

Suivi de la reproduction de l'aloise feinte sur la Garonne et la Dordogne

Année 2022

W. Bouyssonnier ; D. Filloux ; J. Giraudet



M I G A D O

RESUME

Suivi de la reproduction naturelle de l'alose feinte sur la Dordogne et la Garonne

Cette action consiste à suivre l'activité de reproduction de l'alose feinte par comptage nocturne des « bulls » sur la Dordogne et la Garonne.

L'objectif du suivi est :

- **Caractériser l'activité de reproduction (périodes, secteurs, effets des conditions du milieu...)**
- **Mettre au point un indice d'abondance de la population à l'aide d'un suivi sur les frayères les plus actives**



22 nuits de suivis effectuées

entre le 12 avril et le 15 juin sur l'ensemble des frayères

344 quarts d'heure de suivis sur 100 km de cours d'eau



13,3% des géniteurs sur la Dordogne, 86,4 % sur la Garonne et

0,3% sur Isle/Dronne

14 frayères actives sur la Garonne, 14 sur la Dordogne et 4 sur Isle/Dronne



Activité : 32 bulls par heure sur la Dordogne

169 bulls par heure sur la Garonne

Contexte de l'année

Les suivis se sont déroulés dans de relativement bonnes conditions cette année avec une hydrologie nettement en dessous des moyennes observées les années précédentes. Sur les deux axes les conditions ont été très favorables à la reproduction. Cependant le facteur limitant à surtout été la température avec des valeurs hautes très tôt dans la saison. Ceci pourrait expliquer une période de reproduction assez courte cette année.

Bilan du suivi 2022

Au vu du nombre important de frayères d'alose feinte en comparaison avec la grande alose, il est impossible de suivre précisément toute l'activité de reproduction sur l'ensemble de la saison. Ainsi, un protocole « allégé » a été mis au point avec une **prospection par quart d'heure sur des sites références**. L'idée étant de balayer l'ensemble des frayères principales au cours de la nuit.

Un système d'enregistreur permet également d'avoir la **dynamique de l'activité pendant la nuit**.

Ainsi, 55 frayères ont été suivies cette année sur le système **Garonne/Dordogne/Isle/Dronne**.

18 frayères ont été suivies sur la Garonne, **21** sur la Dordogne et **16** sur Isle/Dronne avec respectivement **4745, 730 et 14 bulls** entendus de manière directe.

On a observé un **maximum de 54 bulls/quart d'h.** au Pas de Jambard sur la **Dordogne** le 23 mai, **331 bulls/quart d'h.** à La Réole sur la **Garonne** le 5 mai.

L'activité de reproduction a été observée du **12 avril au 7 juin** avec une répartition très homogène au cours de la saison. La reproduction a été observée pour des températures allant de **13°C à 23°C en 2022**.

Sur la Garonne, on observe **une importante présence des géniteurs** sur le secteur amont (La Réole). Pour la Dordogne, **la totalité des géniteurs** sont situés entre **Branne et Flaujagues**.

Le cumul de l'activité enregistrée montre que **93 % de la reproduction s'effectue entre minuit et 4h** avec un maximum vers 2h.

Evolution du stock

L'analyse globale des données en 2022 (stage de fin d'étude) a permis de nettement améliorer l'indice d'abondance de la population notamment en limitant un certain nombre de biais non pris en compte dans le précédent indice. Au final, les résultats du modèle en 2022 montre une nouvelle chute de l'indice cette année et avec un cycle de 4 ans qui se dessine (années de faible reproduction en 2018 et 2014). Plus Globalement on observe une première période de diminution de 2007 à 2014 puis une augmentation entre 2015 et aujourd'hui .

AVANT PROPOS

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. Un grand merci à Patrick Lambert (Inrae, Unité écosystèmes aquatiques, ressources en eau et risques – Bordeaux) pour toute son aide à l'élaboration de l'indicateur et au co-encadrement du stage de fin d'étude.

Ce rapport d'activité présente le suivi de la reproduction naturelle de l'alose feinte sur la Garonne et la Dordogne en 2022.

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	I
SOMMAIRE	II
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	III
INTRODUCTION	1
1 CONTEXTE	2
1.1 Biologie et exigences :	2
1.2 Statut et menaces :.....	3
1.2.1 Statut :.....	3
1.2.2 Les menaces :	4
1.3 Objectifs :.....	4
2 ETAT DES LIEUX / SUIVIS	6
2.1 Zone d'étude :.....	6
2.2 Méthodes et moyens :.....	6
2.2.1 Méthode :.....	6
2.2.2 Moyens techniques :.....	7
2.2.3 Moyens humains :.....	7
2.2.4 Bilan des suivis :	8
2.2.5 Répartition des nuits de comptages :	8
3 RESULTATS	10
3.1 Suivis mobiles / écoutes directes :	10
3.2 Localisation de la reproduction :	10
3.3 Evolution de l'activité au cours de la saison :.....	13
3.4 Influence des conditions environnementales :.....	13
3.4.1 Le débit et la température :	13
3.4.2 L'heure :	15
3.4.3 La marée :.....	15
3.5 Vers la mise en place d'un indice d'abondance de la population :	17
3.5.1 Un premier indice d'abondance	17
3.5.2 Analyse et construction d'un nouvel indice d'abondance.....	18
CONCLUSION	24
BIBLIOGRAPHIE.....	26

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Cycle de vie de l'alose feinte</i>	2
<i>Figure 2 : Alose feinte prise à la ligne</i>	5
<i>Figure 3 : Zone de suivi de la reproduction de l'alose feinte sur le bassin Gironde Garonne Dordogne</i>	6
<i>Figure 4 : Dispositif d'enregistrement et spectre audio d'un bull</i>	7
<i>Figure 5 : Distribution des moyens humains</i>	7
<i>Figure 6 : Calendrier des comptages directs</i>	8
<i>Figure 7 : Frayère de Vignonet sur la Dordogne</i>	9
<i>Figure 8 : Localisation des sites de suivis prioritaires sur la Garonne</i>	10
<i>Figure 9 : Localisation des sites de suivi prioritaires sur la Dordogne</i>	11
<i>Figure 10: Localisation des sites de suivi prioritaires sur l'Ise / Dronne</i>	11
<i>Figure 11 : Résultats des comptages de bulls depuis 2007</i>	12
<i>Figure 12 : Répartition de l'activité de reproduction au cours de la saison 2022</i>	13
<i>Figure 13 : Evolution de l'activité de reproduction par rapport à la température de l'eau en 2022</i>	14
<i>Figure 14 : Répartition de l'activité au cours de la nuit</i>	15
<i>Figure 15 : Représentation du décalage de la marée entre la pointe de Grave et La Réole (les zones favorables à la reproduction sont en vert)</i>	16
<i>Figure 16 : Distribution des bulls par quart d'heure relatif en fonction de la hauteur d'eau relative</i>	16
<i>Figure 17 : Indicateur d'abondance de la population d'alose feinte</i>	18
<i>Figure 18 : Nouvelles frayères références sélectionnées</i>	19
<i>Figure 19 : Nombre de modalités pris en compte dans le modèle</i>	20
<i>Figure 20 : Modèle Delta-Poisson dans le cadre de l'étude de l'activité de reproduction de l'alose feinte</i>	20
<i>Figure 21 : Indice d'abondance du bassin calculé par le modèle</i>	21
<i>Figure 22 : Indice d'abondance en Garonne et Dordogne calculé par le modèle</i>	22
<i>Figure 23 : Bull d'alose feinte</i>	23
<i>Tableau 2 : Bilan du suivi 2022</i>	8
<i>Tableau 3 : Nombre de bulls comptabilisés en écoute directe depuis 2007</i>	10
<i>Tableau 3 : Comparaison des débits mensuels de 2022 aux débits mensuels moyens à Marmande et Mauzac (DREAL Nouvelle Aquitaine)</i>	13
<i>Tableau 4 : Evolution du nombre moyen de bulls par heure pour chaque saison</i>	17

INTRODUCTION

Situé dans le Sud-Ouest de la France, le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne (GGD) est le dernier bassin européen à abriter les huit « grandes » espèces de poissons migrateurs amphihalins : l'anguille, le saumon atlantique, la truite de mer, l'esturgeon européen, la lamproie marine, la lamproie fluviatile, la grande alose et l'alose feinte.

Ce système, composé notamment du plus grand estuaire d'Europe en volume, représente des enjeux socio-économiques conséquents avec la présence d'une importante pêche commerciale.

De nombreux suivis réalisés par différents organismes (INRAE, MIGADO, etc....) permettent de suivre assez précisément l'état et l'évolution des principales espèces migratrices sur le bassin (Castelnaud et al., 1999 ; Boyer-Bernard & Carry, 1998).

Concernant l'alose feinte (*Alosa fallax*), peu de données sont disponibles. S'il semble que la population présente *a priori* de bons niveaux d'abondance ces dernières années, les caractéristiques éco-biologiques de l'espèce, l'absence d'une véritable pêche commerciale ciblée et le peu d'études consacrées à ce poisson ne permettraient pas d'avoir une idée précise de l'état des populations.

La situation dramatique de la grande alose sur le bassin, avec la mise en place d'un moratoire sur l'espèce en 2008, alors qu'elle représentait un chiffre d'affaires conséquent pour la pêche professionnelle (1,5M € en 2005 d'après Girardin et al 2007), aurait pu entraîner un report de l'effort de pêche sur d'autres espèces, comme la lamproie marine et l'alose feinte notamment.

C'est dans ce contexte que l'association MIGADO réalisent depuis 15 ans maintenant une veille écologique sur l'alose feinte grâce à des suivis annuels qui ont pour objectifs :

- d'évaluer la « santé » éco biologique de l'espèce dans le but d'aider à la mise en œuvre d'éventuelles mesures de gestion.

- de caractériser la reproduction (secteurs, périodes...) et de déterminer le niveau d'activité pour la saison en cours ;

Ainsi, comme c'est ou ce fut le cas pour d'autres espèces, la dégradation de la qualité des eaux, des pressions de pêche excessives, de même que la dégradation des zones de reproduction (extraction de granulats, modifications morphologiques...) pourraient notamment entraîner une diminution des stocks de cette espèce. Il est donc essentiel de mieux connaître cette population afin d'en assurer une gestion et une exploitation durable.

L'année 2022 a été l'occasion de faire une synthèse globale des données récoltées dans le cadre d'un stage de fin d'étude (Giraudet, 2022). A l'issue du travail, un nouvel indicateur a été mis au point ainsi qu'un protocole de suivi à mettre en place sur les prochaines années afin de permettre une standardisation des données récoltées.

