UFR Sciences et techniques de la Côte Basque
Université de Pau et des Pays de l'Adour

Licence professionnelle Espaces Naturels
Option Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités session 2012/2013

Suivi de la migration et de la reproduction de la grande Alose, *Alosa alosa*, en Moyenne Garonne

Steve MONEUSE

Stage effectué du 18 mars au 16 août 2013 à la
Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose
44, Cours du 9ème de Ligne 47 000 AGEN
Sous la direction scientifique de Mme Christelle PEZET

« Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de la structure d'accueil »

Remerciements

Je tiens, tout d'abord, à témoigner toute ma gratitude à Monsieur MOLINIÉ, président de l'Association pour la gestion de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose, pour m'avoir accueilli dans sa structure.

Je souhaite ensuite remercier plus particulièrement ma maître de stage Christelle PEZET, chargée de mission de l'Association pour la gestion de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose. Merci pour ta disponibilité, ton soutien, tes nombreux conseils et tout simplement ta sincère implication envers tes stagiaires. Merci aussi pour ton humour, que de souvenirs d'énigmes, de blagues Carambar® et de convivialité durant ces nombreuses heures de comptages des pontes de ces sacrées aloses. Toujours en quête de bulls, que ce soit sous la pluie ou encore jusqu'au petit matin avec son magnifique levé de soleil (et l'ouverture des boulangeries !!), merci d'avoir partagé ton expérience sur le sujet et je retiendrai pour très longtemps qu' « un zéro est une valeur !! ».

Je remercie, tout autant, Elsa MAGOGA, chargée de mission écosystèmes aquatiques à la Réserve Naturelle Nationale de l'Étang de la Mazière, pour sa bonne humeur et sa sympathie. Merci pour toutes ces longues discussions dans cette ambiance si particulière qu'est Garonne la nuit. D'ailleurs, je ne suis pas prêt d'oublier l'attaque du monstre de la Garonne que nous avons subie !! Et surtout merci pour ces précieux et passionnants conseils de détermination des Odonates.

Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements à Nolwen et Thomas, mes collègues stagiaires. Merci pour votre sympathie, votre bel esprit d'équipe et votre entraide sur ces nombreuses réflexions que l'alose a provoqué. Merci également pour votre humour, autant Nolwen et son incroyable talent à trouver des réponses aux blagues tellement plus drôles que les originales (le « tube ananas » de loin la meilleure !!), que Thomas et ses réflexions auxquelles j'adhère complètement (le vol du canard n'a pas été compris par tous !!). Merci pour toutes les discussions et moments de rigolades, pendant les comptages ou tout simplement au quotidien, pendant les analyses physico-chimiques entre autres.

Ces remerciements s'adressent également à toute l'équipe de la Fédération de pêche du Lot-et-Garonne : Hélène, Christine, Ghislaine, Marina, Cyril, Cédric, Robin et Jean-René, pour avoir partagé les pauses café. Merci également de nous avoir convié aux pêches électriques et aux différentes animations pêches durant ce stage, mes nœuds de pêche y sortent révisés et plus solides que jamais.

Je tiens à remercier toute l'équipe de MIGADO. Laurent CARRY, chargé de mission, et ses stagiaires, mais également David CLAVÉ, chef de mission, et toute son équipe du programme Life Alose, pour nous avoir permis de participer à la mise en poches des larves d'aloses avant leur périple vers le Rhin.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce rapport.

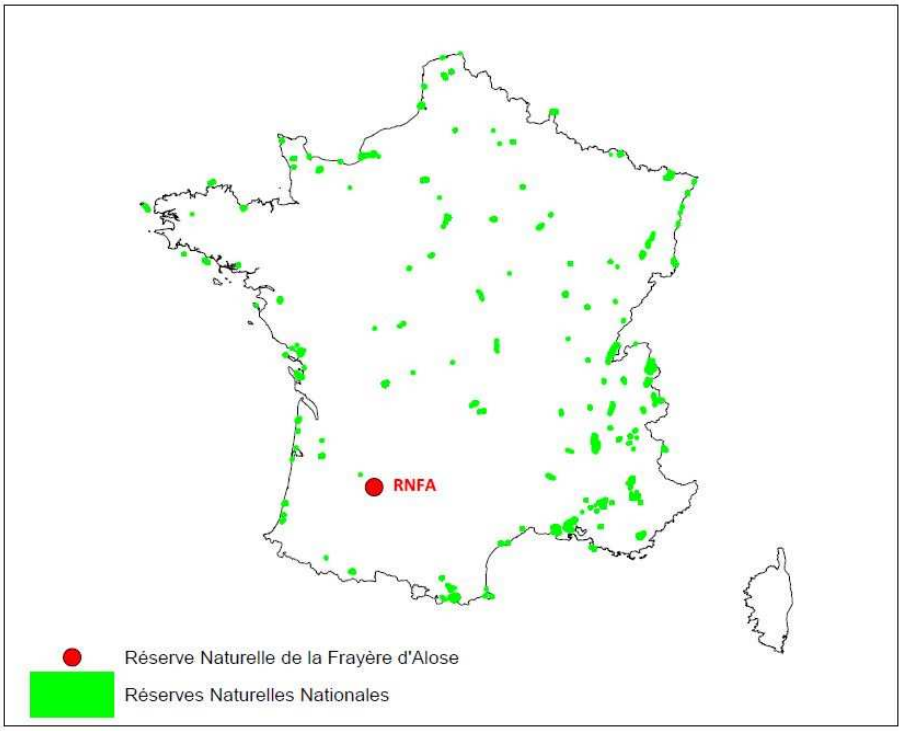


Figure A : Localisation de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose

Figure B : Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose

Avant-propos

L'association pour la Gestion de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose est une association loi 1901, à but non lucratif dont les missions sont d'intérêt général. Elle est le gestionnaire depuis 1986 de la Réserve Naturelle Nationale de la Frayère d'Alose (RNFA), fondée le 13 mai 1981, qui appartient au réseau des 165 Réserves Naturelles Nationales de France. Elle est située dans le Sud-Ouest de la France, plus précisément dans le département du Lot-et-Garonne, en région Aquitaine (Figure A).

Le classement en Réserve Naturelle Nationale découle de la situation critique des effectifs de population de la grande Alose (*Alosa alosa*) en Moyenne Garonne. A la fin des années 1970, la raréfaction de cette espèce est mise en évidence, sa disparition est annoncée pour le début des années 1990 (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981). Le choix du site a pour origine la présence d'un obstacle à l'époque difficilement franchissable pour les grandes Aloses qui a entraîné l'existence d'une frayère forcée. Il s'agit du seuil de Beauregard situé à environ 1 km en amont de la réserve.

Cas unique en France, la Réserve Naturelle Nationale située en zone fortement urbanisée, ne concerne qu'une seule espèce, pendant une courte période de son cycle de vie, sur un territoire limité au lit mineur d'un fleuve. En effet, elle est située au sein de l'agglomération d'Agen, sur les communes d'Agen et du Passage d'Agen (Figure B). Son périmètre s'étend depuis le Point Kilométrique (PK) 18.270, en amont du pont de pierre jusqu'au PK 20.580 en aval, matérialisé par le pont canal. Elle couvre au total un linéaire de 2 310 m pour une largeur de 205 m, soit une surface de 47,8 ha sur la Garonne. Ce tronçon totalement endigué, a une pente de 0,5‰ et une altitude moyenne de 36,5m NGF.

Le principal objectif de gestion pour l'association est le suivi annuel de la migration et de la reproduction de la grande Alose en Moyenne Garonne. Cependant, un élargissement et une diversification du champ d'actions ont vu le jour ces dernières années, intégrant les habitats et les espèces environnantes. Un appui patrimonial fort, en vue du projet d'extension du périmètre de la RNFA. Une sensibilisation du public, indispensable dans une région qui vivait au rythme de l'alose, est réalisée sur les objectifs de la réserve et sur la découverte des nombreuses richesses du biotope que représente la Garonne.

L'association, est co-administrée par 4 membres de la Société d'Etude, de Protection, d'Aménagement de la Nature en LOt-et Garonne (SEPANLOG), 4 membres de la Fédération de Pêche du Lot-et-Garonne, du Maire d'Agen et du Maire du Passage-d'Agen. L'unique salariée est la chargée de mission Mme Christelle PEZET ; elle gère l'association, effectue les suivis scientifiques et encadre les stagiaires. L'association travaille chaque année en collaboration avec l'association MIgrateurs GAronne-DOrdogne (MIGADO) pour le suivi de migration et de reproduction de la grande Alose sur les frayères de Moyenne Garonne. De plus, Mme Elsa MAGOGA, chargée de mission « écosystèmes aquatiques » à la Réserve Naturelle Nationale de l'Étang de la Mazière, est mise à disposition pour participer aux suivis scientifiques sur la RNFA.

Table des matières

Introduction 1

I. Matériel et méthodes 3
I.1. Modèle biologique, *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758) 3
I.1.1. Systématique et morphologie 3
I.1.2. Distribution 3
I.1.3. Cycle biologique 4
I.2. Paramètres abiotiques 6
I.3. Estimation du stock de géniteurs 7
I.3.1. Reproduction sur frayères 7
I.3.2. Migration au barrage de Golfech 9

II. Résultats 10
II.1. Paramètres abiotiques 10
II.1.1. Températures Moyennes journalières – TMJ 10
II.1.2. Débits Moyens Journaliers – QMJ 10
II.1.3. Relation TMJ – QMJ 10
II.2. Migration 11
II.2.1. Passages à l'ascenseur de Golfech en 2013 11
II.2.2. Relation avec les facteurs abiotiques 11
II.2.3. Évolution de la migration depuis 1994 11
II.3. Reproduction 12
II.3.1. Bilan des sorties de comptage 12
II.3.2. Estimation du nombre de bulls 12
II.3.3. Géniteurs et utilisation des frayères 13
II.3.4. Relation avec les facteurs abiotiques 14
II.4. Stock de géniteurs en Moyenne Garonne pour la saison 2013 14

III. Discussion 15
III.1. Migration de la grande Alose 15
III.1.1. Limite de l'étude de montaison 15
III.1.2. Décalage de la montaison 15
III.2. Reproduction de la grande Alose 16
III.2.1. Étude de la reproduction 16
III.2.2. Plasticité écologique 16
III.3. Évolution des stocks de grande Alose et perspectives 17

Conclusion 18

Bibliographie 19

Annexes

Table des illustrations

Liste des Figures

Figure 1 :	Système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne	1
Figure 2 :	La Moyenne Garonne	2
Figure 3 :	Stock annuel de grande Alose en Moyenne Garonne de 1994 à 2012	2
Figure 4 :	grande Alose, *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758)	3
Figure 5 :	Distribution de la grande Alose	3
Figure 6 :	Cycle biologique de la grande Alose	4
Figure 7 :	Bull de grande Alose	5
Figure 8 :	Typologie d'une frayère de grande Alose	5
Figure 9 :	Point d'analyse journalier RNFA	6
Figure 10 :	Cartographie des frayères de grandes Aloses sur la zone d'étude	7
Figure 11 :	Courbe « Cassou-Leins » de répartition des pontes d'aloses au cours de la nuit	8
Figure 12 :	Schéma de principe de l'ascenseur à poissons du barrage de Golfech	9
Figure 13 :	Températures Moyennes Journalières ; périodes : 11 avril au 09 juillet	10
Figure 14 :	Débits Moyens Journaliers ; périodes : 11 avril au 09 juillet	10
Figure 15 :	Évolution des TMJ en fonction des QMJ de 2005 à 2013	10
Figure 16 :	Cinétique 2013 des passages de grandes Aloses à l'ascenseur de Golfech	11
Figure 17 :	Évolution quotidienne des passages d'aloses, des TMJ et des QMJ	11
Figure 18 :	Fréquences mensuelles des passages des aloses à l'ascenseur de 1994 à 2013	11
Figure 19 :	Effort de comptage par frayère	12
Figure 20 :	Cinétique de l'activité de ponte comptée durant la saison	12
Figure 21 :	Courbes de répartition de l'activité de ponte utilisées pour l'extrapolation	12
Figure 22 :	Répartition des géniteurs sur frayères	13
Figure 23 :	Répartition dans le temps des géniteurs sur frayères	13
Figure 24 :	Frayère d'Aiguillon	13
Figure 25 :	Évolution quotidienne des aloses en reproduction, des TMJ et des QMJ	14
Figure 26 :	Nombre de bulls 2013 et de 2005 à 2012 répartie par classes de QMJ	14
Figure 27 :	Nombre de bulls 2013 et de 2005 à 2012 répartie par classes de TMJ	14
Figure 28 :	Site de la centrale hydroélectrique de Golfech	15
Figure 29 :	État actuel du seuil de Beauregard	15
Figure 30 :	Évolution du stock de grande Alose en Moyenne Garonne depuis 1994	17

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Poissons amphihalins migrateurs de France métropolitaine et statuts UICN	1
Tableau 2 :	Position systématique de la grande Alose	3
Tableau 3 :	Frayères de grandes Aloses sur la zone d'étude	7
Tableau 4 :	Extrapolation des quarts d'heures de la nuit du 15/05/2013 ; frayère d'Aiguillon	8

Thalassotoques	Potamotoques
- L'Alose feinte, *Alosa fallax* (VU)	- L'Anguille européenne, *Anguilla anguilla* (CR)
- L'Éperlan, *Osmerus eperlanus* (NE)	- Le Flet, *Platichthys flesus* (DD)
- L'Esturgeon européen, *Acipenser sturio* (CR)	- Le Mulet porc, *Liza ramada* (LC)
- La grande Alose, *Alosa alosa* (VU)	
- La Lamproie fluviatile, *Lampetra fluviatilis* (VU)	
- La Lamproie marine, *Petromyzon marinus* (NT)	
- Le Saumon atlantique, *Salmo salar* (VU)	
- La Truite de mer, *Salmo trutta trutta* (VU)	

CR : En danger critique d'extinction VU : Vulnérable NT : Quasi menacée
LC : Préoccupation mineure DD : Données insuffisantes NE : Non évaluée

Tableau 1 : Poissons amphihalins migrateurs de France métropolitaine et statuts du comité français de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN)

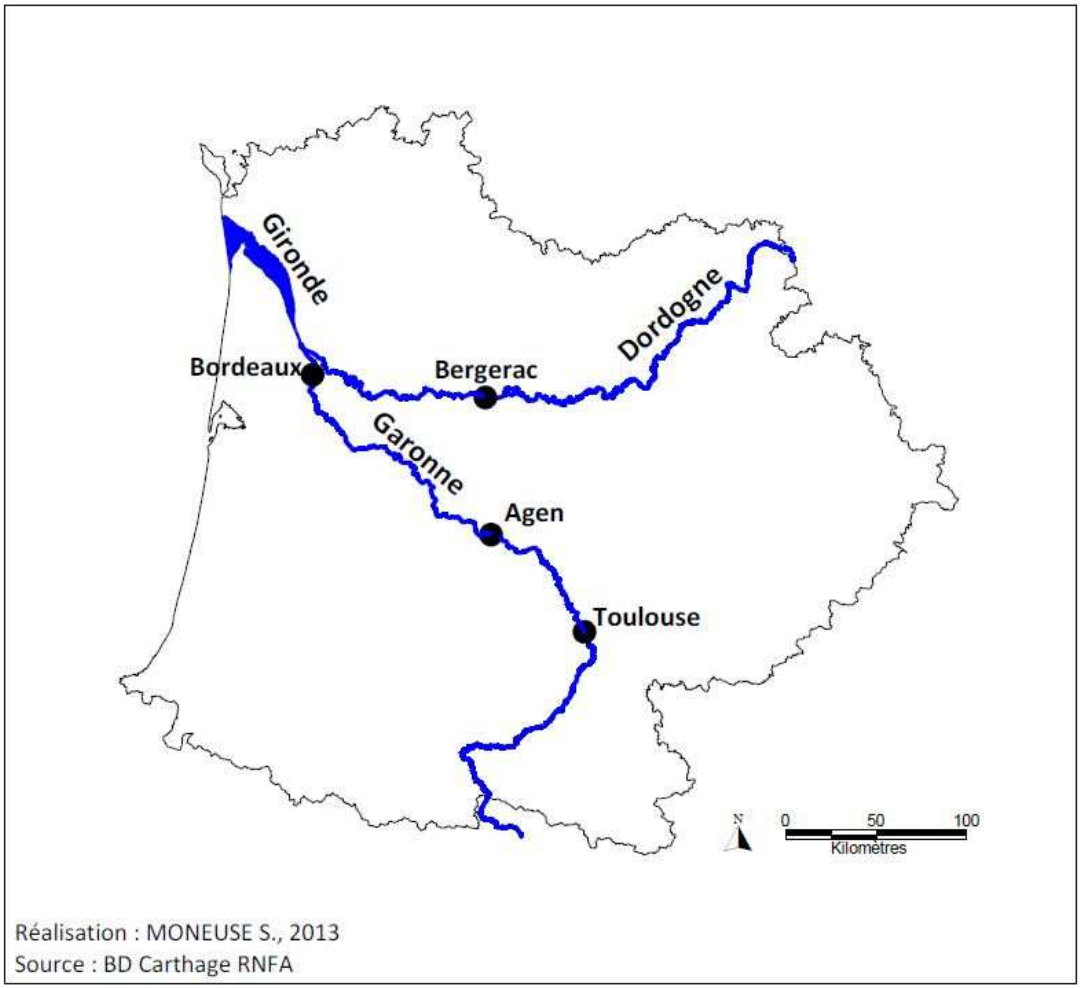


Figure 1 : Système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne

Introduction

Un grand nombre des poissons qui peuplent les cours d'eau européens se déplacent au cours de leur cycle biologique. Certaines espèces effectuent de longues migrations dites « vraies » pour des raisons alimentaires, climatiques ou reproductives. Ces migrations correspondent à des déplacements saisonniers biologiquement nécessaires qui impliquent un retour au lieu de départ (HEAPE, 1931).

Les « poissons migrateurs amphihalins », ou « poissons grands migrateurs », migrent pour un unique objectif, se reproduire. Ces espèces, à des moments très précis de leur cycle biologique, vivent alternativement en eau douce puis en eau de mer. Ils font preuves d'une grande aptitude à s'adapter physiologiquement aux changements de milieu, à s'orienter et à parcourir de très grandes distances.

