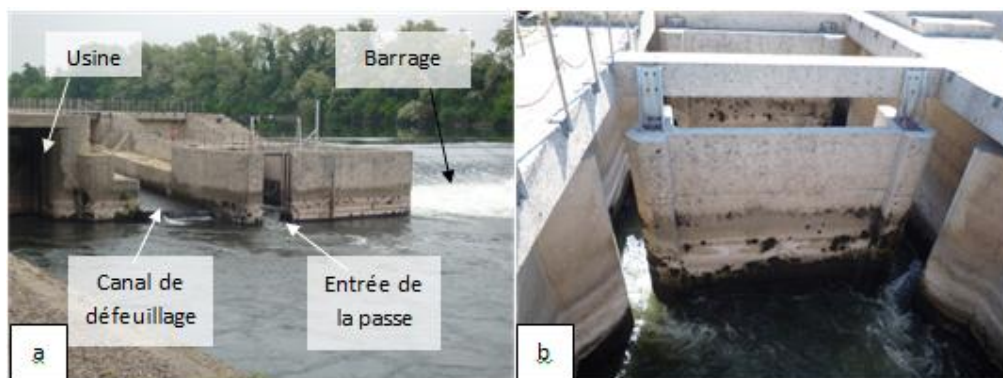


Figure 4 : Détail passe à bassins de Bergerac (Source : EPIDOR)

Le deuxième obstacle que les migrants rencontrent est l'aménagement de Tuilières (figure5).



Figure 5 : Vue générale de l'ouvrage de Tuilières (Source : EPIDOR)

Sa construction pour la production hydroélectrique a débuté en 1905 et fut achevée en 1908. Le barrage mesure 105 m de long pour 19 m de haut. Il s'agit d'un barrage à éléments mobiles. Huit vannes permettent de gérer les variations de débits de la Dordogne. L'usine hydroélectrique est attenante au barrage en rive droite et fait 60 m de long. Elle comporte 8 turbines de type Kaplan pour un débit d'équipement est de 420 m³/s sous 12,50m de chute.

Plusieurs dispositifs peu performants ont été construits mais c'est en 1989 que l'ascenseur à poisson ainsi que la passe à poisson dans l'ouvrage ont été construits (figure 6). L'ascenseur est constitué d'une nasse mobile de 7 m de long pour 2,50 m de large. Le débit qui transite à son entrée varie de 1,5 à 3,5 m³/s. La nasse mobile se déplace en poussant les poissons au-dessus d'une cuve de 3 m³ qui remonte les poissons dans la passe. Ce cycle a lieu toutes les deux heures puis toutes les demi-heures en période de migration. La passe en elle-même mesure 60 mètres de long répartis en 9 bassins à fente verticale. Le débit transitant dans la passe est de 0,6 m³/s.



Figure 6 : Détail du dispositif de franchissement de Tuilières (Source : EPIDOR)

Une passe à anguillettes a été installée en rive gauche en 2001 par-dessus la structure d'une ancienne passe à ralentisseurs.

En 2003, la passe de Tuilières est équipée d'un piège. Celui-ci vient en remplacement d'un vieux système de capture installé à Bergerac et permet notamment la capture des saumons destinés à la pisciculture MIGADO de Bergerac et la capture des aloses pour la présente étude.

En 2006, la vanne 4 du barrage se brise et entraîne la vidange du plan d'eau. Les travaux durent trois ans et intègrent la mise en place d'un masque de dévalaison. Ce tablier en métal de 4 mètres de hauteur, placé en surface à l'amont du plan de grille, est destiné à guider les poissons avalant vers des exutoires et un clapet d'avalaison. L'espèce cible est le saumon.

Les smolts peuvent ainsi emprunter soit le clapet qui laisse passer entre 15 et 20 m³/s soit les deux exutoires placés en façade du masque et se retrouvent dans un « pisciduc » qui se déverse en aval du barrage. Ce système en cours de test pour la dévalaison pose également la question des problèmes d'attrait « parasite » du clapet d'avalaison (visible sur la figure ci-dessous). Pour la dévalaison des anguilles argentées, des arrêts de turbinages sur des périodes ciblées sont actuellement en expérimentation.

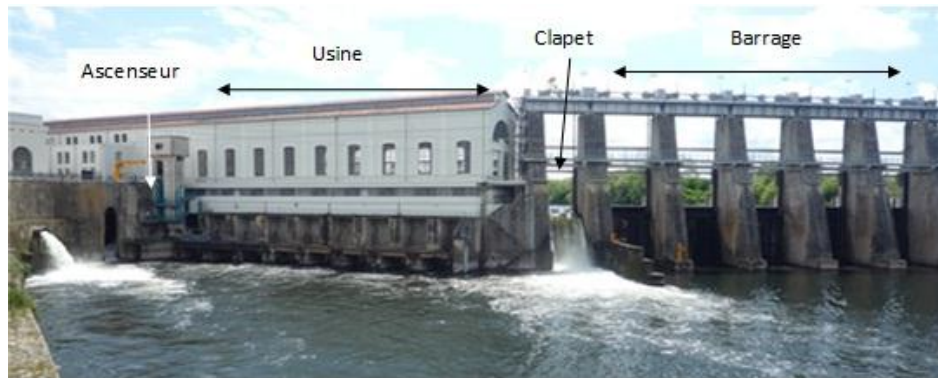


Figure 7 : Détail des différentes parties de l'ouvrage de Tuilières (Source : EPIDOR)

Le dernier ouvrage du bergeracois est le barrage de Mauzac (figure 8).



Figure 8 : Vue générale de l'ouvrage de Mauzac (Source : EPIDOR)

Il a été construit entre 1838 et 1843 dans le but d'alimenter le canal de Lalinde. C'est en 1920 qu'il fut surélevé à des fins hydroélectriques. La hauteur du barrage est de 5,8 m et la longueur de crête est de 280 m. la retenue ainsi créée représente un volume de 7,5 Mm³. Il se compose d'un barrage à éléments mobiles, d'un canal d'amené d'un kilomètre de long et d'une usine hydroélectrique. L'usine comporte 5 turbines Francis installées l'année après sa construction et une turbine Kaplan rajoutée en 1953. Le débit d'équipement, 274 m³/s, est turbiné sous une hauteur de chute maximale de 7,6 m.

Le tronçon court-circuité présente une hydrologie très variable, en effet le débit réservé n'est pas respecté de manière stricte. Le débit y est donc très faible lorsque la Dordogne a un débit inférieur à $274 \text{ m}^3/\text{s}$ et que l'usine fonctionne. Ces variations importantes dans les débits passant par l'usine et par le TCC entraînent des différences d'attractivité, soit pour le TCC soit pour l'usine.

Dans le but de permettre aux migrateurs de franchir soit d'un côté soit de l'autre, plusieurs dispositifs de franchissement ont été construits. En 1950, une passe à ralentisseur est construite du côté du barrage (figure 9).



Figure 9 : Vue du barrage de Mauzac (a) et de sa passe à ralentisseur (b) (Source : EPIDOR)

Une seconde passe a été construite plus tard, côté usine (figure 10) en rive droite du canal d'amené. C'est une passe constituée de 23 bassins à une fente verticale. La hauteur de chute est de 30 centimètres entre chaque bassin. Cette passe présente deux entrées, une en bas de la passe, environ trente mètres en aval de l'usine et une autre plus récente (2004), à côté de la sortie d'eau du groupe 5. L'entrée de la passe étant en aval de la sortie des aspirateurs des turbines, les poissons peuvent ne pas la trouver et rester au pied des turbines. Cette deuxième entrée a pour vocation de palier ce défaut de conception. Cette entrée n'est fonctionnelle que pour des débits variant de 70 à $270 \text{ m}^3/\text{s}$. chaque entrée comporte une vanne qui sert à régler le jet de sortie de passe. $1 \text{ m}^3/\text{s}$ d'eau transite à travers la passe et un débit d'attrait de $4 \text{ m}^3/\text{s}$ est ajouté dans le dernier bassin. Il est observé un colmatage fréquent de la prise d'eau du débit supplémentaire ce qui le réduit considérablement.

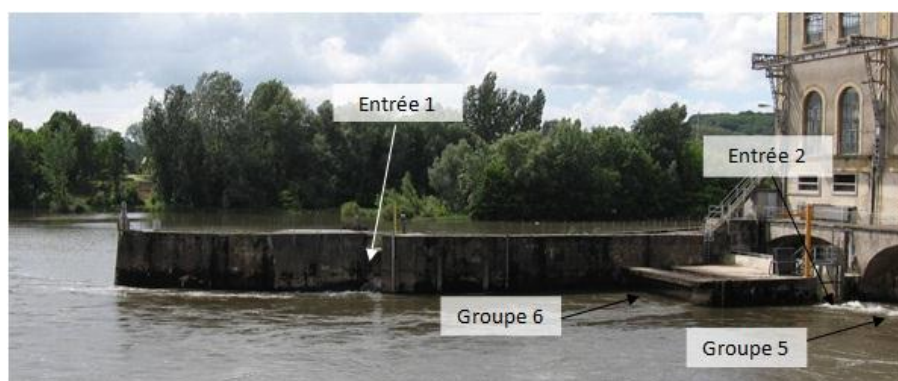


Figure 10 : Vue d'ensemble de la passe à bassins de l'usine de Mauzac (Source : EPIDOR)

La présente étude vise à tester cette dernière passe, la passe à ralentisseur n'étant pas adaptée à l'Alose.

II.2. Présentation de l'espèce

II.2.1. Systématique

- Classe des Osteichthyens
- Ordre des Clupeiformes
- Famille des Clupeidae
- Genre Alosa
- Espèce alosa



Figure 11 : Vue générale d'une Grande Alose

II.2.2. Description

La Grande Alose (*Alosa alosa* (L., 1758)) présente un corps fusiforme comprimé latéralement avec un dos bombé. Les arcs branchiaux portent des branchiospines dont le nombre varie de 85 à 160 sur le premier. La couleur du dos varie du bleu foncé au vert et les flancs sont argentés. Une tache noire est présente en arrière de l'opercule. L'alose possède une rangée de scutelles ventrales du cou à l'anus. Les écailles sont de type cycloïde, la ligne latérale est absente. Les mâles et les femelles présentent les mêmes caractéristiques morphologique, seule leur taille les différencie à âge égal (mâle plus petit). En moyenne, les aloses françaises mesure 520 mm pour 1460 g (MNHN).

II.2.3. Biologie

La Grande Alose est un poisson migrateur amphihalín potamotoque (Baglinière & Elie, 2000 in Gadais, 2011), c'est-à-dire qu'elle réalise sa phase de grossissement en mer et sa reproduction en rivière. La figure 12 ci-après présente le cycle biologique de la grande Alose.

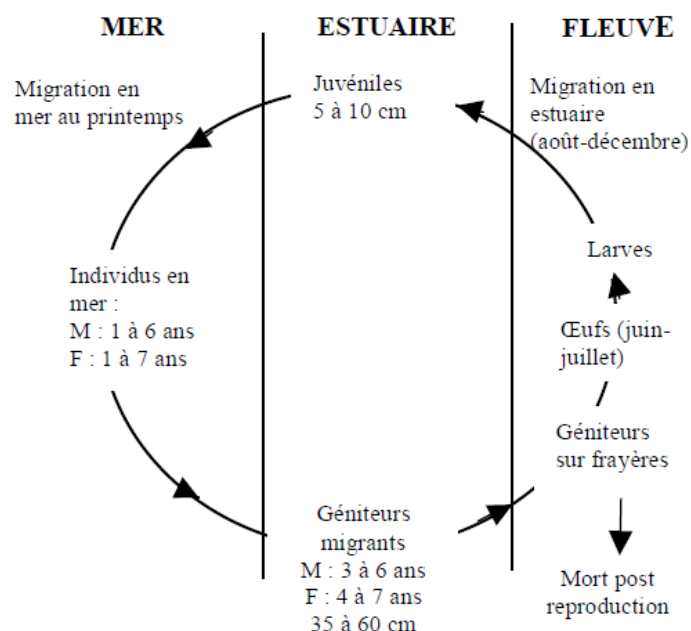


Figure 12 : Cycle biologique de la grande alose *Alosa alosa* dans le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne (M = Mâle, F = Femelle) (tiré de Martin Vandembulcke, 1999 in Locket, 2006)

La croissance de l'aloise se déroule en mer sur le plateau continental où elle se nourrit principalement de zooplancton (Quéro, 1984 in Sanson, 2007) et de petits poissons. Elle débute cette phase dès sa deuxième année et ce pendant trois à six ans. Les femelles passent plus de temps (4 à 7 ans) que les mâles (3 à 6 ans) en mer.

L'aloise effectue une migration anadrome, c'est-à-dire de la mer vers les eaux continentales dans le but de se reproduire. Le début de la migration se situe à la fin de l'hiver début du printemps et dure toute la période printanière. Elle est très liée au débit et à la température du fleuve. En effet l'aloise débute réellement sa migration à une température de 12 °C (Leggett & Whitney, 1972; Baglinière et al., 2003 in Locket, 2006). Durant toute la période de migration, l'aloise ne se nourrit pas et puise dans ses réserves. Les ouvrages ont un impact important sur la migration car leur franchissement est souvent difficile pour ce poisson qui n'a pas la capacité de saut (comme les perses Legault, A. Fishpass).

L'alose débute sa reproduction à une température voisine de 18 °C. Le débit joue également un rôle dans le rythme de ponte, en effet, de forts débits peuvent la stopper (Cassou-Leins, 1981 in Caut, 2009). Pour leur reproduction, les aloses se regroupent dans des zones qui sont souvent la transition entre la mouille et le radier, là où la vitesse du courant augmente (figure 13).

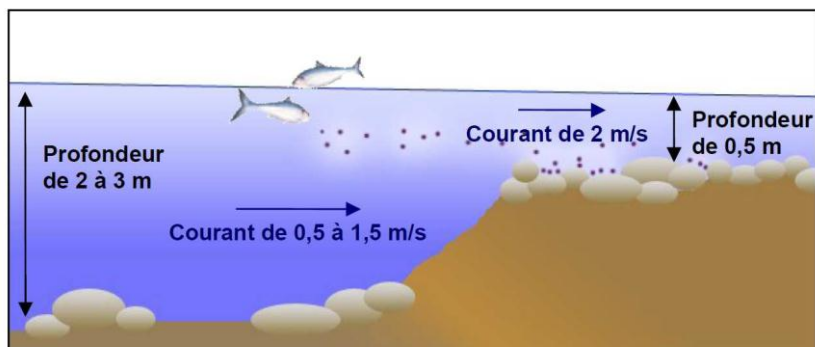


Figure 13 : Schéma de la zone favorable en termes de vitesses et de profondeurs au frai de la Grande Alose. Source : (Portafaix, P. LOGRAMI in Fergeault, 2010)

La reproduction se déroule la nuit et est facilement repérable par le « bull » qui est un tourbillon bruyant créé par un couple d'aloses (figure 14). C'est dans ce tourbillon que la femelle expulse ces œufs qui seront fécondés par le mâle (Cassou Leins, 1981 et Boisneau, 1990 in Fergeault, 2010). L'Alose réalise sa fraie en plusieurs séquences (plusieurs « bull »). C'est un poisson semelpare c'est-à-dire que la majorité des aloses meurent après la reproduction (Sanson, 2007).



Figure 14 : Photographie d'un Bull d'aloses (Caut, 2009)

Les œufs fécondés en surface tombent alors au fond et se coincent entre les galets présents au départ du radier. Ceci montre qu'il est très important que l'alose rejoigne les zones de fraie les plus en amont possible pour que le substrat soit de meilleur qualité. En effet

lorsque l'aloise se reproduit sur les frayères forcées à l'aval immédiat des barrages, le substrat est très souvent de mauvaise qualité (trop gros). Les barrages ont stoppé le transport solide ce qui est à l'origine d'un déficit des sédiments à leur aval. Ceci implique des absences de sédiment (affleurement du substratum) ou la présence de gros blocs où normalement devraient être présents des galets et graviers. Le temps d'incubation pour les œufs est de 3 à 8 jours pour les températures de 18 à 22 °C (Hoestlandt, 1948 in Sanson, 2007) et les alevins restent dans le sédiment jusqu'à la résorption de leur vésicule vitelline. Dans le bassin Garonne-Dordogne, les juvéniles de Grande Alose naissent en Juin-Juillet (Taverny, 1991 in Locht, 2006). La migration en bancs des alosons vers le milieu marin débute de l'été à l'automne de l'année de naissance.

II.2.4. Situation actuelle des populations sur les axes Garonne et Dordogne

Le stock d'aloses est estimé grâce au suivi des frayères où sont comptés les bulls. Pour l'amont des ouvrages équipés de dispositif vidéo, le comptage est simplifié car toutes les aloses franchissant ces obstacles sont dénombrées. Le graphique ci-après présente l'évolution de la population de Grande Alose du bassin Garonne-Dordogne entre 1994 et 2008.

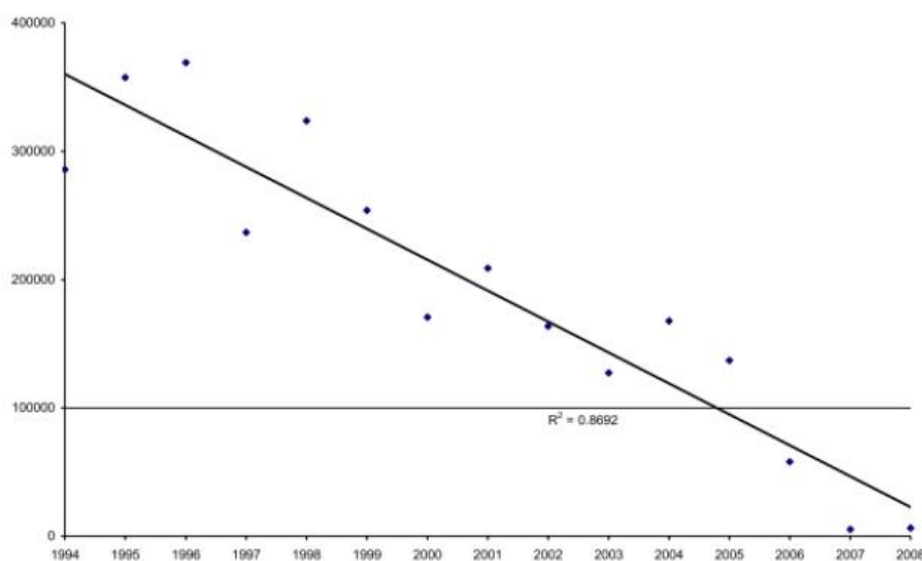


Figure 15 : Évolution des effectifs estimés de géniteurs de Grande Alose sur le bassin Garonne (Carry & Chong, 2009)

La tendance générale depuis la fin des années 1990 est une baisse de la population. De 1995 à 2005, cette diminution est plutôt constante et semble s'aggraver depuis 2006.

II.2.5. Localisation des frayères potentielles sur la Garonne et la Dordogne

Sur la Garonne, les frayères potentielles de Grande Alose s'étendent d'Aiguillon (47) jusqu'à Toulouse (31), mais aussi sur les affluents : le Tarn (Lagarde, en aval de Montauban) et l'Aveyron (Piquecos, en aval de Negrepelisse). Les frayères les plus actives sont situées à l'aval proche de l'ouvrage de Golfech (canal de fuite, Lamagistère, St-Sixte et St-Nicolas-de-la-Balme) (Carry & Goudard, 2010). La carte de la figure 16 présente les frayères sur la Garonne.

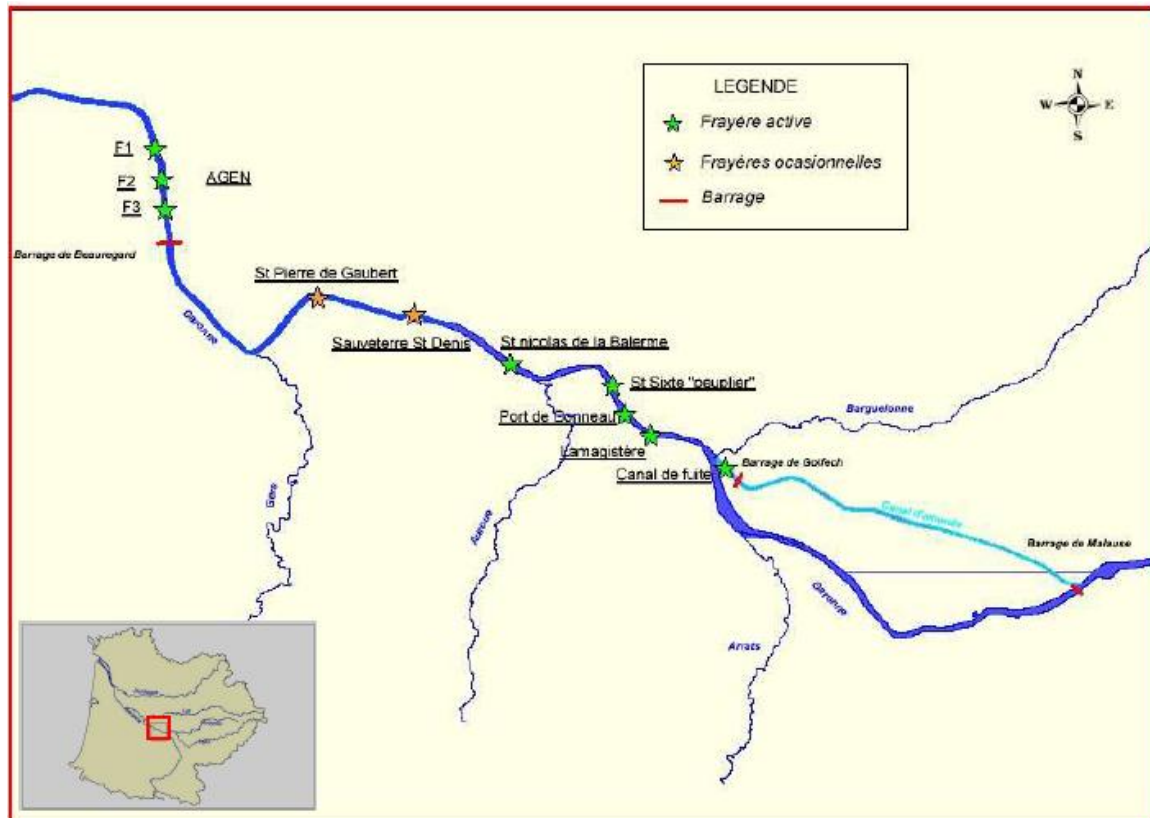


Figure 16 : Carte des Frayères de grandes Aloses à l'aval de Golfech, (Carry & Goudard, 2010)

Pour la Dordogne, les frayères potentielles de Grande Alose se situent entre Ste-Foy-la-Grande (33) et Carennac (46). Les frayères les plus actives sont situées à Prignonrieux, Grand Castang et Nébouts (aval proche de Bergerac), Mouleydier et port de Tuilières (aval de Tuilières) et la Guillou (aval de Mauzac) (Chanseau, Caut, & Lascaux, 2008). La carte de la figure 17 présente les principales frayères sur la Dordogne.