1 CONTEXTE

1.1 Biologie et exigences :

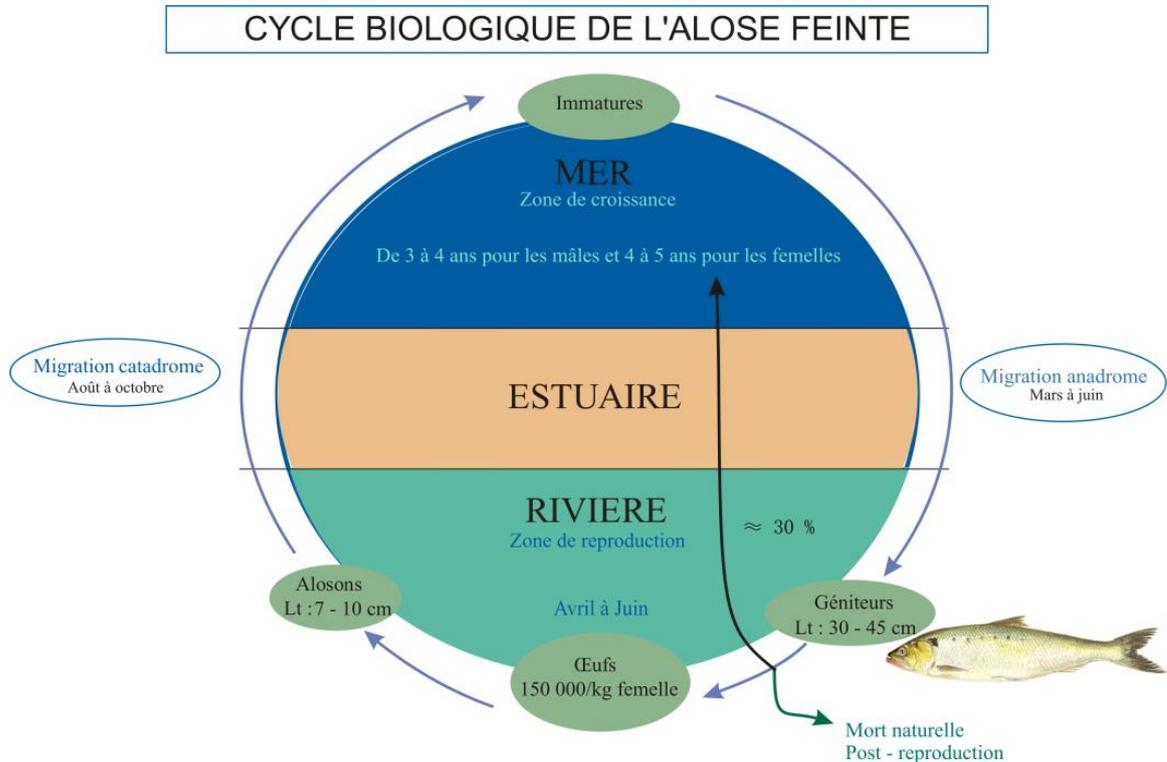


Figure 1 : Cycle de vie de l'alse feinte

L'alse feinte est un poisson amphihalín potamotóque. Il remonte les fleuves depuis l'océan pour se reproduire. Le cycle de vie de cette espèce migratrice est constitué de 4 grandes phases (cf. Figure 1).

- **Croissance en mer** en zone littorale et sur le plateau continental, jusqu'à l'âge de 3 à 4 ans pour les mâles et 4 à 5 ans pour les femelles (Taverny, 1991). Les aloses feintes semblent rester assez proches de l'estuaire.
- **Migration (montaison)** vers les eaux continentales de mars à juin

Lors de la migration, les individus se déplacent sous forme de flux dynamique de géniteurs et ces flux sont influencés par différents facteurs. **Les 2 principaux facteurs ayant un impact sur la migration de l'alse feinte sont : la température de l'eau et le débit.**

La migration est fortement diminuée, voire stoppée en dessous du seuil 10-11°C (Claridge & Gardner, 1978 in Baglinière & Elie, 2000).

Le débit, quant à lui, agit plutôt comme un facteur de modulation des mouvements migratoires en interaction avec la température. Lors de fortes crues, le flux de géniteurs est stoppé ou ralenti (Sabatié, 1993).

➤ **Reproduction** à partir du mois d'avril

Les frayères se trouvent au-dessus de la limite de salure des eaux dans des zones soumises à l'influence de la marée dynamique. Cette espèce se reproduit donc dans la partie basse des bassins versants, bien plus en aval que la grande alose. L'absence d'ouvrage sur le secteur laisse penser que l'alose feinte peut encore choisir ses sites de reproduction sur la partie aval des bassins versants (axe Garonne/Dordogne), contrairement à la grande alose pour laquelle beaucoup de frayères sont forcées.

Le choix des zones de fraie est lié à des paramètres hydrauliques : débit, hauteur d'eau, type de courant et de façon indirecte, de type de substrat. La profondeur doit être inférieure à 3 m (Aprahamian, 1981) et plus précisément se situer entre 0,15 et 1,20 m. La présence d'une zone de mouille à l'amont suivie d'un haut-fond ou radier à l'aval est préférable (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981) mais les observations faites sur le bassin montrent des profils hydrauliques assez homogènes parfois.

La reproduction dure de 1 à 2 mois entre avril et juin (Boisneau et al., 1990 ; Roule, 1922). Elle débute lorsque les géniteurs sont matures. La phase finale de la maturation serait provoquée par le regroupement des géniteurs sur les frayères et une température entre 16 et 22°C (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981), voire 14°C (Filloux et al, 2017). La période et la durée de l'activité de ponte dépendent fortement des conditions climatiques et hydrologiques (températures et débits).

Le type de substrat ne semble pas avoir d'influence sur l'acte de reproduction en lui-même mais est essentiel au bon développement des œufs (de manière générale, les substrats colmatés induisent des mortalités dans l'incubation et la survie des larves).

Le cycle circadien a également un rôle important puisque la reproduction a lieu exclusivement la nuit entre 22h et 5h, avec un pic d'activité plus marqué entre 2h et 3h (Baglinière & Elie, 2000). La durée d'incubation après fécondation est de 3 à 5 jours (Wheeler, 1969) avec des températures comprises entre 15 et 25°C (Vincent, 1894). A l'éclosion, la taille de la larve est comprise entre 5 et 8 mm (Redecke, 1939).

- **Migration des alosons** (dévalaison) vers l'estuaire en été. Ils resteront dans l'estuaire jusqu'en décembre/janvier (Taverny, 1991) avec des déplacements réguliers d'individus entre l'estuaire et la côte (Lochet, 2006). Des individus de plus d'1 ans sont même observés en amont de leur zone de reproductions en rivière (Bouyssonnier et al, 2017).

1.2 Statut et menaces :

1.2.1 Statut :

Alosa fallax est inscrite comme « Quasi menacée » (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises) sur la liste rouge UICN des poissons d'eau douce menacés en France.

La pêche (techniques et périodes de capture pour les professionnels et amateurs aux engins) de l'alose feinte est régie par l'arrêté de la préfecture de Gironde du 20 janvier 2011.

L'arrêté inter-préfectoral du 27 avril 2010 interdisait sa consommation sur la partie basse des axes Garonne et Dordogne. Depuis juillet 2016, l'interdiction a été levée et la consommation est de nouveau autorisée.

1.2.2 Les menaces :

De façon générale, les activités anthropiques en lien avec le milieu aquatique sont les principaux facteurs de régression des populations de migrateurs depuis le début du XXe siècle. On notera pour cette espèce plusieurs activités significatives :

- L'extraction de granulats fait partie des causes de régression des populations d'aloses en impactant la morphologie de la rivière ainsi que les paramètres physico-chimiques de l'eau (Larinier, 1980). **Les extractions de granulats ont été stoppées à la fin des années 80 sur l'axe Garonne/Dordogne.** Néanmoins, certaines zones sont dépourvues de granulats et laissent apparaître des fonds importants de roche mère.
- L'exploitation des ressources halieutiques, et notamment des géniteurs, contribue à accentuer la régression des populations de poissons migrateurs (Baglinière et Elie, 2000). L'alose feinte était jusqu'en 2008 peu impactée par la pêche aux engins et aux filets, comparativement à la grande alose, car moins appréciée gustativement. Mais avec le moratoire interdisant la pêche de la grande alose, un report d'effort de pêche était à craindre sur cette espèce. En 2010, un arrêté interdisant la consommation de l'alose feinte a certainement permis à l'espèce de bénéficier d'une réduction de l'impact de la pêche sur le bassin. En 2016, la suspension de cet arrêté ré-autorise la consommation et relance donc la pêcherie aux engins et aux filets. Il conviendra d'être vigilant quant à l'impact potentiel de l'activité sur l'espèce. La pêche sportive à la ligne de ce poisson (également appelé « gatte » ou « gat » dans la région Aquitaine) s'inscrit dans une véritable tradition et attire un assez grand nombre de pratiquants.
- La dégradation générale des milieux aquatiques et de la qualité de l'eau constitue un élément majeur dans l'érosion de la biodiversité et donc des populations de poissons migrateurs. Concernant l'alose feinte, la dégradation de la qualité de l'eau par exemple (contamination PCB, phénomènes d'hypoxie lors de la dévalaison) pourrait augmenter la mortalité des individus et notamment des jeunes stades plus sensibles (impact sur l'œuf, l'alevin, l'aloson...).

1.3 Objectifs :

Le suivi de l'alose feinte a débuté en 2005 sur l'axe Garonne, puis s'est étendu sur l'axe Dordogne en 2006 et l'axe Isle/Dronne en 2007. Avec 16 années de suivis, la chronique de données devient significative et l'une des plus importantes sur cette espèce en France.

L'objectif de l'étude est de poursuivre et compléter le travail déjà mis en place et notamment la caractérisation de la reproduction (zones, périodes, intensités...) de l'alose feinte sur le bassin GGD sera faite. La durée, l'intensité et l'influence des facteurs environnementaux seront également étudiés. Un point particulier sera porté cette année dans l'évolution de l'indicateur d'abondance de la population et une synthèse des données récoltées.



Figure 2 : Alose feinte prise à la ligne

A retenir :

- Zones de reproduction soumises à marée dynamique en aval des zones de reproduction de la grande alose
- Début de la reproduction aux alentours de 14°C
- Pêche professionnelle non ciblée sur cette espèce et peu d'intérêts commerciaux mais pêche de loisir à la ligne reconnue et pratiquée.

2 ETAT DES LIEUX / SUIVIS

2.1 Zone d'étude :

La reproduction a lieu dans les zones des fleuves encore soumises au phénomène de marée dynamique, donc sur les parties basses des bassins de la Dordogne et de la Garonne. Le suivi est effectué sur 3 axes :

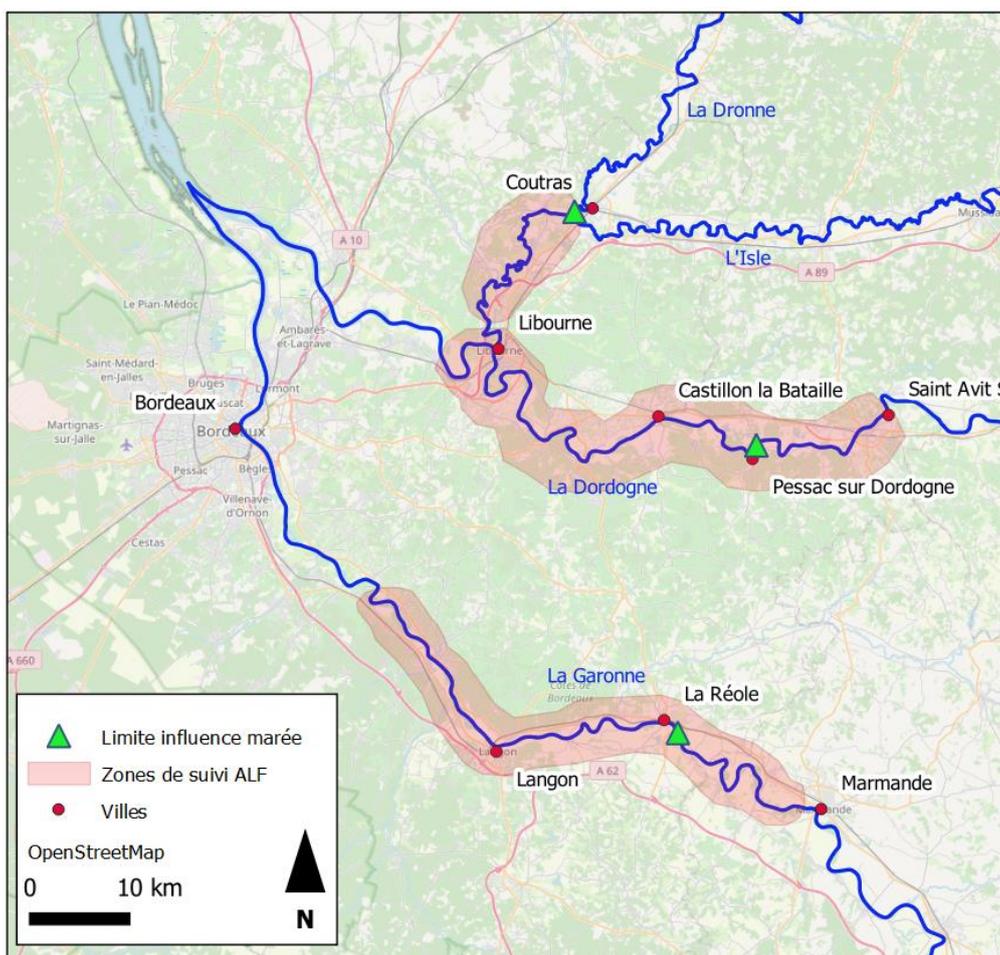


Figure 3 : Zone de suivi de la reproduction de l'alose feinte sur le bassin Gironde Garonne Dordogne

2.2 Méthodes et moyens :

2.2.1 Méthode :

L'alose feinte étant une espèce à reproduction nocturne, le suivi est effectué de nuit à raison de 1 à 4 sorties par semaine sur l'ensemble des 3 axes. Une équipe de deux personnes est généralement dédiée à ce suivi mais occasionnellement une autre équipe peut également prospecter en même temps un autre axe.