La France métropolitaine accueille onze espèces de poissons migrateurs amphihalins (KEITH *& al.*, 2011). Ces derniers sont qualifiés d'amphihalins thalassotoques ou anadromes, si la reproduction et la phase juvénile ont lieu en eau douce et que la croissance est en mer. À l'inverse ils sont qualifiés d'amphihalins potamotoques ou catadromes, si la reproduction et la phase juvénile ont lieu en mer et que la croissance est en eau douce (Tableau 1).

Leurs cycles de vie se déroulant dans des milieux aux caractéristiques très contrastées, ces migrateurs amphihalins sont des espèces particulièrement sensibles. Cette capacité amphihaline a été un avantage évolutif qui leur a permis de résister aux fluctuations environnementales par une utilisation optimale des capacités des milieux de vie, mais aussi de coloniser de nouveaux bassins ou de créer de nouvelles populations en déplaçant leur aire de répartition. Cet atout est devenu sans conteste un inconvénient depuis la révolution industrielle. En effet, les activités anthropiques sont responsables de la régression généralisée voire de la disparition de ces espèces de nos fleuves et rivières. Le phénomène s'est accentué au cours des dernières décennies. L'obstruction partielle ou complète des axes de migration par les multiplications des seuils et barrages dans les cours d'eau en est la raison principale, suivie de la pollution, de la destruction des zones de frayères par extractions de granulats et de l'inadéquation entre l'effort de pêche et le niveau d'abondance des populations.

Le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne occupe une place privilégiée parmi les grands bassins fluviaux de l'Europe de l'ouest (Figure 1). Il est le seul à avoir conservé l'ensemble du cortège des onze poissons migrateurs amphihalins. La population de grande Alose y était la plus grande d'Europe quelques dizaines années auparavant (TAVERNY, 1991). Aujourd'hui menacée de disparition, la grande Alose subsiste toujours dans le bassin Gironde-Garonne-Dordogne, contrairement à la quasi-totalité des systèmes fluviaux européens et français. Une gestion et une protection de cette espèce, qui est classée vulnérable par le comité français de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), est nécessaire pour assurer la pérennité de l'espèce. Pour ce faire, la grande Alose figure dans divers textes réglementaires tels que l'annexe III de la convention de Berne, les annexes II et V de la Directive Habitats-Faune-Flore ou encore dans la liste des poissons d'eau douce protégés au niveau national (Annexe I).

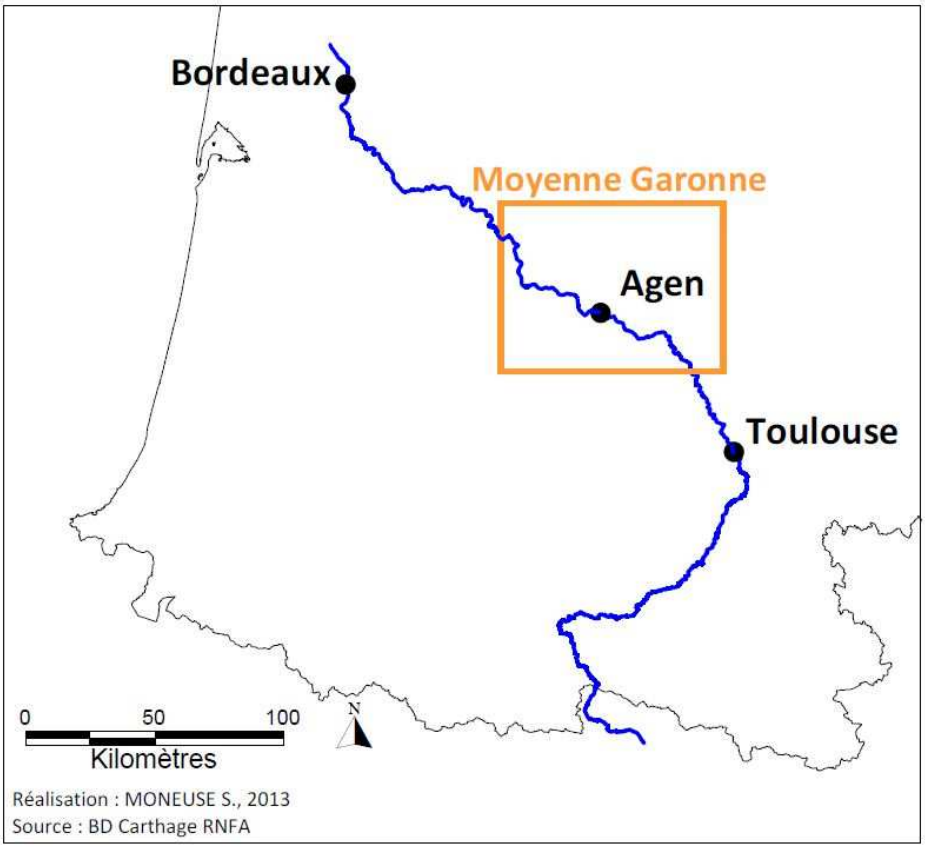


Figure 2 : La Moyenne Garonne

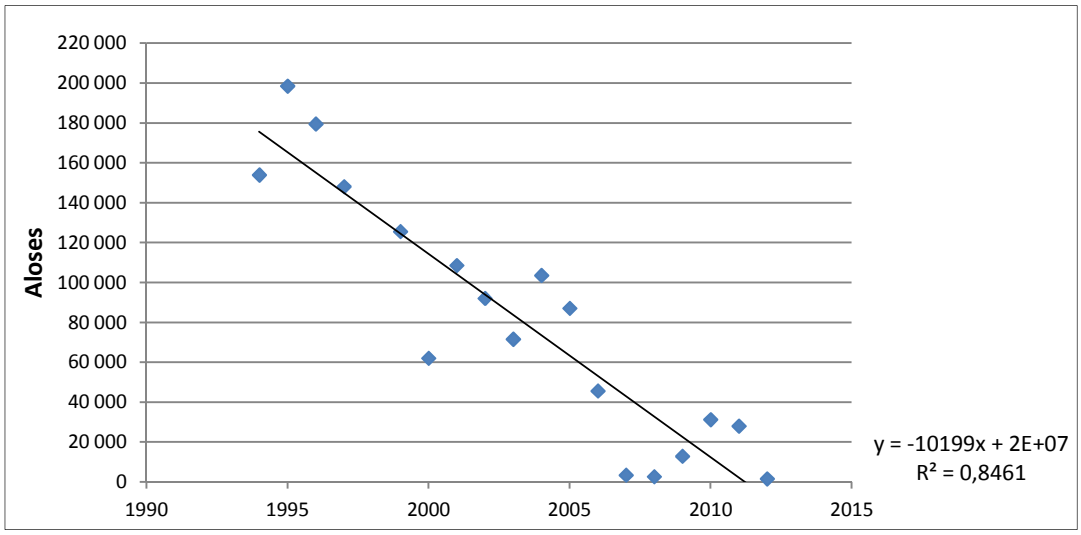


Figure 3 : Stock annuel de grande Alose en Moyenne Garonne de 1994 à 2012

Le stock de géniteurs de grandes Aloses sur le bassin Garonne-Dordogne atteint en 2007 un stade critique avec 8 000 individus estimés. Un chiffre alarmant face à une moyenne annuelle de 485 000 individus observés sur la période de 1987 à 2004. Une des explications de cette chute vertigineuse est la conséquence des différentes activités anthropiques sur le linéaire migratoire. La pression sur l'espèce est trop importante par rapport à son taux de renouvellement. En effet, sur la période de 1987 à 2004, les prélèvements de l'espèce étaient de l'ordre de 300 000 individus par année, soit environ 56 % de la population migratrice totale. Un taux d'exploitation incompatible avec une gestion durable de l'espèce (PLAGEPOMI, 2008-2012). C'est dans ce contexte d'urgence qu'un moratoire a été adopté en 2008 par le COmité de GEstion des POissons MIgrateurs (COGEPOMI) du bassin de la Garonne, Dordogne, Charente, Seudre et Leyre. Celui-ci interdit la pêche de la grande Alose aux pêcheurs professionnels et amateurs, ainsi que sa commercialisation sur les départements du bassin.

L'estimation du nombre d'individus présents dans le bassin Garonne-Dordogne est réalisée par un suivi scientifique continu. Un appui indispensable pour la mise en place de plans de gestion et de restauration de l'espèce pertinents et efficaces. Ce stage de fin d'études s'inscrit dans ce projet. En effet, son principal objectif est d'estimer pour l'année 2013 le stock de géniteurs présents pour une zone précise du bassin nommée la Moyenne Garonne (Figure 2). C'est sur cette portion de la Garonne que se trouve son aire de reproduction qui, comme l'état général du bassin, n'est pas épargnée par la diminution continue des effectifs. En effet, en 18 ans le stock annuel a régressé significativement et de façon linéaire (Figure 3). En 2012, la plus petite population de géniteurs est atteinte avec environ 1 650 individus, un chiffre inquiétant en comparaison des 199 000 géniteurs d'aloses estimées en 1995 pour la Garonne (PEZET, 2012).

L'étude, au-delà du suivi annuel d'estimation du stock, contribue à la compréhension de la dynamique de la population de l'espèce. Pour cela, sa migration et sa reproduction sont analysées et comparées aux années antérieures. Les données de migration sont récoltées au niveau de l'ascenseur à poissons du barrage hydroélectrique de Golfech et celles de reproduction sur zones de frayères par comptage direct des pontes, localement appelées « bulls ». Les résultats sont ensuite mis en relation avec les facteurs abiotiques déclencheurs que sont la température de l'eau et le débit. L'accumulation d'analyses et de données sont primordiales pour mieux comprendre la biologie de l'alose et, par la suite, prendre des mesures de protection cohérentes avec la pérennité de l'espèce.

RÈGNE	Animalia
EMBRANCHEMENT	Chordata
SUPER-CLASSE	Osteichthyes
CLASSE	Actinopterygii
SOUS-CLASSE	Neopterygii
SUPER ORDRE	Clupeomorpha
ORDRE	Clupeiformes
SOUS-ORDRE	Clupeoidei
FAMILLE	Clupeidae
SOUS-FAMILLE	Alosinae
GENRE	*Alosa*
ESPÈCE	*alosa*

Tableau 2 : Position systématique de la grande Alose

Figure 4 : grande Alose, *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758)
Source : Ifremer

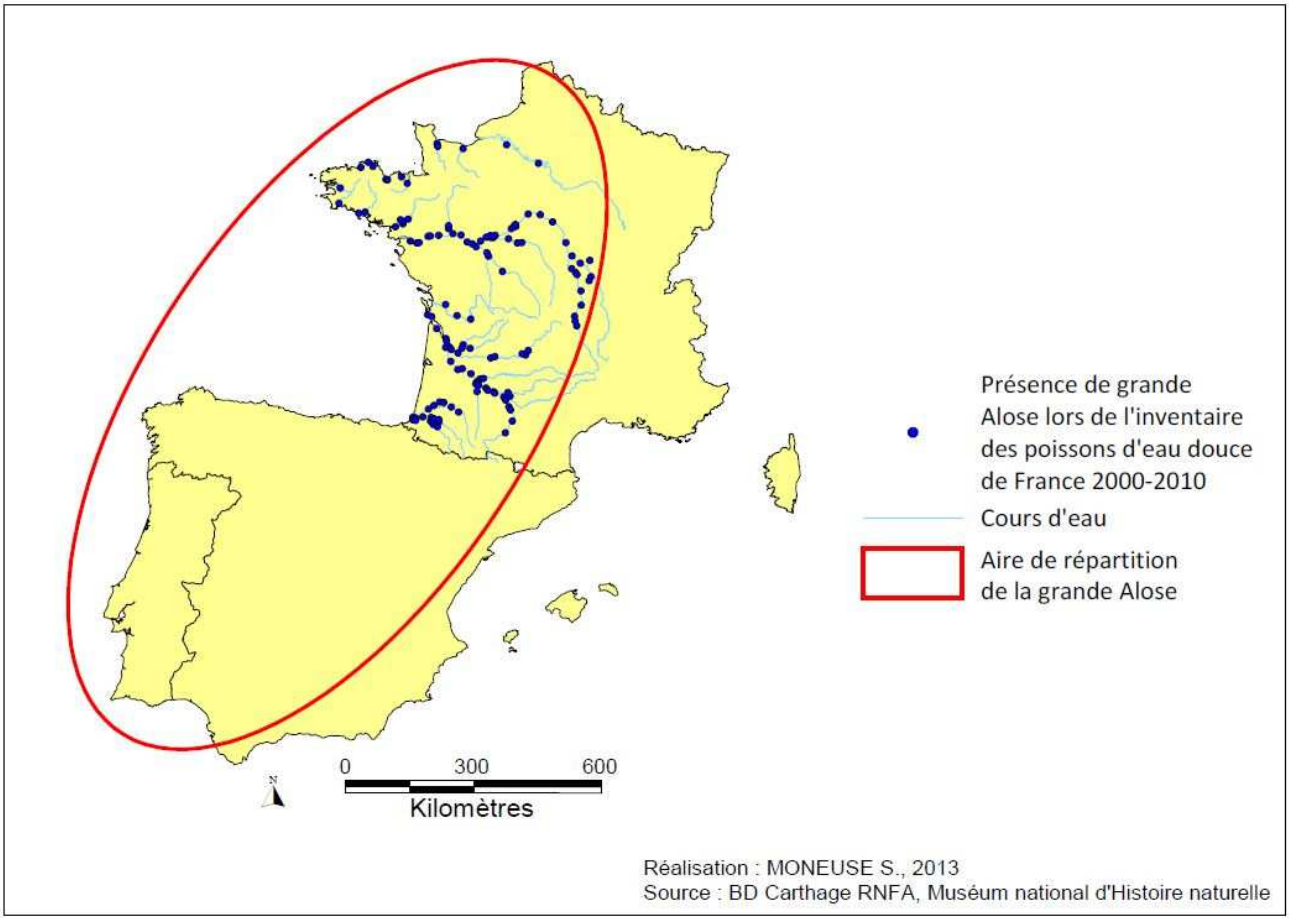


Figure 5 : Distribution de la grande Alose

I. Matériel et méthodes

I.1. Modèle biologique, *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758)

I.1.1. Systématique et morphologie

La grande Alose appartient à la famille des Clupéidés, dont les harengs et sardines font également partie (Tableau 2). Elle est du genre *Alosa* (Link, 1790), caractérisé par une échancrure médiane sur la mâchoire supérieure, une rangée de scutelles[1] ventrales proéminente et des arcs branchiaux qui portent un peigne serré de branchiospines[2] (KEITH *& al.*, 2011 ; WHITEHEAD, 1985).

Deux espèces d'aloses sont présentes dans la Garonne, la grand Alose (*Alosa alosa*) et l'Alose feinte (*Alosa fallax*). De tous les critères méristiques utilisés pour l'identification des aloses, le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial constitue l'élément clé de détermination (SPILLMANN, 1961). Ce dernier s'avère le plus discriminant et le plus simple à utiliser pour la diagnose des juvéniles et adultes. Il s'y ajoute deux critères supplémentaires, le nombre d'écailles sur l'axe médian de la tête à la queue ainsi que leurs dispositions (MENNESSON-BOISNEAU & BOISNEAU, 1990). De plus la taille est plus grande chez la grande Alose (WHITEHEAD, 1985).

La grande Alose, est caractérisée morphologiquement par un corps fusiforme comprimé latéralement, une grande tête, une large bouche et un profil dorsal fortement incurvé (Figure 4). Elle possède une rangée de 17 à 42 scutelles ventrales proéminentes qui s'étend du cou à l'anus. La couleur des flancs et du ventre est d'un blanc argenté, le dos varie du verdâtre au violet (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981). Une unique tache noire est présente à l'arrière de l'opercule, qui peut être absente ou suivie de plusieurs petites taches. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel si ce n'est une plus grande taille des femelles par rapport aux mâles à âge égal. En moyenne, une grande Alose adulte mesure 52 cm de longueur totale pour un poids de 1,46 kg dans les fleuves français et peut atteindre 80 cm pour 5 kg au Portugal (KEITH *& al.*, 2011).

I.1.2. Distribution

L'aire de répartition de la grande Alose est située sur la côte Est de l'océan Atlantique, à l'origine de la Norvège au Maroc. Actuellement, elle n'est plus présente de manière significative qu'en France et au Portugal (Figure 5). Sa limite septentrionale de répartition se situe au niveau de quelques petits fleuves normands et bretons (KEITH *& al.*, 2011). Elle vit en milieu pélagique, sur le plateau continental à des profondeurs d'environ 100 à 300 m, autour des embouchures des principaux bassins versants d'accueil qui sont, pour la France, la Gironde et la Loire (Figure 5) (TAVERNY & ELIE, 2001). Les limites amont de la répartition dans les terres, sont généralement liées à la présence d'obstacles infranchissables.

[1] Excroissance chitineuse, un os ou une écaille, souvent piquante ou coupante qui constitue une sorte de bouclier.
[2] Projections osseuses, digitiformes, de l'arc branchial sur le côté opposé aux filaments branchiaux et qui servent à retenir les proies.

