

# Suivi de la reproduction naturelle de la grande alose sur la Dordogne

Année 2020

W. Bouyssonnier, D. Filloux



M I G A D O

## RESUME

### Suivi de la reproduction naturelle de la grande alose sur la Dordogne

Cette action consiste à suivre l'activité de reproduction de la grande alose par comptage nocturne des « bulls ». L'objectif du suivi est :

- Evaluer la population de géniteurs se reproduisant à l'aval de Tuilières
- Appréhender la répartition des grandes aloses en lien avec les ouvrages du Bergeracois
- Evaluer la population totale du bassin (passages aux stations de contrôle + population se reproduisant à l'aval de Golfech sur la Garonne)



**124 nuits**  
effectuées  
entre le 22

avril et le 29 juin sur l'ensemble des frayères

**10 frayères** suivies dont  
8 actives



**82 % des**  
géniteurs  
sur 2  
frayères  
(Castang et

Les Nébouts)



**13 979 géniteurs** sur l'axe  
Dordogne

**16 519 géniteurs** sur le  
bassin Garonne/Dordogne

#### Contexte de l'année

Cette année, les conditions hydrologiques favorables sur la Dordogne ont permis de réaliser un suivi régulier de l'activité. Suite à l'effondrement des stocks, l'espèce est soumise à un **moratoire depuis 2008 interdisant toute pêche (professionnelle et de loisir) sur quatre départements** (Gironde, Dordogne, Lot-et-Garonne et Charente Maritime). Le contexte sanitaire a surtout perturbé le début des suivis car à partir de la mi mai ils ont pu être fait quasiment normalement.

#### Bilan du suivi 2019

Au vu du nombre de géniteurs ayant franchi Tuilières (**2684**), la majorité des suivis a concerné cette année le secteur à l'aval de cet ouvrage. Ainsi, un peu plus de **50 h d'écoute directe** ont été effectuées et **317 h d'enregistrement**.

L'efficacité des micros a été de 50 % cette année sur les nouveaux appareils.

Les premiers bulls ont été enregistrés le **22 avril** avec une température de l'eau un peu au dessus des 14° C.

L'essentiel de la reproduction s'est étalée entre **mi-mai et début juin**.

Au total, **55 093 bulls** ont été estimés sur le secteur Gardonne - Tuilières.

Ce qui représente **11 295 géniteurs** à l'aval de Tuilières.

La répartition entre les ouvrages est de : **72,1 % à l'aval de Bergerac, 8,5 % entre Bergerac et Tuilières, 19 % entre Tuilières et Mauzac et enfin 0,2 % en dessus de ce dernier ouvrage.**

La part d'individus au dessus de Mauzac est toujours restée faible depuis le début des suivis (**entre 0 et 20 %**).

En bilan, on estime la population de grande alose à environ **13 979 géniteurs sur la Dordogne**. Ce chiffre est un peu en dessus de la moyenne observée depuis le moratoire en 2008 (moyenne de 8 079) mais il reste très en dessous des valeurs historiques.

**Ainsi, sur le bassin Garonne - Dordogne, on estime la population à 16 519 grandes aloses**, ce qui en fait le nombre le plus important de ces 9 dernières années

#### Evolution du Stock

La population de grande alose du bassin Gironde-Garonne-Dordogne était considérée comme la plus importante en Europe. En 1996, le nombre de géniteurs sur frayères était estimé à **370 000 individus**. Depuis la mise en place du moratoire en 2008, la population atteint en moyenne **13 000 grandes aloses** par an sur ces 5 dernières années. Pour essayer d'apporter des réponses, plusieurs programmes sont en cours sur le territoire (programme SHADEAU, étude de la survie des alosons...).

## REMERCIEMENTS

---

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

Le présent rapport d'activité porte sur le suivi de la reproduction naturelle de la grande alose sur la Dordogne en 2020. Nous tenons à remercier tous les organismes et toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'opération, et notamment :

- Le C.T.I.F.L. de Prigonrieux, qui a autorisé MIGADO à installer des dispositifs d'enregistrement sur sa propriété à Castang;
- Les différents propriétaires privés ayant permis au personnel MIGADO d'avoir accès à des sites privilégiés pour la pose des micros.

## SOMMAIRE

---

|  |     |
|--|-----|
| REMERCIEMENTS .....  | II  |
| SOMMAIRE.....  | III |
| LISTE DES ILLUSTRATIONS.....   | IV  |
| INTRODUCTION .....   | 1   |
| 1 PRESENTATION DU SITE D'ETUDE .....   | 2   |
| 2 SUIVIS DE LA GRANDE ALOSE .....  | 3   |
| 2.1 Cycle de vie.....  | 3   |
| 2.2 Choix du site de frai .....  | 4   |
| 2.3 Facteurs influençant la reproduction .....   | 4   |
| 2.4 Comportement reproducteur.....   | 4   |
| 2.5 Fécondité.....   | 5   |
| 2.6 Statut de l'espèce .....   | 5   |
| 2.7 Zone de suivi de la reproduction de la Grande alose.....   | 6   |
| 2.8 Matériels et méthodes de suivi de la grande alose .....  | 7   |
| 2.8.1 Recueil des données environnementales .....  | 7   |
| 2.8.2 Suivi de l'activité de reproduction .....  | 7   |
| 2.8.3 Estimation du nombre de géniteurs sur l'axe Dordogne .....                                       | 8   |
| 3 RESULTATS DU SUIVI DE LA REPRODUCTION DE LA GRANDE ALOSE .....                                       | 10  |
| 3.1 Effort du suivi .....  | 10  |
| 3.2 Répartition de la reproduction au cours de la saison .....   | 11  |
| 3.3 Répartition de l'activité de reproduction au cours de la nuit .....                                | 12  |
| 3.4 Activité de reproduction et stock reproducteur de la Grande Alose sur l'axe Dordogne en 2020 ..... | 12  |
| 3.5 Répartition des géniteurs sur l'axe migratoire.....  | 14  |
| 3.6 Évolution des stocks reproducteurs sur l'axe Dordogne de 1994 à 2019.....                          | 16  |
| 3.7 Evolution des stocks reproducteurs de grande alose sur le bassin versant Garonne-Dordogne .....    | 17  |
| CONCLUSION.....  | 19  |
| BIBLIOGRAPHIE.....   | 20  |

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : La Dordogne à Lalinde .....  | 2  |
| Figure 2 : Représentation de la zone d'étude.....   | 2  |
| Figure 3 : Grande Alose ( <i>Alosa alosa</i> ) .....  | 3  |
| Figure 4 : Cycle biologique de la grande alose - MIGADO .....   | 3  |
| Figure 5 : Regroupement de géniteurs et bulls d'aloses (MIGADO, 2004).....  | 5  |
| Figure 6 : Répartition des aloses dans les fleuves français (source : Les poissons d'eau douce de France, MNHN 2020). .....   | 6  |
| Figure 7 : Zone de suivi de la grande alose.....  | 7  |
| Figure 8 : Dispositifs d'enregistrement audio numériques .....  | 8  |
| Figure 9 : Spectre audio d'un bull .....  | 8  |
| Figure 10 : Système informatique de contrôle vidéo de Tuilières .....   | 9  |
| Figure 11 : Répartition de l'activité de reproduction (zone grise) en 2020 en lien avec la température de l'eau (en rouge), les débits (en bleu – Banque hydro) et les précipitations (en orange) ..... | 11 |
| Figure 12 : Répartition de l'activité par tranche-horaire au cours de la saison 2020 sur la Dordogne .....  | 12 |
| Figure 13 : Localisation des frayères de grandes aloses en 2020 .....   | 13 |
| Figure 14 : Répartition de l'activité sur l'axe en 2020 .....   | 14 |
| Figure 15 : Répartition de l'activité sur l'axe de 2003 à 2020 (en rouge).....  | 15 |
| Figure 16 : Evolution du stock reproducteur de grande alose sur la Dordogne depuis 1994 (moratoire en rouge) .....  | 16 |
| Figure 17 : Evolution du stock reproducteur de grande alose sur le bassin (de 1994 à 2020).....   | 17 |
| <br>  |    |
| Tableau 1 : Bilan du suivi pour l'année 2020 sur la partie aval de Tuilières .....  | 10 |
| Tableau 2 : Répartition de l'activité aval Tuilières en 2020 .....  | 13 |

## INTRODUCTION

---

La grande alose (*Alosa alosa* L.) est une des 8 grandes espèces migratrices diadromes amphihalines historiquement présentes sur le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne.

La construction de barrages dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (navigation, aménagements hydroélectriques, etc.) a compromis la libre circulation des poissons migrateurs. Depuis, un net recul de ces populations a pu être constaté sur le bassin (BOYER et al., 2000). Les extractions de granulats sur les zones de frai n'ont fait qu'aggraver la tendance en détruisant une partie des frayères encore accessibles aux migrateurs sur les parties basses et moyennes des axes. De même, l'absence d'adéquation entre l'effort de pêche et le niveau d'abondance des populations n'a fait qu'accentuer ce phénomène de diminution des stocks (BAGLINIERE, 2000) pour cette **population dont les enjeux économique et patrimonial étaient importants sur le bassin.**

L'aire de répartition de la grande alose a fortement régressé sur la quasi-totalité des systèmes fluviaux (TAVERNY et al., 2000). Aujourd'hui menacés de disparition, ces poissons migrateurs subsistent encore dans le bassin Gironde-Garonne-Dordogne où ils représentaient, il y a moins de 15 ans seulement, la population la plus importante d'Europe. Actuellement, cette espèce et ses frayères bénéficient de mesures de protection locale, nationale et internationale.