L'écoute commence généralement vers 23H00 et se termine entre 3H00 et le lever du jour (selon l'intensité de reproduction et les conditions environnementales). La fraie de l'alose est caractérisée par ce qu'on appelle des «bulls» qui sont audibles depuis la berge jusqu'à une centaine de mètres de distance comme pour la grande alose. Le suivi de la reproduction

se fait donc par l'écoute et le dénombrement de ces bulls et l'intensité se traduit par un nombre de bulls par quart d'heure.

Chaque sortie permet de suivre environ une dizaine de sites en écoute directe pendant 15 minutes dont un fait l'objet d'un enregistrement pendant toute la nuit. Ces deux techniques sont complémentaires : la prospection mobile permet de déterminer l'intensité et la distribution géographique de l'activité sur l'intégralité de l'axe et l'enregistrement statique la répartition temporelle de l'activité durant la nuit. Les micros d'enregistrement permettent aussi de vérifier la présence de géniteurs sur certaines zones.

2.2.2 Moyens techniques :

Lors de chaque sortie, les équipes disposent chacune d'un véhicule de terrain pour les déplacements et d'un dispositif d'enregistrement décrit ci-dessous.

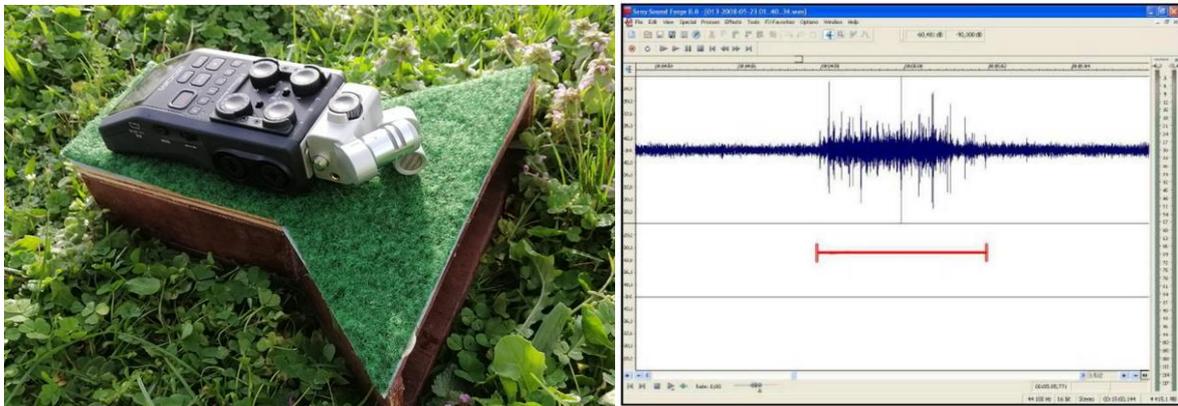


Figure 4 : Dispositif d'enregistrement et spectre audio d'un bull

2.2.3 Moyens humains :

Répartition des moyens humains sur la période :

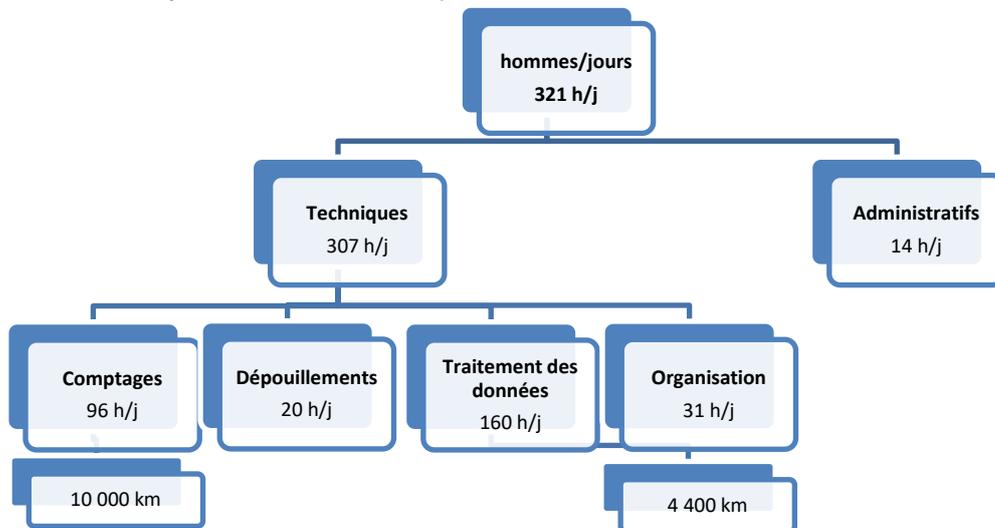


Figure 5 : Distribution des moyens humains

2.2.4 Bilan des suivis :

2022	Dordogne	Garonne	Isle/Dronne	Total
Nbre de nuits suivies	9	11	2	22
Nbre d'heures d'écoute directe	26	30	5	61

Tableau 1 : Bilan du suivi 2022

2.2.5 Répartition des nuits de comptages :

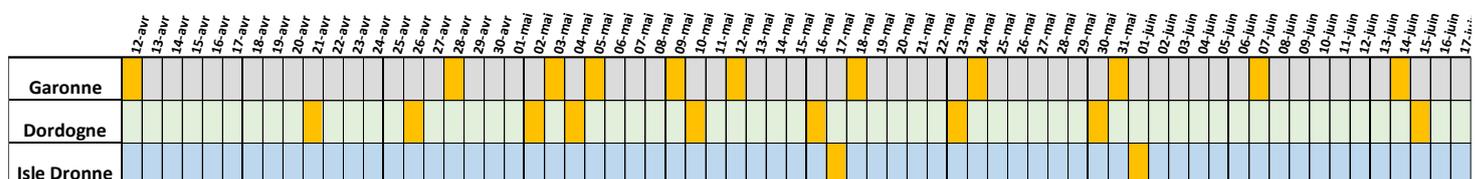


Figure 6 : Calendrier des comptages directs

En 2022, la saison de suivi s'est déroulé normalement en lien avec les conditions climatiques. Leur répartition est arbitrairement orientée surtout sur les axes Garonne et Dordogne car en effet les nombreuses données déjà recueillies montrent une faible colonisation des rivières Isle et Dronne. En moyenne, la Garonne et la Dordogne ont été prospectées entre une et deux fois par semaine chacune au cours de la période de suivi. Elle a cependant été plus courte que la moyenne des années précédentes et ceci en lien avec l'arrêt assez précoce de la reproduction.



Figure 7 : Frayère de Vignonet sur la Dordogne

A retenir :

- **98,6 km de frayères potentielles recensées sur trois axes (Garonne, Dordogne et Isle/Dronne)**
- **1 à 4 sorties par semaine sur l'ensemble des 3 axes**
- **Les suivis s'effectuent par écoute directe pendant un quart d'heure et par site**
- **22 nuits de suivis sur les 3 axes représentant 61h d'écoute directe**

3 RESULTATS

3.1 Suivis mobiles / écoutes directes :

Année	Nb bulls entendus	Nb 1/4h suivis	Nb de sites d'écoute
2007	5105	207	86
2008	6466	323	98
2009	2770	233	58
2010	5441	304	80
2011	1845	342	83
2012	2435	320	62
2013	3081	210	35
2014	374	151	32
2015	4724	288	44
2016	7716	355	73
2017	7675	360	64
2018	4619	297	48
2019	10003	356	55
2020	7857	256	48
2021	10648	348	40
2022	5489	244	44
Total	86248	4594	950

Tableau 2 : Nombre de bulls comptabilisés en écoute directe depuis 2007

En 2022, le temps de prospection est dans la moyenne basse de ce qui est fait traditionnellement (moyenne de 290 quarts d'heure) et en lien avec la courte période de reproduction cette année. On observe un total de bulls enregistrés dans la moyenne des observations depuis 2007.

3.2 Localisation de la reproduction :

Les frayères majeures (7 Dordogne, 9 Garonne et 6 sur Isle/Dronne) sont représentées sur les figures suivantes.

