



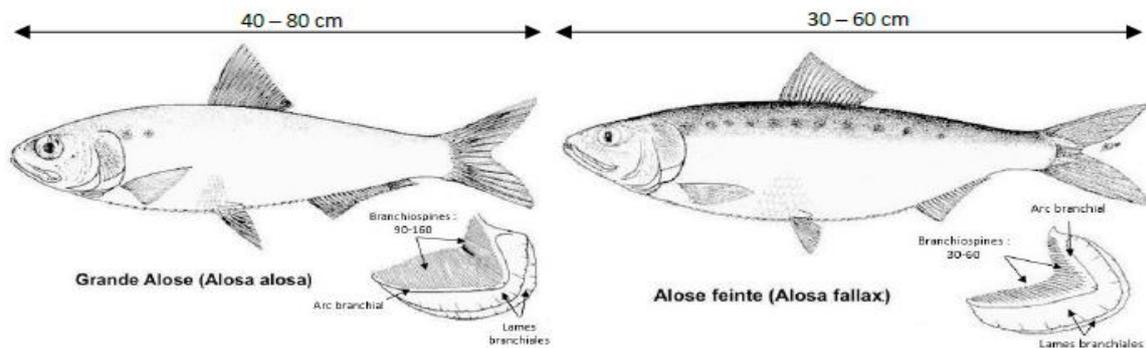
EPTB Charente
Etablissement Public Territorial de Bassin Charente



DEAU Maxime

MASTER 2 « DYNAMIQUE DES ECOSYSTEMES AQUATIQUES »

ANNEE UNIVERSITAIRE 2019/2020



Estimation de la population de géniteurs d'aloses (*Alosa sp.*) sur le bassin de la Charente



STRUCTURE D'ACCUEIL : EPTB Charente

Responsable de Stage : POSTIC-PUIVIF Audrey – Chef de projet Poissons Migrateurs

Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'entreprise ou du laboratoire d'accueil

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier sincèrement Audrey POSTIC-PUIVIF pour m'avoir acceptée en stage et pour sa présence tout au long de ses 6 mois dans ce contexte si particulier. Je la remercie particulièrement pour sa disponibilité, les pauses/relèves pendant le confinement, ses corrections, la confiance qu'elle m'a accordée et ses conseils avisés. Ça a été un réel plaisir de travailler avec toi.

Merci à Éric BUARD et François ALBERT, autres membres de la Cellule Migrateurs, ainsi que Marc-Antoine, pour leur apport de connaissances, les sorties terrains, que ce soit à terre comme sur l'eau, sous la grêle ou sous un soleil de plomb à chercher aloses, lamproies et anguilles ou durant ces nuits d'écoute. Malgré les chiffres encore faibles de cette saison, j'ai passé de très bons moments et j'ai appris au contact de chacun d'entre vous.

Je remercie également les équipes de Fédérations de pêches 16 et 17 ainsi que les équipes de l'Agence Française pour la biodiversité 16 et 17 pour le travail fourni dans le suivi de reproduction des aloses.

Merci à toute l'équipe de l'EPTB Charente pour l'accueil chaleureux, la présence, le soutien, la cohésion et la convivialité dont vous faites preuves au quotidien ; je me suis tout de suite senti inclus au sein de votre équipe, et cela, même en ayant passé seulement 5 jours à vos côtés avant le confinement. J'ai vraiment appris à vous connaître et passé de bons moments avec chacun d'entre vous, que ce soit lors des repas et pauses café du matin comme autour d'un camembert/frites après la journée de travail. Petite mention à Adeline pour avoir été présente lors des moments un peu compliqués, à Thomas pour les conseils en statistiques, à Florent pour les footings après le travail et m'avoir fait découvrir le wakeboard et enfin à Marc-Antoine pour l'ensemble de son œuvre et sa bonne humeur quotidienne ; c'était un véritable plaisir de partager ce bureau avec toi. Je ne pourrai pas terminer ce petit paragraphe sans adresser encore une fois mes félicitations à Denis pour son mariage et à Thomas pour la naissance de sa petite Ondine ; soyez heureux !

J'ai aussi une petite pensée et envie de remercier ma super promotion. À nos galères, nos entraides, nos travaux de groupes, tous nos fous rires et les moments de partages passés avec vous que je n'oublierai jamais. Nous prendrons tous des chemins différents, mais je prendrai toujours plaisir à avoir des nouvelles ou recroiser chacun d'entre vous. Bon courage à tous pour votre futur professionnel !

Pour finir, un immense merci à mes parents qui seront toujours là. Je vous dois beaucoup. Petite pensée pour toi Valentin, mon frère, qui ne sera pas présent pour fêter la fin de mes études, car tu sers ton pays ; "Croche et tient" et rentre vite le Marsouin !

Table des matières

Avant-Propos.....	1
Introduction.....	2
Matériel et méthodes.....	3
1. Les aloses.....	3
1.1 Systématique et morphologie	3
1.2 Règlementation des aloses et de leurs habitats.....	3
1.3 La répartition géographique.....	4
1.4 Le régime alimentaire.....	5
1.5 Le cycle biologique et la reproduction	5
1.6 Intérêt des aloses	6
2 L'axe Charente et son Bassin.....	7
2.1 Contexte et généralités	7
2.2 Le bassin de la Charente et les Aloses.....	7
2.3 La passe à poisson de Crouin.....	9
3 Evaluation du nombre de géniteurs sur le Bassin charentais	9
3.1 Les principales frayères	9
3.2 Mise en place du suivi audionumérique.....	10
3.3 Les suivis de terrains nocturnes	11
3.4 Acquisitions des variables environnementales et biologiques	11
3.5 Traitement des données.....	11
4 Survie des œufs et des larves	13
Résultat.....	13
1. Données brutes : nombre de bulls dépouillés.....	13
2. Nombre de géniteurs	14
2.1 Géniteurs estimés sur la saison 2020	14
2.2 Géniteurs estimés sur le bassin Charente depuis 2013	14
2.3 Discrimination statistique de la taille des aloses (<i>Alosa alosa</i> et <i>Alosa fallax</i>) sur la passe à poisson de Crouin (16).....	16
2.4 Comparaison du nombre et de la répartition des bulls de grande aloses pour les années 2014 et 2020.....	17
3. Efficacité de la reproduction	18
3.1.1 Température et débit	18
3.1.2 Survie cumulée des œufs et larves.....	19
Discussion.....	20
1. Une chute constante des effectifs de géniteurs depuis 2015.....	20

2. Influence importante de la température et du débit.....	20
3. Influence des ouvrages.....	21
4. Constat à la passe à poissons de Crouin.....	21
5. L'impact potentiel du silure.....	22
6. Quelle efficacité dans la reproduction ?	22
7. Amélioration possible de la méthodologie par l'intelligence artificielle.....	23
Conclusion et perspectives.....	24
Références bibliographiques	25
Annexes	29

Table des illustrations

Figure 1: Dessins des deux espèces françaises d'aloses : <i>Alosa alosa</i> et <i>Alosa fallax</i> et schémas de leur premier arc branchial où est indiqué le nombre de branchiospines permettant leur identification (Source : DORIS, 2018).	3
Figure 2: Cycle biologique d' <i>Alosa alosa</i> (en vert) et d' <i>Alosa fallax</i> (en violet) dans les cours d'eau français. Les périodes des stades de développement et les événements du cycle sont indiqués en italique (Sources : Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981 ; Taverny1991 ; Baglinière & Elie, 2000 ; Aprahamian et al., 2003 ; Baglinière et al., 2003 ; Lochet, 2006).	5
Figure 3 : Carte représentant l'emplacement des trois principales frayères de la Charente : Taillebourg, La Baine et Crouin (source : EPTB Charente).	10
Figure 4 : (A) Photo du dispositif d'enregistrement posé sur le site de Taillebourg et (B) schéma des dispositifs d'enregistrements (source : Van Der Linde : 2018)	10
Figure 5: Forme du son d'un bull entendu sur la frayère de Taillebourg grâce au logiciel Audacity....	11
Figure 6: Schéma des plages de températures pour une survie cumulée des œufs et des larves supérieure à 80% (optimal range) et supérieure à 5 % (tolérance range) (Source : Jatteau et al., 2017).	13
Figure 7: Nombre total de bulls entendus au cours de la saison 2020 sur les trois principales frayères de la Charente. De l'aval vers l'amont : Taillebourg (n = 20 nuits), La Baine (n = 65) et Crouin (n = 15). Les chiffres représentent le nombre de bulls dépouillés sur chacune des frayères.	14
Figure 8: Nombre total de géniteurs d'aloses estimés depuis 2013 sur la Charente. L'année 2015 n'apparaît pas en raison du faible nombre de prospection des frayères, n = 3.	15
Figure 9: Nombre de géniteurs d'aloses depuis 2013 sur chacune des trois principales frayères de la Charente (Taillebourg, La Baine et Crouin). L'année 2015 n'apparaît pas en raison du faible nombre de prospection, n = 3 par frayère.	15
Figure 10: Analyse de la mesure des tailles moyennes en position "près" et "intermédiaire" identifiés sur la passe à poisson de Crouin (J.Dartiguelongue, 2020).	17
Figure 11: Température moyenne de la Charente (°C) du 1er mars au 17 juillet, à la passe à poissons du Crouin (2011-2017) et à Châteauneuf-sur-Charente (2016), selon les années.	18
Figure 12: Débit moyen de la Charente (m ³ /s) du 1er mars au 15 juillet à la station de Beillant (2011-2020).	18
Figure 13 : Débit de la Charente (m ³ /s) du 1er mars au 15 juillet à la station de Beillant de 2013 à 2020 inclus.	19
Figure 14: Nombre jours hors des plages de température de survie cumulée des œufs et larves d'aloses selon les années (n = 153/an). Survie cumulée >80% à températures comprises entre 16,6 et 24,8 °C ; survie cumulée > 5% à températures comprises entre 10,8 et 29,8 °C.	19

Avant-Propos

L'EPTB Charente (Établissement Public Territorial de Bassin de la Charente) a été créé en 1977 suite à la sécheresse historique de 1976. Les quatre conseils départementaux de l'ancienne région Poitou-Charentes ont participé à sa création : Charente, Charente-Maritime, Deux-Sèvres et Vienne. Sa principale mission est la promotion de la gestion de l'eau à l'échelle du bassin de la Charente au travers d'études et de travaux visant l'amélioration du régime hydraulique, que ce soit lors des étiages estivaux ou des crues, ainsi que le maintien ou la reconquête de la qualité des eaux et des milieux aquatiques et la valorisation touristique du fleuve et de ses affluents. Il est le lien entre les collectivités territoriales compétentes pour cette gestion.

La présence de bonnes potentialités d'accueil pour les poissons migrateurs amphihalins a été mise en évidence sur la globalité des bassins Charente et Seudre suite à une étude des potentialités d'accueil menée en 2003, à l'initiative de l'EPTB Charente. Les enjeux de conservation importants couplés aux nouveaux outils de cadrage (DCE, ...) ont conduit à une concertation entre les différents partenaires du bassin dans un objectif d'actions communes.

C'est dans ce contexte qu'en 2008 la volonté de mettre en place une animation « poissons migrateurs » a vu le jour avec la création de la Cellule Migrateurs Charente-Seudre (CMCS). Le CREAA (Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole) a rejoint la Cellule en 2010. Le travail s'organise autour de programmes d'actions pluriannuels de gestion pour la sauvegarde et la restauration des poissons migrateurs amphihalins. La CMCS s'appuie sur le travail complémentaire de 3 animateurs répartis sur le territoire du bassin de la Charente et qui assurent un lien constant entre les différentes actions : Audrey POSTIC-PUIVIF basée à Saintes (EPTB Charente), François ALBERT basé à Angoulême (MIGADO), et Éric BUARD basé au Château-d'Oléron (CREAA). Pour ma part, j'ai pu effectuer mon stage au sein de l'EPTB Charente et donc au sein de la CMCS sous la responsabilité scientifique d'Audrey POSTIC-PUIVIF.

Introduction

Les poissons migrateurs amphihalins sont des espèces accomplissant des trajets migratoires plus ou moins importants entre les milieux marins et fluviaux durant leur cycle de vie. Les espèces anadromes, comme la grande alose (*Alosa alosa*) et l'alose feinte (*Alosa fallax*), vivent et se développent en mer avant de venir se reproduire en rivière. Les aloses sont des espèces particulièrement bioindicatrices en raison des nombreuses pressions qu'elles subissent. Le changement entre eaux douces et salées induit une pression osmotique et les trajets migratoires, une dépense importante d'énergie (Zydlewski & Wilkie, 2012). Les changements du milieu comme la qualité des eaux ou les variations de débits impactent fortement ces populations (Labedan, 2017). Les pressions anthropiques sont nombreuses (Taverny, 1991 ; Baglinière *et al.*, 2003 ; Cellule Migrateurs Charente Seudre, 2011) : la surexploitation des populations par pêche ou braconnage (civelles, caviars d'esturgeon...), la pollution des eaux, la destruction des frayères, la présence d'ouvrages en travers du lit, ... (Baudoin *et al.*, 2014 ; Guillerault *et al.*, 2015 ; Dartiguelongue, 2018). Ces derniers peuvent entraîner des retards dans la migration et l'accès aux sites préférentiels de reproduction avec, pour conséquence, des mortalités par épuisement, un stress ainsi que des blessures suite à des tentatives de franchissement répétées (Larinier *et al.*, 1994 ; Baudoin *et al.*, 2014). Ainsi vulnérables, les poissons sont plus sensibles à la prédation et aux risques de maladies (Baudoin *et al.*, 2014 ; Guillerault *et al.*, 2015). En effet, Baudoin *et al.* estimerait leurs nombres supérieurs à 70 000 en France.

À l'échelle du territoire de la Charente, un état des lieux sur les potentialités d'accueil des poissons migrateurs a été réalisé en 2003 par l'EPTB Charente (HYDRO CONCEPT, 2003). Ce n'est qu'à partir de 2009 que les premières actions concrètes ont été mises en place, à partir d'un programme d'action piloté par la Cellule Migrateurs Charente-Seudre. Les suivis sont relativement récents et ne permettent pas de connaître précisément le stock présent sur le bassin Charente, même si le constat d'une tendance globale à la baisse est visible au fil des années. Si on compare cette tendance avec les grands bassins voisins, tels que Garonne-Dordogne ou encore celui de la Loire, la tendance est relativement similaire.

C'est dans l'objectif d'améliorer cette tendance qu'un PLAN de GEstion des POissons Migrateurs (PLAGEPOMI) à l'échelle des bassins Garonne-Dordogne-Charente-Leyre est mis en place et actualisé tous les 5 ans. Il contient un état des lieux précis à l'échelle des bassins concernés, par espèces, ainsi que de nombreuses mesures de gestion. L'une d'entre elle consiste à poursuivre le suivi de la reproduction des deux espèces d'aloses sur la Charente en s'intéressant à leurs principales frayères (PLAGEPOMI, 2015-2019, mesure SB07). Une révision de ce document est prévue pour 2022.

Concrètement, ce suivi s'appuie sur un protocole basé sur de l'audio-numérique, validé en 2014 dans le cadre d'un stage de Master 2 (Brias, 2014) sur les trois frayères principales de la Charente (Taillebourg, La Baine et Crouin). Depuis, d'autres stages ont eu lieu et ont confirmé la reproductibilité du protocole mis en place (Labedan, 2017 ; Van Der Linde, 2018). La question est de savoir comment va évoluer la population d'aloses du bassin Charente cette saison 2020, et effectuer une comparaison par rapport aux années précédentes.

Matériel et méthodes

1. Les aloses

1.1 Systématique et morphologie

Les aloses appartiennent à l'ordre des Clupéiformes et à la famille des clupéidés (181 espèces pour 56 genres). Cette famille comprend quatre sous-familles dont celle des Alosinae comprenant le genre *Alosa* qui regroupe 16 espèces dont *Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp (Baglinière&Elie, 2000).