C'est avec la volonté d'une meilleure gestion de la ressource qu'un suivi des stocks d'aloses en Gironde-Garonne-Dordogne a été mis en place. **Afin de déterminer un stock de géniteurs annuel pour l'espèce, il était nécessaire de mettre en place un suivi des frayères en aval de la première station de contrôle** pour compléter ces données de passage. A eux seuls, les suivis des stations de contrôle n'étaient pas à même de refléter réellement le stock reproducteur, base de gestion des populations. C'est dans ce contexte qu'un suivi de la reproduction de grande alose a été mis en place en 2002 à l'aval de la station de contrôle de Tuilières sur la Dordogne.

Ces suivis ont montré que la population de grande alose s'est maintenue à un certain niveau d'abondance sur le bassin Garonne-Dordogne jusqu'en 2004, mais que depuis, le stock de géniteurs s'est effondré. C'est ainsi, qu'en réponse à ces effectifs inquiétants et aux enjeux précédemment cités, la grande alose a été placée en 2008 sous le coup d'un moratoire interdisant sa pêche professionnelle et amateur, ainsi que sa commercialisation sur les quatre départements concernés (Gironde, Dordogne, Lot-et-Garonne et Charente Maritime). **Le moratoire, mesure nécessaire dans le contexte actuel, doit perdurer le temps d'inverser significativement la tendance. En parallèle, les actions pour l'amélioration de la libre circulation sur les parties moyennes des axes migratoires doivent se poursuivre** pour permettre au plus grand nombre d'individus d'accéder à des zones plus favorables à leur reproduction et garantir ainsi un meilleur recrutement. De même, **il est nécessaire de continuer à approfondir les connaissances sur l'impact de facteurs plus difficiles à cerner (qualité et quantité d'eau, qualité des frayères, prédation...).**

Le suivi de la grande alose en aval du barrage de Tuilières est une action inscrite comme prioritaire dans le PLAGEPOMI, et répond à la **mesure SB06** intitulée « poursuivre le suivi des grandes aloses afin de disposer des indicateurs de population définis dans le cadre des tableaux de bord Garonne-Dordogne » (p 91 du document).

Le présent rapport porte donc sur le suivi de la reproduction de la grande alose sur le bassin de la Dordogne en 2020 (action AALAD20).

## 1 PRESENTATION DU SITE D'ETUDE



Figure 1 : La Dordogne à Lalinde

D'une longueur totale de 482,9 km (sandre.eaufrance.fr), la Dordogne prend sa source dans le Massif Central, au Puy de Sancy. Après avoir traversé 6 départements, elle se jette dans la Garonne au Bec d'Ambès pour former la Gironde avant de rejoindre l'Océan Atlantique. Le bassin versant représente une superficie totale d'environ 24 000 km<sup>2</sup>.

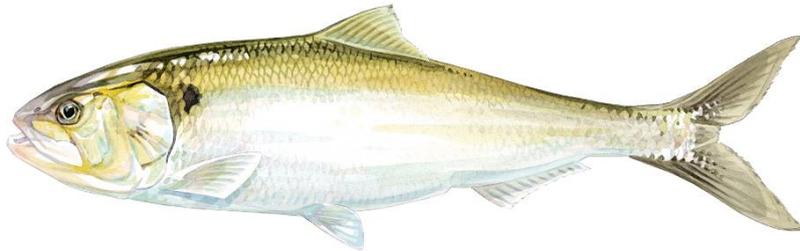


Figure 2 : Représentation de la zone d'étude

Cette étude a eu lieu sur la partie basse de la Dordogne. Le suivi de la grande alose a été effectué entre le barrage de Mauzac à l'amont, et le pont de Pessac sur Dordogne à l'aval.

## 2 SUIVIS DE LA GRANDE ALOSE

### 2.1 Cycle de vie



Nicholas DE FAVERI - 2015 -

Figure 3 : Grande Alose (*Alosa alosa*)

La grande alose est un poisson migrateur amphihalín potamotóque. Après 3 à 6 ans passés en mer pour les mâles et 3 à 8 ans pour les femelles (en raison d'une maturation sexuelle plus tardive), les géniteurs entament la migration vers les zones de reproduction en rivière (BAGLINIERE et ELIE, 2000 ; LAMBERT et al, 2001 ; MARTIN-VANDEMBLUCKE, 1999; TAVERNY, 1991).

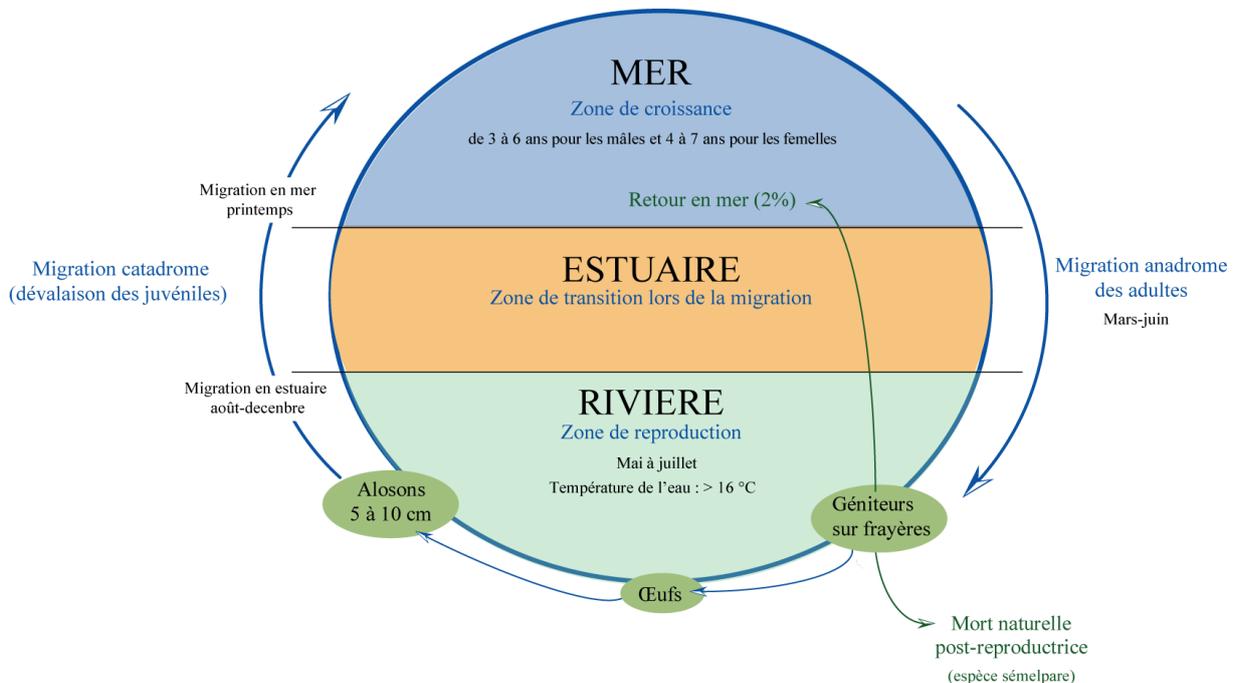


Figure 4 : Cycle biologique de la grande alose - MIGADO

## 2.2 Choix du site de frai

La grande alose se reproduit sur les parties moyennes des axes migratoires, en amont des zones d'influence de la marée dynamique. Le substrat est composé de cailloux et de galets, favorables pour le dépôt des œufs et le développement des larves.

En règle générale, les frayères potentielles présentent une plage de graviers affleurant délimitée à l'amont par une zone de calme (mouille) et à l'aval par une zone peu profonde à courant plus rapide (TAVERNY, 1991). La présence d'obstacles comme les barrages sur l'axe migratoire représente un frein à la migration et contraint les poissons à frayer sur des secteurs situés en aval immédiat de ces seuils, sur des zones avec des caractéristiques morpho-dynamiques peu favorables au succès de la reproduction.

## 2.3 Facteurs influençant la reproduction

La période de reproduction débute au mois d'avril avec l'arrivée des premiers géniteurs sur les zones de fraie pour se terminer au cours du mois de juillet et, est à mettre en relation avec la température de l'eau (BAGLINIERE et ELIE, 2000; BOISNEAU et al, 1990 ; DARTIGUELONGUE et FATIN, 1995). Les valeurs observées sont toujours supérieures à 12°C, avec un début d'activité significatif proche de 14°C (CAUT et GRACIA, 2015). Le préférendum thermique se situant entre 14,5 et 23°C (PAUMIER et al, 2019).

Le débit jouerait également un rôle sur l'activité de ponte, car, si elle n'est pas bloquée par de faibles débits, de fortes crues la stoppent (CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1981 et CAUT et GRACIA, 2015, PAUMIER et al, 2019).

D'après PAUMIER et al. (2019), sur la Garonne et la Dordogne la reproduction serait principalement influencée par la longueur du jour et la température puis en moindre mesure par le débit.

## 2.4 Comportement reproducteur

L'activité de ponte se déroule de nuit selon une succession de séquences comportementales précises qui constituent le phénomène de "bulls". Les géniteurs meurent le plus souvent après la reproduction. La phase d'éclosion arrive rapidement, soit quelques jours seulement après la fécondation, les alosons gagnent l'océan en 2 à 5 mois (LOCHET, 2006). Le séjour continental est donc très bref.

