

**Rapport de stage pour l'obtention
de la 2ème année de Master**

**Suivi de la migration et de la reproduction de
la grande Alose (*Alosa alosa*) en moyenne
Garonne**



Cécile Dupouts

août, 2012

Maître de stage : Christelle Pezet
Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Messieurs Alain Dal Molin et Jean-Louis Molinié, pour m'avoir accueillie au sein de la RNFA, avec une attention toute particulière à Mr Dal Molin pour toutes les découvertes ornithologiques dont il m'a fait profiter et qui m'ont notamment permis d'observer, furtivement mais quand même, mon premier Guêpier d'Europe ainsi que les si beaux pluviers argentés en plumage nuptial !

Mes plus sincères remerciements vont bien sûr à Mlle Christelle Pezet, ma maitre de stage. Christelle, merci pour ta patience et ton humour envers mes petits travers (tu vois bien desquels je parle!). Merci d'avoir repoussé tes vacances pour ne pas m'abandonner et plus encore merci pour ton implication sans faille à mes cotés lors de mon travail et notamment lors de l'élaboration de mon rapport. Souvenir souvenir de nos nuits, parfois brumeuses, parfois gibbeuses mais jamais sans un thermos, pleines d'énigmes à résoudre et de discussions culturelles (...) en attendant que les aloses daignent montrer le bout de leurs nageoires, ou pas (quoi qu'il arrive « un zéro est une valeur » !).

Merci à Charles, le gars de l' « autre » sud, celui d'en haut, futur pêcheur de truites mais d'ores et déjà pêcheur de Brèmes officiel, avec qui j'ai partagé mon bureau et mes pauses déjeuner « RUTESques » ; pour nos affuts aux mouvements d'eau de Garonne et notre éternel positivisme envers et contre des « records » de bulls au ras des pâquerettes. Je garde le regret de ne pas t'avoir fait connaître les « vraies » soirées agenaises!

Mille mercis à Elsa, dévouée binôme de covoiturage et de comptage. Toutes ces nuits à espérer que les aloses se décident ENFIN à nous faire passer des nuits de folies, furent le support de discussions philosophiques, de légendes, d'histoires variées ...et autres potins locaux ! J'ai évité la pneumonie plus d'une fois grâce à ton fidèle poncho en peau de lama! Merci aussi de m'avoir ouvert la porte du monde merveilleux des z'odonates! (je garde en mémoire de mémorables chasses au Gomphe de graslin et autre Agrillons de mercure, même infructueuses).

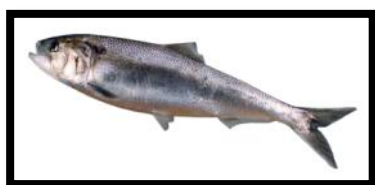
Un grand merci à tous les membres du personnel de la fédération de pêche : Hélène, Ghislaine, Christine, Johanna, Robin et Mr Guillaumie, pour leur gentillesse et leur chaleur durant les nombreux moments de détente autour d'un journal et d'un « doux un ». Un merci particulier à Cédric, Cyril et Marina pour m'avoir fait partager quelques facettes de leurs métiers (pêches électriques, animations et bien sur la pêche au coup).

Merci aussi à l'équipe de MIGADO de Golfech: Laurent, Jean-Marie, Guillaume, Julie, pour notre collaboration et nos visites mutuelles ainsi qu'à l'équipe du LIFE Alose pour m'avoir permis de prendre une petite part au repeuplement du Rhin en Alose et aussi pour la soirée mouvementée de fin de programme.

Préambule

Suivi de la migration et de la reproduction de la grande Alose en moyenne Garonne

La grande Alose est un poisson migrateur amphihalin potamotoque, ce qui signifie qu'elle vit dans l'océan et remonte les fleuves pour s'y reproduire, en retournant dans le bassin qui l'a vu naître (comportement dit de « homing de bassin »). Les grandes Aloses nées en Garonne grossissent dans l'océan Atlantique, à la limite du plateau continental, face à leur estuaire d'origine. A l'âge de 3 à 6 ans pour les femelles et 4 à 7 ans pour les mâles, elles migrent vers l'eau douce afin de s'y reproduire sur des sites spécifiques appelés frayères et d'y terminer leur vie.



