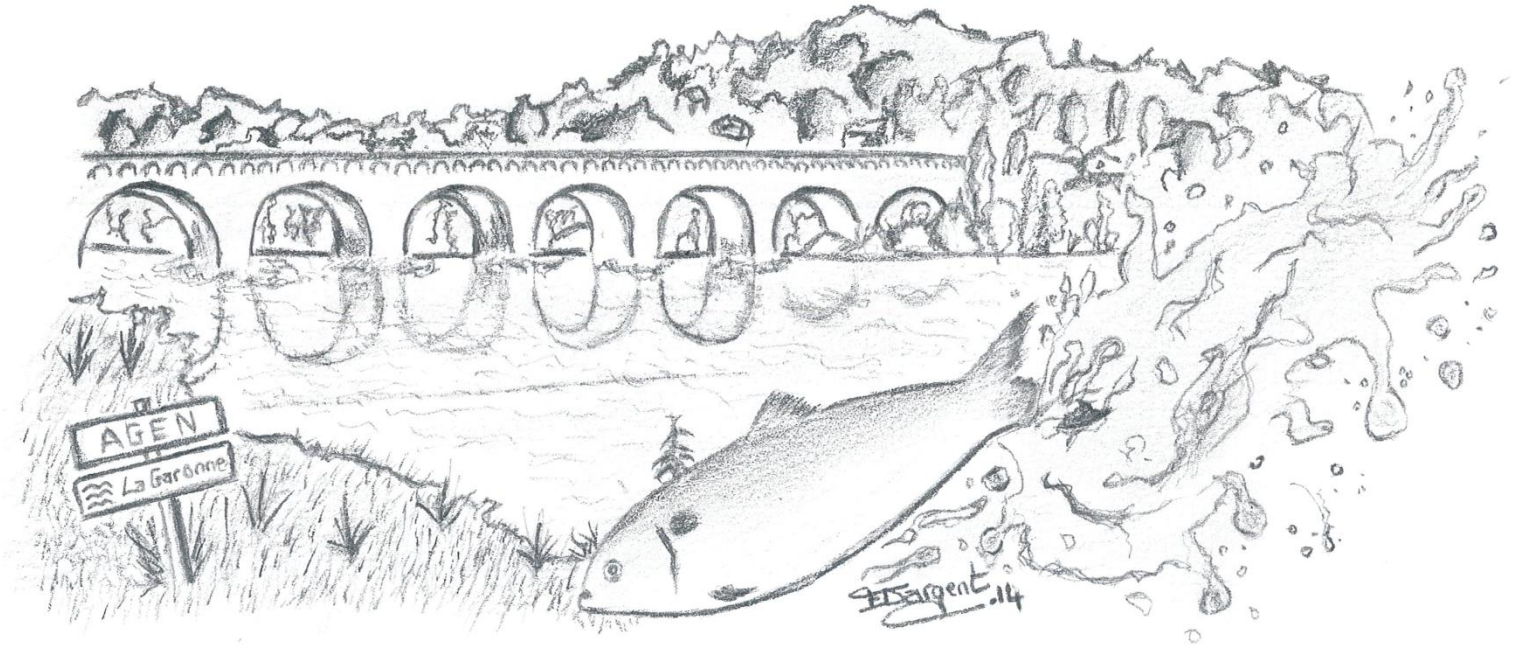
UFR Sciences & Techniques Côte Basque
Université de Pau et des Pays de l'Adour

Licence professionnelle Espaces Naturels
Option Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités

Suivi de la Migration et de la Reproduction de la grande Alose, *Alosa alosa,* en Moyenne Garonne



Dargent Florian

Stage effectué du 11 Mars au 14 aout 2014 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

Tout d'abord, je tiens à remercier Mr DAL MOLIN, Président de l'Association pour la Gestion de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose, de m'avoir accueilli au sein de l'association.

Je tiens à remercier particulièrement Christelle PEZET ma maitre de stage pour son accueil, sa sympathie et l'ensemble des connaissances qu'elle a pu me transmettre tout au long du stage. Je la remercie également pour les points perdus… mais aussi pour les énigmes, les blagues carambar sans oublier les casses croutes qui nous ont beaucoup aidés à tenir lors de ces longues nuits de comptage. Enfin, je la remercie pour sa disponibilité à nous aider dans nos rapports et pour tous les conseils donnés pour notre poursuite d'étude ou recherche d'emploi.

De plus, je souhaite remercier Elsa MAGOGA, chargée de mission écosystèmes aquatiques à la Réserve Naturelle Nationale de l'Etang de la Mazière, pour sa bonne humeur et sa patience à nous apprendre la détermination des Odonates. Je la remercie de plus de m'avoir permis de rester optimiste lors de l'absence d'Alose et pour ces discussions très souvent bizarres et sordides.

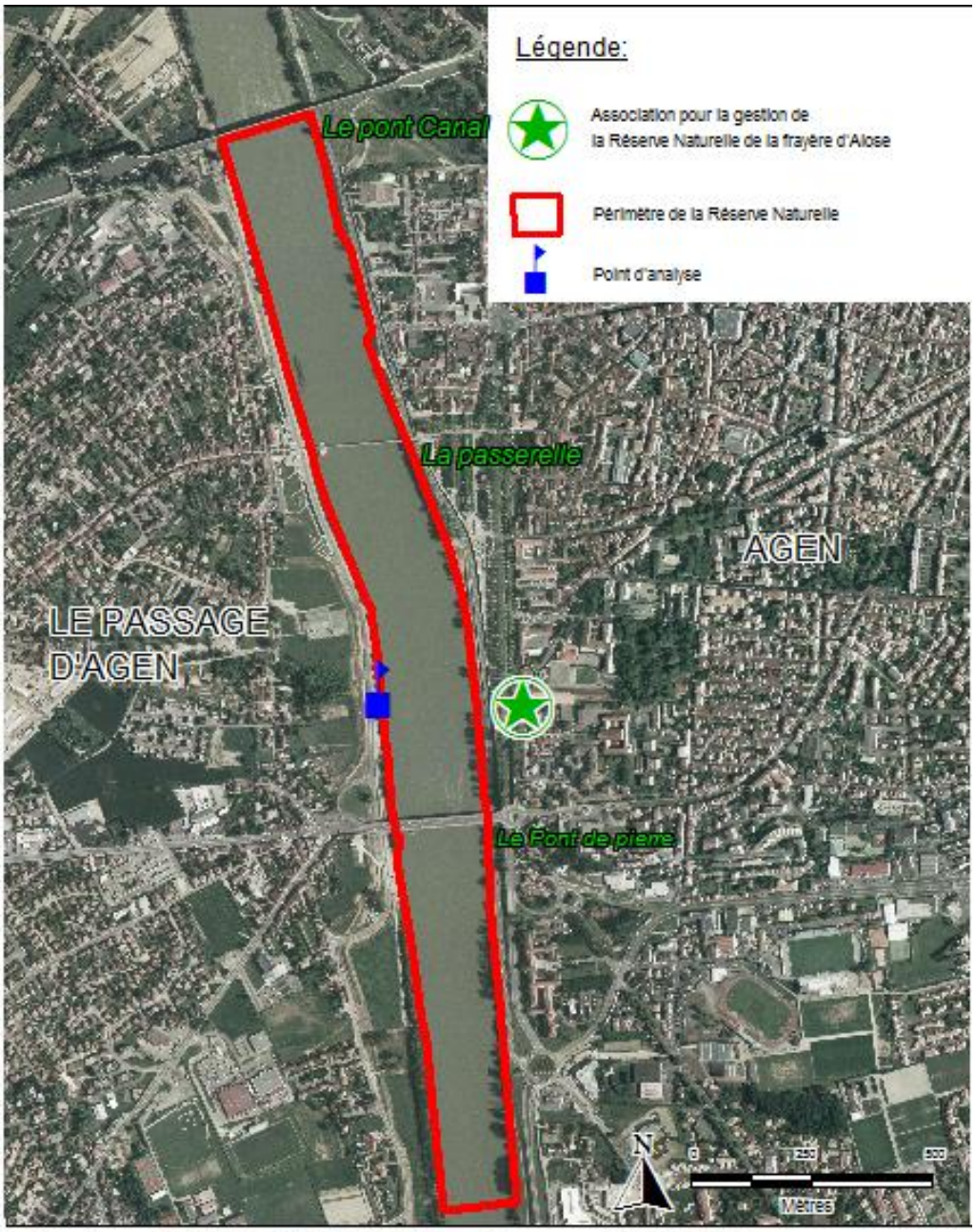
Je remercie tout autant Maelle et Florian 1 mes collègues stagiaires pour ces bons moments passés ensemble, leur partage de connaissances également et de leur soutien lors de nos nuits de comptage. Merci également pour votre humour, votre entraide, et de m'avoir fait profiter des bonbons et autres lors de vos paris que vous avez perdus ou gagnés.

Egalement je tiens à remercier l'équipe de MIGADO dont Laurent Carry, Chargé de mission, pour la visite du barrage de Golfech, de l'ascenseur à poissons et des informations qu'il a pu nous transmettre.

Merci à l'ensemble du personnel de la Fédération de Pêche du Lot-et-Garonne de ces bons moments passés lors de nos pauses café ainsi que le personnel du programme Life Alose pour m'avoir permis de participer à la mise en poches des larves d'Alose durant le programme de repeuplement du 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 en France (RNFA)



Réalisation: DARGENT.F 2014 - Source: IGN 2006

Figure B : Périmètre de la Réserve Naturelle de la frayère d'Alose

Avant propos

Située dans le Lot-et-Garonne en région Aquitaine, plus précisément sur les communes d'Agen en rive droite et du Passage-d'Agen en rive gauche (*voir figures A & B*), la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose (RNFA) fut créée le 13 mai 1981. Localisée dans une zone fortement urbanisée, cas unique en France, elle couvre un linéaire de 2 310 mètres avec une surface totale de 47,8 hectares. Les limites du périmètre sont matérialisées à l'aval par le pont canal au PK 20,580 et à l'amont par le lieu-dit « blanquette » en rive gauche au PK 18,270. Cette réserve comprend uniquement le lit mineur de la Garonne et n'est dédiée qu'à une seule espèce : la grande Alose, *Alosa alosa.*

Suite au déclin de la population et aux menaces pesant sur la grande Alose*,* la réserve naturelle fut mise en place dans le but de protéger un de ses derniers sites de reproduction. Egalement, celle-ci permet de prendre des mesures de sauvegarde sur cette espèce, dont la disparition était annoncée pour le début des années 1990 (CASSOU-LEINS & CASSOUS-LEINS, 1981).

Gestionnaire de la Réserve, l'association pour la gestion de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose est une association de loi 1901, à but non lucratif. Fondée en 1986, elle a pour objectif principal d'effectuer le suivi annuel de la migration et de la reproduction de la grande Alose en Moyenne Garonne. Elle assure également une valorisation de cet espace naturel et effectue des actions de sensibilisation auprès de la population locale dans cette région qui, autrefois, vivait au rythme de la pêche de l'Alose.

Co-administrée par : quatre membres de la Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature en Lot-et-Garonne (SEPANLOG), quatre membres de la Fédération Départementale des Associations Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique de Lot-et-Garonne (FDAAPPMA 47) ainsi que des maires des communes d'Agen et du Passage-d'Agen, cette structure est gérée par une seule salariée : Christelle PEZET, chargée de mission, et présidée par Mr Dal Molin (SEPANLOG).

De plus, un partenariat est réalisé avec MIGADO (Association pour la restauration et la gestion des poissons MIgrateurs du bassin de la GAronne et de la DOrdogne) permettant de mettre en commun l'ensemble des données sur l'Alose et leurs connaissances, mais également avec la Réserve Naturelle Nationale de l'Etang des Mazière qui participe aux suivis scientifiques sur la Réserve Naturelle Nationale de la Frayère d'Alose.

Table des matières

I. Introduction P.1

II. Matériels et Méthodes P.3

1. La grande Alose,*Alosa alosa* P.3
   1.1 Systématique et morphologie P.3
   1.2 Cycle biologique de l'espèce P.3
2. Cadre de l'étude P.7
   2.1 Suivi de paramètres physico-chimique P.8
3. Estimation du stock de géniteurs P.9
   3.1 Le suivi de la migration P.9
   3.2 Le suivi de la reproduction P.9

III. Résultats P.12

1. Les paramètres abiotiques P.12
2. Suivi de la migration P.13
3. Suivi de la reproduction P.14
4. Estimation du stock de géniteurs en Moyenne Garonne pour la saison 2014 P.16

IV. Discussion P.17

1. Les paramètres abiotiques P.17
2. Bilan de la migration P.17
3. Bilan de la reproduction P.18

V. Conclusion P.19

Bibliographie P.21

Webographie P.23

Annexes

Table des illustrations

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de la grande Alose P.1

Figure 2 : systématique de la grande alose P.3

Figure 3 : Branchiospines d'Aloses ; (gauche grande Alose, *Alosa alosa* ; milieu hybride d'Alose feinte et de grande Alose, *Alosa hybrid* ; droite Alose feinte , *Alosa fallax*) P.3

Figure 4 : grande Alose, *Alosa alosa* P.3

Figure 5 : Cycle Biologique de la grande Alose, *Alosa alosa* P.4

Figure 6 : Caractéristique d'une frayère de grande Alose, *Alosa alosa* P.5

Figure 7 : Bull de grande Alose P.6

Figure 8 : Phases de reproduction de la grande Alose, *Alosa alosa* P.6

Figure 9 : Localisation de la Moyenne Garonne P.7

Figure 10 : Localisation des points de comptage P.8

Figure 11 : Schémas de fonctionnement de l'ascenseur à poissons P.9

Figure 12 : Courbe de CASSOU-LEINS P.10

Figure 13 : Evolution des TMJ et QMJ à Agen sur la période du 17 mars 2014 au 4 juillet 2014 P.12

Figure 14 : Cercle de corrélation de l'ACP P.12

Figure 15 : Evolution des passages à Golfech en fonction des débits moyens journaliers P.13

Figure 16 : Evolution des passages à Golfech en fonction des températures moyennes journalières P.13

Figure 17 : Bilan des passages annuels de grandes Aloses à l'ascenseur de Golfech de 1993 à 2014 P.14

Figure 18 : Effort de comptage sur l'ensemble des frayères suivies P.14

Figure 19 : Activité de reproduction sur les frayères suivies P.14

Figure 20 : Cinétique de la reproduction de la grande Alose du 16 avril au 4 juillet 2014 P.15

Figure 21 : Courbes d'extrapolations P.15

Figure 22 : Evolution du nombre de bulls de grande Alose en fonction des TMJ et QMJ sur la période du 17 mars 2014 au 4 juillet 2014 P.16

Figure 23 : Evolution du stock annuel de grandes Aloses sur la Moyenne Garonne de 1987 à 2014 P.16

Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemple d'extrapolation P.10

Tableau 2 : Evolution du nombre d'Aloses passées à l'ascenseur de Golfech du 17 mars 2014 au 30juin 2014 P.13

Tableau 3 : Période d'anoxie observé dans l'estuaire de la Gironde P.19

Abréviations :

RNFA : Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose

CEMAGREF : Centre national du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (Actuellement **IRSTEA** : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture)

MIGADO : Association pour la restauration et la gestion des poissons MIgrateurs du bassin de la GAronne et de la Dordogne

SEPANLOG : Société d'Etude de Protection d'Aménagement de la Nature en Lot-et-Garonne

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

SEPANLOG : Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature en Lot-et-Garonne

FDAAPPMA : Fédération Départementale des Associations Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature,

DREAL : Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

TMJ : Température Moyennes Journalières

QMJ : Débits Moyens Journaliers

ACP : Analyse en Composantes Principales

SMEAG : Syndicat Mixte d'Etudes et d'Aménagement de la Garonne

MAGEST : MArel Gironde ESTuaire

Figure 1 : Répartition de la grande Alose

I. Introduction

Tout comme la Lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*), l'Anguille Européenne (*Anguilla anguilla*), la Truite de mer (*Salmo trutta trutta*), …, la grande Alose (*Alosa alosa*) est une espèce migratrice amphihaline[1], présente sur la Garonne et qui migre dans l'unique but de se reproduire.

Fortement menacées, principalement à cause de l'activité anthropique, ces espèces voient leur population et leur abondance diminuer par un cumul d'effets négatifs interrompant leur migration et l'accès à leurs frayères[2]. Les pollutions, les barrages, l'exploitation de gravières, la surpêche, la dégradation de la qualité de l'eau, entrainent inévitablement la détérioration de leurs milieux et une pression considérable sur ces espèces, dont certaines se classent désormais comme rares ou menacées (LASSALLE *et al.*, 2008)

La grande Alose n'échappe donc pas à la règle puisqu'elle a vu son aire de distribution diminuer considérablement au milieu du XXème siècle (LOCHET *et al.*, 2008). Autrefois présente de la Norvège jusqu'au sud du Maroc, mais également dans le bassin Méditerranéen, la grande Alose ne serait plus présente que de la Loire au Portugal et désormais absente de la mer Méditerranée. (LOCHET, 2006). Le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne reste dorénavant le lieu où se trouve la plus grande concentration de la population de l'espèce en France (Baglinière & Elie, 2000) (*Voir figure 1*).

Préserver et gérer de façon adaptée, ce bassin versant est alors nécessaire tant pour la grande Alose que pour les autres espèces présentes.

Ce n'est donc qu'en 2007, appuyé par des données du Cemagref (IRSTEA) et de MIGADO démontrant la diminution drastique de la population d'Alose dans le bassin de la Garonne, qu'un moratoire est proposé. Celui-ci prendra effet en 2008 interdisant alors la pêche de la grande Alose sur la totalité du bassin, et dans l'Océan Atlantique ainsi que sa commercialisation. Elle obtient également divers statuts de protection comme son classement en espèce de poisson protégée au niveau national en France (Art. 1er), en espèce Vulnérable sur la Liste rouge UICN France en 2009, mais également sa citation aux annexes II et V de la Directive « Habitats-Faune -Flore », à l'annexe III de la Convention de Berne et à l'annexe V de la Convention OSPAR (Convention pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est).