La nuit, l'activité de ponte débute vers 23 h et se termine aux environs de 5 h. Elle est maximale entre 2 et 3 h du matin (CAUT et GRACIA, 2015 ; BOISNEAU et al, 1990). Les couples formés montent à la surface, le mâle et la femelle, flanc contre flanc, frappent violemment la surface de l'eau à l'aide de leur nageoire caudale en exécutant un déplacement circulaire de 1 à 1,2 m de diamètre. Les produits génitaux sont libérés et la fécondation a lieu dans le tourbillon créé pendant cette phase appelée localement « bull », qui dure de 2 à 10 secondes (CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1981 ; BOISNEAU et al., 1990 ; BELAUD et CARETTE, 1999, CHANSEAU et al, 2005) avec une moyenne à 5,9 secondes (BOUYSSONNIE et FILLOUX, 2019).

L'acte de reproduction est très sonore (35 à 50 dB) et visible à distance en raison de la projection de gerbes d'eau. Ces caractéristiques permettent de repérer facilement les zones de fraie.



Figure 5 : Regroupement de géniteurs et bulls d'aloses (MIGADO, 2004)

## 2.5 Fécondité

L'espèce présente une très forte fécondité, variable selon les auteurs entre 77 000 ovocytes/kg de femelle à 200 000 ovocytes/kg de femelle (CASSOU-LEINS et al., 2000).

Le nombre de bulls qu'effectue une femelle au cours de la saison de reproduction est difficile à déterminer. Il varie selon les auteurs entre 5-7 bulls par femelle (CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1981), voire 10-12 bulls (DARTIGUELONGUE et FATIN, 1995). Ces données sont basées sur des observations histologiques qui indiquent une maturation fractionnée des ovaires (CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1981) ou sur des comparaisons entre le nombre de bulls comptés au cours de la saison et le nombre de géniteurs présents sur un tronçon donné (DARTIGUELONGUE et FATIN, 1995). Des études plus récentes (à l'aide d'accéléromètres fixés sur les géniteurs) indiquent en moyenne 16 bulls par saison pour une femelle (Tentelier et al., 2018). MIGADO retient la valeur de 10 bulls par femelle (CHANSEAU et al, 2005).

## 2.6 Statut de l'espèce

Sa raréfaction est assez récente. Entre 500 et 600 tonnes d'aloses adultes ont été prélevées chaque année par la pêche professionnelle girondine sur la période de 1980 à 1985 (d'après CASTELNAUD et ROCHARD, 1997, dans LAMBERT et al., 2001). L'espèce se retrouvait encore sur la Vézère et jusqu'à Beaulieu sur Dordogne dans les années 50 (autour de 400 km). Désormais, les zones de frayères sont situées à moins de 240 km de l'océan sur la Dordogne et à moins de 300 km sur la Garonne (CASSOU-LEINS, 1981).

L'espèce est considérée depuis 2019 comme espèce en danger critique par l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN). Depuis 2008, en raison de la très forte diminution des effectifs, un moratoire interdisant sa pêche sur tout le bassin Garonne Dordogne a été instauré. Ce moratoire a été prorogé jusqu'à maintenant en raison du faible stock de géniteurs observé.

Deux programmes « Life » de réintroduction de l'espèce sur le Rhin ont été menés avec des prélèvements d'individus sur le bassin Garonne Dordogne. Une centaine de géniteurs prélevés en milieu naturel sont transférés à la pisciculture fédérale de Bruch en Lot et Garonne et donnent vie à des millions de larves. Ces jeunes individus sont ensuite transférés et lâchés dans le système rhénan, au stade larvaire (plus précisément, avant l'apparition des premières écailles). En plus de ce travail et en profitant des installations, MIGADO a réalisé entre 2016 et 2019 des lâchers au titre de l'expérimentation sur le bassin Garonne Dordogne dans le but de mieux appréhender les facteurs qui influencent le recrutement des alosons en rivière (BOUYSSONNIE et LEVIEUX, 2019).

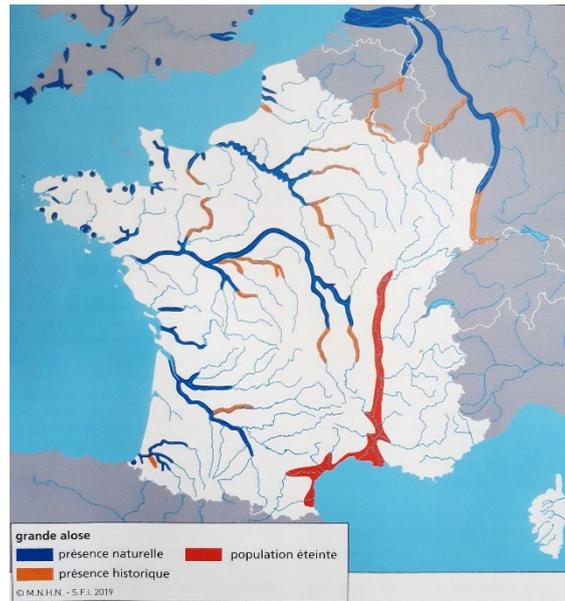


Figure 6 : Répartition des aloses dans les fleuves français (source : Les poissons d'eau douce de France, MNHN 2020).

## 2.7 Zone de suivi de la reproduction de la Grande alose

La zone de suivi de la grande alose s'étend de l'aménagement hydroélectrique de Mauzac jusqu'à Gardonne (Figure 7), afin d'estimer la part de géniteurs se reproduisant en aval de la première station de contrôle. On peut aussi noter la présence chaque année de géniteurs de grande alose en aval du barrage de Coutras sur la Dronne lors des suivis de la reproduction de l'aloise feinte, mais dont nous ne pouvons pas appréhender la proportion précise. Ce barrage représente, semble-t-il, un point de blocage de certaines espèces au cours de leur migration (présence également de nombreuses frayères à lamproie à l'aval de l'ouvrage). Effectivement lors d'une étude en 2019 sur la durée des bulls, il semblerait bien que les deux espèces soit présentes à l'aval de l'ouvrage, une hybridation entre la grande alose et l'aloise feinte serait alors possible sur ce secteur de la Dronne (BOUYSSONNIE et FILLOUX, 2019).

Trois ouvrages hydroélectriques, exploités par E.D.F., sont présents sur la partie moyenne de la Dordogne. Il s'agit des barrages du grand Bergeracois. Ces ouvrages sont équipés d'ouvrages de franchissement. Les migrations sont suivies au niveau des stations de vidéo contrôle de Tuilières et de Mauzac.

Sur ce secteur d'étude, d'un linéaire d'environ 75 km, les frayères dites "majeures" sont suivies beaucoup plus régulièrement et les frayères dites "secondaires" sont contrôlées plus occasionnellement.

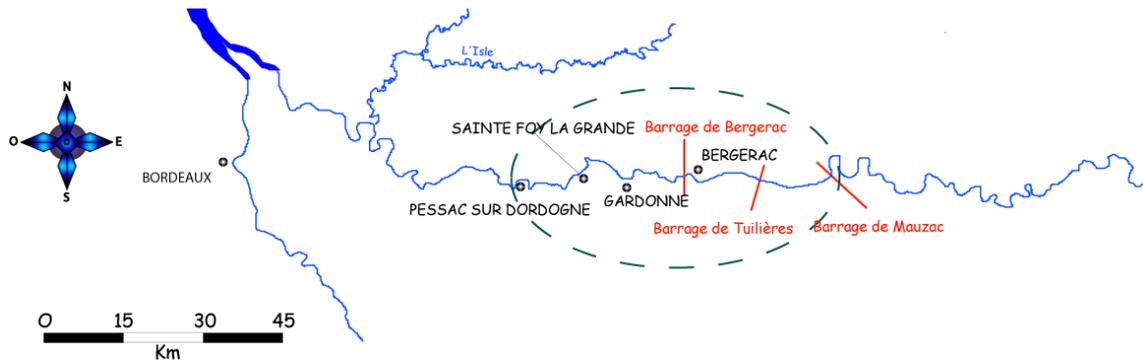


Figure 7 : Zone de suivi de la grande alose

## 2.8 Matériels et méthodes de suivi de la grande alose

### 2.8.1 Recueil des données environnementales

La température de l'eau et le débit étant les principaux paramètres pouvant influencer l'activité de reproduction de la grande alose, il a été décidé de suivre régulièrement ces 2 paramètres à l'aide :

- d'un enregistreur autonome de température installé au niveau de l'aménagement de Mauzac et réglé à un pas de temps de 2h.

- des données de débit moyen journalier (QJM) extraites de la banque HYDRO. Ces valeurs ont été relevées au niveau de la commune de Lamonzie-Saint-Martin, située à quelques kilomètres seulement en aval de Bergerac.

### 2.8.2 Suivi de l'activité de reproduction

L'estimation du nombre de géniteurs passe d'abord par la localisation des différents sites de fraie actifs puis par la quantification de l'activité de reproduction sur ces différents sites par comptage du nombre de bulls. Le dénombrement de ces bulls a lieu depuis les berges entre 22 h et 6 h du matin. Il est réalisé de deux manières : soit directement à l'ouïe et/ou à vue (comptage direct), soit par enregistrement audio (CASSOU-LEINS et al., 2000, BAGLINIERE et ELIE, 2000).