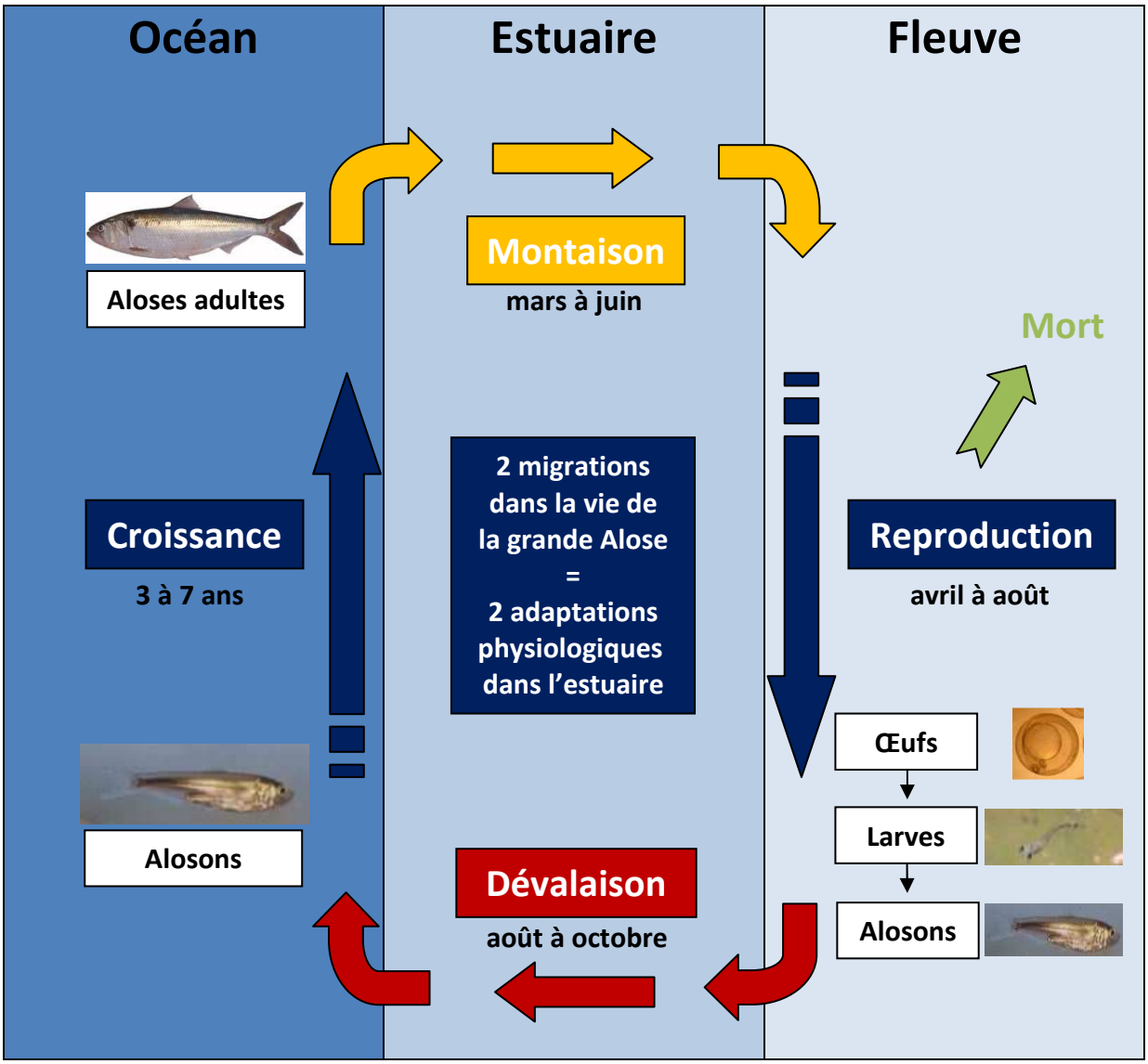


Figure 6 : Cycle biologique de la grande Alose

I.1.3. Cycle biologique

La grande Alose étant un migrateur amphihalin potamotoque, sa reproduction a lieu en eau douce et son grossissement en mer. Son cycle biologique comporte deux migrations, une première au stade juvénile de l'eau douce vers l'eau salée pour sa croissance. Puis, après 4 à 7 ans pour les femelles et 3 à 6 ans pour les mâles, les géniteurs entament une deuxième migration, de l'eau salée vers l'eau douce, pour la reproduction (TAVERNY & ELIE, 2001). Ainsi son cycle de vie se déroule dans trois milieux bien distincts : la mer, l'estuaire et le fleuve (Figure 6).

Un phénomène de « homing » à l'échelle du bassin hydrographique est généralement admis chez l'espèce (BALLINIERE & ELIE, 2000). Les individus nés dans le bassin Garonne-Dordogne, se reproduisent dans un de ces fleuves. Le choix du fleuve peut diverger car il s'effectue en fonction des conditions abiotiques, mais les individus nés dans le bassin empruntent toujours l'estuaire de la Gironde.

- <u>Montaison</u>

Les géniteurs arrivés à maturité sexuelle se regroupent entre mars et fin juin au niveau de l'estuaire pour commencer leur migration (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981). Dans l'estuaire, ils séjournent environ deux semaines afin de permettre l'osmorégulation, ils s'adaptent physiologiquement à la diminution de la salinité (MENNESSON-BOISNEAU & BOISNEAU, 1990). La migration en eau douce se déclenche en fonction de la température de l'eau et du débit. En effet, l'entrée dans l'estuaire s'effectue au moment de l'année où la température de l'eau fluviale passe progressivement au-dessus de celle des eaux côtières et pendant les marées de très faible coefficient dites « mortes ». Une température de 11°C minimum semble nécessaire à l'action de migration (ROCHARD, 2001). La grande Alose peut parcourir plus de 800 km pour se reproduire, elle a une vitesse moyenne de déplacement de 21 km/jour (MENNESSON-BOISNEAU & BOISNEAU, 1990). Totalement focalisée sur son déplacement, elle cesse de s'alimenter durant toute la phase de montaison.

- <u>Reproduction et frayères</u>

La période de reproduction a lieu de fin avril à début août chez la grand Alose, en fonction de facteurs abiotiques (BALLINIERE & ELIE, 2000). Il s'agit principalement, comme pour la montaison, de la température de l'eau et du débit. L'accouplement a lieu la nuit pour une température de l'eau supérieure à 16°C et pour des débits optimaux compris entre 100 et 350 m^3/s (BELLARIVA, 1998). Les conditions météorologiques, notamment les fortes pluies, semblent également avoir un impact sur la reproduction (CASSOU-LEINS & CARETTE, 1992).

Les plus gros poissons arrivent en premier et colonisent les meilleurs sites de fraie, ceux plus en amont. Ceci correspond à une optimisation de l'effort de reproduction. Environ 150 000 œufs sont pondus par Kg de femelle et par saison. Pour y parvenir, 8 à 12 pontes par femelle sont nécessaires (MAYERAS *& al.*, 2005). En fin de saison, qualifiée d'espèce sémelpare, les aloses adultes meurent d'épuisement lié à la migration, au jeûne, et aux pontes.

Figure 7 : Bull de grande Alose
Source : RNFA

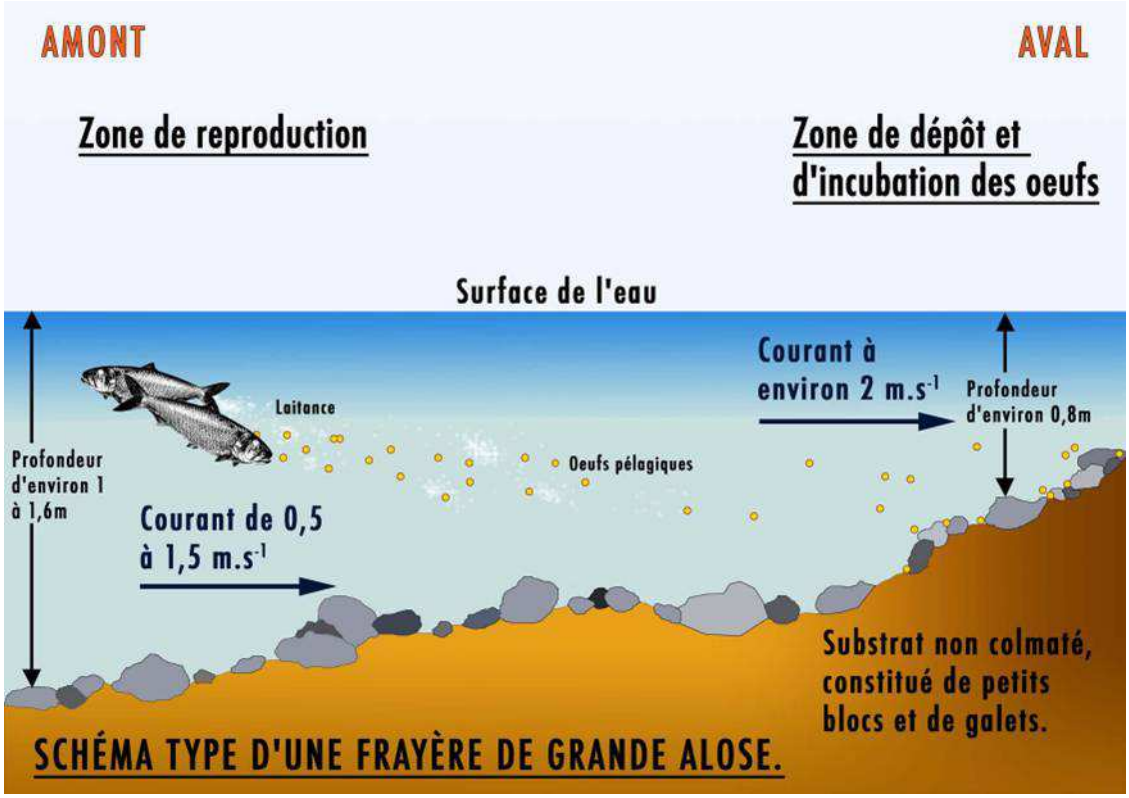


Figure 8 : Typologie d'une frayère de grande Alose
Source : RNFA

La reproduction se divise en trois séquences :

- Pré-ponte à partir de 22h : regroupement et formation des couples de géniteurs sur la frayère.
- Ponte active de 23h à 3h : les couples remontent à la surface, flanc contre flanc et frappent violemment la surface de l'eau avec leur nageoire caudale en effectuant un mouvement circulaire non uniforme d'environ un mètre de diamètre. Ce phénomène est appelé « bull » (Figure 7). Il dure de 2 à plus de 10 secondes, temps pendant lequel la femelle expulse les ovules, que le mâle féconde de sa semence. Le bull émet un bruit caractéristique de projection d'eau de 35 à 50 dB. Un pic a lieu durant la nuit ; situé entre 1h et 3h, il se décale progressivement au cours de la saison (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981).
- Post-ponte de 3h à 5h : c'est la stabulation, la reproduction s'arrête. Les aloses sont toujours présentes mais leur activité est réduite. Au petit jour, elles quittent la frayère et se réfugient le long des berges ou dans le lit du cours d'eau, au repos jusqu'au lendemain soir (BALLINIERE & ELIE, 2000).

Les frayères dites « naturelles » sont les plus favorables à la reproduction et au développement des juvéniles. Elles doivent être composées d'un substrat d'éléments grossiers, graviers, galets, cailloux et blocs. La largeur minimum du cours d'eau doit être de 50 m et les frayères divisées en deux zones distinctes (Figure 8) :

- l'amont : lieu de fécondation des œufs, lors du bull. La vitesse est dite de « courant faible » en moyenne d'environ 1 m/s et la profondeur varie de 1m à 1m60.
- l'aval : zone moins profonde de radier courant, dépôt des œufs dans les interstices des galets. La vitesse est dite de « courant rapide » environ 2 m/s.

L'aménagement anthropique, tel que des obstacles en amont, peut contraindre la grande Alose à se reproduire sur des sites ne regroupant pas l'ensemble de ses besoins, ce sont des frayères dites « forcées ». Celles-ci ne répondent pas toujours aux exigences optimum du développement des juvéniles.

❖ Croissance et dévalaison

L'incubation des œufs après la fécondation dure de 4 à 8 jours, avec une température favorable de l'eau supérieure à 15 °C. Seuls 13,8 % des œufs écloront et donneront naissance à des larves au corps filiforme et translucide mesurant de 7 à 12 mm (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981). Au bout de 15 à 20 jours, ils mesurent plus de 20 mm et sont appelés alosons car ils possèdent les mêmes caractéristiques morphologiques que les adultes (CASSOU-LEINS *& al.,* 1988). Les alosons quittent les zones de frayère mi-août en effectuant des mouvements transversaux pour gagner la mer. La dévalaison chez les alosons dure de 3 à 6 mois suivant leurs périodes de pontes (TAVERNY, 1991). Elle est déclenchée par de nombreux paramètres tels que la diminution de la température du fleuve, l'augmentation du débit ou encore la réduction des ressources trophiques (BALLINIERE & ELIE, 2000). Arrivés dans l'estuaire, où Il est possible de les trouver entre juillet et fin décembre, les alosons y séjournent quelque temps pour permettre l'osmorégulation. (LOCHET, 2006). Dans l'océan, les alosons vont s'engraisser pour devenir adultes et à leur tour, au bout de 3 à 7 ans, se regrouper pour la migration de reproduction.

Figure 9 : Point d'analyse journalier de la RNFA

I.2. Paramètres abiotiques

Le suivi des facteurs environnementaux mis en place par l'Association de la Gestion de la Frayère d'Alose, a pour objectif la mise en évidence de certaines conditions abiotiques favorables à l'espèce. Une attention plus particulière est portée sur les facteurs environnementaux déclencheurs de la migration et de la reproduction, qui comme vu précédemment, sont la température de la Garonne et son débit. En effet, l'accouplement a lieu la nuit pour une température de l'eau supérieure à 16°C et pour des débits optimaux compris entre 100 et 300 m^3/s (BELLARIVA, 1998). Ces paramètres organisent la partie terrain de comptage ; ils sont indispensables pour sortir aux périodes les plus pertinentes. Toutefois, des paramètres comme le pH, la teneur en oxygène dissous ou encore les concentrations en molécules de nitrates, nitrites, phosphates et ammonium, sont régulièrement analysés pour avoir une vision plus globale de l'état écologique de la Garonne.

- <u>Température</u>

La température est mesurée en continu par un thermographe immergé (Tinytag, TGP-0017) qui enregistre une mesure tous les quarts d'heure. Il est placé sur le point d'analyse journalier de la RNFA (Figure 9). Les données sont saisies sur ordinateur grâce au logiciel GLM® et retravaillées pour obtenir des températures moyennes journalières (TMJ). L'appareil est relevé si possible au maximum toutes les 3 semaines. De plus, pour prévenir des conditions de reproduction favorables, une mesure journalière est réalisée en complément avec une sonde reliée à un pH-mètre (Hanna Instruments, HI 98180), sur ce même point d'analyse. Les TMJ analysées correspondent à la période du mois de mars à juillet, qui comme vu précédemment est la période de montaison et de reproduction de l'espèce dans la Garonne. Se rajoutant aux données de cette année, les TMJ des années 2005 à 2012 ont été rassemblées pour des comparaisons pluriannuelles et des mises en relation avec la reproduction et la migration.

- <u>Débit</u>

Le débit est relevé chaque jour au niveau de la station de mesure de Lamagistère située à une vingtaine de kilomètres en amont d'Agen. Les données récupérées représentent des débits moyens journaliers (QMJ), exprimées en m^3/s. Ils correspondent à un volume d'eau par unité de temps. Elles sont accessibles sur la banque de données Hydro, gérée par la DREAL Midi-Pyrénées (http://www.hydro.eaufrance.fr/). La même période est analysée, toujours dans des optiques de mise en relation avec la reproduction et la migration. Les QMJ des années 2005 à 2012 ont également été rassemblés et analysés.

- <u>Relation température - débit</u>

Pour vérifier de façon statistique la relation entre la température et le débit, un test du Chi deux est réalisé. Ce test permet de comparer les valeurs théoriques attendues aux valeurs observées sur le terrain. Ainsi il est possible de démontrer si les deux variables, TMJ et QMJ, sont dépendantes l'une de l'autre ou indépendantes. Les valeurs utilisées sont les TMJ et les QMJ du 11 avril au 09 juillet des années 2005 à 2013. Un choix réalisé en lien avec les périodes de pontes observées et la disponibilité des données TMJ et QMJ antérieures.