Les caractéristiques principales du genre *Alosa* outre une échancrure médiane sur la mâchoire supérieure, sont un recouvrement des branchiospines inférieures et supérieures entre elles dans l'axe médian de l'arc branchial, ainsi que la présence de 8 rayons au niveau des nageoires pelviennes (BAGLINIERE&Elie, 2000). Mais malgré leurs ressemblances, quelques caractéristiques permettent de différencier la grande alose de l'aloise feinte (figure 1). Par exemple, la première citée possède une unique tache noirâtre à l'arrière de l'opercule, avec des écailles disposées irrégulièrement et dirigées vers l'arrière tandis que la deuxième est pourvue de plusieurs tâches répartie linéairement partant de l'opercule vers la nageoire caudale avec des écailles disposées régulièrement (Taverny, 1991). Le premier critère de distinction reste toutefois le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial. À taille identique, les grandes aloses possèdent un nombre supérieur de branchiospines. Cela se vérifie à l'âge adulte, où ce total excède 90 pour la grande alose alors qu'il ne dépasse pas 60 pour l'aloise feinte (Taverny, 1991 ; Véron *et al.*, 2001). C'est à partir de ce paramètre que les scientifiques sont parvenus à identifier de manière précise les espèces, mais aussi démontrer le phénomène d'hybridation (Baglinière et Elie, 2000). De manière générale, les Aloses sont d'une taille moyenne variant de 30 à 80 cm (selon l'espèce et/ou les milieux fréquentés) (F.Millot, 2001).

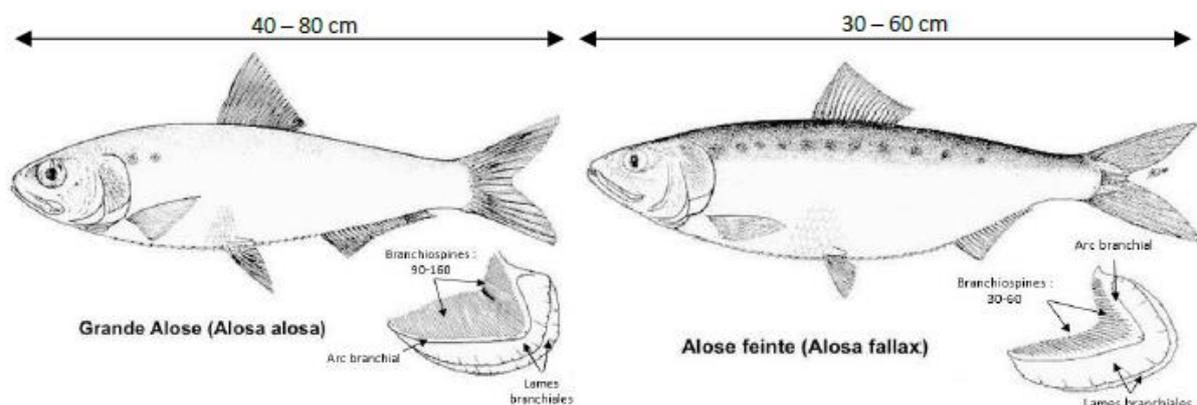


Figure 1 : Dessins des deux espèces françaises d'aloses : *Alosa alosa* et *Alosa fallax* et schémas de leur premier arc branchial où est indiqué le nombre de branchiospines permettant leur identification (Source : DORIS, 2018).

1.2 Règlementation des aloses et de leurs habitats

Les deux espèces d'aloses sont classées vulnérables en Europe et sur le territoire français. Elles sont également listées dans les annexes III des conventions de Berne (1979) et de Barcelone ainsi que dans les annexes II et V de la Directive Habitat-Faune-Flore (Véron *et al.*, 2001 ; Rochard & Lasalle, 2010 ; MNHN INPN, 2020). Elles font l'objet d'une protection nationale (Arrêté du 8 décembre 1988, article 1) et sont listées dans les CoGePoMi depuis 1994. La grande alose (*Alosa alosa*) est listée dans l'annexe V de la convention OSPAR de 1992 (Rochard & Lasalle, 2010). En France, la Loi sur l'Eau et les

Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006 impose un aménagement des barrages sur certains cours d'eau (article L214-17 du code de l'Environnement) afin d'assurer la libre circulation piscicole (Cellule Migrateurs Charente Seudre, 2011). La Trame Verte et Bleue (TVB) a pour objectifs de diminuer la fragmentation des habitats en prenant en compte les déplacements des espèces et de relier les espaces importants par des corridors écologiques (article L371-1 du code de l'Environnement). Elle doit aussi contribuer au bon état écologique (quantité et qualité) des masses d'eau (Sordello *et al.*, 2014). Plus spécifiquement, les Comités de Gestion des Poissons Migrateurs (CoGePoMi) sont des assemblées des grands bassins fluviaux français regroupant des représentants des collectivités territoriales, des représentants de la pêche professionnelle et de loisir, des scientifiques, des usagers, des propriétaires d'ouvrages et des concessionnaires (Cellule Migrateurs Charente Seudre, 2015). Ils mettent en place des Plans de Gestion des Poissons Migrateurs (PlaGePoMi) en eau douce et en mer fixant pour 5 ans des mesures pour la reproduction, le développement, la conservation et la circulation des espèces. Malgré ces protections, une diminution des géniteurs est constatée depuis de nombreuses années sur les grands fleuves de France (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981 ; Boisneau *et al.*, 1990 ; Véron *et al.*, 2001). Ces dernières années, les effectifs de géniteurs à la montaison et en reproduction sont bas sur la plupart des bassins de la moitié sud de la France (Legrand & Besse, 2018 ; MIGADO, 2018a).

1.3 La répartition géographique

La répartition actuelle des aloses en Europe est relativement différente de la répartition originelle. En effet, trois grands groupes peuvent être distingués :

- Un groupe Atlantique Ouest (6 espèces)
- Un groupe ponto-caspien (7 espèces)
- Un groupe Atlantique Est et Méditerranée (2 espèces dont 2 sous-espèces d'aloses feintes)

Les premières données bibliographiques font état d'une vaste aire de répartition pour la grande alose, allant du Maroc aux cours d'eaux de Norvège en passant par les îles britanniques (Blanc *et al.*, 1971 ; Lelek, 1980). Aujourd'hui, elle n'est présente seulement que de la Bretagne au Portugal (Baglinière et Elie, 2000 ; Taverny et Elie, 2001 ; Baglinière *et al.*, 2003). Les populations françaises sont les plus importantes sur la Loire et le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne, où elles ont fortement régressé ces dernières années (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981 ; Baglinière & Elie, 2000 ; MIGADO2018a).

L'aloise feinte, sous la forme de la sous-espèce *Alosa fallax fallax*, possède une plasticité écologique supérieure à la grande alose. Autrefois présente de la Scandinavie jusqu'au sud du Maroc en passant par l'Islande, son aire de répartition actuelle ne s'étend plus que des îles britanniques au nord du Maroc (Baglinière et Elie, 2000).

De façon générale et pour les deux espèces, une régression des populations a néanmoins pu être observée en raison de divers facteurs anthropiques (plus important chez la grande alose en raison de son caractère anadrome supérieur à celui de l'aloise feinte). La perturbation des voies de migrations (barrages, canaux de dérivation, extraction de granulats autrefois abondante, ...), les pollutions diverses ou encore la pêche, sont les principaux facteurs de perturbation pour les aloses (Thiel *et al.*, 1996 ; Baglinière et Elie, 2000).

1.4 Le régime alimentaire

Le régime alimentaire des deux espèces est relativement similaire en eau douce, où les juvéniles se concentrent sur les larves d'insectes aquatiques ou accessoirement de mollusques pour les deux espèces (Cassou-Leins, 1981). Un peu avant l'atteinte de l'âge adulte, les régimes alimentaires diffèrent : l'aloise feinte est majoritairement piscivore alors que la grande alose est planctophage (Taverny et Elie, 2001). À noter que les deux espèces ne s'alimentent plus dès leurs départs en migration (Baglinière *et al.*, 2003).

1.5 Le cycle biologique et la reproduction

Le cycle biologique des deux espèces est relativement similaire (figure 2). La reproduction et la croissance des alosons s'effectuent en rivière et le grossissement à lieu en mer ou estuaire à n+1/n+2 (Douchement, 1981, Baglinière et Elie, 2000). Il est observé un phénomène de « Homing » chez les aloses (comportement de retour à la zone de naissance), expliquant un potentiel isolement génétique des populations de chaque axe fluvial (CMCS-PLAGEPOMI 2015-2019). Cependant, quelques faibles différences existent entre ces deux espèces, comme la durée du grossissement ou encore la période de reproduction.

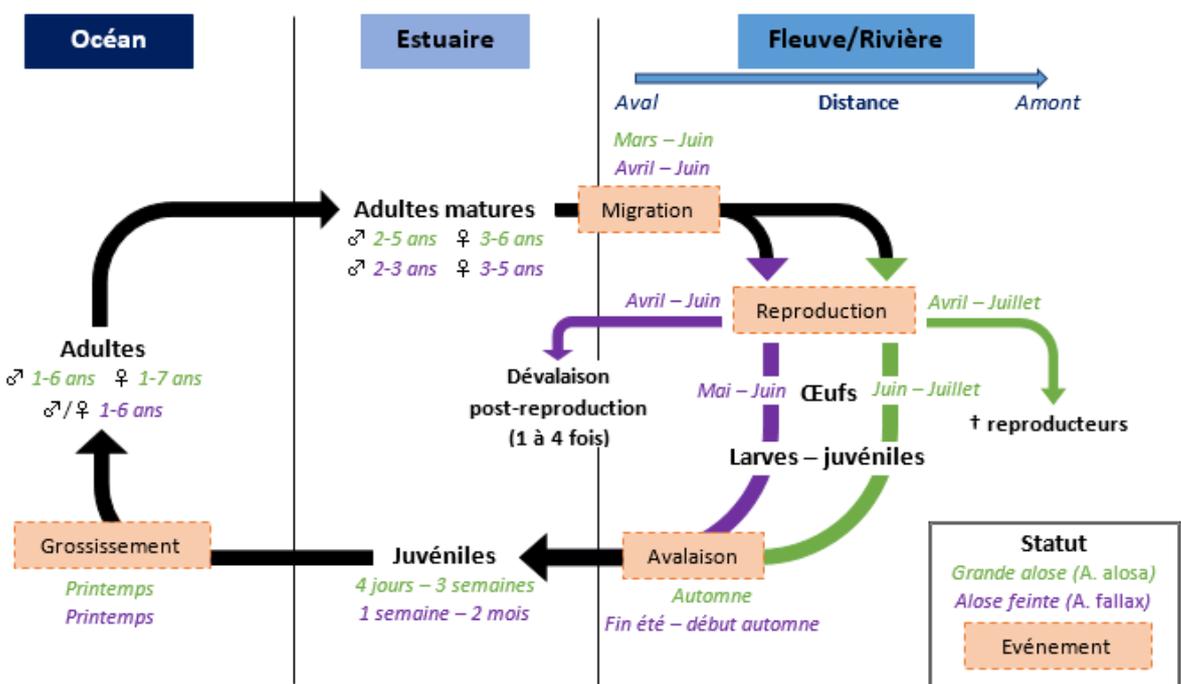


Figure 2 : Cycle biologique d'*Alosa alosa* (en vert) et d'*Alosa fallax* (en violet) dans les cours d'eau français. Les périodes des stades de développement et les événements du cycle sont indiqués en italique (Sources : Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981 ; Taverny 1991 ; Baglinière & Elie, 2000 ; Aprahamian *et al.*, 2003 ; Baglinière *et al.*, 2003 ; Lochet, 2006).

Cette dernière s'étend globalement d'avril à juillet, avec des flux migratoires variables en fonction de la période (rapport mâle > femelles en début de migration), des conditions environnementales et des différents obstacles à la migration (Baglinière et Elie, 2000). C'est en France que viennent se reproduire le plus grand nombre d'individus, la population « théorique » la plus importante étant celle du système Gironde Garonne Dordogne (Taverny, 1991). À noter qu'*Alosa alosa* est la première à entamer sa migration, probablement liée au fait qu'elle remonte plus loin dans les fleuves et rivières,

en amont des zones sous influence de la marée dynamique (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981 ; Belaud *et al.*, 2001). L'alose feinte se concentre elle sur des frayères plus à l'aval, souvent en limite de marée dynamique (Taverny, 1991). Ces frayères sont, pour les deux espèces, caractérisées par des plages de substrat grossier délimitées en amont par un profond et une zone peu profonde à vitesse de courant est comprise entre 0,9 et 2 m/s (Baglinière & Elie, 2000 ; Soulard *et al.*, 2010).

L'activité de ponte est majoritairement initiée par le facteur température de l'eau. Elle dépend aussi des débits et des conditions météorologiques (Cassou-Leins et Carette, 1992). Celle-ci se déroule approximativement entre 23h et 5h en suivant une courbe polynomiale (en cloche) avec un pic aux alentours de 2h (Baglinière et Elie, 2000 ; Boisneau *et al.*, 2010). Le mâle et la femelle, à demi émergés, exécutent des déplacements circulaires d'1 à 1.2 mètres de diamètres, tout en frappant violemment la surface de l'eau avec leurs nageoires caudales. C'est durant cette phase que les produits génitaux sont libérés. La fécondation a lieu dans le tourbillon provoqué : ces bruits sont appelés « Bulls » (Soulard *et al.*, 2010). Particulièrement bruyant, le bull est relativement audible et facilement reconnaissable. Un bull dure entre 2 et 10 secondes (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981 ; Boisneau *et al.*, 1990). Les deux espèces se différencient par des bulls courts chez *Alosa fallax* (entre 2 et 4 secondes) et des bulls supérieurs à 4 secondes chez *Alosa alosa* (Baglinière & Elie, 2000 ; Aprahamian *et al.*, 2003). Ils servent d'indicateur de présence des aloses sur un site, mais aussi dans certains cas, de base pour estimer le nombre de géniteurs présents sur une frayère. Cette méthode, utilisée dans cette étude, sera détaillée ultérieurement.

Des chevauchements de site de fraie peuvent être observés, lié à la proximité potentielle des sites de pontes des deux espèces, imposées par des contraintes majoritairement anthropiques. Rentrerait aussi en compte le facteur biologique (adaptation physiologique et maturation sexuelle) dans la migration génésique entraînant une adaptation des espèces, engendrant dans certains cas des hybrides fertiles (Mennesson-Boisneau et Boisneau, 1990 ; Aprahamian *et al.* 2003).

En fin de saison de reproduction, la forte altération des muscles, liée à une faible teneur en lipides et protéines des muscles ainsi que des perturbations du foie et des gonades engendre une mortalité importante des géniteurs, principalement chez la grande alose qui est sémelpare (Baglinière et Elie, 2000). Le phénomène d'interoparité chez les aloses feintes étant possible, il n'est pas rare d'observer des géniteurs qui retournent à la mer dans l'attente de se reproduire une seconde ou une troisième fois (cas de la Gironde ou encore de la Loire), voir jusqu'à 5/6 fois chez les aloses feintes du Rhône (Taverny, 1991 ; Baglinière *et al.*, 1996).

1.6 Intérêt des aloses

Sur l'ensemble du bassin Garonne Dordogne Charente Seudre Leyre, seule *Alosa fallax* possède un intérêt économique vis-à-vis de la pêche professionnelle et sportive. Ce n'est pas le cas d'*Alosa alosa* puisqu'un moratoire a été mis en place en 2008 interdisant sa pêche et fixant des conditions relatives à la pêche de l'alose feinte (PLAGEPOMI, 2008-2012). Ces espèces sont considérées comme patrimoniales dès 1980 au regard des ressources halieutiques du Golfe de Gascogne, étant classé 13^{ème} en valeur d'apport à la mise en marché, la grande alose était même autant convoitée que le homard, le rouget barbet ou autres mets « d'exception » (Elie et Rigaud, 1984 ; Albiges *et al.*, 1985). De plus et comme exprimé précédemment, la France et plus particulièrement le système Gironde Garonne

Dordogne, héritent de la population la plus importante de grande alose et d'alose feinte connue (Taverny, 1991).

Ces poissons possèdent un intérêt écologique puisqu'ils sont très sensibles aux perturbations humaines, notamment celles qui complexifient la migration comme les ouvrages par exemple (Larinier *et al.*, 1994). La présence d'un front de migration haut dans les terres est indicateur d'une continuité écologique favorable à de nombreuses espèces, même pour celles qui n'effectuent que des déplacements amont/aval à des échelles réduites pour se nourrir ou se reproduire. Couplé aux autres phénomènes abordés précédemment tels que l'hybridation, elles constituent un matériel scientifique pertinent vis-à-vis de l'étude de la biologie évolutive (Jolly *et al.*, 2011 ; Baudoin *et al.*, 2014 ; Boisneau, 2015). C'est donc un indicateur privilégié de la qualité biologique et physique des cours moyens des grands bassins fluviaux (Baglinière et Elie, 2000).