- Comptage direct

L'observateur est muni d'un compteur manuel et les bulls entendus sont comptabilisés par quart d'heure. Ce type de comptage est utilisé notamment pour :

- suivre le déclenchement de la reproduction,
- réaliser les prospections des frayères secondaires afin de vérifier la présence ou l'absence d'activité au cours de la saison.
- réaliser le calibrage des dispositifs d'enregistrement audionumérique afin de déterminer leur efficacité.

- Comptage par enregistrement audionumérique

Lorsque le début de l'activité est constaté en début de saison, les principales zones de fraie vont être en priorité suivies par enregistrement audionumérique afin de garantir une surveillance régulière de ces zones.



Figure 8 : Dispositifs d'enregistrement audio numériques

Les enregistreurs numériques sont programmés de façon à obtenir des séquences d'enregistrement fixes, d'une durée d'un quart d'heure. L'analyse des enregistrements est réalisée grâce au logiciel Audacity qui permet la visualisation du spectre d'enregistrement (Figure 9).

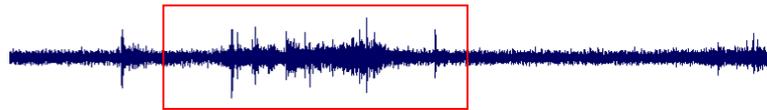


Figure 9 : Spectre audio d'un bull

Le dépouillement des quarts d'heure de référence (CHANSEAU et al, 2005) et des nuits complètes très actives permet d'estimer le stock reproducteur en aval de Tuilières.

### 2.8.3 Estimation du nombre de géniteurs sur l'axe Dordogne

L'estimation de la population de grande alose sur le bassin de la Dordogne nécessite le cumul des résultats des deux modes de suivis présentés ci-dessous (les prélèvements par la pêche étant limités par le moratoire aux captures accidentelles) :

- un système de vidéo surveillance installé au niveau de la passe à poissons du barrage hydro-électrique de Tuilières permet d'enregistrer le passage d'aloses (Figure 10).

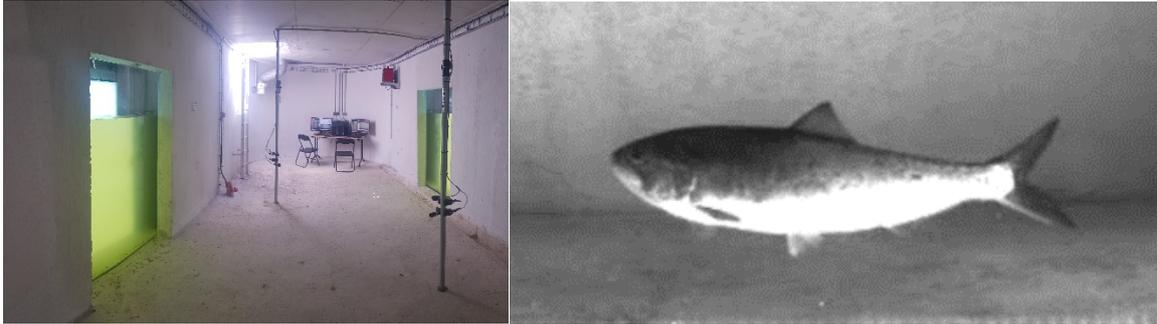


Figure 10 : Système informatique de contrôle vidéo de Tuilières

- le suivi de la reproduction en aval de Tuilières permet d'estimer la part du stock de géniteurs se reproduisant au pied des barrages. Cette estimation est réalisée à partir du nombre de bulls comptabilisés en utilisant plusieurs hypothèses basées notamment sur le fractionnement de la ponte des aloses en relation avec la maturation progressive des ovocytes dans le temps (TAVERNY, 1991 ; CASSOU-LEINS et al., 2000). Les hypothèses de calcul utilisées sont traditionnellement les suivantes (CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1981 ; CASSOU-LEINS, 1985 ; CASSOU-LEINS et al., 2000) :

- les géniteurs ne se reproduisent que sur une seule frayère ;
- un bull correspond à l'activité d'une seule femelle et d'un seul mâle ;
- il n'y a qu'une ponte par nuit et par femelle ;
- une femelle pond 10 fois au cours d'une saison de reproduction (CHANSEAU et al, 2005).

L'application de cette méthode, en dépit des approximations qu'elle comporte, permet cependant d'établir un indice d'abondance suffisamment précis pour gérer la population sur le bassin.

### A retenir :

- **Acte de reproduction de la grande alose bruyant et appelé « bull »**
- **Début de la reproduction aux alentours de 14°C**
- **Deux méthodes de comptage : écoute directe pour la prospection et le calibrage des micros et comptage par enregistrement pour suivre l'activité**
- **Permet une estimation du nombre de géniteurs sur frayères en plus des passages à la station de contrôle**

### 3 RESULTATS DU SUIVI DE LA REPRODUCTION DE LA GRANDE ALOSE

#### 3.1 Effort du suivi

| Stations                                     | Port de Tuilières | La Gravière | Creysse | Plage | Les Nebouts | Castang | Prignonrieux | Aval Prignonrieux | TOTAL  |
|--|-------------------|-------------|---------|-------|-------------|---------|--------------|-------------------|--------|
| Nuits suivies                                | 12                | 18          | 8       | 21    | 21          | 28      | 9            | 7                 | 124    |
| Nombre d'heures d'écoutes directes           | 3                 | 4,5         | 2       | 5,25  | 5,25        | 29      | 2,5          | 1,75              | 53,25  |
| Nombre d'heures enregistrées                 |                   | 30,75       |         |       | 20,5        | 253,25  | 12           |                   | 316,5  |
| Nombre d'heures d'enregistrement dépouillées |                   | 9           |         |       | 6,75        | 137,5   | 4            |                   | 157,25 |
| Taux de dépouillement                        |                   | 29,5%       |         |       | 33 %        | 54 %    | 33 %         |                   | 49,6 % |

**Tableau 1 : Bilan du suivi pour l'année 2020 sur la partie aval de Tuilières**

Cette année, en raison du COVID, le total de nuits suivies est légèrement inférieur à ceux des années précédentes mais cela concerne surtout le début de saison (jusqu'à l'arrêt du confinement début mai). Ensuite l'effort de suivi a été identique à celui prévu. La frayère de Castang, qui couvre une grande surface par rapport aux autres frayères, a largement été suivie car comme les années précédentes on y observe de nombreux géniteurs. Ainsi les 4 frayères les plus actives (Prignonrieux, Castang, les Nebouts et la Gravière) ont été suivies par enregistrement. Les autres frayères plus secondaires ont été suivies en écoute directe.

Toutes les nuits enregistrées ne peuvent être dépouillées en totalité car ce serait trop chronophage, ainsi des quarts d'heure de référence sont choisis tout au long de la nuit. L'effort de dépouillement (157 heures) a donc permis d'obtenir des données exhaustives sur l'activité de reproduction et la répartition des géniteurs.

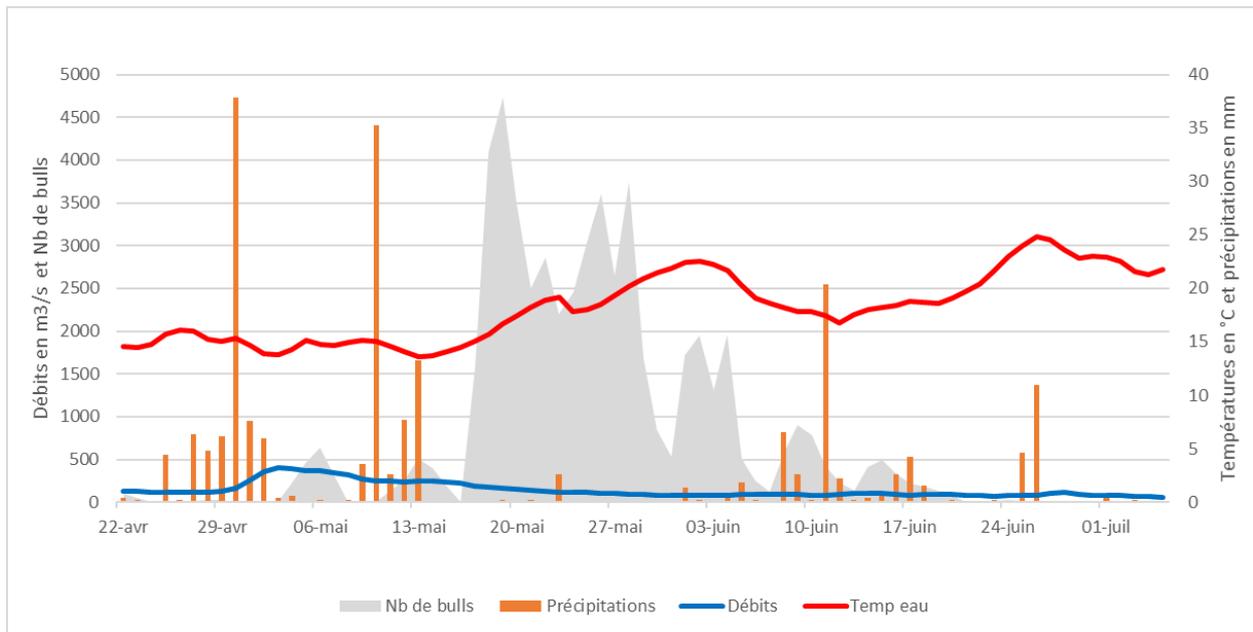
Les suivis en amont et en aval de Tuilières sont dissociés. Le suivi entre les ouvrages de Tuilières et de Mauzac ne débute que lorsque le nombre de géniteurs comptabilisés à la passe de Tuilières est significatif. Cette année, avec 2684 géniteurs à Tuilières, 5 sorties ont été faites sur les frayères de la Guillou et Mauzac en écoute directe, avec seulement 2 bulls entendus lors de ces suivis. Compte tenu que l'objectif principal de l'étude est l'estimation du stock reproducteur en aval de la première station de contrôle, l'effort de suivi se concentre principalement sur la partie aval de Tuilières.