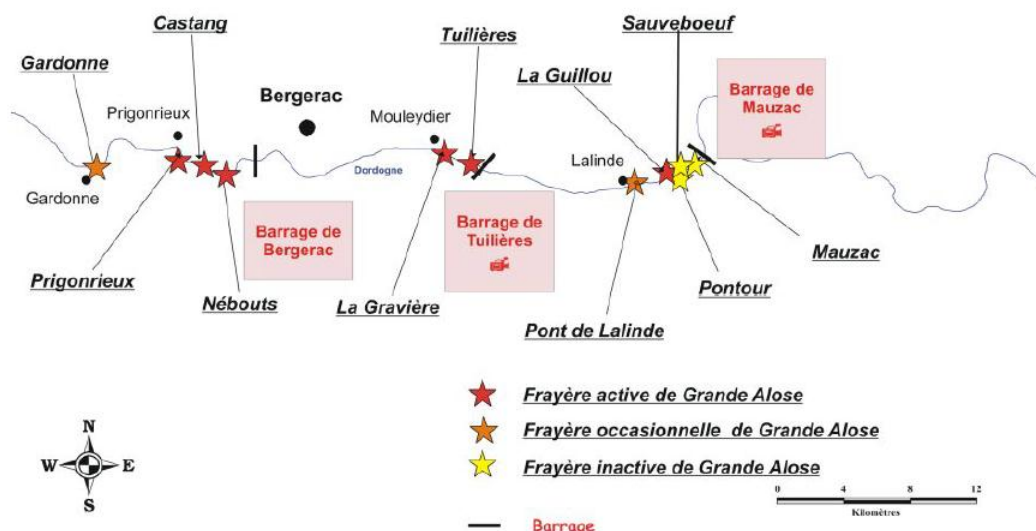


Figure 17 : Carte des frayères potentielles d'aloses en Dordogne (Caut, 2009)

Le suivi de l'activité de reproduction par la méthode de comptage des bulls sur ces sites est assuré par l'association MIGADO depuis 2001 sur la Garonne (Carry & Goudard, 2010) et 2002 sur la Dordogne (Caut, 2009).

II.3. Principe et déroulement de la manipulation

II.3.1. Principe de la radiotélémétrie

Le radiopistage consiste à suivre un poisson marqué à l'aide d'un émetteur radio. Cet émetteur possédant une fréquence propre et étant autonome grâce à une batterie, il pourra être suivi grâce à des récepteurs mobiles ou fixes. Le signal pulsé est reçu par une antenne qui peut être de différents types, immergée ou aérienne (figure 18).

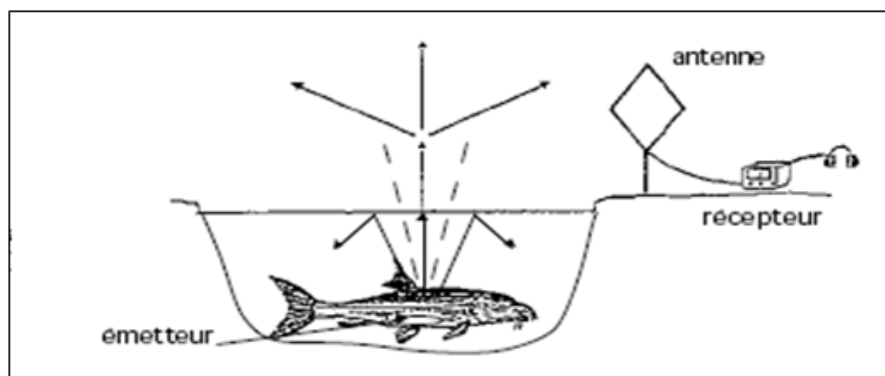


Figure 18 : Schéma du principe du radiopistage en milieu aquatique (Baras & Cherry, 1990).

Il est émis l'hypothèse que l'émetteur n'interfère pas avec la survie du poisson, ni ses performances ni son comportement. Son poids ne doit pas dépasser 2,5% du poids de l'animal (Baras, Benech, & Marmula, 2001) pour respecter ce postulat. Enfin, la méthode du radiopistage semble convenir à l'aloise malgré sa grande vulnérabilité lors des manipulations (Steinbach, Gueneau, Autuoro, & Broussard, 1986).

II.3.2. La capture et le marquage

Pour la Garonne, le piégeage se fait au niveau de l'ouvrage de Golfech. Le piège est une cage avec une entrée en entonnoir disposée dans le canal de transfert du dispositif de franchissement (figure 19). Elle est relevée à l'aide d'un palan électrique. Le piège se déverse dans un bassin de tri. Des bassins circulaires fournis pour le programme LIFE peuvent être utilisés pour stocker les aloses en attente de marquage pendant une courte période, inférieure à 24 h. La remontée du piège peut être anticipée très précisément car le dispositif de comptage vidéo de MIGADO se situe juste à l'aval de celui-ci. Ceci est un grand avantage pour des poissons fragiles comme l'aloise qui stresse énormément dans le piège. Les individus piégés à Golfech ont donc déjà franchi l'obstacle.



Figure 19 : Canal de transfert et piège de Golfech. (Source : EPIDOR)

Pour l'étude sur la rivière Dordogne, la capture se fait dans la passe à poisson du barrage de Tuilières. Au niveau de cet ouvrage, le dispositif de franchissement est un ascenseur à poissons suivi d'une passe à bassins. C'est dans cette passe à bassins qu'est installé un piège de type cage avec entrée en entonnoir relevée grâce à un palan électrique (figure 20). Lors des remontées d'aloses, le piège est remonté toutes les heures pour éviter que les poissons ne s'abîment ou meurent à cause d'un trop grand stress. Sur le site de Tuilières, il

n'existe aucun dispositif de stockage des poissons. Le dispositif de comptage de MIGADO se situe en amont du piège ce qui ne permet pas d'anticiper sa remontée comme à Golfech. Les individus piégés à Tuilières ont donc déjà franchi les obstacles de Bergerac et Tuilières.

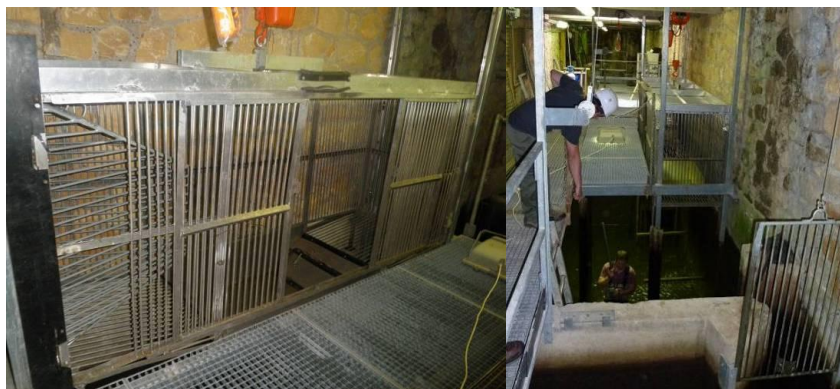


Figure 20 : Cage-piège et bassin de piégeage de Tuilières. (Source : EPIDOR)

Avant leur marquage, les aloses capturées sont anesthésiées. Ceci permet la réalisation du marquage dans les meilleures conditions possibles. Les poissons sont endormis dans un bain d'eugénol (huile essentielle de clou de girofle) à une concentration de 3 ml (d'une solution de 10% d'eugénol pour 90% d'éthanol) pour 20 l d'eau. Elles sont ensuite mesurées (figure 21) (longueur totale) et sexées sans quitter le bain, puis marquées. Ce sont les deux seules opérations réalisées pendant l'anesthésie, ceci afin d'éviter une augmentation du stress du poisson. Le bain est renouvelé après deux aloses.



Figure 21 : Mesure d'une alose endormie (Source : EPIDOR)

Une fois que les aloses sont correctement endormies, elles vont pouvoir recevoir un émetteur radio (figure 22). Les émetteurs utilisés pour le suivi des aloses sont étanches et autonomes. Leur antenne est enduite d'une résine et terminée par une petite boule de cette même résine pour protéger le poisson lors du marquage.

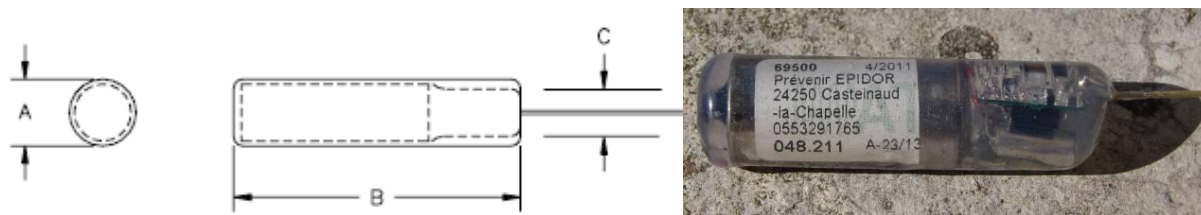


Figure 22 : Détail d'un émetteur ATS F1820 (Source : EPIDOR)

Ces émetteurs envoient un signal pulsé codé au rythme de 46 pulsations par minute. Grâce au code il est possible de suivre plusieurs poissons sur une même fréquence. Le signal dépend du code, il est donc différent d'un poisson à l'autre (vitesse différente entre les bips d'une pulsation). Enfin ces émetteurs disposent d'un système de détection de mortalité qui se déclenche si l'émetteur ne bouge pas pendant plus de 24h. Les caractéristiques des émetteurs sont reprises dans le tableau ci-après. Les Distances A, B, C sont celles représentées sur le schéma en figure 22.

Tableau 1 : Caractéristiques des émetteurs

Emetteur	
Marque	ATS
Modèle	F1820
Codé	oui
A (mm)	12 (donnée constructeur)
C (mm)	12 (donnée constructeur)
B (mm)	43 (donnée constructeur)
Détection Mortalité	oui
Longueur Antenne (cm)	30

L'insertion des émetteurs doit respecter un protocole strict visant à préserver la santé du poisson. Pour ceci, les émetteurs sont d'abord nettoyés à l'alcool à 90° pour enlever les éventuels résidus de colle du ruban adhésif retenant l'aimant interrupteur, puis sont désinfectés à la Bétadine scrub. Le tube de marquage et les mains de l'opérateur sont également nettoyés.



Figure 23 : Etapes de l'insertion de l'émetteur (Source : EPIDOR)

Le tube d'insertion est un tube lisse rigide de 20 centimètres de long avec un côté biseauté. L'antenne passée dans le tube, l'émetteur vient en buté contre le côté biseauté du tube. L'opérateur peut ainsi tenir le tube et l'antenne en même temps. De cette manière l'antenne est tendue, maintenant l'émetteur dans l'axe du tube. De l'autre main le poisson est maintenu par la mandibule inférieure. La gueule du poisson est gardée hors de la solution pour qu'elle ne soit pas ingérée (Photo en haut à gauche de la figure 23). L'émetteur est alors inséré délicatement dans l'estomac (Photo en haut à droite de la figure 23). Pour finir, l'antenne est passée entre l'opercule et les branchies du poisson (Photo en bas de la figure 23).

II.3.3. Transport et remise à l'eau des aloses marquées

Les aloses marquées sont placées dans des sacs plastiques d'alevinage. Les sacs plastiques sont doublés pour éviter tout risque de fuite lors du transport. Ils contiennent une solution de 20l d'eau contenant 0,6ml de la même solution d'eugénol que celle utilisé pour les endormir. Enfin, 20g de gros sel de mer non traité sont ajoutés pour diminuer le stress du poisson. Le sac est gonflé à l'oxygène puis fermé de façon hermétique grâce à du ruban adhésif.



Figure 24 : Cage de réveil et mise à l'eau d'aloses marquées (Source : EPIDOR)

A l'arrivée sur le lieu du lâcher, les sacs sont plongés dans l'eau sans être ouverts pour permettre un équilibre thermique de l'eau du sac avec celle de la rivière. Les aloses sont ensuite placées dans une cage de réveil (figure 24). Ainsi le réveil des poissons et leur état peuvent être contrôlés facilement par l'opérateur. La cage permet également de vérifier que les aloses gardent bien l'émetteur, en effet quelques poissons arrivent parfois à le régurgiter. Une trappe latérale permet de libérer les poissons sans une manipulation supplémentaire.

II.3.4. Mise en œuvre des suivis mobiles et fixes par radiotélémétrie

II.3.4.1 Le suivi mobile

Le suivi mobile a été réalisé en voiture et à pied le plus régulièrement possible (tous les jours du lundi au vendredi) durant la période d'activité des poissons marqués. Ce suivi consiste à rechercher les poissons manuellement depuis la berge. Pour que ce suivi soit efficace, il faut éviter de laisser des zones de non réception où des poissons marqués pourraient potentiellement se trouver. Le matériel comprend un récepteur, une antenne boucle et une antenne toit pour la voiture. Dans un premier temps, l'alose marquée est localisée grossièrement grâce à l'antenne toit. Dans un deuxième temps l'utilisation de l'antenne boucle qui est directionnelle permet, après triangulation de donner une position plus précise du poisson marqué (la précision de détection peut varier de 5 à plus de 30 m suivant la position du poisson par rapport à l'opérateur).

Les informations ainsi recueillies sont notées dans un cahier de terrain où on trouve la fréquence, le code, la date et l'heure et enfin le point kilométrique correspondant à la position du poisson à cet instant. Pour la Dordogne, le point 0 est le barrage de Mauzac qui est le

barrage de plus amont de l'étude. Sur la Garonne, le barrage de Golfech constitue le point 0. Un exemple de la cartographie utilisée pour la Dordogne est présenté sur la figure 25 ci-après.

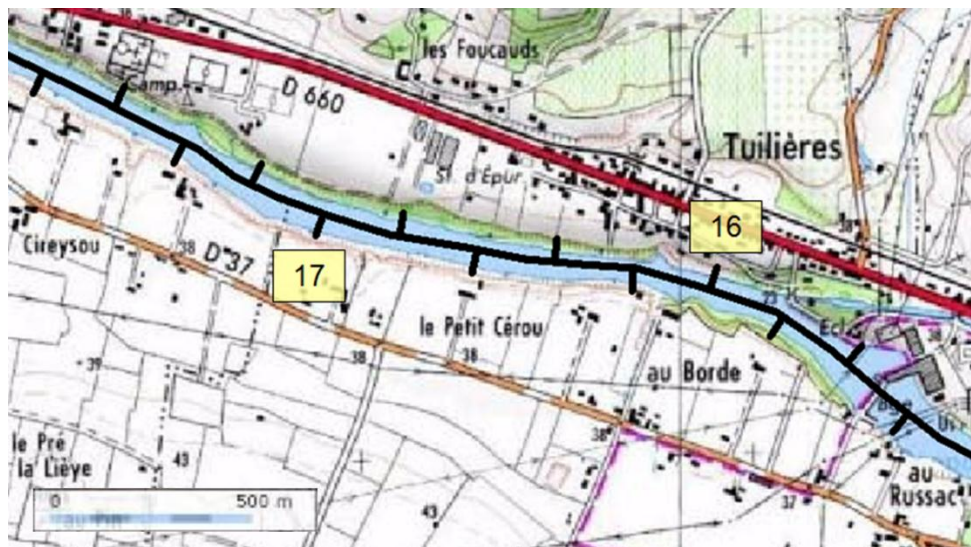


Figure 25 : Exemple de la cartographie avec les points kilométriques (fond de carte : IGN)

II.3.4.2. Le suivi fixe

Dans le but de caractériser le comportement des aloses au droit des ouvrages, ces derniers ont été équipés de récepteurs-enregistreurs fixes branchés sur différents types d'antennes. Les antennes aériennes de type boucle vont permettre de détecter la présence d'un poisson marqué sur une grande zone mais pas de manière précise. Pour une détection de zone précise, des antennes immergées sont placées en différents points stratégiques de l'ouvrage. Les antennes immergées correspondent à un câble coaxial dénudé sur 17 centimètres (la longueur dénudée est fonction de la gamme de fréquence des émetteurs). Cette antenne est lestée par un poids. Grâce au calibrage des récepteurs il est possible avec ce type d'antenne de définir des zones de réception fines. Le calibrage consiste à utiliser un émetteur placé au bout d'une canne à pêche. Il permet de déterminer, pour chaque zone où se trouve l'émetteur, la puissance de signal enregistrée par chaque récepteur. Le schéma ci-après présente les dispositions des antennes fixes installées sur l'ouvrage de Tuilières. Les schémas des autres ouvrages sont présentés en annexe 1.

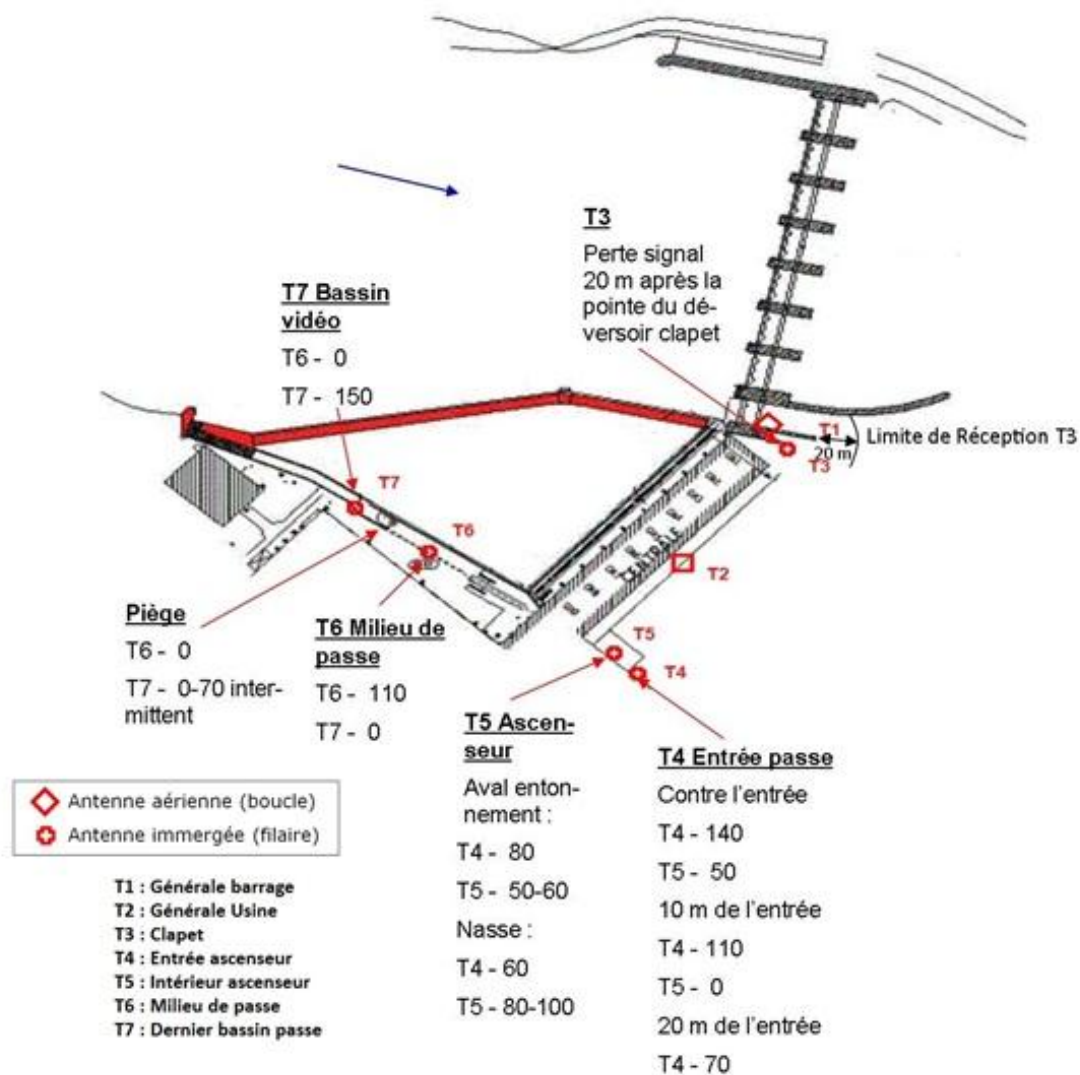


Figure 26 : Schéma d'installation des antennes à Tuilières

Lors de l'installation des antennes à Tuilières, les récepteurs ont été calibrés de manière à ce que les forces de réception pour les positions données de l'émetteur soient celles présentées dans le schéma ci-dessus. Par exemple pour Tuilières, lorsque l'émetteur se situe en T6, c'est-à-dire au niveau de l'antenne immergée T6, le récepteur T6 enregistre un signal de 110. De plus il a été vérifié que le gain de T7 ne lui permet pas de capter l'émetteur pour cette position ($T7 = 0$).

II.3.5. Définition des zones de présence pour le suivi fixe

La définition des zones de présence sous les ouvrages est utile pour décrire le déplacement des poissons au droit de ces derniers. Grâce aux différentes antennes installées sur le site de Tuilières et au calibrage des postes, plusieurs zones de réceptions ont pu être définies (figure 27). Ainsi lorsque le signal sera uniquement reçu par T1 ou T2, l'aloise marquée sera considérée comme présente, respectivement dans la zone 1 gauche (Z 1g) ou dans la zone 1 droite (Z 1d). Si l'émetteur est reçu par T1 et T2 l'aloise sera considérée présente dans la zone 1 centrale (Z 1c). Si le signal est reçu par T3 ou T4, l'aloise sera respectivement présente devant le clapet d'avalaison ou devant l'ascenseur. Si l'aloise est reçu à la fois par T4 et T5, il faudra regarder plus précisément les forces de signal pour affiner sa position dans la nasse mobile (ex : avant ou après l'entonnement).

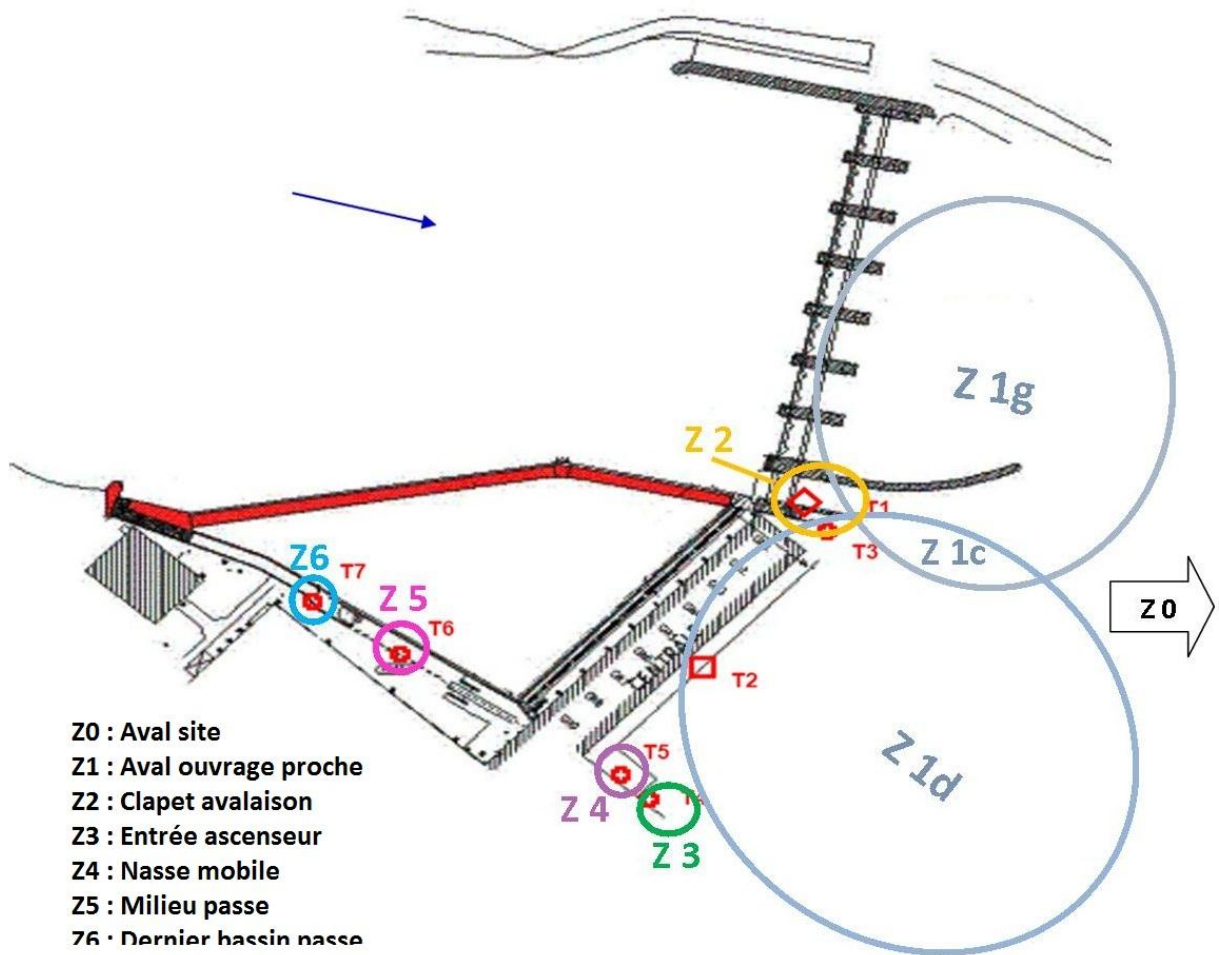


Figure 27 : Schéma du zonage à Tuilières

Les zones de réception définies pour le barrage de Golfech sont présentées en Annexe

III. Résultats et discussion

III.1. Dordogne

III.1.1. Migration et marquage

En 2012, la première Grande Alose est passée à Tuilières le 9 mai et la dernière le 20 juillet. Au total, seulement 261 aloses ont été comptabilisées à cette station de contrôle. Cette valeur paraît dérisoire en comparaison des valeurs de passage du milieu des années 90 (Voir figure 28).