Malgré ces mesures de protection, les stocks annuels de grande Alose ne cessent de diminuer. Sensible aux caractéristiques du biotope (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981), l'alose est indicatrice du bon état physique et biologique des cours d'eau (SABATIE *et al.,* 2009). La diminution du nombre de ces poissons nous informe sur le travail conséquent qu'il reste à faire afin d'atteindre le bon état des masses d'eaux d'ici 2021 comme prévu par la DCE, mais aussi de restaurer les continuités écologiques comme préconisé par le Grenelle de l'Environnement.

Les chiffres sont alors très inquiétants. En 2013, il a été compté en Moyenne Garonne près de 1000 grandes Aloses contre plus de 170 000 en 1995, soit une perte de plus de 99% du stock de géniteurs sur le cours d'eau.

[1] Espèce migratrice dont le cycle de vie alterne entre le milieu marin et l'eau douce

[2] Lieu de reproduction des poissons.

C'est en 2012 que (Rougier *et al.*, 2012) mirent en évidence la présence d'un « effet Allee » correspondant à une relation positive entre le fitness (succès reproducteur) et la taille de la population ou la densité, conduisant à une baisse de la productivité lorsque la taille du stock diminue. Cet effet se trouve alors combiné aux impacts négatifs de l'activité anthropique.
Les menaces pesant sur cette espèce et l'intérêt scientifique de celle-ci, notamment en terme de biologie évolutive, sont importants. Les phénomènes de spéciation (plasticité éco-biologique et difficultés d'identifications) (BAGLINIERE & ELIE, 2000), ont amené à effectuer un suivi scientifique annuel dans le but de comparer l'évolution des stocks de géniteurs de grande Alose années après années, afin de comprendre la dynamique de la population. Pour cela, un suivi de la reproduction sur frayères et de la migration des géniteurs à l'ascenseur à poissons du barrage de Golfech est réalisé, afin d'observer les impacts des activités anthropiques pour mettre en place des mesures adaptées dans le but de limiter ces éventuelles nuisances. L'étude qui sera alors décrite dans ce rapport aura pour thématique le suivi de la migration et de la reproduction de la grande Alose (*Alosa alosa*) en Moyenne Garonne.

REGNE : Animalia
EMBRANCHEMENT : Chordata
CLASSE : Actinopterygii
ORDRE : Clupéiformes
FAMILLE : Clupéidae
GENRE: *Alosa*
ESPECE : *alosa*

Figure 2 : systématique de la grande alose

Figure 4: grande Alose, *Alosa alosa*
Source : MIGADO

Figure 3 : Branchiospines d'Aloses ; gauche (grande Alose, *Alosa alosa* ; milieu hybride d'Alose feinte et de grande Alose, *Alosa hybrid* ; droite Alose feinte, *Alosa fallax*)
Source : R.Sabatié

II. Matériels et Méthodes

1) La grande Alose, *Alosa alosa* (Linné, 1758)

1.1 Systématique et morphologie

La grande Alose fait partie de la famille des Clupéidés (*Voir figure 2*), tout comme les Harengs (*Clupea harengus*), les Sardines (*Sardina pilchardus*) ou les Menhadens de l'Atlantique (*Brevoortia tyrannus*).

Le genre *Alosa* (Linck, 1790) comprend 16 espèces et 27 sous espèces identifiées, (Whitehead 1985), dont deux espèces uniquement sont présentes dans la Garonne : la grande Alose, *Alosa alosa*, et l'Alose feinte, *Alosa fallax*. Le genre est alors caractérisé par : une échancrure très nette de la mâchoire supérieure, une rangée de scutelles[1] ventrales proéminente, la présence d'une tache noire ou d'une rangée de points noirs situés en arrière des opercules, et enfin par la présence de branchiospines[2] parfois serrées constituant un filtre branchial (BAGLINIERE & ELIE, 2000 ; KEITH *et al*., 2011). Ce critère méristique[3] apparait comme un des caractères les plus sûrs dans la systématique des Clupeidae étant facile et rapide à observer. (TAVERNY, 1991). (*Voir figure 3*).

La grande Alose (*Voir figure 4*) est caractérisée morphologiquement par un corps fusiforme comprimé latéralement avec un profil dorsal fortement incurvé. Elle possède une grande tête, une large bouche et il peut exister une tache noire en arrière de l'opercule. Le dos est coloré d'un bleu profond tendant vers le vert alors que le ventre et les flancs sont, quant à eux, blanc argenté. Aucun dimorphisme sexuel n'est observable, si ce n'est une taille plus grande des femelles (49,59 cm en moyenne) par rapport aux mâles (43,15 cm en moyenne) à âge égal (KEITH *et al*., 2011, CASSOU-LEINS ET CASSOU-LEINS, 1981).

1.2 Cycle biologique de l'espèce.

Espèce migratrice anadrome[4] dite aussi potamotoque, la grande Alose vit essentiellement en mer et effectue une migration en eau douce dans le but de se reproduire. Il semblerait, que celle-ci migre vers son bassin versant d'origine traduisant un phénomène de « homing ». Ce phénomène est important ; il nous informe qu'une éventuelle disparition de la grande Alose sur ce bassin versant ne sera pas renouvelée par un autre stock présent sur le plateau continental Atlantique (TAVERNY, 1991), nous confirmant alors la fragilité de l'espèce.

a) La vie marine

Suite à une première migration vers l'océan lors de son stade juvénile appelée avalaison ou dévalaison, la grande Alose effectue son cycle de vie marine.

---

[1] Partie externe de certaines écailles souvent saillante ou épaissie formant un bouclier.

[2] Protubérance cartilagineuse qui protège les lamelles branchiales de la cavité buccale en retenant les aliments.

[3] Ensemble des critères morphologiques que l'on peut compter ou mesurer.

[4] Se dit des poissons qui, de la mer, remontent les fleuves pour y pondre.

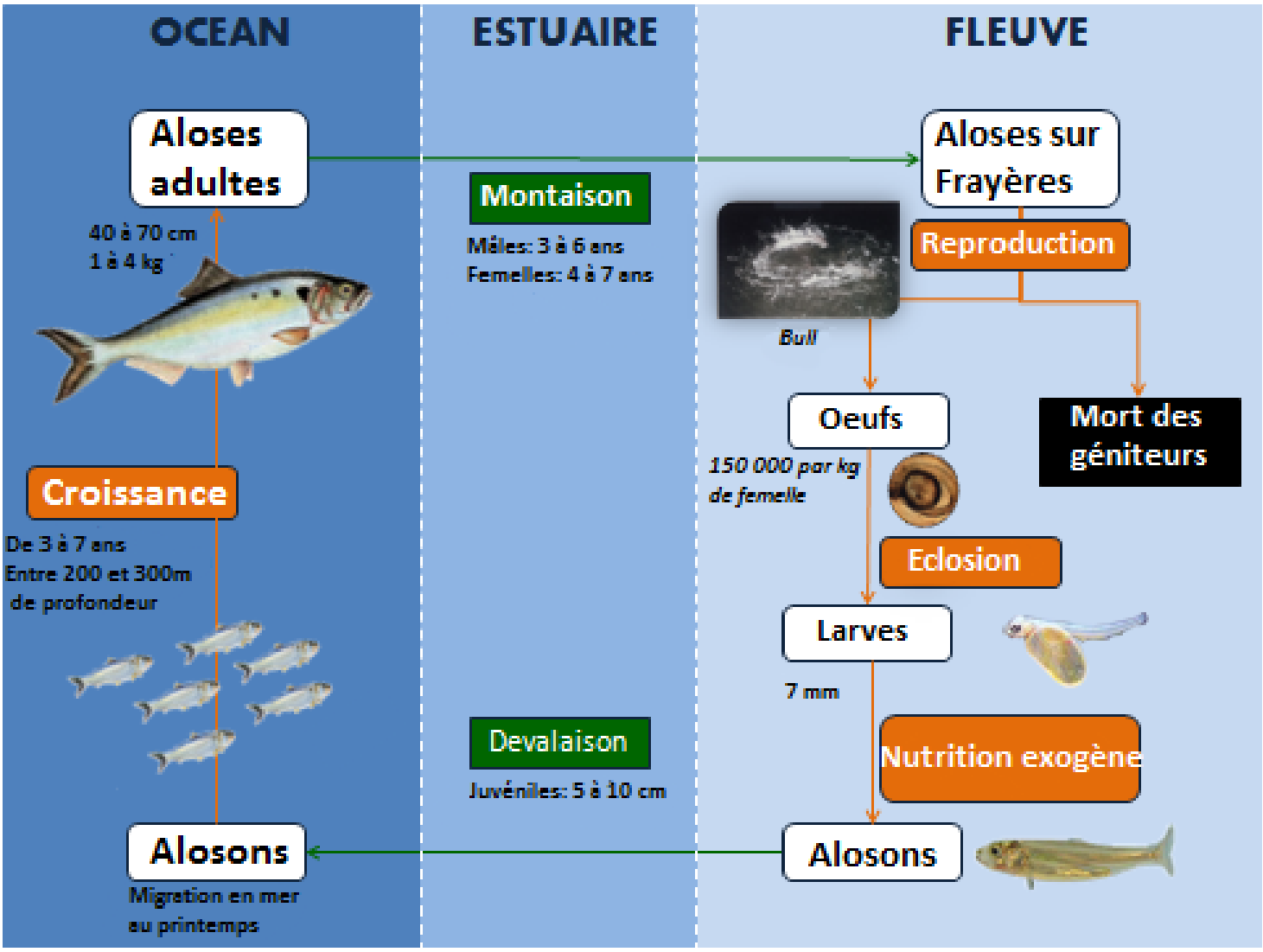


Figure 5 : Cycle Biologique de la grande Alose, *Alosa alosa*

Source : RNFA

Restant la partie la moins connue de l'espèce, il a été admis que la zone principale de vie de celle-ci est en zone mésopélagique[1]. Plus exactement, elle se situerait dans des profondeurs de l'ordre de 200 à 300 mètres de fond (CASSOU-LEINS ET CASSOU-LEINS, 1981), valeur estimée suite à de nombreuse prises d'Aloses dans les filets de pêche à cette profondeur. Elle se retrouve alors jusqu'à la limite du plateau continental où elle va rester entre 4 et 7 ans pour les femelles et 3 à 6 ans pour les mâles (TAVERNY & ELIE, 2001), celle-ci ayant une durée de vie de 6 à 7 ans (TAVERNY, 1991). Cette phase de vie marine (*Voir figure 5*) se caractérise par une période de croissance importante et d'accumulation de réserve énergétique qui lui sera nécessaire lors de sa migration de reproduction, en se nourrissant essentiellement d'euphausiacés et de copépodes (crustacés) (LOCHET, 2006).

b) La montaison[2]

Différents facteurs interviennent dans la remontée migratoire. Tout d'abord, la température de l'eau, celle-ci sera de l'ordre de 10 à 15 °C, le pic de remontée se produisant à 14°C (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981). Le débit mais aussi le rythme des marées, l'état de maturité sexuelle et le sexe des individus sont impliqués dans la montaison. Les mâles migrent plus tôt que les femelles (LOCHET, 2006) entrainant alors un sex-ratio en faveur des mâles en début de migration, qui aura tendance à s'équilibrer ou s'inverser en fin de période.

C'est donc vers la fin du mois de mars et début du mois d'avril que les géniteurs pénètrent dans l'estuaire de la Gironde (BAGNLINIERE & ELIE, 2000), au moment où la température de l'eau fluviale passe progressivement au dessus de celle des eaux côtières (ROCHARD, 2001). Ils vont alors y séjourner deux à trois semaines (BAGLINIERE & ELIE, 2000) afin de s'adapter à la diminution de la salinité de l'eau.

Cessant de s'alimenter dès leur entrée en eau douce et ne vivant plus que sur leurs réserves accumulées dans l'océan, les Aloses débutent la remontée du cours d'eau, durant laquelle leurs gonades[3] mâturent progressivement. Parcourant jusqu'à 21 kilomètres par jour (BAGLINIERE & ELIE, 2000) sur des distances pouvant aller jusqu'à 800 kilomètres (MENNESSON-BOISNEAU & BOISNEAU, 1990), elles rencontrent de nombreux obstacles et pressions comme cités en introduction. Cette remontée plus tardive chez les femelles, semble avoir des conséquences sur le devenir de l'espèce. Les débits d'eau et les conditions de libre circulation devenant plus difficiles qu'en début de saison, les géniteurs se voient contraints d'utiliser des frayères atypiques de la zone aval du bassin colonisée par l'Alose feinte, *Alosa fallax*. Ceci peut entrainer un phénomène d'hybridation entre les deux espèces. (BAGLINIERE & ELIE, 2000). De plus, le même phénomène d'utilisation de frayères dites forcées est observable suite à l'interruption de leur libre circulation due à un barrage.

---

[1] Zone d'une mer ou océan comprise entre 200 et 1000 mètres de profondeur.

[2] Migration par laquelle certaines espèces de poissons quittent le milieu salé pour remonter les fleuves et s'y reproduire

[3] Terme générique désignant les organes destinés à la reproduction produisant les cellules reproductrices (gamètes) : les ovules et les spermatozoïdes

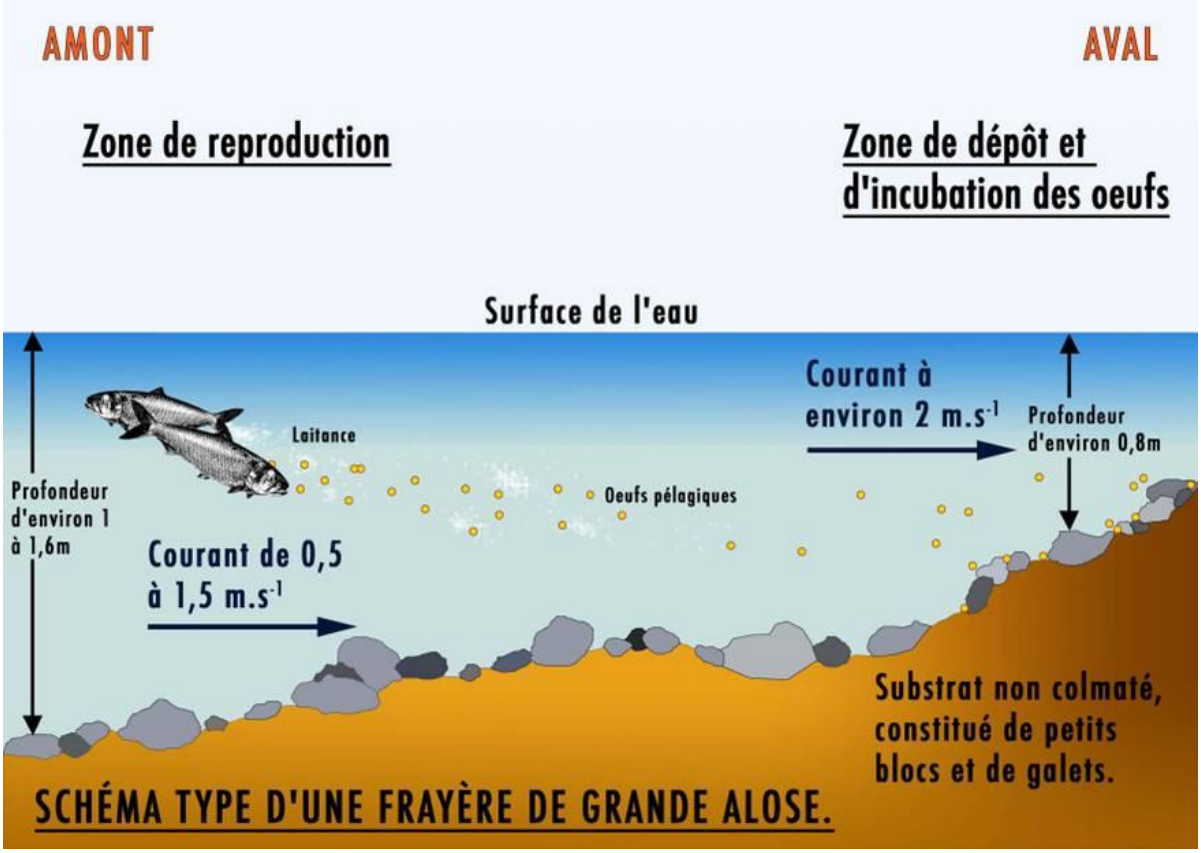


Figure 6 : Caractéristique d'une frayère de grande Alose, *Alosa alosa.*

Source : RNFA

c) La reproduction

La grande Alose va chercher les conditions et les caractéristiques idéales pour frayer sur une période qui s'étale du mois d'avril au mois d'août (LOCHET, 2006).

Suite à des enquêtes auprès de pêcheurs, puis par observation de frayères en activité, les caractéristiques spécifiques dont l'Alose a besoin pour se reproduire ont été déterminées. BAGLINIERE & ELIE (2000) définissent alors quatre paramètres pour caractériser une frayère d'alose :

1- La taille du cours d'eau : il doit être d'une certaine importance, se traduisant par une largeur minimale de 50 m et pouvant aller jusqu'à environ 200 m.

2- La profondeur : elle ne dépasse 3 m de fond, mais à l'étiage cette profondeur peut descendre à moins de 50 cm sans déplacement possible des géniteurs.

3- La vitesse du courant : la vitesse moyenne se situe entre 0.9 et 2m/s (Cassous-leins 1981)

4- La granulométrie du fond : les frayères se trouvent dans des secteurs « à fond mobile » avec une sous couche de granulat de taille variable surmonté de substrat grossier (5 à 9 cm de diamètre). La grande Alose évite, de plus, les zones à substrat colmaté ainsi que des milieux à forte proportion de graviers, sables et vases. (*Voir figure 6*)

C'est donc après la montaison et une fois sur la frayère, que le poisson débute sa phase de reproduction. La grande Alose va avoir besoin, tout comme la phase de montaison, de conditions particulières afin de pondre. La température et les débits apparaissent alors comme les facteurs abiotiques initiant puis contrôlant l'activité de reproduction, la gamme optimale étant comprise entre 16 et 22 °C et 150 à 350 m^3/s (BELLARIVA, 1998). L'activité de ponte est également influencée par les conditions météorologiques, puisque celle-ci est stoppée lors de fortes pluies (CASSOU-LEINS & CARETTE, 1992).