L'efficacité des micros utilisés pour les enregistrements est déterminée en comparant le nombre de bulls comptés directement et les bulls enregistrés par les micros pour les mêmes quarts d'heure. Cette année, l'efficacité des micros était de 43,6 %. Cette donnée intervient dans l'estimation du stock de géniteurs. Un test a été fait cette année avec de nouveaux enregistreurs en utilisant leurs microphone d'origine en lieu et place de la parabole utilisée

auparavant. Les premiers résultats sembleraient montrer une augmentation de la performance puisque les nouveaux micros ont enregistré les bulls avec une efficacité moyenne de 50% alors que l'efficacité avec l'ancien système se situe cette année à 40%. Ainsi, ce nouveau matériel moins encombrant remplacera progressivement les anciens systèmes.

### 3.2 Répartition de la reproduction au cours de la saison

Le suivi de la reproduction a débuté la nuit du 22 avril et s'est achevé le 29 juin 2020. L'essentiel de l'activité de reproduction s'est concentré entre la mi-mai et début juin. L'activité sur les frayères est de toute évidence liée aux facteurs abiotiques, notamment à la température de l'eau et le débit. Cette observation se retrouve également sur l'activité de reproduction de l'aloise feinte mais est également rapportée par de nombreux auteurs (BOISNEAU et al., 1990 ; CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1981 ; CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1990 ; VINCENT, 1984). Ainsi, sur la Figure 12, on note dès la première sortie de l'activité de reproduction avec une eau à 14,5°C. L'activité va devenir significative à partir du 4 mai pour atteindre un maximum le 19 mai avec une eau proche de 17°C. Les derniers bulls ont été entendus le 29 juin avec une température de 23°C. Cette année, le débit en avril, mai et juin a une moyenne mensuelle de 153 m3/s donc en dessous des 263 m3/s observées sur la période 1958-2019 (Banque Hydro). Les températures ont également augmenté relativement progressivement tout au long de la saison et avec uniquement des plus hautes températures en fin de saison (24°C atteint le 25 juin). Ainsi les conditions de reproduction en 2020 peuvent être considérées comme très bonnes sur la Dordogne.



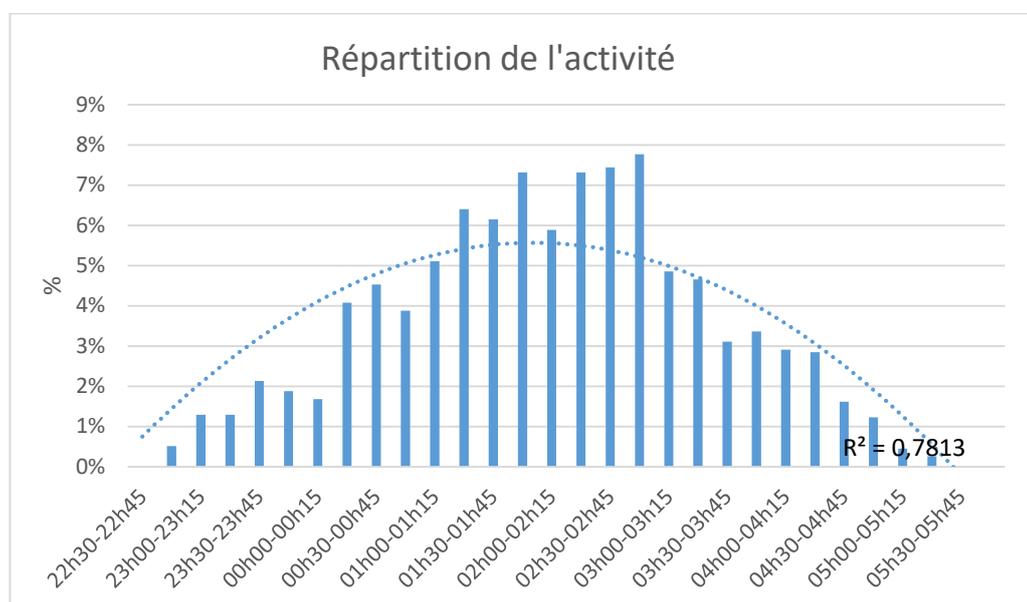
**Figure 11 : Répartition de l'activité de reproduction (zone grise) en 2020 en lien avec la température de l'eau (en rouge), les débits (en bleu – Banque hydro) et les précipitations (en orange)**

### 3.3 Répartition de l'activité de reproduction au cours de la nuit

La répartition de l'activité au cours de la nuit se fait selon la méthode de Cassou-Leins. Cette répartition a été calculée à partir de nuits de très forte activité complètement dépouillées sur les frayères présentant le plus d'activité.

Pour l'année 2020, on remarque un pic d'activités entre 1h45 et 3h. Cette année il a été décidé d'utiliser qu'une seule courbe tout au long de la saison car en effet aucune tendance de début et de fin de saison ne se dégage comme habituellement. Cette courbe suit une distribution normale du nombre moyen de bulls au cours d'une nuit. Les coefficients représentés ci-dessous ont été calculés à partir de nuits complètes :

- Les coefficients par quart d'heure sur l'ensemble de la saison ont été calculé à partir de l'analyse de 16 nuits complètes sur la frayère de **Castang** (1545 bulls au total).



**Figure 12 : Répartition de l'activité par tranche-horaire au cours de la saison 2020 sur la Dordogne**

Ces distributions permettent ainsi d'extrapoler le nombre de bulls obtenu sur la nuit complète à partir de quelques ¼ d'heure de référence.

### 3.4 Activité de reproduction et stock reproducteur de la Grande Alose sur l'axe Dordogne en 2020

Sur le secteur situé en amont de l'ouvrage de Tuilières, 2684 individus ont été comptabilisés à la station vidéo. Cet effectif est trop juste pour pouvoir observer les géniteurs en reproduction entre Tuilières et Mauzac, 5 sorties ont donc été effectuées pour garder une veille sur les frayères historiquement connues. Ainsi seuls 2 bulls ont été entendues à la

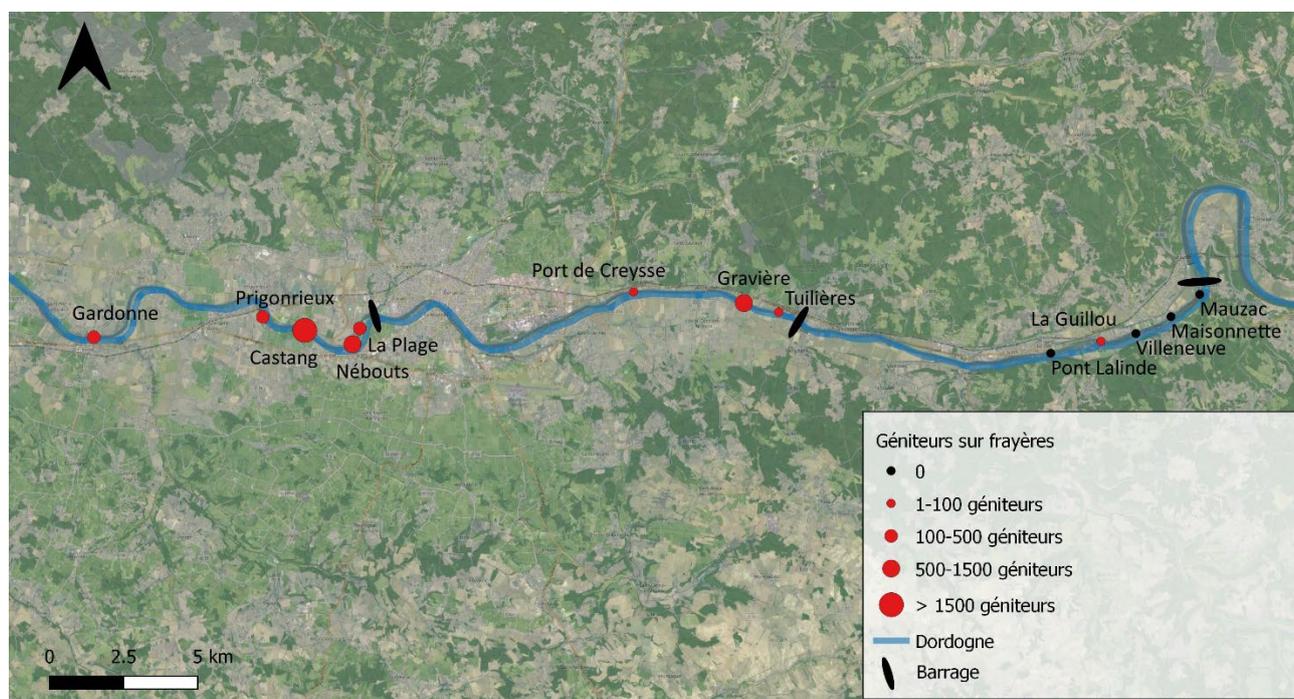
frayère de La Guillou. Il a été plutôt décidé d’orienter les suivis à l’aval de Bergerac afin d’avoir une estimation plus précise des populations.