2 L'axe Charente et son Bassin

2.1 Contexte et généralités

Le bassin hydrographique de la Charente et de la Seudre est situé au nord de la Gironde et au sud de la Loire. Il est, avec ses 10 549 km², le plus petit Bassin de l'aire Adour/Garonne et est caractérisé par une pente relativement faible (1 ‰). Partant de Chéronnac dans le Massif Central (310 m d'altitude), la Charente circule principalement sur les plaines agricoles des départements de la Charente, des Deux-Sèvres, de la Vienne et de la Charente Maritime sur 370 km avant de rejoindre l'Océan au niveau de la baie d'Oléron. Le fleuve Charente est soutenu par 22 affluents, représentant 6 650 km de cours d'eau. L'ensemble du bassin est sous l'influence d'un climat de type océanique, avec une pluviométrie comprise entre 700 mm et 1 000 mm par an (moyenne annuelle). Il est riche d'une importante diversité d'habitats (marais, zones humides, ...) et propice à la reproduction et au développement des poissons migrateurs amphihalins. Sont ainsi présentes l'ensemble des espèces migratrices référencées sur le territoire métropolitain, excepté l'esturgeon dont les faibles effectifs à l'état sauvage sont concentrés sur le système Garonne-Dordogne.

2.2 Le bassin de la Charente et les Aloses

2.2.1 Pressions exercées sur les aloses

Le paramètre qu'il est important de citer en premier lieu est l'altération physique du milieu (les aménagements divers, le recalibrage, la protection contre les crues, l'extraction de granulats, ...). L'ensemble de ces perturbations modifie profondément les caractéristiques naturelles du fleuve Charente. Elles affectent les deux espèces d'alose, que ce soit pour leurs migrations ou leur reproduction par la modification des écoulements, le remaniement du support granulométrique ou encore la mise en suspension de fines particules (Larinier, 1980 ; Trollez, 1986).

Le fleuve Charente est caractérisé par la présence d'un nombre considérable de barrages qui altèrent la continuité écologique et donc la migration des aloses. Ces ouvrages peuvent provoquer des retards à la montaison des adultes, augmentant de manières plus ou moins importantes leurs dépenses énergétiques et allant même jusqu'à provoquer une mortalité supplémentaire à celle déjà constatée post-reproduction. Certains modèles vont même jusqu'à prédire une régression globale des populations voire leurs disparitions dans certains bassins si l'état actuel des fleuves ne s'améliore pas (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981). Dans l'état actuel, les géniteurs de grandes aloses principalement

peuvent être perturbés dans le choix de leurs frayères. Pour rappel, l'existence de site de reproduction « forcé » a pour conséquence de regrouper les zones de fraie des deux espèces, favorisant la potentialité de voir apparaître de manière importante le phénomène d'hybridation observé dans certaines populations (Apprahamian *et al.* 2003).

La pression de la pêche professionnelle et de loisir y est forte (Hydro Concept, 2003). Depuis 2008 et le moratoire interdisant la pêche de la grande alose, seule l'alose feinte est soumise à cette pression, mais à des conditions définies. Une très forte variabilité des captures d'aloses est observée selon les années d'après les différents retours (PLAGEPOMI, 2012-2015).

Vient enfin le facteur climat et l'augmentation globale de la température, qui, couplés aux prélèvements pour l'irrigation des cultures, provoque des perturbations des débits en fonction des années. Les périodes d'étiages présentent des écoulements de l'eau faibles voir nuls (dits assecs) qui entraînent une concentration des polluants. Ces étiages influencent la qualité des habitats et les capacités de migration. Autre contrainte qui concerne les juvéniles, la présence d'un bouchon vaseux dans l'estuaire charentais, qui lors de la dévalaison à la fin de l'été se trouve être un lieu où la ressource en oxygène est faible, avec une turbidité et une concentration en polluants adsorbé sur les particules relativement importantes pouvant affecter les taux de survies des alosons.

2.2.2 Moyens mis en œuvre pour la conservation des aloses sur la Charente.

Historiquement, c'est à partir de l'an 2000 que la problématique piscicole a été abordée pour la première fois pour le bassin de la Charente. Cela s'est traduit par la mise en place d'une étude sur les potentialités piscicoles, portée par l'EPTB Charente et réalisée par le bureau d'étude Hydro Concept durant 3 ans. Celle-ci a évalué que la Charente avait la capacité d'accueillir une grande diversité d'espèces et de leur offrir un milieu quantitativement et qualitativement riche. Or, sur le bassin de la Charente, les migrations sont très fortement perturbées par l'effet cumulatif des 502 sites ou ouvrages que comporte le fleuve ou ses principaux affluents. Pour les aloses, les résultats ont démontré qu'approximativement 60 % du linéaire présentait des conditions théoriques acceptables pour le bassin Charente/Seudre.

Ce premier constat vis-à-vis de la faune piscicole migratrice a eu pour conséquence la mise en place du premier programme d'actions en faveur des poissons migrateurs (2009-2011), articulé autour de trois thématiques : continuité écologique, connaissance de l'état des populations des poissons migrateurs et actions de communication et sensibilisations. Un suivi des populations d'Aloses sur la Charente a aussi débuté.

Pour ce qui est de la continuité écologique, la Cellule Migrateurs s'est basée sur l'expertise de la franchissabilité des ouvrages réalisés lors de l'étude des potentialités de 2003. S'en est suivi la mise en place d'une politique active de réhabilitation en lien avec la sortie des classements réglementaires en 2013, relative à l'établissement des Listes 1 et 2 de l'article L214-17 du Code de l'environnement. Sur 279 km (linéaire total historique colonisé), seulement 17% était accessible sans difficulté en 2019, jusqu'à Saint-Savinien. L'ouvrage a été équipé en 2019 d'un dispositif de franchissement et il est considéré que 46% du linéaire est aujourd'hui accessible sur la Charente (CMCS Rapport Technique 2018). À noter qu'à la fin de l'année 2019, 73,3% des ouvrages sont traités ou en projet jusqu'au front de migration historique des aloses du fleuve Charente.

Pour essayer de connaître l'état réel des populations de migrateurs, différentes méthodes ont été mises en application sur le territoire annuellement. Pour ce qui est des aloses, le point de référence en termes d'occupation du linéaire de l'axe Charente est le front de migration. Pour le déterminer, des indices de présences sont étudiés, tels que des écoutes de bulls d'Aloses sur le terrain de nuit, sur de nombreuses frayères connues ou potentiellement intéressantes. En 2019, il a été mis en place une campagne d'analyse de l'ADN environnementale, qui a conforté les analyses de terrain en identifiant des aloses jusqu'à l'aval du barrage de Juac (CMCS Rapport technique 2019). Des recherches de cadavres d'aloses, post-reproduction, sont aussi effectuées de jour le long de la Charente.

Outre le front de migration, il est aussi important de pouvoir évaluer le nombre d'Aloses présentes sur le bassin de la Charente annuellement. En amont de Cognac, le nombre d'individus ainsi que l'espèce sont déterminés via la station de comptage de Crouin, présentée par la suite. À l'aval, les trois frayères principales connues sont suivies et permettent une estimation du nombre de géniteurs.

2.3 La passe à poisson de Crouin

Sur l'axe Charente, une fois passé le barrage de Saint-Savinien, l'un des premiers obstacles infranchissables rencontré par les espèces migratrices lors de leur remontée était l'ouvrage de Crouin, située sur la commune de Merpins. Cet ouvrage a été équipé d'une passe à poissons à bassins successifs avec fentes verticales qui est opérationnelle depuis janvier 2010 avec une station de contrôle vidéo permettant de comptabiliser les passages des différentes espèces de poissons empruntant le dispositif. La date, l'heure et le nombre d'individus ayant franchi la passe sont enregistrés. Les données sont ensuite traitées par Jean Dartiguelongue (SCEA) depuis 2014. L'objectif est d'identifier les mouvements des espèces migratrices, leurs nombres et la période à laquelle ils remontent le fleuve. Sur la Charente, cette passe représente, avec les pêcheurs, le premier lanceur d'alerte de la remontée des aloses au printemps. Elle permet de dénombrer et d'identifier assez fidèlement, à l'espèce, les aloses qui remontent à l'amont du barrage de Crouin.

3 Évaluation du nombre de géniteurs sur le Bassin charentais

3.1 Les principales frayères

Pour évaluer le plus précisément possible le nombre de géniteurs présents en aval du barrage de Crouin, les principales frayères d'aloses ont été identifiées (figure 3). Sur la quarantaine de frayères qui sont prospectées sur l'ensemble de la Charente, trois sont suivies plus régulièrement et servent de base pour l'estimation du nombre de géniteurs. En effet d'après les résultats des années précédentes il s'agit de frayères très actives (environ 50% de l'activité à elles seules). Elles se situent à Taillebourg, La Baine et Crouin (peu soumises aux bruits parasites et assez faciles d'accès).

En 2012, une première analyse des résultats de reproductions d'aloses a été réalisée (Tallerie, 2012). Celle-ci a révélé la nécessité d'approfondir les suivis des reproductions par la mise en place d'une méthode d'estimation du nombre de géniteurs la plus fiable et précise possible. Le choix s'est porté sur la pose d'enregistreurs audionumériques en bordure des frayères, afin de diminuer l'effort humain tout en augmentant l'effort d'échantillonnage. Un protocole de suivi a ensuite été testé en 2014, ainsi qu'une méthode d'estimation des géniteurs (Brias, 2014). Cette même année, une caméra vidéo a été installée à la frayère de La Baine, afin de tester la technique qui permet un suivi en continu.

En 2017 et 2018 deux stages ont permis d’aller plus loin dans la fiabilisation du protocole proposé en 2014 (Labedan 2017 ; Van Der Linde, 2018).

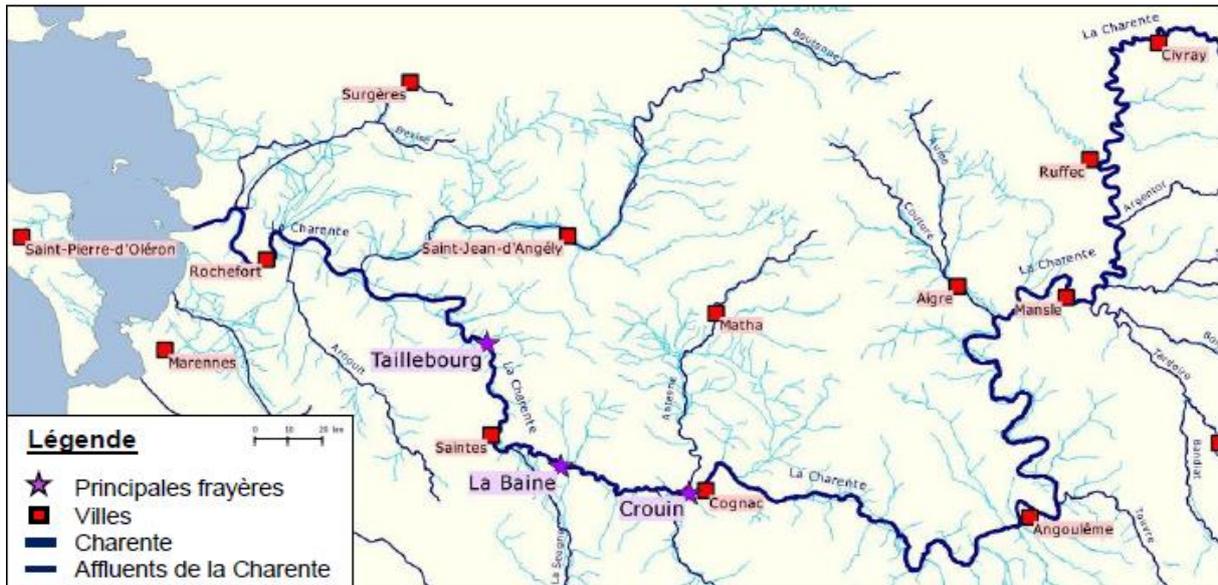


Figure 3 : Carte représentant l’emplacement des trois principales frayères de la Charente : Taillebourg, La Baine et Crouin (source : EPTB Charente).

3.2 Mise en place du suivi audionumérique

La reproduction des aloses étant relativement bruyante, elle peut être facilement captée et enregistrée. Les kits d’enregistrements sont composés d’un enregistreur Olympus® placé à l’intérieur d’une boîte hermétique et protégé de l’humidité par un film plastique. Celui-ci est relié à un microphone Olympus®, placé au centre d’une parabole (figure 4). Les enregistreurs sont placés en fin de journée, directement au bord de la Charente (le plus proche possible des frayères) et sont récupérés le lendemain matin (Brias, 2014). En parallèle, des nuits de calibration sont effectuées où les opérateurs comptent le nombre bulls vus et entendus par quart-d’heure (Boisneau *et al.*, 1990). Cela permet de quantifier le pourcentage de bulls réellement entendus par l’oreille humaine par rapport au nombre de bulls enregistrés via l’appareil et ainsi limité les biais. En effet, certains bulls ne sont pas audibles sur l’enregistrement du fait de leur éloignement lors des écoutes.

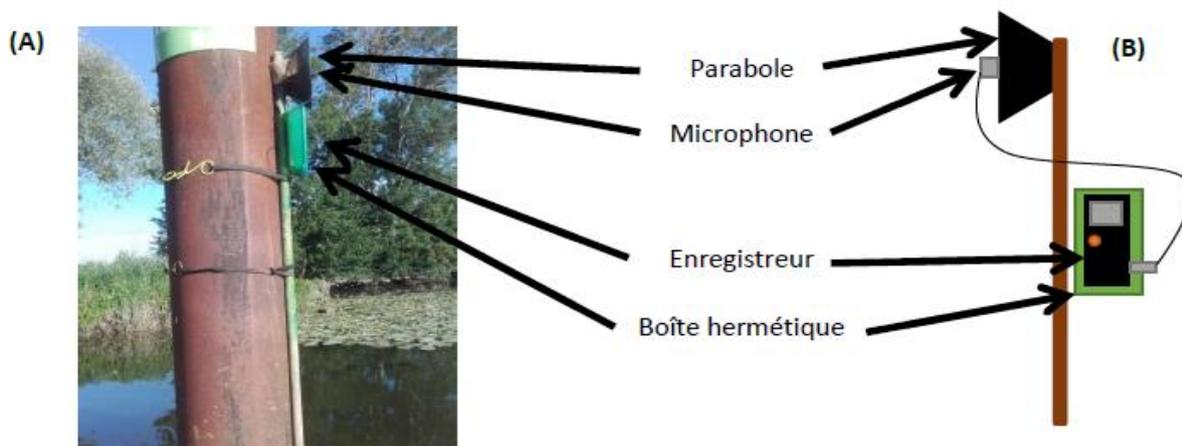


Figure 4 : (A) Photo du dispositif d’enregistrement posé sur le site de Taillebourg et (B) schéma des dispositifs d’enregistrements (source : Van Der Linde : 2018)

3.3 Les suivis de terrains nocturnes

Parallèlement aux suivis audios, des nuits de calibration sont réalisées en binômes, par des agents de la Cellule Migrateurs Charente-Seudre, des Fédérations de Pêche de la Charente (16) et de la Charente-Maritime (17) ou des Services Départementaux 16 et 17 de l'Office Français pour la Biodiversité (OFB). Ils réalisent une heure de calibration par site où ils comptent le nombre bulls vus et entendus par quart-d'heure.

3.4 Acquisitions des variables environnementales et biologiques

La température de l'eau est un facteur prépondérant à l'activité de reproduction (Baglinière & Elie, 2000). Celle-ci débute à une température seuil de 16-18°C (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981). La température de l'eau (°C) est mesurée chaque heure, par une sonde thermique placée dans la passe à poissons de Crouin.

Au même titre que la température, le débit est aussi un facteur initiant la reproduction (Baglinière & Elie, 2000). Celle-ci s'arrête pour des débits supérieurs à 2,5 m³ /s (Baglinière & Elie, 2000). Une augmentation du débit aurait donc un impact négatif sur la reproduction. Le débit journalier de la Charente est relevé à la station de Beillant (Charniers, 17). Il est obtenu via la Banque Hydro du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire.

Les fortes pluies peuvent aussi perturber la reproduction qui se déroule en surface (Baglinière & Elie, 2000). La pluviométrie (mm) pour chacune des trois frayères (Taillebourg, La Baine et Crouin) est obtenue via les données des lames d'eau radar journalières d'ANTILPE Météo France à Saintes.