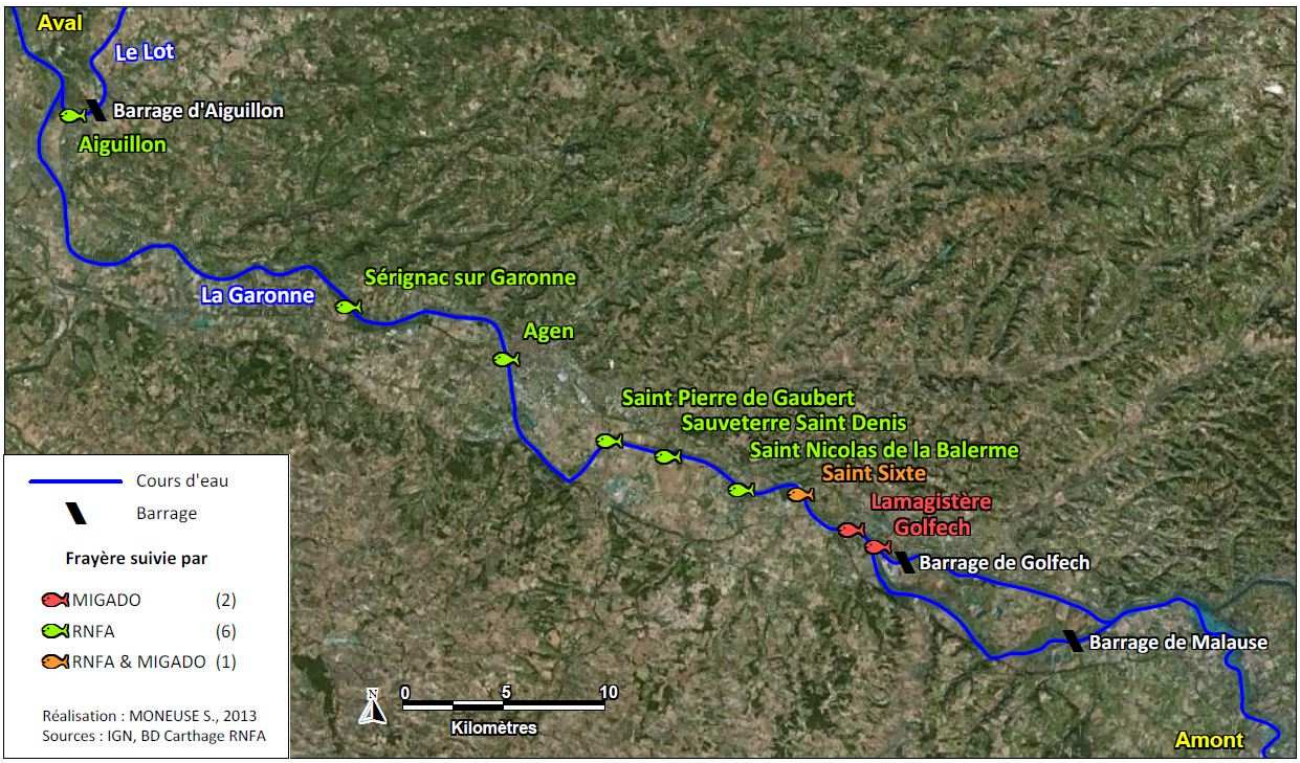


Figure 10 : Cartographie des frayères de grandes Aloses sur la zone d'étude

Frayère	Sous site	Cours d'eau	PK	Rive	Début suivi	Suivi
Aiguillon		Le Lot	2,2	Droite	2006	RNFA
Sérignac sur Garonne		La Garonne	29	Gauche et droite	2010	RNFA
Agen	Pont Canal	La Garonne	21	Gauche	1998	RNFA
	F2	La Garonne	20	Gauche	1986	RNFA
	F1	La Garonne	19	Gauche	1985	RNFA
Saint Pierre de Gaubert		La Garonne	9,8	Droite	2008	RNFA
Sauveterre Saint Denis	Village	La Garonne	6,8	Gauche et droite	1998	RNFA
	Château	La Garonne		Gauche	2012	RNFA
Saint Nicolas de la Balerme	Panneau	La Garonne	2,5	Gauche	1998	RNFA
	Pont	La Garonne	2,2	Gauche	2009	RNFA
Saint Sixte	Kiwi	La Garonne	0	Gauche	1998	RNFA & MIGADO
	Peuplier	La Garonne	-1,2	Gauche	2002	RNFA & MIGADO
	Bonneau	La Garonne	-2	Gauche	1998	RNFA & MIGADO
	Maïs	La Garonne	-2,7	Gauche	2009	RNFA & MIGADO
Lamagistère	Peuplier	La Garonne	-3,7	Droite	2004	MIGADO
	Barque	La Garonne	-4	Droite	1985	MIGADO
	Quai	La Garonne	-4,2	Droite	2003	MIGADO
Golfech Canal de fuite	Aval	La Garonne	-6	Droite	2001	MIGADO
	Amont	La Garonne	-7	Droite	2003	MIGADO

Tableau 3 : Frayères de grandes Aloses sur la zone d'étude

I.3. Estimation du stock de géniteurs

L'objectif du suivi est d'estimer un nombre de géniteurs de grande Alose présent en moyenne Garonne en 2013. Ce stock d'aloses est estimé dans un premier temps par frayère puis pour toute la zone d'étude grâce au comptage des bulls et extrapolations par nuit et pour la saison de reproduction. Ensuite s'ajoute à cela, le dénombrement des grandes Aloses au barrage hydro-électrique de Golfech. Il est équipé d'un ascenseur à poissons qui permet d'évaluer le nombre d'individus migrant en amont de celui-ci. Le résultat obtenu additionné à ceux de l'étude sur les frayères en aval permet d'estimer le stock de géniteurs de grandes Aloses présents dans le bassin de la Moyenne Garonne pour la saison 2013.

I.3.1. Reproduction sur frayères

Une enquête antérieure auprès des pêcheurs ainsi que l'observation et l'étude de nouvelles zones de fraie favorables ont permis de localiser neuf frayères d'aloses sur la zone d'étude. Ces dernières, connues et suivies depuis plusieurs années, sont situées entre le barrage hydro-électrique de Golfech en amont et Aiguillon en aval. Parmi elles, certaines sont divisées en sous sites (Figure 10 & Tableau 3).

- Les frayères amont de la zone d'étude, Golfech, Lamagistère et Saint-Sixte sont suivies par l'association MIGADO.
- Les frayères aval de la zone d'étude, Saint-Sixte (ponctuellement), Saint-Nicolas-de-Balerme, Sauveterre-Saint-Denis, Saint-Pierre-de-Gaubert, Agen, Serignac-sur-Garonne et Aiguillon sont suivies par l'association pour la gestion de la RNFA.

❖ <u>Comptage des bulls</u>

Le comptage des bulls renseigne sur le nombre de géniteurs, il permet d'estimer la population d'aloses venue se reproduire dans la Garonne durant la saison. Les bulls émettant un son caractéristique, deux méthodes standardisées de comptages sont utilisées sur le bassin Gironde-Garonne-Dordogne. La première est la méthode indirecte, des enregistreurs sont placés sur le terrain et les bandes sons dépouillées par la suite. La deuxième est la méthode directe, seule utilisée pour l'étude présentée ; les observateurs sont postés sur les zones de frayères munis de compteurs à main, recensant les bulls de façon auditive et/ou visuelle en temps réel.

Les comptages des bulls se font six nuits sur sept, toujours par binôme pour des raisons de sécurité. Deux binômes sortent durant les nuits du lundi au jeudi et un seul pour les nuits du week-end. Sur une nuit, une même équipe peut rester sur un même site de ponte ou se déplacer. L'unité de base du temps de comptage est le quart d'heure entier avec un minimum d'une demi-heure par frayère. Une fiche de terrain est remplie pour chaque frayère pendant la nuit (Annexe II). L'objectif est d'accumuler des valeurs régulières sur chaque frayère, pendant des nuits complètes et/ou à différents horaires. En effet, il est impossible d'être sur tous les sites, toutes les nuits et durant toute la nuit. Une extrapolation des données de fragments de nuits comptés en relation avec les données de nuits complètes est nécessaire pour ajuster le résultat.

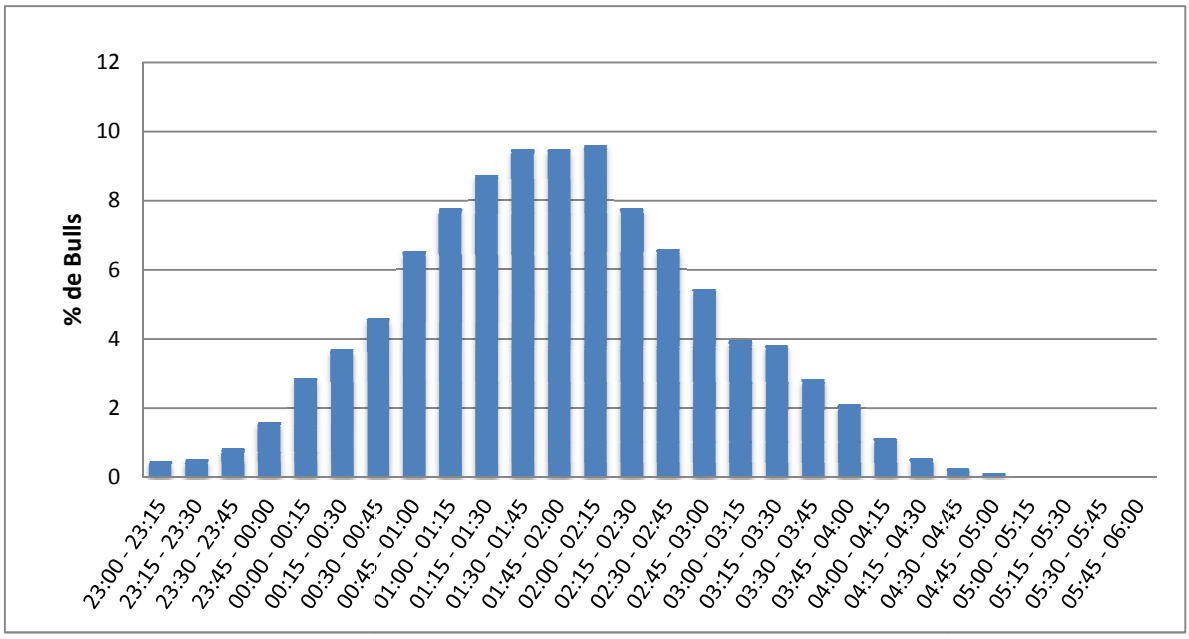


Figure 11 : Courbe « Cassou-Leins » de répartition des pontes d'aloses au cours de la nuit

Quart d'heure	Nombre de bulls comptés	Pourcentage "Cassou-Leins" associé
23h00 - 23h15		0,41
23h15 - 23h30		0,49
23h30 - 23h45		0,79
23h45 - 00h00		1,55
00h00 - 00h15		2,84
00h15 - 00h30		3,66
00h30 - 00h45		4,55
00h45 - 01h00	7	6,5
01h00 - 01h15	7	7,74
01h15 - 01h30	8	8,71
01h30 - 01h45	12	9,46
01h45 - 02h00	13	9,44
02h00 - 02h15	6	9,57
02h15 - 02h30	8	7,75
02h30 - 02h45		6,5
02h45 - 03h00		5,41
03h00 - 03h15		3,92
03h15 - 03h30		3,78
03h30 -03h45		2,81
03h45 - 04h00		2,06
04h00 - 04h15		1,08
04h15 - 04h30		0,52
04h30 - 04h45		0,21
04h45 - 05h00		0,09
Total de la période comptée	**61**	**59.17**
Total de la nuit	**103**	**99,89**

Tableau 4 : Extrapolation des quarts d'heures de la nuit du 15/05/2013 sur la frayère d'Aiguillon

❖ Extrapolation des données

Dans les années 1980, après une dizaine d'années d'observation et de comptages de bulls sur les frayères de moyenne Garonne, CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS (1981) ont remarqué que la distribution des pontes au cours d'une nuit suivait une répartition gaussienne (Figure 11). Cette courbe « Cassou-Leins », qui attribue à chaque quart d'heure de la nuit un pourcentage théorique de bulls observés, est la référence depuis les premières campagnes de suivi de la grande Alose. Elle met en évidence une période d'activité étendue de 23h à 5h, avec un pic de reproduction aux alentours de 2h du matin.

En fin de saison, lors des extrapolations finales, une autre courbe est réalisée. Les pourcentages sont recalculés pour refléter la variation interannuelle de l'heure du pic de reproduction. Les différentes observations notamment de fluctuation des températures et débits sont également prises en compte.

- Extrapolations des nuits incomplètes : elles sont réalisées par simple proportionnalité. Tout d'abord, le nombre de bulls sur au minimum un quart d'heure de la nuit doit être connu. Puis, à partir des pourcentages « Cassou-Leins » pour une extrapolation théorique ou à partir des pourcentages recalculés dans la saison, l'extrapolation du nombre de pontes dans la nuit est possible (Tableau 4).

- Extrapolations des nuits non suivies : elles peuvent être réalisées de deux façons différentes suivant les conditions climatiques. Si elles sont similaires à la nuit précédente et à la nuit suivante, il est considéré que l'activité de reproduction a évolué de manière linéaire, et une moyenne est réalisée entre les résultats des nuits adjacentes. Dans le cas où une variation des conditions climatiques est observée, un approfondissement des phénomènes météorologiques est réalisé, ainsi qu'un décèlement des tendances ou corrélations entre les différentes frayères voire au niveau des sous-sites.

❖ Géniteurs sur frayères d'aloses

Les étapes précédentes ont permis de quantifier le nombre de bulls sur les frayères d'aloses, il est maintenant possible d'en déduire le nombre de géniteurs venus se reproduire. Pour cela, selon CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS (1981), certaines hypothèses doivent être prises en compte :

- les géniteurs se reproduisent sur une seule frayère au cours de la saison
- un bull ne fait intervenir qu'un mâle et qu'une femelle
- le sex-ratio est de 1 : 1 dans les populations de grande Alose du Sud-Ouest
- les femelles pondent en moyenne 10 fois au cours de la saison

Il est alors possible de définir le nombre de géniteurs présents sur les frayères d'aloses par le calcul suivant :

Nb de bulls / 10	→	Nb de couples
Nb de couples x 2	→	Nb de géniteurs

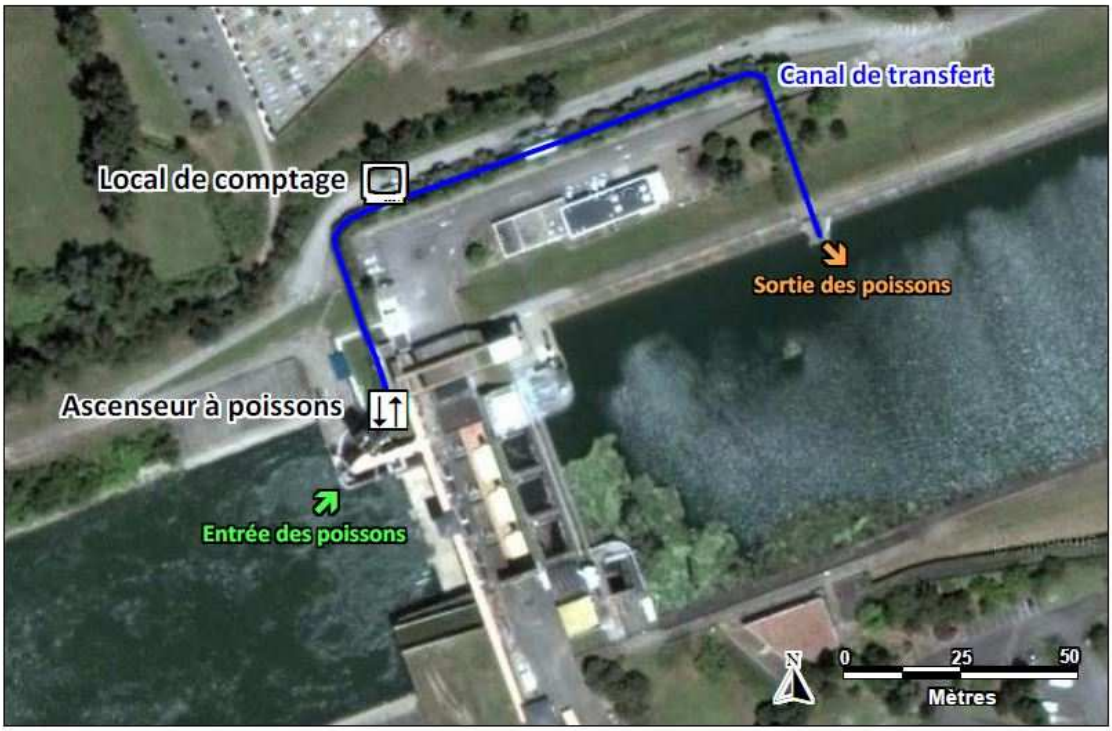


Figure 12 : Schéma de principe de l'ascenseur à poissons du barrage hydroélectrique de Golfech

I.3.2. Migration au barrage de Golfech

Le suivi de la migration des grandes Aloses est réalisé au niveau du barrage hydro-électrique de Golfech. Il est assuré par l'association MIGADO. C'est l'un des plus grands barrages du bassin de la Garonne et il a pour but de compléter, aux heures de pointes, la production électrique de la centrale nucléaire située à proximité. Depuis 1987, le barrage de Golfech est équipé d'un ascenseur à poissons. C'est lui-même qui est utilisé comme dispositif de dénombrement des poissons migrateurs et notamment des grandes Aloses.

Le poisson migrateur est attiré par un débit d'attrait au pied du barrage qui l'entraîne dans un corridor menant à une cuve dont la porte se referme à intervalles de temps réguliers. Une fois piégé, le compartiment fermé s'élève de 17 m avant de libérer le poisson dans un canal contournant les installations relatives au barrage. C'est sur ce canal de transfert que l'identification et le dénombrement des poissons qui remontent le fleuve au-delà de Golfech a lieu, grâce à une caméra qui filme en continu les poissons empruntant le dispositif (Figure 12).

Les dates de migration, notamment les premiers passages, renseignent sur un probable début de reproduction. Ces données permettent d'organiser les comptages sur frayères. Les variations interannuelles des dates sont analysées pour l'étude de son cycle biologique, pour cela les passages de grande Alose au barrage depuis 1994 ont été rassemblés.