Sur le secteur situé en aval de Tuilières, les résultats sont détaillés dans le tableau suivant :

| Stations                    | Nombre de bulls | Nombre de géniteurs |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| <i>Port de Tuilières</i>    | 320             | 64                  |
| <i>La Gravière</i>          | 5 425           | 1 085               |
| <i>Port de Creysse</i>      | 372             | 74                  |
| <i>La Plage</i>             | 2 472           | 484                 |
| <i>Les Nebouts</i>          | 4 627           | 912                 |
| <i>Castang</i>              | 40 492          | 8 336               |
| <i>Prignonrieux</i>         | 1 088           | 217                 |
| <i>Gardonne</i>             | 618             | 124                 |
| <b>TOTAL aval Tuilières</b> | <b>55 093</b>   | <b>11 295</b>       |

**Tableau 2 : Répartition de l'activité aval Tuilières en 2020**

Pour la saison 2020, le site de reproductions de Castang se démarque des autres sites et représente 73% de l’activité observée à l’aval de Tuilières. Les deux autres frayères importantes cette année sont Les Nébout et La Gravière avec environ 1000 géniteurs par site. Les sites de reproductions sont localisés sur la Figure 13 ci-dessous.



**Figure 13 : Localisation des frayères de grandes aloses en 2020**

A partir des hypothèses de calcul présentées dans les chapitres précédents, le nombre total de géniteurs sur les frayères en aval de Tuilières est estimé à plus de **11 295 aloses**. A ce stock, **2 684 aloses** comptabilisées à la station de contrôle de Tuilières viennent s'ajouter. Pour la campagne 2020, le stock reproducteur de l'axe Dordogne est donc estimé à environ **13 979 géniteurs**.

Une part peu importante, au regard de la faible intensité observée, n'est pas estimée sur l'axe Isle/Dronne, affluent de la Dordogne. Sur ce secteur, la reproduction a lieu en aval du barrage de Coutras, limite de la zone soumise à marée où l'on retrouve des géniteurs d'aloses feintes et donc un mélange entre les deux espèces (BOUYSSONNIE et FILLOUX, 2019). Cette année, 13 individus de grande alose ont franchi l'ouvrage de Monfourat (équipé d'une station vidéo) en amont de Coutras.

### 3.5 Répartition des géniteurs sur l'axe migratoire

Cette année, **2 684** géniteurs ont franchi le barrage de Tuilières. 72 % se sont reproduits en aval de Bergerac.

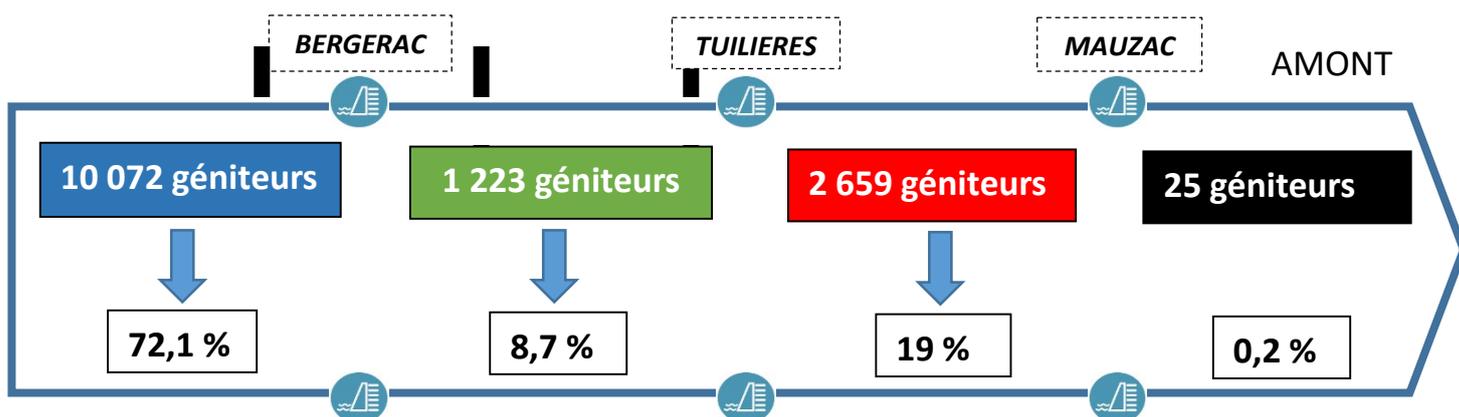


Figure 14 : Répartition de l'activité sur l'axe en 2020

A noter que sur 2 684 aloses franchissant Tuilières, seulement 25 ont franchi Mauzac. Cette année encore, au vu du faible nombre d'individus à Tuilières, l'effort de suivi a été accentué sur les frayères actives principales en aval de Tuilières, en élargissant les prospections vers des zones anciennement actives, comme Gardonne ou au Port de Creysse. En plus des suivis en direct réalisés sur les frayères, la pose de dispositifs d'enregistrements sur les zones susceptibles d'être actives a permis de nous affranchir de la présence ou de l'absence de géniteurs.

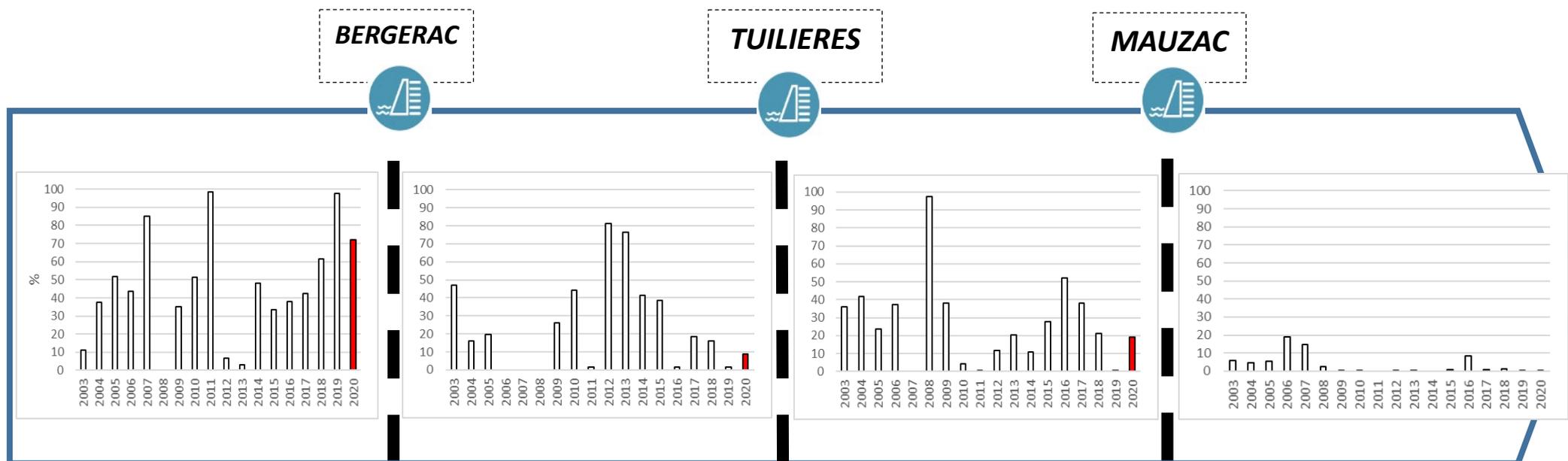
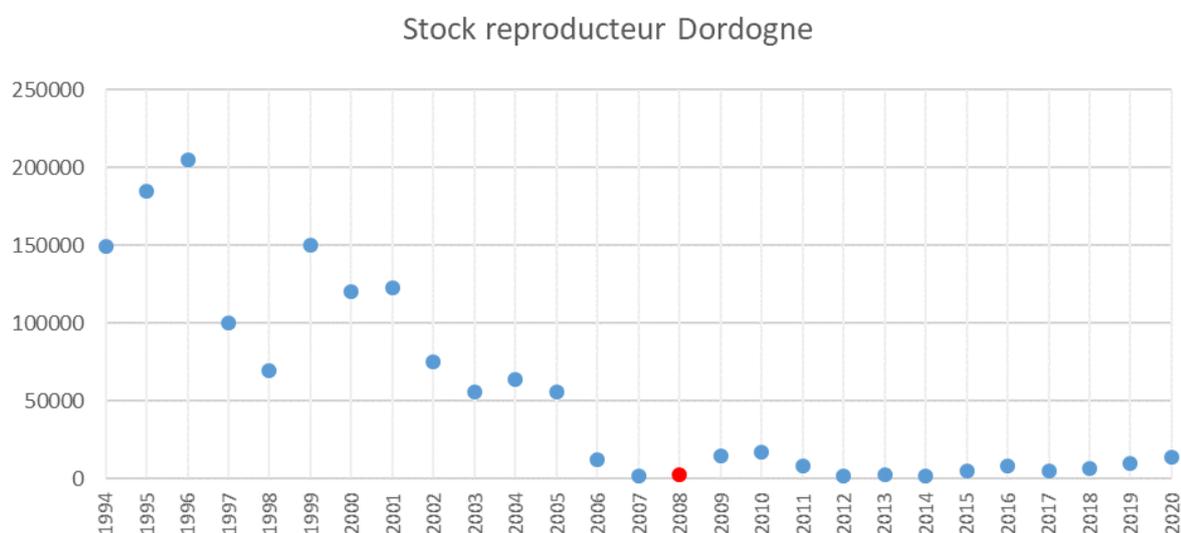


Figure 15 : Répartition de l'activité sur l'axe de 2003 à 2020 (en rouge)

En comparant l'ensemble des suivis depuis 2003, on observe en premier lieu un effet cumulatif des obstacles sur la migration avec une très faible part d'individus franchissant Mauzac (entre 0 et 20 %) alors qu'historiquement les meilleures frayères se situaient en amont (individus présents jusqu'à Beaulieu/Dordogne). Plus précisément, lorsqu'on observe la période 2006, 2007 et 2008 où l'ouvrage de Tuilières était effacé (rupture de la vanne n°4), on constate une augmentation significative du nombre des individus à l'amont de Tuilières et l'absence de reproduction sur les frayères situées juste à l'aval (frayères forcées). La mise en fonctionnement de la nouvelle passe à poisson à Mauzac en rive gauche en juin 2020 va peut-être permettre à plus de géniteurs de rejoindre les frayères en amont.