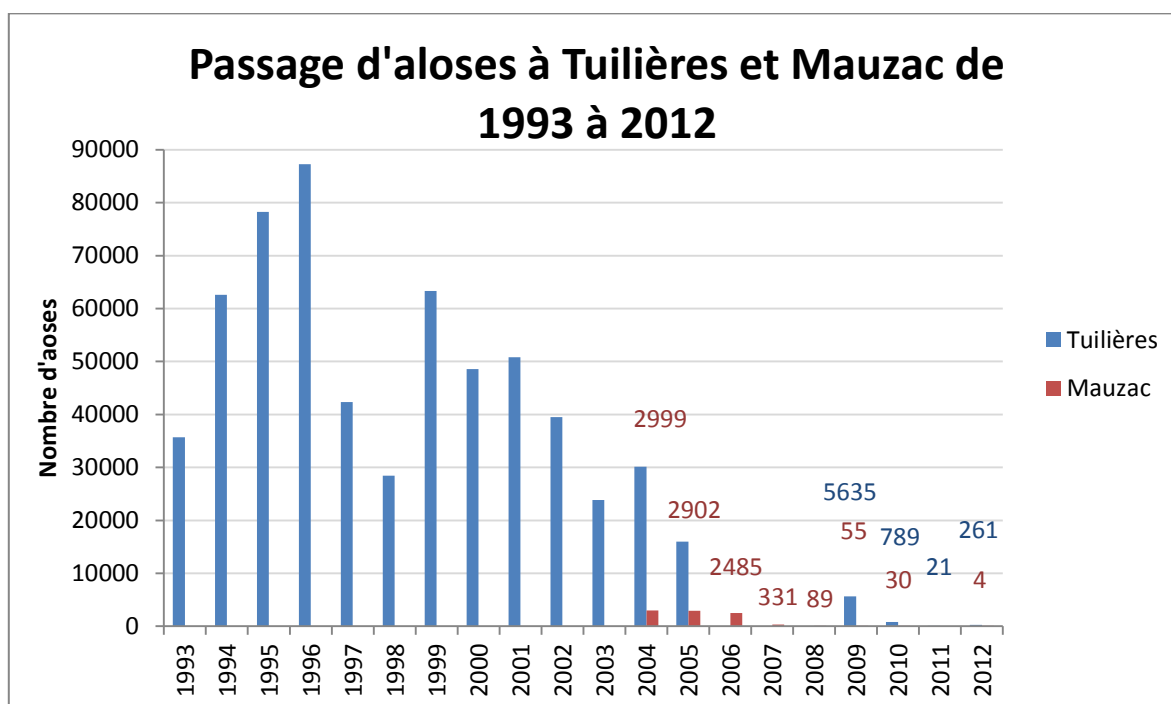


Figure 28 : Passages annuels d'aloses à Tuilières et Mauzac de 1993 à 2012 (d'après MIGADO)
NB : de 2006 à 2008, l'ouvrage de Tuilières était transparent (travaux)

Les « pics » de passage ont eu lieu les 30 et 31 mai avec 33 et 23 aloses par jour ce qui reste très faible. Un quart du nombre total d'aloses passées à Tuilières a été comptabilisé lors de ces deux journées.

Le graphique ci-après présente les passages d'aloses au niveau de Tuilières avec le débit et la température de la Dordogne.

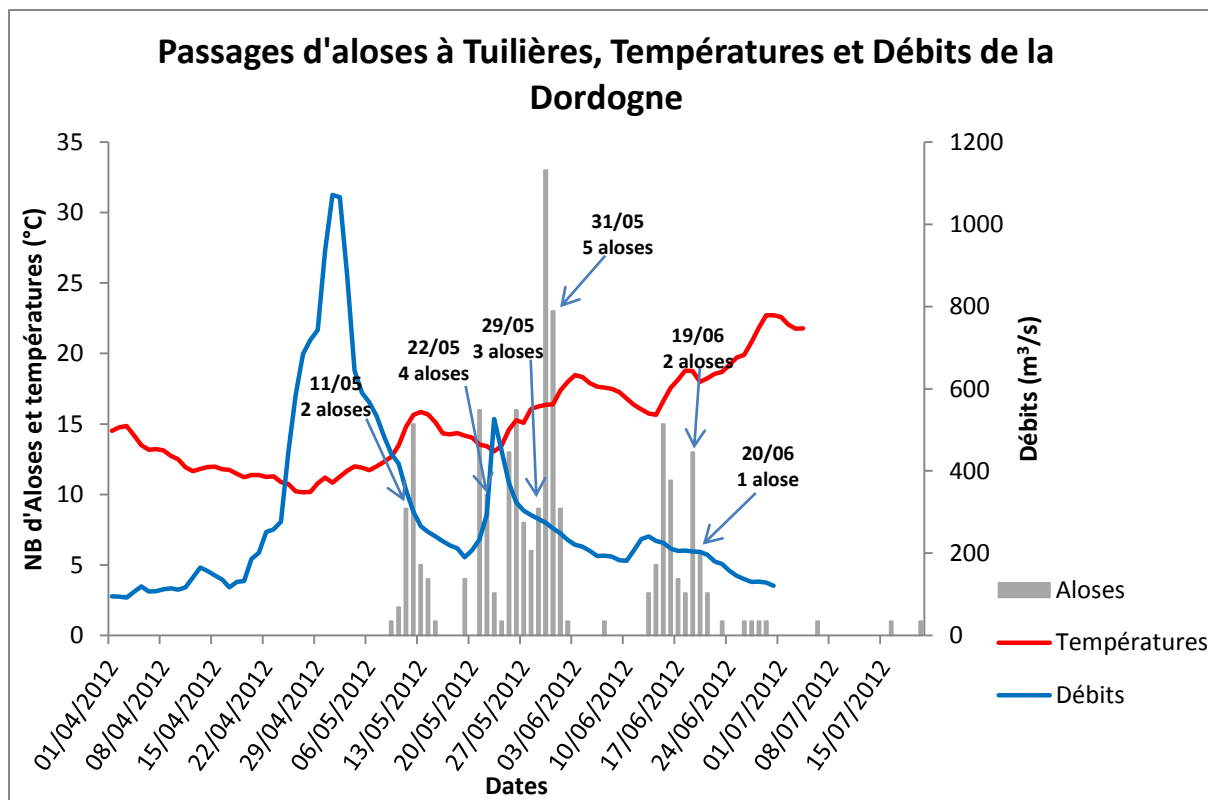


Figure 29 : Passages d'aloses à Tuilières, Débits et Température de la Dordogne (source : MIGADO, EDF)

Il est nettement visible sur le graphique ci-dessus que les passages au niveau de Tuilières n'ont débuté qu'à la fin de la crue d'avril. Les forts débits de cette période peuvent donc être une raison du retard de migration constaté cette année.

Le nombre réduit d'aloses ayant franchi Tuilières est en adéquation avec le faible nombre de géniteurs estimés par MIGADO sur le bief entre Tuilières et Bergerac (environ 1600 aloses (comm pers, MIGADO)).

Sur la Dordogne en 2012, 17 aloses ont été capturées et marquées au niveau du piège de Tuilières les 11, 22, 29 et 31 mai ainsi que les 19 et 20 juin. Ces jours-là, les passages étaient respectivement de 9, 10, 9, 23, 13 et 6 aloses (voir graphique ci-dessus). Elles ont été lâchées le jour même environ 700 mètres en dessous du barrage de Tuilières. Une alose est morte pendant le transport le 22 mai.

Il est donc à noter que pour la campagne de suivi 2012, les remontées d'aloses ont été faibles et que très peu d'aloses ont pu être marquées. Celles-ci ont toutes été lâchées à l'aval de Tuilières afin de maximiser le nombre de retours et donc d'informations sur ce site stratégique. En effet, une précédente étude de radiopistage portant sur le suivi de saumons au

niveau des barrages du bergeracois indique que l'ouvrage de Bergerac, situé en aval, semble moins problématique que Tuilières pour la montaison (Fargeix, Guerri, & Chanseau, 2010).

III.1.2. Caractéristiques des aloses marquées

Sur les 17 aloses marquées, il y avait 6 mâles pour 11 femelles. En Moyenne les aloses mesuraient 561 mm (Moyenne des Mâles : 525 mm ; Moyenne femelles : 580 mm). La plus grande alose marquée était une femelle de 628 mm et la plus petite, un mâle de 505 mm. Les aloses n'ont pas été pesées pour ne pas augmenter trop le temps de manipulation. Les mâles en général mettaient plus de temps pour s'endormir que les femelles et étaient plus nerveux durant toutes les étapes de manipulation. Un tableau reprenant les caractéristiques de chaque poisson ainsi que les observations durant la manipulation est présenté en Annexe 3.

III.1.3. Déplacements des aloses

III.1.2.1. Résultats du suivi mobile

Le suivi mobile a été effectué régulièrement, pratiquement tous les jours en semaine pendant 66 jours lors de 45 sorties entre le 11 mai et le 16 juillet. Ce suivi a principalement été mené dans le bief entre les barrages de Bergerac et de Tuilières soit sur un linéaire de 15,5 km. Les graphiques ci-après présentent le mouvement des aloses sur toute la période de suivi mobile. L'échelle des déplacements est exprimée en PK (point kilométrique). Le PK 0 correspond au barrage de Mauzac qui est le plus en amont de l'étude. Le barrage de Tuilières est situé au PK 15,5 et le barrage de Bergerac au PK 31. Le symbole M correspond à la première fois que le signal de mortalité s'est déclenché.

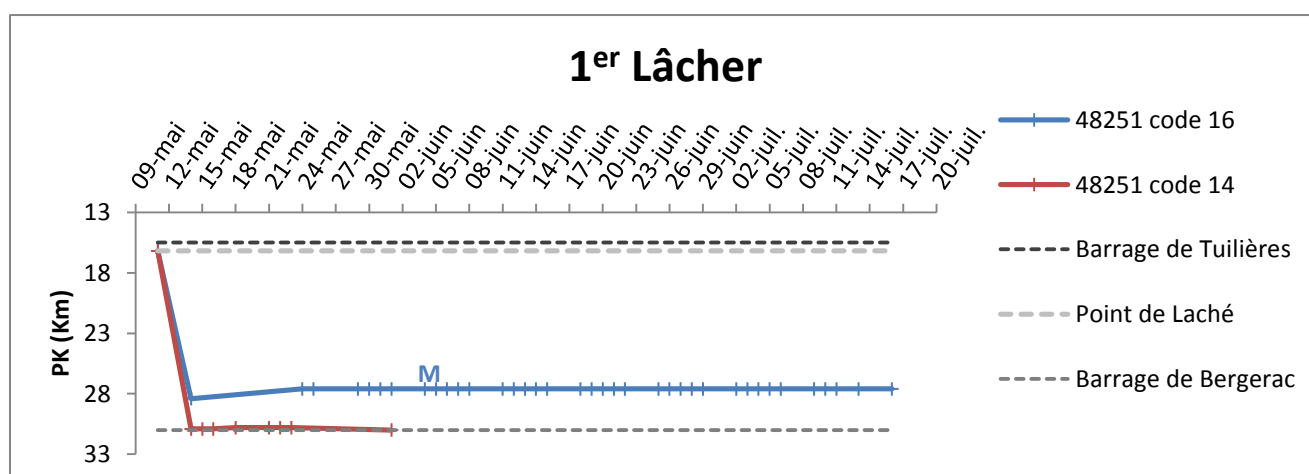


Figure 30 : Suivi des aloses du 1^{er} lâcher

Les aloses lâchées le 11 mai n'ont pas repris une activité normale. Elles ont énormément dévalé et sont mortes très rapidement après le marquage.

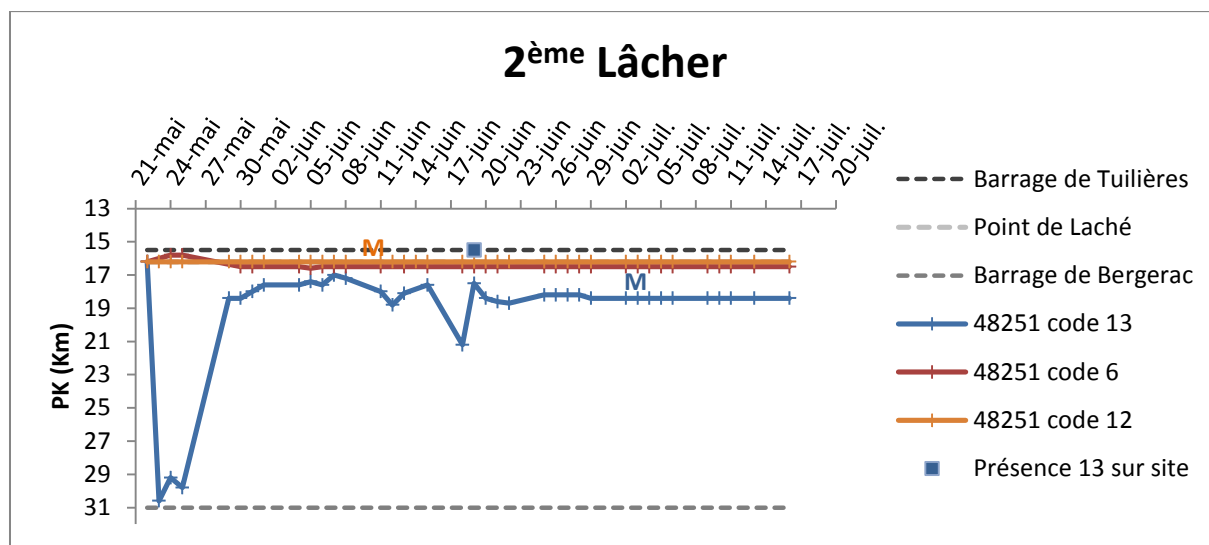


Figure 31 : Suivi des aloses du 2^{ème} lâcher

Sur les 3 aloses lâchées le 22 mai, les aloses 48251-13 et 48251-06 ont repris une activité de montaison au moins une fois. L'aloise 48251-12 a été captée tout le long du suivi au PK du lâcher ce qui laisse penser que l'émetteur a été régurgité. Après être montée très brièvement au-dessus du point de lâcher, l'aloise 48251-06 a très rapidement cessé toute activité juste en aval du point de lâcher. L'aloise 48251-13 a d'abord dévalé puis s'est montrée très active. Elle a été contactée au niveau du barrage de Tuilières le 19 juin. Elle s'est maintenue aux alentours du PK 18 pendant une bonne partie du suivi.

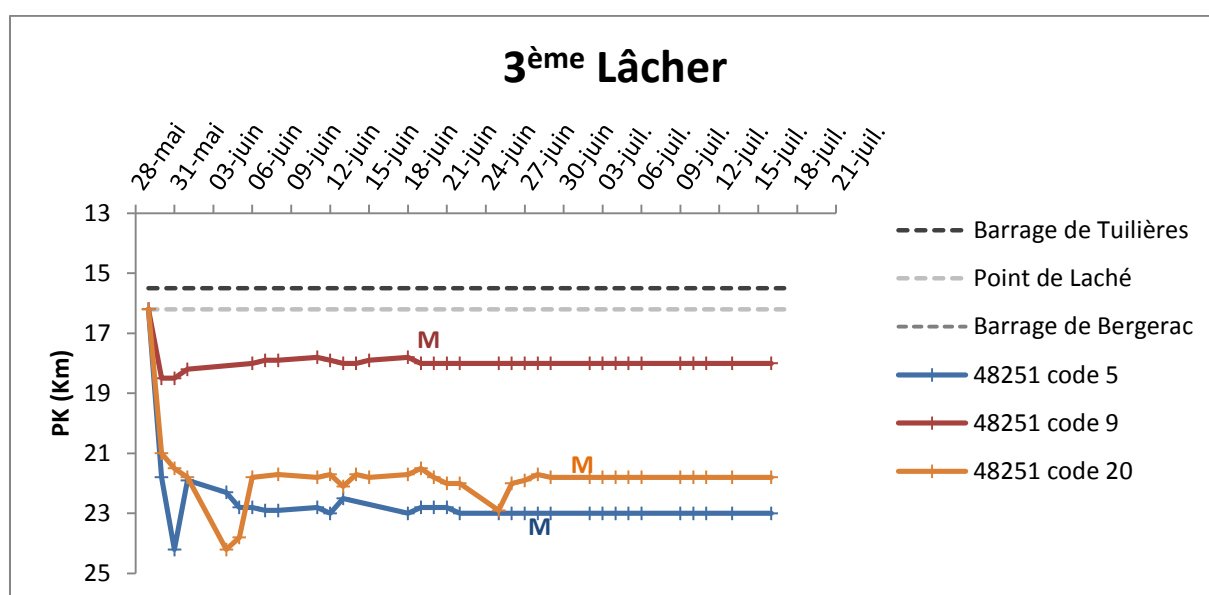


Figure 32 : Suivi des aloses du 3^{ème} lâcher

Les trois aloses de ce lâcher ont repris au moins une fois une activité de montaison. Cependant, les aloses 48251-05 et 48251-20 se sont montrées plus actives que la dernière. En effet l'aloise 48251-09 est morte très probablement rapidement après le lâcher. Les variations de position de l'ordre de la centaine de mètre ne sont pas considérées comme un véritable déplacement mais plutôt comme une erreur d'appréciation de l'opérateur. Les aloses 48251-05 et 48251-20 ont eu une activité plus soutenue pendant les trois premières semaines de suivi puis sont mortes à peu près en même temps vers le 27 juin.

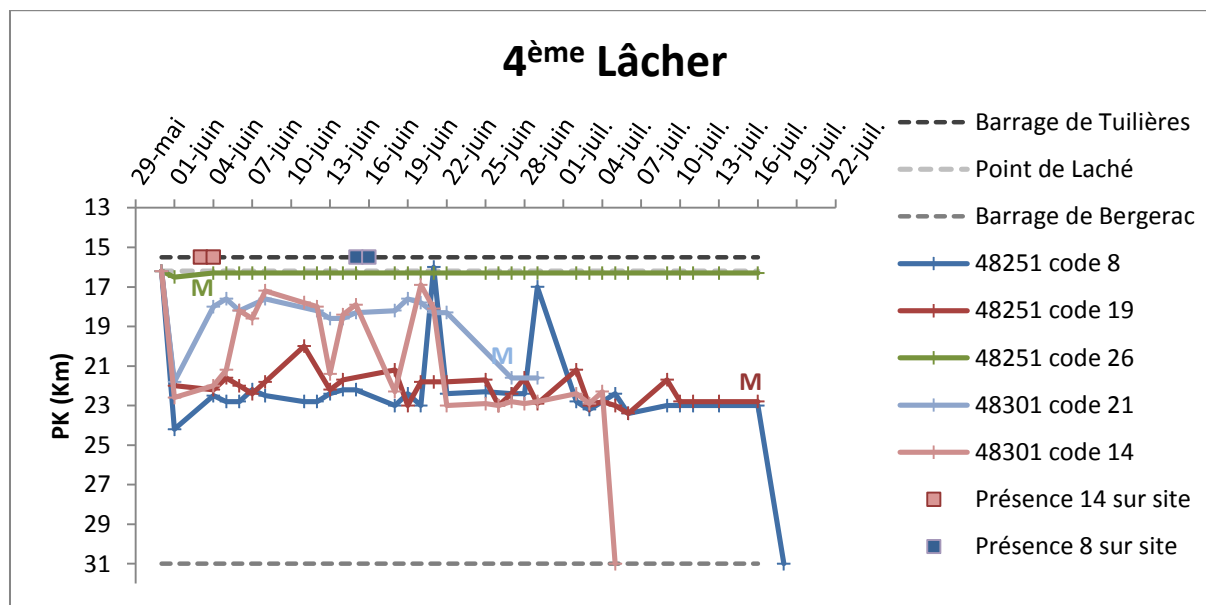


Figure 33 : Suivi des aloses du 4^{ème} lâcher

Ce lâcher est celui pour lequel les aloses se sont montrées les plus actives. Seul une alose (48251-26) est morte ou a régurgité l'émetteur rapidement après le marquage. Les autres ont repris un comportement normal avec des phases de montaison puis de repli. Les PK aux alentours de 18 et 23 sont ceux où les aloses ont le plus souvent été localisées. Deux aloses, la 48301-14 et la 48251-08 ont été contactées au niveau du barrage de tuilières les 3 et 4 juin pour la première et 15 et 16 juin pour la seconde.

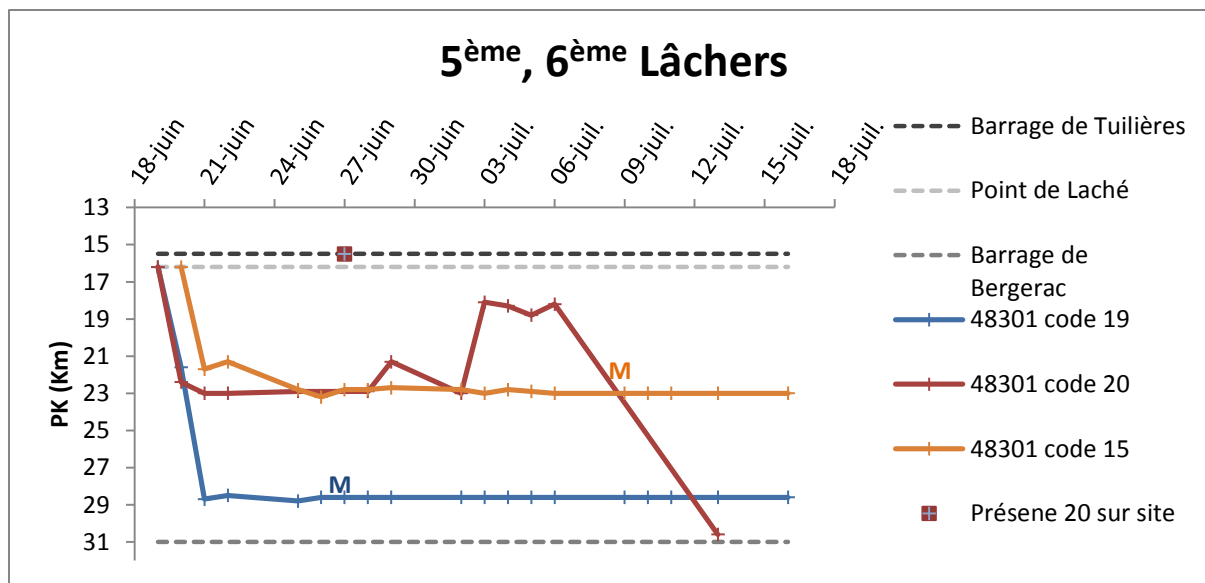


Figure 34 : Suivi des aloses du 5^{ème} et 6^{ème} lâchers

Les aloses 48301-19 et 48301-20 ont été lâchées le 19 juin et la dernière le 20 juin. L'aloise 48301-19 ne semble pas avoir repris un comportement normal. Elle est morte très rapidement après une forte phase de dévalaison. L'aloise 48301-19 a été relativement active jusqu'à une forte dévalaison synonyme de mort. Elle a été contactée une fois au barrage de tuilières le 27 juin. Enfin l'aloise 48301-15, après un faible sursaut, s'est maintenue au PK 23 où elle est probablement morte rapidement.