Le comptage des aloses franchissant le barrage permet d'évaluer le nombre d'individus migrant pour frayer en amont de celui-ci. Le résultat obtenu additionné à ceux de l'étude sur les frayères en aval permet d'estimer le nombre de géniteurs de grande Alose présent dans le bassin de la Garonne pour la saison 2013 :

Nb de géniteurs sur frayères d'aloses en aval du barrage
+
Nb de géniteurs ayant franchi le barrage
=
Stock de géniteurs présent dans le bassin de la Garonne pour la saison 2013

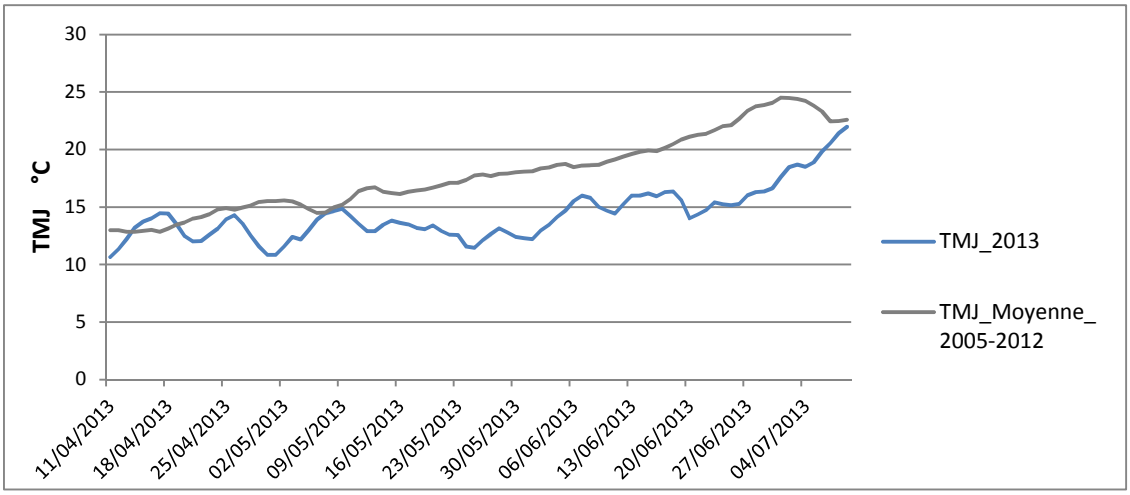


Figure 13 : Températures Moyennes Journalières ; périodes : 11 avril au 09 juillet

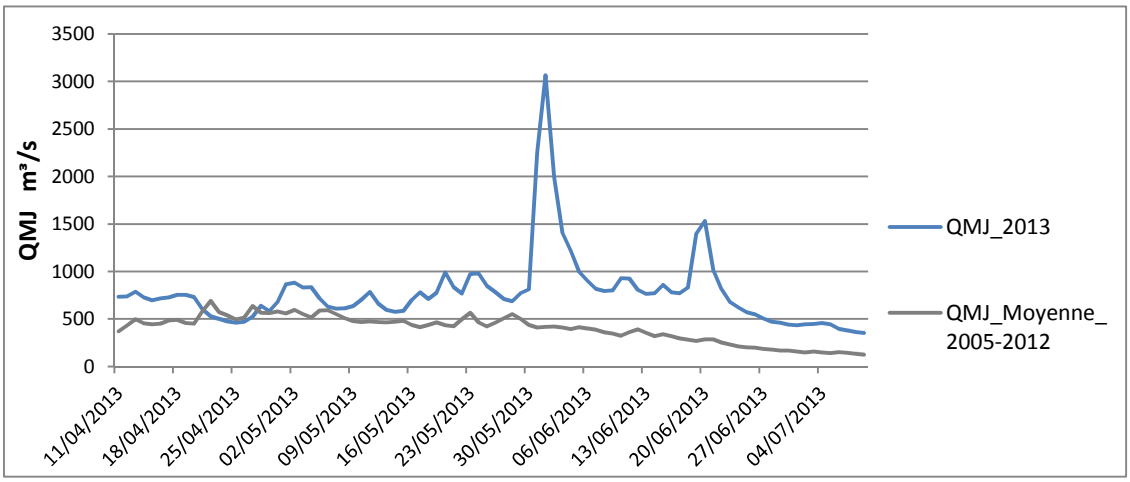


Figure 14 : Débits Moyens Journaliers ; périodes : 11 avril au 09 juillet

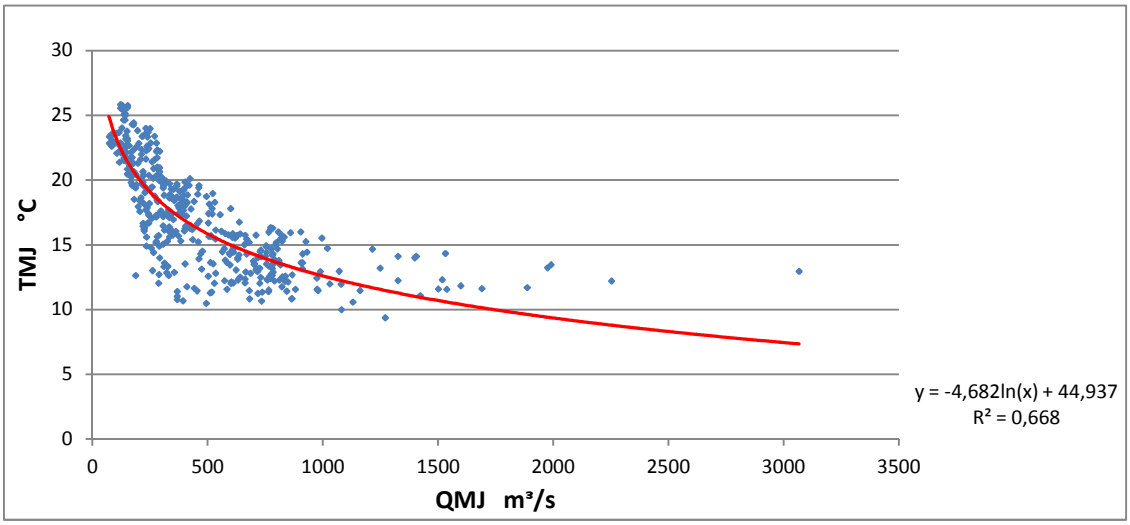


Figure 15 : Évolution des TMJ en fonction des QMJ de 2005 à 2013 ; périodes : 11 avril au 09 juillet

II. Résultats

II.1. Paramètres abiotiques

II.1.1. Températures Moyennes Journalières - TMJ

Les TMJ, pour la période d'étude de la saison 2013, sont comprises entre 10,7 °C et 22 °C (Figure13). La valeur moyenne de la température est 14,3 °C. Ces valeurs sont représentatives des conditions climatiques générales et particulières de cette année 2013. En effet, le printemps sur l'ensemble du territoire a été plus froid et humide que la moyenne saisonnière. Se rajoutent à cela, un hiver et un printemps exceptionnellement neigeux à la source du fleuve, sur les Pyrénées (MÉTÉO FRANCE, 2013). La fonte des neiges, le froid et l'humidité ont eu un impact direct sur la température de la Garonne qui est significativement plus froide que la normale. La moyenne des TMJ des années 2005 à 2012 confirme le fait que pour l'année 2013 l'eau est particulièrement froide (Figure 13). En effet, pour les mêmes périodes comparées, les températures de la Garonne étaient comprises entre 12,8 °C et 24 °C. La température pendant les sept dernières années était en moyenne de 17,9 °C, soit 3,6 °C de plus que l'année 2013. La comparaison des caractéristiques de position des valeurs est également marquante dans cette analyse. Pour les années antérieures, 75% des TMJ de la période étudiée étaient supérieures à 15,2 °C, cette année 75 % des TMJ sont inférieures à 15,5 °C.

II.1.2. Débits Moyens Journaliers - QMJ

Les QMJ de la Garonne, pour la période d'étude de la saison 2013, sont compris entre 351 m³/s et 3 066 m³/s, présentant une amplitude de 2 715 m³/s (Figure14). Le débit moyen pour ce secteur d'étude est de 777 m³/s. Tout comme pour le facteur température, les valeurs des QMJ sont représentatives des conditions climatiques de l'année 2013. Les fortes précipitations et la fonte des neiges ont considérablement augmenté les débits, la moyenne des QMJ des années 2005 à 2012 consolide cette analyse (Figure 14). Toujours pour les mêmes périodes comparées, les débits des années antérieures de la Garonne étaient compris entre 122 m³/s et 689 m³/s et la moyenne pour ces années était de 399 m³/s, soit presque deux fois moins que pour cette année 2013. Deux pics de crues peuvent expliquer ces fortes valeurs, le 01 juin avec 3 066 m³/s et le 20 juin avec 1 531 m³/s. Cependant les conditions climatiques générales de la période d'étude semblent être la principale raison de ces débits. En effet, la comparaison des caractéristiques de position des valeurs est très marquée dans cette analyse. Pour les années antérieures, 75% des QMJ de la période étudiée étaient inférieures à 496 m³/s, cette année 75 % des QMJ sont supérieurs à 583 m³/s.

II.1.3. Relation TMJ – QMJ

Le test du Chi deux entre les TMJ et les QMJ, pour un seuil de 5 % obtient une p-value < 0,001. La température et le débit étant dépendants, une corrélation est réalisée entre ces deux variables (Figure 15). La température diminue de manière logarithmique lorsque le débit augmente. Une relation vérifiée statistiquement par une corrélation de Spearman au seuil de 5 %, la p-value < 0,001 et le rho = -0,80.

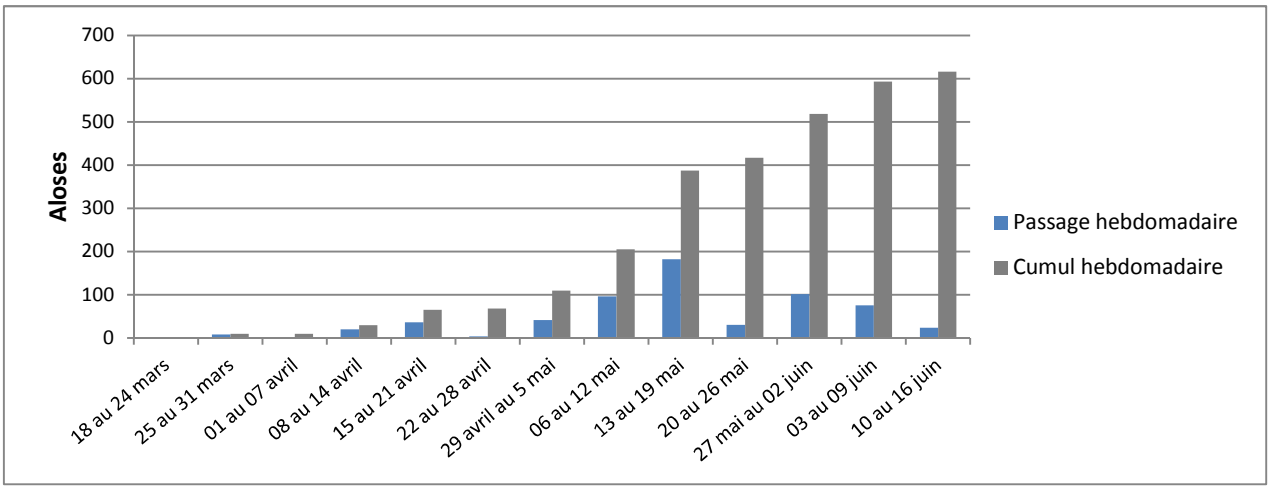


Figure 16 : Cinétique 2013 des passages de grandes Aloses à l'ascenseur de Golfech du 18 mars au 16 juin

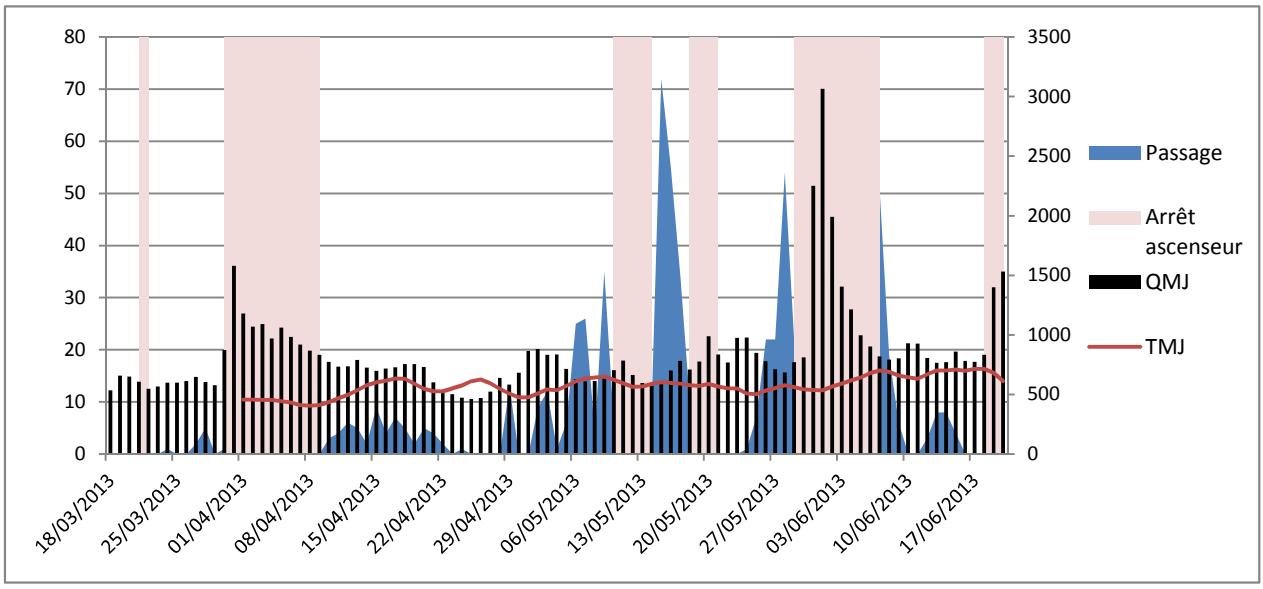


Figure 17 : Évolution quotidienne des passages d'aloses (axe principal), des TMJ (axe principal) et des QMJ (axe secondaire)

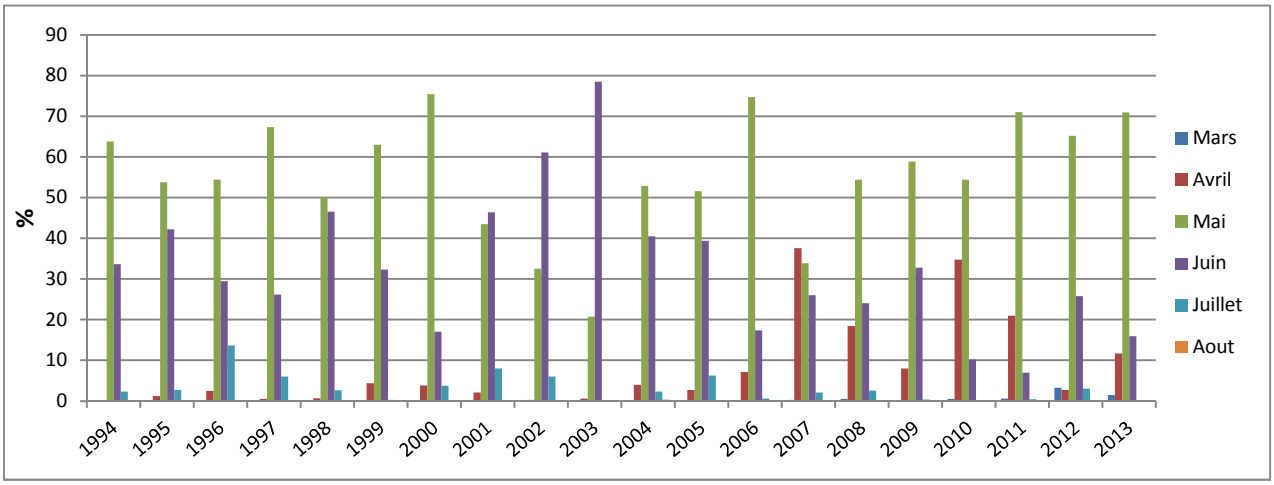


Figure 18 : Fréquences mensuelles des passages des aloses à l'ascenseur de mars à août des années 1994 à 2013

II.2. Migration

II.2.1. Passages à l'ascenseur de Golfech en 2013

Cette année 616 grandes Aloses sont remontées par l'ascenseur à poissons du barrage hydroélectrique de Golfech. La montaison a débuté le 24 mars avec le passage de la première alose et s'est terminé le 15 juin. Très peu de géniteurs ont franchi le barrage en mars et en avril, ces deux mois représentent 13,2 % des passages. C'est à partir de début mai que la migration vers l'amont a été la plus importante, ce mois représente à lui seul 70,9 % des effectifs. Le pic hebdomadaire de passages pour cette saison correspond à la semaine du 13 au 19 mai avec un total de 182 individus et un nombre maximal de 72 géniteurs le 15 mai (Figure 16).

II.2.2. Relation avec les facteurs abiotiques

Comme vu précédemment, la température et le débit sont corrélés et ont un impact bien visible sur la migration de montaison. Les pics de passages au barrage de Golfech sont observés quand les débits diminuent et que les températures augmentent (Figure 17). Ces relations sont vérifiées statistiquement par des tests de corrélation de Spearman au seuil de 5 %. Les données utilisées sont les TMJ et QMJ des années 2005 à 2013 mises en relation avec le nombre de passages à l'ascenseur. La p-value pour les TMJ et passages < 0,001 ; la p-value pour les QMJ et passages est < 0,001. La saison 2013, avec ces conditions météorologiques particulières et notamment les très forts débits, a été spécialement difficile pour la migration des aloses. En effet, au dessus de 900 m³/s l'ascenseur est arrêté pour des raisons techniques. Sur les 105 jours sur lesquels s'est déroulée la migration, l'ascenseur à été arrêté 36 jours et 47 jours ont connu une activité migratoire. Pour ces journées de montaison, 95 % des aloses sont passées avec des QMJ inférieurs à 850 m³/s et des TMJ supérieures 11,5 °C. Le pic hebdomadaire de migration du 13 au 19 mai correspondait à un débit moyen de 674 m³/s et à température moyenne de 13,4 °C.

II.2.3. Évolution de la migration depuis 1994

La migration, tout comme l'état du stock de grandes Aloses dans le bassin de la Garonne, diminue de manière linéaire depuis 1994. Cette année 2013 ne fait que confirmer la baisse continue des effectifs avec 616 poissons comptés au barrage. Un chiffre très inquiétant en comparaison de l'année 1996, où les passages à Golfech atteignaient un record depuis l'ouverture de l'ascenseur avec 106 706 géniteurs d'aloses. Cette très faible population 2013 et les conditions environnementales très défavorables sont à l'origine de ce résultat qui est le plus petit depuis l'ouverture de l'ascenseur à poissons.

La comparaison des fréquences mensuelles des passages d'aloses depuis 1994 montre que la migration de montaison s'étale sur un maximum de six mois de mars à août. L'ensemble de ces 19 années montre que le mois de mai, hormis pour les années 2001, 2002, 2003 et 2007, est le mois où les fréquences de passages de géniteurs de l'aval à l'amont sont les plus fortes (Figure 18). Une observation également valable pour cette saison 2013. Une tendance de décalage des fréquences mensuelles des passages se dégage de cette comparaison pluriannuelle. En effet, la période de montaison des dernières années est en général plus précoce. Pour les années antérieures à 2006 la tendance du pic des passages s'étalait sur les mois de mai, juin et juillet. Depuis 2006 le mois d'avril a un poids plus important et le pic des passages s'étale plutôt sur les mois d'avril, mai et juin.