L'activité de ponte se déroule alors selon deux phases rythmées par un cycle nycthéméral[1] :

- Une phase passive : Cette phase se déroule la journée. Les poissons vont se mettre au repos en restant en attente (en stabulation) à l'abri de refuges tel que des blocs de pierre ou le long de la berge. D'autres poissons quant à eux vont continuer leur migration plus en amont.
- Une phase active : Cette phase durant laquelle se déroulera la ponte se découpe elle-même en trois :

  - La pré-ponte : C'est au crépuscule que les géniteurs vont se regrouper dans la zone de reproduction entrainant ainsi la formation de couples.
  - La ponte : Réalisant une ponte dite fractionnée, c'est une fois la nuit tombée que les couples remontent en surface. Le mâle et la femelle se positionnent flanc contre flanc et réalisent un déplacement circulaire tout en frappant violemment la surface de l'eau avec leur nageoire caudale.

[1] Unité physiologique de temps d'une durée de 24 heures, comportant une nuit et un jour

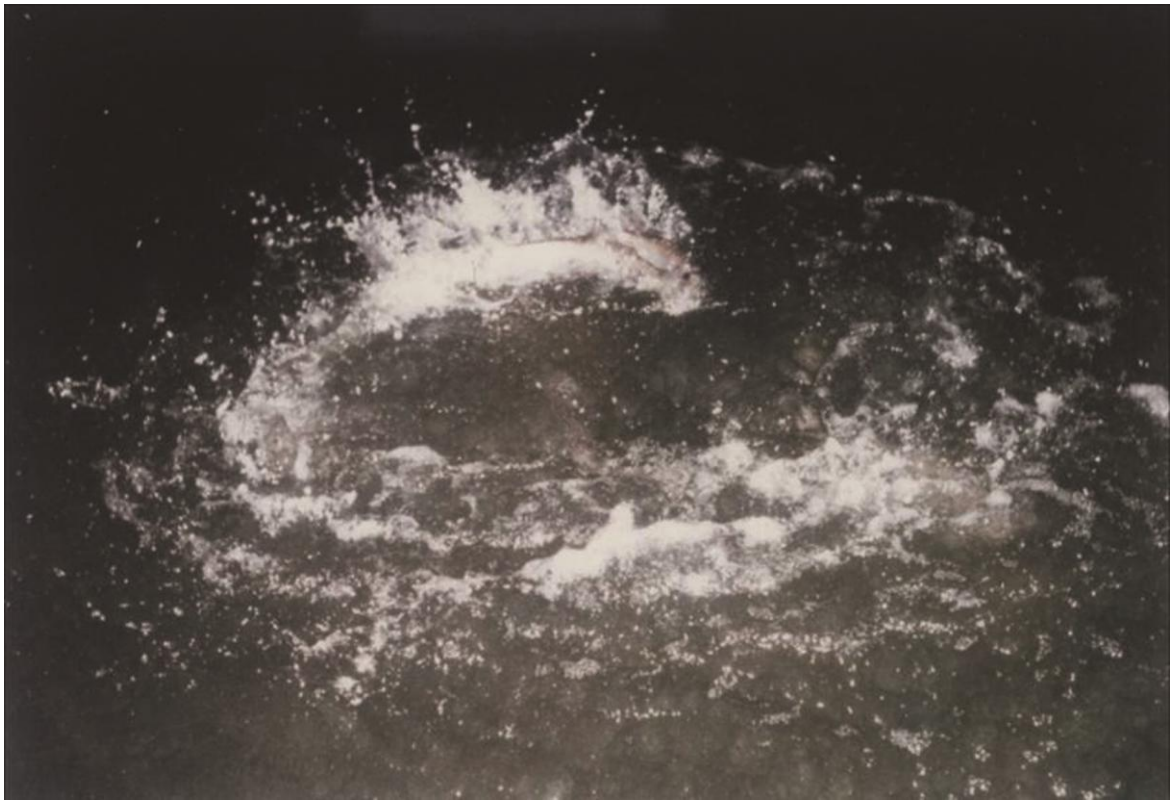


Figure 7 : Bull de grande Alose
Source : RNFA

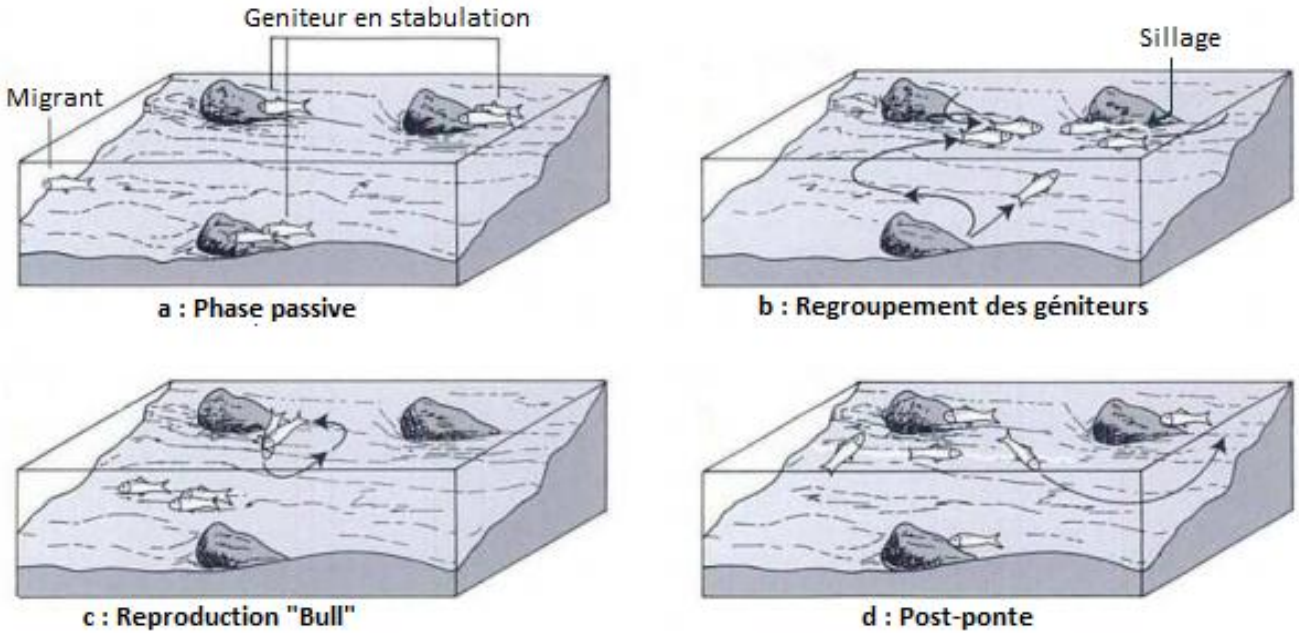


Figure 8 : Phases de reproduction de la grande Alose, *Alosa alosa*
Source : BAGLINIERE J.L. & ELIE P., 2000

Ce phénomène est appelé « Bull » (*Voir figure 7*), dure entre 4 et 7 secondes (TAVERNY, 1991) et permet la fécondation des œufs qui se déposeront sur le substrat du cours d'eau. La femelle effectuera tout au long de la phase de reproduction plusieurs pontes. Selon CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS (1981), la femelle réalisait 5 à 7 pontes, mais ce chiffre a été revu à la hausse par MAYERAS *et al.,* (2005), estimant le nombres de pontes entre 8 et 12. Ainsi tout au long de la saison de reproduction chaque femelle expulsera environ 150 000 œufs par kilo de son poids (Source MIGADO).

- La post-ponte : C'est à l'aube que les pontes cessent laissant place à de légers marsouinages[1] avant le retour en stabulation du poisson (BAGLINIERE & ELIE, 2000). (*Voir figure 8*)

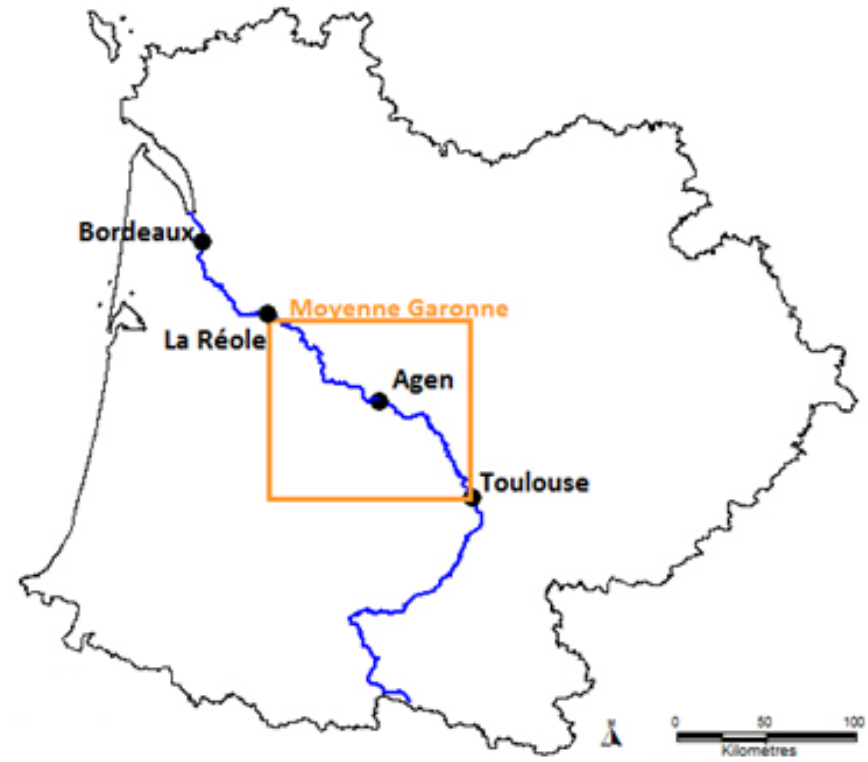
L'incubation des œufs va alors durer 4 à 8 jours (LOCHET, 2006) à une température supérieure 17°C, (KEITH *et al.*, 2011), à la fin de laquelle seuls 13,8% des œufs vont éclore (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981) donnant naissance à des larves ne mesurant que 7mm. Transparentes et dotées d'une vésicule vitelline permettant le stockage de réserve énergétique, celles-ci vont puiser dans ces réserves durant les 4 premiers jours afin de grandir rapidement pour atteindre en moyenne une taille de 5 à 6 cm au moment de leur dévalaison (TAVERNY, 1991). Durant cette période, les larves vont rester localisées dans la zone de frai immédiate, se positionnant alors sur le fond du cours d'eau. Ceci est dû à l'absence de vessie natatoire entrainant une densité de la larve supérieure à celle de l'eau, mais aussi à cause d'un comportement lucifuge[2] (phototropisme négatif) et de conditions plus favorables sur le fond (vitesse du courant plus faible) (BAGLINIERE & ELIE, 2000).

Espèce dite sémelpare[3], les géniteurs vont en grande majorité mourir de fatigue ou de faim après la période de reproduction. Seuls 11% des mâles et 19 % des femelles survivront et regagneront l'océan lors de la dévalaison ((BAGLINIERE & ELIE, 2000).

d) La Dévalaison

Ce phénomène serait initié par les premières crues d'automne selon (SPILLMAN, 1961), par une diminution des températures selon (LOCHET, 2006) ou par une augmentation des débits selon (SABATIE, 1993). Les alosons débutent alors la phase de dévalaison entre la mi-mai et la mi-septembre suivant la période à laquelle la reproduction a eu lieu (BAGLINIERE & ELIE, 2000) et dure 3 à 6 mois (TAVERNY, 1991). Selon (CASSOU-LEINS & CASSOU-LEINS, 1981), l'extension de la zone d'alimentation serait un des facteurs entrainant le départ des juvéniles en direction de l'océan. Celui-ci débute par des mouvements transversaux avant de s'intensifier dans l'axe longitudinal du cours d'eau. S'effectuant essentiellement de jour, les alosons se déplacent près du fond du cours d'eau ou en pleine eau, très souvent groupés à des juvéniles d'Ablettes (*Alburnus alburnus*) (BAGLINIERE & ELIE, 2000).

[1] Manifestation d'un poisson à la surface de l'eau
[2] Se dit d'un être vivant ou végétal qui fuit la lumière
[3] Se dit d'une espèce qui ne se reproduit qu'une seule fois dans sa vie



Réalisation : Dargent . F 2014 - Source : BD Carthage RNFA

Figure 9 : Localisation de la Moyenne Garonne

Barrage d'Aiguillon (Dargent, F 2014)

Ils vont alors se nourrir principalement de larves d'insectes : Diptères, Ephémères, Phryganes (TAVERNY, 1991) et diversifier leur régime alimentaire en remontant à la surface à l'aube et au crépuscule (BAGLNIERE & ELIE, 2000). Arrivés dans l'estuaire, les alosons y passeront en moyenne 13 jours (± 6) (LOCHET, 2006) pour permettre l'osmorégulation, afin de s'adapter à la salinité de l'océan avant de s'y diriger pour effectuer la phase de vie marine.

2) Cadre de l'étude

Situé dans le Sud-Ouest de la France et réparti sur six régions et dix-sept départements, le bassin versant du système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne possède une superficie de 80 000km². Appartenant à ce bassin versant, la Garonne est subdivisée en quatre tronçons :

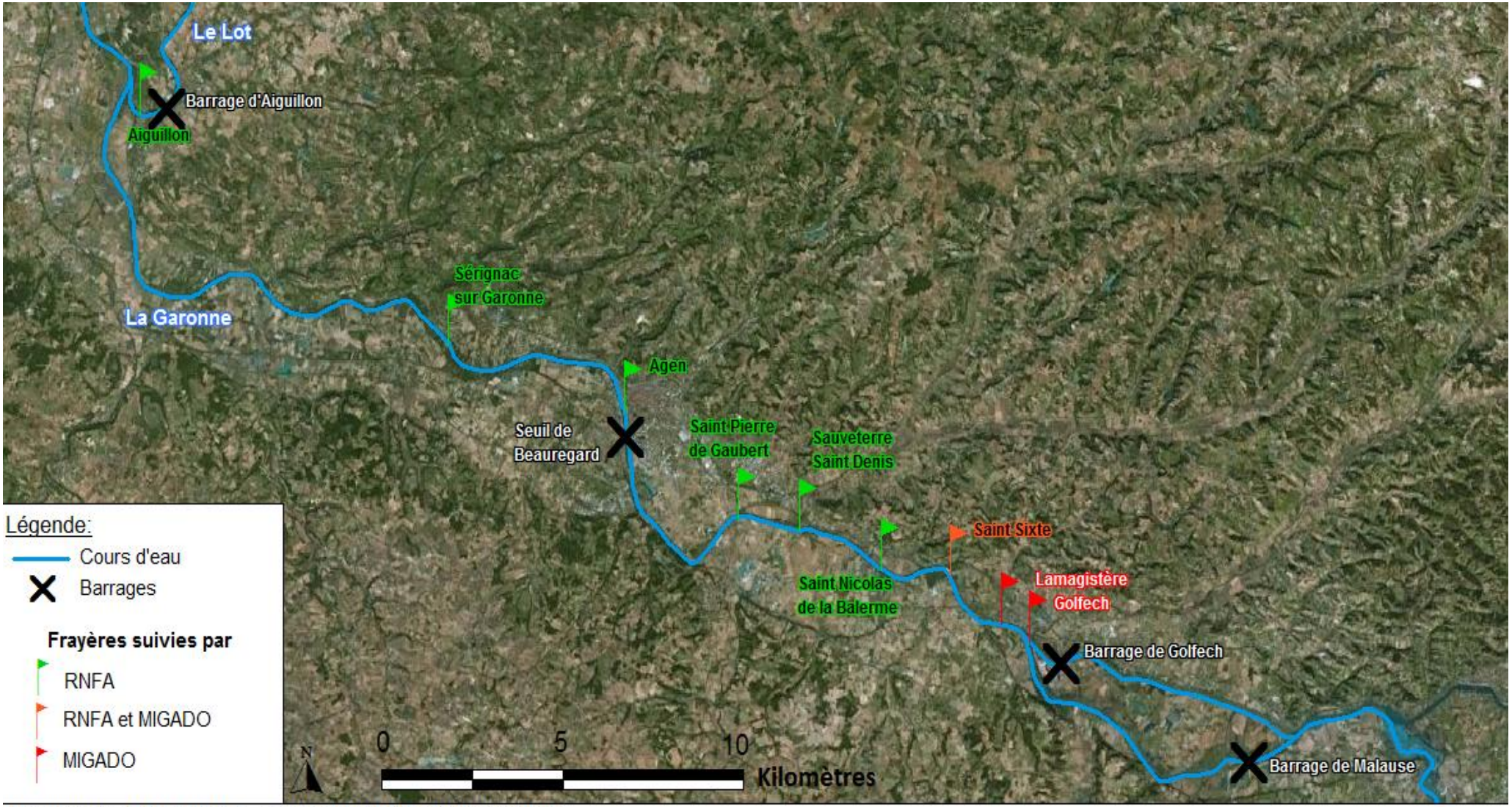
1. La Garonne supérieure ou Pyrénéenne,
2. La Moyenne Garonne,
3. La Garonne Bordelaise
4. La Gironde

Localisée entre Toulouse (31) et la Réole (33) (*voir figure 9*), la moyenne Garonne inclut le site d'étude, qui s'étend sur un linéaire de 55 kilomètres entre Golfech (82) et Aiguillon (47) sur le Lot. Sur cette partie, les poissons migrateurs vont être confrontés à trois obstacles plus ou moins importants :

- Le barrage d'Aiguillon (*Voir photo ci-contre*): Incluant une section de 2km du Lot, le barrage d'Aiguillon est situé en amont de la confluence du Lot avec la Garonne. Faisant autrefois fonctionner une économie meunière, le barrage servait auparavant à maintenir une hauteur d'eau suffisante aux moulins. Celui-ci est aujourd'hui aménagé en microcentrale hydroélecrique avec la présence d'une passe à poissons permettant la remontée des poissons migrateurs.

- Le seuil de Beauregard : Construit au milieu du XIXème siècle, le seuil de Beauregard est situé entre Boé et Agen en amont de la Réserve Naturelle. Celui-ci permettait autrefois d'alimenter le canal latéral de la Garonne à l'aval du pont canal d'Agen avant d'être remplacé en 1967 par un système de pompage. N'étant plus entretenu depuis, le barrage ne cesse de se dégrader. Ces dégradation ont permis en 1994 l'aménagement d'une passe à poissons entrainant la reprise de la migration des Aloses qui se voyaient contraintes, auparavant d'utiliser des frayères forcées.