La grande Alose est surnommée le poisson d'argent

Il s'agit d'une espèce patrimoniale importante pour le bassin Gironde-Garonne-Dordogne et tout particulièrement pour la Garonne lot-et-garonnaise où elle est pêchée depuis des temps ancestraux et fait l'objet de traditions et d'un engouement très fort.

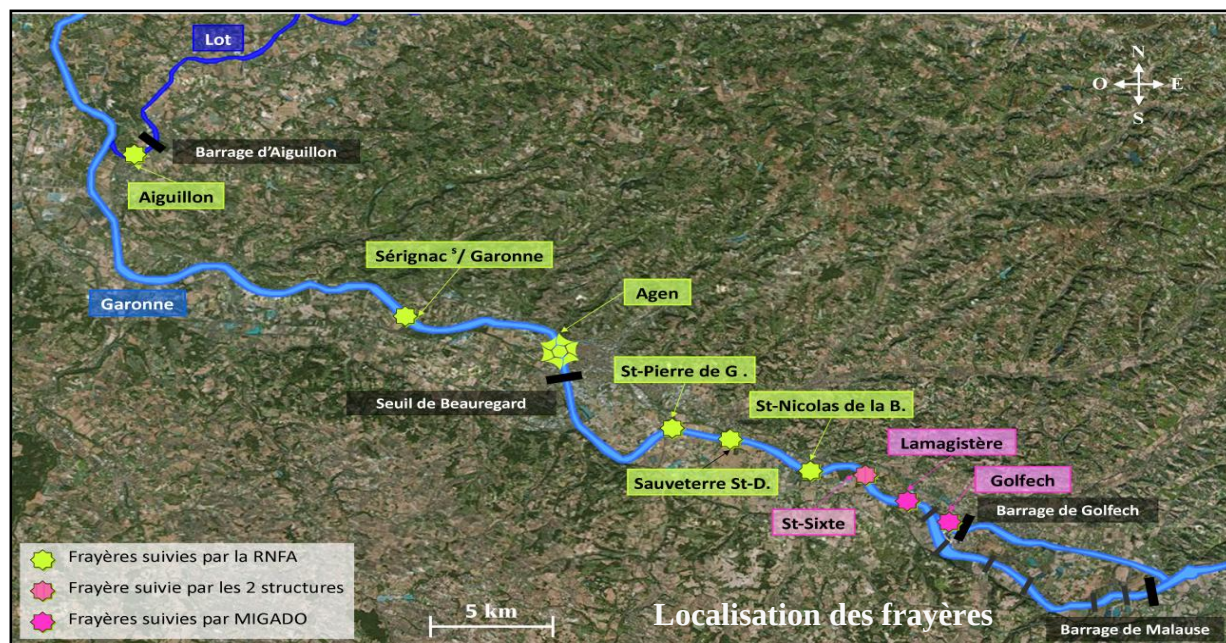
La Garonne est le dernier bassin où sa population est encore considérée comme importante. Pourtant, depuis plusieurs années les stocks s'amenuisent et de moins en moins de géniteurs remontent chaque année. Ceci en raison de dégradations subies sur son milieu (extractions de granulats, pollutions chimiques et organiques, endiguements contre les inondations, barrages) et sur ses populations par la surpêche. En effet, l'exploitation de la grande Alose représentait, il y a encore quelques années, une source de revenus importante pour les pêcheurs professionnels de l'estuaire et du fleuve. Les stocks étaient alors surexploités, ce qui mettait en péril la survie de l'espèce. Pour mettre fin à cette sur-situation, non compatible à une gestion raisonnable des stocks, un moratoire qui interdit toute pêche fluviale, estuarienne et côtière de cette espèce, est en place depuis 2008 sur le bassin de la Garonne.



Des menaces qui planent sur la grande Alose : la pêche, les barrages, les pollutions de l'eau.

Les méthodes de suivi

La Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose (RNFA) et l'association Migrateur Garonne-Dordogne (MIGADO) sont chargées du suivi des accouplements sur les frayères en aval du barrage de Golfech. Neufs frayères sont connues et suivies, seule celle d'Agen étant comprise à l'intérieur du périmètre de la Réserve Naturelle.