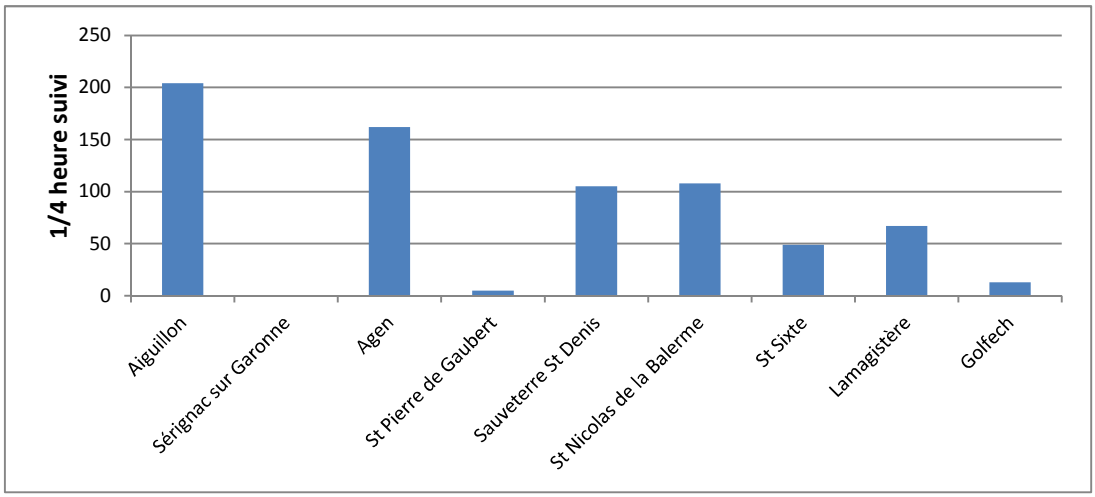


Figure 19 : Effort de comptage par frayère

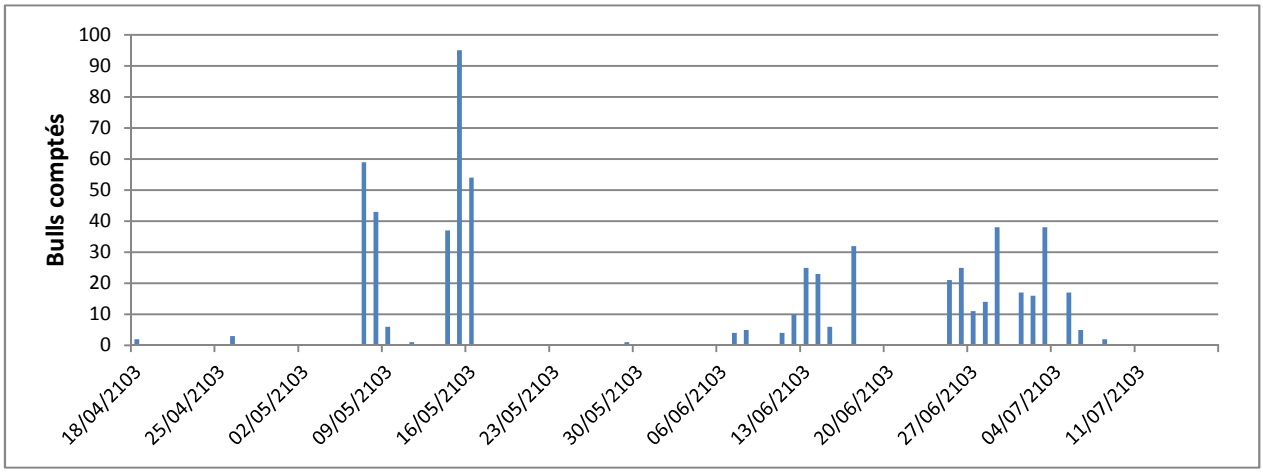


Figure 20 : Cinétique de l'activité de ponte comptée durant la saison

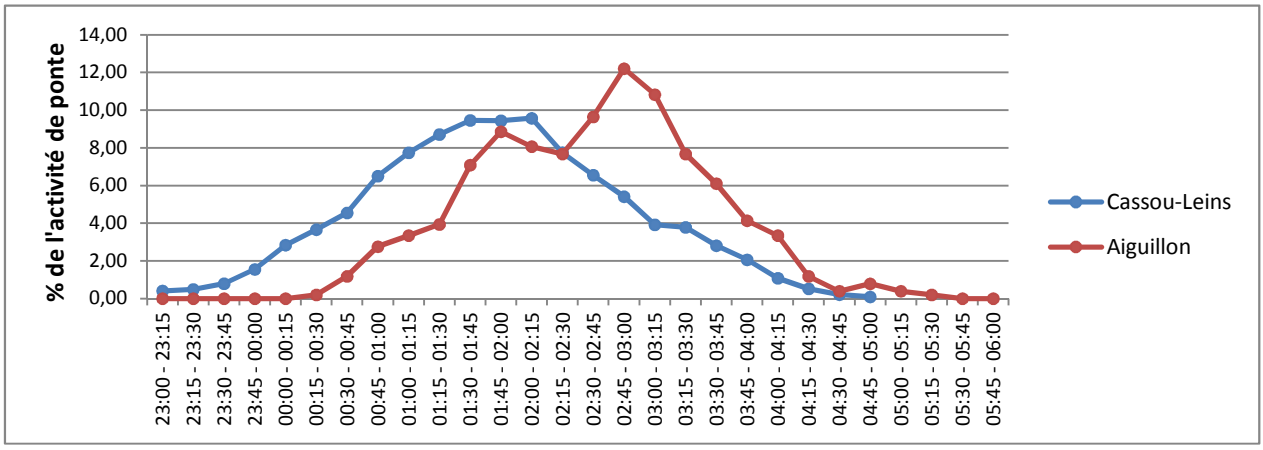


Figure 21 : Courbes de répartition de l'activité de ponte utilisées pour l'extrapolation des données

II.3. Reproduction

II.3.1. Bilan des sorties de comptage

La saison de comptage a commencé cette année le 18 avril et s'est terminée le 17 juillet. Cette période s'est donc étalée sur environ 3 mois pour un total de 91 nuits. De nombreuses interruptions des sorties ont eu lieu pour cause de conditions météorologiques non favorables. Du fait, sur les 91 nuits de la saison, 42 ont été suivies soit 46 % du temps. Enfin, sur ces 42 nuits, 731 quarts d'heures ont été comptés. Cela représente un peu plus de 183 heures de comptage direct.

En fonction de l'activité observée, chaque frayère n'a pas été étudiée avec le même effort de comptage (Figure 19). La frayère d'Aiguillon est la plus suivie avec 204 quarts d'heures, elle représente 28,2 % de l'effort de comptage. Ensuite, au sein de la Réserve Naturelle Nationale, la frayère d'Agen représente 22,4 % des comptages. L'effort de suivi très faible, voire nul, des sites de Saint-Pierre-de-Gaubert et Sérignac-sur-Garonne s'explique par les forts débits de cette saison 2013. En effet, l'étude et l'observation des années antérieures permettent de connaitre l'utilisation des frayères en fonction des conditions environnementales. Ces dernières fonctionnent avec de faibles débits et donc des niveaux d'eau bas qui n'ont pas été obtenus cette année. Pour le site de Golfech, son non fonctionnement n'est pas inquiétant, ce site est peu intéressant pour la reproduction et surtout le recrutement des juvéniles.

Au cours de cette saison un total de 614 bulls a été compté toutes frayères confondues, répartis sur 30 nuits. Par rapport aux 42 nuits sorties, cela induit 27 % de nuits sur le terrain sans activité observée. Une proportion révélatrice de la très faible et alarmante population de grande Alose cette année. La reproduction a débuté très ponctuellement fin avril avec 5 bulls. La première véritable période d'activité se situe donc au début du mois de mai avec deux pics de reproduction (Figure 20). Le premier avec 108 bulls du 07 au 09 mai et le second avec 186 bulls du 14 au 16 mai. C'est le 15 mai, avec 95 bulls, que le plus grand nombre de pontes quotidiennes a été compté pour cette saison 2013. A la suite de ces premières pontes, l'activité s'est presque totalement arrêtée jusqu'à début juin. Elle est ensuite légèrement repartie avec également deux périodes qui se dégagent. La première avec 109 bulls du 07 au 17 juin et la seconde avec 202 bulls du 25 juin au 07 juillet.

II.3.2. Estimation du nombre de bulls

L'objectif des extrapolations est de compléter les données manquantes en s'approchant le plus possible de la réalité de terrain. Elles sont réalisées à partir de courbes de répartition créées d'après les données acquises pendants la période d'activité. Deux courbes ont été utilisées cette saison (Figure 21). La première est la courbe « Aiguillon » qui est spécifique à la frayère d'Aiguillon. Elle a pu être définie car c'est sur cette frayère que trois quarts de la reproduction comptée est observée et que l'effort de suivi est le plus important. En effet, le nombre conséquent de bulls et les nombreux quarts d'heure répartis à différents moments de la nuit permettent de s'approcher de la véritable cinétique d'activité sur cette frayère. Les pontes observées sont un peu plus tardives que la théorie des Cassou-Leins avec un pic d'activité se situant aux environs de 03h. Pour toutes les autres frayères c'est la courbe « Cassou-Leins » qui est utilisée. En effet, la très faible utilisation de ces frayères par les aloses ne permet pas de dégager de courbe cohérente et réaliste pour les extrapolations. Le nombre de bulls obtenu après extrapolation des nuits incomplètes et des nuits non suivies est estimé à **1 669** (Annexe III).

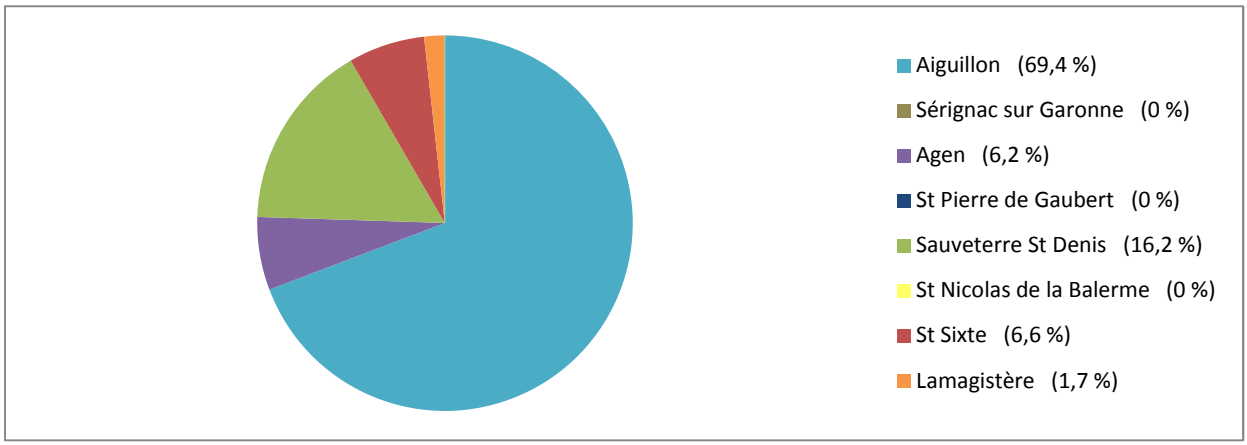


Figure 22 : Répartition des géniteurs sur frayères

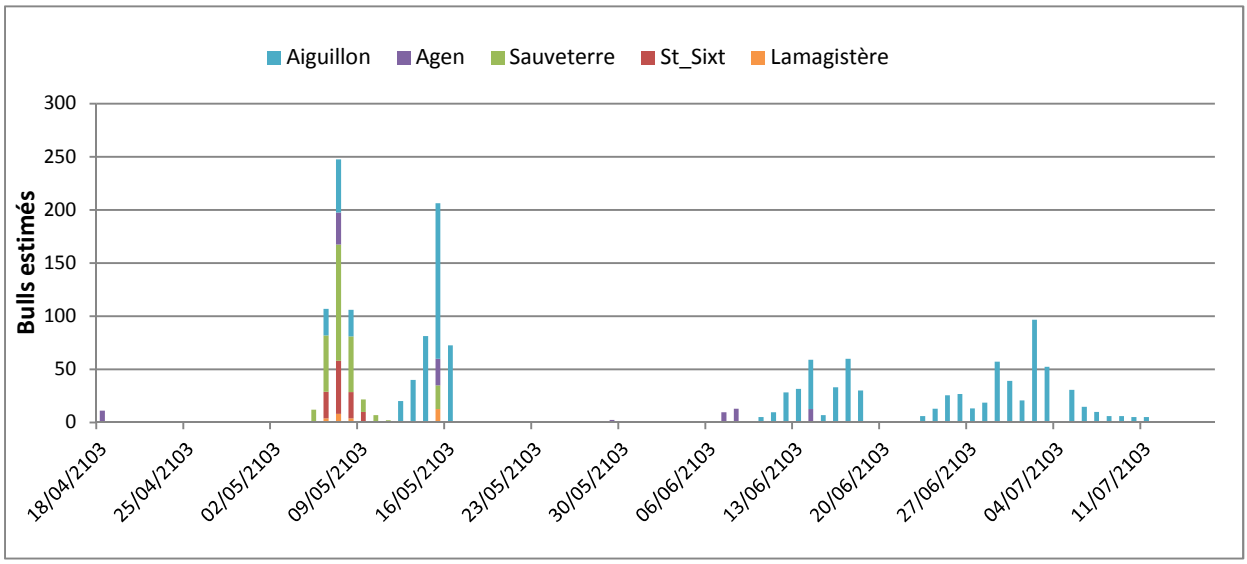


Figure 23 : Répartition dans le temps des géniteurs sur frayères

Figure 24 : Frayère d'Aiguillon
Source : MONEUSE S., 2013

II.3.3. Géniteurs et utilisation des frayères

A partir des 1 669 bulls extrapolés sur la zone d'étude, le nombre de grandes Aloses estimées sur les frayères en aval de Golfech est :

1 669 bulls / 10 pontes = 167 couples
167 couples X 2 géniteurs = **334 grandes Aloses** sur frayères

Un résultat qui, comme pour le suivi de la migration au barrage hydroélectrique de Golfech, est plus qu'inquiétant cette année.

Sur les neuf frayères de grandes Aloses connues et suivies, seulement cinq d'entre elles ont fonctionné (Figure 22). Le site le plus utilisé cette saison par les aloses est la frayère d'Aiguillon avec 69,4 % de la population. Il est le seul à avoir été utilisé sur l'ensemble de la saison de reproduction (Figure 23). La particularité de cette frayère est sa situation géographique. En effet, c'est la frayère la plus en aval de la zone étude et elle est située sur le Lot, à 1,5 km de la confluence avec la Garonne. C'est une frayère forcée, car un barrage quelques dizaines de mètres en amont est difficilement franchissable pour la grande Alose. Les poissons pondent dans une zone de courant faible, qui se trouve en amont d'un atterrissement entraînant une accélération du courant (Figure 24).

Les quatre autres frayères actives sont Sauveterre-Saint-Denis, Saint-Sixte, Agen et Lamagistère. Contrairement au site d'Aiguillon, elles ont fonctionné seulement sur le début de la saison. En effet, hormis Agen qui a accueilli quelques pontes très ponctuelles par la suite, plus aucun bull n'a été observé sur ces zones de reproduction à partir du 15 mai (Figure 23). Le site de Sauveterre-Saint-Denis est le site sur la Garonne le plus fréquenté avec 16,2 % de la population 2013. Un résultat qui confirme que c'est une frayère qui, quand les conditions de la Garonne le permettent, possède une activité de ponte intéressante. En effet, l'année dernière, la découverte du sous-site « Château » a engendré de bons résultats pour le site de Sauveterre-Saint-Denis qui sont également confirmés cette année. Pour ce qui concerne les trois autres sites actifs, la fréquentation très minime est difficilement analysable, ces faibles taux de fréquentation représentent à peine vingt géniteurs sur frayère.

Parmi les quatre dernières frayères non utilisées par les aloses cette année, seul le résultat du site de Saint-Nicolas soulève des interrogations. Comme expliqué précédemment avec les efforts de suivi, les sites de Saint-Pierre-de-Gaubert et Sérignac-sur-Garonne ne fonctionnent que dans des conditions de débits très faibles qui n'ont pas été obtenues cette année. En revanche, sur la période de début mai, les conditions environnementales étant favorables sur des sites comme Sauveterre et Saint-Sixte, il aurait dû y avoir des bulls en même temps sur Saint-Nicolas. C'est un site qui fonctionne avec des conditions environnementales semblables aux deux autres et où habituellement une très forte activité de reproduction est observée. L'année dernière 52 % de la reproduction s'est déroulée sur cette frayère (PEZET, 2012).