III.1.2.2. Conditions environnementales et déplacement des aloses

Le graphique ci-après présente les débits et les températures ainsi que les jours de marquage des aloses.

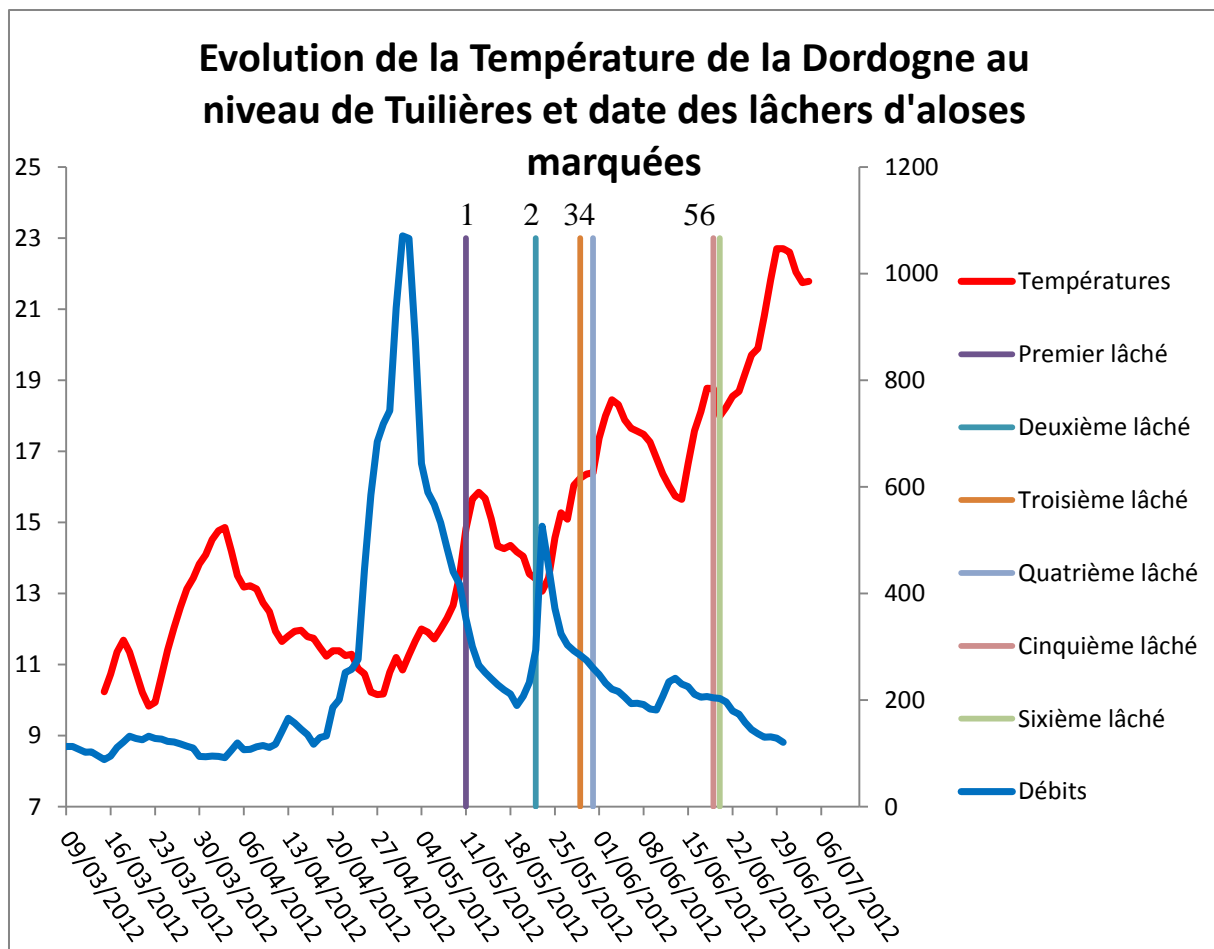


Figure 35 : Températures, Débits et dates de lâcher des aloses. (Source : MIGADO, EDF)

Le tableau ci-après reprend des conditions environnementales des différents lâchers ainsi que la distance moyenne de dévalaison des aloses au premier suivi, la distance cumulée moyenne parcourue en montaison et le temps d'activité moyen pour chaque lâcher. Les calculs de ces différentes valeurs sont réalisés à partir des aloses ayant repris une activité après le lâcher.

Tableau 2 : Caractéristiques de l'activité des aloses en fonction des conditions environnementales au moment de leur lâcher.

Lâchers	Nombre d'aloses ayant présenté une reprise d'activité	Débits (m³/s)	Températures (°C)	Temps d'activité moyen (jours)	Distance de dévalaison moyenne au premier suivi (Km)	Distance cumulée moyenne parcourue en montaison (km)
1	2	350	14,8	12,5	13,5	0,4
2	2	295	13,4	23	7	10,2
3	3	285	16,2	26	4,2	2,6
4	4	260	16,4	37,8	6,4	12,2
5 ; 6	3	205	18,4	13,3	5,7	2,8

Lors du premier lâcher (11 mai), la température était de 14,8°C et le débit d'environ 350 m³/s. C'est pour ce lâcher que les aloses ont le plus dévalé en moyenne (13,5 km). De plus on remarque qu'elles n'ont pas ou très peu repris une activité de montaison (0,4 km en moyenne). Enfin, le temps d'activité moyen des aloses du premier lâcher est le plus faible de tous les lâchers. Le débit semble jouer un rôle important dans la dévalaison post-marquage. Ces aloses ont été lâchées à la fin de l'épisode de crue de la fin avril début mai pour des débits encore élevés et juste avant un coup d'eau de la fin du mois de mai (Cf. figure 35). Ceci peut expliquer qu'elles n'ont pas réussi à se rétablir après le stress de leur marquage.

Lors du deuxième lâcher (22 mai), la température était de 13,4°C et le débit d'environ 295 m³/s. La durée d'activité pour les aloses de ce lâcher est de 23 jours. Les aloses, ont dévalé en moyenne sur 7 km. Leur activité de montaison cumulée par poisson, moyenne est de 10,2 km. Rappelons qu'une seule alose a repris une activité cohérente après ce lâcher et que les chiffres cités plus haut, meilleurs que ceux du premier lâcher sont à relativiser. En effet une alose n'a pas eu d'activité du tout et l'autre est morte très rapidement.

Lors du troisième lâcher (29 mai), la température était de 16,2 °C et le débit d'environ 285 m³/s. Pour ces aloses, le temps d'activité moyen est de 26 jours et après leur lâcher, elles ont dévalé en moyenne sur 4,2 km. La distance parcourue à la montaison est assez faible pour ces poissons (2,6 km). Ces poissons ont peu dévalé en moyenne et sont également peu remontés. Ceci peut s'expliquer par le fait que leur marquage a eu lieu pour une température de 16,2°C et qu'après le lâcher cette température n'a cessé d'augmenter. Il est possible que ces aloses soient devenues mature rapidement et se soient contentées de rester près des zones de frayères à l'aval de tuilières.

Lors du quatrième lâcher (31 mai), la température était de 16,4 °C et le débit d'environ 260 m³/s. C'est pour ce lâcher que le temps d'activité est le plus long avec 37,8 jours en moyenne. De plus, la distance parcourue en montaison est la plus importante de tous les lâchers soit 12,2 km. Les aloses de ce lâcher ont tout de même dévalé de 6,4 km en moyenne. Les conditions initiales pour ce lâcher sont proches de celles du troisième lâcher. Cependant, elles ont présenté une activité bien supérieure en termes de distance parcourue et de temps d'activité.

Lors des cinquième et sixième lâchers, les températures étaient en moyenne de 18,4 °C et le débit d'environ 205 m³/s. Pour ce lâcher le temps d'activité a été assez faible avec seulement 13,3 jours d'activité en moyenne pour les aloses. De plus la distance parcourue en

montaison est faible (2,8 km). Pour ces lâchers, les aloses ont dévalé de 5,7 km. A ces températures, l'hypothèse qui s'impose est que les aloses ont déjà commencé leur reproduction. Rappelons que l'aloise réalise une fraie fractionnée. Ce sont donc des poissons potentiellement plus faibles qui ont été lâchés lors de ces derniers marquages. Il est à remarquer que deux de ces aloses sont d'ailleurs mortes rapidement, environ une semaine, après qu'elles aient été lâchées.

III.1.2.3. Sexe des aloses et comportement post marquage

Il est remarquable que les aloses des troisième et quatrième lâchers, pour des conditions environnementales similaires, ne se soient pas du tout comportées de la même manière. Le nombre d'individus de ces deux lots étant très faible, le hasard ne peut être exclu pour expliquer cette variabilité. Cependant, on note que le ratio mâle/femelle pour ces deux lâchers est très différent. En effet, deux aloses sur trois étaient des mâles pour le 3^{ème} lâcher et une sur cinq pour le 4^{ème} lâcher (cf. tableau des caractéristiques des aloses en annexe 3). Le tableau ci-dessous donne les valeurs des mêmes mesures de dévalaison, montaison et temps d'activité mais cette fois ci en fonction du sexe des aloses des 3^{ème} et 4^{ème} lâchers (conditions environnementales similaires).

Tableau 3 : Caractérisation de l'activité des aloses en fonction de leur sexe.

Sexe	Temps D'activité (jours)	Distance de dévalaison au premier suivi (Km)	Distance parcouru en montaison (km)
Mâle	29,0	4,6	4,6
Femelle	35,5	6,2	10,7

Ce tableau montre que les mâles semblent moins actifs que les femelles en termes de montaison et de durée d'activité. La dévalaison est relativement proche de celle des femelles. Rappelons que les mâles étaient relativement difficiles à manipuler par rapport aux femelles au moment du marquage. Les aloses paraissent réagir différemment à la manipulation suivant leur sexe.

Bilan du suivi mobile :

D'après le suivi mobile effectué sur la Dordogne, 11 aloses sur les 16 ont repris au moins une fois un comportement de montaison. Toutes les aloses actives après le marquage ont d'abord eu une phase de dévalaison probablement liée au stress de la capture et du

marquage. Il est en effet connu que les aloses connaissent une phase de dévalaison post-marquage (Baras et al., 2001) ; (Gadais, 2011). Toutes les aloses marquées ont été localisées au moins une fois. Aucune des aloses marquées n'a réussi à franchir de nouveau l'ouvrage de Tuilières. La plupart des aloses marquées sont restées entre les PK 17 et 19 et les Pk 21 et 23. Le signal de mortalité des émetteurs (M et bip deux fois plus rapide) semble parfois s'enclencher tardivement par rapport à la mort supposée du poisson. Il ne s'est pas déclenché dans un seul cas.

Les conditions environnementales semblent jouer un rôle important dans le succès d'une opération de radiopistage. En effet, les aloses semblent plus sensibles à des forts débits et présentent une phase de dévalaison post-marquage plus importante si elles sont lâchées en période de fortes eaux. La température est également un facteur important. En effet, des aloses marquées à des températures proches ou égales de la température optimale de reproduction (18°C), pourront être suivies moins longtemps. En effet il y a un risque qu'elles aient commencé leur reproduction. Ceci souligne la difficulté d'une étude comme celle-ci sur les aloses, la fenêtre de conditions environnementales propices au marquage étant parfois très réduite.

Enfin, le sexe semble jouer un rôle sur le comportement des aloses après le marquage. En effet, les mâles paraissent moins bien supporter le marquage que les femelles.

III.1.4. Comportement des poissons au droit de l'ouvrage

Quatre poissons sur les 16 marqués ont été reçus au niveau des installations fixes de Tuilières. Ces aloses sont la 48301-14, la 48251-08, la 48251-13 et la 48301-20. Sur ces 4 aloses, deux (la 48251-13 et 48301-20) n'ont été contactées que de manière lointaine par l'antenne générale barrage T1. Les deux autres aloses sont venues chacune deux jours de suite. Une d'entre elle (48251-08) n'a réellement prospecté qu'un seul jour, le 16 juin. L'aloise 48251-14 a été reçue les deux jours sur plusieurs antennes les 3 et 4 juin. Lors de ces trois jours de prospection au pied de l'ouvrage pour ces deux aloses, à savoir les 3, 4 et 16 juin, le clapet d'avalaison smolt était en service et laissait passer un débit d'environ 20 m³/s.

III.1.3.1. Alose 48301-14

Cette alose, une femelle de 57 centimètres, marquée et lâchée le 31 mai à 16 h, a été contactée deux jours de suite au pied de l'ouvrage de Tuilières les 3 et 4 juin. Le graphique ci-dessous reprend le suivi mobile pour cette alose et les carrés représentent les jours de présence sur le site de Tuilières.

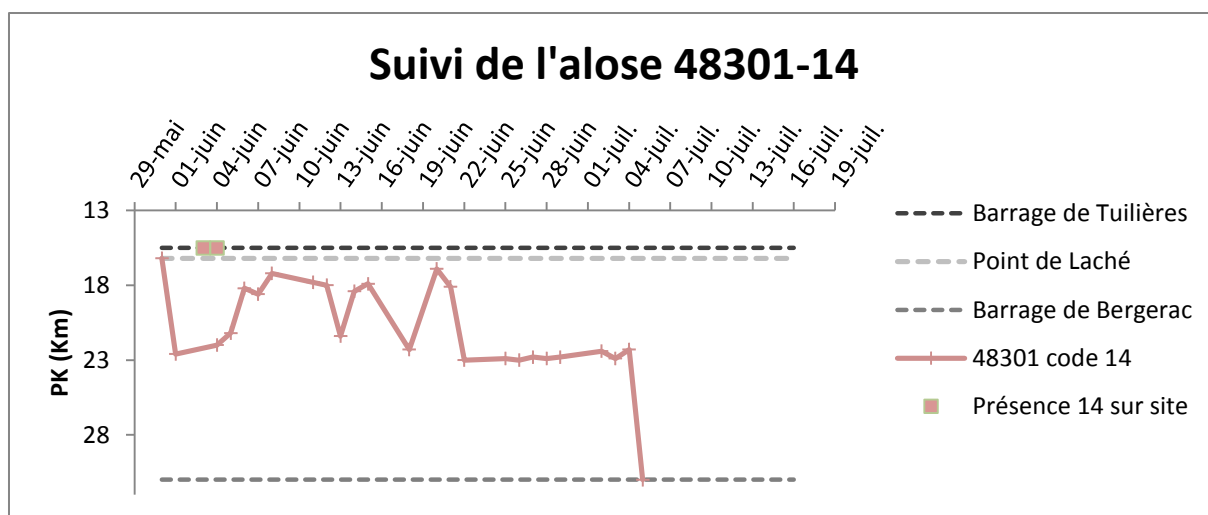


Figure 36 : Suivi de l'alose 48301-14

Le 3 juin à 13h20, soit 2,89 jours après qu'elle ait été lâchée, cette alose est arrivée sur le site et est repartie à 15h55. Elle est donc restée dans la zone de l'ouvrage pendant 2h36. Durant sa réception sur le site, il arrive que l'alose ne soit plus reçue pendant de courtes périodes. Si ces périodes n'excèdent pas 30 minutes, l'alose est considérée comme encore présente sur site. Ces périodes de non réception sont représentées sur le graphique ci-après. Sur ce temps de présence, l'alose a fait 5 incursions pour un temps cumulé de 10 minutes en Z2 (clapet avalaison) et 2 incursions pour un temps cumulé de 5 minutes en Z3 (entrée ascenseur). La première chose qui est remarquable sur le comportement de cette alose est qu'elle est restée deux fois plus de temps dans la zone du clapet que dans celle de l'ascenseur. Le nombre d'incursions suit la même tendance avec 2,5 fois plus d'incursions dans la zone du clapet que dans la zone de l'ascenseur. Le graphique ci-après présente le cheminement de l'alose entre les différentes zones durant sa présence sur site le 3 juin.

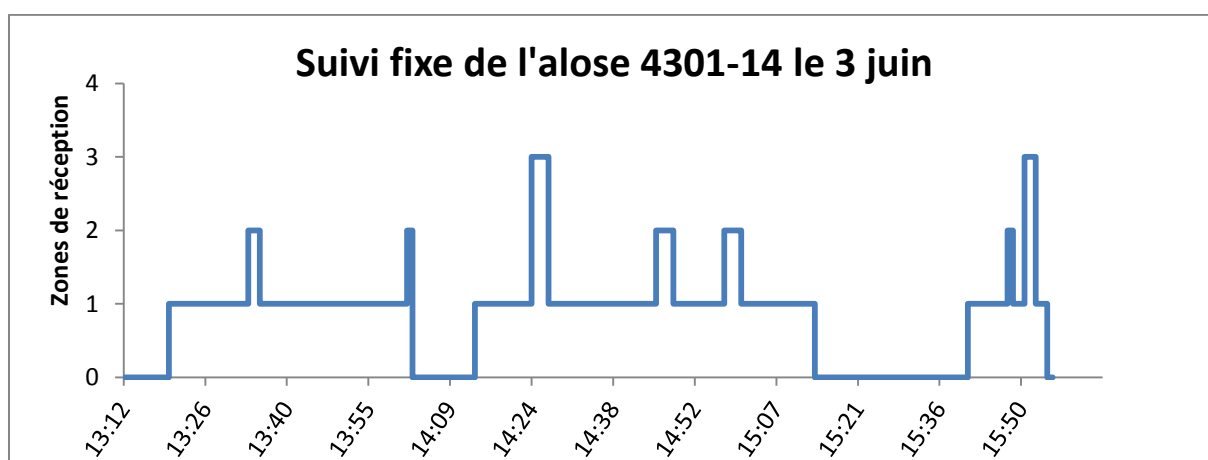


Figure 37 : Suivi fixe de l'alose 4301-14 le 3 juin

Le 4 juin, cette alose est revenue sur le site à 12h18 et est restée jusqu'à 18h05. Elle est donc restée dans la zone de l'ouvrage pendant 4h10. Sur ce temps de présence, l'alose a fait 8 incursions pour un temps cumulé de 22 minutes en Z2 (clapet avalaison) et 6 incursions pour un temps cumulé de 33 minutes en Z3 (entrée ascenseur). Différemment de la veille, l'alose est restée un peu plus longtemps devant l'entrée de l'ascenseur que devant le clapet (1,5 fois plus de temps en Z3 qu'en Z2). Cependant, le nombre d'incursions est toujours supérieur dans la zone du clapet que devant l'ascenseur (1,3 fois plus d'incursion en Z2 qu'en Z3). Le graphique ci-après présente le cheminement de l'alose entre les zones durant sa présence sur site le 4 juin.

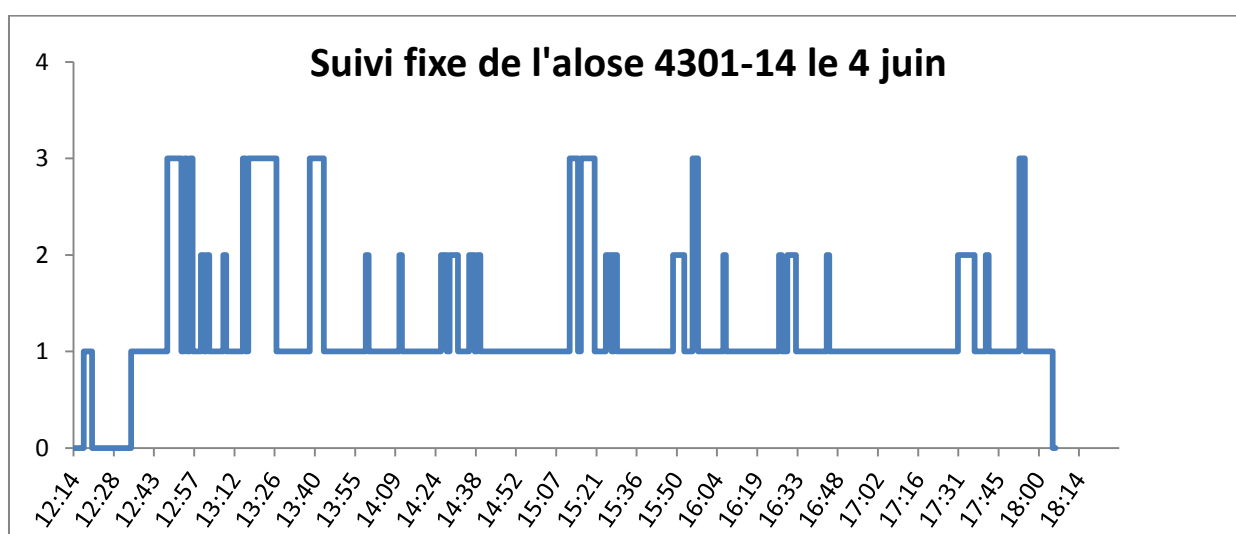


Figure 38 : Suivi fixe de l'alose 4301-14 le 4 juin

III.1.3.2. Alose 48251-08

Cette alose, une femelle de 58,5 centimètres, marquée et lâchée le 31 mai à 14h30, a été contactée deux jours de suite au pied de l'ouvrage de Tuilières les 15 et 16 juin. Le graphique ci-dessous reprend le suivi mobile pour cette alose et les carrés représentent les jours de présence sur le site de Tuilières.

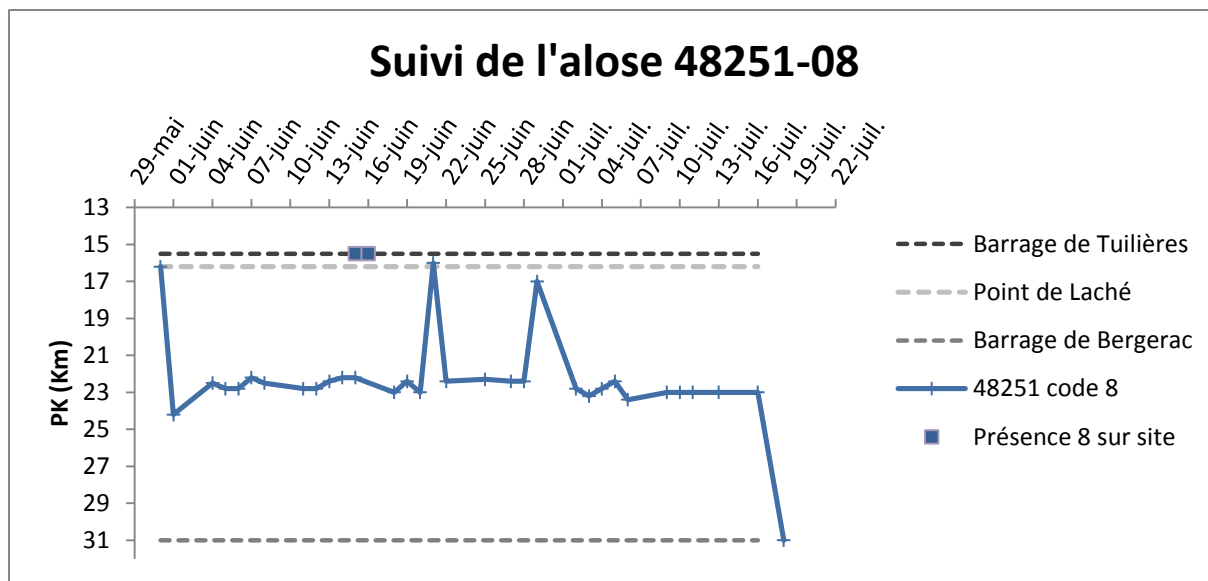


Figure 39 : Suivi de l'alose 48251-08

Le 15 juin à 19h17, soit 15,14 jours après son lâcher, cette alose a été contactée sur le site de Tuilières par l'antenne générale barrage (T1). Le dernier contact a lieu à 19h45. Elle ne s'est pas approchée suffisamment de l'ouvrage pour être captée par les autres antennes du dispositif.