Elles présentent une morphologie spécifique :

- à l'amont : lieu de la ponte active (« bull ») : mouille ou plat courant d'1m à 1.60m de profondeur avec une vitesse du courant de 1m/s.
- à l'aval : zone de dépôt des œufs dans les interstices entre les galets : radier courant de 0.5 à 1.5 m de profondeur avec une vitesses de courant de 2 m/s.



De son côté, MIGADO est aussi en charge du suivi des passages de grande Aloses à l'ascenseur à poissons du barrage de Golfech, qui permet aux poissons de franchir l'obstacle.

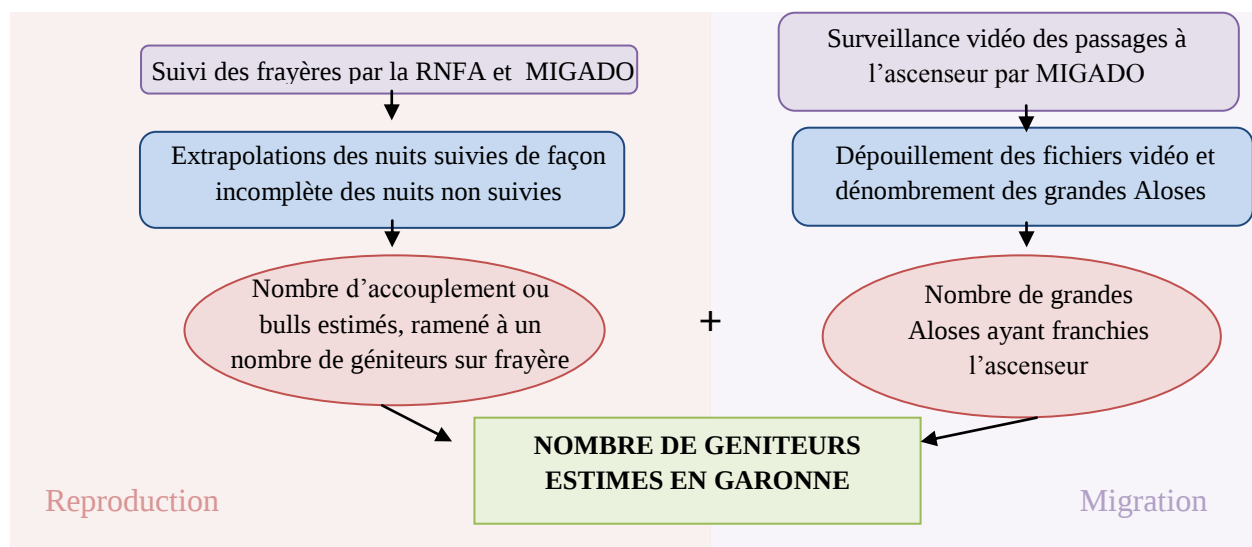
Une fois transportés par l'ascenseur dans le canal de sortie, les poissons passent devant une vitre qui est filmée 24h/24 ; c'est la station de contrôle.

Le suivi de la reproduction consiste à comptabiliser les accouplements, localement appelés « bulls » (traduction occitane du mot bouillonnement). Ces derniers ont lieu la nuit, entre 23 h et 5h du matin. Ils se manifestent par des tourbillons visibles et bruyants. Les deux poissons se



tiennent côte à côte et tournoient ensemble en se maintenant à moitié émergés grâce aux battements de leurs nageoires caudales.

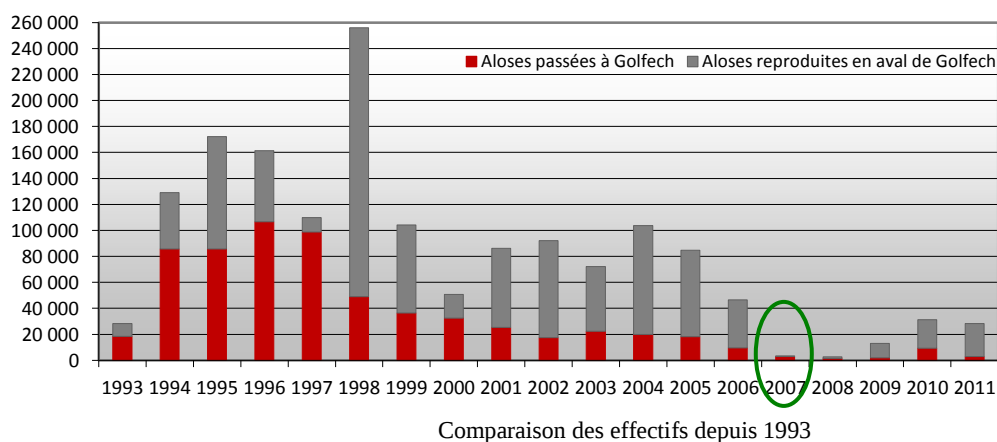
Ci-dessous, le schéma explique le cheminement qui mène, à partir d'un nombre de bulls comptés sur frayères et de poissons passés à l'ascenseur, jusqu'à l'estimation du nombre de géniteurs en Garonne.