- Le barrage hydroélectrique de Golfech : Représentant un obstacle infranchissable pour les poissons migrateurs, le barrage hydroélectrique de Golfech fut mis en service en 1973 dans le but de compléter aux heures de pointes, la production en électricité de la centrale nucléaire. D'une hauteur de 17 mètres, celui-ci fonctionne à partir de la déviation d'une partie du fleuve par le barrage de Malause dans un canal d'amenée de plus de 10 km. Ce n'est qu'en 1987 que la structure fut équipée d'un ascenseur à poissons conçu par le laboratoire d'Ichtyologie de Toulouse, permettant alors à de nombreuses espèces, dont l'Alose, de franchir cet obstacle.



Réalisation: DARGENT.F - Source: IGN BD Carthage RNFA

Figure 10 : Localisation des points de comptage

Sur ce tronçon de 55 kilomètres, il a été trouvé 9 points de comptage (*Voir figure 10*).

2.1 Suivi de paramètres physico-chimiques

Comme cité précédemment, le cycle biologique de l'espèce est influencé par deux facteurs abiotiques : la température et le débit du cours d'eau.

a) La température

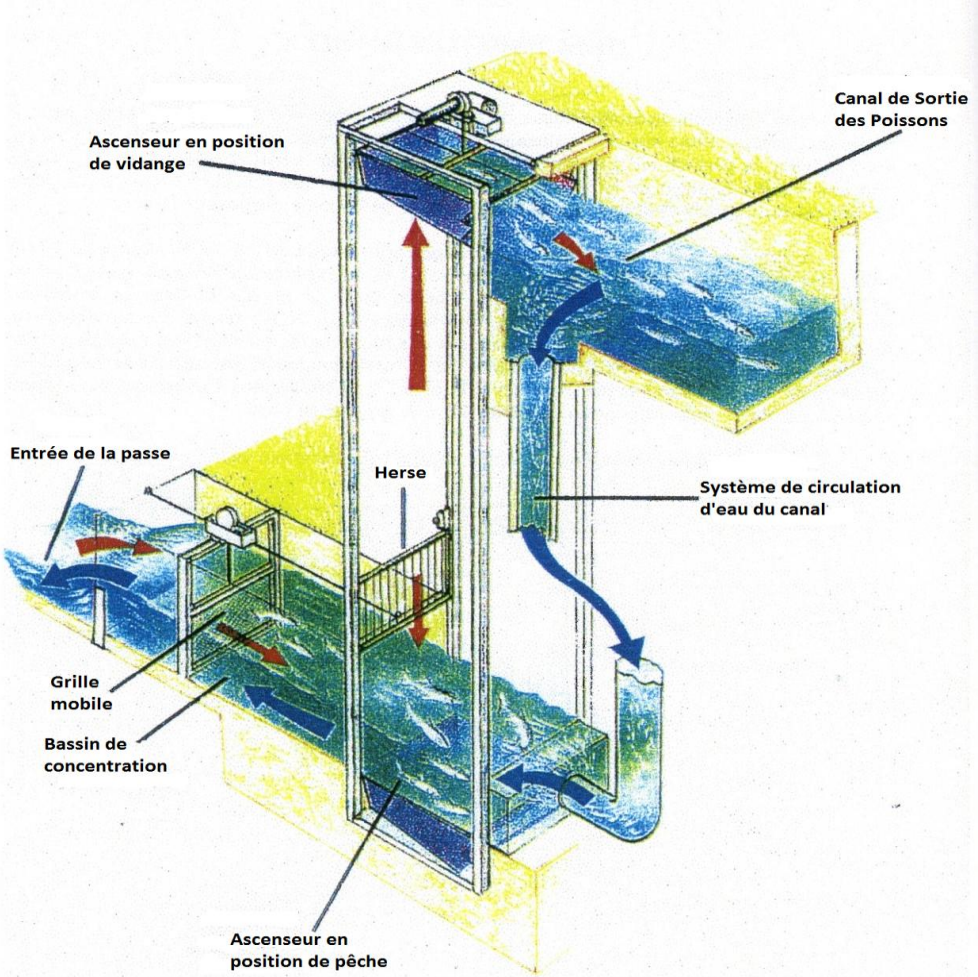
Afin de déterminer les Températures Moyennes Journalières de l'eau (TMJ), il a été mis en place un thermographe immergé enregistrant une mesure tous les quarts d'heure. Celui-ci est placé au point d'analyse journalier (*voir figure 2*). Relevé toutes les trois semaines environ, les données sont ensuite saisies sur ordinateur grâce au logiciel GLM. Celles-ci, n'étant relevées que ponctuellement, des mesures journalières sont effectuées en complément avec un pH-mètre à thermomètre intégré, permettant de voir l'évolution des températures et donc d'organiser les sorties selon les températures observées.

b) Les débits

Tout comme les températures, le débit du cours d'eau a une influence sur l'espèce. Le débit moyen journalier de la Garonne (QMJ) est relevé chaque jour au niveau de Lamagistère (Tarn-et-Garonne), en amont d'Agen à partir d'une base de données gérée par la DREAL et issue de hydro eau France (http://www.hydro.eaufrance.fr/).

c) Paramètres supplémentaires

Egalement, afin de compléter ces données, d'autres paramètres physico-chimiques sont relevés dans le but de mettre en place une surveillance de la qualité de l'eau. Quotidiennement, sur le point d'analyse journalier, une mesure de l'oxygène dissous dans l'eau de la Garonne ainsi que du pH est réalisée. De plus, sur un intervalle de 3 semaines environ, des analyses sont effectuées sur les rejets présents sur le tronçon de la Réserve Naturelle et cela toujours dans un but de surveillance de la qualité de l'eau.
Pour finir, les hauteurs d'eau de la Garonne sont également prises en compte. Celles-ci sont obtenues sur le site internet (http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr/) à partir de la base de données Vigicrues gérée par le Service de Prévision des Crues Garonne.



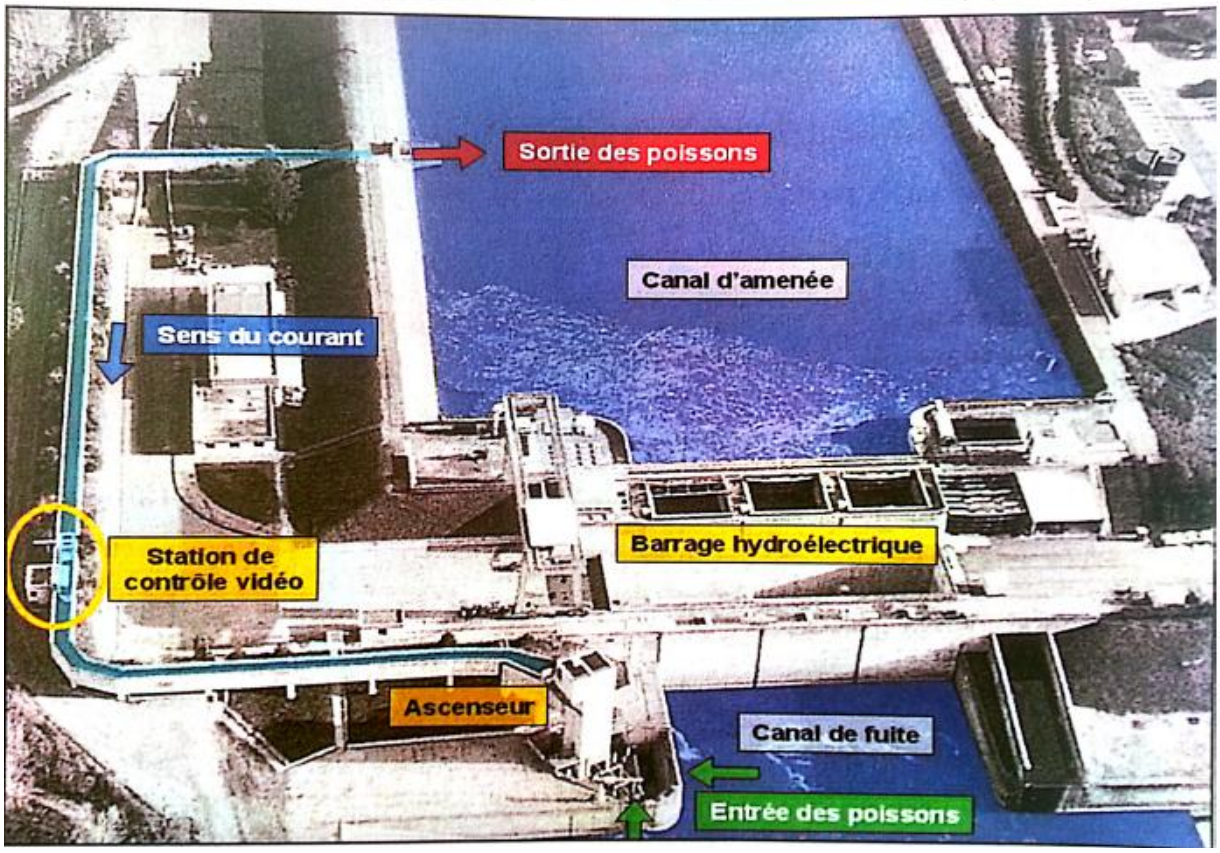


Figure 11 : Schémas de fonctionnement de l'ascenseur à poissons

Source : MIGADO

3) Estimation du stock de géniteurs

La phase d'estimation des stocks de géniteurs est basée sur deux données principales : les données de migration et les données de reproduction. L'objectif de ce suivi est d'évaluer le nombre de géniteurs de grande Alose sur la Moyenne Garonne pour l'année 2014.

3.1) Le suivi de la migration

Grâce à un dispositif de comptage mis en place au niveau du barrage hydroélectrique de Golfech, le nombre de poissons empruntant cette voie migratoire peut être quantifié. Attirée par un débit d'attrait, la grande Alose, lors de sa phase de montaison, va emprunter l'ascenseur situé à la base du barrage. Elle va alors pénétrer dans le bassin de concentration par la grille mobile, ce dernier effectuant une remontée toutes les 30 minutes. Il va alors permettre aux poissons de franchir les 17 mètres de hauteur du barrage et d'être déversés dans le canal de sortie des poissons (*Voir figure 11*). L'ensemble des espèces empruntant l'ascenseur passera alors dans ce canal doté d'une vitre. Celle-ci est positionnée au niveau d'une section rétrécie filmée 24h/24 permettant à l'équipe de MIGADO d'identifier et de compter les poissons qui y passent.

Les premiers passages recensés à l'ascenseur nous renseignent sur un possible début de reproduction. Ces informations vont alors servir à organiser le début des sorties de comptage sur frayères en complément des données environnementales. Elles permettent également d'effectuer une comparaison interannuelle des premières remontées, donnant des indications sur d'éventuelles variations du cycle biologique de l'espèce.

3.2) Le suivi de la reproduction

C'est donc sur les 9 points de comptage localisés précédemment sur la figure 10, que le suivi de la reproduction est réalisé. Certaines frayères, selon leur superficie, sont divisées en sous-sites dans le but de faciliter les comptages.

a) Le comptage direct visuel et/ou auditif

Le bull de la grande Alose émet un bruit caractéristique qui permet lors des nuits de comptage, d'identifier l'espèce de manière auditive mais aussi visuelle. Le suivi de la reproduction s'effectue 6 nuits par semaine à raison de 2 binômes par nuit et un seul le week-end. Durant les nuits, en moyenne, 3 sites sont généralement visités. Le comptage des bulls est alors réalisé en bord de berge à proximité des sites de frai à l'aide d'un compteur à main pour chaque quart d'heure de la nuit. D'une durée minimum de 30 minutes par site, les données sont notées sur une fiche de comptage (*Voir annexe n° 1*). En plus du nombre de bulls, d'autres informations sont relevées telles que les conditions météorologique, les bruits parasites, la pluie et le vent, l'ensemble pouvant perturber la reproduction et nos comptages. L'ensemble de résultats sont alors saisis sur un fichier Excel commun à l'équipe de MIGADO afin de faciliter les échanges au cours de la campagne ainsi que leur exploitation

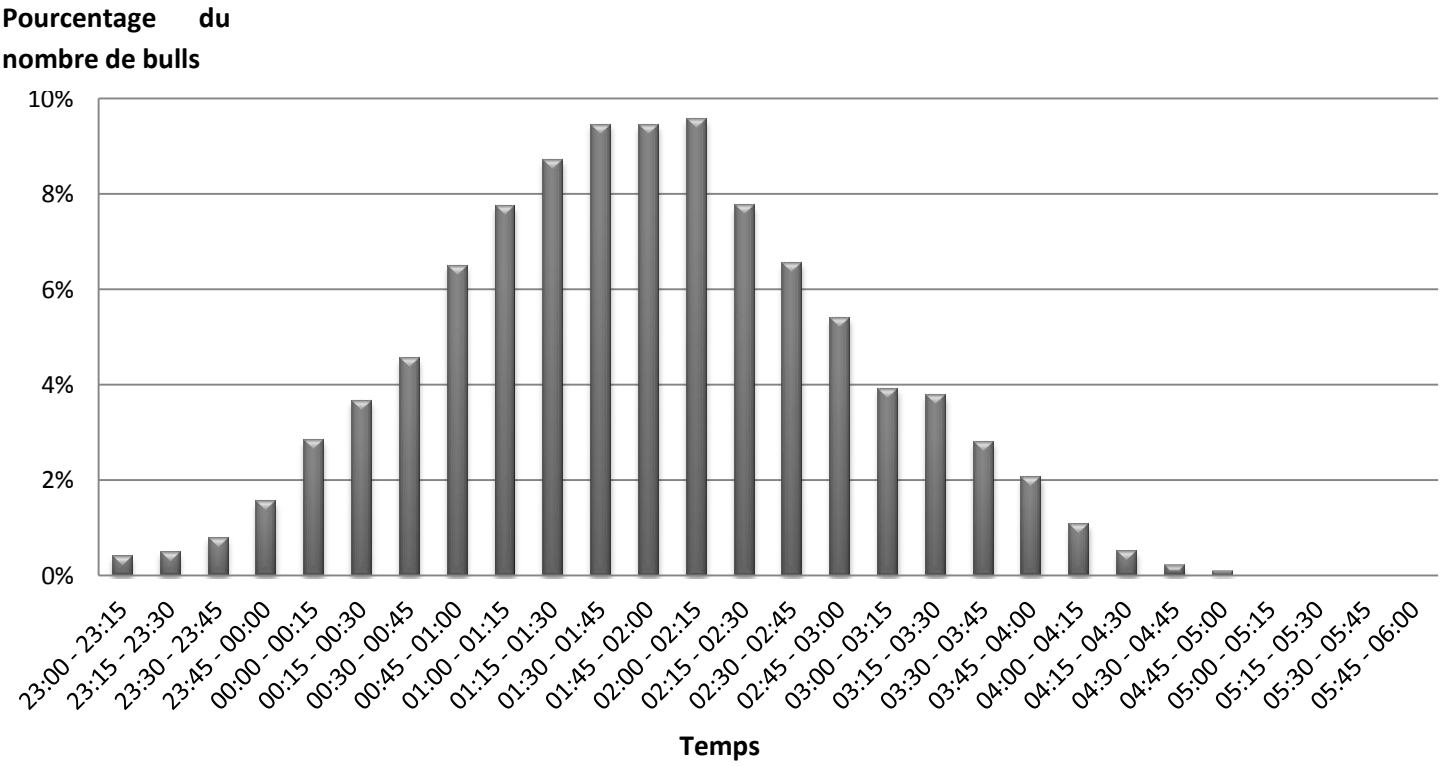


Figure 12 : Courbe de CASSOU-LEINS

Comptage sur la frayère de Saint-Sixte le 29 Mai 2014		
Quart d'heure	**Nombre de Bulls**	**Pourcentage CASSOU-LEINS**
23:00 - 23:15		0,41
23:15 - 23:30		0,49
23:30 - 23:45		0,79
23:45 - 00:00		1,55
00:00 - 00:15		2,84
00:15 - 00:30		3,66
00:30 - 00:45		4,55
00:45 - 01:00		6,5
01:00 - 01:15		7,74
01:15 - 01:30		8,71
01:30 - 01:45		9,46
01:45 - 02:00		9,44
02:00 - 02:15		9,57
02:15 - 02:30	0	7,75
02:30 - 02:45	1	6,55
02:45 - 03:00	1	5,41
03:00 - 03:15	4	3,92
03:15 - 03:30	3	3,78
03:30 - 03:45		2,81
03:45 - 04:00		2,06
04:00 - 04:15		1,08
04:15 - 04:30		0,52
04:30 - 04:45		0,21
04:45 - 05:00		0,09
Total de la période compté	9	27,41%
Total de la nuit	33	100%

Légende:

= période de comptage

Tableau 1 : Exemple d'extrapolation

en fin de saison. L'équipe de comptage de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose est composée de Christelle PEZET : chargée de mission, de 3 stagiaires ainsi que d'Elsa MAGOGA chargée de mission à la Réserve Naturelle de l'Etang de la Mazière.

b) Traitement des données, calcul et extrapolation

Grâce aux nuits de comptage, il a été obtenu de nombreuses données sur les différents sites couverts par cette étude. Cependant, les comptages sur les frayères ne sont pas exhaustifs. Les observateurs ne pouvant suivre tous les sites sur l'ensemble des quarts d'heure de chaque nuit, ceci a alors entrainé l'absence de données sur la totalité de la nuit ou seulement une partie pour tous les sites. Afin de reconstituer la nuit et obtenir les données manquantes, des extrapolations ont été nécessaires. Celles-ci se basent sur une courbe de répartition de pontes d'Aloses au cours de la nuit des époux CASSOU-LEINS qui attribue un pourcentage théorique de bulls observés pour chaque quart d'heure de la nuit. Ils ont pu, après une dizaine d'années d'étude, remarquer que la distribution des pontes suivait une répartition gaussienne (*Voir figure 12*). Cette période d'activité s'effectue entre 23h et 5h, avec un pic de reproduction entre 1h30 et 2h45.
Cette courbe nous donne alors le poids de chaque quart d'heure au cours de la nuit et nous permet de récupérer par le biais d'un produit en croix le nombre de bulls pour les quarts d'heure manquants (*Voir tableau 1*). Des pourcentages autres que ceux définis par les époux CASSOU-LEINS peuvent alors être calculés afin de refléter au mieux la réalité du terrain et les variations de l'heure du pic durant la saison.