Les régimes hydrologiques conditionnent grandement la migration et le comportement des grandes aloses. De la même manière, de bonnes conditions d'attractivité des passes à poissons permettent aux aloses de franchir les ouvrages et ne les obligent pas à redescendre pour se reproduire sur les frayères forcées à l'aval. De manière générale, les forts débits stoppent l'activité de reproduction, notamment au-delà de 300 m<sup>3</sup>/s. A contrario, tant qu'elles restent contenues, ces augmentations de débits stimulent la migration. Ces comportements ont été régulièrement observés sur les suivis précédents et par d'autres auteurs (MENNESSON-BOISNEAU et BOISNEAU, 1990). Les observations sur l'état des gonades à la station de contrôle de Tuilières montrent un déplacement des géniteurs vers l'amont après une première reproduction à l'aval de l'ouvrage, ceci est certainement en lien avec des conditions hydrauliques plus favorables. Concernant la saison 2020, les conditions de débits en diminution quasi constante sur l'ensemble de la saison n'ont pas été favorables aux mouvements et donc aux franchissement des ouvrages. Ces faibles débits, en plus du probable blocage des individus par le barrage de Bergerac, sont certainement à l'origine de la distribution très à l'aval cette année.

### 3.6 Évolution des stocks reproducteurs sur l'axe Dordogne de 1994 à 2020



**Figure 16 : Evolution du stock reproducteur de grande alose sur la Dordogne depuis 1994 (moratoire en rouge)**

Ce graphique permet d’appréhender l’évolution du stock reproducteur sur la Dordogne :

- de 1994 à 2001, le nombre de géniteurs varie entre 65 000 et 200 000 individus ;
- de 2002 à 2005, le stock se situe entre 50 000 et 80 000 géniteurs ;
- de 2006 à 2010, la reproduction de la grande alose concerne moins de 20 000 individus ;
- depuis 2011, le stock reproducteur est en moyenne un peu en-dessous de 7 000 géniteurs.

En 20 ans, le stock de géniteurs a été divisé par 20.

### 3.7 Evolution des stocks reproducteurs de grande alose sur le bassin versant Garonne-Dordogne

Au regard de son homing de bassin supposé, le bassin Garonne-Dordogne constitue une échelle géographique adaptée et représentative du stock de géniteurs de l’espèce *Alosa alosa*. Le stock reproducteur sur le bassin Gironde Garonne Dordogne est obtenu par la compilation des données recueillies sur les deux axes (données MIGADO). En 2020, ce stock est estimé à environ **16 519 individus**. Ce résultat est le plus important depuis 2011.

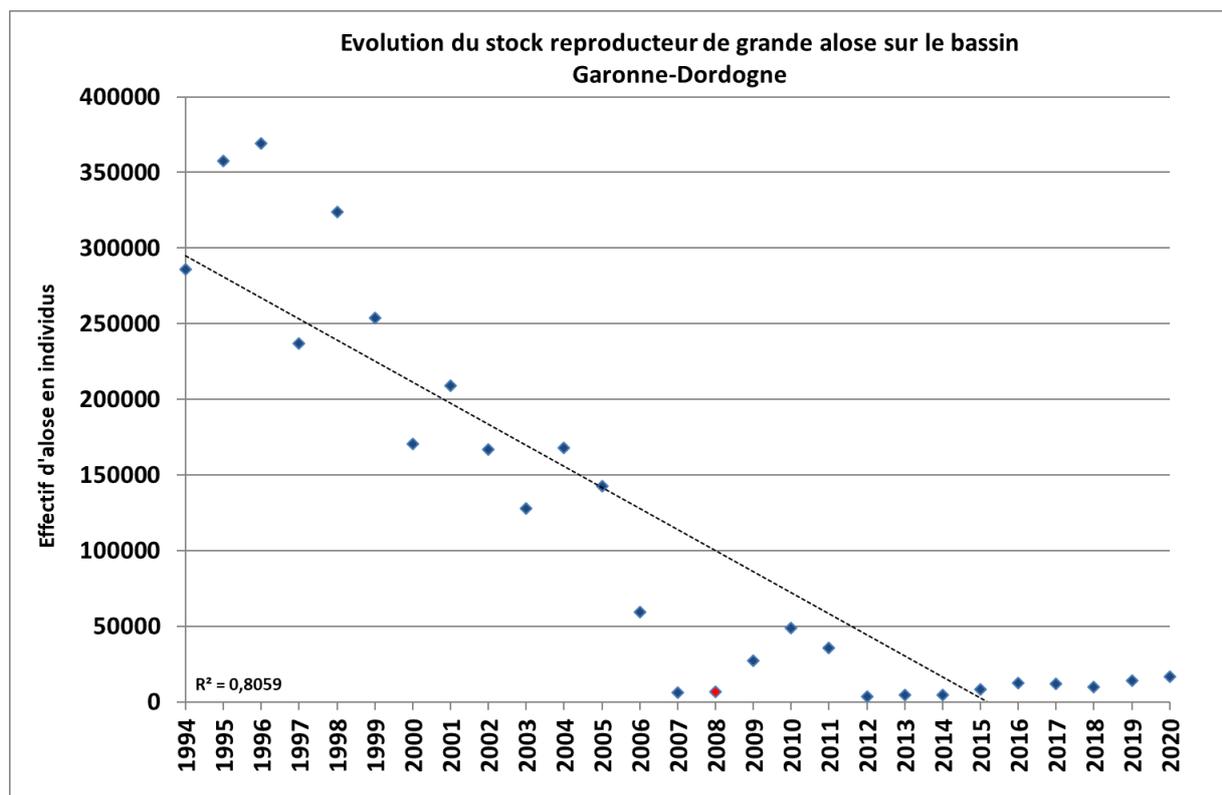


Figure 17 : Evolution du stock reproducteur de grande alose sur le bassin (de 1994 à 2020)

Cette analyse à l'échelle du bassin versant met en évidence une tendance à la baisse marquée et significative du stock reproducteur sur l'ensemble des deux axes migratoires sur la période 1994-2007, sans évolution significative à la hausse malgré la mise en place du moratoire en 2008. Sur ces 5 dernières années, une petite tendance positive se dessine et pour la première fois depuis 2012 il est au-dessus de 15 000 individus, mais ce stock est encore bien trop faible à l'échelle d'un bassin versant aussi vaste.

### **A retenir :**

- **Effort de 317 h d'enregistrement, plus 50 h d'écoute directe en aval de Tuilières et 124 nuits de suivis**
- **Majorité de la reproduction entre mi mai et début juin et au cours de la nuit entre 1h45 et 3h.**
- **10 072 géniteurs à l'aval de Tuilières dont 82 % sur deux frayères (Castang et Les Nébouts) à l'aval de Bergerac**
- **13 979 individus sur la Dordogne**
- **16 519 individus à l'échelle du bassin Garonne/Dordogne**

## CONCLUSION

---

Pour rappel, les objectifs du suivi sont :

- Appréhender les effectifs se reproduisant à l'aval de la station de contrôle de Tuilières afin de déterminer le stock reproducteur sur la Dordogne ;
- Recueillir un ensemble de données permettant d'évaluer l'impact de l'application de mesures restrictives de la pêche à l'alose (moratoire en 2008) sur l'évolution de la population d'aloses ;
- Appréhender la répartition des individus et les conséquences éventuelles des ouvrages sur la reproduction de l'alose ;

Le stock reproducteur de grande alose sur la Dordogne, correspondant à la somme des effectifs passés à l'amont du barrage de Tuilières et des effectifs s'étant reproduits à l'aval de l'ouvrage, peut être estimé à près de **13 979 individus en 2020**.

Les suivis réalisés depuis 2003 permettent d'avoir une idée précise des sites de frai de la grande alose. Depuis le début de ces suivis, il apparaît de fortes différences concernant la répartition des géniteurs sur l'axe (Figure 15). Comme régulièrement observée, la part du stock de géniteurs ayant accédé aux frayères les plus favorables situées en amont de Mauzac est quasiment nulle (0,2 % en 2020), ceci pouvant s'expliquer notamment par les différents ouvrages du Bergeracois qui même équipés de systèmes de franchissement, limitent la montaison des individus. Ce phénomène est d'autant plus important que les débits sont faibles comme cette année. Ainsi, de manière générale, il est intéressant de noter que la plupart des frayères sont toujours situées à l'aval immédiat d'obstacles à la libre circulation (notion de frayères forcées, à l'aval d'obstacles, où le succès des reproductions est très certainement impacté par la qualité non optimale du milieu sur ces secteurs).