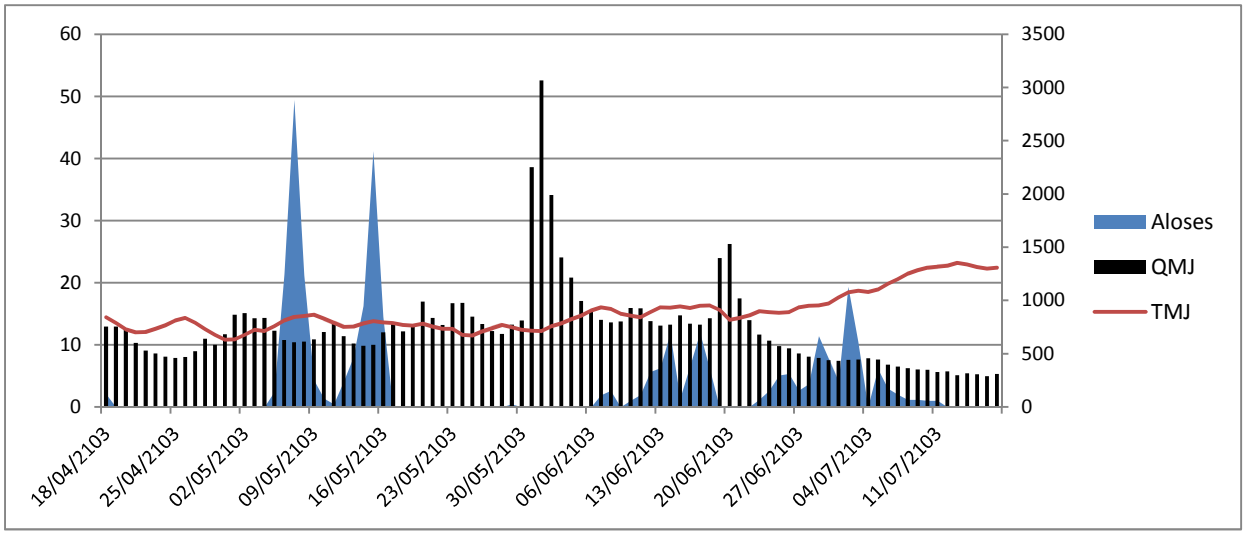


Figure 25 : Évolution quotidienne des aloses en reproduction (axe principal), des TMJ (axe principal) et des QMJ (axe secondaire)

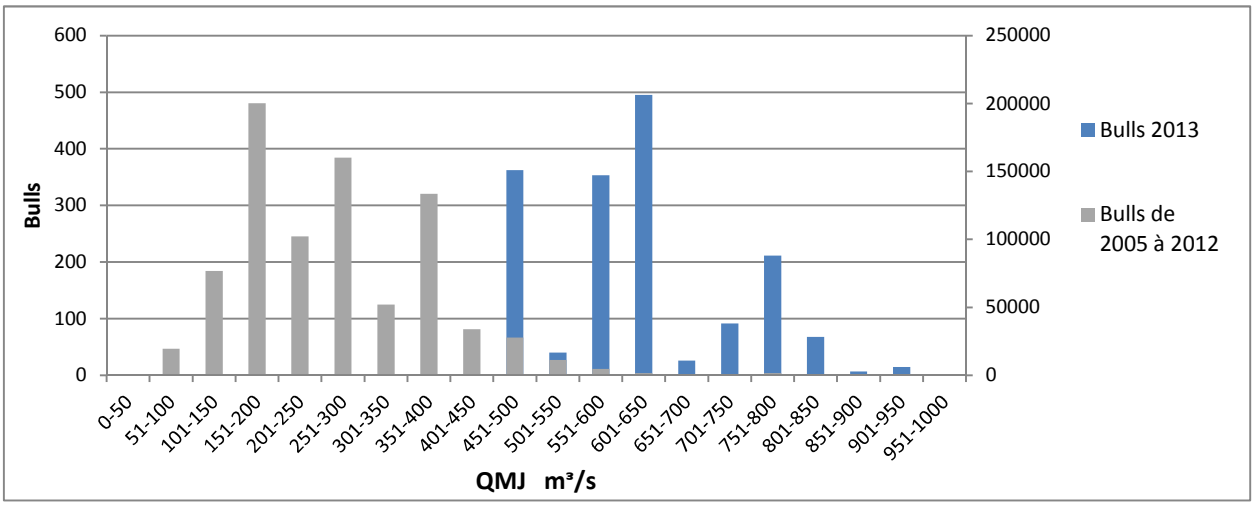


Figure 26 : Nombre de bulls 2013 (axe principal) et de 2005 à 2012 (axe secondaire) répartis par classes de QMJ ; périodes : 11 avril au 09 juillet

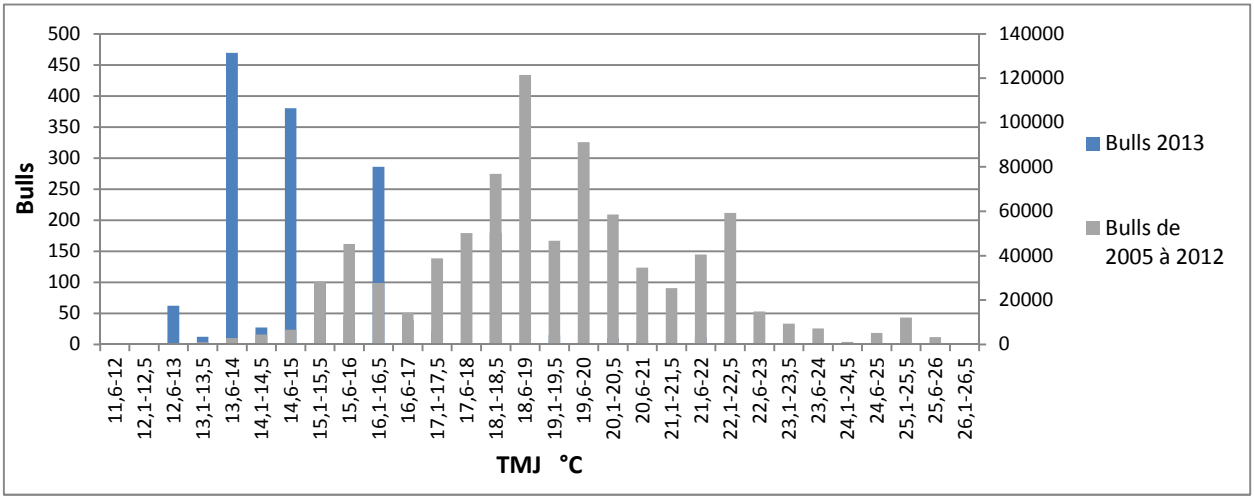


Figure 27 : Nombre de bulls 2013 (axe principal) et de 2005 à 2012 (axe secondaire) répartis par classes de TMJ ; périodes : 11 avril au 09 juillet

II.3.4. Relation avec les facteurs abiotiques

La température et le débit étant des variables déterminantes dans la reproduction des aloses, elles ont un impact bien visible sur l'activité de ponte. Les pics de reproduction sur frayères sont observés quand les débits diminuent et que les températures augmentent (Figure 25). Ces relations sont vérifiées statistiquement par des tests de corrélation de Spearman au seuil de 5 %. Les données utilisées sont les TMJ et QMJ des années 2005 à 2013, mises en relation avec le nombre de bulls. La p-value pour les TMJ et bulls < 0,001 ; la p-value pour les QMJ et bulls est < 0,001. La saison 2013, avec ses conditions météorologiques particulières, notamment les très forts débits, a été, comme pour la migration, spécialement difficile pour la reproduction des aloses. En effet, 75 % des aloses ont pondu avec des QMJ inférieurs à 650 m³/s. Cela démontre bien la nécessité écologique de cette espèce d'avoir des débits plus faibles que les 777 m³/s moyens de cette saison pour pondre. L'analyse est la même pour les TMJ, la grande Alose a besoin d'une température de l'eau plus chaude que les 14,3 °C de TMJ moyenne de la période de reproduction 2013. Ici 65 % des pontes ont eu lieu avec des TMJ supérieures à 14,5 °C.

L'étude de la répartition des bulls d'aloses en différentes classes, que ce soit pour les QMJ ou pour les TMJ des années 2005 à 2012, a pour objet de dégager les conditions environnementales les plus favorables pour l'espèce (Figure 26 & 27). Cela permet de comprendre plus précisément ses besoins abiotiques pour une reproduction optimale réellement observée en Garonne. Les résultats de cette analyse sont également révélateurs des mauvaises conditions environnementales pour l'alose en 2013. La reproduction des sept dernières années s'est effectuée à plus de 90 % avec des QMJ compris entre 100 et 450 m³/s et des TMJ comprises entre 15 et 22,5 °C. Ces conditions n'ont pas été obtenues avant début juillet qui est la période de fin d'activité de la reproduction. Un décalage saisonnier qui a probablement posé des problèmes à l'espèce, même si elle a pu se reproduire avec des conditions en marge minimum des QMJ et en marge maximum des TMJ de la saison.

II.4. Stock de géniteurs en Moyenne Garonne pour la saison 2013

A partir des 616 aloses passées au barrage hydroélectrique de Golfech et des 334 géniteurs estimés sur les frayères en aval, le nombre de grandes Aloses estimées dans le bassin de la Moyenne Garonne en 2013 est :

616 aloses passées au barrage hydroélectrique de Golfech
+
334 géniteurs sur frayères en aval
=
950 grandes Aloses (± 50) en Moyenne Garonne pour la saison 2013

Une marge d'erreur de plus ou moins 50 individus a été définie. En effet, les très forts débits ne réunissent pas les meilleures conditions d'écoute notamment avec la grande vitesse du courant et les nombreux remous. Des manques d'identifications sonores des pontes ou tout simplement la non présence sur site engendre certainement une petite marge d'erreur. Même si le résultat varie entre 900 et 1000 aloses sur le bassin, il reste le plus faible estimé depuis le début des suivis de population de la grande Alose en Moyenne Garonne.

Figure 28 : Site de la centrale hydroélectrique de Golfech

Figure 29 : État actuel du seuil de Beauregard
Source : MONEUSE S., 2013

III. Discussion

III.1. Migration de la grande Alose

III.1.1. Limite de l'étude de montaison

La faiblesse des résultats de passages au barrage de Golfech est un fait, toutefois quelques légers biais sont potentiellement envisageables. Il est possible que les débits particulièrement forts de cette année et notamment les deux périodes de crues, le 01 juin avec 3 066 m³/s et le 20 juin avec 1 531 m³/s, aient créé un débit d'appel sur le bras court-circuité de la Garonne. C'est un bras parallèle au bras où se trouve l'ascenseur, qui sert à récupérer le surplus d'eau de l'usine hydroélectrique quand les débits son trop élevés, avec un système de seuils de répartition des eaux (Figure 28). Avec les hauteurs d'eau très élevées et les débits attractifs pour l'alose, des poissons ont éventuellement pu migrer dans ce bras. Ceci étant, avec le très faible nombre d'individus observé (pic journalier de la saison à 72 poissons), la faiblesse des résultats n'est en aucun cas remise en cause. La problématique technique peut également avoir biaisé le résultat, sachant que l'efficacité optimale de l'ascenseur correspond à des débits inférieurs à 400 m³/s et que ce dispositif est arrêté pour des débits dépassant les 900 m³/s, des individus se sont probablement retrouvés bloqués au pied du barrage.

III.1.2. Décalage de la montaison

L'analyse des fréquences mensuelles de passages des aloses au niveau du barrage de Golfech vue précédemment fait ressortir que la migration se décale dans le temps. La population a tendance à arriver de plus en plus tôt dans la saison. Une thèse réalisée en 1998 sur l'étude de la migration des aloses montrait qu'à cette époque les fréquences de passages à Golfech étaient observées entre avril et août (BELLARIVA, 1998). Cette étude démontrait déjà qu'en 1994 après l'effacement du seuil de Beauregard, situé plus en aval, le pic d'activité qui se situait à l'époque alors au mois de juin avait tendance à être avancé au mois de mai. L'analyse des années postérieures à cette thèse tend également vers cette arrivée de plus en plus précoce des aloses à Golfech. C'est depuis 2006 que ce décalage est le plus visible avec des fréquences de passages en avril de plus en plus importante et une arrivée systématique des aloses dès le mois de mars. Le pic des passages qui s'étalait sur les mois de mai, juin et juillet pour les années antérieures à 2006 s'étale plutôt en avril, mai et juin ces dernières années.

La première hypothèse sur ce décalage est l'effacement progressif du seuil de Beauregard qui, depuis 1994, se détériore au fil des années et des crues (Figure 29). A l'époque cet obstacle majeur ne possédait qu'une petite passe qu'empruntaient les aloses ce qui réduisait la vitesse de migration des poissons qui se retrouvaient bloqués au pied de l'ouvrage. L'ouverture de brèches et l'aménagement d'une rivière de contournement en 1994 ont considérablement amélioré la continuité écologique de la Garonne et, de fait, la montaison des aloses. Des interrogations s'orientent également vers le facteur température de l'eau qui, comme mentionné précédemment, a un rôle essentiel dans la migration. Hormis cette année aux conditions environnementales particulièrement difficiles, il est possible que ces dernières années, les températures aient été plus propices aux déplacements des aloses en mars et avril. Il est tout de même intéressant de préciser que malgré ce décalage de début de migration, le pic des passages se déroulent, sauf quelques exceptions, toujours au mois de mai.

III.2. Reproduction de la grande Alose

III.2.1. Étude de la reproduction

Le facteur le plus impactant pour l'espèce et pour les conditions de suivi cette saison est très certainement le débit. Il a été exceptionnellement fort et relativement constant dans le temps. La dépense énergétique des poissons pour remonter le courant notamment pendant les deux grandes crues est non négligeable. De plus, ces forts débits entraînent une forte turbidité de l'eau et du charriage de matériaux qui ont certainement perturbé leurs déplacements et leur activité. Comme mentionné précédemment, les conditions d'écoute sont également impactées par le bruit très fort du courant et les nombreux remous. Une des hypothèses sérieusement envisagée est que les aloses, face à ces conditions extrêmes, se soient réfugiées dans les grandes rivières affluentes de la Garonne. Des poissons auraient alors pu migrer et/ou frayer dans ces affluents sans être comptabilisés, aucune prospection n'ayant été réalisée sur ces secteurs. Cette variable écologique qu'est le débit a physiquement impacté les aloses, mais aussi le résultat du suivi qui doit être légèrement inférieur au nombre réel d'aloses en fraie sur la Garonne.

La grande force de cette méthodologie de suivi est son renouvellement depuis une vingtaine d'années. En effet, son application d'une année sur l'autre rend l'erreur d'évaluation du même ordre, ce qui permet une comparaison dans le temps assez fiable. Toutefois, la méthode comporte certains biais et l'incertitude des calculs est compensée par un pourcentage d'erreur qui explique que les valeurs annuelles de reproduction sont annoncées sous forme d'intervalle plutôt que d'une valeur exacte.

III.2.2. Plasticité écologique

Le comportement de ponte des aloses face aux conditions environnementales cette année est très intéressant, il démontre un certain opportunisme chez l'espèce. Il est mentionné précédemment que la température de l'eau, ainsi que le débit, sont des facteurs directs dans le déclenchement de la reproduction de la grande Alose. La bibliographie démontre que la température de l'eau doit se situer aux alentours de 16 à 18°C pour que la reproduction débute (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981), et que les débits doivent se trouver entre 100 et 300m^3/s (BELLARIVA, 1998). De plus, l'analyse de la répartition des bulls d'aloses en différentes classes, que ce soit pour les QMJ ou pour les TMJ des années 2005 à 2012, réalisée précédemment se rapproche fortement des informations biologiques citées par les auteurs. En effet, la reproduction des sept dernières années s'est effectuée à plus de 90 % avec des QMJ compris entre 100 et 450 m^3/s et des TMJ comprises entre 15 et 22,5 °C. Ces conditions n'ont pas été obtenues cette année, la reproduction a eu lieu lorsque les débits se trouvaient aux alentours de 600 m^3/s et les températures autour de 14 °C. Il y a donc eu reproduction lorsque les paramètres n'étaient pas optimaux. L'hypothèse que les géniteurs arrivés sur sites depuis plusieurs semaines aient profité des améliorations climatiques pour pondre en marge minimum des QMJ et en marge maximum des TMJ de la saison avant de mourir parait la plus cohérente pour expliquer ce caractère opportuniste.

Malgré tout cette année 2013 est très inquiétante pour l'avenir. De grosses interrogations sont portées quant à l'efficacité des pontes. Les deux crues, et plus particulièrement la première avec des débits jamais observés depuis que les effectifs de grande Alose sont aussi petits, risquent de pénaliser fortement le recrutement des juvéniles. Il est probable que les œufs pondus avant la montée des eaux, pendant le pic de la reproduction de début mai, aient été emportés par le flux d'eau vers des zones non propices à leur développement ou recouverts de limon lors de la décrue.

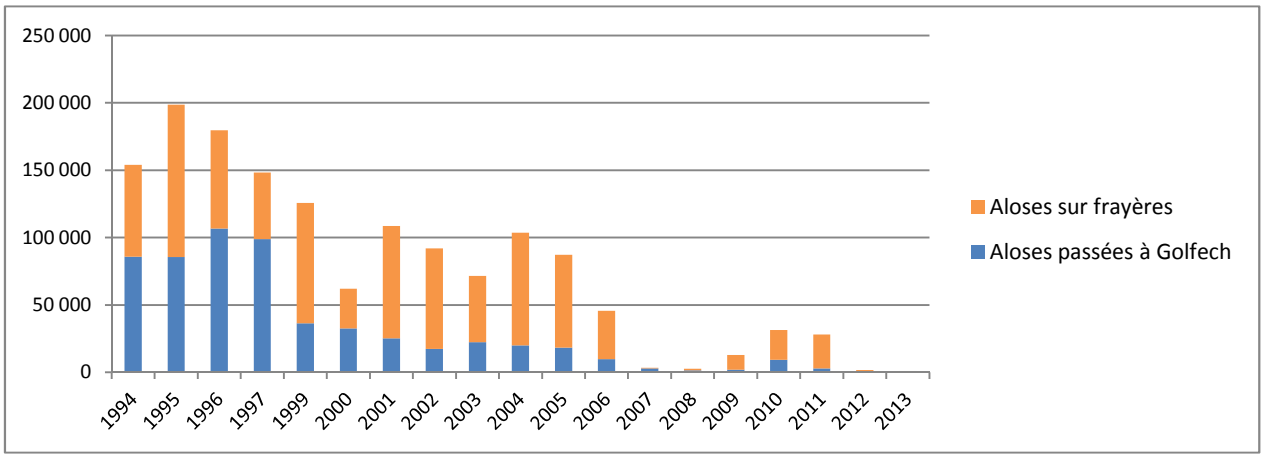


Figure 30 : Évolution du stock de grande Alose dans le bassin de la Moyenne Garonne depuis 1994

III.3. Évolution des stocks de grande Alose et perspectives

L'évolution des populations de grandes Aloses depuis 1994 montre une tendance quasi linéaire de diminution du stock. Dans les années 90, le stock estimé varie entre 150 000 et 200 000 aloses, ensuite de 2000 à 2006, le stock semble se stabiliser entre 50 000 à 100 000 individus jusqu'à 2007, année de l'effondrement de la population de Moyenne Garonne (Figure 30). Cette saison 2013 est la plus mauvaise en termes de nombre de géniteurs en Garonne depuis que les frayères ont commencé à être suivies avec la même méthodologie en 1994. Ces résultats étaient attendus au vu des très faibles effectifs déjà estimés il y a 5 ans (Figure 30). En effet, comme il est cité précédemment, les femelles restent de 4 à 7 ans en mer et les mâles de 3 à 6 ans, soit en moyenne 5 ans avant d'entamer leur migration de montaison (TAVERNY & ELIE, 2001). En 2008, seules 2 729 aloses étaient venues se reproduire en Garonne, c'est donc sans grande surprise qu'un très faible nombre de géniteurs a été comptabilisé cette année.