Le 16 juin, cette alose est revenue sur le site à 18h33 et est repartie à 19h48. Elle est donc restée dans la zone de l'ouvrage pendant 1h15. Sur ce temps de présence, l'alose a fait 3 incursions pour un temps cumulé de 10 minutes en Z2 (clapet avalaison) et 1 incursion pendant 3 minutes en Z3 (entrée ascenseur). Elle a donc passé 3,3 fois plus de temps devant le clapet d'avalaison que devant l'entrée de l'ascenseur. Le nombre d'incursions suit la même tendance avec 3 fois plus d'incursions dans la zone du clapet que dans la zone de l'ascenseur. Le graphique ci-après présente le cheminement de l'alose entre les différentes zones durant sa présence sur site le 16 juin.

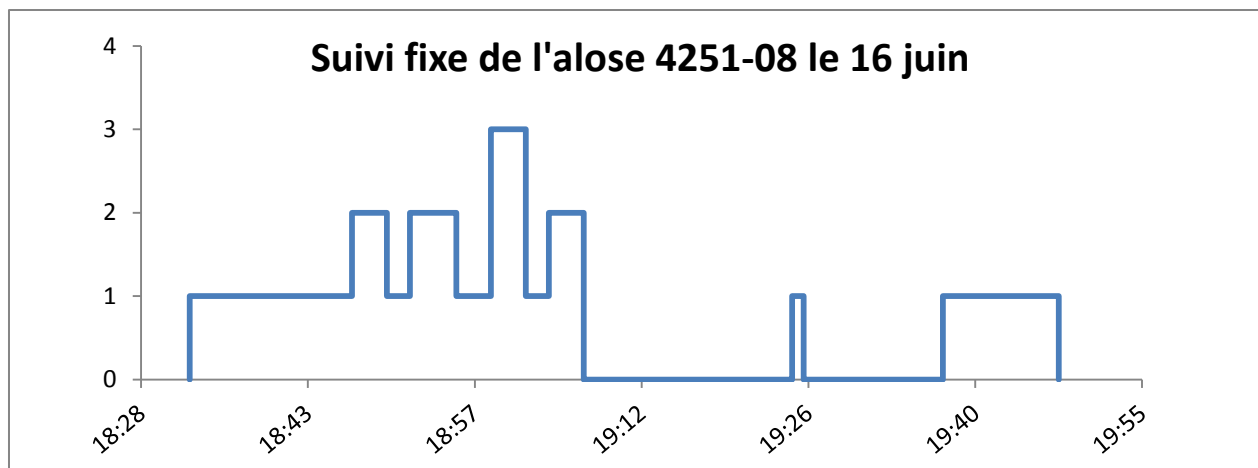


Figure 40 : Suivi fixe de l'alose 4251-08 le 16 juin

III.1.3.3. Alose 48251-13

Cette alose, une femelle de 61,8 centimètres, marquée et lâchée le 22 mai à 13h, a été contactée au pied de l'ouvrage de Tuilière le 19 juin à 11h46 soit 27,95 jours après son lâcher. Le graphique ci-dessous reprend le suivi mobile pour cette alose et les carrés représentent les jours de présence sur le site de Tuilières.

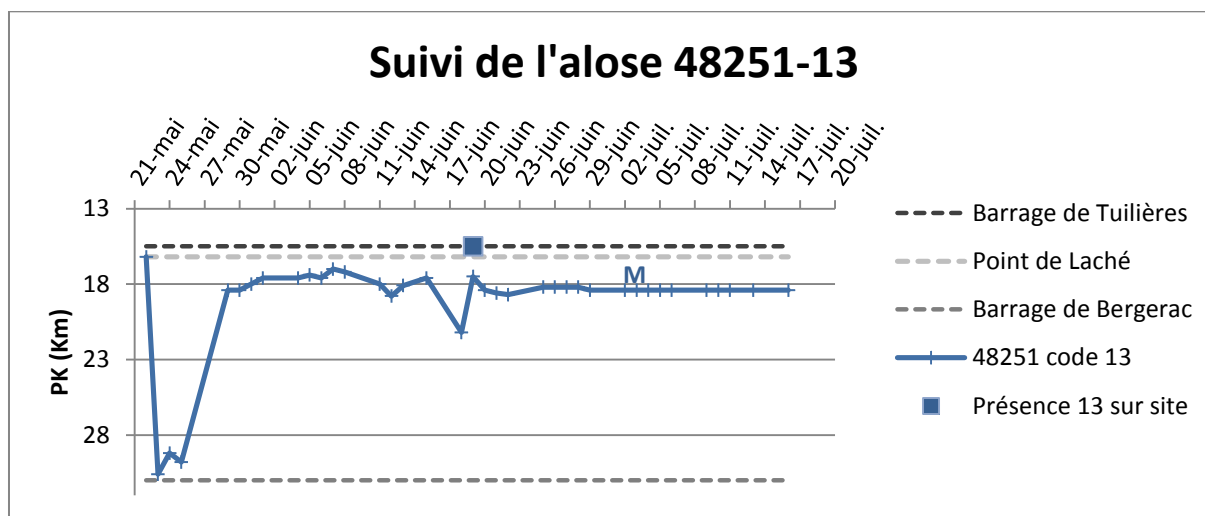


Figure 41 : Suivi de l'alose 48251-13

Cette alose est venue très peu de temps à l'aval du barrage et ne s'est pas approchée assez pour être captée par d'autres antennes que l'antenne aérienne générale T1. Le dernier contact au niveau de T1 a eu lieu à 16h35. Entre 11h46 et 16h35, l'alose n'a été captée par T1 que 16 minutes, ce qui montre qu'elle est restée en limite de réception. Cette alose ne permet pas d'avoir plus d'informations.

III.1.3.4. Alose 48301-20

Cette alose, une femelle de 56,5 centimètres, marquée et lâchée le 19 juin à 14h45, a été contactée au pied de l'ouvrage de Tuilière le 27 juin à 2h21 soit 7,61 jours après son lâcher. Le graphique ci-dessous reprend le suivi mobile pour cette alose et les carrés représentent les jours de présence sur le site de Tuilières.

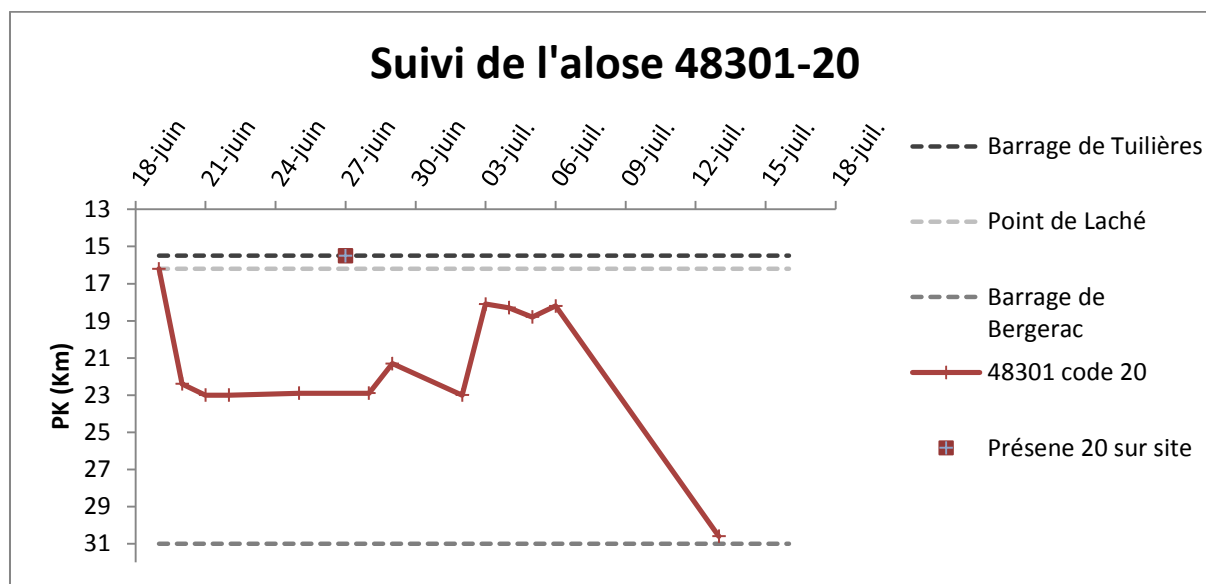


Figure 42 : Suivi de l'alose 48301-20

Cette alose est venue très peu de temps à l'aval du barrage et ne s'est pas approchée assez pour être captée par d'autres antennes que la générale T1. Le dernier contact au niveau de T1 a eu lieu à 4h22. Entre 2h21 et 4h22, l'alose n'a été captée par T1 que 15 minutes, ce qui montre qu'elle est restée en limite de réception. Cette alose ne permet pas d'avoir plus d'informations.

Bilan suivi fixe Dordogne :

Quatre poissons sur les 16 lâchés ont été contactés au niveau de Tuilières. Ces 4 aloses étaient des femelles de taille supérieure à 56 centimètres.

D'un point de vu comportement, seulement deux aloses ont donné quelques résultats, les autres ne se sont pas suffisamment approchées de l'ouvrage. Ces deux aloses cumulent trois incursions sur le site toujours l'après-midi pour un temps de présence de 8h01en comptant les replis courts en Z0. Sur ce temps de présence, les aloses ont passé 42 minutes en Z2 soit devant le clapet d'avalaison smolt dont le débit est bien visible sur la figure 42 ci-après.

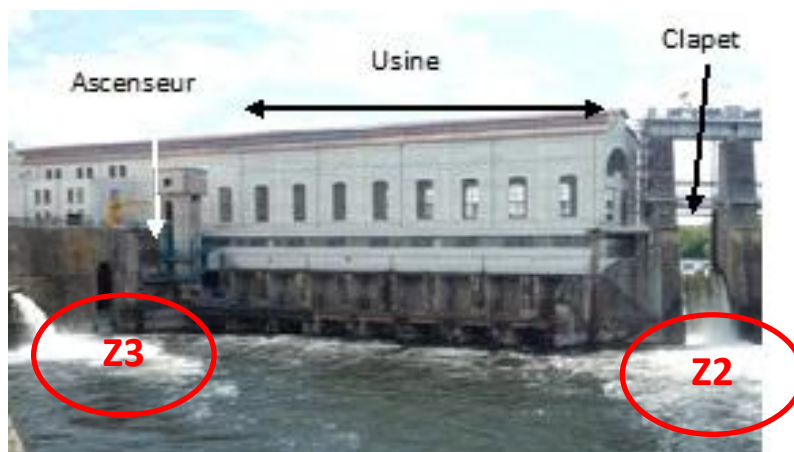


Figure 43 : Clapet d'avalaison smolt de Tuilières (Source : EPIDOR)

Ces aloses marquées ont passé 41 minutes en Z3, c'est-à-dire devant l'ascenseur. Pour ce qui est des incursions, les aloses sont allées 16 fois en Z2 et 9 fois en Z3. Elles sont donc allées 1,8 fois plus souvent devant le clapet que devant l'ascenseur.

Tableau 4 : Récapitulatif des temps de réception des deux aloses cumulés dans chaque zone

Zone de Présence	Nombre d'incursions dans la zone	Temps de présence dans la zone
Z1 : Site général	3	8 h 01 min
Z2 : Clapet avalaison	16	42 min
Z3 : Aval ascenseur	9	41 min

III.2. Garonne

Sur la Garonne, la phase de terrain a été réalisée par une autre stagiaire d'EPIDOR. Pour le volet Garonne de cette étude, mon rôle consiste en une synthèse et restitution des données acquises par la stagiaire qui a travaillé sur cet axe.

III.2.1. Marquages et état de la migration

Sur la Garonne en 2012, le marquage des aloses a été effectué en deux temps. La première session de marquage a concerné 7 aloses. Elles ont été capturées le 2 avril puis marquées et lâchées le 3 avril à Lamagistère (PK 3,1). Aucun individu n'est mort pendant le marquage ou le transport. La deuxième session de marquage a concerné 14 aloses et a eu lieu le 30 mai. Ce jour-là, les aloses ont été lâchées à l'aval immédiat de Golfech, soit au PK 0. Ce changement de protocole avait pour but de réduire les risques de mortalité durant le transport, la température de l'air étant élevée ce jour-là. Malgré cette précaution, 4 aloses sont mortes

suite au marquage (48671-26, 48671-14, 48211-19 et 48671-21). Les dates de captures et le nombre d'aloses correspondant sont reportés sur le graphique ci-après.

Le graphique ci-après présente l'état de la migration, les températures et les débits de la Garonne pour une période allant du 1^{er} mars à fin mai. Toute la migration n'est donc pas représentée ici. A la fin du mois de mai, la remontée d'aloses au niveau de Golfech était très faible avec seulement 539 aloses. La première alose est passée le 14 mars 2012. Les six principaux « pics » avec plus de 30 aloses par jour ont eu lieu le 2 avril et les 4, 11, 18, 20 et 21 mai. Historiquement, dans les années 90, les pics étaient considérés comme tels pour des remontées d'aloses de plus de 1000 par jours (MIGADO, comm pers in Tarrene, 2012). Le suivi des frayères réalisé jusqu'à fin mai par MIGADO a également révélé une faible activité. Ceci peut s'expliquer par les conditions environnementales particulières visibles sur le graphique ci-après. En effet les températures sont restées assez basses pour la saison avec une chute mi-avril à des valeurs proche de 10°C. Ceci en lien aux débits soutenus de mi-avril à début mai, est une des voies d'explication possible de la faible migration observée à Golfech jusqu'à la fin mai.

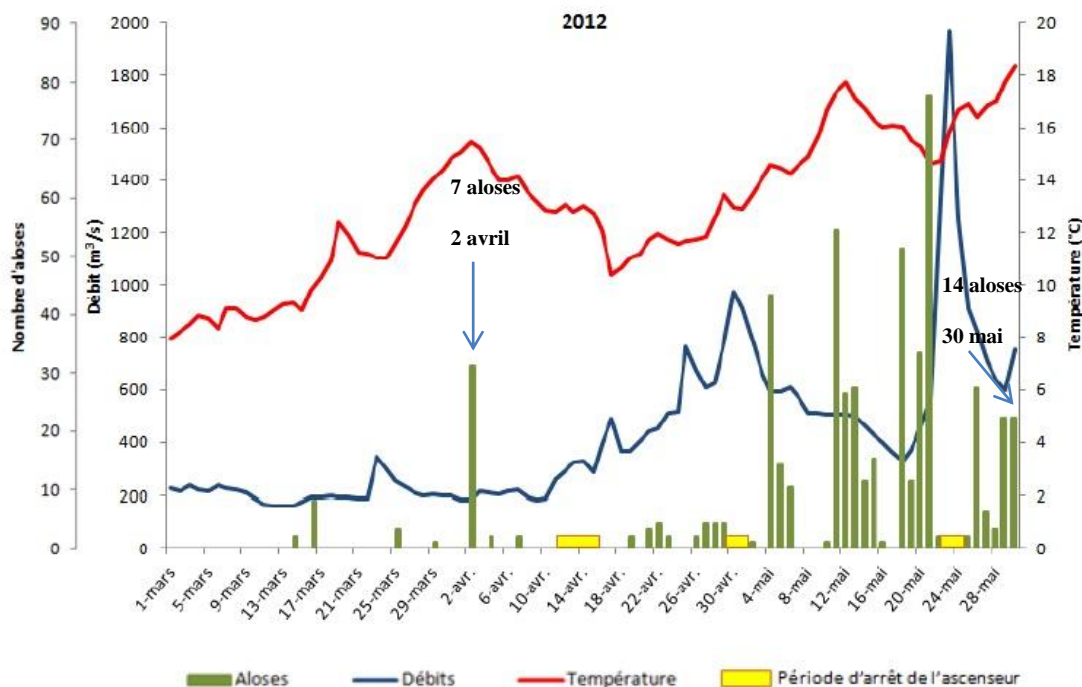


Figure 44 : Passages d'aloses à Golfech, Débits et Température de la Garonne (MIGADO, www.hydro.eaufrance.fr in Tarrene, 2012)

III.2.2. Caractéristiques des aloses marquées

Sur les 21 aloses marquées, il y avait 11 mâles pour 10 femelles. En moyenne les aloses mesuraient 568 millimètres (Moyenne des mâles : 540 millimètres ; Moyenne femelles : 599 millimètres). La plus grande alose marquée était une femelle de 625 millimètres et la plus petite un mâle de 475 millimètres. Les aloses n'ont pas été pesées pour ne pas augmenter trop le temps de manipulation. Un tableau reprenant les caractéristiques de chaque poisson ainsi que les observations durant la manipulation est présenté en Annexe 3.

III.2.3. Déplacement des aloses

Le suivi mobile a été effectué régulièrement, du 4 avril au 14 mai, lors de 16 sorties pour les aloses du premier lâcher et du 31 mai au 7 juin, lors de 7 sorties pour les aloses du deuxième lâcher. Ce suivi a principalement été mené sur un tronçon de 10 à 30 km à l'aval de Golfech.

Les graphiques ci-après présentent le mouvement des aloses sur toute la période de suivi mobile. L'échelle des déplacements est exprimée en PK (point kilométrique). Le PK 0 correspond à l'usine de Golfech.

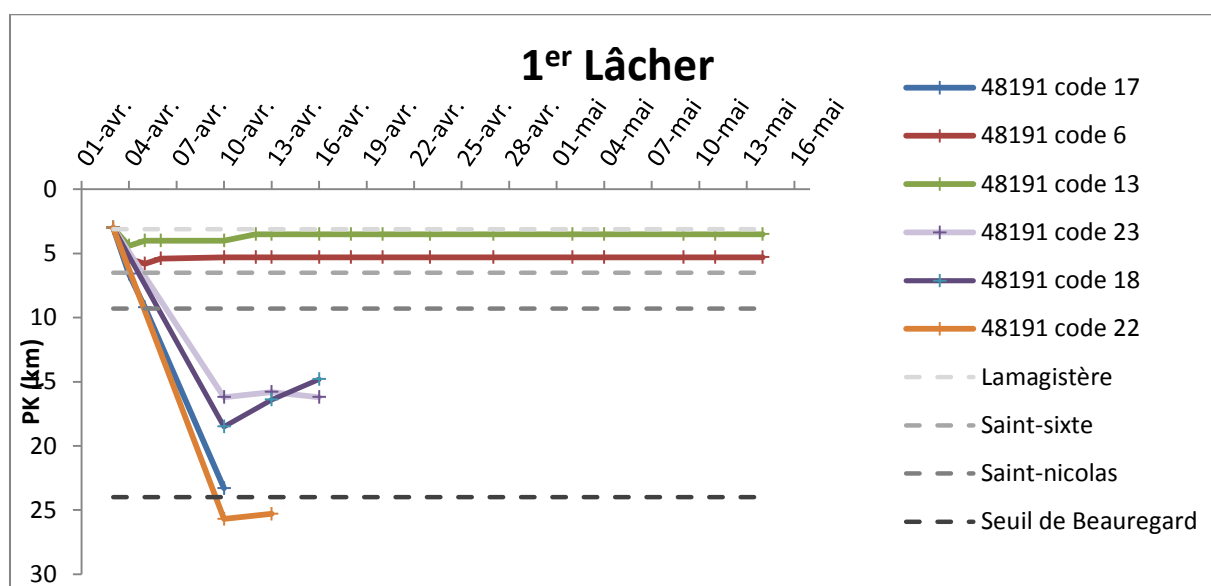
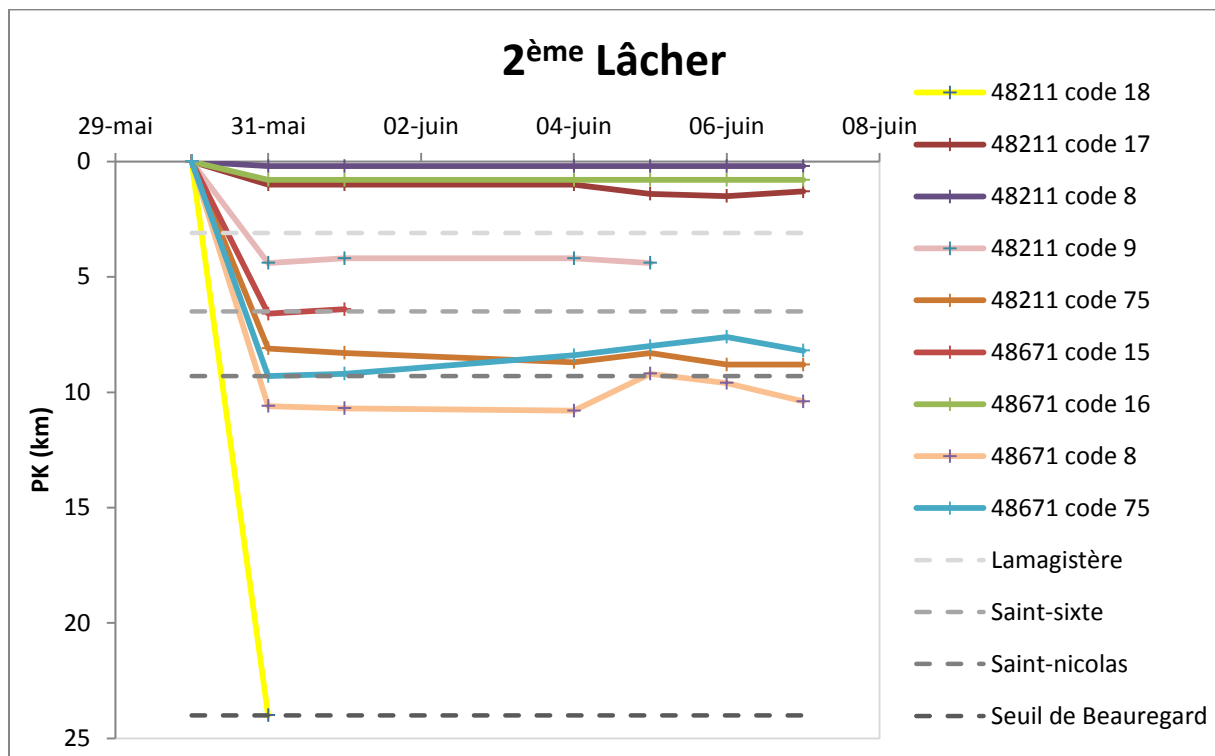


Figure 45 : Suivi des aloses du 1^{er} Lâcher (Source : (Tarrene, 2012))

Sur les 7 aloses marquées et lâchées le 3 avril, une n'a jamais été localisée. Pour les autres, le nombre de localisations est très variable, seulement deux pour l'alse 48191-22 jusqu'à 16 pour les aloses 48191-06 et 48191-13. Deux aloses ont apparemment stagné après leur lâcher, ce sont les poissons 48191-06 et 48191-13. Elles ont semblé bouger légèrement après une petite phase de dévalaison puis elles sont restées immobiles toute la fin du suivi.