Résultats de la saison 2012

Cette saison, **1301** bulls ont été comptabilisés, toutes frayères confondues. Grâce aux extrapolations et aux calculs, **3419** bulls ont été estimés sur l'ensemble de la saison, ce qui correspond à **684** géniteurs présents sur les frayères. En y ajoutant les **728** grandes Aloses qui sont passées à l'ascenseur, on arrive à un total de **1401 géniteurs en Garonne**.

Ce chiffre est le plus bas jamais atteint depuis que les frayères sont suivies en 1993.



Plusieurs explications peuvent être données à ce phénomène :

- le retour d'individus nés majoritairement en 2007, année où les effectifs étaient déjà très alarmants ;

- une mauvaise survie des alevins due à de mauvaises conditions du milieu (une eau qui se réchauffe et qui contient peu d'oxygène) notamment à la sortie de l'estuaire (phénomène du « bouchon vaseux » qui bloque la route vers l'océan) ;
- le développement inquiétant d'un prédateur : les silures qui ont pour habitude de se regrouper au pied des obstacles et sur les lieux de reproduction. Les géniteurs, attaqués dans le canal de sortie de l'ascenseur ou pendant le bull, sont comptabilisés mais n'ont vraisemblablement pas eu le temps de se reproduire;
- le moratoire sur la pêche n'a pas encore pu prouver son efficacité puisqu'il date de 2008 et que les individus nés cette année-là sont principalement attendus pour l'année prochaine. Ceci temporisera peut être les résultats de la saison 2013 qui sont prévus pires que ceux de 2012.

Les conditions météorologique et hydrologique, additionnées au très faible nombre de poissons de cette saison ont rendu la cinétique de reproduction plutôt incohérente. Seules trois frayères ont réellement fonctionné : Saint-Nicolas, Sauveterre et Agen, modifiant le schéma habituel selon lequel les frayères les plus en amont (Saint-Sixte et Lamagistère) fonctionnaient à hauteur de 80 % de l'activité. La frayère de Sauveterre a été fonctionnelle pour la première année et celle d'Agen a battu le record de ces sept dernières années ! Ces faits appuient la nécessité de poursuivre le suivi et de maintenir une protection du site d'Agen, ainsi que d'étendre le périmètre de la réserve naturelle aux sites les plus en amont qui sont aussi les plus actifs.

Détermination de la qualité biologique du milieu et ressource alimentaire des alosons

Les invertébrés aquatiques sont des indicateurs de la qualité du milieu dans lequel ils vivent.

Nombre de famille différentes + /20 polluo-sensibilité
= « Indice Biologique Global Normalisé »

⇒ L'IBGN renseigne sur l'état du milieu : qualité d'eau et d'habitat pour la faune.

Il est déterminé sur les trois frayères les plus actives cette année afin d'y évaluer la qualité du milieu de développement des œufs et des larves de grande Alose. De plus, il permet

de vérifier que les exigences alimentaires des alosons peuvent être satisfaites à proximité de leur lieu d'éclosion.

Les scores obtenus sont :

- Saint-Nicolas : 13/20
- Sauveterre : 16/20
- Agen : 15/20

Bonne qualité biologique au regard de la Directive Cadre sur l'Eau, directive européenne de référence.



Echantillon de macro-invertébrés aquatiques

Le peuplement est dominé des groupes faiblement polluo-sensibles et qui se nourrissent de matière organique morte ou en décomposition, ceci prouvant un enrichissement du milieu. Très peu de familles polluo-sensible sont présentes.