En fin de saison, afin de compléter les données pour obtenir le nombre de bulls par nuit non sortie pour chaque frayère, d'autres extrapolations sont alors effectuées. Trois situations peuvent alors se présenter :

- Les nuits non suivies, à cause des conditions météorologiques non favorables à la ponte, ont pour valeur 0 (température de l'eau trop faible, forte pluie).
- Pour le reste des nuits, il est alors considéré que l'activité de reproduction évolue de manière linéaire si les conditions météorologiques sont semblables aux nuits précédentes. Il est alors réalisé une moyenne entre les deux dates non successives, le nombre de bulls intermédiaire étant défini comme la moyenne de ces deux dates.
- Si les conditions météorologiques sont différentes, les extrapolations se font en fonction des tendances et des corrélations possibles entre frayères, mais aussi par rapport aux facteurs abiotiques (température de l'eau, débits, météo).

c) Estimation du nombre de géniteurs

A la suite des extrapolations et une fois toutes les nuits reconstituées, il est obtenu le nombre de total de bulls permettant d'estimer le nombre de géniteurs venus se reproduire en Garonne. Selon CASSOU-LEINS (1981), quatre hypothèses doivent être prises en compte pour cette estimation :

1. Le sex-ratio est de 1 : 1, il y a autant de mâles que de femelles venus se reproduire.
2. Un bull correspond à un mâle et une femelle.
3. Un individu se reproduit en moyenne 10 fois dans la saison.
4. Les géniteurs ne se reproduisent que sur une seule frayère au cours de la saison.

Ainsi, en effectuant les calculs suivants, il est possible de déterminer le nombre de géniteurs sur chaque frayère :

$$Nombre\ de\ couples = \frac{Nombre\ de\ Bulls}{10}$$

$$\boldsymbol{Nombre\ de\ géniteurs} = Nombre\ de\ couples\ \times 2$$

Avec 10 : le nombre moyen de pontes par femelle durant la saison

2 : le nombre d'individus par bull

Enfin, afin d'obtenir le nombre de géniteurs présent dans le bassin de la Garonne, le nombre d'aloses franchissant le barrage sera additionné au nombre de géniteurs sur frayères soit :

Nombre de géniteurs sur frayères en aval du barrage

+

Nombre de géniteurs ayant franchi le barrage

=

Stock de géniteurs présent dans le bassin de la Garonne pour la saison 2014

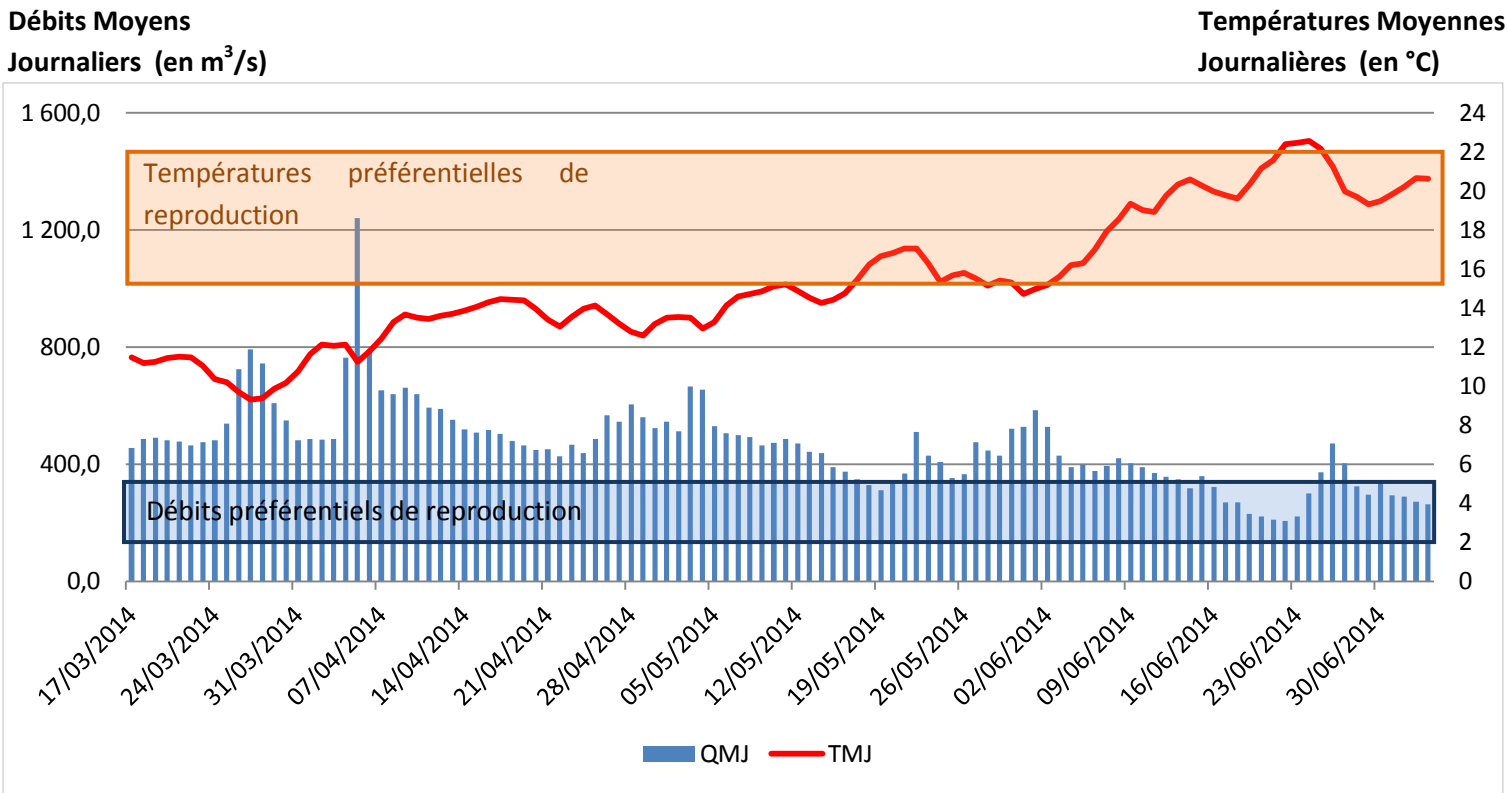


Figure 13 : Evolution des TMJ et QMJ à Agen sur la période du 17 mars 2014 au 4 juillet 2014

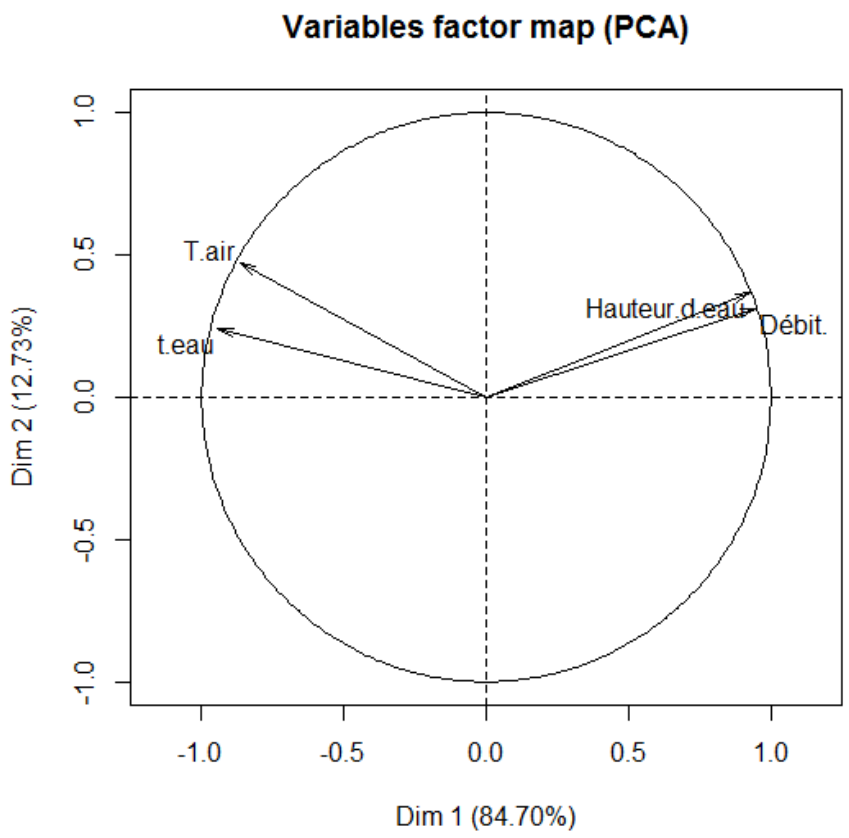


Figure 14 : Cercle de corrélation de l'ACP

III. Résultats

1) Les paramètres abiotiques

Comme cité précédemment dans le rapport, les débits ainsi que les températures de l'eau influencent très fortement la période de migration, mais aussi celle de reproduction de l'espèce. Sur la figure 13, suite au suivi quotidien de ces deux valeurs, il a été observé sur la période du 17 mars 2014 correspondant au début de la semaine du premier passage d'une alose à l'ascenseur de Golfech au 4 juillet 2014 correspondant à la dernière nuit de comptage, des températures moyennes journalières (TMJ) comprises entre 9,2°C le 27 mars et 22,5°C le 24 juin 2014. Un peu plus de 66% de celles-ci se situent en dessous des températures préférentielles de reproduction de l'Alose. Ce n'est qu'entre le 18 mai et le 23 mai que les températures atteignent pour la première fois les 16°C, suite à un pic de chaleur sur Agen dépassant les 25°C d'air ambiant le 19 mai (Infoclimat, 2014). Celles-ci rechutent par la suite à cause d'une augmentation des débits. Enfin, la température de la Garonne repasse définitivement au dessus des 16°C le 4 juin, dû à un second pic de chaleur.

Sur ce même graphique, nous pouvons voir une fluctuation des débits moyens journaliers (QMJ) de la Garonne comprise entre 207 m^3/s et 1240 m^3/s. Du 20 mars au 3 juillet, un peu plus de 67% des débits sont inférieurs à 500m^3/s restant alors très proches des débits préférentiels de l'Alose compris entre 150 et 350 m^3/s (BELLARIVA, 1998). Pendant cette période, aucune crue n'a alors impacté la migration ni la reproduction de la grande Alose, contrairement à l'année précédente où des débits dépassant 3000 m^3/s ont pu être relevés.

Egalement, il semblerait qu'il y ait une corrélation entre les températures de l'eau et les débits. Par exemple, le 5 avril 2014, il a été noté un débit moyen de 1240 m^3/s ainsi qu'une température de l'eau de 11.2°C. Après une semaine, les débits sont retombés à 589 m^3/s, faisant alors augmenter la température de l'eau à 13.6°C. Ces hypothèses émises furent validées par une ACP (Analyse en Composantes Principales) (*Voir figure 14* et *Annexe 2*). Sur ce cercle de corrélation, il est en effet possible d'observer une corrélation positive entre la hauteur d'eau et les débits. De plus, ces deux variables sont corrélées négativement à la température de l'eau et de l'air. Grâce à l'ensemble de ces données récoltées, les paramètres abiotiques n'ont pas montré de conditions réellement défavorables à la migration et la reproduction de la grande Alose.

Semaine	Nombre d'aloses passées	Pourcentage (%)
17/03-23/03	1	0,09%
24/03-30/03	11	1,00%
31/03-6/04	6	0,55%
7/04-13/04	12	1,10%
14/04-20/04	33	3,01%
21/04-27/04	6	0,55%
28/04-04/05	145	13,24%
05/05-11/05	140	12,79%
12/05-18/05	34	3,11%
19/05-25/05	558	50,96%
26/05-01/06	72	6,58%
02/06-08/06	29	2,65%
09/06-15/06	16	1,46%
16/06-22/06	14	1,28%
23/06-30/06	18	1,64%
total	1095	100,00%

Tableau 2 : Evolution du nombre d'Aloses passées à l'ascenseur de Golfech du 17 mars 2014 au 30 juin 2014

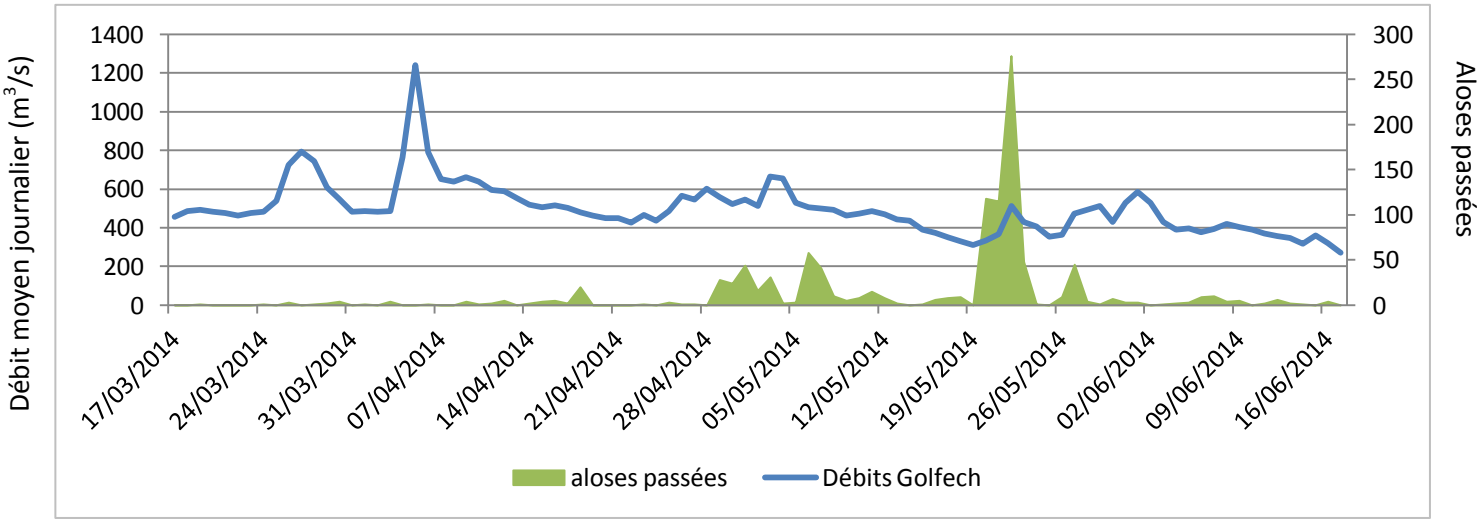


Figure 15 : Evolution des passages à Golfech en fonction des débits moyens journaliers

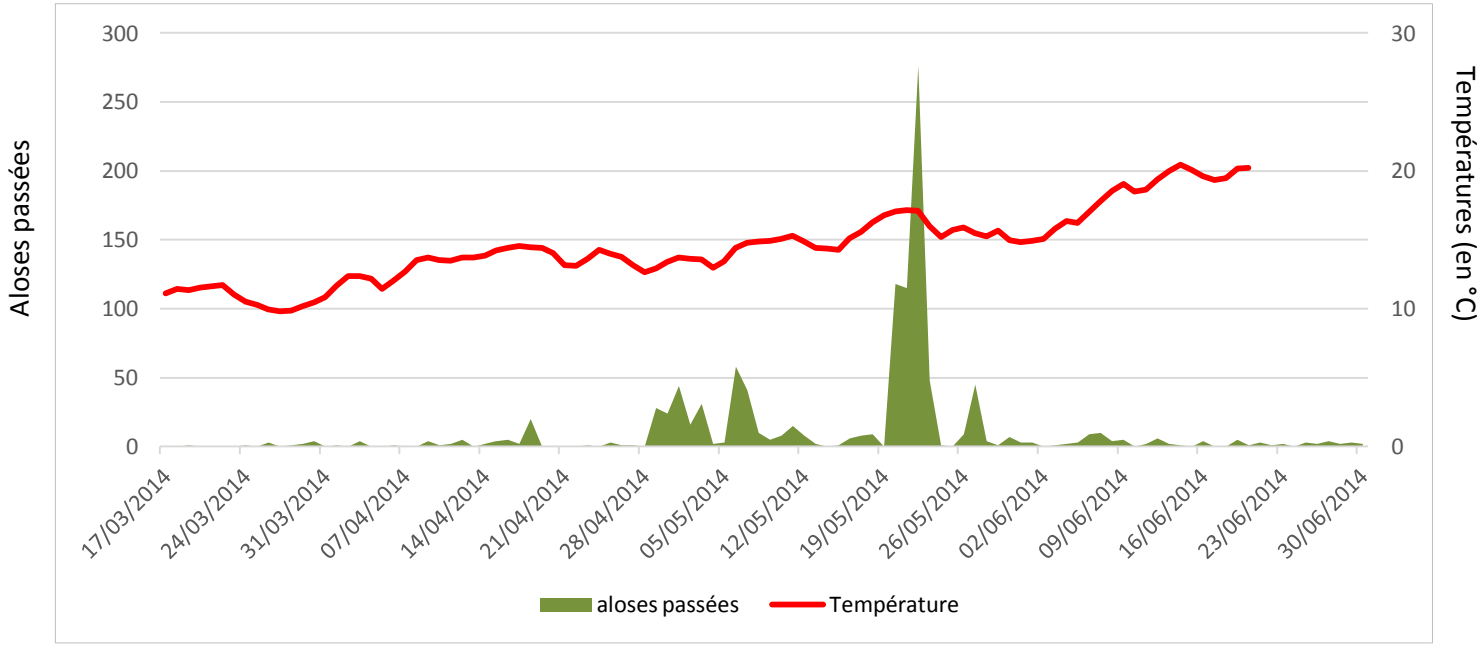


Figure 16 : Evolution des passages à Golfech en fonction des températures moyennes journalières

2) Suivi de la migration

Cette année, la migration de la grande Alose a débuté le 19 mars 2014 par la première remontée à l'ascenseur de Golfech, et se termine le 30 juin 2014. Ce sont 1095 grandes Aloses (*Voir Tableau 2*) qui ont pu, de ce fait, franchir le barrage de Golfech pour rejoindre leurs frayères. La remontée des Aloses fut minime sur la période du 17 mars au 27 avril. Celle-ci ne représente que 6.3% des passages de la saison, soit 69 poissons. Entre le 28 avril et le 12 mai, ce sont 285 Aloses qui sont passées soit un peu plus de 26% des passages pour 2014. Il est possible d'observer par la suite une baisse des passages sur la semaine du 12 mai au 18 mai avec 34 passages uniquement, correspondant à une baisse des TMJ observable sur la figure 18. Cette baisse d'activité fut suivie par un passage accru de poissons. Le pic de la montaison est alors observé sur la semaine du 19 mai au 25 mai avec 558 passages, dont 276 uniquement le 22 mai.

a) Influence des facteurs abiotiques

Concernant les effets des facteurs abiotiques, l'ensemble de la bibliographie consultée confirme une influence de la température ainsi que des débits sur la remontée migratoire. Ainsi sur la figure 15, il est possible d'observer une augmentation du nombre de passages d'Aloses au barrage de Golfech à la suite d'une diminution des débits. La semaine du 19 mai au 25 mai correspond au pic de migration de la saison. Celui-ci est précédé d'une baisse des débits passant alors de 500 m^3/s le 12 mai à environ 300 m^3/s le 19 mai.
Afin de valider cela statistiquement, une corrélation de Spearman au seuil de 5% est réalisée. Les données utilisées sont les débits moyens journaliers en fonction des passages journaliers d'aloses à l'ascenseur de Golfech de 2001 à 2014. Nous obtenons alors une P-Value de 5.567e-15 nous confirmant une augmentation du nombre de passages des poissons quand les débits diminuent.