La présence de silures semble avoir un impact négatif sur la reproduction des aloses, de par sa présence (effarouchement) constatée en aval des passes à poissons et sur les frayères (Labedan, 2017) et de par sa consommation de poissons migrateurs dont les aloses (Copp *et al.*, 2009 ; Boisneau, 2015 ; Guillerault *et al.*, 2015). La présence des silures est visible notamment via le système vidéo de la passe à poissons de Crouin mais aussi sur les frayères et lors des chasses de ceux-ci pendant les bulls.

3.5 Traitement des données

Toutes les figures sont construites sous Excel. Les analyses statistiques sont effectuées sous le logiciel R à l'aide des packages car, Hmisc, RVAideMemoire, emmeans, MASS.

3.5.1 Dépouillements des enregistrements

Les enregistrements ainsi obtenus sont ensuite écoutés via le logiciel Audacity (figure 5). Celui-ci permet de visualiser la bande sonore et donc de localiser plus facilement les bulls d'aloses (forme d'onde particulière sur la bande). Le dépouillement commence à 23h00 et il faut aller jusqu'à obtenir 2 fois 0 bull par 15 min pour arrêter l'écoute. L'écoute se concentre principalement sur la période comprise entre 23h et 4h45 du matin, moment où l'activité des aloses est jugée la plus importante (Annexe 1). Cette méthodologie a été approuvée en 2014 et permet d'optimiser les temps d'écoutes tout en obtenant un nombre de bulls jugé proche de la réalité.

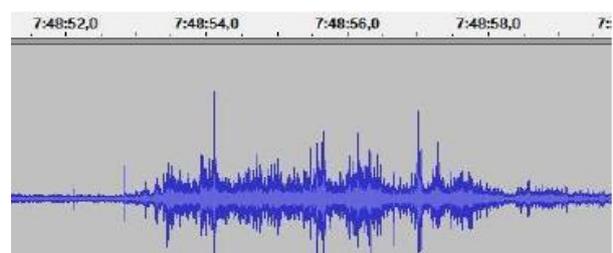


Figure 5 : Forme du son d'un bull entendu sur la frayère de Taillebourg grâce au logiciel Audacity.

3.5.2 *Extrapolation des nuits manquantes*

Pour des raisons pratiques et financières, les frayères ne sont pas suivies toutes les nuits. Les nuits manquantes sont donc extrapolées afin d'avoir une estimation du nombre de bulls sur la saison. L'extrapolation est réalisée selon la méthode proposée en 2014 par Brias puis ajustée par Labedan en 2017. Cette estimation nécessite les données des variables environnementales disponibles pouvant influencer ou être corrélées à l'activité de reproduction. Un indice temporel a aussi été ajouté aux données. Le jour 1 correspond au premier jour du suivi soit le 14-15 avril jusqu'au dernier jour de suivi, le 08-09 juillet (jour 86).

La première étape consiste à transformer l'indice temporel et la température de l'eau qui réagissent de façon non linéaire à l'activité de reproduction. En effet, la température peut avoir un effet activateur, ou inhibiteur si elle devient trop forte (Boisneau *et al.*, 1990). Pour la saison 2020, l'activité est plus importante la seconde quinzaine de mai (Annexe 2 « Nombre de bulls corrélé aux débits (m³/s) et à la température (°C) »).

Il faut ensuite effectuer un ajustement via une courbe de Gauss pour les valeurs de ces deux variables. Pour cela, le nombre de bulls brut par nuit est transformé en logarithme naturel, puis une parabole est ajustée au nuage de points (Borcard, 2000 ; Annexe 3 et 4 « Exemple courbe + formule »). S'en suit la construction d'un modèle prédictif à l'aide de la méthode PLS (Partial Least Square), qui va permettre la prise en compte des variables disponibles pour l'estimation du nombre de bulls lors des nuits manquantes.

Pour finir, la fonction predict() permet l'obtention d'une estimation du nombre de bulls pour toutes les nuits. L'intervalle de confiance à 95% est donné suite à la régression linéaire entre les valeurs observées et celles théoriques obtenues avec la PLS grâce à la fonction confint(). La marge d'erreur relative est calculée afin d'estimer la précision du modèle.

3.5.3 *Calibration*

Pour chaque frayère, une régression linéaire est effectuée entre les bulls enregistrés et les bulls entendus par les agents de terrain (Annexe 5 « Bulls dépouillés et entendus sur le terrain et droite de régression »). Les droites de régression sont obtenues pour le nombre de bulls et les bornes de l'intervalle. Les coefficients sont ensuite appliqués aux résultats de l'extrapolation. La marge d'erreur relative est estimée (Annexe 6 « Résultats de la calibration »). À noter que pour la saison 2020, un souci majeur a été mis en évidence entre les écoutes via les enregistreurs et l'oreille humaine. Il sera pris en compte les coefficients identifiés lors de la saison 2018, ceux-ci étant plus proche de la réalité.

3.5.4 *Interpolation des quarts d'heure manquants*

Pour estimer le nombre total de bulls dans la nuit, il s'agit d'ajuster une courbe polynomiale aux quarts d'heure dépouillés. Différentes courbes de différents degrés sont créées puis comparées selon l'AIC et AICc (Critère d'Information d'Akaike corrigé). Pour chaque frayère, les modèles possédant les plus faibles AIC et AICc sont retenus (Annexe 7 « Résultats des AIC et AICc pour chaque équation »). La fonction predict() fournit les données théoriques de tous les quarts d'heure avec leur intervalle de confiance (Annexe 8 « Exemple du nombre de bulls estimés pour les quarts d'heure manquants sur le site de Taillebourg »).

Un coefficient multiplicateur est calculé pour permettre l'estimation du nombre de bulls, ainsi que les valeurs minimales et maximales théoriques, et ceux pour les trois frayères. Il est obtenu en calculant le rapport de la somme des résultats théoriques sur la somme des résultats observés. Les coefficients des bornes supérieures et inférieures de l'intervalle de confiance sont calculés de la même façon. La marge d'erreur relative est calculée (Annexe 9 « Résumé des résultats de chaque étape de calcul et nombre de bulls total »).

3.5.5 Calcul du nombre de géniteurs

La méthode a été décrite par Cassou-Leins et Cassou-Leins (1981) puis reprise lors des suivis sur la Charente par Taillerie (2012), Brias (2014), Labedan (2017) et Van Der Linde (2018). Le nombre de géniteurs est estimé à partir du nombre de bulls comptabilisés en utilisant plusieurs hypothèses basées sur la maturation fractionnée des ovaires (Baglinière & Elie, 2000) c'est-à-dire un fractionnement des pontes en relation avec la maturation progressive des ovocytes dans le temps (Taverny, 1991). Les hypothèses de calcul utilisées sont les suivantes :

- Les géniteurs ne se reproduisent que sur une seule frayère ;
- Un bull donne lieu à une ponte ;
- Un bull correspond à un mâle et une femelle ;
- Une femelle pond en moyenne 10 fois au cours d'une saison de reproduction (Chanseau, 2006).

Le nombre de géniteurs se calcul d'après la formule : $\frac{\text{Nombre de bulls total}}{\text{Nombre de pontes (= 10)}} \times 2$

4 Survie des œufs et des larves

Le recrutement d'une année dépend du nombre de géniteurs d'aloses présents cette année-là, mais aussi de la survie des œufs et des larves issues des années précédentes. La majorité des géniteurs retournent dans les rivières où ils sont nés (Martin *et al.*, 2015). Jatteau *et al.* (2017) ont créé un modèle estimatif de la survie des œufs, larves et de survie cumulée depuis la fécondation des œufs jusqu'au stade larvaire (figure 6). Des plages de températures ont été définies pour des survies supérieures à 5% (tolerance range) et à 80% (optimal range).



Figure 6 : Schéma des plages de températures pour une survie cumulée des œufs et des larves supérieures à 80% (optimal range) et supérieure à 5% (tolérance range) (Source : Jatteau *et al.*, 2017).

Sur une période allant du début de la reproduction au début de la dévalaison des alosons (1^{er} avril au 31 août soit 153 jours), le nombre de jours où les températures de l'eau sont hors de ces plages sont comptabilisés, permettant l'obtention d'un pourcentage de jours hors de ces plages.

Résultat

1. Données brutes : nombre de bulls dépouillés

Pour la saison 2020, 20 nuits ont été échantillonnées pour la frayère de Taillebourg, 16 nuits sur la frayère de La Baine contre 15 nuits pour le site de Crouin. Cette différence s'explique en premier lieu par rapport au COVID et aux disponibilités des agents de la Cellule en début de saison, et pour Crouin à la disparition d'un appareil de pose dans la nuit du 25 mai.

Ces sorties de terrain ont permis de comptabiliser 551 bulls sur les 3 frayères (figure 7).

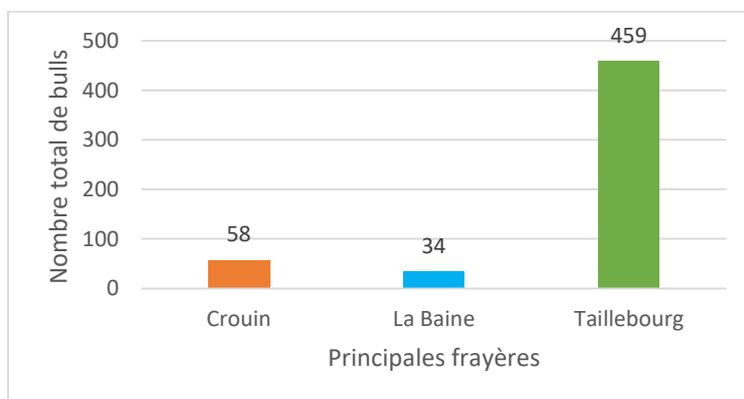


Figure 7 : Nombre total de bulls entendus au cours de la saison 2020 sur les trois principales frayères de la Charente. De l'aval vers l'amont : Taillebourg (n = 20 nuits), La Baine (n = 65) et Crouin (n = 15). Les chiffres représentent le nombre de bulls dépouillés sur chacune des frayères.

En 2020, la frayère de Taillebourg est de loin la plus active en termes de bulls entendus via les enregistreurs, et ce même en prenant en compte un nombre de pose/relèves supérieur. Pour les frayères de La Baine et Crouin, le constat est proche avec des chiffres très bas, et ceux malgré un effort d'échantillonnage assez important.

2. Nombre de géniteurs

2.1 Géniteurs estimés sur la saison 2020

En 2020, le bassin Charente a accueilli un total de 408 géniteurs (Tableau 1) sur les frayères suivies. Les étapes de calcul sont présentées dans les annexes 3 à 9. Le nombre de géniteurs est différent selon les frayères. Taillebourg présente le plus grand nombre de géniteurs par rapport à La Baine et Crouin. La Baine semble la frayère la moins active. À noter une marge d'erreur importante (221,3%) pour les frayères de La Baine et Crouin, sans doute liés aux faibles données recensées pour cette saison 2020.

Tableau 1 : Récapitulatif de l'estimation du nombre de bulls (en gras) et de la marge d'erreur obtenus sur les trois principales frayères d'étude (Taillebourg, La Baine et Crouin).

Site	Nombre de géniteurs			
	Borne inférieure	Estimation	Borne supérieure	Marge d'erreur
Taillebourg	241	367	518	41,4%
La Baine	1	26	85	221,3%
Crouin	1	15	50	221,3%
Total	243	408	653	60%

2.2 Géniteurs estimés sur le bassin Charente depuis 2013

Chaque année, les effectifs de géniteurs varient. L'année 2013 est la plus active avec 27 765 géniteurs estimés sur le bassin charentais (Figure 8). Au cours du temps, la Charente semble connaître une diminution progressive et régulière du nombre de ses géniteurs. Les deux dernières années suivies, à savoir 2017 et 2018, sont particulièrement critiques car l'effectif des géniteurs est passé sous la barre des 10 000 (6 817 en 2017 et 4 794 en 2018). Les résultats de la saison 2020 viennent malheureusement confirmer cette tendance.

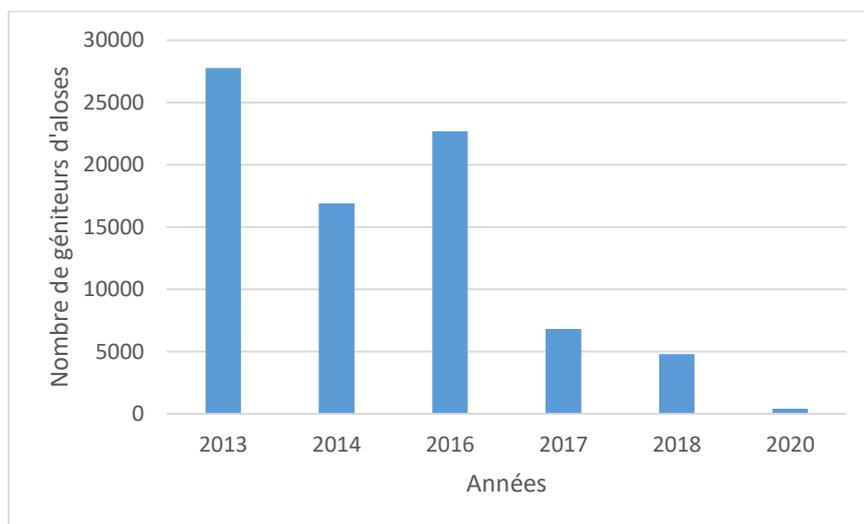


Figure 8 : Nombre total de géniteurs d'aloses estimés depuis 2013 sur la Charente. L'année 2015 n'apparaît pas en raison du faible nombre de prospection des frayères, n = 3.

Les frayères de Taillebourg et La Baine présentent une diminution globale du nombre de géniteurs avec une remontée en 2016 (Figure 9). En revanche, le nombre de reproducteurs sur le site de Crouin augmente jusqu'en 2016 avant de chuter brusquement. L'année 2020 est la plus critique pour chacune des frayères.

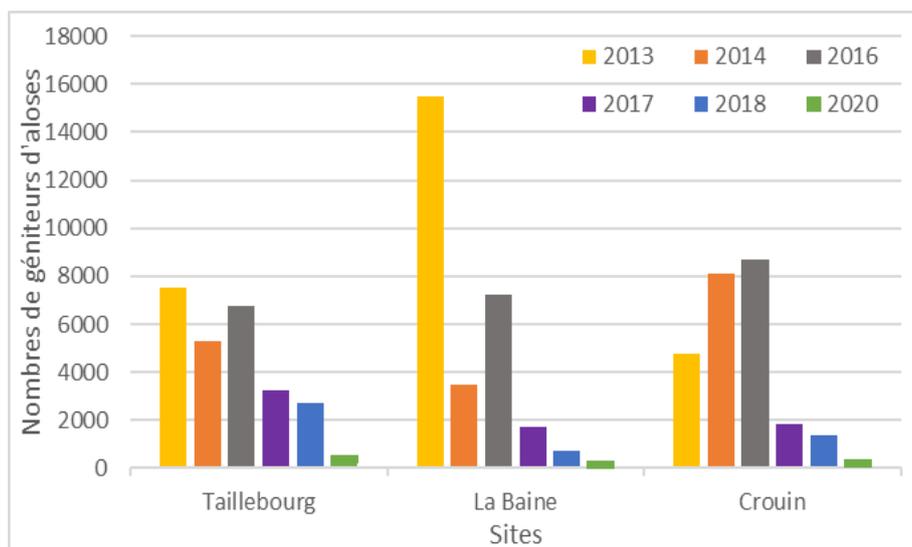


Figure 9 : Nombre de géniteurs d'aloses depuis 2013 sur chacune des trois principales frayères de la Charente (Taillebourg, La Baine et Crouin). L'année 2015 n'apparaît pas en raison du faible nombre de prospection, n = 3 par frayère.

2.3 Discrimination statistique de la taille des aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax*) sur la passe à poisson de Crouin (16)

D'après la bibliographie, 41 cm constitue une limite basse de la taille d'une grande alose et donc que les individus en deçà de cette valeur ont une forte probabilité d'être des aloses feintes. Sur la façade atlantique française, la valeur de 45 cm semble un seuil pour les plus grandes aloses feintes et donc que les individus au-delà de cette valeur à Crouin avaient une forte probabilité d'être des grandes aloses.