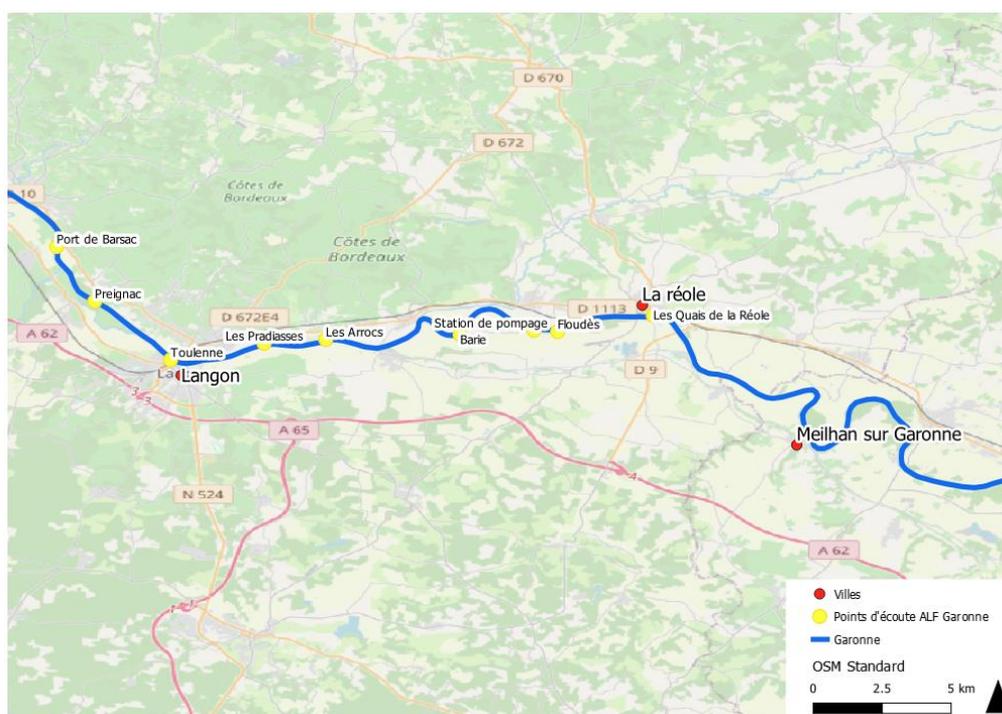


Figure 8 : Localisation des sites de suivis prioritaires sur la Garonne

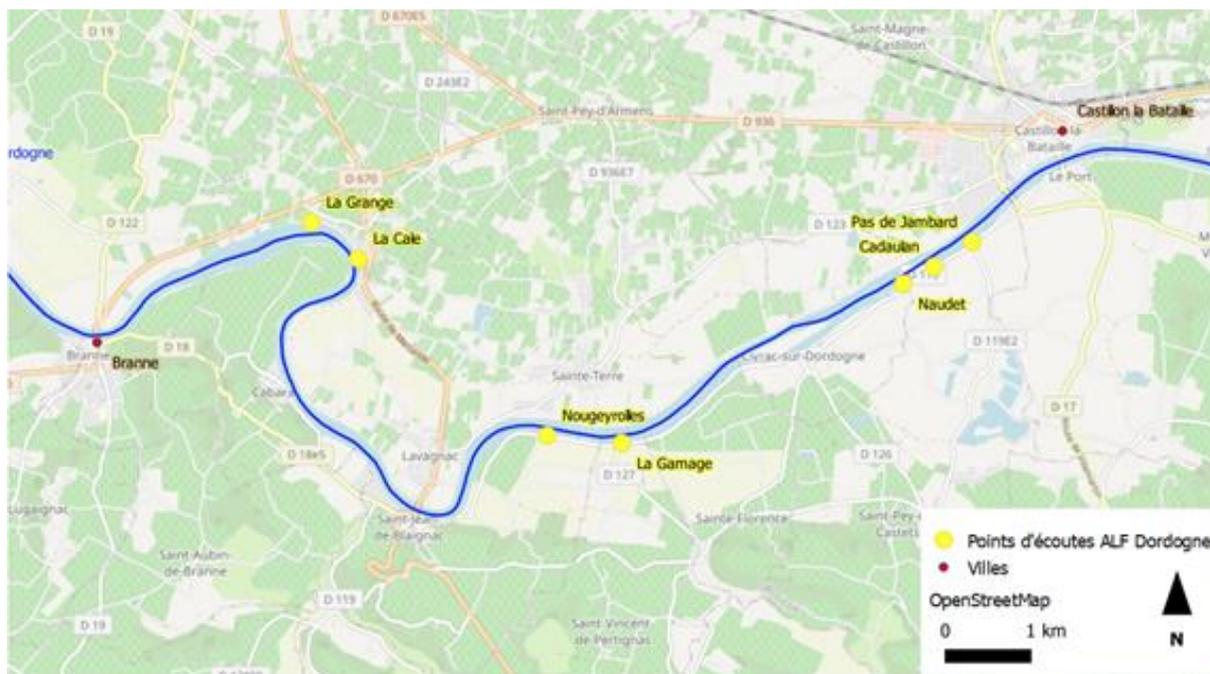


Figure 9 : Localisation des sites de suivi prioritaires sur la Dordogne

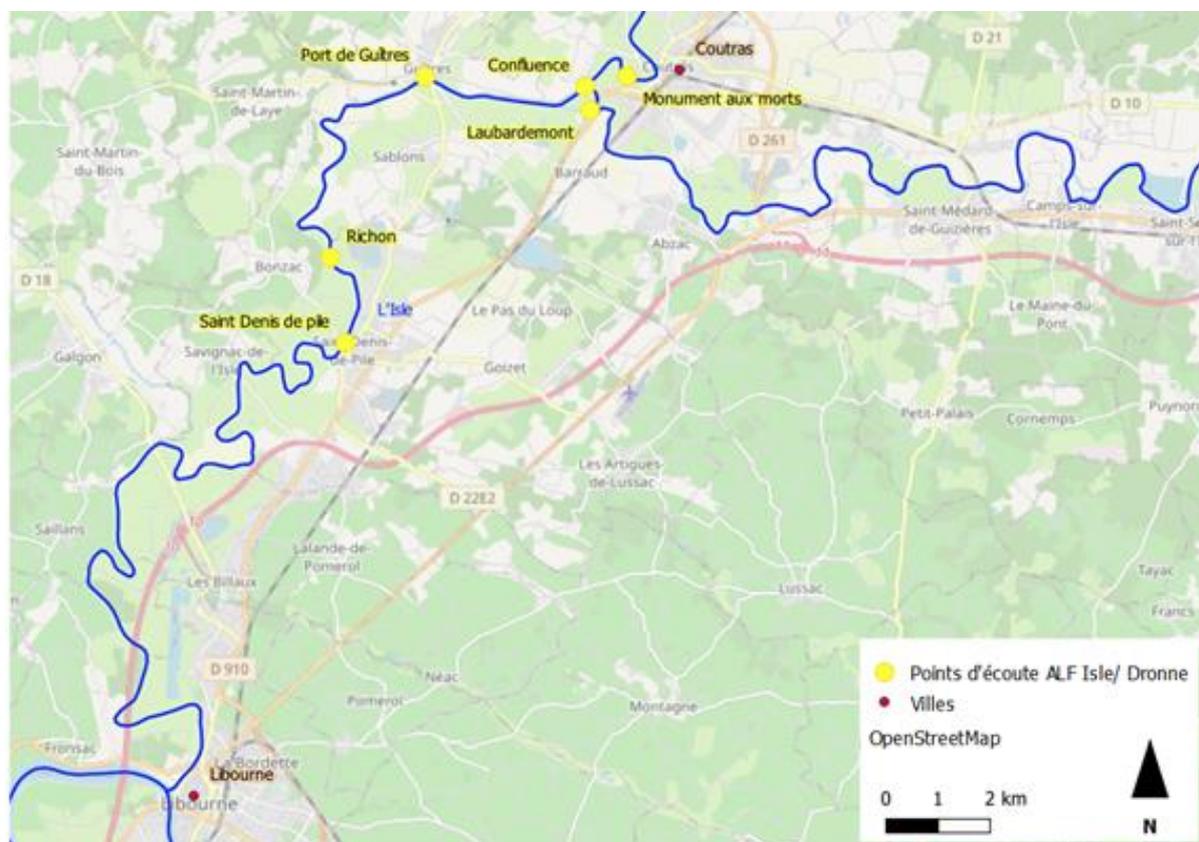


Figure 10: Localisation des sites de suivi prioritaires sur l'Isle / Dronne

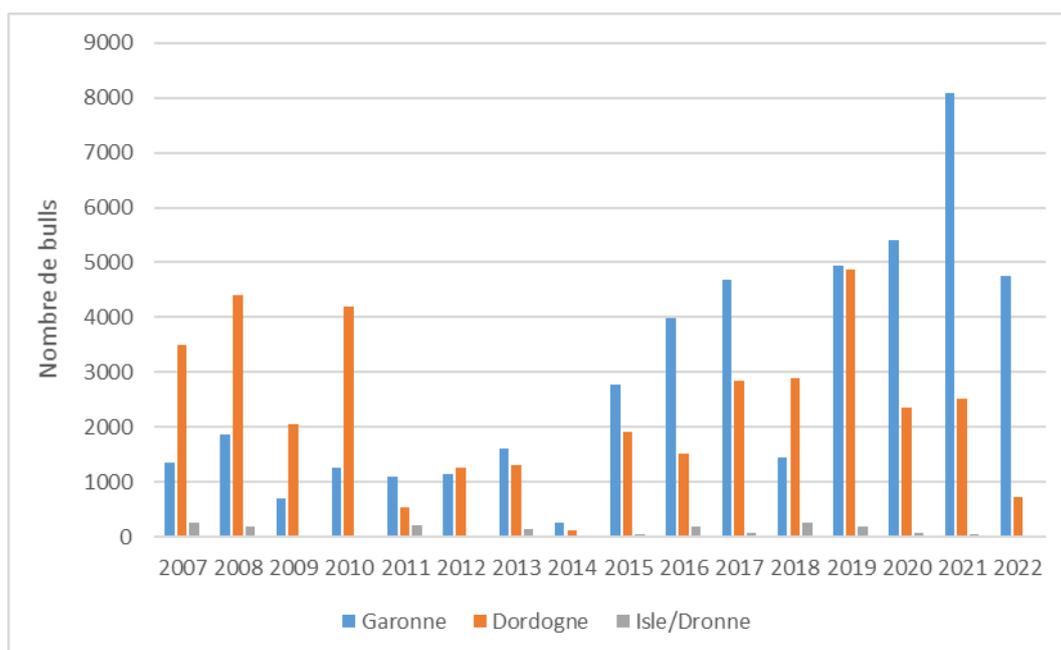


Figure 11 : Résultats des comptages de bulls depuis 2007

D'après le graphique ci-dessus, la Dordogne et la Garonne ont respectivement abrité depuis 2007, 44 % et 54 % des géniteurs d'aloses feintes du bassin (2 % sur Isle/Dronne). On remarque ainsi que la répartition entre les deux bassins varie beaucoup d'une année sur l'autre. Il dépend notamment des forts débits et/ou faibles températures qui ont tendance à diriger les géniteurs sur l'autre bassin versant. En 2022, le nombre de bulls entendus est très différent sur les deux cours d'eau avec une année en dessus de la moyenne sur la Garonne et une année bien en dessous pour la Dordogne. Ainsi la Garonne représente 86% de l'activité totale enregistrée cette année.

Axe Dordogne :

En 2022, la totalité des géniteurs observés est répartie de manière classique et relativement homogène sur un linéaire d'environ 25 kilomètres entre les communes de Branne et Flaujagues.

Au total, les 82 ¼ d'heure d'écoute directe auront permis d'entendre 656 bulls avec un maximum de 54 bulls par ¼ d'heure au Pas de Jambard le 23 mai.

Axe Garonne :

Cette année de l'activité de reproduction a été observée sur 39 km mais avec une concentration sur le secteur amont Langon – La Réole (19 km). Au final l'effort de suivi s'est traduit par 120 ¼ d'heure d'écoute pour 4745 bulls avec un maximum de 331 bulls par ¼ d'heure sur les quais de La Réole le 5 mai (record d'activité pour un quart d'heure depuis le début des suivis en 2007). L'activité de reproduction a particulièrement été concentrée sur cette frayère en 2022.

Axe Isle-Dronne:

Cette année, 2 nuits de prospection sur le bassin Isle-Dronne ont permis de dénombrer seulement 14 bulls répartis sur 20 ¼ d'heure d'écoute. Cette zone n'abrite toujours qu'une faible part des individus du bassin et sa colonisation semble dépendante de la densité de géniteurs sur la Dordogne.

3.3 Evolution de l'activité au cours de la saison :

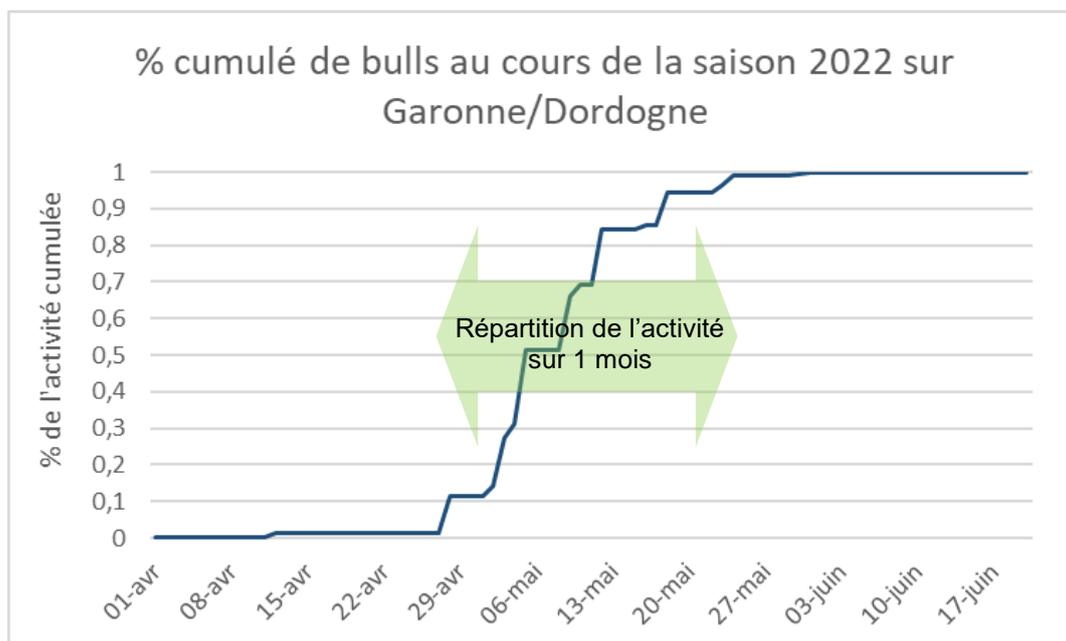


Figure 12 : Répartition de l'activité de reproduction au cours de la saison 2022

Les premiers bulls ont été enregistrés le 12 avril lors du premier suivi sur l'axe Garonne et les derniers, le 7 juin sur la Garonne également. Comme on peut le voir sur la Figure 15, la reproduction a été très courte comparé à une année normale (2 mois généralement). Cette observation est certainement à mettre en lien avec les conditions environnementales favorables de début de saison contrairement aux fortes températures du mois de juin (chapitre suivant) et au nombre assez faible de géniteurs.