D'autres indices, calculés à partir du nombre de familles et du nombre d'habitats différents présents sur la station, permettent de faire les conclusions qui suivent :



Fond recouvert de galets, dominant sur les 3 stations

- habitats simplifiés et peu diversifiés ;
- qualité de l'eau moyenne ;

MAIS

- dominance de galets présentant des interstices et abondance de végétaux aquatiques (sur Saint-Nicolas et Agen) ➡ protection pour les œufs et les larves de grandes Aloses contre les forts courants et les prédateurs.

Les alosons se nourrissent de larves d'insectes et d'insectes aquatiques. Les peuplements en Garonne correspondent en qualité et quantité à leur besoins nutritionnels. Les frayères et leur proximité sont donc propices au développement de la progéniture de grande Alose née cette année.

Cet aloson de 8 cm a été pêché accidentellement sur la Garonne le 11 août 2012. Son existence prouve que les conditions nécessaires à son développement y sont réunies.



Liste des sigles

RNFA : Réserve Naturelle de la Frayère d’Alose

PLAGEPOMI : PLAn de Gestion des Poissons Migrateurs

COGEPOMI : Comité de Gestion des Poissons Migrateurs

RNN : Réserve Naturelle Nationale

PK : Point Kilométrique

DCE : Directive Cadre sur l’Eau

Table des matières

Introduction	1
Contexte de l'étude.....	2
1- La Reserve Naturelle de la Frayère d'Alose (RNFA) et son association de gestion.....	2
2- Le secteur d'étude, au cœur du système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne.	4
3- La grande Alose (<i>Alosa alosa</i>)	7
3-1 Systématique	7
3-2 Indentification	7
3-3 Traits d'histoire de vie	8
3-4 Valeur patrimoniale	13
4- Etat des populations.....	14
Matériels et méthodes.....	18
1- Méthode de suivi de la migration et de la reproduction	18
1-1 Suivi de la migration à l'ascenseur de Golfech.....	18
1-2 Estimation des géniteurs sur les frayères en aval du barrage.....	19
2- Suivi des paramètres abiotiques qui influencent la migration et la reproduction.....	24
3- Suivi des débits et des hauteurs d'eau	25
4- Suivi de la qualité biologique de Garonne et de la ressource alimentaire des alosons	25
Résultats et discussion.....	31
1- Le stock de géniteurs pour la saison 2012.....	31
1-1 Les passages à l'ascenseur à poissons de Golfech.....	31
1-2 Les géniteurs estimés sur les frayères en aval du barrage.....	31
1-3 Estimation du nombre de géniteurs du bassin Garonne	36
2- Relation entre les résultats et les conditions abiotiques du milieu	36
3- Discussion des résultats de cette saison.....	38
4- Evolution des stocks	39
5- Qualité biologique du milieu et ressource alimentaire disponible pour les alosons.....	42
5-1 Détermination de la qualité biologique du milieu.....	42
5-2 Ressource alimentaire disponible pour les alosons.....	46
Conclusion.....	49
Bibliographie	
Liste des Figures et des Tableaux	
Annexes	

Introduction

La Garonne est le dernier fleuve européen à accueillir la totalité des grands migrateurs amphihalins : grande Alose (*Alosa alosa*) et Alose feinte (*Alosa falax*), Lamproie marine (*Petromyzon marinus*) et Lamproie fluviatile (*Lempetra fluviatilis*), Anguille européenne (*Anguilla anguilla*), Esturgeon européen (*Acipenser sturio*), Saumon Atlantique (*Salmo salar*) et Truite de mer (*Salmo trutta trutta*). Parmi elles, la grande Alose a une valeur patrimoniale et culturelle très forte notamment de par sa pêche ancestrale et ses qualités gustatives. De plus, elle était, il y a encore quelques années, une source de revenus importante pour les pêcheurs professionnels du fleuve et de l'estuaire. Les dégradations d'origines anthropiques subies par le fleuve (extraction de granulats, construction des barrages et de protection contre les inondations, pollutions chimiques entre autres), ajoutées à la surpêche, ont entraîné une chute vertigineuse des populations de grandes Aloses en Garonne. La Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose est en charge du suivi de sa reproduction. Elle travaille en collaboration étroite avec l'association MIGADO, notamment en charge de l'ascenseur à poissons de l'usine hydro-électrique de Golfech.