Les débits et les températures étant eux-mêmes corrélés négativement, une corrélation est donc fortement probable entre le passage des aloses et la température. Sur la figure 16, nous pouvons observer sur la semaine du 19 au 25 mai, une augmentation des passages, suite à une hausse des températures. Pour valider cette hypothèse un second test de Spearman au seuil de 5% est effectué. Cette fois-ci les données utilisées sont les températures moyennes journalières en fonction des passages journaliers d'Aloses à l'ascenseur de Golfech sur la même période que le test précédent (2001 à 2014). Il est alors obtenu une P-Value de 2.2e-16, nous confirmant une augmentation du nombre de passages des Aloses quand les températures augmentent.

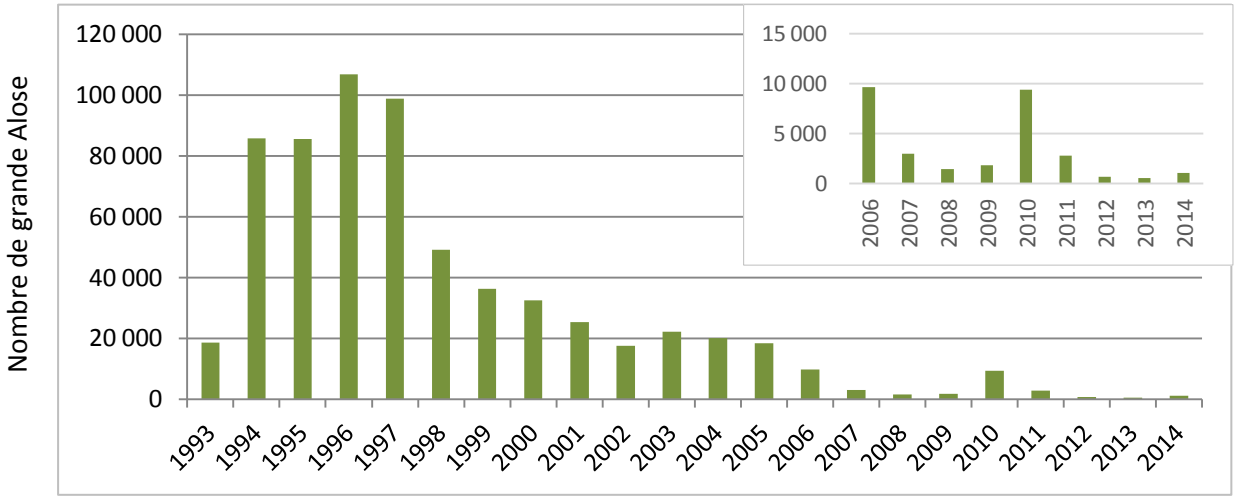


Figure 17 : Bilan des passages annuels de grandes Aloses à l'ascenseur de Golfech de 1993 à 2014

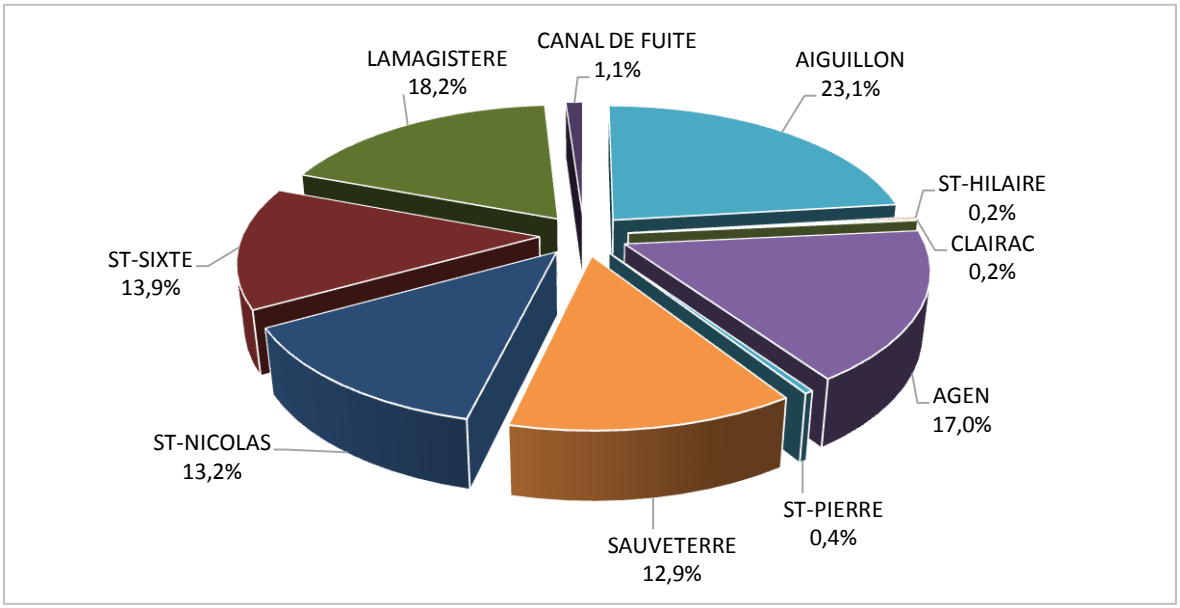


Figure 18 : Effort de comptage sur l'ensemble des frayères suivies

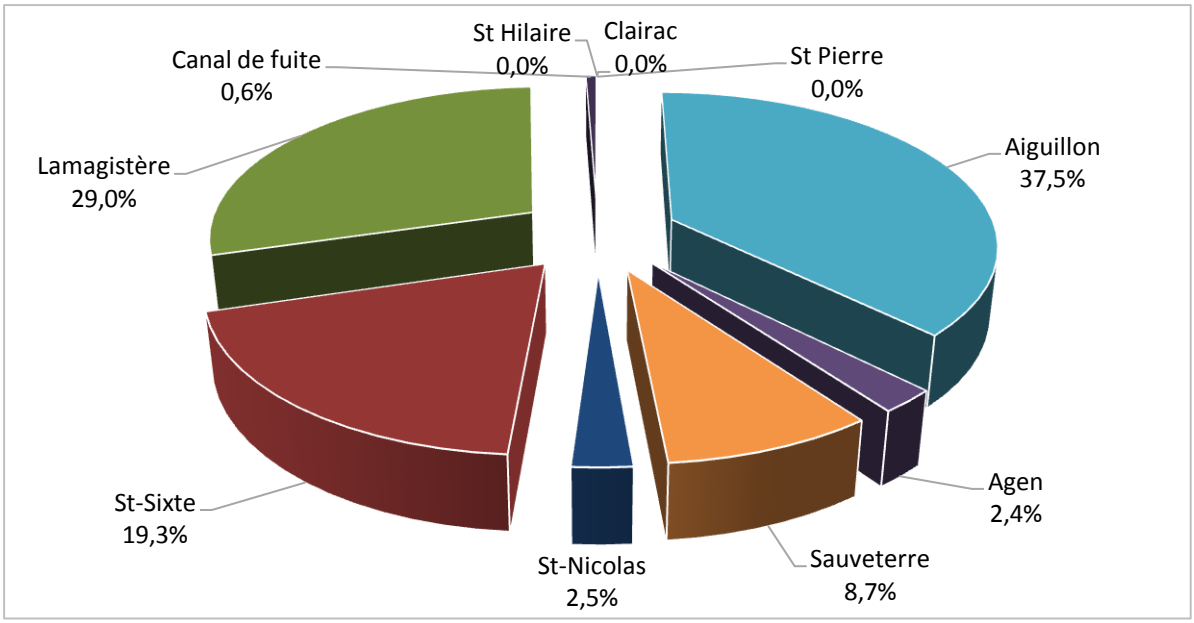


Figure 19 : Activité de reproduction sur les frayères suivies

b) Comparaison aux années antérieures

Depuis 1987, grâce à la mise en place de l'ascenseur, un historique du nombre d'Aloses qui franchissent le barrage est réalisé. Sur la figure 17, il est possible d'observer une forte diminution des passages depuis 1996, où le nombre était alors supérieur à 100 000 Aloses. Entre 1996 et 1998, ce sont 57 000 migrateurs en moins qui franchissent le barrage soit une diminution de 54% en deux ans.
En 2013, 590 grandes Aloses ont franchi le barrage soit presque deux fois moins que cette année. L'année 2014 reste cependant encore une maigre année comparée au nombre de géniteurs qu'il était possible d'observer auparavant : le bilan des passages à l'ascenseur de Golfech pour cette année représente uniquement 1% du nombre de passages pour l'année 1996.

3) Suivi de la reproduction

Durant l'étude 2014, ce sont 80 nuits qui ont été suivies. C'est à partir du 16 avril que les nuits de comptage ont débuté pour prendre fin le 4 juillet. Au total, ce sont 1018 quarts d'heure qui ont été passés sur les berges de la Garonne et du Lot par la RNFA et MIGADO, soit un peu plus de 254 heures. Sur la figure 18, il est possible d'observer l'effort de comptage pour l'ensemble des sites durant cette période. Cette année, le site d'Aiguillon est celui qui a été le plus suivi avec 235 quarts d'heure. Les faibles comptages sur le Canal de fuite, St Pierre et St Hilaire sont justifiés par de nombreuses observations des années antérieures. Celles-ci ont montrés que leur fonctionnalité dépendait de conditions particulières, différentes de celles obtenues cette année. Malgré des observations effectuées sur ces sites, une très faible voire aucune activité des grandes Alose fut notée. L'effort de comptage sur les autres sites a été réalisé de façon à être le plus homogène possible. Cependant, une activité de reproduction accrue sur un site force à intensifier les comptages sur celui-ci. Le site de Clairac, quant à lui, ne fut observé qu'une seule nuit. Suite à une recherche de site potentiellement intéressant pour la reproduction de la grande Alose en amont du barrage d'Aiguillon, une nuit fut alors passée au niveau du barrage de Clairac. Suite à cette observation, aucune activité de reproduction ne fut notée sur celui-ci.

a) Données brutes de reproduction

Pour la saison 2014, ce sont 2815 bulls qui ont été comptés sur l'ensemble des sites durant les nuits suivies. Les sites de St Hilaire et de St Pierre, très peu actifs chaque année, voient une absence totale de reproduction. Le Canal de fuite, quant à lui, représente 1% de la reproduction 2014 (*Voir figure 19*). Son activité de reproduction reste aussi basse que les années précédentes. C'est sur le site d'Aiguillon que l'activité de reproduction fut la plus importante, représentant à elle seule 37% de la reproduction 2014 avec 1242 bulls. Ce site est suivi de près par les frayères de Lamagistère et St Sixte avec respectivement 29% et 19% d'activité de reproduction, soit 86% de la reproduction à eux trois. Malgré un effort de comptage tout à fait convenable, les sites de St Nicolas et Agen voient une activité des grandes Aloses très faible représentant à eux deux 5% de la reproduction 2014.

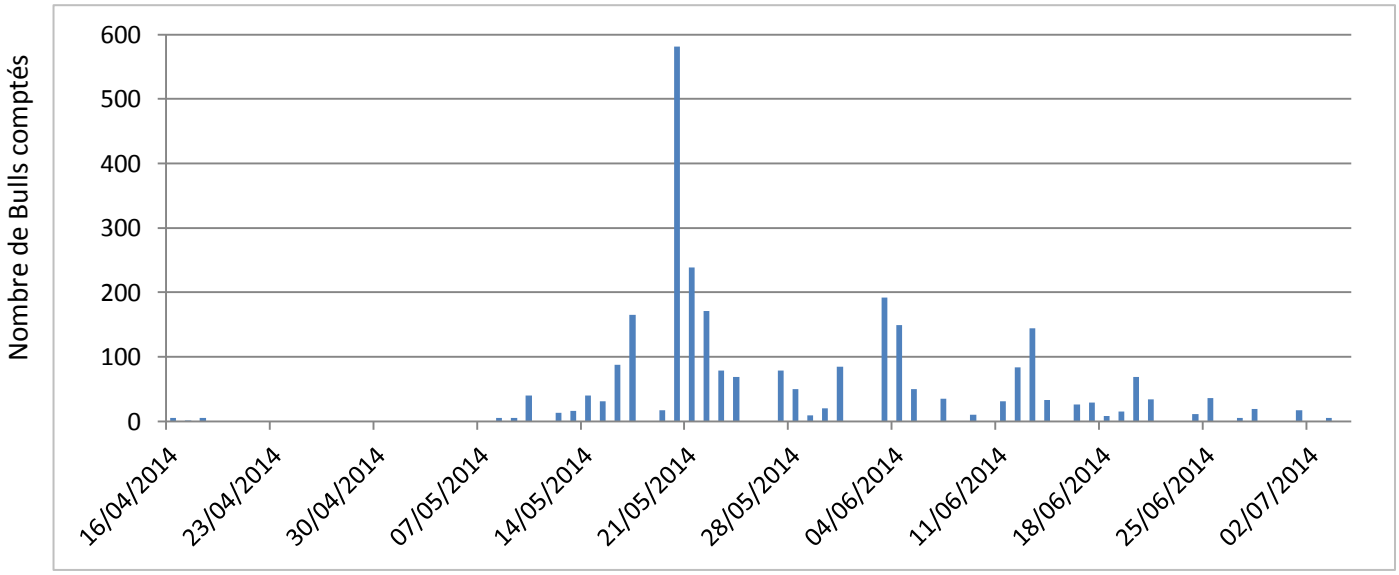


Figure 20 : Cinétique de la reproduction de la grande Alose du 16 avril au 4 juillet 2014

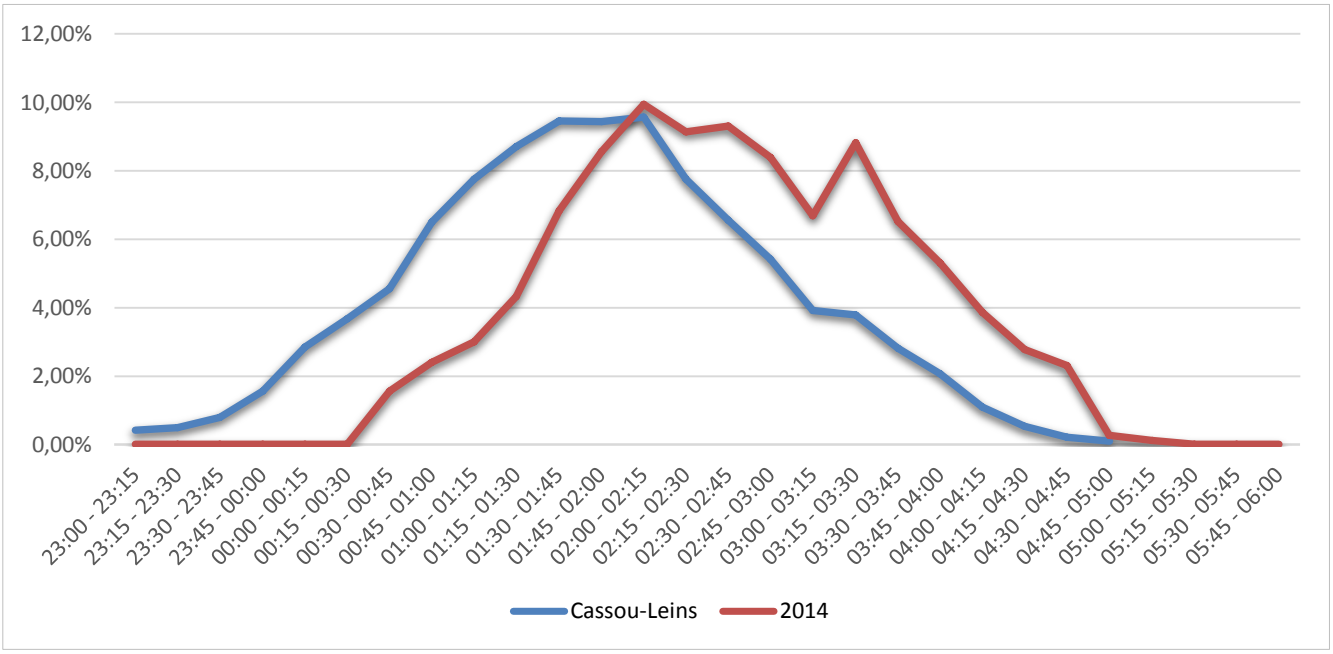


Figure 21 : Courbes d'extrapolations

Tout au long de la période de comptage, il a pu être observé une reproduction sur l'ensemble des sites quelque peu anarchique. Débutant timidement au mois d'avril, le nombre de bulls est resté faible voire nul jusqu'au 10 mai. Le pic de reproduction est alors atteint le 20 mai avec 581 bulls comptés durant la nuit (*Voir figure 20*). La nuit suivante 239 bulls seront comptés avant de repasser sous la barre des 100 bulls le 23 mai. Le mois de mai reste cependant le mois le plus actif, représentant à lui seul un peu plus de 65% de la reproduction pour la saison 2014. Par la suite, il est possible d'observer une variation constante du nombre de bulls journaliers, malgré des conditions pouvant être idéales. Ce n'est que les 3 et 4 juin qu'un nouveau pic de reproduction survient avec 192 et 149 bulls. Le dernier pic d'activité pour la saison 2014 se produit le 13 juin avec 144 bulls comptés.

b) Extrapolation des données brutes de reproduction

Comme expliqué dans la partie matériels et méthodes, il a été effectué une extrapolation des données brutes de reproduction afin de compléter les nuits non sorties ou les sites non suivis.(*Voir annexe 3*) Ces extrapolations sont réalisées à partir d'une courbe créée d'après les données acquises durant la saison par la RNFA et MIGADO. La courbe de Cassou-Leins servant habituellement de référence n'a pas été retenue cette année pour les extrapolations (*Voir figure 21*), préférant une nouvelle représentant alors le plus possible la réalité du terrain. Cette dernière met en évidence une ponte plus tardive que la courbe de Cassou-Leins : le début des pontes a commencé cette année autour de 00h15 pour prendre fin vers 05h00. Cette saison, 75% des pontes se faisaient entre 1h30 et 3h45 avec un pic entre à2h00 et 2h45, alors que la courbe Cassou-Leins montre une majorité entre 0h30 et 03h00 avec un pic entre 1h30 et 2h15.
En utilisant alors la courbe 2014 pour réaliser les extrapolations, il a été obtenu un total de 9676 bulls pour l'ensemble de la saison de reproduction.

c) Nombre de géniteurs

A partir des 9676 bulls estimés suite aux extrapolations, il a été possible d'évaluer le nombre de grandes Aloses présentes sur la Moyenne Garonne. En utilisant la formule décrite précédemment dans le rapport, les résultats obtenus sont :

$$Nombre\ de\ couples = \frac{9676}{10} = 967.6$$

$$Nombre\ de\ géniteurs = 967.6\ \times 2 = 1935$$

Pour la saison 2014, il a été estimé 1935 géniteurs sur les frayères suivies.