Jean Dartiguelongue, via le logiciel MIXMODGUI (vers. 1.2.0., www.mixmod.org), réalise ce classement des tailles des aloses comptabilisées à la vidéo à Crouin en plusieurs groupes via un modèle couplé à plusieurs paramètres :

- Le choix d'un type de modèle ;
- Le nombre de catégories à discriminer ou classe : bien qu'ayant 2 espèces d'alooses à discriminer, on a choisi, pragmatiquement, 3 classes correspondant, aux grandes et petites tailles et aux mélanges des deux ;
- Une stratégie d'algorithme.

Les données utilisées sont celles des estimations de la taille des aloses à la vidéo, donc avec une certaine imprécision : sur l'échantillon des individus mesurés, seules sont gardées les mesures de ceux jugés passant « près » de la vitre, position vraisemblablement la moins sujette à une erreur. L'interprétation possible pour la dernière analyse réalisée en 2020 est :

- près de 55 % de la population, constitués en majorité d'alooses feintes avec une forte probabilité, regroupant les individus autour d'une taille moyenne de 37 cm ;
- près de 9,5 % de de la population, grandes aloses avec une forte probabilité, regroupant les individus autour d'une taille moyenne de 53,8 cm ;
- et, par différence, près de 35,6 % d'individus de tailles intermédiaires constitués des 2 espèces et hybrides, non discriminables avec le seul critère de la taille.

La comparaison avec les années précédentes montre que la part des grandes aloses probables, majoritaire jusque-là avec au minimum de 31 % de l'échantillon, a brutalement diminué, avec à peine 9,6 % des individus recensés (figure 10). Au contraire, celle des petites tailles, d'alooses feintes probables, avec près de 54,8 % des individus mesurés, est fortement majoritaire cette année 2020. Cette inversion au regard des années précédentes, confirme l'impression des caractéristiques statistiques sur l'ensemble des mesures brutes avec une taille moyenne d'environ 40,8 cm, la plus faible moyenne observée sur ce site avec les estimations de 2014 et 2013. Même en faisant l'hypothèse absurde que tous les individus classés en « intermédiaire » seraient des grandes aloses, la classe des petites tailles resterait majoritaire cette année. L'année 2020, malgré la faiblesse de l'effectif, est réellement à part du point de vue de la répartition des individus entre les deux espèces ayant franchi le site de Crouin, et se caractérise par une forte régression de la grande alose.

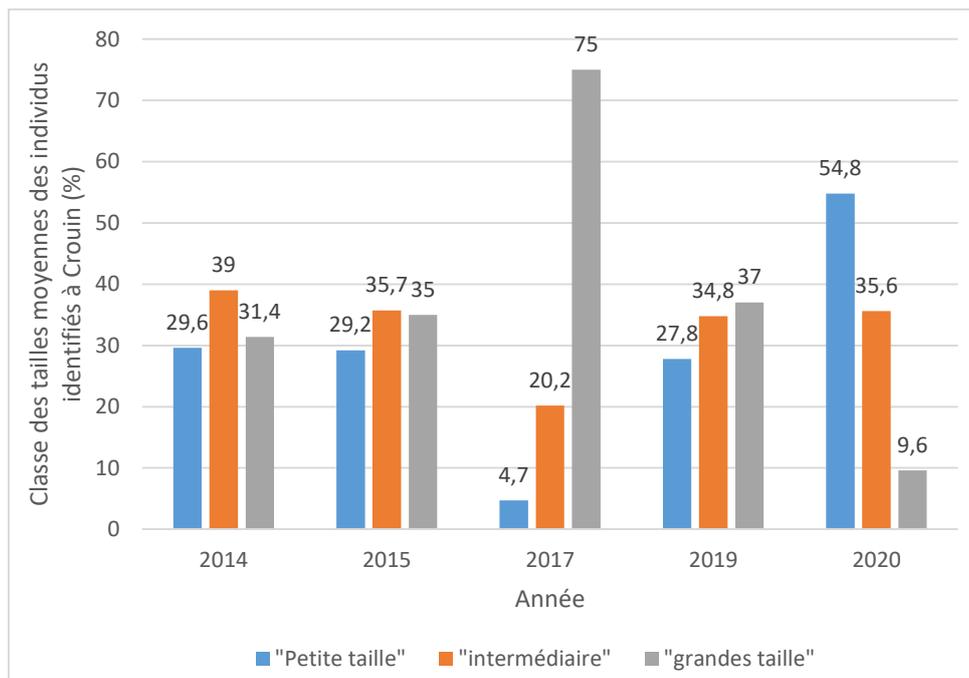


Figure 10 : Analyse de la mesure des tailles moyennes en position "près" et "intermédiaire" identifiés sur la passe à poisson de Crouin (J.Dartiguelongue, 2020)

2.4 Comparaison du nombre et de la répartition des bulls de grandes aloses pour les années 2014 et 2020

Pour compléter l'analyse précédente qui s'intéressait au nombre d'individus de grande alose, on remarque aussi un comportement différent en termes de calendrier de reproduction avec celles de 2014. En effet, la majorité des bulls de grandes aloses pour la saison 2020 ont été captés en début de saison, laissant ensuite la place aux aloses feintes alors que la reproduction pour l'année 2014 a eu lieu sur l'ensemble de la saison avec une période de pic identique à celui de l'aloise feinte.

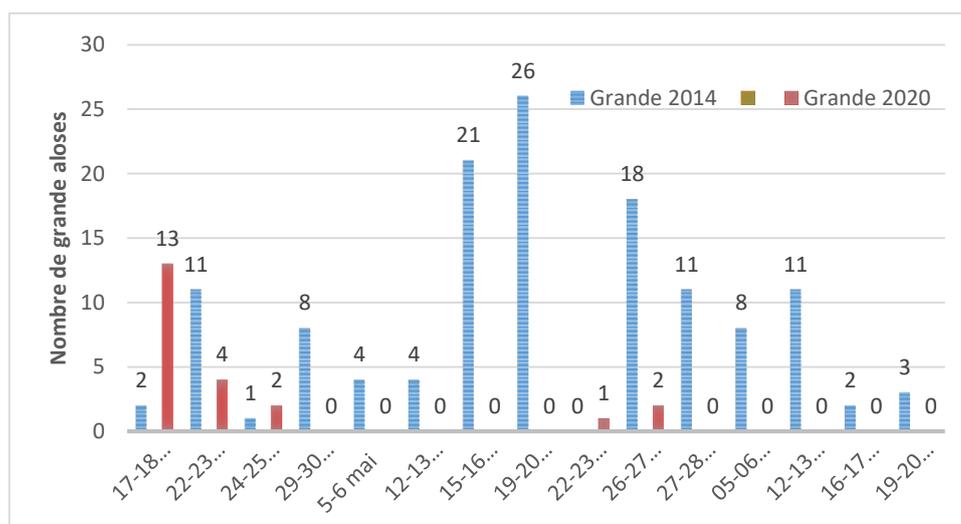


Figure 11 : Histogramme de la comparaison du nombre et de la répartition des bulls de grandes aloses pour les années 2014 et 2020.

3. Efficacité de la reproduction

3.1.1 Température et débit

La température moyenne annuelle de la Charente est différente selon les années (Fig. 11). Les années les plus chaudes sont 2011 et 2017 (18,1°C et 17,8°C) et les années les plus froides sont 2013 et 2016 avec respectivement des températures moyennes printanières à 14,7°C et 14,9°C. En 2020, la température moyenne (du 1^{er} mars au 15 juillet) se situait à 16,5°C.

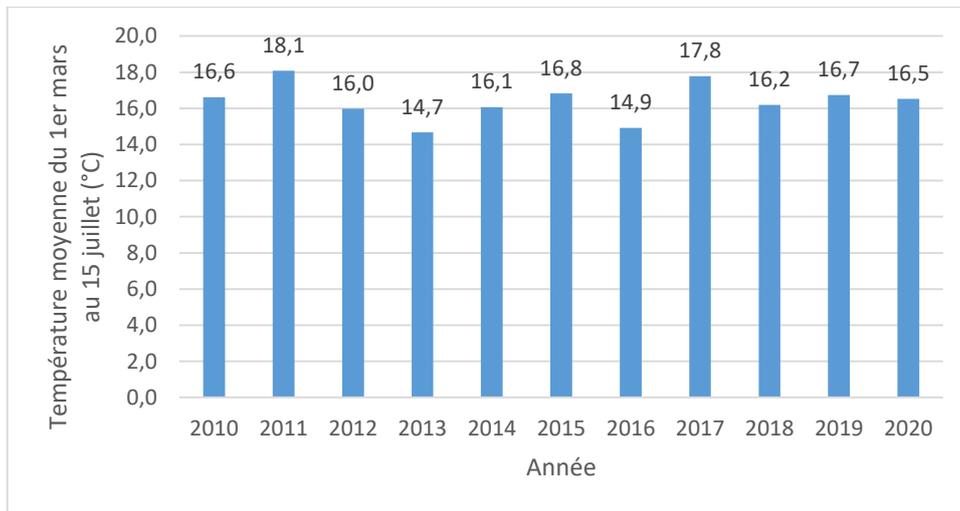


Figure 12 : Température moyenne de la Charente (°C) du 1^{er} mars au 17 juillet, à la passe à poissons du Crouin (2011-2017) et à Châteauneuf-sur-Charente (2016), selon les années.

Le débit moyen annuel de la Charente est différent selon les années (figure 12). Avec 24 m³/s, le débit moyen de l'année 2011 était le plus bas. Les débits moyens ont connu une croissance de 2011 à 2014, puis ont diminué en 2015 et 2017. Il était supérieur à 100 m³/s en 2018. La moyenne des débits sur ces années-là est de 73 m³/s. L'année 2020 est relativement proche de cette valeur.

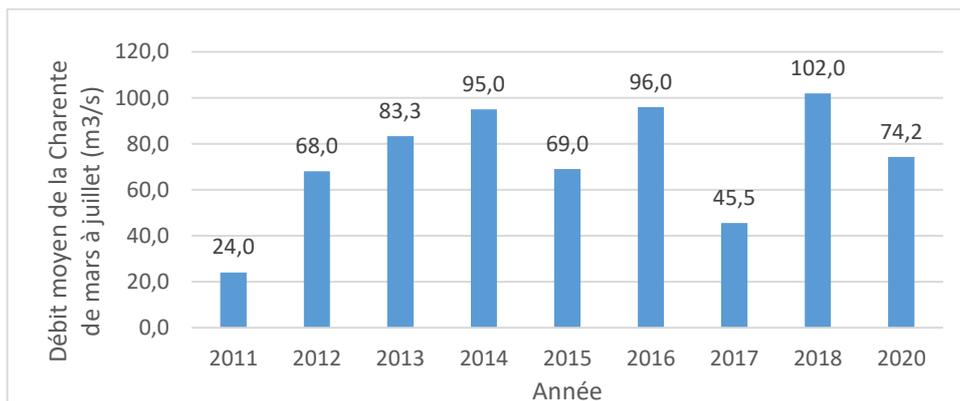


Figure 13 : Débit moyen de la Charente (m³/s) du 1^{er} mars au 15 juillet à la station de Beillant (2011-2020).

La comparaison de la répartition des débits sur la Charente démontre là aussi une différence en termes de répartition (figure 13). L'année 2013 possède une répartition extrêmement régulière des débits avec la présence notable d'un pic la seconde quinzaine de juin. L'année 2014 fût légèrement différente avec la présence d'un débit très important en début d'année puis une baisse régulière jusqu'à un léger pic au milieu du mois de mai. Les deux années suivantes possèdent une trajectoire similaire, excepté un pic de crue important en mai 2015. L'année 2017 est l'année où les débits ont été

les plus bas, bien en dessous des valeurs de l'ensemble des autres années étudiées. L'année 2018 commence par un pic début avril avant une baisse des débits jusqu'à un second pic, légèrement inférieur à 150 m³ à la mi-juin. En ce qui concerne 2020, elle se rapproche le plus en termes de morphologie de l'année 2014, avec des débits qui ne sont pas aussi importants en début d'année et un léger pic au milieu du mois de mai.

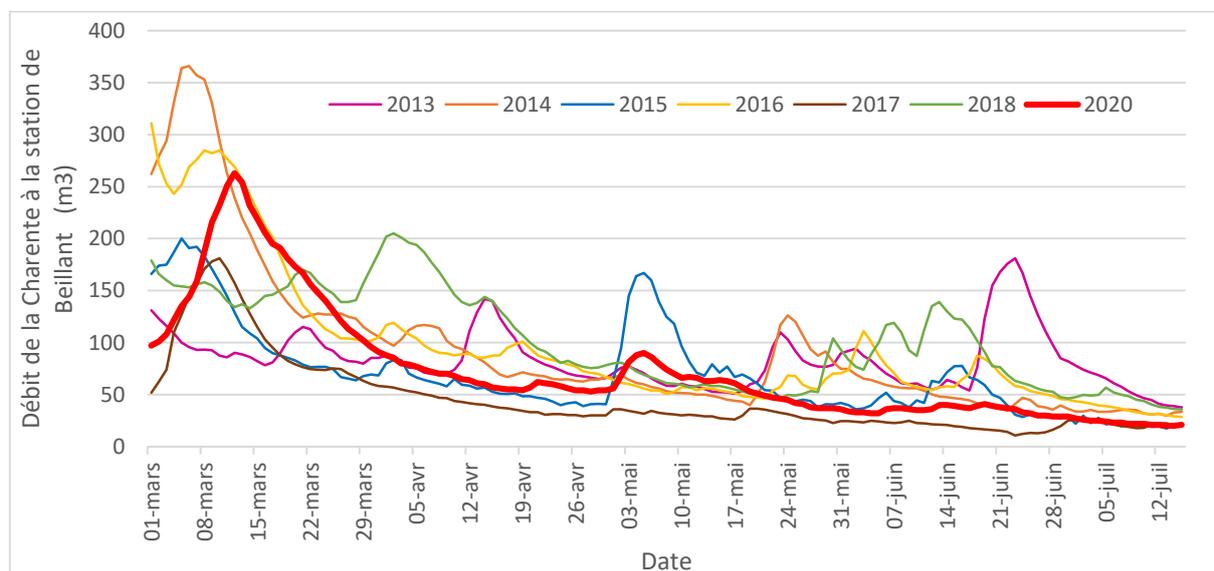


Figure 14 : Débit de la Charente (m³/s) du 1er mars au 15 juillet à la station de Beillant de 2013 à 2020 inclus.

3.1.2 Survie cumulée des œufs et larves

L'année 2011 a été l'année avec la survie théorique la plus optimale puisque seulement 17 jours (11%) ont été hors de la plage de température de l'optimal range (figure.14). Les autres années, ce nombre varie entre 46 jours (30%) et 82 jours (54%). L'année 2013 est la seule année présentant 3 jours (2%) sous la plage des températures du tolérance range, donc 3 jours de survie inférieure à 5% jusqu'aux années 2018 et 2020, avec 45 jours (29%) de survie inférieure à 5%.

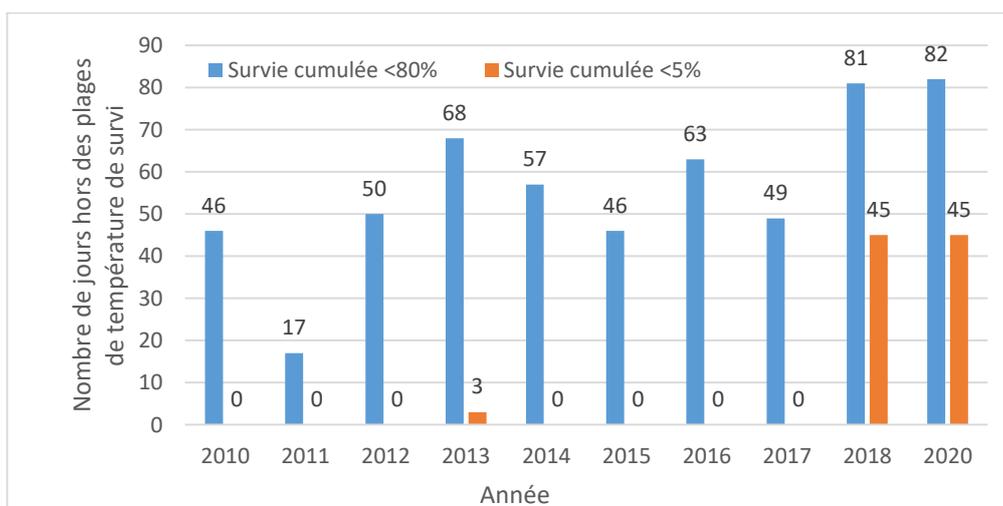


Figure 15 : Nombre jours hors des plages de température de survie cumulée des œufs et larves d'aloses selon les années (n = 153/an). Survie cumulée >80% à températures comprises entre 16,6 et 24,8 °C ; survie cumulée > 5% à températures comprises entre 10,8 et 29,8 °C.