Ceci laisse supposer que ces aloses n'ont pas survécu après leur lâcher ou qu'elles ont régurgité l'émetteur rapidement. Sur ces deux aloses immobiles, il est intéressant de noter que le signal de mortalité ne s'est enclenché que pour une d'entre elle. Les autres aloses ont eu tendance à dévaler très nettement. Seule une alose, la 48191-18 a repris un comportement de montaison entre les 4 et 6 avril. Par la suite elle n'a plus été localisée, c'est également le cas des aloses 48191-17, 48191-22 et 48191-23. Ces aloses ont probablement dévalé en dessous de la zone de prospection. Aucune alose n'a été captée au-dessus du point de lâcher et *a fortiori*, aucune ne s'est représentée sous l'ouvrage de Golfech.



Sur les 10 aloses lâchées le 30 mai, une n'a jamais pu être localisée. Toutes les aloses ont plus ou moins dévalé juste après le marquage sauf les aloses 48671-16, 48211-17 et 48211-08. Ceci dit, ces trois aloses n'ont pas repris d'activité ce qui suggère qu'elles sont mortes rapidement ou ont régurgité l'émetteur. L'alese 48211-18 après avoir été contactée 24 km à l'aval du lâcher le lendemain a été perdue ce qui montre qu'elle a continué de dévaler. L'alese 48671-15 a été perdue rapidement (au bout de 3 jours). Enfin les 3 aloses qui ont semblé être un peu actives sont restées aux alentours du PK 10 qui correspond à la frayère de Saint Nicolas (48671-75 ; 48671-08 et 48211-75). Ce suivi très court (8 jours), ne permet pas de tirer d'observations sur le déplacement de ces aloses. Aucune de ces aloses ne s'est représentée à l'usine. Il n'y aura donc pas de résultats de suivi fixe pour Golfech en 2012.

Bilan du suivi mobile :

Pour le premier lâcher la prospection a été assez efficace puisqu'un seul poisson n'a jamais été retrouvé. Cependant 4 aloses sur les 6 suivies ont énormément dévalé et ont été perdues très vite après leur lâcher. Deux aloses se sont maintenues aux PK 4 et 6 après leur lâcher puis sont mortes rapidement après. Pour le 2^{ème} lâcher, quatre aloses sont mortes avant d'être lâchées et seulement 3 aloses sur 12 ont semblé reprendre une activité normale. Cependant elles n'ont été suivi que 8 jours ce qui ne permet pas de conclure quoi que ce soit sur leur déplacement. Cette campagne de suivi 2012 sur la Garonne n'apporte malheureusement pas d'informations sur le déplacement des aloses à l'aval de Golfech ni sur leur comportement au droit de l'ouvrage puisqu'aucune n'est remontée au-dessus du point de lâcher.

III.3. Discussion

III.3.1. Dordogne

III.3.1.1. Suivi mobile

Le suivi mobile sur la Dordogne a été relativement efficace avec toutes les aloses captées au moins une fois après leur marquage. De plus, les zones de réception se sont parfois chevauchées ce qui montre que peu de zones d'ombre sont laissées lors de la prospection. Pour ce qui est du fonctionnement du double bip de mortalité, il ne semble pas être très fiable. En effet, celui-ci s'est déclenché parfois tardivement après qu'un poisson stagne au même endroit. Enfin, le suivi du bord aurait pu être complété par un suivi en bateau de manière à localiser les poissons plus précisément et ainsi décrire physiquement le faciès occupé.

D'un point de vu résultat, le suivi mobile, combiné aux données hydrologiques et thermiques a confirmé que le comportement migratoire de l'aloise est très lié aux conditions environnementales. Cependant, ces observations sont à prendre avec beaucoup recul, l'échantillon de poissons marqués étant très réduit. En effet, les faibles remontées d'aloses combinées aux contraintes horaires de piégeage ont rendu le marquage difficile et ont conduit à un faible nombre de poissons marqués pour l'étude.

Il faudrait donc pour la campagne de l'année prochaine, augmenter l'effort de marquage au moment des conditions environnementales favorables et également en fonction de l'avancée de la maturation sexuelle présumée du poisson. Il paraît en effet inutile de

marquer des poissons en fin de période de migration car ces derniers ont déjà probablement entamé leur reproduction.

Pour mieux comprendre le comportement de poissons localisés le matin, il aurait été intéressant de réaliser des prospections en soirée voire même nocturnes. En effet lors des suivis matinaux, il est ressorti que de nombreux poissons restaient au niveau des PK 18 et 23 et que ces mêmes poissons, d'un matin à l'autre se déplaçaient entre ces deux points kilométriques. Or les frayères suivies sur le bief entre Bergerac et Tuilières se trouvent au PK 16,2 (port de Tuilières) et 17-17,2 (Gravière de Mouleydier). L'hypothèse que ces poissons se replient le matin après être montés sur les zones de fraye le soir et la nuit est envisageable. Seul une prospection nocturne aurait permis de valider ou de réfuter cette hypothèse.

Lors des suivis mobiles, une quantité non négligeable de silures (*Silurus glanis*) a été observée à proximité immédiate du dispositif de franchissement de Tuilières et également à l'aval du barrage dans des zones d'abri et de repli des aloses. Le passage de silures à la passe de Tuilières est également observé pendant les périodes de migration de l'aloise (comm pers MIGADO). La question d'un éventuel impact de ces derniers, notamment sur le passage des aloses dans la passe peut se poser. De plus, les observations des différents acteurs et utilisateurs de la Dordogne posent aujourd'hui les questions de la dynamique, impact et structure de la population de Silure sur cette rivière. C'est dans ce contexte qu'EPIDOR, dans le cadre du contrat de rivière Dordogne-Atlantique, a décidé de mener une étude visant à améliorer les connaissances sur ce poisson. Ce projet a débuté cette année et durant la deuxième partie de mon stage, j'ai participé à l'initiation de celui-ci. En effet, les faibles remontées d'aloses et le peu de résultats à traiter ne justifiaient pas un temps complet de travail sur ce sujet durant la deuxième moitié du stage. Un cahier détaillé sur la mise en place de l'étude Silure sur la Dordogne et sur mon implication dans celle-ci est présenté en annexe 4.

III.3.1.2. Suivi fixe

Le suivi fixe a permis de réaliser quelques observations pour le barrage de Tuilières. En effet, 4 aloses différentes se sont présentées sous l'ouvrage et deux d'entre elles ont réalisé une réelle prospection pour essayer de franchir l'ouvrage. Globalement, ces aloses sont restées autant de temps à l'aval du clapet d'avalaison pour les smolts que devant l'ascenseur. En termes d'incursions, elles sont allées plus souvent dans la zone du clapet que dans la zone de l'ascenseur (1,8 fois plus souvent). Il était supposé que le clapet d'avalaison pouvait créer

un débit d'attrait parasite pour la montaison des migrateurs. Ces observations avec ces deux aloses tendent à confirmer cette inquiétude. Cependant ces résultats sont à relativiser du fait du très faible nombre de poissons étant revenus sous l'ouvrage (4 aloses) et ayant prospecté (2 aloses) dans le but d'un franchissement.

III.3.1.3 Protocole de capture

Le protocole de capture au niveau de la passe de Tuilières implique que les poissons marqués et relâchés à l'aval du même ouvrage ont déjà franchi cet ouvrage. Ceci pose la question de la mémoire ou du moins de l'éducation du poisson. En effet, lorsque les aloses marquées reviennent devant l'entrée de l'ascenseur, il est envisageable qu'elles associent cette étape à la capture et au marquage réalisé juste en amont dans la passe. Ainsi un phénomène de refus pourrait exister. Dans le protocole de la campagne de l'année prochaine il serait intéressant de réaliser des captures à l'aval de Bergerac par exemple et aussi dans la passe de Tuilières. Ainsi il serait possible, si toutefois un assez grand nombre de poissons est marqué, de voir si les aloses ont un comportement différent suivant leur lieu de capture.

La difficulté de cette expérience réside dans le choix de la méthode de capture. En effet, l'alose est en forte diminution donc sa capture s'avère assez aléatoire en dehors des dispositifs de franchissement.

III.3.1.4. Protocole de marquage

Sur la Dordogne, il n'y a pas possibilité de stocker les aloses dans de bonnes conditions comme sur la Garonne. Les aloses capturées au piège par le personnel de MIGADO sont donc marquées tout de suite. Cependant, la personne responsable du marquage (EPIDOR) se trouve à environ une heure du lieu de capture ce qui implique un temps de stabulation important des aloses dans le piège et donc un stress important. Des mortalités dans le piège ont d'ailleurs été observées. Il faudrait pour la campagne prochaine revoir cette phase de la manipulation. La personne d'EPIDOR responsable du marquage devrait rester sur le site de Tuilières pour marquer et relâcher les aloses dans les plus brefs délais. Une autre solution qui a été testée cette année, est de former le stagiaire au marquage. Ce dernier étant basé à Tuilières, les aloses sont marquées et relâchées dans des délais plus brefs ce qui diminue le facteur stress.

III.3.1.5. Impact de l'ouvrage de Tuilières et voie d'amélioration

Rappelons que les observations suivantes sont basées sur un très faible échantillon de poissons. Elles ne permettent donc de tirer aucune conclusion sur le fonctionnement du dispositif de franchissement de Tuilières pour la Grande Alose.

Aucun des poissons marqués lors de cette étude n'est parvenu à franchir l'ouvrage de nouveau.

Les interrogations sur un attrait parasite du débit du clapet d'avalaison semblent trouver un début de réponse. En effet les poissons qui sont remontés sous l'ouvrage et ont prospecté pour franchir (2 aloses), ont passé un temps équivalent devant l'entrée de l'ascenseur et devant le clapet d'avalaison. De plus, le suivi fixe a montré que les aloses sont allées dans la zone du clapet pratiquement deux fois plus souvent que devant l'ascenseur. Si cet impact est confirmé lors de la campagne 2013, grâce à un échantillon de poissons beaucoup plus conséquent, il sera intéressant de chercher des solutions pour diminuer l'attrait du clapet. Pour ce faire plusieurs solutions peuvent être envisagées. L'utilisation du groupe le plus proche du clapet doit être évité pour limiter l'attrait proche du clapet. Il faudrait aussi tenter de casser la veine d'eau issue de ce dernier grâce à l'utilisation de déflecteurs par exemple.

III.3.2. Garonne

Très peu d'aloses ont été marquées lors de cette campagne de suivi 2012. De plus les aloses marquées, les 3 avril et 30 mai n'ont pas donné d'informations sur les déplacements ni sur le comportement au droit de l'ouvrage. La chute des températures liée à l'augmentation des débits après le marquage du 3 avril peut être une des causes de la perte des aloses ayant beaucoup dévalé dans un premier temps juste après leur marquage. Pour les aloses du 30 mai, la température de l'eau déjà supérieure à 18°C et la température de l'air très élevée peuvent être des causes de l'échec du suivi et de la mort ou de la perte rapide de 11 aloses sur 14.

Il aurait fallu marquer de nouvelles aloses à plusieurs reprises après le premier marquage pour avoir des conditions environnementales différentes et ainsi multiplier les chances de succès de la manipulation. Cependant les faibles remontées d'aloses observées jusqu'à fin juin, combinées aux contraintes de disponibilité pour la capture liée à la production de larves destinée au repeuplement du Rhin, n'ont pas permis un marquage de plus poissons.

Conclusion

Prévue sur trois années, le but de cette étude intégrée au programme LIFE+ Alose « Conservation et restauration de la grande Alose dans les bassins de la Gironde et du Rhin », est d'acquérir des informations sur le comportement des aloses au droit des ouvrages de la Dordogne et Garonne aval. La campagne de suivi 2012 n'a pas permis d'obtenir tous les résultats escomptés. En effet, les faibles remontées d'aloses n'ont pas permis le marquage d'un nombre suffisant d'individus.

Sur la Garonne, la campagne 2012 a été très difficile du fait des conditions environnementales et aucun poisson ne s'est représenté sous l'ouvrage.

Sur la Dordogne, sur les 16 poissons marqués, deux ont prospecté l'aval de l'ouvrage de Tuilières dans le but de le franchir. Globalement ils ont montré une attirance égale en terme de temps pour l'ascenseur et le clapet d'avalaison mais se sont cependant rendus 1,8 fois plus souvent devant ce dernier. Ceci montre une légère préférence pour le clapet. Cependant l'échantillon de poissons marqués revenus sous l'ouvrage est trop faible pour que des conclusions soient tirées. Malheureusement, les barrages de Mauzac et Bergerac n'ont pas pu être testés cette année encore.

Pour la prochaine campagne de suivi, si la migration le permet, l'effort de marquage devra être augmenté pour tenter de dégager des conclusions solides d'un tel type d'étude. Les deux premières années de suivi montrent la grande difficulté d'effectuer une campagne de radiopistage telle que celle-ci sur l'alose qui migre parfois sur de très brèves périodes en fonction des conditions climatiques.

Bibliographie

- Baras, E., Benech, V., & Marmula, G. (2001). *Manuel de Biotélémétrie Aquatique*.
- Baras, E., & Cherry, B. (1990). Seasonal activities of female *Barbus barbus* (L.) in the river Ourthe (Southern Belgium), as revealed by radio tracking. 3, 11.
- Carry, L., & Chong, S. (2009). Suivi de la reproduction de la grande alose sur la Garonne en 2008 (pp. 17): MIGADO.
- Carry, L., & Goudard, A. (2010). Suivi de la reproduction de la grande Alose sur la Garonne en 2009. Suivi du comportement du Silure au droit de l'usine hydroélectrique EDF de Golfech ; Synthèse 2006-2009: MIGADO.
- Caut, I. (2009). Suivi de la reproduction naturelle de l'Alose vraie et de la Lamproie marine
- Suivi de la population de l'Alose Feinte (*Alosa fallax*) du bassin Gironde-Garonne-Dordogne (pp. 49): MIGADO.
- Chanseau, M., Caut, I., & Lascaux, J. M. (2008). Suivi de la reproduction naturelle de la Grande Alose et de la Lamproie Marine sur le bassin de la Dordogne année 2007 (pp. 18): MIGADO.
- Fargeix, S., Guerri, O., & Chanseau, M. (2010). Etude par radiotélémétrie de la migration du saumon atlantique (*Salmo salar*) au niveau des barrages du Bergeracois sur la rivière Dordogne (pp. 68).
- Fergeault, F. (2010). Suivi des fronts de colonisation des Aloses et des Lamproies marines sur l'axe Vienne en 2010 (pp. 36): LOGRAMI.
- Gadais, R. (2011). Etude par télémétrie hydroacoustique du comportement migratoire d'une espèce amphihaline : La grande Alose (*Alosa alosa* Linnaeus, 1758) dans l'estuaire de la Loire (pp. 58): Muséum National d'Histoire Naturelle – CNRS.
- Lochet, A. (2006). *Dévalaison des juvéniles et tactiques gagnantes chez la grande Alose Alosa alosa et l'Alose feinte Alosa fallax : Apports de la microchimie et de la microstructure des otolithes*. UNIVERSITE BORDEAUX I.
- MNHN. *Alosa alosa* (L., 1758). La grande Alose, l' alose vraie, (pp. 3).
- Sanson, G. (2007). Suivi de l'activité de reproduction de la grande alose (*Alosa alosa*) sur le bassin de la Dordogne :
- Evaluation du stock de géniteurs pour l'année 2007
- Caractérisation hydraulique des principaux sites de frai (pp. 103): MIGADO.
- Steinbach, P., Gueneau, P., Autuoro, A., & Broussard, D. (1986). Radio-pistage de grandes Aloses adultes en Loire (pp. 12): CSP.
- Tarrene, C. (2012). Suivi radiotélémétrique de la migration de la grande Alose (*Alosa alosa*) sur la Garonne.
- Travade, F., & Larinier, M. (1992). Les techniques de contrôle des passes à poissons. *Bull. Fr. Pêche piscic.* , 14.
- Verdeyroux, P., Guerri, O., Chanseau, M., Cazeaux, J., & Fauvel, F. (2011). Suivi de l'Alose par radiotélémétrie Garonne, Dordogne 2011, 2013. Campagne 2011, Mise en place de l'étude et résultat de la première saison (pp. 50): EPIDOR.

Liste des figures et tableaux

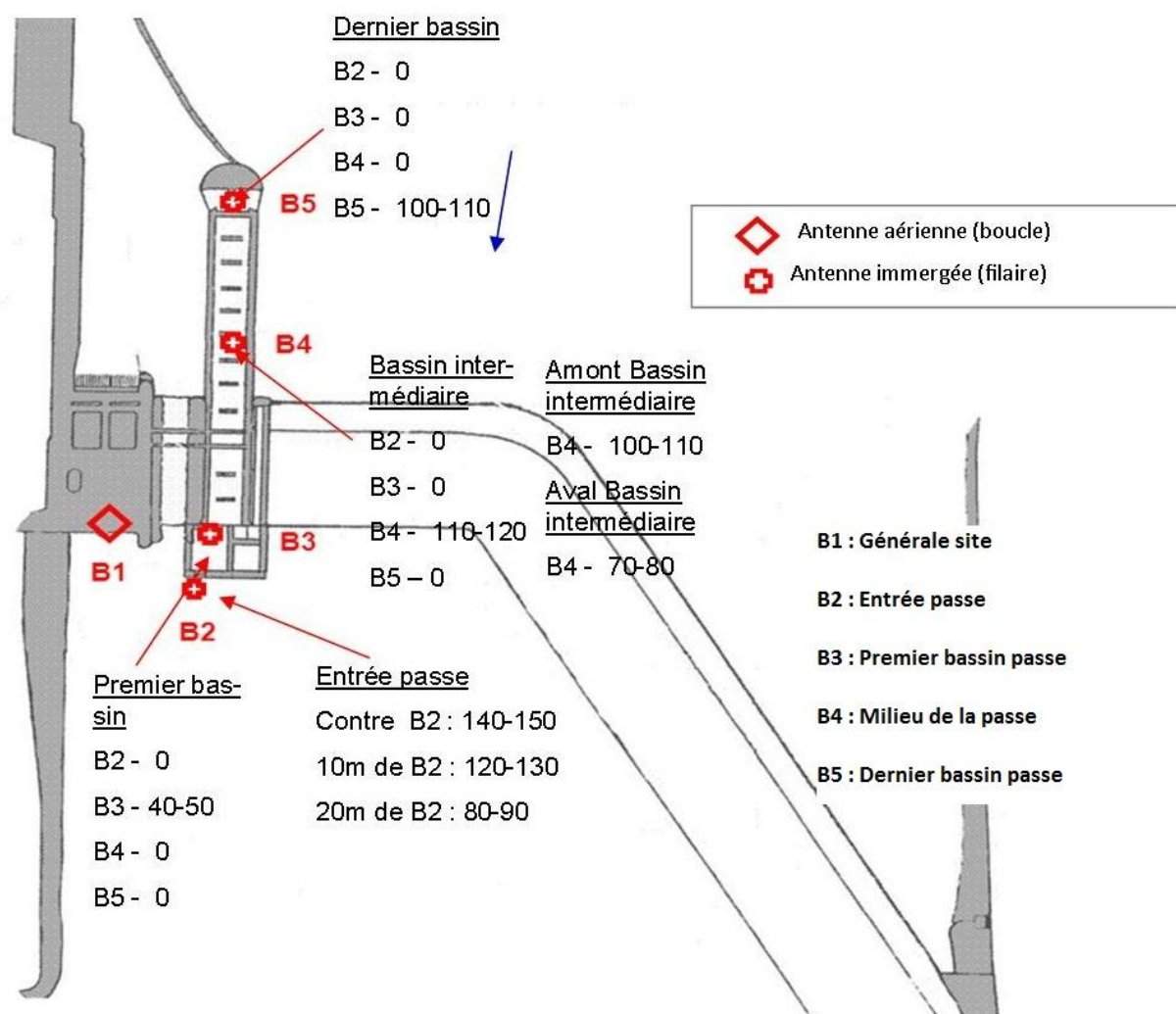
Figure 1 : Carte du bassin Garonne-Dordogne et ouvrages de l'étude (source : ONEMA , BD Carthage)	5
Figure 2 : Dispositif de franchissement de Golfech (source : EPIDOR)	6
Figure 3 : Vue générale de l'ouvrage de Bergerac (Source : EPIDOR).....	6
Figure 4 : Détail passe à bassins de Bergerac (Source : EPIDOR)	7
Figure 5 : Vue générale de l'ouvrage de Tuilières (Source : EPIDOR).....	7
Figure 6 : Détail du dispositif de franchissement de Tuilières (Source : EPIDOR)	8
Figure 7 : Détail des différentes parties de l'ouvrage de Tuilières (Source : EPIDOR).....	9
Figure 8 : Vue générale de l'ouvrage de Mauzac (Source : EPIDOR)	9
Figure 9 : Vue du barrage de Mauzac (a) et de sa passe à ralentisseur (b) (Source : EPIDOR)	10
Figure 10 : Vue d'ensemble de la passe à bassins de l'usine de Mauzac (Source : EPIDOR) .	11
Figure 11 : Vue générale d'une Grande Alose.....	11
Figure 12 : Cycle biologique de la grande alose <i>Alosa alosa</i> dans le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne (M = Mâle, F = Femelle) (tiré de Martin Vandembulcke, 1999 in Lochet, 2006).....	12
Figure 13 : Schéma de la zone favorable en termes de vitesses et de profondeurs au frai de la Grande Alose. Source : (Portafaix, P. LOGRAMI in Fergeault, 2010)	13
Figure 14 : Photographie d'un Bull d'aloses (Caut, 2009).....	13
Figure 15 : Évolution des effectifs estimés de géniteurs de Grande Alose sur le bassin Garonne (Carry & Chong, 2009).....	14
Figure 16 : Carte des Frayères de grandes Aloses à l'aval de Golfech, (Carry & Goudard, 2010).....	15
Figure 17 : Carte des frayères potentielles d'aloses en Dordogne (Caut, 2009)	16
Figure 18 : Schéma du principe du radiopistage en milieu aquatique (Baras & Cherry, 1990).	16
Figure 19 : Canal de transfert et piège de Golfech. (Source : EPIDOR)	17
Figure 20 : Cage-piège et bassin de piégeage de Tuilières. (Source : EPIDOR).....	18
Figure 21 : Mesure d'une alose endormie (Source : EPIDOR)	18
Figure 22 : Détail d'un émetteur ATS F1820 (Source : EPIDOR).....	19

Figure 23 : Etapes de l'insertion de l'émetteur (Source : EPIDOR)	20
Figure 24 : Cage de réveil et mise à l'eau d'aloses marquées (Source : EPIDOR)	21
Figure 25 : Exemple de la cartographie avec les points kilométriques (fond de carte : IGN) .	22
Figure 26 : Schéma d'installation des antennes à Tuilières	23
Figure 27 : Schéma du zonage à Tuilières	24
Figure 28 : Passages annuels d'aloses à Tuilières et Mauzac de 1993 à 2012 (d'après MIGADO)	25
Figure 29 : Passages d'aloses à Tuilières, Débits et Température de la Dordogne (source : MIGADO, EDF).....	26
Figure 30 : Suivi des aloses du 1 ^{er} lâcher	27
Figure 31 : Suivi des aloses du 2 ^{ème} lâcher.....	28
Figure 32 : Suivi des aloses du 3 ^{ème} lâcher.....	28
Figure 33 : Suivi des aloses du 4 ^{ème} lâcher.....	29
Figure 34 : Suivi des aloses du 5 ^{ème} et 6 ^{ème} lâchers.....	30
Figure 35 : Températures, Débits et dates de lâcher des aloses. (Source : MIGADO, EDF) ..	31
Figure 36 : Suivi de l'alose 48301-14.....	35
Figure 37 : Suivi fixe de l'alose 4301-14 le 3 juin	35
Figure 38 : Suivi fixe de l'alose 4301-14 le 4 juin	36
Figure 39 : Suivi de l'alose 48251-08.....	37
Figure 40 : Suivi fixe de l'alose 4251-08 le 16 juin	38
Figure 41 : Suivi de l'alose 48251-13	38
Figure 42 : Suivi de l'alose 48301-20.....	39
Figure 43 : Clapet d'avalaison smolt de Tuilières (Source : EPIDOR)	40
Figure 44 : Passages d'aloses à Golfech, Débits et Température de la Garonne (MIGADO, www.hydro.eaufrance in Tarrene, 2012).....	41
Figure 45 : Suivi des aloses du 1 ^{er} Lâcher (Source : (Tarrene, 2012)).....	42
 Tableau 1 : Caractéristiques des émetteurs	 19
Tableau 2 : Caractéristiques de l'activité des aloses en fonction des conditions environnementales au moment de leur lâcher.	31
Tableau 3 : Caractérisation de l'activité des aloses en fonction de leur sexe.	33
Tableau 4 : Récapitulatif des temps de réception des deux aloses cumulés dans chaque zone	40