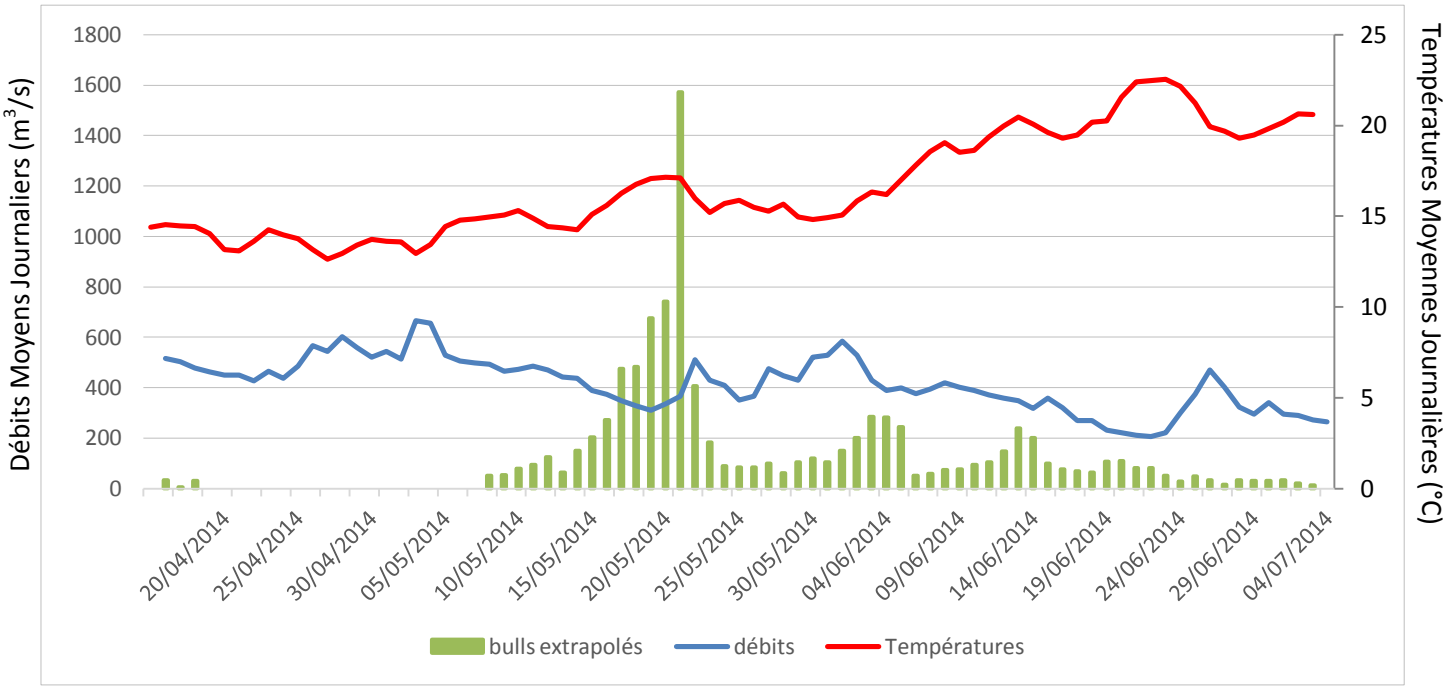


Figure 22 : Evolution du nombre de bulls de grande Alose en fonction des TMJ et QMJ sur la période du 17 mars 2014 au 4 juillet 2014

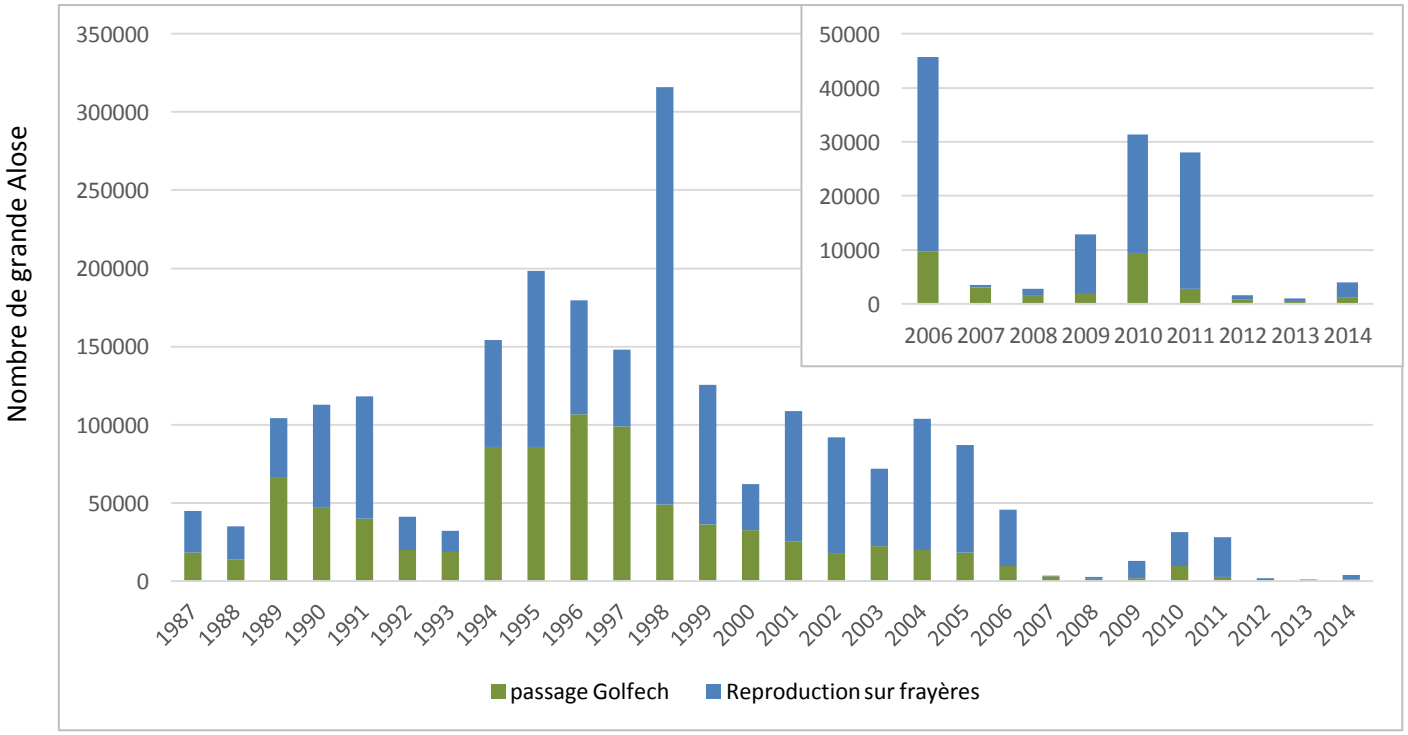


Figure 23 : Evolution du stock annuel de grandes Aloses sur la Moyenne Garonne de 1987 à 2014

d) Influence des facteurs abiotiques

Tout comme pour la migration, l'ensemble de la bibliographie nous informe d'une influence des débits et de la température sur la reproduction. Pour la saison 2014, il semblerait que cela soit également le cas. Sur la figure 22, il est possible de voir l'influence de ces facteurs avec une augmentation des pontes lors d'une baisse des débits et donc d'une augmentation de la température de l'eau. Par exemple, entre le 17 et 22 mai, la présence d'un pic de reproduction semble confirmer cela. Cette hypothèse est vérifiée statistiquement par un test de corrélation de Spearman au seuil de 5%. Pour effectuer ce test, il sera utilisé les Températures Moyennes journalières (TMJ), les Débits Moyens Journaliers (QMJ), ainsi que le nombre de bulls. Concernant les TMJ et le nombre de bulls la P-value est de 0.0001279. Pour les QMJ et le nombre de bull la P-value est de 0.0007163.
En effet, durant toute la saison de reproduction l'influence de la température et des débits est ressentie au niveau de l'activité de ponte. Plus de 80% de celle-ci est réalisée quand la température est supérieure ou égale à 15°C. Enfin, 60% de la reproduction s'effectue dans une gamme de débits allant de 200 à 400 m^3/s.

4) Estimation du stock de géniteurs en Moyenne Garonne pour la saison 2014

Grâce à l'ensemble des résultats accumulés durant la période de comptage et au traitement des données effectué, il a été possible d'estimer le nombre total de géniteurs en Moyenne Garonne. En reprenant la formule décrite dans la partie matériels et méthodes, il est obtenu :

1935 grandes Aloses *sur frayères*

+

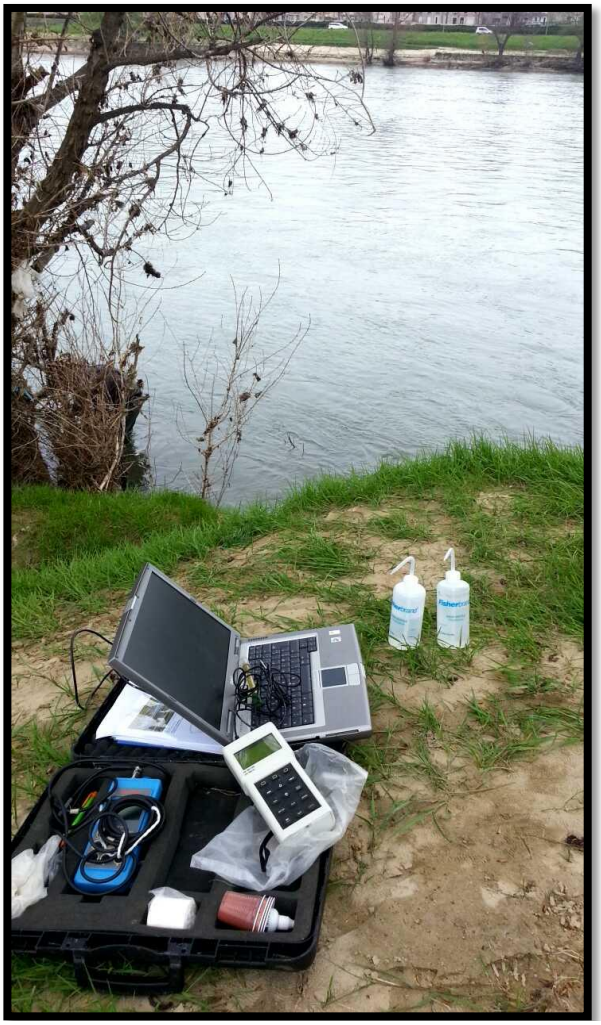
1095 grandes Aloses *ayant franchi le barrage de Golfech*

=

3030 grandes Aloses *estimées en Moyenne Garonne pour la saison 2014*

Pour la saison 2014, 3030 grandes Aloses ont donc été estimées sur la Moyenne Garonne. Ce sont 2080 grandes Aloses en plus comparé à l'année 2013, où seulement 950 géniteurs avaient été estimés (*Voir figure 23*). Le sursaut observé sur les années 2009, 2010 et 2011 ne se réamorce pas en 2014, année de retour des aloses issue de ces trois années de reproduction.
Suite à ces stocks, 20 000 grandes Aloses étaient attendues cette année (MIGADO). Egalement, une chute des effectifs est observée malgré une augmentation du nombre de sites suivis et une prospection régulière de nouvelles frayères.

Les données 2014, s'ajouteront aux résultats issus de la Dordogne, afin d'obtenir le stock de grandes Aloses sur le Bassin Garonne-Dordogne.



Analyse journalière des paramètres abiotiques (Dargent, F 2014)

Seuil de Beauregard (Dargent, F 2014)

IV. Discussion

1) Les paramètres abiotiques

L'étude bibliographique effectuée lors du stage a directement informé sur l'impact des températures et des débits sur l'espèce. Ainsi, grâce aux données récoltées sur la Garonne et le Lot, une corrélation négative entre ces deux paramètres a été validée. Durant toute la saison, aucun de ces deux paramètres n'a été inadapté à la migration ni à la reproduction de l'espèce contrairement à l'année précédente, où de fortes crues avaient pu perturber l'espèce. Les tests statistiques ont confirmé cette corrélation mais aussi un impact de ces facteurs sur la migration et la reproduction de la grande Alose.

Egalement, un suivi ponctuel des températures à Aiguillon sur le Lot a été réalisé. Etant le site fonctionnant le mieux pour cette année, il serait judicieux de mettre en place un thermographe immergé afin de pouvoir comparer régulièrement les températures, les débits et la reproduction sur le cours d'eau d'années en années.

2) Bilan de la Migration

Le bilan migratoire est, une fois de plus, minime pour la saison 2014. Malgré des températures et des débits tout à fait adaptés à l'espèce et à sa remonté migratoire, un faible effectif d'Alose est passé à l'ascenseur de Golfech. Ce sont 1095 grandes Aloses qui ont pu franchir le barrage, soit 479 grandes Aloses de plus que pour l'année 2013.

Le bilan de la migration montre un décalage du pic de migration celui-ci se produisant de plus en plus tôt. En effet, en 1998, BELLARIVA montrait que la migration des Aloses au niveau du barrage de Golfech avait lieu entre avril et août. Il observait, à cette époque, un pic d'activité au mois de juin. Une analyse des passages depuis les dix dernières années tend à montrer un passage plus précoce des Aloses. Les passages débutent dès le mois de mars, pour prendre fin le plus souvent en juillet avec un pic d'activité au mois de mai. Ce décalage pourrait s'expliquer par l'effacement progressif du seuil de Beauregard améliorant ainsi la continuité écologique de la Garonne. De plus, la mise en place d'une passe à poissons depuis 1994 a amélioré la libre circulation des migrateurs. Il est cependant à noter que la passe à poissons se retrouve à sec lorsque les débits sont trop bas, pouvant être compensée par la dégradation du seuil au fil des années.
Comme mentionné précédemment, la température et les débits jouent un rôle important dans la migration. Les températures et les débits, plus propices cette année, peuvent expliquer une légère augmentation du nombre d'Aloses passées à Golfech.
Aussi, grâce aux traitements statistiques, une corrélation a pu être mise en évidence entre la migration de l'espèce au barrage de Golfech et les débits ainsi que les températures. Il est à noter que l'ascenseur à poissons est inutilisable lorsque les débits sont supérieurs à900m^3/s ce qui a été le cas une seule fois durant la période de comptage le 5 avril.

Migration d'une Alose à l'ascenseur de Golfech

Source : RNFA

Bull d'Alose

Source : Migrateurs Rhône Méditerranée

Le biais de la remontée migratoire issu de la fermeture de l'ascenseur est alors très faible, celui-ci ayant été fonctionnel tous les autres jours.
Egalement, l'hypothèse que des Aloses empruntent le bras court-circuité de la Garonne au niveau du complexe Malause-Golfech n'a pas été retenue pour 2014. En effet, les débits peu importants de la saison n'ont pas entrainé une concurrence avec ceux du canal de fuite, sur lequel se trouve l'ascenseur à poissons. Il y a donc très peu de chance que des Aloses se soient engagées dans le bras court-circuité.

Enfin, suite à des discussions régulières avec les pêcheurs locaux, il a pu être évoqué les filets dérivants dans l'estuaire de la Gironde. Malgré une interdiction de la pêche de l'Alose depuis 2008, des géniteurs pourraient être capturés de manière accidentelle, les empêchant de remonter le fleuve pour se reproduire.

3) Bilan de la reproduction

Malgré de très bonnes conditions pour la reproduction de l'Alose (température adaptée ainsi que les débits), de faibles résultats sont obtenus cette année. Ce sont 1935 grandes Aloses qui se sont reproduites sur les frayères soit environ 1600 grandes Aloses de plus que pour l'année 2013. Cette augmentation peut alors s'expliquer par des conditions environnementales plus adaptées à l'espèce, l'année 2013 ayant été perturbée par de faibles températures de l'eau et plusieurs crues répétitives.