Discussion

1. Une chute constante des effectifs de géniteurs depuis 2015

Le nombre de géniteurs n'a cessé de diminuer en 5 ans. La forte chute de 2017 semble être liée au fort étiage observé sur toute la période de reproduction (Labedan, 2017 ; Cellule Migrateurs Charente Seudre, 2018) ainsi qu'aux températures relativement hautes, notamment en juin. Le débit et la température sont deux facteurs prépondérants pour la reproduction (Baglinière & Elie, 2000). La température influence fortement la reproduction et cette dernière s'arrête en période de crues. À l'inverse, des débits bas peuvent ainsi modifier les caractéristiques des frayères notamment la hauteur et les zones de courants ce qui les rendraient moins optimales pour la reproduction (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981 ; Boisneau *et al.*, 1990 ; Soulard *et al.*, 2010). En 2017, Labedan a constaté un déplacement de la frayère de Crouin vers l'aval. Ainsi moins de bulls auraient pu être "entendu" par les enregistreurs du fait de leur éloignement par rapport à l'appareil. Pour 2020, le constat semble identique pour la frayère de La Baine, avec une présence de bulls en amont éloigné, ne permettant pas une écoute optimale par la parabole. Les perturbations des caractéristiques hydrauliques de la frayère dû à la gestion de l'ouvrage en aval immédiat semblent en être la principale raison. Comme l'atteste les marges d'erreurs (Annexe 9), et pour potentiellement d'autres raisons (nombre de bulls entendu faibles, ...), les analyses de la saison 2020 pour les frayères de Crouin et La Baine doivent être présent en compte avec précautions.

En termes d'effectifs estimés, une étude de Briand *et al.*, (2015) permet un comparatif sur un bassin voisin et de taille similaire : celui de la Vilaine. À partir de l'évaluation d'un stock potentiel d'aloses sur la Vilaine de 50 000 individus, une estimation permettant le renouvellement de l'espèce est définie à partir de 30% de retour. Il est estimé pour la Charente un stock de 80 000 aloses soit une biomasse limite de 24 000 aloses. Les effectifs actuels sont au moins 5 fois inférieurs à ce seuil, et ceux depuis plusieurs années.

2. Influence importante de la température et du débit

L'évolution de la température correspond à l'activité de la reproduction dans le temps avec une augmentation progressive fin avril / début mai, une baisse suite à d'importantes précipitation entre le 1^{er} et le 15 mai suivi d'une nouvelle hausse jusqu'au pic fin mai-début juin avant de diminuer (Boisneau *et al.*, 1990). La température est aussi un facteur prépondérant dans la survie des œufs et des larves, entraînant chez les aloses une adaptation des tactiques de reproduction vers des conditions plus propices à un taux de survie le plus important possible (Lambert *et al.*, 2018). Cela se traduit par la présence de pics et de périodes plus « creuses » durant les saisons de reproduction.

L'autre facteur initiant ou inhibant la reproduction est le débit (Baglinière & Elie, 2000). Le début de la reproduction pour l'ensemble des saisons est lié à la baisse des débits, excepté pour 2018 où la reproduction a eu lieu à des débits légèrement plus important liés à des orages début juin. Le facteur température a été impacté, ainsi que la turbidité (Van Der Linde, 2018).

Les aloses savent optimiser la survie des premiers stades de développement en ajustant leur tactique de reproduction pour répondre aux conditions environnementales de la rivière (Lambert *et al.*, 2018). Ainsi, suite aux conditions météorologiques défavorables de la première quinzaine de mai, les aloses auraient profité de la période qui suit pour se reproduire, juste avant de nouveaux orages début juin et l'augmentation brutale des débits, de manière plus minime certes. Cela a eu pour conséquence de mettre fin à la saison de reproduction des aloses pour 2020.

3. Influence des ouvrages

La frayère de Taillebourg est la plus active depuis le début des années de suivi, et 2020 ne fait pas exception. Le site de La Baine est celui qui accueille le moins de reproducteurs cette année, comme en 2017 et 2018 (Labedan, 2017, Van Der Linde, 2018). Si on se réfère aux données de 2013, la frayère de La Baine était alors la plus active ! La frayère de Crouin semblait accueillir de plus en plus de géniteurs jusqu'au fort étiage de 2017. Cette frayère est surtout la seule suivie via les enregistreurs accueillant la grande alose (*Alosa Alosa*), d'où l'analyse de la durée des bulls et des passages en amont de l'ouvrage de Crouin. La Baine semble être la moins attractive en 2020. C'est une frayère non naturelle mais imposée et balayée par de forts courants (Hydro Concept, 2003). De plus, la gestion de l'ouvrage en aval immédiat, assurée par le Département de Charente-Maritime, a été perturbée par le contexte de 2020 lié au COVID 19 et n'a pas pu faire l'objet de la gestion habituelle du printemps, qui permet la reproduction des aloses. Les clapets sont restés en position haute durant toute la saison de reproduction, permettant le franchissement par les espèces seulement en période de forts coefficients de marée couplé à des débits importants, sur la partie en rive gauche de l'ouvrage. Autre point à souligner, la position des clapets a provoqué une modification importante de l'habitat à l'amont, à savoir la formation d'une zone lentique avec des niveaux d'eau plus importants, non propices à la reproduction des aloses et expliquant sans aucun doute les très faibles résultats pour la saison 2020. Les rares bulls entendus par les agents de terrain lors des nuits de prospection ont tous eu lieu en amont de la frayère, indiquant une possible adaptation des individus reproducteurs à cette perturbation. La frayère de Taillebourg, la plus active cette saison, représente comme les saisons 2017 et 2018 le principal secteur de reproduction des aloses, sa fréquentation ayant diminué moins brusquement que les autres frayères. C'est la frayère la plus calme concernant le bruit de fond lors des enregistrements. En effet, elle se situe le long de quai et aucun bruit de barrage ne gêne l'écoute comme sur les sites de La Baine et de Crouin. La seule perturbation notable et ponctuelle est l'autoroute A10 qui passe non loin de là et les quelques habitués qui viennent profiter des premières nuits chaudes de l'année. Comme la frayère de La Baine, elle accueille uniquement des aloses feintes (*Alosa fallax*) du fait de sa proximité à la mer (environ 80 km).

La frayère de Taillebourg est la plus facile d'accès considérant la présence de barrages tous les 2 km sur la Charente et se situe 36 km après le barrage de Saint-Savinien, premier obstacle majeur au linéaire accessible jusqu'à 2020. En effet, le Conseil Départemental de la Charente-Maritime (17) a aménagé le barrage de Saint-Savinien pour le rendre franchissable en l'équipant d'une passe à poissons, couplé à un piège qui a fait l'objet d'un suivi en 2020 et a permis de rendre compte des espèces présentes sur ce secteur, dont certains poissons migrateurs comme les aloses (24 captures). Tous les ouvrages sont considérés franchissables jusqu'au barrage de Saintonge (130 km de la mer, entre Cognac et Angoulême) puisqu'il représente le 2ème ouvrage posant un problème de franchissement (Cellule Migrateurs Charente Seudre, 2018). Sur les ouvrages situés en amont, jusqu'à Châteauneuf-sur-Charente, c'est le Conseil Départemental de la Charente (16) qui est gestionnaire du DPF. Une convention coordonnée avec l'Agence de l'Eau Adour-Garonne a été signée pour favoriser le rétablissement de la continuité (Cellule Migrateurs Charente-Seudre, 2018). L'ensemble de ces aménagements va augmenter le linéaire accessible et permettre l'accès aux frayères amont.

4. Constat à la passe à poissons de Crouin

Le nombre d'aloses ($n = 204$) ayant franchi la passe en 2020 est le deuxième chiffre le plus faible enregistré jusqu'à présent (Dartiguelongue, 2020). À noter que les forts coups d'eau au début du mois de mars ont pu permettre un échappement du fait des hauteurs d'eau importantes qui ont pu rendre le barrage partiellement franchissable sur cette période. Les forts coefficients de début mai, qui

permettent l'entrée en estuaire des aloses laissent à penser que les aloses étaient déjà présentes sur la Charente mais en « attente » d'une amélioration des conditions (Baglinière & Elie, 2000). La présence plus importante d'aloses dans la passe à poissons en amont et au moment des fortes activités de reproduction peut s'expliquer par l'arrivée de reproducteurs sur les sites liés à la baisse des débits couplé à l'augmentation des températures après le 15 mai. Ainsi présents sur les trois principales frayères, les géniteurs ont pu se reproduire au moment le plus opportun, expliquant le pic à la fin du mois de mai, tandis que d'autres ont pu partir rechercher des frayères plus en amont en franchissant la passe à poissons de Crouin.

5. L'impact potentiel du silure

Le nombre de silures franchissant la passe à poissons augmente au fil des années. En effet, le silure a été observé dans et devant les ouvrages de franchissement (Baudoin et al., 2014 ; Guillerault et al., 2015 ; Dartiguelongue, 2017 ; commentaire personnel) et sur les frayères à de nombreuses reprises, notamment sur le site de La Baine en 2017 et 2018, Taillebourg en 2020 (Labedan 2017 ; Van Der Linde, 2018 ; commentaire personnel) et Châteauneuf-sur-Charente. Ses effectifs ont triplé depuis 2015, passant de 38 individus à 113 individus en 2018, contre seulement 4 en 2012 (Dartiguelongue, 2018 ; données non publiées 2018). Cela est peut-être révélateur d'une population croissante de silures dans le secteur de Crouin, et de manière général autour des différents ouvrages sur la Charente, plus ou moins confirmé par les observations en amont de Crouin. Les passages de silures dans la passe se font généralement pendant la période de reproduction des aloses, à la fin mai et en juin.

Un prédateur aussi imposant que le silure dans les passes à poissons peut induire un effarouchement des espèces empruntant le dispositif. Ainsi, sa présence dans les passes à l'arrivée des poissons migrateurs pourrait diminuer ou retarder le passage des aloses et donc perturber l'accès aux frayères et le succès de la reproduction (Syväranta et al., 2009 ; Baudoin et al., 2014). Au printemps, le silure sort de son jeûne hivernal (Copp et al., 2009). Son besoin énergétique important en prévision de sa reproduction le pousse à se procurer des proies disponibles en quantité importante comme l'alose (Slavík et al., 2015). Ainsi, la fatigue, les blessures potentielles et le stress lié aux migrations font des poissons migrateurs des proies abordables, pouvant atteindre jusqu'à 50% de la consommation des individus (Syväranta et al., 2009 ; Guillerault et al., 2015).

6. Quelle efficacité dans la reproduction ?

Il est intéressant d'étudier les conditions de température, de débit et de survie de 2013 à 2016 avec un intérêt particulier pour 2015. Cela correspond à la période où sont nés les géniteurs se reproduisant en 2020 puisqu'ils sont âgés de 4 à 7 ans avec une majorité âgée de 5 ans.

La température printanière moyenne a augmenté de plus de 2°C entre 2013 et 2015 et 2015 est une des années les plus chaudes. Pour ce qui est du débit, l'année 2015 est une année où il y a les plus faibles débits printaniers. Les variations de températures et de débit sur ces trois années sont importantes car ces variables évoluent d'un extrême à l'autre. Ces facteurs prépondérants pour la reproduction (Baglinière & Elie, 2000) ont tous deux un aspect plutôt positif pour l'année 2015, année majoritaire de naissance des géniteurs de 2020. Ces bonnes conditions environnementales couplés à la présence de nombreux reproducteurs cette année-là (Labedan, 2017 ; Cellule Migrateurs Charente Seudre, 2018 ; Van Der Linde, 2018) pouvaient présager d'un nombre de reproducteurs sur les frayères de Charente, cette année, beaucoup plus important.

Cependant, la prise en compte des plages de températures d'eau pour la survie des œufs et larves est importante. Il est possible d'obtenir un nombre de jours où les températures sont un facteur

limitant et où la survie des œufs et larves n'a pas été optimale (Jatteau et *al.*, 2017). Ainsi, l'année 2015 compte 46 jours soit approximativement la moitié du temps en-dessus ou au-dessous des plages de température où la survie est estimée supérieure à 80%. À titre comparatif, l'année 2013 reste aujourd'hui l'année la plus critique, où pas moins de 68 jours soit plus d'un tiers du temps sont en-dessus ou au-dessous des plages de température où la survie est estimée supérieure à 80%. C'est même la seule année où la température passe sous la plage de survie de 5% pendant 3 jours (2%). Malgré l'importance des géniteurs en présence sur l'année 2015, cette statistique vis-à-vis de l'efficacité de reproduction est toutefois non négligeable mais n'explique pas à elle seule les faibles chiffres de cette saison 2020.

7. Amélioration possible de la méthodologie par l'intelligence artificielle

La détection des bulls suite aux enregistrements nocturnes sur les différentes frayères représente un travail extrêmement chronophage pour les structures qui suivent les populations d'aloses. Un premier système, testé par l'association MRM (Migrateur Rhône Méditerranée), rendait des taux de redétection de bulls très satisfaisants, mais son utilisation était compliquée : pour chaque site et chaque saison, il y avait des paramètres à régler, ce qui était difficile à prendre en main, très chronophage et ne rendait pas possible le déploiement du système. De plus, l'utilisation du smartphone a vite été abandonnée (mauvaise tenue de la batterie notamment). L'utilisation des enregistreurs est donc poursuivie sur la Charente, en attendant que la technique évolue. Des contacts ont été pris avec MRM pour contribuer à cette évolution en fournissant, notamment, des données charentaises.

En 2019, MRM a fait le choix de laisser de côté le premier algorithme. Ils travaillent maintenant avec Patrice Guyot, chercheur en informatique dans le but de développer un algorithme sur la base du "deep-learning" ou apprentissage profond. C'est une sorte d'intelligence artificielle. L'objectif est que l'algorithme apprenne seul à reconnaître un bull. Les premiers tests doivent être effectués sur le terrain en 2021. L'objectif pour 2020 est de rendre cet algorithme plus performant en lui injectant le plus de son de bull possible pour qu'il apprenne à les reconnaître dans toutes les circonstances sonores. Pour la saison 2021, aucun partenariat n'est envisagé avec d'autres structures car MRM souhaite valider son système avant une communication éventuelle en 2022.

Conclusion et perspectives

Le bilan du nombre de géniteurs sur la Charente est inquiétant mais il est globalement identique sur les bassins voisins. Le bassin Gironde-Garonne-Dordogne présente un nombre de géniteurs estimés entre 5 000 et 10 000 depuis 2012, ce qui est faible par rapport à la moyenne des 180 000 géniteurs estimés entre 1987 et 2005 (MIGADO, 2018a). Au 23 juillet 2020, le nombre de passage d'aloses aux principales stations de comptage de la Garonne et de la Dordogne reste très faible (364 individus à Golfech par exemple, contre 1630 en 2019).

En revanche, le bassin de la Loire enregistre des passages aux stations de comptage plutôt mauvais depuis 2009 avec une moyenne de 1415 aloses entre 2013 et 2017 (Legrand & Besse, 2018). La saison 2020 est pour eux une réussite, avec un passage de 3500 aloses au 2 juin 2020, ce qui n'était pas arrivé depuis 2008 ! Le bassin de la Vilaine et l'association Normandie Grands Migrateurs ont vu leur effectif d'aloses aux stations de contrôle augmenter depuis 2014, ces données semblent indiquer une remontée de l'aire de distribution d'*Alosa* sp. vers le nord.

Il serait intéressant de poursuivre la surveillance des effectifs de silure, notamment au niveau des ouvrages de franchissements. Ainsi, il serait possible de confirmer ou infirmer s'il y a bien un évitement, qu'il soit d'ordre temporel ou non, et si celui-ci induit un effarouchement. Concernant la méthodologie, l'arrivée potentielle du dépouillement via l'intelligence artificielle semble être un plus non négligeable, notamment en termes de temps. Cependant, cette avancée n'est prévue qu'au minimum pour la saison 2022. Enfin, il serait aussi intéressant de réaliser une nouvelle étude de potentialités piscicoles afin d'actualiser les connaissances sur les frayères mais aussi sur leur évolution ces quinze dernières années. Cette dernière action n'est cependant réalisable qu'aux prix de financements importants, ce qui dans le contexte actuel reste complexe...