L'absence de granulométrie favorable à l'aval des ouvrages (Tuilières et Mauzac notamment) pourrait pénaliser fortement le recrutement naturel pour cette espèce. De plus, ce recrutement est probablement beaucoup plus aléatoire sur la partie aval de l'axe, en relation avec le régime thermique particulier du cours d'eau sur ce secteur. Les résultats des suivis de dévalaison des alosons montrent d'ailleurs certaine année une production très faible de la Dordogne (BOUYSSONNIE et LEVIEUX, 2019). L'amélioration du franchissement des obstacles à la montaison doit rester une priorité afin d'assurer une dispersion optimale des aloses sur l'ensemble des habitats potentiellement favorables à leur reproduction, pouvant être à terme susceptible de consolider les effectifs et de renforcer leur capacité de compensation face à des événements défavorables. Il convient donc de permettre à un maximum d'individus de passer à l'amont des 3 obstacles du Bergeracois (problèmes identiques sur l'axe Dronne). La réalisation d'une nouvelle passe en rive gauche à Mauzac ainsi qu'à Coutras pourrait améliorer la situation en 2021.

Cette année, même si les effectifs sont en légère progression constante depuis 2012, la population sur le bassin GGD (**16 519 individus**) est encore loin de son niveau historique malgré la mise en place du moratoire depuis 2008. La tendance ne s'étant pas inversée de façon significative sur ces 10 dernières années, il conviendrait donc *a minima* de maintenir le moratoire pour les années à venir et il serait nécessaire d'agir rapidement pour assurer la survie de la population de grande alose sur le bassin qui, rappelons-le, **était il y a une quinzaine d'années, la plus importante à l'échelle européenne**. De nombreux facteurs peuvent expliquer cette situation préoccupante, comme par exemple les problèmes de libre circulation qui subsistent, la qualité générale des milieux, le déficit des régimes hydrauliques, prédation par le silure etc... Il est actuellement nécessaire d'apporter des réponses à ces questions, notamment sur le devenir des jeunes stades en rivières et lors de la dévalaison.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- BAGLINIERE, J.L., 2000. Le genre *Alosa* sp. In: Les aloses (*Alosa alosa* L. et *Alosa fallax* spp.) Ecobiologie et variabilité des populations. Eds: Baglinière, J.L.; Elie, P., Paris: INRA-Cemagref., pp. 3-30.
- BAGLINIERE, J.L et ELIE, P., 2000. Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp) Ecobiologie et variabilité des populations. Paris: INRA-Cemagref., 292 p.
- BELAUD, A. et CARETTE, A., 1999. Suivi 1999 de la qualité des milieux et de la reproduction des aloses à Agen et en moyenne. Rapport Assoc. De la Réserve naturelle de la Frayère d'Alose, 44 p + annexes.
- BOISNEAU, P., MENNESSON-BOISNEAU, C. et BAGLINIERE, J.L., 1990. Description d'une frayère et comportement de reproduction de la grande alose (*Alosa, alosa* L.) dans le cours supérieur de la Loire, Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, 316 p.
- BOUYSSONNIE, W., FILLOUX, D., 2019. Suivi de la reproduction naturelle de la grande alose sur la Dordogne. Rapport d'activité MIGADO, 36p.
- BOUYSSONNIE, W., LEVIEUX, G., 2019. Etude survie grande alose : compte rendu d'activité de la production de larves 2019 et du suivi des alosons. Rapport d'activité MIGADO, 58 p.
- BOYER, S., GUERRI, O. et PUSTELNIK, G., 2000. Situation des programmes migrateurs sur l'ensemble des bassins versants Garonne et Dordogne. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2000) 357/358 : 323-344.
- CASSOU-LEINS, F. et CASSOU-LEINS, J.J., 1981. Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'Alose, *Alosa alosa* L. Thèse doctorat 3è cycle, Institut National Polytechnique de Toulouse, 382 p.
- CASSOU-LEINS, F. et CASSOU-LEINS, J.J., 1985. Etude de la frayère d'aloses. *Rap. ENSA Toulouse*, 12 p.
- CASSOU-LEINS, F. et CASSOU-LEINS, J.J., 1990. Réserve Naturelle de la frayère d'alose. Synthèse quinquennale et observations complémentaire sur l'Alose, sa reproduction, les larves, les alosons, le milieu. ENSA de Toulouse, 49 p.
- CASSOU-LEINS, J.J., CASSOU-LEINS, F., BOISNEAU, P. et BAGLINIERE, J.L., 2000. La reproduction in BAGLINIERE J.L., ELIE P., 2000. Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) – Ecobiologie et variabilité des populations. Cemagref, Inra Editions, Paris : 73-92.
- CASTELNAUD, G. et ROCHARD, E., 1997. Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde : suivi statistique 1995 - étude de la faune circulante 1996. Rapport Cemagref de Bordeaux / EDF, 152 p.
- CAUT I., GRACIA S., 2015. Suivi de la reproduction de la grande alose (*Alosa alosa* L.) sur la Dordogne en 2015. Rapport d'activité MIGADO, 34 p.

CHANSEAU, M., LASCAUX, J.M., NOEL, Y., BRASIER, W. et MAYERAS, F., 2005. Suivi de la reproduction de la grande alose (*Alosa alosa* L.) et de la lamproie marine (*Petromyzon marinus* L.) sur la Dordogne en aval du barrage de Tuilières – Estimation des stocks reproducteurs 2005 – (Département de la Dordogne et de la Gironde). Rapport d'activité MIGADO, 37p.

DARTIGUELONGUE, J. et FATIN, D., 1995. Etude préliminaire de la reproduction des aloses en 1995 entre Tuilières et Mauzac sur la Dordogne. Rapport SCEA pour EDF Energie Aquitaine D.T.E., 19 p. + planches, graphiques et annexes.

LAMBERT, P., VANDEMBULCKE, D. MARTIN et ROCHARD, E., 2001. Âge à la migration de reproduction des géniteurs de trois cohortes de grandes aloses (*Alosa alosa* L.) dans le bassin versant de la Garonne (France). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 2001, n° 362-363, p. 973-987.

LOCHET, A., 2006. Dévalaison des juvéniles et tactiques gagnantes chez la grande alose *Alosa alosa* et l'alse feinte *Alosa fallax* : apport de la microchimie et de la microstructure des otolithes. Thèse doctorat de l'université Bordeaux I, 220p.

MARTIN-VANDEMBULKE, D., 1999. Dynamique de population de la grande alose (*Alosa alosa* L. 1758) dans le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne (France) : analyse et prévision par modélisation. Thèse Doct., Institut National Polytechnique, Toulouse, 115 p.

MENNESSON-BOISNEAU, C. et BOISNEAU, P., 1990. Migration, répartition, reproduction, caractéristiques biologiques et taxonomie des aloses *Alosa* sp. dans le bassin de la Loire. Thèse Doctorat Univ. Rennes I, Paris XII Val de Marne, 106p.

PAUMIER, A., DROUINEAU, H., CARRY, L., NACHON, DJ., LAMBERT, P., 2019. A field-based definition of the thermal preference during spawning for allis shad populations (*Alosa alosa*). *Environmental Biology of Fishes*, 102(6), 845–855. <https://doi.org/10.1007/s10641-019-00874-7>.

PAUMIER A, DROUINEAU H, BOUTRY S, SILLERO N, LAMBERT P. Assessing the relative importance of temperature, discharge, and day length on the reproduction of an anadromous fish (*Alosa alosa*). *Freshwater Biology*. 2019;00:1–11. <https://doi.org/10.1111/fwb.13418>

TAVERNY, C., 1991. Contribution à la connaissance de la dynamique des populations d'aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax*) dans le système fluvio-estuarien de la gironde. Thèse Doctorat, Université de Bordeaux I. Editions CEMAGREF, coll. Etudes, Ressources en eau n°4, 451 p.

TAVERNY, C., CASSOU-LEINS, J.J., CASSOU-LEINS, F. et ELIE, P., 2000. De l'œuf à l'adulte en mer. In BAGLINIERE J.L., ELIE P., Les aloses de l'Atlantique-Est et de la mer Méditerranée-Ouest (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.), biologie, écologie, taxinomie et influence des activités humaines. Coédition INRA et CEMAGREF, p 93-124.

TENTELIER, C., BOUCHARD, C., BERNARDIN, A., TAUZIN, A., AYMES, J-C. et RIVES, J., 2018. The dynamics of spawnings act by a semelparous fish and its associated energetics expenses. ECOBIOP, INRA, Univ. Pau & Pays Adour. BiorXiv.

VINCENT, P., 1894. Notes sur l'alse. *Rev. Marit. Colon.*, 123:193-205 et 667-81; 124:445-451.

## Opération financée par :



Union Européenne



RÉGION  
**Nouvelle-  
Aquitaine**

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



AGENCE DE L'EAU  
**ADOUR-GARONNE**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



## Autre partenaire :



**Association MIGADO**

18 ter rue de la Garonne - 47520 LE PASSAGE D'AGEN - Tel : 05 53 87 72 42 - mail : [contact@migado.fr](mailto:contact@migado.fr)

[www.migado.fr](http://www.migado.fr)