3.4 Influence des conditions environnementales :

3.4.1 Le débit et la température :

		Avril	Mai	Juin
Dordogne	Débit moyen 2022	252	118	76
	Débit moyen 63 ans	327	276	186
Garonne	Débit moyen 2022	556	383	168
	Débit moyen 63 ans	841	790	539

Tableau 3 : Comparaison des débits mensuels de 2022 aux débits mensuels moyens à Marmande et Mauzac (DREAL Nouvelle Aquitaine)

La saison de reproduction des aloses feintes en 2022 est caractérisée par des débits moyen d'avril, mai et juin assez nettement inférieur aux débits moyens observés sur la chronologie de données et ceci pour les deux axes. L'activité n'a donc nullement été impactée directement par les débits et qui au vu de l'analyse des données antérieures peut constituer un véritable facteur limitant de la reproduction. D'après les observations des années précédentes, les gammes de débits les plus favorables à la reproduction sont de 0,4 et 1,5 fois le module (100 à 400 m³/s sur la Dordogne et 300 à 900 m³/s sur la Garonne). Cette année, les débits s'inscrivent donc dans un contexte très favorable pour la reproduction de l'alose feinte sur la Dordogne et la Garonne.

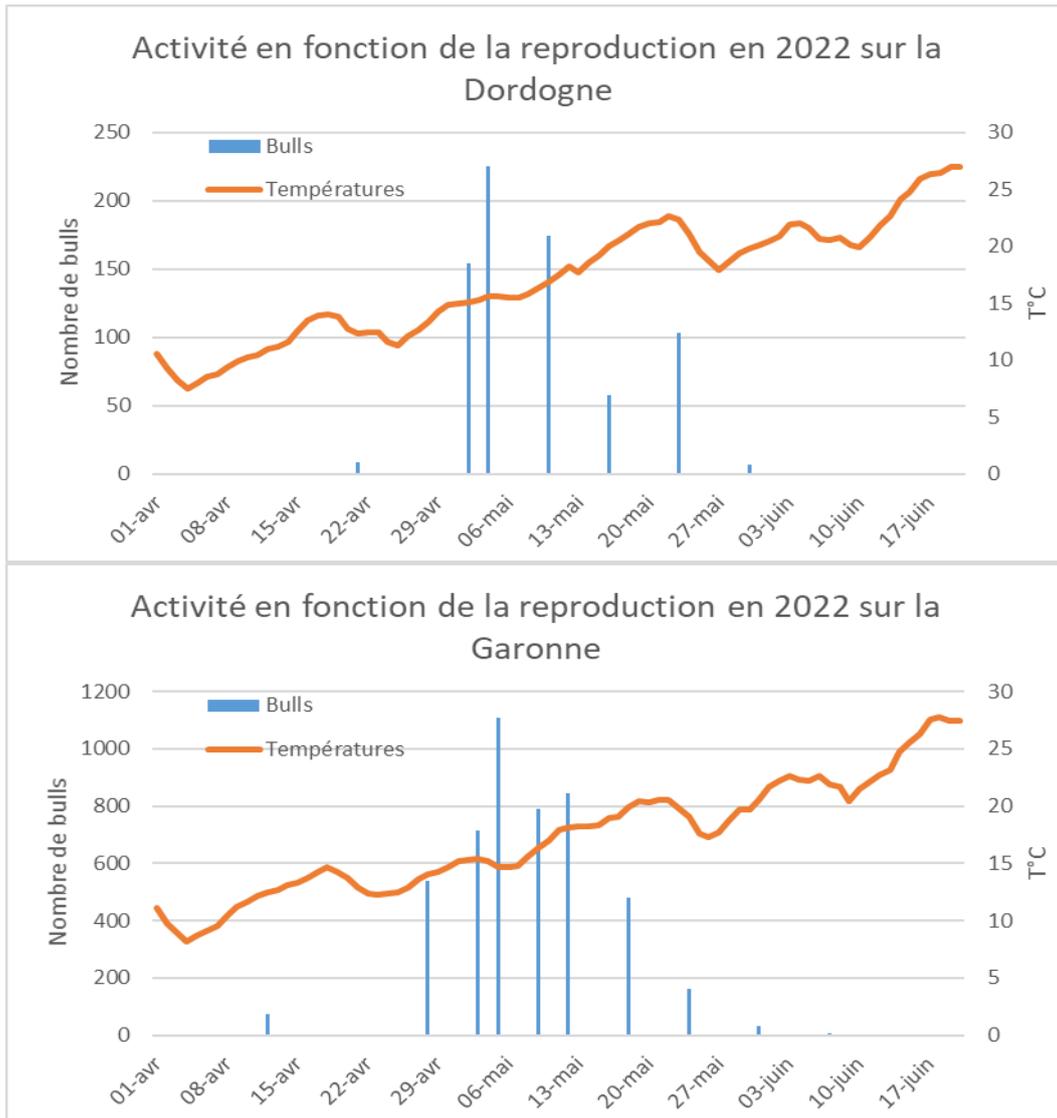


Figure 13 : Evolution de l'activité de reproduction par rapport à la température de l'eau en 2022

Cette année, l'évolution de la température sur les deux axes a été très proche. Le début de la reproduction sur les deux axes a été constatée sur les premiers suivis pour une température proche de 13°C. L'essentiel de l'activité sur les deux cours d'eau a eu lieu lors de l'augmentation quasi constante de la température de 13 à 22°C entre fin avril et fin mai. Peu de reproduction a été observée ensuite avec notamment des températures supérieures à 25°C dès le 15 juin.

3.4.2 L'heure :

Régulièrement au cours des suivis, un micro-enregistreur est placé sur un site de reproduction. Il permet de suivre l'activité de reproduction au cours de la nuit.

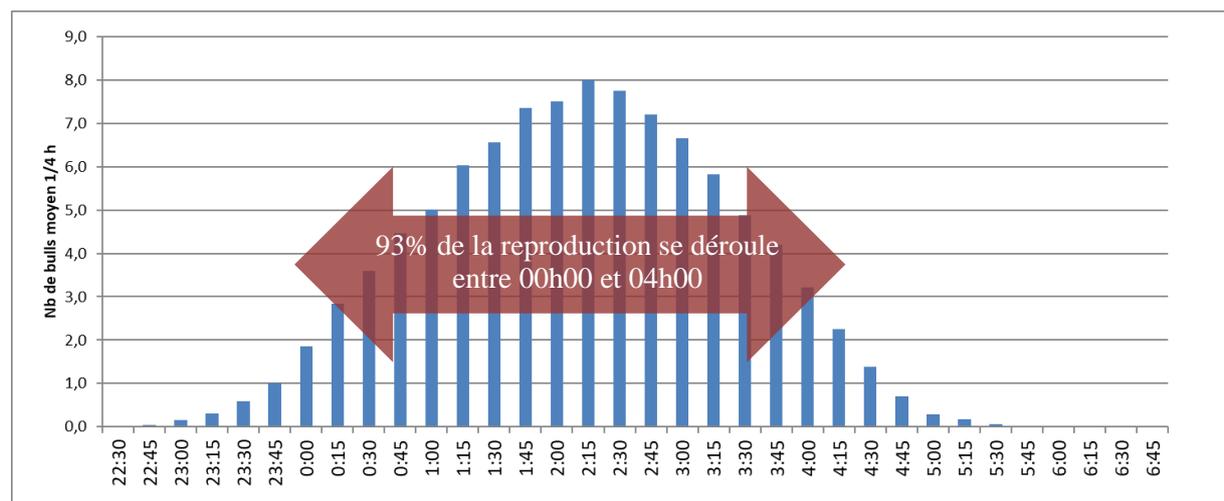


Figure 14 : Répartition de l'activité au cours de la nuit

Depuis 2007, plus de 800 h d'enregistrement ont été dépouillées et compilées afin d'obtenir cette répartition de l'activité au cours de la nuit. L'observation de l'activité au cours de la nuit (figure 18) montre de manière générale qu'il y a une période durant laquelle l'activité est assez importante. **On observe que plus de 93 % de l'activité totale est concentrée entre 00h00 et 4h00.**

3.4.3 La marée :

Les sites d'étude étant situés à plus d'une centaine de kilomètres de la mer, il existe un décalage horaire entre les calendriers de marée et le niveau d'eau réel sur la rivière à l'endroit et au moment intéressants. Les horaires des phases de la marée ont été obtenus par estimation des décalages horaires entre :

- **pour la Garonne** : Bordeaux et Langon (aval) / Castets (amont)
- **pour la Dordogne** : Libourne et Branne (aval) / Castillon-la-Bataille (amont)

Une sonde de niveau a été placée à Toulonne sur la Garonne. Celle-ci nous a permis de mieux appréhender l'influence de la marée sur la variation de niveau in situ. De cette manière, il a été possible de voir que sur ce site, situé à 45 km de Bordeaux et environ 145 km de la Pointe de Grave, le marnage oscille entre 1m et 3m50 selon le débit de la rivière et le coefficient de marée. Le décalage varie lui aussi entre 30 minutes pour la marée haute et 1 heure et demie pour la marée basse. Il est à préciser que les différences de décalage entre

pleine mer et haute mer induisent un flot plus court (4h) et un jusant plus long (8h) au niveau des sites suivis.

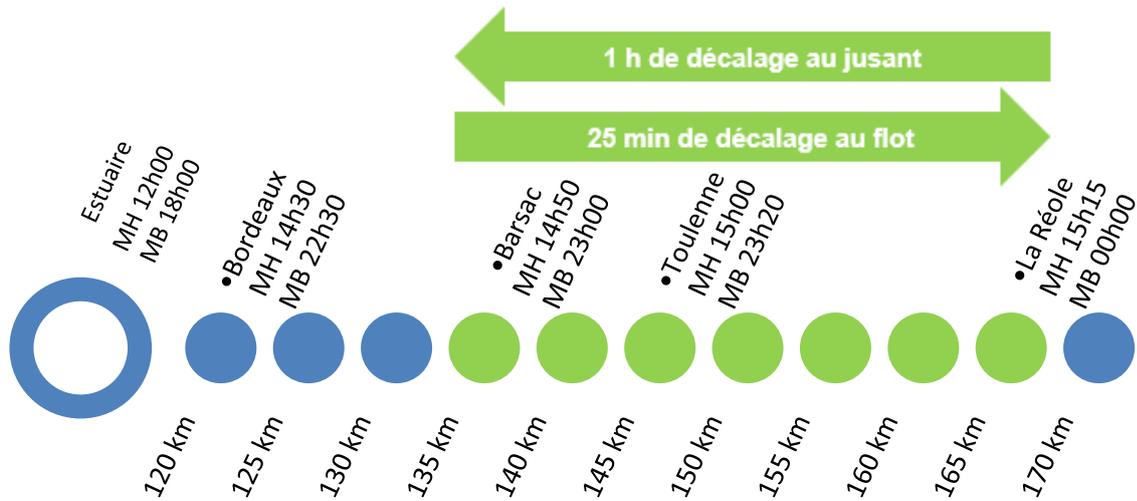


Figure 15 : Représentation du décalage de la marée entre la pointe de Grave et La Réole (les zones favorables à la reproduction sont en vert)

La pose d'enregistreur couplée avec celle d'une sonde de niveau a permis d'avoir l'évolution de l'activité en fonction du niveau d'eau. Les deux dispositifs ont été testés sur la Garonne et la Dordogne. Ainsi, une régression linéaire a pu être effectuée en cumulant les données obtenues entre la hauteur relative et le nombre de bulls relatif, c'est-à-dire que pour chaque nuit on divise la valeur par le maximum obtenu au cours de la nuit. Au total, 4 nuits ont été utilisées sur la Garonne et 5 nuits sur la Dordogne.