Le but de cette étude est d'évaluer le stock de géniteurs pour la saison 2012 en moyenne Garonne. Un suivi des frayères connues permet d'y comptabiliser un nombre d'accouplements à partir duquel un nombre de poissons pourra être estimé. Cette évaluation, additionner aux poissons ayant franchi le barrage, permet une comparaison des stocks années après années, la compréhension de la dynamique de la population ainsi que la prise de décisions primordiales à sa protection.

Pour cela, mon travail au sein de la réserve, a été de participer aux comptages nocturnes des accouplements, localement appelés « bulls », puis à l'interprétation et l'analyse des résultats obtenus. Une autre part de mon travail a été de mettre en œuvre un suivi du milieu tant physico-chimique que biologique et morphologique afin de mettre en relation les résultats avec les facteurs environnementaux et d'évaluer si le milieu est propice à la survie et au développement de tous les stades de l'espèce en moyenne Garonne, ceci dans le but de s'assurer de la pérennité de l'espèce.

En première partie de ce rapport sera présenté le contexte de l'étude (la structure d'accueil, la zone d'étude et l'espèce étudiée). Les techniques de suivi et d'interprétation des données, aussi bien en ce qui concerne la migration et la reproduction de grandes Aloses que de la qualité biologique du milieu, seront expliqués en seconde partie. Enfin, une dernière partie présentera les résultats obtenus et leur discussion.

Contexte de l'étude

1- La Reserve Naturelle de la Frayère d'Alose (RNFA) et son association de gestion

La RNFA, créée en 1981 par Décret Ministériel, se situe dans le Sud-Ouest de la France, plus précisément dans le département du Lot-et-Garonne, en région Aquitaine (Figure 1).

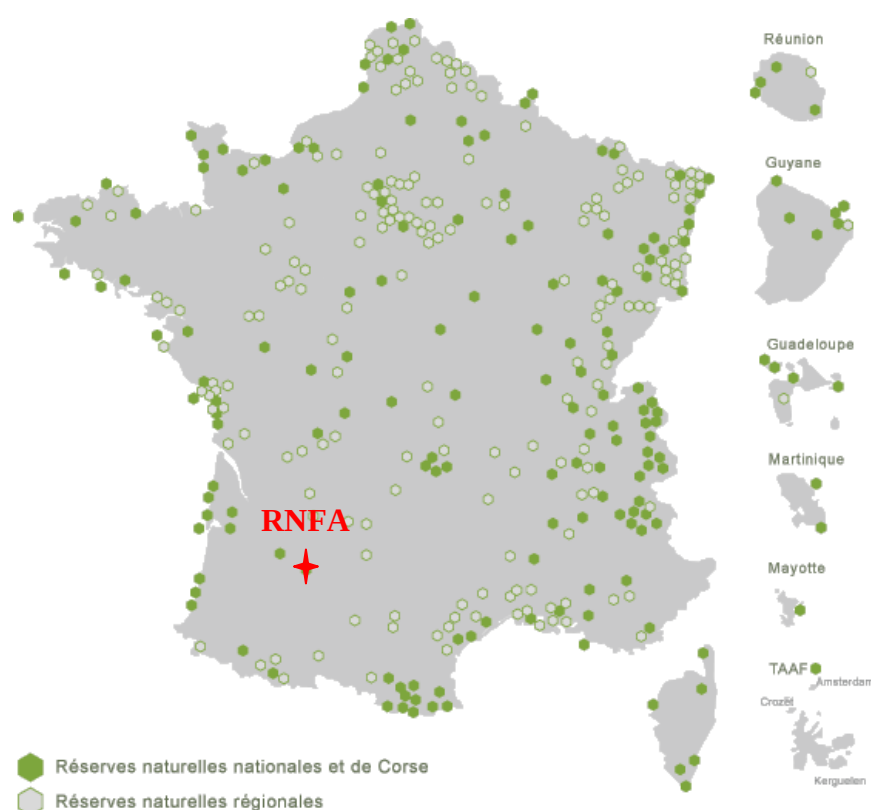


Figure 1: Localisation de la RNFA parmi toutes les RN de France ; source : <http://www.reserves-naturelles.org>