Références bibliographiques

- ALBIGES C., ROCHARD E., CASTELNAUD G., 1986. Etude de l'estuaire de la Gironde, 1985 : étude de la faune circulante, évaluation de la production 1984 et calcul de CPUE. Rapport CEMAGREF Bordeaux/EDF. 175p.
- APRAHAMIAN M.W., BAGLINIERE J.L., SABATIE M.R., ALEXANDRINO P., THIEL R., et APRAHAMIAN C.D., 2003. Biology, status, and conservation of the anadromous Atlantic twaite shad *Alosa fallax fallax*. In Biodiversity, status, and conservation of the world's shads (eds K.E. Limburg & J.R. Waldman). **35**, 103-124.
- BAGLINIERE J.L., SABATIE M. R., LE CORRE M., MENELLA J.Y., POINT D., 1996. Premiers éléments de caractérisation biologique et taxonomique de l'aloise feinte du Rhône (1994 et 1995). Rapport INRA-ENSA Rennes-minist. Env., DIREN Rhône-Alpes, 23p.
- BAGLINIERE J.L. et ELIE P., 2000. Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.). Ecobiologie et variabilité des populations. INRA-Cemagref Editions. 275p.
- BAGLINIERE J.L., SABATIE M.R., ROCHARD E., ALEXANDRINO P., & APRAHAMIAN, M.W., 2003. The allis shad *Alosa alosa*: biology, ecology, range and status of populations. In Biodiversity, status, and conservation of the world's shads (eds K.E. Limburg & J.R. Waldman). **35**, 85-102.
- Baudouin J.M., Burgun V., Chanseau M., Larinier M., Ovidio M., Sremski W., Steinbach P. & B. Voegtle (2014). Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons – Principes et Méthodes. ONEMA (ed), 200p.
- BELAUD A., CARETTE A., CASSOU-LEINS F., & CASSOU-LEINS J.J., 2001. Choix des sites de fraie par la grande alose (*Alosa alosa* L.) en moyenne Garonne. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture. **362/363**, 869-880.
- Blanc M, Banarescu P, Gaudet J.L, Hureau J.C, 1971. European Inland water fish. A multilingual catalogue FAO, Fishing News (Books) Ltd (Ed.), London, 24p.
- Boisneau C. (2015). *Alosa* 2012-2013 – Suivi des aloses en Loire moyenne et approche de la prédation par le silure. Rapport de l'Université de Tours, 91p.
- Boisneau P., Mennesson-Boisneau C. & J.L. Baglinière (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: 15-23, DOI: 10.1051/kmae:1990022.
- Brias T., 2014. Ajustement du protocole de suivi et du calcul d'estimation des géniteurs d'aloses sur le bassin Charente. Rapport de stage de master, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France. 36p.
- Cassous-Leins F. & CASSOU-LEINS J.J., 1981. Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'aloise *Alosa alosa* L. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique, France. 382 p.
- Cassous-Leins J. J., CARETTE A., 1992. Suivi de la Réserve d'aloses d'Agen. ENSA Toulouse-Lycée agricole de Montauban – Direction départementale de l'équipement, Agen. 6p.

Cassous-Leins J. J., CARETTE A., 1995. Suivi de la Réserve Naturelle de la frayère d'alose. Reproduction. Année 1995. Etude de la reproduction de l'alose. ENSA Toulouse-Direction Départementale de l'Équipement Agen, 9p.

Cellule Migrateurs Charente Seudre (2011). Continuité écologique – La restauration de la libre circulation des poissons migrateurs sur les bassins Charente et Seudre. EPTB Charente, 37 Groupement fédérations de pêche du Poitou-Charentes & CREAA (eds), Chasseneuil-sur-Bonnieure, Guide technique, 19p.

Cellule Migrateurs Charente Seudre (2013). Programme d'Actions 2012-2015 – Rapport technique 2012. EPTB Charente, Groupement fédérations de pêche du Poitou-Charentes & CREAA (eds), Rapport technique, 171p.

Cellule Migrateurs Charente Seudre (2015). Programme d'Actions 2016-2020 – Continuité écologique et gestion des populations. EPTB Charente, Groupement fédérations de pêche du Poitou-Charentes & CREAA (eds), Document cadre, 42p.

Cellule Migrateurs Charente Seudre (2017). Programme d'Actions 2016-2020 – Rapport technique 2016. EPTB Charente, Groupement fédérations de pêche du Poitou-Charentes & CREAA (eds), Rapport technique, 126p.

Cellule Migrateurs Charente Seudre (2018). Programme d'Actions 2016-2020 – Rapport technique 2017. EPTB Charente, Groupement fédérations de pêche du Poitou-Charentes & CREAA (eds), Rapport technique, 144p.

Copp G.H., Britton J.R., Cucherousset J., García-Berthou E., Kirk R., Peeler E. & S. Stakénas (2009). Various invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. *Fish and Fisheries*, 10: 252-282, DOI: 10.1111/j.1467-2979.2008.00321.x.

Dartiguelongue J. (2018). Contrôle du fonctionnement de la passe poissons installée à Crouin (16) sur la Charente. Suivi de l'activité ichtyologique en 2017. Rapport des Services et Conseils en Environnement Aquatique (SCEA), 38p.

Douchement C., 1981. Les aloses des fleuves français, biométrie écobioécologie, autonomie des populations. Thèse doctorat 3^e cycle, Université des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, 377p.

Elie P., Rigaud C., 1984. Etude de la population d'anguille de l'estuaire et du bassin versant de la Vilaine. Pêche, biologie, écologie. Examen particulier de l'impact du barrage d'Arzal sur la migration anadrome (civelle). Rapport Université Sciences Rennes/CEMAGREF Bordeaux/URFDAAPP Bretagne-Maine-Normandie. 174p.

Guillerault N., Delmotte S., Poulat N. & F. Santoul (2015). Etudes des interactions du Silure glane (*Silurus glanis*) avec l'ichtyofaune métropolitaine. ONEMA, EcoLab, MAD'Environnement (eds), Rapport d'étude, 49p.

Hydro Concept, 2003. Etude des potentialités piscicoles des bassins de la Charente et de la Seudre pour les poissons migrateurs. EPTB Charente. 182p.

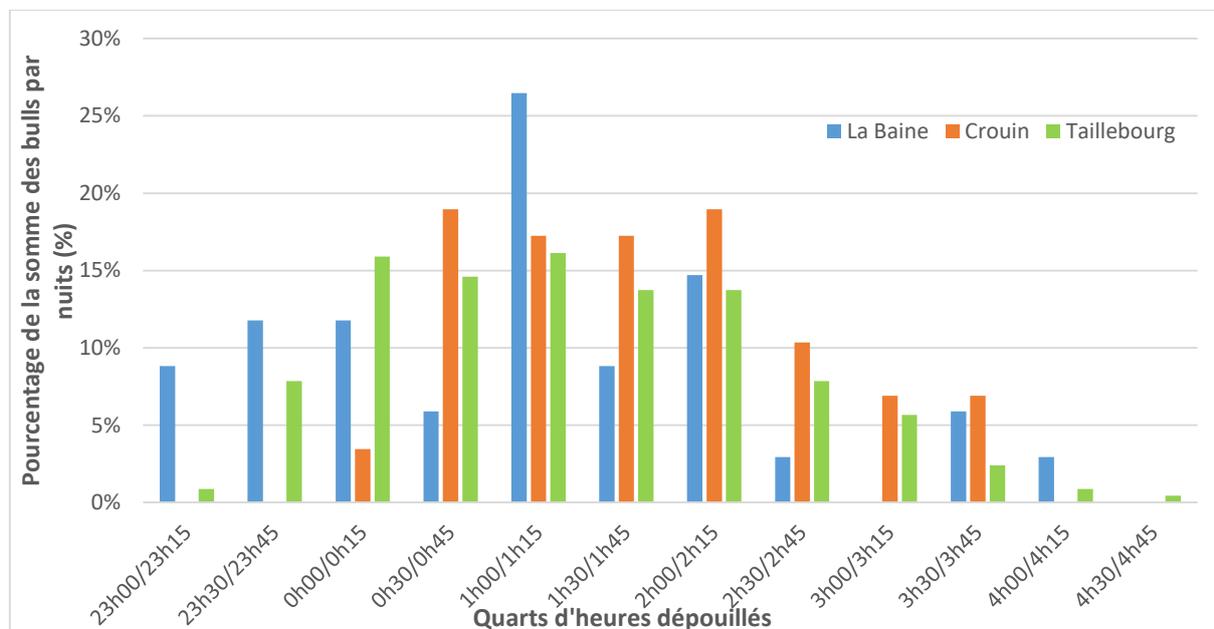
- Jolly M.T., Maitland P.S. & M.J. Genner (2011). Genetic monitoring of two decades of hybridization between allis shad (*Alosa alosa*) and twaite shad (*Alosa fallax*). *Conservation Genetics*, 12: 1087-1100, DOI: 10.1007/s10592-011-0211-3.
- Jatteau P., Drouineau H., Charles K., Carry L., Lange F. & P. Lambert (2017). Thermal tolerance of allis shad (*Alosa alosa*) embryos and larvae: Modeling and potential applications. *Aquatic Living Resources*, 30: 1-8, DOI: 10.1051/alr/2016033.
- Labedan.M., 2017. Estimation du nombre de géniteurs d'aloses sur le bassin versant de la Charente. Rapport de stage de Master, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France. 27p.
- Lambert P., Jatteau P., Paumier A., Carry L. & H. Drouineau (2018). Allis shad adopts an efficient spawning tactic to optimize offspring survival. *Environmental Biology of Fishes*, 101: 315-326, DOI: 10.1007/s10641-017-0700-4
- Larinier M., 1980. Effets mésologiques des extractions de granulats dans le lit mineur des cours d'eaux. Coll. FAO-CECPI, Vichy, avril 1980, 192-211.
- Larinier M., Porcher J.P., Travade F. & C. Gosset (1994). Passe à poissons – Expertise, conception des ouvrages de franchissement. Conseil Supérieur de la Pêche (ed), Paris, 336p.
- Legrand M. & T. Besse (2018). Paroles de Migrateurs n°16 – Retour sur l'année 2017. LOGRAMI (ed), Rapport d'activité, 8p.
- Lelek A., 1980. Les poissons d'eau douce menacés en Europe. Collection Sauvegarde de la Nature, 18, 276p.
- Lochet A. (2006). Dévalaison des juvéniles et tactiques gagnantes chez la grande alose *Alosa alosa* et l'alose feinte *Alosa fallax* : apports de la microchimie et de la microstructure des otolithes. Thèse de doctorat : océanographie. Université de Bordeaux I, France, 208p.
- Martin J., Rougemont Q., Drouineau H., Launey S., Jatteau P., Bareille G., Berail S., Pécheyran C., Feunteun E., Roques S., Clavé D., Nachón D.J., Autunes C., Mota M., Réveillac E. & F. Daverat (2015). Dispersal capacities of anadromous Allis Shad population inferred from a coupled genetic and otolith approach. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 72: 991-1003, DOI: 10.1139/cjfas-2004-0510.
- MENNESSON-BOISNEAU C. et BOISNEAU P., 1990. Migration, répartition, reproduction et caractéristiques biologiques des aloses (*Alosa sp.*) dans le bassin de la Loire. Thèse de Doctorat, université de Rennes 1, France. 105p.
- MIGADO (2018a). Actions techniques 2017. MIGADO – Association Migrateurs Garonne Dordogne (ed), Rapport d'activité, 32p.
- Muséum National d'Histoire Naturelle [Ed]. Inventaire National du Patrimoine Naturel, site web : <https://inpn.mnhn.fr>. Le 11 avril 2020.
- POSTIC-PUIVIF A., ALBERT F. et BUARD E., 2015. PLAGEPOMI 2015-2019. Rapport technique 2018. Cellule Migrateurs Charente Seudre. 106p.

- Rochard E. & G. Lassalle (2010). Conservation de la biodiversité et changement climatique : un nécessaire changement de paradigme - Le cas des poissons migrateurs amphihalins. *Sciences Eaux and Territoires : la Revue de l'IRSTEA*, 3: 104-109.
- Slavík O., Horký P., Maciak M. & M. Wackermannová (2015). Familiarity, prior residency, resource availability and body mass as predictors of the movement activity of the European catfish. *Journal of ethology*, 34: 23-30, DOI: 10.1007/s10164-015-0441-9
- Sordello R., G. Conruyt-Rogeon & J. Touroult (2014). La fonctionnalité des continuités écologiques – Premiers éléments d'illustration et de compréhension. MNHN-SPN (ed), Rapport, 33p.
- SOULARD A., LASCAUX J.M., et FIRMIGNAC F., 2010. Site d'intérêt communautaire « vallée de la Dordogne ». Présentation des inventaires piscicoles réalisés au 15/04/2010. MIGADO, ECOGEA. 107p.
- Syväranta J., Cucherousset J., Kopp D., Martino A., Céréghino R. & F. Santoul (2009). Contribution of anadromous fish to the diet of European catfish in a large river system. *Naturwissenschaften*, 96: 631-635, DOI: 10.1007/s00114-009-0511-3.
- Taillerie S. (2012). Caractérisation des populations d'aloses sur le bassin versant de la Charente. Rapport de stage de master 2 : Génie Écologique. Université de Poitiers, France, 52p.
- 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 dévalisons et de l'impact des activités humaines. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, France. 568 p.
- TAVERNY C. et ELIE P., 2001. Répartition spatio-temporelle de la grande alose *Alosa alosa* (Linné, 1766) et de l'alose feinte *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) dans le golfe de Gascogne. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. **362/363**, 803-821.
- THIEL R., SEPULVEDA A, OESMANN A., 1996. Occurrence and distribution of twaite shad (*Alosa fallax* Lacépède) in the lower Elbe River, Germany. *In Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe*, A. Kirchofer and D. Hefti (Eds), Birkhäuser Verlag, Basel, 157-170.
- TROLLEZ L., 1986. La Loire : des richesses à gérer. Les ressources sablières face aux contraintes économiques et humaines, de Nantes au Bec de Vienne. Mémoire DAA, Option PAMN, ENSA de Rennes. 103p.
- VAN DER LINDE.M., 2018. Estimation de la population de géniteurs d'aloses (*Alosa* sp.) sur le bassin de la Charente et des facteurs influençant la reproduction. Rapport de stage de Master, Université de Renne, France. 40p.
- VERON V., SABATIE M.R., BAGLINIERE J.L., et ALEXANDRINO P., 2001. First morphological, biological and genetic characteristics of shads (*Alosa alosa* and *Alosa fallax* spp.) in the river Charente (France). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. **362/363**, 1037-1057.
- Zydlowski J. & M.P. Wilkie (2012). Freshwater to seawater transitions in migratory fishes In McCormick S.D., Farrell A.P. & C.J. Brauner (eds), *Euryhaline Fishes. Fish physiology*, 32: 253-326, DOI: 10.1016/B978-0-12-396951-4.00006-2.

Annexes

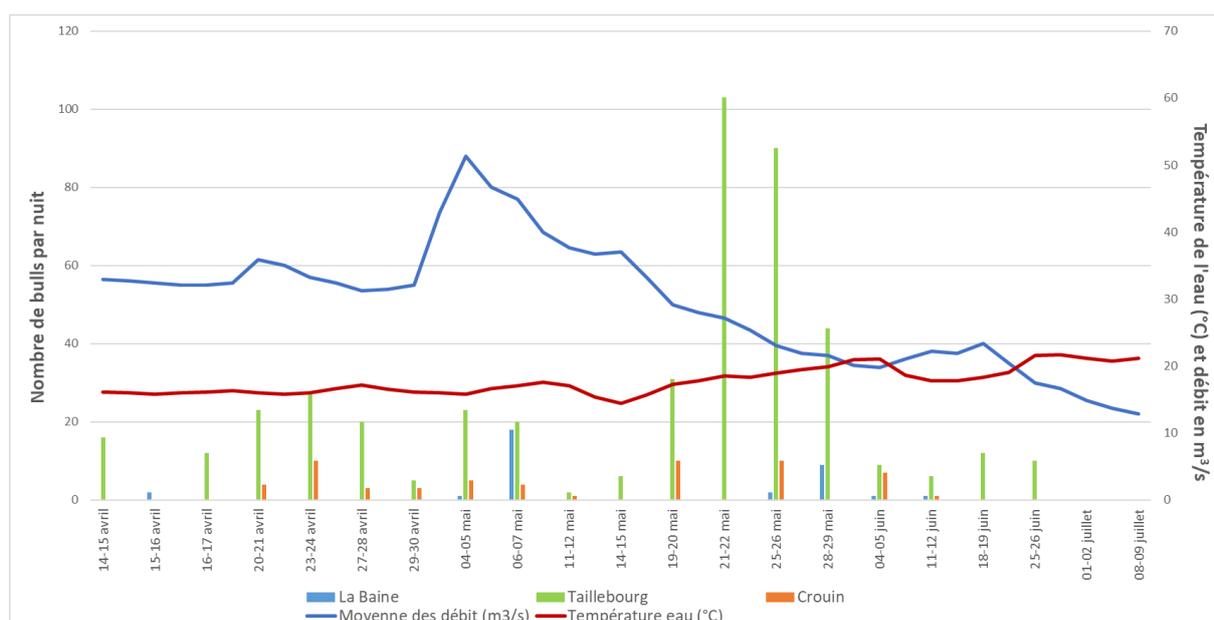
Annexe 1 : Pourcentage de répartition des bulls dans les nuits dépouillées

Graphique du pourcentage de la somme de bulls entendus par quart d'heure dépouillé (de 23h à 4h45) sur l'ensemble des nuits de la saison 2020 pour les trois principales frayères de la Charente. De l'aval vers l'amont : Taillebourg (n = 20 nuits), La Baine (n = 16) et Crouin (n = 14).