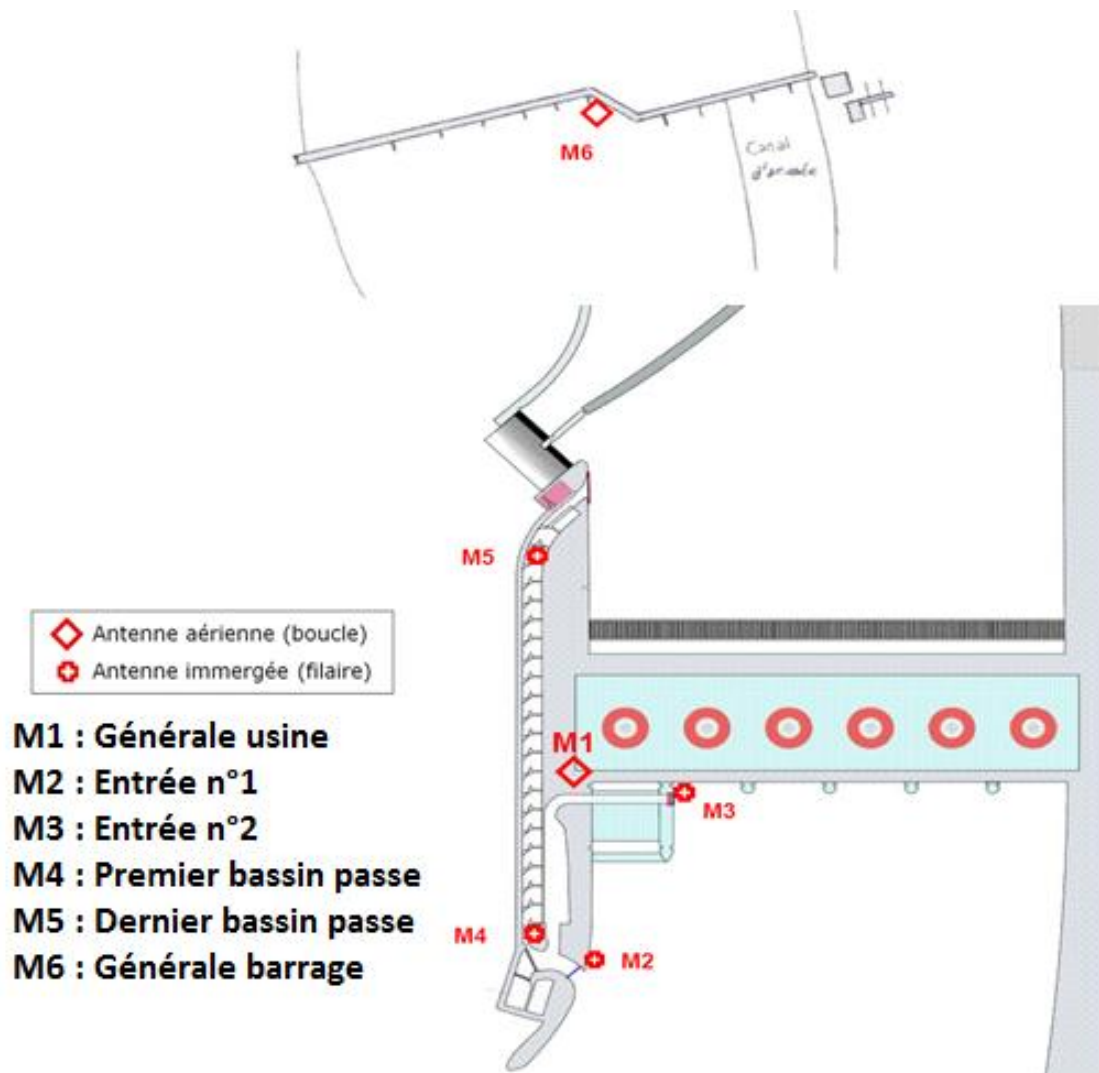
Annexes

Annexe 1 : Schéma de l'installation des antennes de suivi fixe

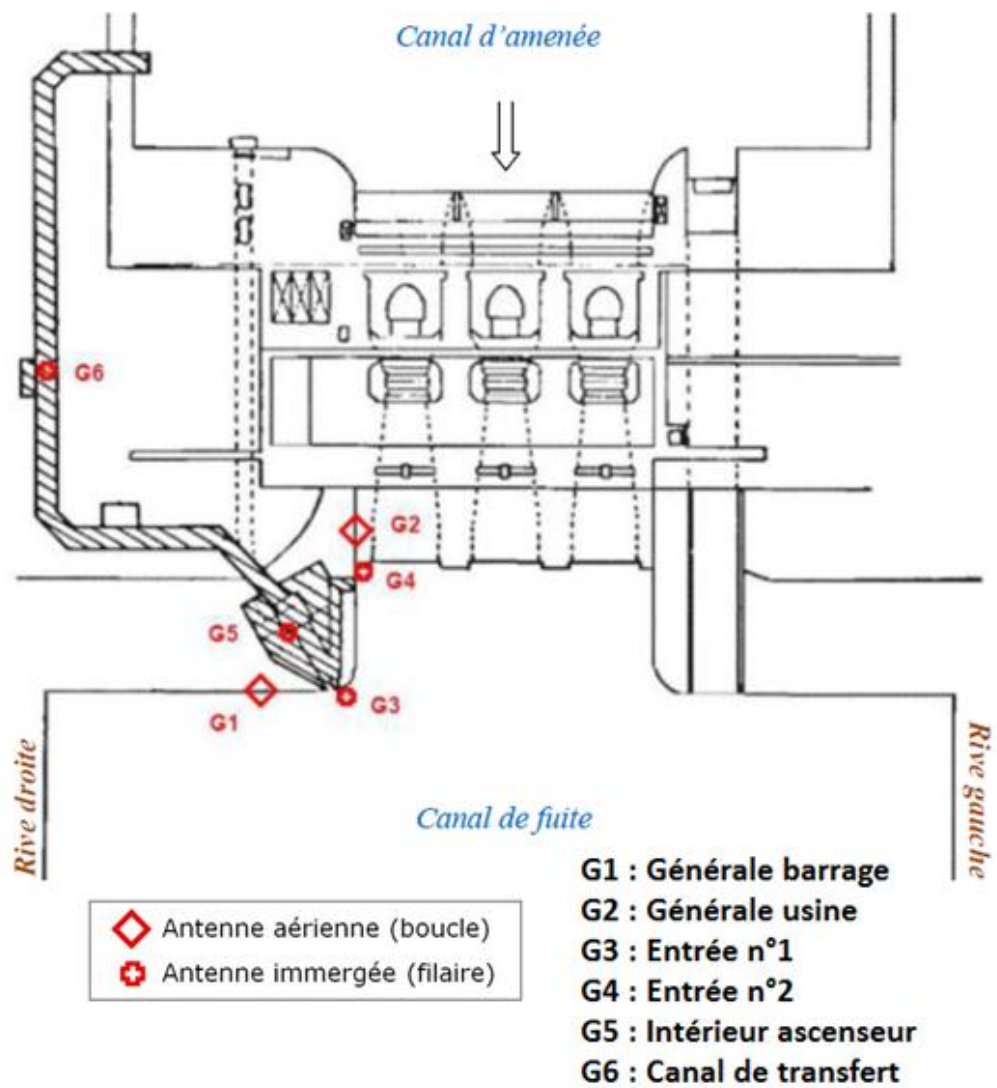
Bergerac :



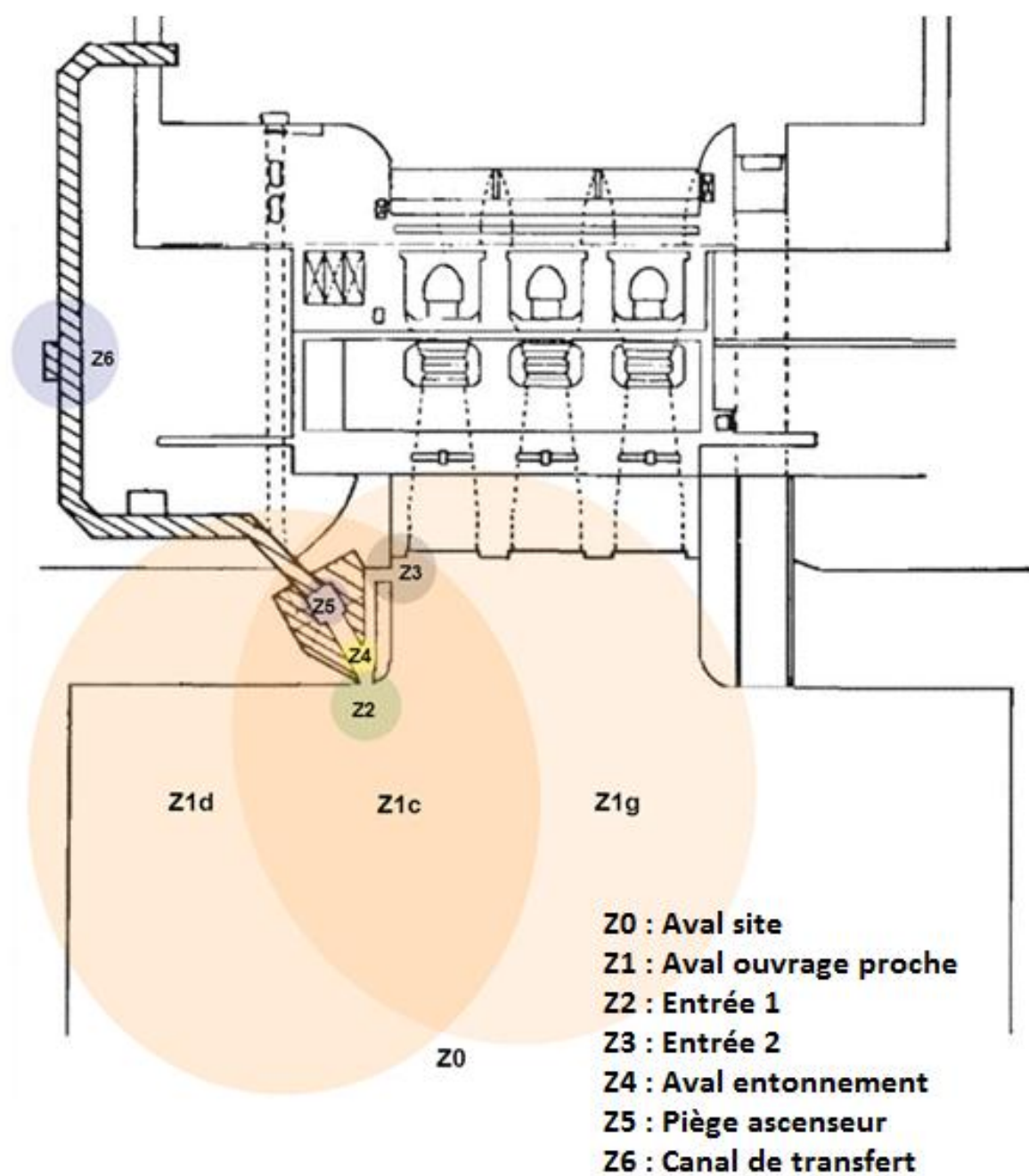
Mauzac :



Golfech :



Annexe 2 : Schéma des zones de réception de Golfech



Source : (Verdeyroux et al., 2011)

Annexe 3 : Caractéristiques des aloses Marquées

Tableau n°1 : Aloses marquées sur la Dordogne en 2012

Date	Fréquence-code	Sexe	Taille (mm)	Remarques
11-mai	48251-16	F	533	RAS
	48251-14	M	490	RAS
22-mai	48251-13	F	618	Départ Moyen
	48251-06	M	510	RAS
	48251-12	F	628	RAS
		F	592	Double marquage (PIT tag) Morte au moment du lâcher
29-mai	48251-05	M	595	A régurgité l'émetteur dans cage de réveil, réinséré immédiatement
	48251-09	M	515	Réveil difficile, ne semblait pas ventiler après marquage
	48251-20	F	560	RAS
31-mai	48251-08	F	589	RAS
	48251-19	M	535	RAS
	48251-26	F	570	RAS
	48301-21	F	586	Double marquage (PIT tag)
	48301-14	F	570	Double marquage (PIT tag)
19-juin	48301-19	F	570	RAS
	48301-20	F	565	RAS
20-juin	48301-15	M	505	RAS

Tableau n°2 : Aloses marquées sur la Garonne en 2012

Jour	Fréquence-Code	Sexe	Taille (mm)	Remarques
03-avr	48191-13	F	625	Très abîmée, œil droit crevé
	48191-23	F	580	RAS
	48191-18	F	590	RAS
	48191-17	F	576	RAS
	48191-12	M	555	RAS
	48191-06	M	540	RAS
	48191-22	F	625	RAS
30-mai	48211-18	M	620	RAS
	48211-17	M	500	RAS
	48211-19	F	615	Morte suite au marquage
	48211-06	M	580	RAS
	48211-08	F	555	RAS
	48211-09	M	475	RAS
	48211-75	M	520	RAS

	48671-21	F	625	Morte suite au marquage
	48671-15	F	595	RAS
	48671-26	F	600	Morte suite au marquage
	48671-16	M	500	RAS
	48671-08	M	545	RAS
	48671-14	M	545	Morte suite au marquage, autopsie : hémorragie-nématodes
	48671-75	M	560	RAS

Annexe 4 : Initiation de l'étude silure sur la Dordogne

Introduction

Le Silure (*Silurus glanis*) est un poisson issu de l'Europe de l'est et est souvent associé au bassin du Danube. Aujourd'hui présent sur la majorité des grands bassins français, il s'est récemment installé sur la rivière Dordogne. D'une enquête, il ressort qu'un alevinage de 2000 individus de 10-15 centimètres a eu lieu dans les années 1987-1988 dans les retenues de Bergerac et de Tuilières (Chanseau et al, 2000). Cependant sa population est mal connue sur le bassin. Aujourd'hui, les pêcheurs amateurs aux engins et aux lignes ainsi que les pêcheurs professionnels signalent la présence du silure de l'embouchure jusqu'à environ la limite du département du Lot. Il est alors logique de s'interroger sur la répartition exacte de cette population de silure sur l'axe Dordogne et notamment sa limite de colonisation amont. Les questions de la taille, de la dynamique de cette population et de son impact sur le milieu sont aussi posées. C'est dans ce contexte qu'EPIDOR a décidé de débiter une étude, dans le cadre du contrat de rivière Dordogne atlantique, pour l'amélioration des connaissances sur cette espèce sur la Dordogne.

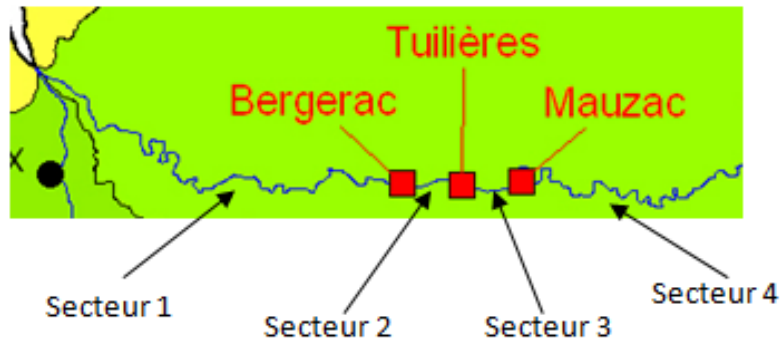
Objectifs et périmètre de l'étude

Cette étude a pour finalité de répondre à plusieurs objectifs qui sont :

- Déterminer la répartition du Silure sur l'axe Dordogne
- Appréhender les habitats utilisés par le Silure
- Evaluer la densité de silure sur un secteur physiquement délimité
- Acquérir des informations sur le comportement et les déplacements du Silure
- Caractériser la population de Silure de l'axe Dordogne
- Préciser le régime alimentaire du Silure
- Déterminer la possibilité de valorisation alimentaire du Silure en relation avec les aspects sanitaires

Le périmètre de l'étude s'étend de l'embouchure jusqu'à la limite de colonisation supposée du silure soit jusqu'à la limite entre la Dordogne et le Lot. Cette zone est découpée en 4 secteurs suivant la position des barrages du bergeracois. Ainsi le secteur 1 s'étend de l'embouchure jusqu'au barrage de Bergerac, le secteur 2 correspond au bief entre Bergerac et

Tuilières, le secteur 3 est le bief entre Tuilières et Mauzac et le secteur 4 s'étend de Mauzac à la limite amont décrite ci-avant. La figure ci-dessous rappelle la position des barrages du bergeracois ainsi que celle des secteurs de l'étude.



Carte des secteurs de l'étude Silure (source : EPIDOR)

Protocole de l'étude

A chaque objectif cité précédemment correspondent des méthodes ou protocoles d'étude visant à répondre à l'objectif de départ. Je ne vais présenter dans cette partie que les actions auxquelles j'ai participé durant la deuxième partie de mon stage.

- Objectif 3 : Evaluer la densité de Silure sur un secteur physiquement délimité

Dans une étude de population d'une espèce de poisson, la densité est un facteur important à prendre en compte notamment pour connaître l'impact de cette population sur le milieu qu'elle occupe.

La méthode retenue pour tenter de répondre à cet objectif est la Capture-Marquage-Recapture ou CMR. La CMR permet d'estimer une population grâce à une phase de marquage massive puis à des contrôles successifs sous forme de recapture. Cette méthode ne s'applique pas sur de trop grands milieux ouverts. En effet, des individus marqués peuvent quitter la zone d'échantillonnage et au contraire des individus non marqués peuvent y rentrer.

Sur la rivière Dordogne, les Barrages de Mauzac et de Tuilières sont équipés de dispositifs de comptage vidéo. Le bief entre ces deux barrages est donc idéal pour appliquer le protocole CMR. En effet les individus qui franchissent ces ouvrages en montaison sont enregistrés. Les données de passage sont récupérables auprès de MIGADO. La seule inconnue qui peut subsister est la dévalaison des individus lors des crues. Le secteur 3 a donc été choisi pour estimer la densité de silure.

Pour ce faire, la réalisation d'un marquage massif de poisson sur ce secteur est prévue sur 2 ans. Les pêcheurs professionnels locaux et certains pêcheurs amateurs aux engins et à la ligne sont formés pour marquer les poissons.

Pêche au filet : Les filets employés pour le marquage des silures sont des tramails de maille de 80 à 100 mm et de 50 mètres de longueur. Ces filets, lors des pêches spécifiques silure sont levés toutes les trois heures maximum afin d'éviter une mortalité de poissons.

Les silures ainsi capturés sont mesurés, pesés, sexés si possible, le contenu stomacal est examiné et le lieu de capture est relevé.

Après toutes ces opérations, le silure est marqué à l'aide d'une marque de type « spaghetti » comportant un numéro unique. La marque est insérée en position dorsale entre les rayons de la base de la nageoire dorsale. Les photographies ci-dessous présentent le marquage d'un silure.



Marquage et poisson avec sa marque (Verdeyroux, P.)

Ces marques externes sont lisibles par tous et comporte le numéro de téléphone d'EPIDOR. Ainsi, les pêcheurs peuvent sur le principe du volontariat, informer EPIDOR de leur capture et fournir des données intéressantes (numéro du poisson, taille, poids, sexe, lieu de capture, date).

- Objectif 4 : Acquérir des informations sur le comportement et les déplacements du Silure

Lors de l'étude d'une population de poissons quelle qu'elle soit, il est toujours intéressant de connaître le comportement et les déplacements des individus qui la composent. Par exemple, sur la Dordogne, des regroupements de silures sont parfois observés au droit des passes à poissons des barrages du bergeracois. Si ces regroupement de silures ont lieu en période de migration, ils peuvent êtres à l'origine d'un blocage des migrateurs. L'étude de leur comportement et de leurs déplacements peut apporter des réponses sur ce phénomène.

L'étude des déplacements effectués pour la recherche alimentaire peut apporter des informations sur les ressources disponibles.

Enfin, l'étude de leurs comportements et de leurs déplacements peut renseigner sur la capacité de cette espèce à coloniser de nouveaux milieux.

Pour réaliser cet objectif, plusieurs méthodes sont utilisées :

Le marquage externe tout public : Il utilise le même type de marques que celles employées pour la CMR. Cependant, le marquage est extensif et étendu à toute la zone d'étude et plus seulement au secteur 3 situé entre les barrages de Mauzac et Tuilières. Des pêcheurs professionnels différents, établis sur tout le linéaire de l'étude réalisent le même type de pêche que pour la CMR avec les mêmes engins et contraintes de relève.

En plus de cela, certains pêcheurs à la ligne spécialisés sur le silure et très intéressés participent au marquage.

Les recaptures peuvent avoir lieu lors de pêche spécifiques au filet ou par les pêcheurs amateurs. Le retour d'information est donc beaucoup basé sur le volontariat.

Le marquage par transpondeur : Dans le cadre des études menées sur les poissons migrateurs, EDF a lancé une campagne d'équipement des passes à poissons des 3 ouvrages du bergeracois de fenêtre RFID (Radio Fréquence Identification). Ces antennes enregistrent le passage de transpondeurs appelés PIT tag (Passive Integrated Transponder). Ces PIT tag (puces magnétiques) fonctionnent de manière passive et ne livrent leur information qu'au passage dans la fenêtre RFID. Leur durée de vie n'est donc pas limitante puisque qu'ils n'ont pas d'alimentation propre.

L'équipement des passes à poissons avec ces dispositifs RFID est donc une opportunité pour l'étude des déplacements des silures sur la Dordogne. Des transpondeurs sont implantés dans la cavité générale des silures par voie chirurgicale ou à l'aide d'une aiguille. Aucune pêche spécifique n'est organisée pour la mise en place des transpondeurs. Ils sont donc insérés dès que possible lors des pêches pour la CMR et le marquage externe sur tout le linéaire de l'étude. Les photographies ci-après présentent l'insertion du PIT tag.

Le marquage avec PIT Tag permet également de contrôler la rétention des marques externes « spaghetti ».



Photographie de l'insertion du PIT tag (Verdeyroux, P.)

Pour répondre à l'objectif 4, une dernière technique sera utilisée, le suivi radio. Il n'est pas détaillé ici car il sera mis en place seulement l'année prochaine et je n'y ai donc pas participé.

- Objectif 5 : Caractériser la population de Silure de l'axe Dordogne

Sur la Dordogne, aucune étude descriptive de la population n'a été réalisée. Or les caractéristiques d'une population sont importantes pour connaître sa santé, son état (progression, stabilisation ou régression) et pour tenter d'évaluer ses impacts. En effet, la distribution des classes de taille peut informer sur l'état de la population et la distribution des classes de taille sur différents secteurs peut informer sur le rôle de telle ou telle zone dans l'écologie de l'espèce (zone de reproduction, grossissement etc...).