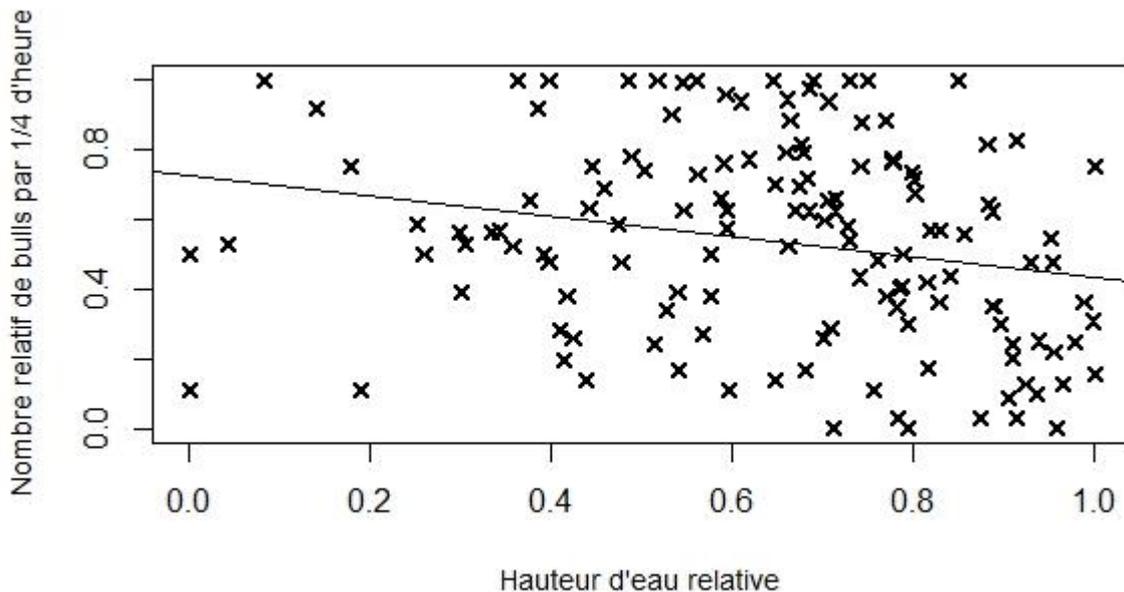


Figure 16 : Distribution des bulls par quart d'heure relatif en fonction de la hauteur d'eau relative

La régression linéaire montre une relation légèrement significative (p -value = 0.007) avec une légère corrélation de -0,29, c'est-à-dire que quand le niveau de l'eau augmente d'une unité, le nombre de bulls diminue de 0,29 unité. Il faut cependant relativiser ces résultats du fait que

le jusant représente les deux tiers du temps (8h) sur ces zones soumises à marée ; ainsi, la probabilité d'avoir du jusant lors des meilleures périodes de ponte (entre minuit et 4h du matin) est plus importante que pour le flot. De même, il serait intéressant d'avoir un jeu de données plus important pour affiner l'analyse.

3.5 Vers la mise en place d'un indice d'abondance de la population :

3.5.1 Un premier indice d'abondance

Au cours des premiers suivis un premier descripteur de la population a été établi et permet de caractériser grossièrement l'état de la population d'alose feinte. Il correspond simplement à un nombre moyen de bulls par heure sur la saison. Plusieurs critères ont été pris en compte afin de standardiser le calcul de l'indice :

- Seuls les résultats des frayères situées entre « Castillon-la-Bataille » et « Branne » pour la Dordogne et « La Réole » et « Barsac » pour la Garonne ont été retenus afin d'évaluer les secteurs actifs et de pouvoir comparer les résultats avec ceux des années précédentes. Ces secteurs représentent en moyenne plus de 90 % de l'activité du bassin Gironde-Garonne-Dordogne.

- Seuls les résultats obtenus entre 0h00 et 5h00 ont été retenus (plus de 95 % de l'activité est enregistrée sur cette plage horaire.)

Le tableau ci-après présente les indices d'abondances des quinze dernières années sur les bassins Garonne et Dordogne. En 2022, l'indice sur la Dordogne est parmi le plus faible depuis les 16 années du suivi alors que sur la Garonne l'indice est un peu au-dessus de la moyenne des années passées.

INDICE D'ABONDANCE (nbr bulls/H) ALF BASSIN GARONNE - DORDOGNE									
Bulls entre 0h et 5h sur sites références									
ANNEES	Dordogne			Garonne			BASSIN GARONNE DORDOGNE		
	BULLS comptabilisés	Nbr 1/4 H suivis	IND AB DOR	BULLS comptabilisés	Nbr 1/4 H suivis	IND AB GAR	BULLS comptabilisés	Nbr TOTAL 1/4 H suivis	IND AB BASSIN VERSANT
2007	2500	41	244	1097	26	169	3597	67	215
2008	2575	59	175	1405	47	120	3980	106	150
2009	1263	55	92	510	40	51	1773	95	75
2010	2752	65	169	766	46	67	3518	111	127
2011	331	40	33	860	72	48	1191	112	43
2012	779	71	44	905	76	48	1684	147	46
2013	1292	59	88	1580	99	64	2872	158	73
2014	102	44	9	252	67	15	354	111	13
2015	1590	87	73	2482	88	113	4072	175	93
2016	2055	132	62	5056	133	152	7111	265	107
2017	1840	84	88	4073	118	138	5913	202	117
2018	2450	109	90	1451	78	74	3901	187	83
2019	3456	88	157	4589	116	158	8045	204	158
2020	1667	68	98	4954	80	248	6621	148	179
2021	2343	114	82	7306	140	209	9649	254	152
2022	656	82	32	4230	100	169	4886	182	107
TOTAL	27651	1198	92	41516	1326	125	69167	2524	110

Tableau 4 : Evolution du nombre moyen de bulls par heure pour chaque saison.

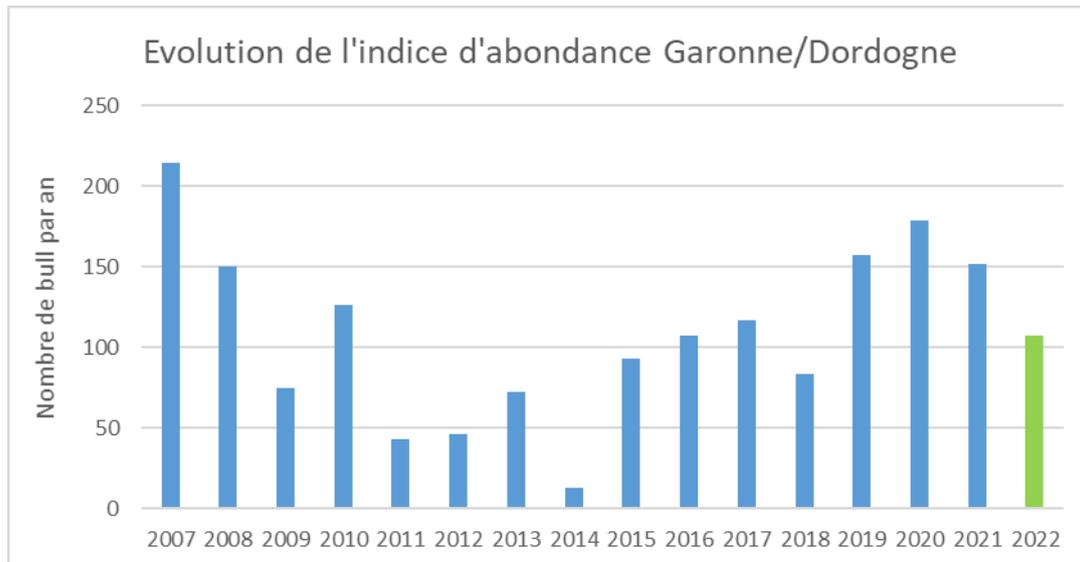


Figure 17 : Indicateur d'abondance de la population d'alose feinte

La figure ci-dessus semble montrer deux tendances avec tout d'abord une forte baisse de l'activité de reproduction et donc de la population d'aloses feintes sur la totalité du système Gironde Garonne Dordogne de 2007 à 2014. Puis une tendance qui semble bien s'inverser depuis 2015. Sur cette dernière période on note un cycle de 4 ans qui semble se dessiner avec un impact de la faible reproduction de 2014 qui se répercute en 2018 et 2022. De plus cet indicateur nous montre une certainement variabilité de l'activité de reproduction, notamment en lien avec l'hydrologie. Effectivement, la fréquentation des deux cours d'eau varie largement depuis le début de l'étude avec potentiellement une faible activité sur un axe qui peut être compensée par une plus forte sur l'autre.

3.5.2 Analyse et construction d'un nouvel indice d'abondance

2022 a été l'occasion de réaliser une analyse approfondie du jeu de données de 15 ans de suivi de l'activité de reproduction de l'alose feinte sur la Garonne et la Dordogne. Cette analyse a été effectuée dans le cadre d'un stage de fin d'étude (Ecole Supérieure d'Agriculture d'Anger) avec un co-encadrement INRAE (Patrick Lambert - Unité écosystèmes aquatiques, ressources en eau et risques – Bordeaux).

Les données récoltées ont donc dans un premier temps été sélectionnées puis analysées afin d'obtenir un outil d'abondance annuelle de la population d'alose feinte qui soit à la fois fiable, robuste et reproductible. Cet outil a été construit à partir d'un modèle statistique Delta-Poisson.

Depuis 2007, 3957 suivis sur le terrain ont été effectués au cours de 354 nuits sur la Garonne et la Dordogne. Chaque suivi de terrain se traduisant par un nombre de reproductions (bulls) pour un quart d'heure d'écoute sur une frayère et avec un changement de frayère pour chaque quart d'heure. Cette approche avait été mise en place afin de limiter les coûts de l'action vis-à-vis de la prospection nécessaire. Effectivement contrairement à la grande alose où toutes les frayères actives sont suivies presque tous les jours et pendant une grande partie de la nuit, un tel effort de suivi ne pouvait être mis en place pour la population d'alose feinte au vu du très grand nombre de frayères actives.

Cependant au cours des premiers suivis notamment, l'effort d'échantillonnage n'a pas été strictement identique en fonction des années. Cette variation concerne le nombre de frayères prospectées, la période et le nombre de sorties au cours de la saison et enfin la répartition horaire au cours de la nuit. En amont de l'application du modèle, un important travail de sélection des données a donc été fait. Parmi cette sélection, un choix de frayères considérées comme « références » a été opéré à partir d'un critère d'activité minimale mais aussi d'effort d'échantillonnage. Ainsi 7 frayères sur la Garonne et 7 sur la Dordogne ont été sélectionnées sur les 106 frayères prospectées depuis 2007 (Figure 17). De la même manière une plage horaire d'écoute a été sélectionnée comme étant représentative de l'activité au cours de la nuit (minuit à 4h45). Ainsi la sélection des données a permis de retenir 2009 quarts d'heure de suivis