Les causes de cet effondrement des populations de grandes Aloses proviennent sans aucun doute d'une synergie de différents facteurs. Certains avec des impacts plus ou moins forts sur la migration, la reproduction ou encore la croissance des alosons et leur dévalaison. Tout d'abord, la pression de pêche sur l'espèce a été trop importante par rapport à son taux de renouvellement. En effet, comme mentionné antérieurement, sur la période de 1987 à 2004, les prélèvements de l'espèce étaient de l'ordre 56 % de la population migratrice totale. Un taux d'exploitation incompatible avec une gestion durable de l'espèce qui a engendré le moratoire de 2008 interdisant la pêche de la grande Alose sur le bassin (PLAGEPOMI, 2008-2012). A l'heure actuelle il est trop tôt pour savoir si le moratoire a été efficace. Tous les regards sont portés sur l'année prochaine avec le retour sur frayères des individus de 2009, en espérant que les conditions environnementales seront plus propices que cette année. En ce qui concerne la croissance des alosons, une hypothèse sur la qualité des frayères dites « forcées » est présente. Ces dernières ne présenteraient pas toutes les caractéristiques optimales pour la survie et la croissance des larves et alosons. De nombreuses questions se posent également sur la dévalaison des juvéniles qui est, de nos jours, encore assez mal connue. D'ici deux à trois ans des études devraient être menées sur le sujet avec de la reproduction en milieu artificiel pour obtenir des larves sur lesquelles des techniques de capture marquage recapture seront appliquées afin de savoir si le problème se situe plutôt en milieu fluvial, estuarien ou maritime. Enfin, une dernière réflexion se pose depuis plusieurs années sur l'impact du très fort développement des populations de silures (*Silurus glanis*) introduit dans la Garonne. Ils se rassemblent en masse au pied de l'ascenseur à poissons de Golfech et sont très fortement suspectés de s'attaquer aux géniteurs sur les sites de fraie. Cet impact serait encore plus conséquent avec ces populations aux effectifs très faibles.

Malgré tout, la grande Alose subsiste dans le bassin de la Moyenne Garonne. Même s'il semble raisonnable de penser que les effectifs continueront à fluctuer ainsi dans les années à venir, le retour des populations des années 2009, 2010 et 2011 est très attendu. En effet, les effectifs un peu plus conséquent de ces années, les probables impacts du moratoire de 2008 et idéalement des conditions environnementales favorables à l'alose permettraient un rebond de l'espèce vers une dynamique des populations positive. Pour aller dans ce sens il est impératif de maintenir et même d'accentuer les efforts de protection, notamment en améliorant la continuité écologique de la Garonne et en prolongeant le moratoire d'interdiction de pêche à l'alose. Actuellement, seule la frayère d'Agen est protégée par la Réserve Naturelle Nationale alors que l'activité de ponte sur d'autres frayères est plus importante (PEZET, 2012). L'extension de la Réserve Naturelle sur l'ensemble des frayères semble donc indispensable pour la pérennité de l'espèce.

Conclusion

Le suivi de la migration, grâce à la station de contrôle du barrage hydroélectrique de Golfech, ainsi que de la reproduction, avec le suivi des frayères en aval de cet ouvrage, ont permis d'évaluer le stock de géniteurs 2013 du bassin de la Moyenne Garonne à 950 individus (± 50). Ce résultat est le plus bas jamais atteint depuis le début du suivi de l'espèce. En effet, une diminution chronique et quasi linéaire des populations a lieu depuis 1994. Cette chute s'explique principalement par une pression, depuis des décennies, de multiples facteurs anthropiques.

Le croisement de multiples perturbations anthropiques tels que l'obstruction partielle ou complète de la Garonne par les multiplications des seuils et barrages, la pollution, la destruction des zones de frayères par extractions de granulats, la pression pêche ou encore l'introduction du silure fortement suspecté de pression de prédation, forme un tout contradictoire avec les besoins écologiques de cette espèce amphihaline à migration potamotoque.

Cette année, les faibles résultats peuvent surtout être expliqués par le retour dans le bassin de géniteurs nés principalement en 2008, année où la reproduction avait déjà été très faible (2 780 géniteurs). De plus, les mauvaises conditions environnementales pour l'espèce, les forts débits et la température de l'eau, ont certainement impacté la dynamique des géniteurs que se soit pour la montaison, la reproduction ou, plus inquiétant, l'efficacité des pontes. Toutefois la plasticité écologique observée dans cette étude, avec de la reproduction lorsque les paramètres abiotiques ne sont pas optimaux, est intéressante. Elle démontre un certain caractère opportuniste et une capacité d'adaptabilité encourageante pour les années à venir au regard des faibles effectifs.

Dans la poursuite de cette étude, les efforts de suivi, d'accumulation de données et d'analyses sont primordiales pour mieux comprendre l'écologie de la grande Alose et prendre les bonnes décisions de protection de l'espèce. En ce qui concerne les géniteurs d'aloses, il est impératif de maintenir et même d'accentuer les efforts de protection, notamment en améliorant la continuité écologique de la Garonne, en étendant la Réserve Naturelle sur l'ensemble des frayères et en prolongeant le moratoire d'interdiction de pêche. Toutes les attentions sont portées pour l'année prochaine ; si un rebond de l'espèce vers une dynamique des populations positive est observé, cela confirmerait l'efficacité des actions de protection sur les géniteurs. En revanche à l'inverse, si une diminution est observée, il sera indispensable de voir plus large et d'approfondir les connaissances sur la dévalaison en mer des juvéniles car si le problème se situe à ce moment du cycle biologique tous les efforts et mesures de protection réalisés sur les géniteurs ne seraient pas rétribués.

Bibliographie

BALLINIERE J.L. & ELIE P., 2000 - *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax* spp.*) : écobiologie et variabilité des populations.* Cemagref, Inra Éditions, Paris, 277p.

BELLARIVA G., 1998 - *Contribution à l'étude du déroulement de la migration et de la reproduction de la grande Alose (Alosa alosa L.) en Garonne. Étude prospective de la dévalaison des juvéniles.* Thèse de Doctorat, Toulouse : INP Toulouse. 103p.

CASSOU-LEINS J.J., & CARETTE A., 1992 – *Suivi de la Réserve Naturelle de la frayère d'alose. Année 1992.* ENSA Toulouse-Lycée Agricole Montauban-Direction Départementale de l'Équipement Agen, 6p.

CASSOU-LEINS F. & CASSOU-LEINS J.J., 1981 - *Recherche sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'alose, Alosa alosa L.* Thèse de Doctorat 3è cycle, Institut National Polytechnique de Toulouse, 382p.

CASSOU-LEINS F. & CASSOU-LEINS J.J., 1985 - *Réserve Naturelle de la frayère d'alose. Étude de l'halieutique et de la reproduction de l'alose.* Campagne 1985. ENSA de Toulouse, 12p.

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., DAUBA F. & LEJOLIVET C., 1988 - *Réserve Naturelle de la frayère d'alose d'Agen, campagne 1988, étude de l'alevin d'alose alosa alosa L., répartition, croissance, régime alimentaire.* Rapport Lycée Agricole Montauban/ENSA de Toulouse, 24p.

HEAPE W., 1931 - *Emigration, migration and nomadism.* Heffer, Cambridge, Royaume-Uni , 369p.

KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN É. & ALLARDI J. (coords), 2011 - *Les poisons d'eau douce de France.* Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaire et biodiversité), 552p.

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, Bordeaux : Université de Bordeaux I, 208p.

MAYERAS A., BRASIER W., NOEL Y., LASCAUX J-M., & CHANSEAU M., 2006 – Suivi de reproduction de la grande *(Alosa alosa* L.*) et de lamproie marine (Petromyzon marinus* L.*) sur la Dordogne en aval du barrage de Tuilières. Estimation des stocks reproducteurs 2005*. Rapport MI.GA.DO. 4D-06-RT, 35 p.

MENNESSON-BOISNEAU C. & BOISNEAU P., 1990 - *Recherches sur les aloses du bassin de la Loire : Migration, Répartition, Reproduction, Caractéristiques biologiques et taxonomiques des aloses (Alosa sp.).* Thèse doctorat, Université de Rennes et de Paris Val de Marne, 143 p.

MÉTÉO FRANCE, 2013 – *Alimentation du BSH national DCLIM/AVH, suivi hydrologique : bilan au 1er juin 2013.* Direction de la Climatologie, 10p.

PLAGEPOMI, 2008-2012 – *Plan de gestion des poissons migrateurs Garonne-Dordogne-Charente-Seudre-Leyre.* Rapport COGEPOMI, 86 p.

PEZET C., 2012 – *Suivi de la migration et de la reproduction de la Grande Alose en Moyenne Garonne.* Rapport annuel 2012, Association pour la Gestion de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose, 61 p.

ROCHARD E., 2001 – *Migration anadrome estuariennes des géniteurs de grande Alose Alosa alosa, allure du phénomène et influence du rythme des marées*. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, n° **362-363**, p. 853 – 867.

SPILLMAN C.J., 1961 – *Faune de France. 65 : Poissons d'eau douce*. P. Lechevalier Ed, Paris, 303p.

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, écologie. Etude particulière de la dévalaison et de l'impact des activités humaines.* Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, 451p.

TAVERNY C. & ELIE P., 2001 - *Répartition spatio-temporelle de la grande alose Alosa alosa (Linné, 1776) et de l'alose feinte Alosa fallax (Lacépède, 1803) dans le golfe de Gascogne*. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, n° **362-363**, p. 803 – 821.

WHITEHEAD P.J.P., 1985 – *FAO species catalogue.7: Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annoted and illustrated catalogue of the Herrings, Sardines, Pilchards, Sparts, Anchovies and Wolf-Herrigs. Part 1: Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae*. FAO Fisheries Synopsis, n°**125**, vol.7, Part 1, 303

Annexes

ANNEXE I : Statuts réglementaires de la grande Alose

ANNEXE II : Fiche terrain de comptage des bulls des frayères d'Agen

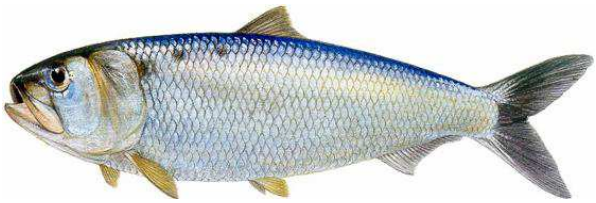
ANNEXE III : Extrapolations de la saison de comptage 2013

ANNEXE IV : Organisation du suivi de la migration et de la reproduction 2013

ANNEXE I : Statuts réglementaires de la grande Alose

Alosa alosa (Linnaeus, 1758)

Grande Alose



❖ **INTERNATIONAL :**

Convention de Barcelone, 10/06/1995

Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en méditerranée.

Annexe III : Liste des espèces dont l'exploitation est réglementée.

Convention de Berne, 19/09/1979

Espèces de faune sauvage dont l'exploitation est réglementée de manière à maintenir l'existence de ces populations hors de danger.

Annexe III : Liste des espèces dont l'exploitation est réglementée.

Convention OSPAR, 22/09/1992

Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est.

Annexe V : Protection et conservation des écosystèmes et de la diversité biologique de la zone marine

UICN

Liste rouge mondiale des espèces menacées.

LC : Préoccupation mineure, espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible.

❖ **COMMUNAUTAIRE :**

Directive Habitats-Faune-Flore, 21/05/1992

Conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

Annexe II : Espèces animale et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC).

Annexe V : Concerne les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

❖ **NATIONAL :**

Liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national, Arrêté du 08/12/1988

Article 1 : Sont interdits en tout temps, sur tout le territoire national :

- la destruction ou l'enlèvement des œufs ;
- la destruction, l'altération ou la dégradation des milieux particuliers, et notamment des lieux de reproduction, désignés par arrêté préfectoral.

UICN Comité Français

Liste rouge des poissons d'eau douce de France métropolitaine

VU : Une espèce est dite Vulnérable lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'elle remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie Vulnérable et, en conséquence, qu'elle est confrontée à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.

ANNEXE II : Fiche terrain de comptage des bulls des frayères d'Agen

Date :	Binôme :	Véhicule :

Agen

	F1	F2	PC
23h-23h15			
23h15-23h30			
23h30-0h			
0h-0h15			
0h15-0h30			
0h30-0h45			
0h45-1h			
1h-1h15			
1h15-1h30			
1h30-1h45			
1h45-2h			
2h-2h15			
2h15-2h30			
2h30-2h45			
2h45-3h			
3h-3h15			
3h15-3h30			
3h30-3h45			
3h45-4h			
4h-4h15			
4h15-4h30			
4h30-4h45			
4h45-5h			
5h-5h15			
5h15-5h30			
5h30-5h45			
5h45-6h			
TOTAL			

Météo

- ☐ Temps clair
- ☐ Nuageux
- ☐ Pluvieux
- ☐ Orageux

Température air :

Dérangement pendant comptage

Pluie

- ☐ Nulle
- ☐ Faible
- ☐ Moyen
- ☐ Fort

- ☐ Passagère
- ☐ Continue

Vent

- ☐ Nul
- ☐ Faible
- ☐ Moyen
- ☐ Fort

Bruit

- ☐ Nul
- ☐ Faible
- ☐ Moyen
- ☐ Fort

Espèces rencontrées

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Observations :

ANNEXE III : Extrapolations de la saison de comptage 2013

	Aiguillon	Sérignac / Garonne	Agen	St Pierre de Gaubert	Sauveterre St Denis	St Nicolas de la Balerme	St Sixte	Lamagistère	Golfech	
18-avr	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11
19-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-mai	0	0	0	0	12	0	0	0	0	12
06-mai	25	0	0	0	53	0	25	4	0	107
07-mai	50	0	30	0	109	0	50	8	0	247
08-mai	25	0	0	0	53	0	25	4	0	107
09-mai	0	0	0	0	12	0	10	0	0	22
10-mai	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7
11-mai	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
12-mai	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20
13-mai	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40
14-mai	81	0	0	0	0	0	0	0	0	81
15-mai	146	0	25	0	22	0	0	13	0	206
16-mai	73	0	0	0	0	0	0	0	0	73
17-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29-mai	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
30-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31-mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-juin	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9
08-juin	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13
09-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-juin	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5

11-juin	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
12-juin	28	0	0	0	0	0	0	0	0	28
13-juin	32	0	0	0	0	0	0	0	0	32
14-juin	46	0	13	0	0	0	0	0	0	59
15-juin	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
16-juin	33	0	0	0	0	0	0	0	0	33
17-juin	60	0	0	0	0	0	0	0	0	60
18-juin	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
19-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-juin	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
24-juin	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13
25-juin	26	0	0	0	0	0	0	0	0	26
26-juin	27	0	0	0	0	0	0	0	0	27
27-juin	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13
28-juin	19	0	0	0	0	0	0	0	0	19
29-juin	57	0	0	0	0	0	0	0	0	57
30-juin	39	0	0	0	0	0	0	0	0	39
01-juil	21	0	0	0	0	0	0	0	0	21
02-juil	97	0	0	0	0	0	0	0	0	97
03-juil	52	0	0	0	0	0	0	0	0	52
04-juil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-juil	31	0	0	0	0	0	0	0	0	31
06-juil	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
07-juil	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
08-juil	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
09-juil	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
10-juil	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
11-juil	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12-juil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-juil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-juil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-juil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-juil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-juil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 158	0	103	0	270	0	110	29	0	1669

N	**Extrapolation des nuits incomplètes**
N	**Extrapolations des nuits non suivis**

ANNEXE IV : Organisation du suivi de la Migration et de la Reproduction 2013

Tableau des tâches

Intervenant	Bibliographie	Protocole migration	Collecte données migration	Protocole reproduction	Collecte données Reproduction	Analyses Résultats Statistiques	Rédaction
Principale	Steve	MIGADO	MIGADO	RNFA MIGADO	Steve RNFA MIGADO	Steve	Steve
Secondaire	RNFA MIGADO			Steve		RNFA MIGADO	

Steve : Steve Moneuse
RNFA : Réserve Naturelle de la Frayères d'Aloses, Maître de stage et stagiaires
MIGADO : Migrateurs Garonne Dordogne, Chargée de mission et stagiaires

Calendrier

Semaine	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Bibliographie																						
Collecte données																						
Analyses résultats																						
Rédaction																						

Résumé

Le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne représente un axe migratoire principal pour les poissons migrateurs comme la grande Alose (*Alosa alosa*). Cependant, depuis la fin du XIXème siècle, ce poisson amphihalin à migration potamotoque voit ses effectifs fortement régresser en raison de facteurs anthropiques multiples.

Cette étude vise à estimer le stock de géniteurs de grandes Aloses présent en Moyenne Garonne pour l'année 2013 et à analyser sa migration et sa reproduction. Les données de migration sont récoltées à l'ascenseur de barrage hydroélectrique de Golfech et les données de reproduction sur zones de frayères par comptage direct des pontes, localement appelées « bulls ». Les résultats sont ensuite mis en relation avec les facteurs abiotiques déclencheurs, qui sont la température de l'eau et le débit.

Cette année, 616 aloses ont été comptabilisées à l'ascenseur de Golfech. La migration s'est déroulée de mars à juin avec un pic des passages en mai. Un décalage dans le temps est observé, les aloses semblent être plus précoces ces dernières années.

La reproduction, quant à elle, a eu lieu d'avril à juillet avec un pic des pontes en mai. À la suite des extrapolations, 334 grandes Aloses sont estimées sur frayères pour cette saison. Un caractère opportuniste des aloses est observé avec de la reproduction lorsque les paramètres abiotiques ne sont pas optimaux.

En raison des mauvaises conditions météorologiques et du retour dans le bassin des individus de l'année 2008, les activités migratoire et reproductrice ont été les plus faibles depuis le début du suivi de l'espèce. Le stock de géniteurs de grandes Aloses en Moyenne Garonne est estimé à 950 individus (± 50). Ce chiffre alarmant n'annonce rien de très prometteur pour les populations futures. Tous les regards sont tournés vers les années à venir.

Mots clefs : Moyenne Garonne, *Alosa alosa*, montaison, bull, température, débit