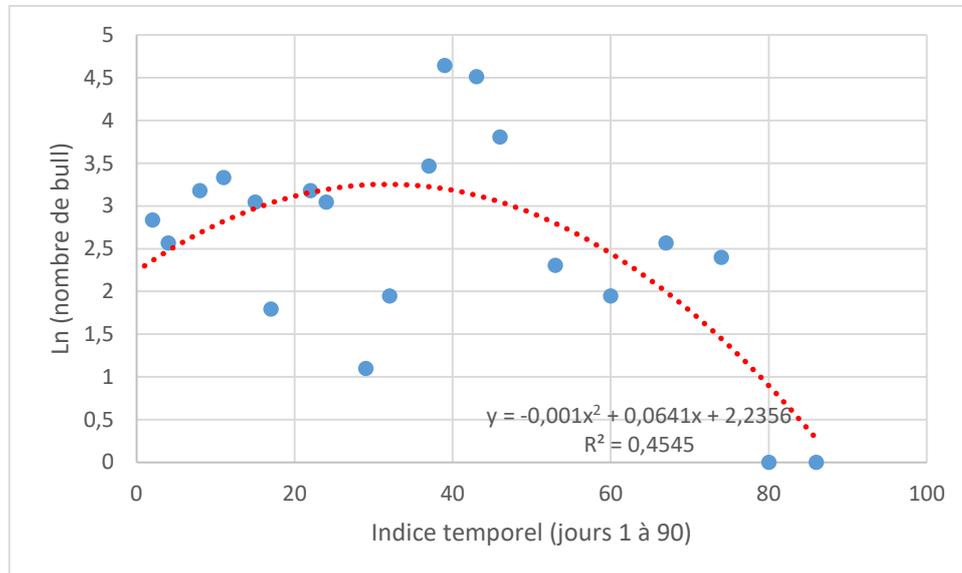
Annexe 2 : Nombre de bulls corrélé aux débits (m3/s) et à la température (°C)

Graphique du nombre de bulls par nuit sur la saison 2020 en fonction du débit (en m3 /s) et de la température (°C) sur les trois principales frayères de la Charente.



Annexe 3 : Exemple d'ajustement d'une parabole aux données (site de Taillebourg)

Graphique de la transformation logarithmique du nombre de bulls sur Taillebourg selon l'indice temporel borné du jour 1, début d'activité, au jour 86, dernier jour d'activité de la saison 2020. L'ajustement de la courbe aux données fournit l'équation : $\ln(y) = a_2x^2 + a_1x + b$.



Annexe 4 : Formules de la courbe de Gauss

Formule de construction de la courbe de Gauss (Borcard, 2000). Les coefficients a_2 , a_1 et b sont obtenus suite à l'ajustement de la parabole au nuage de points (voir annexe 3). Ils permettent la construction de la courbe de Gauss (Z_x) par les calculs des paramètres suivant : l'optimum (u), du sommet de la courbe (c) et de la tolérance (t). x est la valeur de la variable (indice temporel ou température de l'eau) à ajuster.

$$u = \frac{-a_1}{2a_2} \qquad c = e^{-(a_2u^2 + a_1u + b)} \qquad t = \frac{1}{\sqrt{-2a_2}}$$

$$Z_x = c \times e^{-\frac{0,5 \times (x-u)^2}{t^2}}$$

Annexe 5 : Bulls dépouillés et entendus sur le terrain et droite de régression

Tableau du nombre de bulls enregistrés (E) et entendus (T) sur le terrain pour chacune des frayères avec le nombre de quarts d'heure calibrés. Les équations de régression obtenues sont indiquées avec leur coefficient de régression (R^2).

Sites	Bulls enregistreurs	Bulls terrain	%	Nombre de 1/4 d'heures	R ²	Equation de régression
Crouin	7	12	58,3%	12	0,59	$y = 1,3012x + 0,241$
La Baine	5	43	11,6%	16	0,07	$y = 2,4909x + 1,909$
Taillebourg	97	577	16,8%	16	0,75	$y = 4,2855x + 10,082$

Annexe 6 : Résultat de la calibration

Tableau de l'estimation du nombre de bulls pour chacune des frayères (Taillebourg, La Baine et Crouin) suite à la calibration par régression linéaire entre bulls dépouillés et entendus sur le terrain. Les équations de régression sont indiquées pour chaque site ainsi que le calcul de la marge d'erreur relative.

Site		Borne inférieure	Estimation	Borne supérieure	Marge d'erreur relative
Crouin	Equations	$y = 1,05x - 0,65$	$y = 1,31x + 0,24$	$y = 1,40x + 2,24$	82%
	Résultats après la calibration	1631	4751	8662	
La Baine	Equations	$y = 1,18x - 1,63$	$y = 2,49x + 1,91$	$y = 1,63x + 1,31$	44%
	Résultats après la calibration	2711	4306	6210	
Taillebourg	Equations	$y = 1,15x - 0,32$	$y = 4,29x + 10,08$	$y = 1,36x + 4,10$	75%
	Résultats après la calibration	2826	8249	14409	

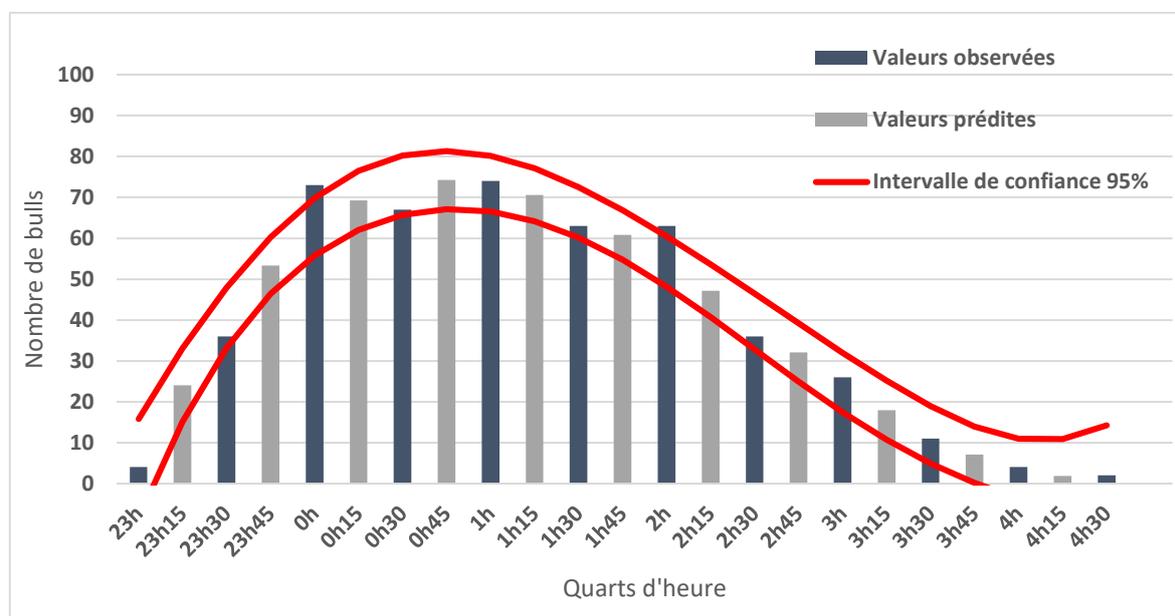
Annexe 7 : Résultats des AIC et AICc pour chaque équation

Tableau des équations polynomiales construites du degré 2 au degré 6 avec les coefficients de régression et les Critère d'Information d'Akaike (corrigé) (AIC(c)) pour les sites de Taillebourg, La Baine et Crouin. Les équations choisies sont indiquées en couleur (plus faible AICc).

Site	Degré	Formule	R ²	AIC	AICc
Taillebourg	Poly 2	$-0,8495x^2 + 15,9795x + 57,7381$	0,76	104,08	105,34
	Poly 3	$0,0981x^3 - 4,3810x^2 + 50,0190x - 11,7141$	0,96	82,35	84,57
	Poly 4	$0,0026x^4 - 0,0285x^3 - 2,4173x^2 + 39,3632x + 1,8781$	0,97	84,30	87,83
	Poly 5	$-0,0012x^5 + 0,0751x^4 - 1,5843x^3 + 11,8384x^2 - 11,7856x + 48,7608$	0,97	86,13	91,38
	Poly 6	$1,152E-04x^6 - 0,0095x^5 + 0,3030x^4 - 4,558x^3 + 30,45x^2 - 60,81x + 84,58$	0,97	88,10	95,57
La Baine	Poly 2	$-0,2529x^2 + 4,6528x + 21,1330$	0,40	57,12	58,39
	Poly 3	$0,0202x^3 - 0,9790x^2 + 11,6517x + 6,8529$	0,45	57,99	60,21
	Poly 4	$0,0026x^4 - 0,1067x^3 + 0,9881x^2 + 0,9776x + 20,4685$	0,46	59,71	63,24
	Poly 5	$-0,0005x^5 + 0,0307x^4 - 0,7095x^3 + 6,512x^2 - 18,84x + 38,63$	0,52	60,31	65,56
	Poly 6	$1,308E-05x^6 - 0,0014x^5 + 0,0566x^4 - 1,047x^3 + 8,626x^2 - 24,41x + 42,70$	0,57	60,96	68,43
Crouin	Poly 2	$-0,5018x^2 + 9,5802x + 27,9683$	0,4	57,12	58,39
	Poly 3	$0,0517x^3 - 2,3625x^2 + 27,5155x - 8,6259$	0,45	57,99	60,21
	Poly 4	$0,0005x^4 + 0,0297x^3 - 2,0220x^2 + 25,6675x - 6,2686$	0,46	59,71	63,24
	Poly 5	$-6,687E-05x^5 + 0,0045x^4 - 0,0564x^3 - 1,233x^2 + 22,84x - 3,674$	0,52	60,31	65,56
	Poly 6	$-4,574E-06x^6 + 2,625E-04x^5 - 0,0046x^4 + 0,0617x^3 - 1,972x^2 + 24,78x - 5,096$	0,57	60,96	68,43

Annexe 8 : Exemple du nombre de bulls estimés pour les quarts d'heure manquants sur le site de Taillebourg

Graphique de la somme totale du nombre de bulls observés (foncé) et prédits par le modèle (clair) pour chaque quart d'heure de la nuit (de 23h à 4h45) en 2020 sur la frayère de Taillebourg. L'intervalle de confiance est ajouté (courbes rouges).



Annexe 9 : Résumé des résultats de chaque étape de calcul et nombre de bulls total

Tableau récapitulatif des étapes de calcul d'estimation du nombre de bulls total (**en gras**) pour les trois principales frayères (Taillebourg, La Baine et Crouin). Le nombre de bulls estimé, son intervalle de confiance à 95% et le calcul de la marge d'erreur sont indiqués.

Site		Borne inférieure	Estimation	Borne supérieure	Marge d'erreur
Taillebourg	Calibration	741	914	1087	19%
	Coefficients multiplicateurs des 1/4 d'heures manquants	1,63	2,01	2,38	19%
	Nombre de bulls total	1205	1833	2592	41%
La Baine	Calibration	14	67	120	79%
	Coefficients multiplicateurs des 1/4 d'heures manquants	0,40	1,96	3,52	79%
	Nombre de bulls total	6	132	423	221%
Crouin	Calibration	14	67	120	79%
	Coefficients multiplicateurs des 1/4 d'heures manquants	0,24	1,15	2,07	79%
	Nombre de bulls total	3	77	248	221%

Résumé

Les aloses (*Alosa* sp.) sont des poissons migrateurs anadromes qui remontent les fleuves pour se reproduire. Les deux espèces (*Alosa falax* et *Alosa alosa*) sont classées respectivement comme espèces quasi-menacées et en danger critique au niveau national. La Cellule Migrateurs Charente-Seudre, créée en 2009, a pour mission d'assurer l'évaluation de l'état des populations d'espèces migratrices sur les fleuves du même nom. L'estimation du nombre de géniteurs d'aloses est réalisée grâce aux suivis visuels et acoustiques de leur reproduction, seulement sur le fleuve Charente. Un protocole normalisé de suivi a été défini en 2014, après une première étude réalisée en 2012. Celui-ci permet d'estimer, par extrapolation des données, le nombre de géniteurs d'Aloses présent sur les trois frayères les plus actives du fleuve Charente.

Les résultats obtenus mettent en évidence une importante chute du nombre de géniteurs sur ces trois frayères. Le secteur de Taillebourg semble le plus attractif car il est situé le plus en aval et présente un nombre réduit d'obstacles jusqu'à la mer. Les conditions météorologiques de 2020 ont induit une reprise des débits couplée à une baisse des températures au milieu de la saison de reproduction. Cependant, les géniteurs ont pu adapter leur comportement de ponte, et le différer, afin d'attendre des conditions environnementales optimales.

Une tendance à la baisse est observée sur l'ensemble du territoire du COGEPOMI (COmité de GEstion des POissons MIgrateurs) Garonne-Dordogne-Charente-Seudre-Leyre. Cette diminution globale pourrait être expliquée par la présence encore nombreuse d'ouvrages perturbant la remontée des individus. Les perturbations climatiques et hydrologiques globalement plus sévères auxquelles le bassin de la Charente est soumis ces dernières années (température élevée et débit faible) peuvent aussi expliquer cette baisse. De nouvelles méthodes de suivi automatiques devraient voir le jour prochainement. Elles permettront d'augmenter l'effort d'échantillonnage mais aussi la vitesse d'acquisition de la donnée sans pour autant accroître les moyens humains.

Mots clés : Grande Alose – Alose feinte – Bassin Charente – Estimation – Géniteurs – Reproduction

Abstract

Shads (*Alosa* sp.) are anadromous migratory fish that go up rivers to reproduce. The two species (*Alosa falax* and *Alosa alosa*) are classified respectively as near threatened and critically endangered at the national level. The Charente-Seudre Migratory Unit, created in 2009, is responsible for assessing the status of populations of migratory species on rivers of the same name. The estimate of the number of shad spawners is carried out thanks to visual and acoustic monitoring of their reproduction, only on the Charente river. A standardized monitoring protocol was defined in 2014, after a first study carried out in 2012. This makes it possible to estimate, by extrapolation of the data, the number of Shad spawners present on the three most active spawning grounds of the Charente river.

The results obtained show a significant drop in the number of spawners on these three spawning grounds. The Taillebourg sector seems the most attractive because it is located the furthest downstream and has a reduced number of obstacles to the sea. The weather conditions in 2020 led to a resumption of flows coupled with a drop in temperatures in the middle of the breeding season. However, the spawners were able to adapt their laying behavior, and to delay it, in order to await optimal environmental conditions.

A downward trend is observed throughout the territory of the COGEPOMI (COmité de Gestion des Poissons MIgrateurs) Garonne-Dordogne-Charente-Seudre-Leyre. This overall decrease could be explained by the still numerous presence of works disturbing the ascent of individuals. The more severe climatic and hydrological disturbances to which the Charente basin has been subjected in recent years (high temperature and low flow) can also explain this decrease. New automatic tracking methods are expected to emerge soon. They will increase the sampling effort but also the speed of data acquisition without increasing human resources.

Key words: Great Shad - Feint Shad - Charente watershed - Estimate - Spawners - reproduction