Durant la saison, les conditions d'écoute de l'activité de ponte de la grande Alose depuis les berges ont été bonnes. De légers vents et quelques débits forts ont pu créer des bruits parasites, sans pour autant nuire au comptage.
Cependant, les données obtenues ne sont pas exhaustives. Ce manque de données entraine quelques incertitudes qui pourraient être minimisées par un effectif plus important de compteurs. Grâce à cela, il serait alors possible d'effectuer un suivi simultané sur plusieurs sites, sur une plus longue durée et limiter le nombre de nuits d'absence sur chaque site. Tout cela permettrait de consolider les données acquises sur la saison de reproduction et de réduire le nombre de données manquantes à extrapoler. Le manque de moyens financiers de la structure ne permet pas encore d'effectuer cela.
De plus, il est à noter la présence de nombreux Silures glanes (*Silurus* glanis), observés sur des frayères, mais aussi à la base de l'ascenseur de Golfech, qui ont pu perturber la remontée migratoire et la reproduction sur certains sites. Une étude effectuée récemment sur des Silures glanes de Garonne en cours de publication par le professeur Frédéric SANTOUL de l'Université Paul Sabatier de Toulouse, montrerait que le régime alimentaire est composé en grande partie de poissons migrateurs.
Enfin, l'activité de reproduction pour la saison 2014 reste relativement faible. Un maximum de 66 bulls au quart d'heure a été obtenu par l'équipe de MIGADO le 20 mai et 36 bulls pour la RNFA le 3 Juin. Ces résultats sont d'autant plus révélateurs qu'il était possible d'observer plus de 300 bulls au quart d'heure il y a encore une dizaine d'année, et une moyenne de 260 à 752 bulls à la nuit entre 1978 et 1980.

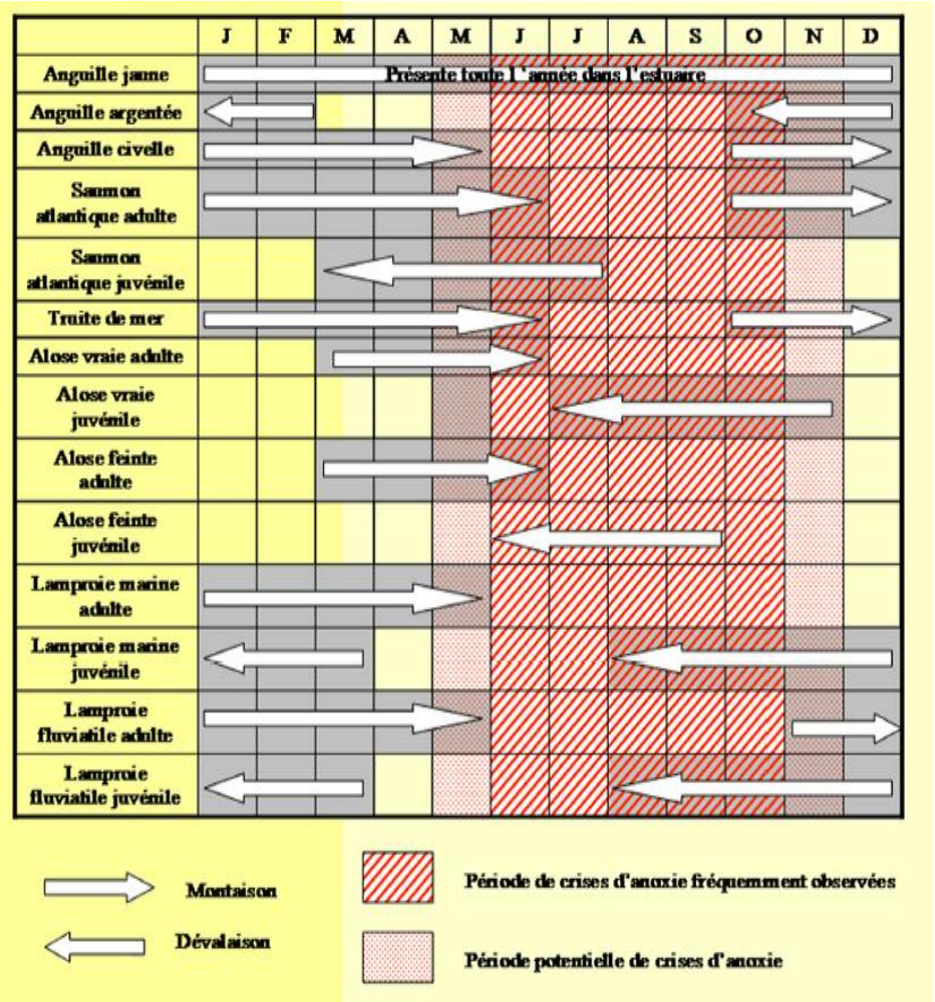


Tableau 3 : Période d'anoxie observé dans l'estuaire de la Gironde

Source : SMEAG

V. Conclusion

Le bilan de la saison 2014, apparait négatif au regard du stock attendu par l'équipe de MIGADO et de la RNFA. Avec un total de grandes Aloses estimé à 3030 géniteurs, le stock 2014 laisse toujours des incompréhensions et des interrogations sur les problèmes que rencontre l'espèce tout au long de son cycle biologique.

Les résultats de l'étude confirment bien que l'activité de reproduction et de migration est conditionnée par des paramètres abiotiques tels que la température de l'eau et les débits, pouvant entrainer une perturbation du cycle biologique de l'espèce. Cependant, ces paramètres ne sont pas les seuls à intervenir dans les problèmes que rencontre la grande Alose. Malgré son statut de protection et la mise en place du moratoire d'interdiction de pêche en 2008, la grande Alose se voit toujours menacée. Les difficultés de franchissement de barrages, les pollutions, les dégradations de frayères, les captures accidentelles et l'introduction d'espèces exogènes telles que le silure, continue malgré tout à s'observer. Accentuer l'effort de protection des géniteurs en conservant le moratoire mais aussi, en faisant aboutir le projet d'extension du périmètre de la réserve naturelle permettrait d'améliorer la surveillance et la protection de l'ensemble des frayères fonctionnelles.

Aussi, poursuivre le suivi de l'espèce reste primordial afin d'observer un éventuel rebond des effectifs de la grande Alose en 2015, qui correspondrait au retour des géniteurs conçus en 2010. Ce suivi devra encore s'effectuer sur plusieurs années, afin de surveiller l'évolution de la dynamique de la population de grande Alose. Il devra cependant être complété par d'autres études afin de trouver d'éventuelles autres causes dans le déclin de l'espèce. Une nouvelle étude pourrait par exemple être effectuée sur le stade larvaire et sur la dévalaison des juvéniles. De plus, un éventuel impact de la turbidité pourrait également être évalué en effectuant, lors des analyses journalières, un test au moyen du disque de Secchi ou d'un turbidimètre.

Egalement, l'hypothèse d'un impact fortement négatif du bouchon vaseux dans l'estuaire de la Gironde n'est pas à exclure et pourrait expliquer la diminution des effectifs. En effet, une sous-oxygénation est observée en période de dévalaison des juvéniles (*Voir tableau* 3) et pourrait être la conséquence d'une forte mortalité des alosons, faisant alors diminuer le nombre de retour de géniteurs. Le consortium MAGEST (MArel Gironde ESTuaire), effectue alors tout au long de l'année des mesures de qualité dans l'estuaire et confirme un impact sur la biologie aquatique en période de forte sous-oxygénation.

Pour finir, un projet de repeuplement de la Garonne pourrait voir le jour suite à la réussite de la réintroduction de la grande Alose dans le Rhin (Programme Life Alose).

Face à ces problèmes, l'espèce persiste mais peine à se maintenir, même si Cassou-Leins avait annoncé son extinction durant les années 1990. Le devenir de l'Alose est incertain, c'est pourquoi les résultats de 2015 sont attendus impatiemment, en espérant observer le retour des juvéniles de 2010, dernière année où les stocks dépassaient les 30 000 géniteurs.

Bibliographie

.

BAGLINIERE J.L. & ELIE, P 2000 – *Les aloses* (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.), Ecobiologie et variabilité des populations. Cemagref, INRA Editions, Paris, 275p.

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.* These de Doctorat, Toulouse : INP Toulouse. 103p

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

CASSOU-LEINS F. & CASSOU-LENS 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 3ème cycle, Institut National Polytechnique de Toulouse, 362p.

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.* Rap. Lycée agricole de Montauban/ENSAT, 24p.

KEITH P., PERSAT H., FEUNTEUN E., ET ALLARDI J., 2011 – *Les Poissons d'eau douce de France,* Biotope Editions, Mèze – Muséum national d'Histoire Naturelle, Paris, 264 – 269 p.

LANDESAMT FÜR NATUR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN 2011– *La réintroduction de la grande alose (Alosa alosa) dans le système rhénan*, Lanuv-Fabchbericht 28, 6p.

LASSALLE G., BÉGUER M., BEAULATON L., AND ROCHARD E. – *Diadromous fish conservation plans need to consider global warming issues: An approach using biogeographical models***,** Article in press, biological conservation (2008), 2p.

LOCHET A, JATTEAU P., TOMA´ S J. AND ROCHARD E., 2008 – *Retrospective approach to investigating the early life history of a diadromous fish: allis shad Alosa alosa (L.) in the Gironde–Garonne–Dordogne watershed,* The authors journal compilation 2008 The Fisheries Society of the British Isles, 947p.

LOCHET A., 2006 – *Dévalaison des juvéniles et tactiques gagnantes chez la Grande Alose Alosa alosa et L'alose feinte Alosa fallax* : Apport de la microchimie et de la microstructure des otolithes. Thèse de Doctorat Université de Bordeaux I, 33p.

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, 33 p.

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

ROCHARD E., 2001 – *Migration anadrome estuarienne des géniteurs de grande Alose Alosa alosa, allure du phénomène et influence du rythme des marées.* Bull. Fr pêche piscic (2001) Cemagref 362/363 : 853 867p.

ROUGIER, T., LAMBERT, P., DROUINEAU, H., GIRARDIN, M., CASTELNAUD, G., CARRY, L., APRAHAMIAN, M., RIVOT, E., AND ROCHARD, E. 2012. *Collapse of allis shad, Alosa alosa, in the Gironde system (southwest France): environmental change, fishing mortality, or Allee effect* – ICES Journal of Marine Science, 69: 1802–1811.

SABATIE R., BAGLINIERE J.L., BOISNEAU P., 2009 – *Shad of the Notheastern Atlantic and the Western Mediterranean: biology, ecology and harvesting*– Fisheries and Aquaculture- vol III, 2p.

SPILLMAN C.J., 1961 – *Poissons d'eau douce* ; Faune de France, 65, 25-32 p.

TAVERNY C. 1991 – *Pêche, biologie, écologie des Aloses dans le système Gironde-Garonne-Dordogne: Contribution à la connaissance de la dynamique des populations d'Aloses (Alosa alosa et Alosa fallax) dans le système fluvio-estuarien de la Gironde.* 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 Francais 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

Webographie

- http://www.reserves-naturelles.org/frayere-d-alose
- http://www.limousin.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/ATG07_EtudeSMEAG.pdf
- http://www.infoclimat.fr/climatologie-mensuelle/07524/mai/2014/agen-la-garenne.html
- http://www.lagaronne.com/etude/le-bouchon-vaseux-du-systeme-estuarien-garonne-dordogne-gironde.html
- http://www.smeag.fr/mesure-de-la-qualite-de-leau-de-lestuaire.html

Annexes

Annexe I : Fiche de Terrain

Annexe II : Résultat de l'ACP

Annexe III : Extrapolation des données

Annexe IV : Organisation du travail

Annexe I: Fiche de terrain

Date :	Binôme :	Véhicule :

Agen

	F1	F2	PC
23h-23h15			
23h15-23h30			
23h30-23h45			
23h45-0h			
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			

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 II: Résultat de l'ACP

```
> res$eig
      eigenvalue percentage of variance cumulative percentage of variance
comp 1  3.38801701          84.7004252                   84.70043
comp 2  0.50939154          12.7347886                   97.43521
comp 3  0.08739436           2.1848591                   99.62007
comp 4  0.01519709           0.3799272                  100.00000

> res$var
$coord
                    Dim.1      Dim.2
t.eau              -0.9423418  0.2394677
Hauteur.d.eau       0.9261046  0.3663601
Débit.              0.9452882  0.3105225
T.air              -0.8653147  0.4705347

$cor
                    Dim.1      Dim.2
t.eau              -0.9423418  0.2394677
Hauteur.d.eau       0.9261046  0.3663601
Débit.              0.9452882  0.3105225
.air               -0.8653147  0.4705347

$cos2
                    Dim.1      Dim.2
t.eau              0.8880080  0.05734478
Hauteur.d.eau      0.8576697  0.13421970
Débit.             0.8935698  0.09642420
T.air              0.7487695  0.22140286

$contrib
                    Dim.1      Dim.2
t.eau              26.21026   11.25750
Hauteur.d.eau      25.31480   26.34902
Débit.             26.37442   18.92929
T.air              22.10052   43.46418
```

Annexe III : Extrapolation des données

Date	AIGUILLON	SERIGNAC/ST-HILAIRE		AGEN			ST-PIERRE	SAUVETERRE /LAFOX			ST-NICOLAS		ST-SIXTE				LAMAGISTERE			CANAL DE FUITE		
		St-Hilaire (RD)	"Billeou" (RG)	F1	F2	PC		Lafox (RD)	Village (RG)	Château (RG)	Pont	Panneau	Maïs	Bonneau	Peupliers	Kiwis	Quai	Barque	Peupliers	Amont	Aval	Total
16/04/2014	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	33
17/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
18/04/2014	20	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
19/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30/04/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/05/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/05/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/05/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/05/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05/05/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06/05/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/05/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/05/2014	29	0	0	11	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
09/05/2014	40	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
10/05/2014	51	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
11/05/2014	50	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
12/05/2014	48	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
13/05/2014	45	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
14/05/2014	41	0	0	0	48	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	151
15/05/2014	60	0	0	12	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	40	0	66	0	0	0	0	203
16/05/2014	77	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	43	0	115	0	0	0	0	273
17/05/2014	80	0	0	0	10	0	0	0	0	30	0	0	0	0	229	0	125	0	0	0	0	474
18/05/2014	60	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	14	0	0	202	0	124	50	0	0	0	482
19/05/2014	50	0	0	0	0	0	0	0	0	19	6	39	0	0	212	0	109	240	0	0	0	675
20/05/2014	47	0	0	0	0	0	0	0	0	30	7	2	0	0	123	0	63	449	0	20	0	742
21/05/2014	100	0	0	38	26	0	0	0	0	27	33	6	0	0	262	0	200	842	0	40	0	1 573
22/05/2014	95	0	0	0	0	0	0	0	0	25	9	2	0	0	77	0	84	115	0	0	0	406
23/05/2014	90	0	0	0	24	0	0	0	0	5	5	0	0	0	49	0	3	8	0	0	0	184
24/05/2014	87	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
25/05/2014	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
26/05/2014	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85

27/05/2014	91	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
28/05/2014	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
29/05/2014	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	8	3	0	0	0	104
30/05/2014	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	11	4	0	0	0	119
31/05/2014	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
01/06/2014	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
02/06/2014	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200
03/06/2014	234	0	0	8	0	0	0	0	0	3	17	0	0	0	11	0	4	8	0	0	0	285
04/06/2014	191	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	11	0	18	35	0	0	0	281
05/06/2014	33	0	0	2	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	90	0	24	48	0	0	0	245
06/06/2014	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
07/06/2014	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
08/06/2014	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
09/06/2014	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
10/06/2014	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	20	0	0	0	0	0	0	94
11/06/2014	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	41	0	0	0	0	0	0	105
12/06/2014	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	147
13/06/2014	99	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	0	0	0	0	0	0	238
14/06/2014	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	0	0	0	200
15/06/2014	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	99
16/06/2014	44	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	77
17/06/2014	60	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	69
18/06/2014	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	14	0	0	3	0	0	0	64
19/06/2014	17	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	17	0	0	4	0	0	0	108
20/06/2014	20	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
21/06/2014	20	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
22/06/2014	20	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81
23/06/2014	20	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
24/06/2014	25	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
25/06/2014	28	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
26/06/2014	20	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
27/06/2014	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
28/06/2014	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
29/06/2014	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
30/06/2014	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
01/07/2014	31	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
02/07/2014	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
03/07/2014	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
04/07/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 627	0	0	90	141	0	0	0	0	843	95	143	0	0	1 870	0	994	1 812	0	60	0	9 676
	3 627	0		231			0	843			238		1 870				2 806			60		
	725	0		46			0	169			48		374				561			12		1 935
	37,5%	0,0%		2,4%			0,0%	8,7%			2,5%		19,3%				29,0%			0,6%		100%

Annexe IV : Organisation du travail

Semaine	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Bilbiographie																							
Collecte de données																							
Rédaction du rapport																							
Analyse de résultats																							
Relevé des paramètres abiotiques																							
Etude des rejets en Garonne																							
Prospection Odonates																							
Extrapolation																							
IBGN + Détermination																							
Traitement Statistique																							

Intervenants	Bilbiographie	Protocole suivi de reproduction	Collecte de données Reproduction	Protocole Suivi de la migration	Collecte de données Migration	Analyse de résultats	Relevé des paramètres abiotiques	Etude des rejets	Prospection Odonates	Extrapolation	IBGN & Détermination	Analyse Statistique	Rédaction du rapport
Principal	Florian	RNFA	Florian RNFA & MIGADO	MIGADO	MIGADO	Florian RNFA & MIGADO	RNFA	Florian & RNFA	Elsa MAGOGA	RNFA & MIGADO	Florian & RNFA	Florian	Florian
Secondaire	RNFA & MIGADO						MIGADO		Florian & RNFA	Florian		RNFA & MIGADO	

Résumé

Depuis de nombreuses années maintenant, l'activité anthropique sur les cours d'eau et les milieux associés entraine le déclin de nombreuses espèces migratrices notamment celle de la grande Alose (*Alosa alosa*). Sur la Garonne, les stocks ne cessent de chuter depuis maintenant une vingtaine d'années et ce malgré les réflexions et dispositifs mis en place pour enrayer cette dynamique.

Dans le but d'évaluer l'état de la population de grande Alose en Moyenne Garonne, un suivi de la migration et de la reproduction est réalisé chaque année par l'Association pour la Gestion de la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose et MIGADO. Afin d'effectuer l'estimation du stock de géniteurs de grande Alose, un comptage des bulls sur frayères et des passages au niveau de l'ascenseur de Golfech est réalisé.

Pour la saison 2014, il a été estimé 3030 grandes Aloses. Un résultat inquiétant pour le devenir de l'espèce.

Mots Clés : grande Alose, *Alosa alosa*, Moyenne Garonne, Reproduction, Migration, Bull