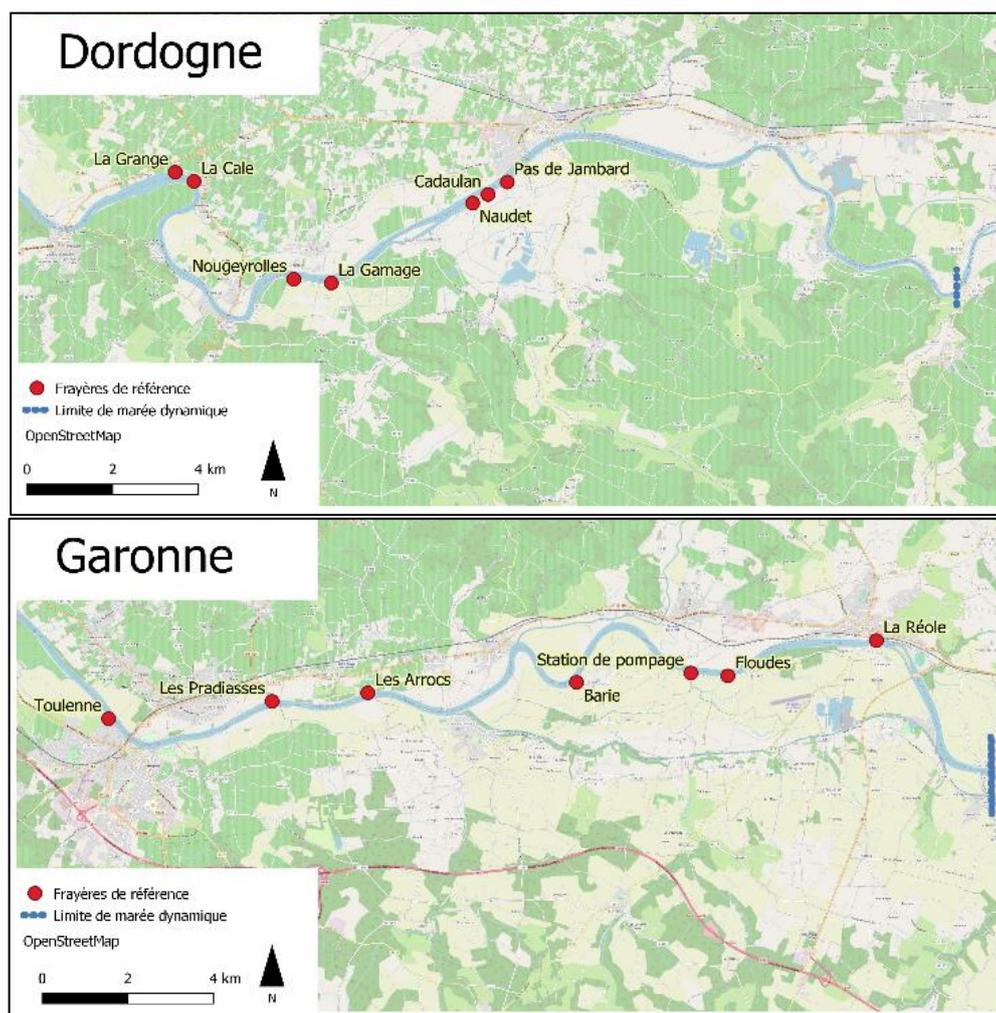


Figure 18 : Nouvelles frayères références sélectionnées

Au cours de l'analyse, il a été décidé d'appliquer un modèle Delta-Poisson. C'est un outil statistique qui permet de prédire l'activité de reproduction à partir des variables spatio-temporelles suivantes : le numéro de la semaine, du quart d'heure, de l'année et du site. La modélisation s'appliquera donc sur tous les quarts d'heure, sur tous les sites, toutes les semaines de la période de reproduction et pour toutes les années de 2007 à 2021. Ainsi le modèle reconstitue un jeu de données comme si un observateur était sorti toutes nuits d'avril à juin sur 14 frayères références.

L'ensemble des modalités de chaque variable de notre modèle est présenté dans la figure 19 ci-dessous.

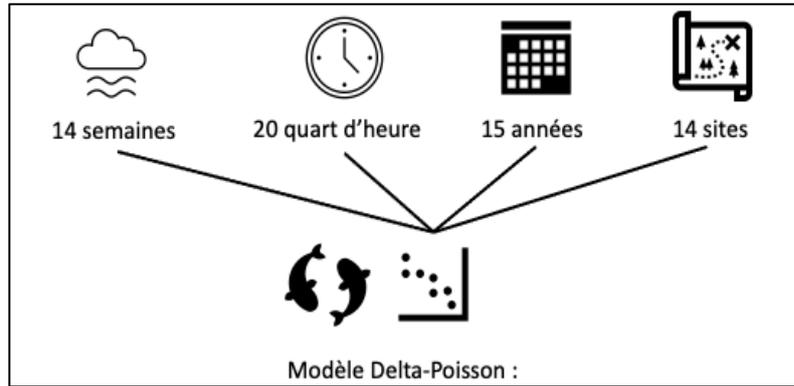


Figure 19 : Nombre de modalités pris en compte dans le modèle

Ce modèle combine deux modélisations (Figure 20) :

- **La modélisation Delta** : permet d'estimer une probabilité de présence/absence d'une activité de reproduction. Elle sera comprise entre 0 et 1. Plus elle sera proche de 1 et plus les conditions seront favorables à une activité de reproduction.
- **La modélisation Poisson** : permet d'estimer une intensité strictement positive de cette activité en fonction des mêmes variables explicatives. Elle s'exprime en nombre de bulls par quart d'heure.

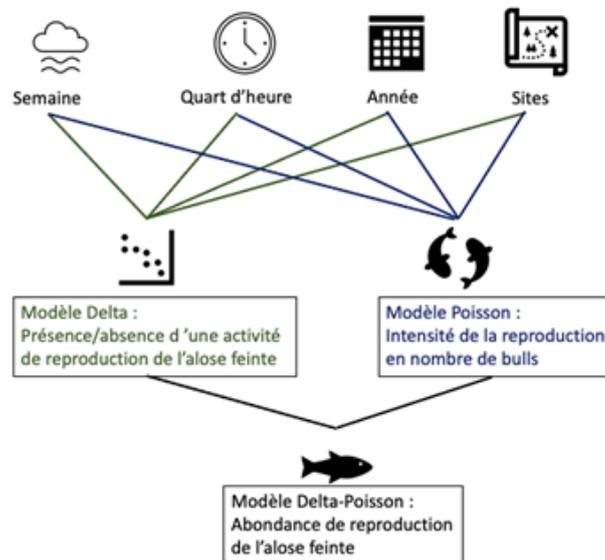


Figure 20 : Modèle Delta-Poisson dans le cadre de l'étude de l'activité de reproduction de l'alose feinte

Au final le modèle Delta-Poisson renseigne l'évolution de l'activité de reproduction de l'alose feinte en nombre de bulls par quart d'heure et donc une indication sur les tendances d'abondance des géniteurs. Dans ce modèle, l'indice d'abondance est estimé en fonction des variables spatio-temporelles telles que l'année, la saison, le quart d'heure et le site (Figure 21).

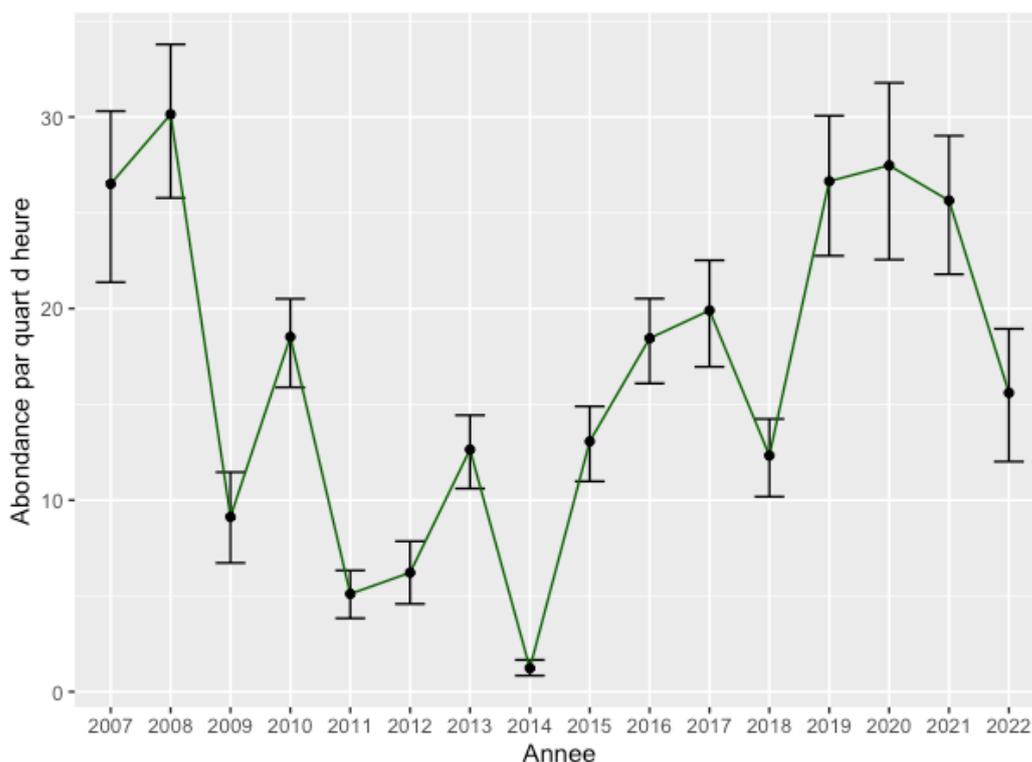


Figure 21 : Indice d'abondance du bassin calculé par le modèle

On retrouve une évolution très semblable au premier indice qui a été utilisé depuis 2007 (voir chapitre précédent) à savoir une première tendance à la baisse jusqu'en 2014 puis une tendance à la hausse avec une chute tous les quatre ans. Sur l'ensemble de la période analysée (16 ans, ajout de l'année 2022), l'activité moyenne calculé par le modèle se situe au environ de 16,5 bulls/ quart d'heure. La marge d'erreur moyenne de ce modèle est estimée à +/- 3 bulls par quart d'heure. L'année avec la plus forte reproduction calculée par le modèle est 2008 avec une moyenne de 28,8 bulls par quart d'heure et la plus faible est 2014 avec 1,2 bulls quart d'heure.

Le modèle peut également être appliqué aux deux axes séparément (Figure 21). Le fonctionnement hydrographique des bassins de la Garonne et de la Dordogne pourrait expliquer la répartition des aloses feintes. Sur la période de 2007-2010, la répartition est principalement concentrée sur la Dordogne avec en moyenne 72% de la population présente sur ce bassin. A partir 2011, elle s'inverse et devient plus importante sur la Garonne avec 62,6% de la population. Le maximum d'écart de répartition a été observé en 2021 avec 75% de la population présente sur la Garonne. L'analyse statistique de l'influence de la température dans le choix du cours d'eau (températures de mars et avril) par les aloses feintes a permis d'expliquer 46 % des variations de sa répartition entre les deux bassins. Depuis 2011, pendant 70 % de la période de migration, la température de la Garonne est plus importante que celle de la Dordogne. Ainsi, la répartition des aloses feinte entre les deux bassins ne semble pas dépendre d'un phénomène d'homing de rivière mais plutôt d'un impact de la température sur la migration des individus.