Pour tenter de répondre à cet objectif, tous les silures capturés font l'objet de mesures biométriques. Lors de chaque capture pour tous les autres objectifs les silures sont mesurés, pesés et si possible sexés.

Le sexage : pour sexer les silures, deux parties de leur anatomie sont à prendre en compte, la papille urogénitale et le peigne du premier rayon de la nageoire pectorale. La papille du mâle est effilée et celle de la femelle est plus ronde. L'orifice est plus petit chez les mâles (<1mm) et pour les femelles il mesure de 2,5 à 3,5mm. Le peigne du mâle est généralement plus développé que celui de la femelle et est élargi vers l'extrémité (Proteau et al 2008). Les photographies ci-dessous présentent les caractéristiques de ces deux parties pour chaque sexe.



Photographie des critères de sexage pour le silure (Verdeyroux, P.)

La pesée : Suivant la taille des individus, la pesée se fait à l'aide de peson d'une capacité de 50 ou 100 kg. La pesée des gros individus nécessite deux opérateurs (cf : photographie ci-contre).



Pesée d'un silure de 1,80 m (Verdeyroux,P.)

- Objectif 6 : Préciser le régime alimentaire du Silure

Depuis l'arrivée du silure sur la Dordogne, beaucoup de personnes se posent la question de la consommation de ce grand carnassier et de l'impact éventuel sur les peuplements de poissons de la Dordogne. Un autre enjeu est de voir si le silure a un impact sur les populations de poissons migrateurs de la Dordogne. En effet beaucoup de moyens sont mis au service de l'étude et de la restauration des populations de ces poissons emblématiques du bassin de la Dordogne et il paraît très important de connaître s'il existe un impact du silure sur ces populations.

La méthode la plus simple pour connaître l'alimentation des silures est l'examen du contenu stomacal. Lors des pêches, il a été observé que certains silures régurgitent ce qu'ils ont mangé probablement sous l'effet du stress. Lors d'une pêche au filet, un cyprinidé en voie de digestion a été récupéré dans la poche du tramail avec le silure poché. Une autre observation a eu lieu dans la passe à poisson de Tuilières d'un silure (210 cm) régurgitant cinq lamproies marine et une alose dans le bassin presque vide où il était piégé. Afin d'avoir le maximum de données concernant les contenus stomacaux, tous les silures capturés feront l'objet de cette recherche.

Pour les individus de taille supérieure à 120 centimètres, le prélèvement à l'intérieur de l'estomac peut se faire directement à la main. Pour cela des gants de type gants de vaisselle sont utilisés. Une fois mouillés ils permettent une bonne glisse à l'intérieur de l'œsophage du poisson et protègent également les mains et l'avant-bras de l'opérateur des râpes de la gueule du silure. Pour les petits spécimens, la bouche n'est pas assez grande pour laisser passer la main. Une pompe stomacale est alors utilisée. Les deux méthodes sont présentées sur les photographies ci-après.



Photographie de l'examen du contenu stomacal (Verdeyroux, P.)

Premiers résultats et observations

Capture et marquage :

La campagne de marquage a débuté le 13 avril et à la date du 18 aout, 170 silures ont été capturés, 161 ont été marqués au minimum avec un spaghetti. 94 silures ont également reçu un PIT Tag. Ces silures ont été capturés de manière inégale sur les différents secteurs. Les captures sont réparties comme suit :

- Secteur 1 (Aval Bergerac), 10 silures
- Secteur 2 (Bergerac-Tuilières), 83 silures
- Secteur 3 (Tuilières-Mauzac), 64 silures
- Secteur 4 (Amont Mauzac), 13 silures

Sur les 170 silures, 79 ont été capturés à la ligne, 87 au filet et 4 au niveau de la passe à poisson de Tuilières lors de vidanges. Ceci montre bien qu'il ne faut pas sous-estimer le marquage des pêcheurs à la ligne bénévoles qui sont assez assidus et capturent un nombre de poissons conséquent.

A la date du 18 aout, il faut également noter que les efforts de pêche sont inégaux pour les différents secteurs, notamment les pêches au filet. En effet, 14 pêches avec un pêcheur professionnel ont eu lieu sur le secteur 2, 3 pêches sur le secteur 3, 2 pêches sur le secteur 1 et 0 sur le secteur 4. Il est prévu que les efforts de pêche au filet soient équilibrés sur chaque

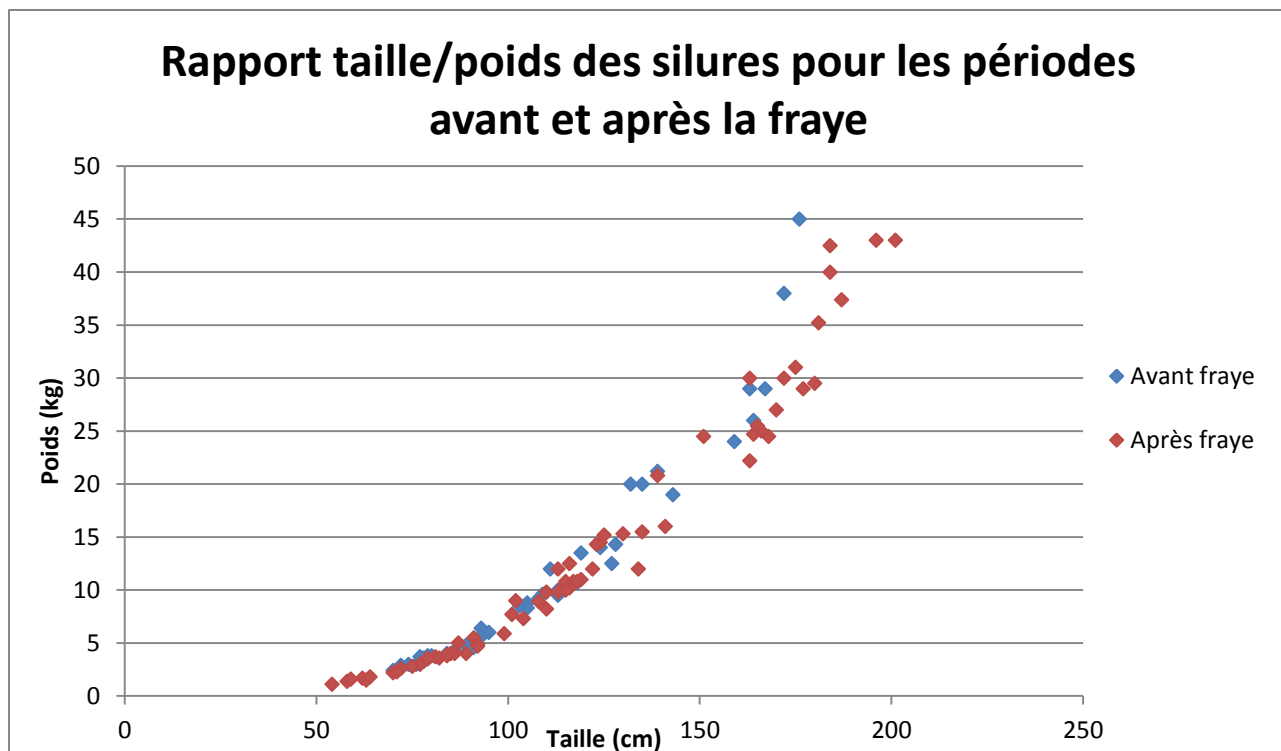
secteur pendant les deux premières années de l'étude destinées à un marquage massif de silures.

Premières données biométriques :

De ces premières captures, des données biométriques ont déjà pu être tirées.

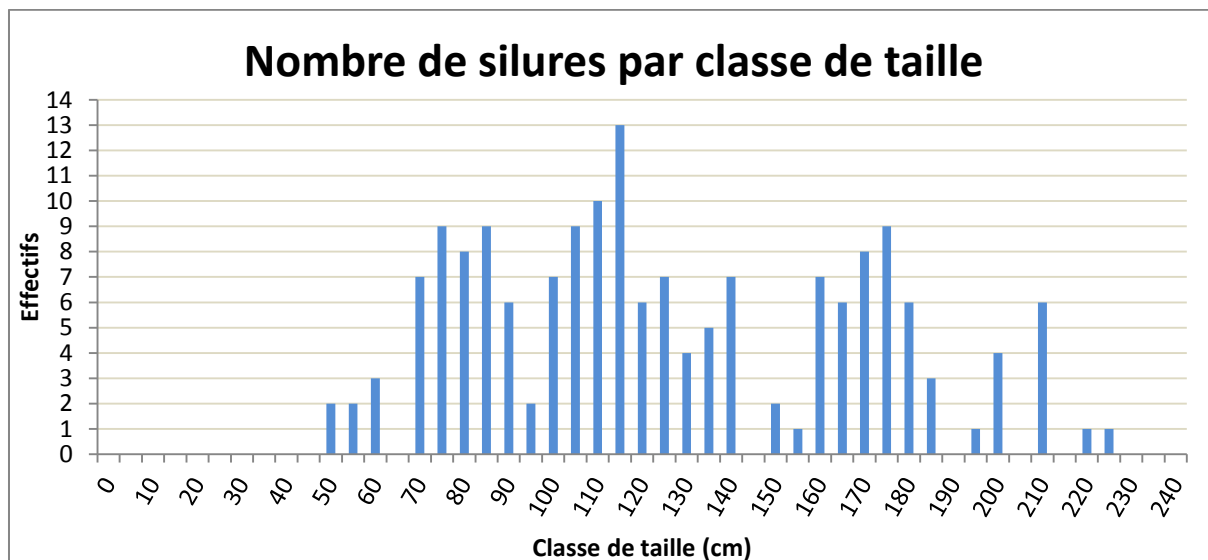
Tout d'abord, sur les 105 silures sexés avec certitude, 54 étaient des femelles et 51 des mâles. Ceci donne un ratio de 1,1 mâle par femelle.

La morphologie moyenne des silures capturés est de 128 centimètres pour 13,3 kg. On remarque que pour des tailles inférieures à 130 centimètres les poissons présentent un embonpoint comparable, c'est-à-dire que peu de différences de poids pour une même taille sont observées. A l'inverse plus les poissons sont long plus leur poids peut varier. Par exemple un poisson de 177 centimètres peut peser 29 kg (après la fraye) et un poisson de 176 centimètres 45kg (avant la fraye). Ceci montre les fortes variabilités de corpulence pour des poissons de longueurs similaires. Le graphique ci-après représente l'évolution du poids des silures la Dordogne en fonction de leur taille. De plus les points en rouge représentent les poissons qui ont potentiellement frayé et les points en bleu les poissons qui n'ont pas frayés. Pour séparer les deux groupes de silures, la date du 27 juin a été choisie car c'est la date où la température de l'eau a dépassé les 20°C de manière nette (20,8°C). En effet la ponte débute pour une température dépassant les 20°C (Valabou, 2007 ; Copp et al, 2009). De plus, à cette date, des silures sur frayères avec les œufs ont été observés. Il est bien visible sur le graphique que les silures sont plus lourds avant qu'après la fraye pour des longueurs similaires. On considère qu'au 18 août (date des dernières captures entrant dans ce graphique), les silures ayant frayés n'ont pas encore reconstitué la masse corporelle qu'ils avaient avant la fraye.



Relation taille/poids des silures de la Dordogne avant et après la fraye

Il est déjà possible également de voir comment se répartit l'échantillon de silures capturé en fonction des classes de tailles. Le graphique ci-dessous représente la répartition des poissons capturés par classe de taille d'amplitude 5 centimètres.



Distribution des effectifs de silures par classe de taille

Pour l'instant l'échantillonnage n'a pas été adapté à des poissons inférieurs à 50 centimètres ce qui explique l'absence de capture pour les classes de taille inférieure. La classe

de taille la plus représentée à ce stade de l'échantillonnage est la classe 115-120 centimètres. Peu de silures ont été échantillonnés pour les classes comprises entre 140 et 160 centimètres et 185 et 200 centimètres. La présence de presque toutes les classes de taille montre que la population de silure commence à être installée sur la Dordogne. L'âge des silures pour chaque classe de taille serait intéressant à connaître. Il serait ainsi possible de savoir si les plus gros sujets sont nés dans la Dordogne ou s'ils sont issus de la génération introduite (rappel : l'introduction du silure sur la Dordogne remonte à 25 ans). Si la deuxième hypothèse est vérifiée, il serait intéressant de répondre à la question : quelle taille et quel âge ont les silures issus de la première génération née dans la Dordogne ?

Dans la suite de l'étude, la comparaison de la répartition des silures par classe de taille pour chaque secteur pourra être effectuée. Ceci soulignera ou non des manques dans les classes de taille, synonymes de décalage temporel de colonisation (par exemple pour le secteur amont). Cependant, comme souligné plus haut, les efforts de pêche, n'étant pas égaux sur les différents secteurs, une telle comparaison ne peut, à l'heure actuelle, être faite.

Comportement alimentaire des silures :

Le silure est décrit comme un poisson opportuniste (Schlumberger et al 2001 ; Valabou, 2007 ; Copp et al 2009 ; Syväranta et al, 2010 ; Keith et al, 2011), qui mange les proies qui se présentent à lui sans cibler une espèce en particulier. De plus il mange des proies relativement plus petites que les autres carnassiers par rapport à sa taille (Copp et al 2009).

Sur 126 recherches de contenu stomacal, 100 silures présentaient un estomac vide. Seulement 24 avait de la nourriture dans leur estomac et 2 des débris ligneux. Rappelons que les silures régurgitent parfois ce qu'ils ont mangé en condition de stress. Le tableau ci-après reprend en détail les différentes espèces consommées, le nombre d'individus de chaque espèce consommée, le nombre de silures ayant consommé chaque espèce.

Tableau résumant les contenus stomacaux des 24 silures

Espèces proie	Nombre de représentant de l'espèce proie	Silures concernés pour chaque espèce
Lamproie Marine	14	6
Grande Alose	2	2
Chevesne	1	1
Barbeau fluviatile	3	2
Brème commune	1	1
Goujon	1	1
Grémille	1	1
Carassin Argenté	2	1
Ecrevisse (<i>O. limosus</i>)	18	11
Cyprinidés non identifiés	7	4
Corbicule	1	1

Les 24 silures avec un estomac « plein » ont consommé 11 proies différentes avec en majorité des poissons, puis des écrevisses et quelques mollusques.

Ce tableau montre que l'espèce qui a été consommé par le plus grand nombre de silures est l'Ecrevisse américaine (11 silures) et c'est également cette espèce qui a été consommée en plus grande quantité. La lamproie marine est la deuxième espèce à avoir intéressé un nombre important de silures (6 silures). Les cyprinidés sont également bien représentés dans la consommation des silures échantillonnés. Ces premières observations montrent, même si l'échantillon est réduit, que les proies sont d'origines multiples donc que le silure est plutôt opportuniste. Les lamproies sont une part assez importante de l'alimentation de ces 24 silures pour la période avril à août ce qui montre que le silure s'adapte à la ressource du moment et souligne encore une fois son comportement opportuniste. En l'état actuel des choses, l'échantillonnage ne faisant que débiter, ces premières observations ne permettent pas de répondre à la question de l'alimentation du silure sur la Dordogne.

Des observations réalisées au niveau de la passe de Tuilières renseignent également sur le comportement alimentaire du Silure. En effet durant la période de passage de lamproies marines et d'aloses à Tuilières, et plus particulièrement en lien avec le passage de lamproies, un silure estimé à 215 centimètres entre par l'amont de la passe en début de nuit pour en ressortir au petit matin. Ce même poisson identifiable par sa taille est entré ainsi plusieurs

soirs de suite, lors de pics de passages de lamproies, et est ressorti visiblement repu (volume du ventre très supérieur en fin de nuit qu'en début de nuit) au petit matin. Ce comportement s'est arrêté à la fin des passages de lamproies marines (comm perso, MIGADO). Cette observation montre que le silure est réellement capable d'adaptation à son environnement, qu'il peut s'éduquer très vite et est très opportuniste en ce qui concerne son alimentation. Il a d'ailleurs été démontré qu'un silure peut être conditionné en 3 jours à déclencher un levier pour distribuer des granulés (Anthouard et al, 1986 in Pouyet, 1987).

Premier retour des poissons marqués :

Un poisson a été recapturé le 22 juillet exactement au même endroit que là où il avait été marqué le 19 mai soit 64 jours après. Lors du marquage il avait été mesuré à 165 centimètres et il a été mesuré à 172 centimètres lors de la recapture. Or une telle croissance sur une si courte période semble peu probable. Après la maturité sexuelle, pour l'exemple de la Volga les silures ne grossissent plus que de 5 à 7 centimètres par ans (Orlova, 1988 in Valadou, 2007). La maturité sexuelle intervient à l'âge de 3-4 ans et les silures mesurent alors de 39 à 71 centimètres (Copp et al, 2009). Même si on ne connaît pas encore la croissance des silures de la Dordogne cette mesure semble incohérente.

Ceci soulève le problème du biais lié aux opérateurs, qui sont dans ce cas deux personnes différentes. Il faudra insister sur l'application à apporter aux mesures lors des prochaines campagnes de communication sur cette étude.

Le deuxième retour de poisson marqué est un contact d'un poisson marqué en PIT tag au niveau d'une fenêtre RFID de Mauzac. Ce silure marqué le 22 juillet a été contacté par le dispositif RFID situé au niveau de la seconde entrée de la passe à bassins de l'usine de Mauzac. Il a été détecté les 26 et 27 juillet, respectivement à 3h30 et 1h30 du matin. La bibliographie indique une activité principalement nocturne (Valadou, 2007 ; Carol et al, 2007 ; Copp et al, 2009) confirmée par ces deux incursions. Il n'est cependant pas possible de savoir si cette activité était d'ordre migratoire ou alimentaire.

En dehors des objectifs cités plus haut, une prospection visant à localiser des frayères de silure a également été réalisée. Un silure sur son nid a été localisé lors de la prospection en bateau et un autre lors du suivi mobile alose. Dans les deux cas le même comportement a été identifié. Le silure en position stationnaire ventile ces œufs grâce à un mouvement continu des nageoires (pectorales et anale principalement). Même dérangé il ne s'éloigne qu'un court

instant de son nid ou il revient se placer quelques minutes après son départ. Les photographies ci-dessous présentent un silure mâle sur son nid et la ponte.



Silure sur son nid et ponte (Verdeyroux, P)

Le nid découvert en bateau a été suivi lors de deux autres visites 2 jours et 9 jours après. Les œufs avaient déjà éclos lors de la première visite de contrôle et le silure était toujours sur son nid. Il était également encore sur son nid lors de la deuxième visite de contrôle. Ceci montre l'instinct de protection du nid par le mâle décrit par différents auteurs (Valadou, 2007 ; Copp et al, 2009 ; Keith et al, 2011).

Cette participation à l'initiation de l'étude silure sur la Dordogne m'a permis de m'impliquer dans une étude inédite sur le bassin de la Dordogne. Ceci a également souligné l'adaptabilité d'EPIDOR et moi-même pour bonifier au maximum ce stage de fin d'étude. Enfin, cela m'aura permis de participer à deux études complètement différentes mais tout de même liées par la problématique des migrateurs, tant le questionnement de l'impact du silure sur ces derniers est aujourd'hui d'actualité.

Ce début d'étude laisse présager que des résultats intéressants devraient être obtenus dans les prochaines années. Ainsi, les connaissances acquises sur ce poisson sur la rivière Dordogne pourront peut-être servir à établir des plans de gestion sur cette espèce. Pour l'heure, la prudence reste de mise et il faut faire attention aux conclusions hâtives parfois formulées sur ce poisson qui déchaîne les passions...

Bibliographie annexe silure

CAROL J., ZAMORA L., GARCIA-BERTHOU E., 2007, Preliminary telemetry data on the movement patterns and habitat use of European catfish (*Silurus glanis*) in a reservoir of the River Ebro, Spain, *Ecology of Freshwater Fish* 2007:16:450-456, 7p.

CHANSEAU M., DARTIGUELONGUE J., LARINIER M., 2000, Analyse des données sur les passages enregistrés aux stations de contrôle des poissons migrateurs de Golfech et du Bazacle sur la Garonne et de Tuilières sur la Dordogne, rapport GHAAPPE RA00.02 / MIGADO G14-00-RT, 64 p.

COPP G. H., BRITTON J. R., CUCHEROUSSET J., GARCIA-BERTHOU E., KIRK R., PEELER E. & STAKENAS S., 2009, Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges, *Fish and fisheries*, 2009, 10, 252–282.

KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E., ALLARDI J., 2011, Les poissons d'eau douce de France, Editions Biotope - Muséum national d'histoire naturelle - Collection Inventaires et biodiversité, 552 p.

POUYET C., 1987, Etude des relations trophiques entre poissons carnassiers dans une rivière de seconde catégorie, référence particulière au Silure glane (*Silurus glanis*, Siluridae), Rapport de stage DEA AMSB, Univ. CB Lyon I, CNRS 367, 25p.

PROTEAU JP., SCHLUMBERGER O., ELIE P., 2008, Le silure glane - Biologie, écologie, élevage, Ed. Quae, 222 p.

SCHLUMBERGER O., SAGLIOCCO M., PROTEAU JP., 2001, Biogéographie du Silure glane (*Silurus glanis*) : causes hydrographiques, climatiques et anthropiques, *Bull. Fr. Pêche et Piscic.* 357-360 : 533-547, 15p.

SYVÄRANTA J., CUCHEROUSSET J., KOPP D., CRIVELLI A., CÉRÉGHINO R., SANTOUL F., 2010, Dietary breadth and trophic position of introduced European catfish *Silurus glanis* in the River Tarn (Garonne River basin), southwest France, *AQUATIC BIOLOGY*, Vol. 8: 137–144, 8 p.

VALADOU B., 2007, Le silure glane (*Silurus glanis*, L.) en France - Evolution de son aire de répartition et prédiction de son extension, Rapport CSP IRD Cemagref, 92 p.

Table des matières

Partie 1

Introduction	2
I. Contexte et objectif de l'étude	3
I.1. Présentation de la structure	3
I.2. Contexte de l'étude	3
II. Matériel et méthode.....	4
II.1. Site de l'étude	4
II.1.1. Situation géographique	4
II.1.2. L'ouvrage de la Garonne aval	5
II.1.3. Les ouvrages de la Dordogne aval.....	6
II.2. Présentation de l'espèce.....	11
II.2.1. Systématique.....	11
II.2.2. Description.....	11
II.2.3. Biologie	12
II.2.4. Situation actuelle des populations sur les axes Garonne et Dordogne	14
II.2.5. Localisation des frayères potentielles sur la Garonne et la Dordogne	15
II.3. Principe et déroulement de la manipulation	16
II.3.1. Principe de la radiotélémétrie	16
II.3.2. La capture et le marquage.....	17
II.3.3. Transport et remise à l'eau des aloses marquées	20
II.3.4. Mise en œuvre des suivis mobiles et fixes par radiotélémétrie	21
II.3.5. Définition des zones de présence pour le suivi fixe	24
III. Résultats et discussion.....	25
III.1. Dordogne.....	25
III.1.1. Migration et marquage	25

III.1.2. Caractéristiques des aloses marquées.....	27
III.1.3. Déplacements des aloses	27
III.1.4. Comportement des poissons au droit de l'ouvrage	34
III.2. Garonne	40
III.2.1. Marquages et état de la migration	40
III.2.2. Caractéristiques des aloses marquées.....	42
III.2.3. Déplacement des aloses.....	42
III.3. Discussion	44
III.3.1. Dordogne	44
III.3.2. Garonne	47
Conclusion.....	48
Bibliographie	49
Liste des figures et tableaux	50
Annexes	52
Annexe 1 : Schéma de l'installation des antennes de suivi fixe.....	52
Annexe 2 : Schéma des zones de réception de Golfech	55
Annexe 3 : Caractéristiques des aloses Marquées.....	56
Annexe 4 : Initiation de l'étude silure sur la Dordogne	58