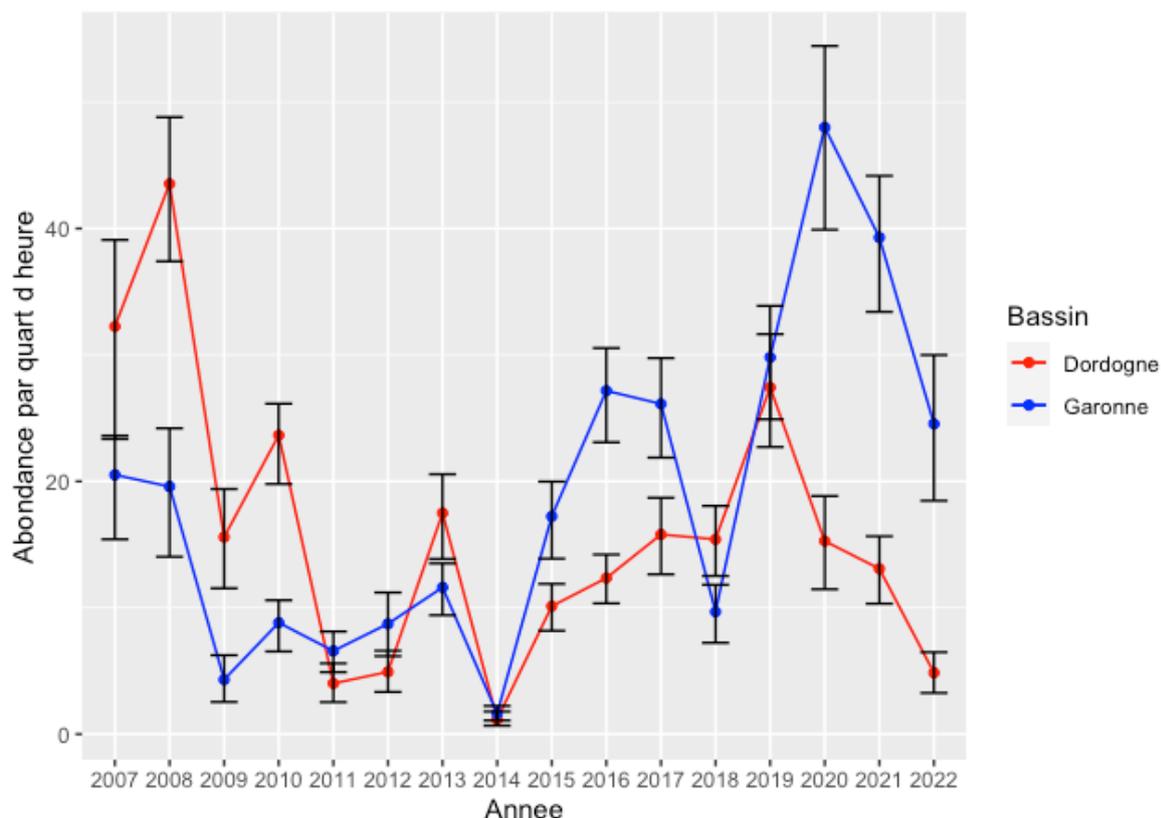


Figure 22 : Indice d'abondance en Garonne et Dordogne calculé par le modèle

L'outil développé est plus proche d'un descripteur que d'un indicateur puisqu'il n'a pas été possible de définir une grille d'évaluation de l'état de la population. Pour y parvenir, il serait nécessaire de déterminer une période de référence correspondant à une population en bon état. Malgré tout ce nouvel indicateur apporte de la robustesse dans l'interprétation car il permet de limiter grandement les biais liés à l'échantillonnage au cours de la nuit, de la saison et de l'année contrairement à l'ancien indice. De plus la construction de l'indice a permis d'apporter également une marge d'erreur aux données annuelles. En point d'amélioration il est à noter que le modèle n'inclue que des variables spatio-temporelles et non pas des variables hydro climatiques (température et débits) qu'ils seraient judicieux d'intégrer.

Enfin l'analyse globale réalisé au cours du stage a permis de mettre en place un protocole de suivi qui permettra de standardiser la récolte des données et donc exploitable par le modèle. Ainsi chaque sortie devra être réalisée idéalement:

- Entre 00h00 et 04h45.
- Deux fois par semaine sur les bassins de la Garonne et de la Dordogne.
- Sur l'ensemble de la période de reproduction : d'avril à début juillet.
- A minima sur les frayères actuelles de référence (7 en Garonne et 7 en Dordogne).

Et durant chacune d'entre elles il faudra :

- Dénombrer le nombre d'actes de reproduction pendant 15 minutes et noter les paramètres environnementaux (température, météo, marée, etc...)
- Visiter des frayères secondaires ou nouvelles afin de vérifier une potentielle évolution des secteurs de reproduction



Figure 23 : Bull d'alose feinte

A retenir :

- **Plus de 5 489 bulls entendus cette année. 7 fois plus d'activité sur la Garonne par rapport à la Dordogne.**
- **Localisation des bulls sur le secteur amont (La Réole) sur la Garonne. Répartition plus homogène sur la Dordogne.**
- **Conditions de reproduction cette année favorables sur les deux axes surtout en début de saison**
- **Moyenne à 107 bulls par heure en 2022 sur l'ensemble du bassin (un peu en dessous de la moyenne).**
- **Analyse globale des données disponibles (stage de fin d'étude) et construction d'un nouvel indice d'abondance (Modèle Delta-Poisson).**

CONCLUSION

Le suivi de la reproduction naturelle de l'alose feinte s'inscrit dans une continuité d'études menées sur cette espèce, débutées en 2005 sur la Garonne et étendues à l'ensemble du bassin GGD depuis 2007.

L'alose feinte est une ressource bien présente sur le bassin qui, au-delà de son caractère hautement patrimonial, possède potentiellement de réels enjeux socio-économiques, en lien notamment avec la pêche de loisir à la ligne. La pêche de ce poisson (également appelé « gatte » ou « gat » dans la région) représente une véritable tradition.

Ce suivi a pour principal objectif de caractériser l'activité de reproduction afin d'avoir une vision globale de la population sur les axes Dordogne et Garonne. En 2022 un important travail d'analyse de la base de données historique a permis d'aboutir à un nouvel indice d'abondance.

Contrairement à la grande alose, tous les sites de reproduction ne peuvent être suivis car trop nombreux, ainsi une veille de la population est maintenue et les frayères principales sont maintenant connues. Ces frayères sont suivies régulièrement sur la Garonne, la Dordogne et sur l'axe Isle/Dronne. Sur ce dernier axe, l'activité de reproduction reste toujours faible en regard des deux autres.

Au cours du suivi 2022, 61 h d'écoutes directes ont été effectuées en 22 nuits de suivi sur les trois axes, effort légèrement en dessous des années précédentes et à mettre en lien avec une période de reproduction courte. 5489 bulls ont été entendus sur l'ensemble du bassin ce qui correspond à la moyenne observée depuis 2007. Cette année, l'activité observée a été bien plus importante sur la Garonne (86%) et avec moins de 1 % des bulls entendus sur l'axe Isle/Dronne. Enfin, sur l'ensemble du bassin, la reproduction a été observée du 12/04 au 15/06.

D'après la littérature, les trois principaux facteurs ayant un impact sur la migration de l'alose feinte sont : la température, le débit et la marée. D'après les données des suivis menés depuis 2007 (plus de 1000 h d'écoute sur le terrain et 70 111 bulls répertoriés), on observe que :

- plus de 93 % de l'activité totale est concentrée entre 00h00 et 4h00 ;
- la hausse du débit, conjuguée à la baisse de la température, diminue voire stoppe la reproduction sur les deux axes ;
- l'activité de reproduction est maximale pour des températures entre 14 et 19°C ;
- les années à faible hydrologie, l'activité reproductrice peut être importante jusqu'à 23°C ;
- les gammes de débits les plus favorables à la reproduction sont du même ordre sur chaque bassin. A savoir entre 0,4 et 1,5 fois le module ;
- les analyses menées montrent une légère influence de la marée sur l'activité de reproduction (à vérifier cependant).

Il est important de préciser que le suivi de cette espèce est particulièrement difficile du fait de la grande dispersion de l'activité de reproduction le long des axes migratoires. A l'échelle du bassin versant, le suivi et l'évaluation de l'état de la population ne peuvent actuellement être réalisés que globalement avec des méthodes adaptées aux coûts. Cependant, au fil des saisons et des prospections, nous constatons que les sites choisis sur chaque axe accueillent tous les ans une très grande part de la population du bassin. Ces sites sont toujours les plus actifs du bassin. Ce suivi reflète donc certainement fidèlement les

tendances de l'évolution de la population. Ces connaissances sont de plus en plus importantes dans le contexte actuel d'érosion de la biodiversité.

Le travail d'analyse de données réalisé au cours du stage de fin d'étude a permis de nettement améliorer l'indice d'abondance de la population notamment en limitant un certain nombre de biais non pris en compte dans le précédent indice. Au final, les résultats du modèle en 2022 montre une nouvelle chute de l'indice cette année et avec un cycle de 4 ans qui se dessine (années de faible reproduction en 2018 et 2014). Plus Globalement on observe une première période de diminution de 2007 à 2014 puis une augmentation entre 2015 et aujourd'hui. Par ailleurs, cet indice d'abondance pourrait être combiné à l'indice d'abondance des alosons en estuaire afin d'estimer une relation stock-recrutement et permettant d'offrir une vision dynamique du fonctionnement de la population.

Dans un contexte d'une forte érosion de la biodiversité observée à l'échelle mondiale, avec un constat très alarmant concernant nos migrateurs amphihalins et ceci en lien étroit avec nos activités, l'alose feinte est certainement l'une des rares espèces qui, sur ces 16 années de suivis, semble fréquenter de manière régulière et importante notre bassin. Cette observation est probablement à mettre en lien avec des zones de reproduction non perturbées par les ouvrages hydrauliques, comme on a pu l'observer sur d'autres cours d'eau européens où l'édification de barrages très à l'aval des bassins a conduit à une chute des effectifs. Une deuxième raison est peut-être une limitation des prélèvements sur cette espèce, en lien avec une interdiction de la consommation entre 2010 et 2016 (PCB) mais aussi parce que, de manière générale, cette espèce est moins recherchée par la pêche.

Malgré tout, il faut être vigilant quant à l'évolution de cette population car c'est une espèce qui peut être exploitée sur frayère et pendant la période de reproduction. Il paraît donc primordial d'avoir une attention particulière sur l'activité humaine centrée sur ces zones de reproduction.

BIBLIOGRAPHIE

- APRAHAMIAN M.H., 1981. Aspects of the biology of the twaite shad (*Alosa fallax*) in the rivers Severn and Wye (Britain). Ph.D. thesis, University of Liverpool, 372 p.
- BAGLINIERE J.L., Elie P., 2000 – Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) – Ecobiologie et variabilité des populations. Cemagref, Inra Editions, Paris, 277 p.
- BOISNEAU P., MENNESSON-BOISNEAU C., 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. Bull. Fr. Pêche Piscic. 316 : 15-23.
- BOYER S., CARRY L., 1998. Plan de Gestion des poissons migrateurs amphihalins. Garonne -Dordogne – Charente. Rapport Migado pour le CO.GE.PO.MI. du 11 décembre 1998, 8 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., MATHERON, C., CLAVE, D., 2017. Etude survie grande alose : compte rendu d'activité de la production de larves et du suivi des alosons. Rapport d'activité MIGADO, 55 p.
- CASSOU-LEINS F., 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.
- CASTELNAUD G., ROCHARD E., GAZEAU C., 1999. Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde. Suivi des captures 1997 – Etude de la faune circulante 1998. EDF CPN Blayais/Etude Cemagref, Groupement de Bordeaux n°41, 172 p.
- FILLOUX D., CAUT I., BOUYSSONNIE W., 2017. Suivi de la population d'alose feinte sur la Garonne et la Dordogne. Rapport MIGADO 2017. 26 p.
- GIRARDIN M., CASTELNAUD G., A. LAPLAUD, 2007. Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde – Suivi des captures 2005 – Etude de la faune circulante 2006. Rapport pour EDF CNPE du Blayais/ Etude Cemagref, groupement de Bordeaux, Cestas. N°116, 218 p.
- GIRAUDET J., 2022. Mise en place d'un indicateur d'abondance de la population d'alose feinte (*Alosa fallax*) sur le bassin Garonne-Dordogne. Rapport de stage, 49p.
- LARINIER M., 1980. Effets mésologiques des extractions de granulats dans le lit mineur des cours d'eau. CERIT-CTGREF, rapport technique.
- LOCHET, A., 2006. Dévalaison des juvéniles et tactiques gagnantes chez la grande alose *alosa alosa* et l'alose feinte *alosa fallax* : apport de la microchimie et de la microstructure des otolithes. Thèse doctorat de l'université Bordeaux I, 220 p.
- REDECKE H.D., 1939. Uber den bastard clupea *Alosa finta* Hoek. Archs. Neerl. Zool., 3 (supp.) : 148-158.
- ROULE L., 1922. La migration et la protandrie de l'alose feinte. Ann. Soc. Nat. Zool. 10 :61-76.
- SABATIE, M.R., 1993. Recherches sur l'Ecologie et la Biologie des aloses du Maroc (*Alosa alosa* Linné, 1758 et *Alosa fallax* Lacépède, 1803) : exploitation et taxonomie des populations

atlantiques, bioécologie des aloses de l'oued Sebou. Thèse doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 326 p.

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 : pêche, biologie et écologie. Etude particulière de la dévalaison et de l'impact des activités humaines. Thèse doctorat, Université de Bordeaux I, 568 p.

VINCENT P.B., 1894. Notes sur l'alose. Rev. Marit. Coloniale, 122 : 667-681.

WHEELER A., 1969. Fish-life and pollution in the lower Thames : a review and preliminary report. Biol. Conserv., 2 (1) : 25-3

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

Opération financée par :



Union Européenne

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



RÉGION
**Nouvelle-
Aquitaine**



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

eAU

GRAND SUD-OUEST
AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE



Association MIGADO

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

www.migado.fr -