La réserve est située au sein de l'agglomération d'Agen, sur les communes d'Agen et du Passage d'Agen. Elle s'étend depuis le Point Kilométrique (PK) 18,270, situé entre le barrage de Beauregard et le pont de pierre (Figure 2) jusqu'au PK 20,580, matérialisé par le pont canal. La réserve ne concerne que le lit mouillé du fleuve (jusqu'à la hauteur de plein bord). Elle couvre au total un linéaire de fleuve de 2310 m pour une largeur de 205 m, soit une surface de 47.8 Ha sur le Domaine Public Fluvial (DPF). Ce tronçon, dont la pente est de 0.5 ‰, est totalement endigué. De plus, l'anthropisation du fleuve se fait aussi sentir de par les deux voies de circulation routière qui l'entourent et les trois ponts qui la traversent

(d'amont en aval : le pont de pierre, la passerelle piétonne et le pont canal). Au niveau de la passerelle d'Agen, l'altitude moyenne de la surface de l'eau est de 36.5 m NGF.

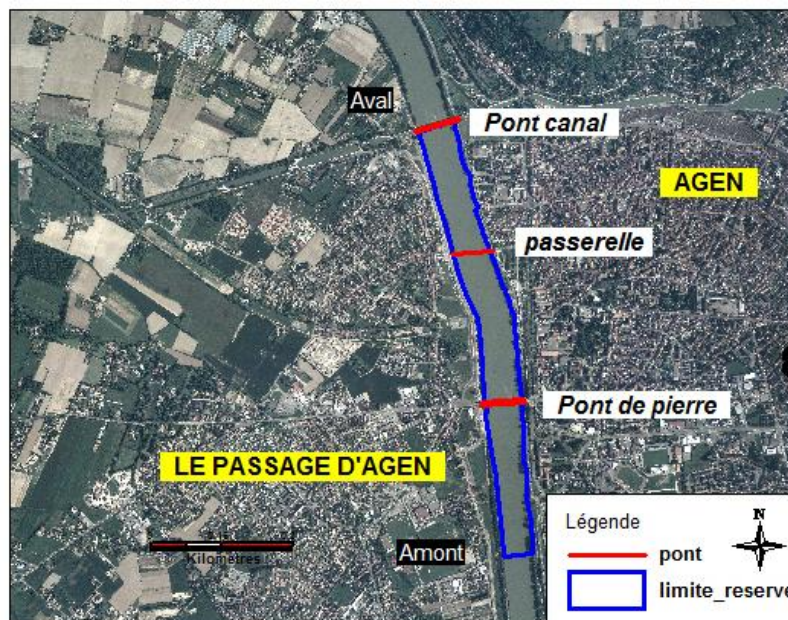


Figure 2: Localisation de la RNFA ; source : personnelle.

C'est la présence d'un obstacle infranchissable pour les grandes Aloses qui est à l'origine de la création de la RNFA. Il s'agit du seuil de Beauregard, situé à environ 1 km en amont de la réserve dont la présence entraînait l'existence d'une frayère forcée au sein de l'agglomération agenaïse. Sa caractéristique urbaine en faisait un site particulièrement sensible. C'est la raison pour laquelle le périmètre a été défini tel qu'il est. Toutefois, depuis 2005, la dégradation du barrage de Beauregard permet aux aloses en migration de franchir l'ouvrage. D'autres frayères plus en amont, jusqu'au barrage de Golfech (cf partie 2 : secteur d'étude), deviennent alors plus actives au détriment du site agenaïs.

Ce statut de territoire protégé permet d'appliquer une réglementation spéciale de la pêche sur le territoire de la réserve. En effet, la pêche en bateau et la pêche aux engins et aux filets sont strictement interdites, quelle que soit l'époque de l'année. La pêche à la ligne est interdite durant une courte période qui représentait autrefois le pic de la reproduction de l'aloise : du 1^{er} juin au 30 juillet sur un linéaire de 790 m situé sur la partie amont de la réserve, entre le pont de pierre (PK 19.060) et le PK 18.270.

Une convention permet au Préfet de département d'en déléguer la gestion à une association. Celle-ci a été créée en 1986 grâce aux efforts communs de la Fédération

Départementale de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Lot-et-Garonne (FDAAPPMA 47) et de la SEPANLOG (Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le LOt et Garonne). Elle se compose de 10 membres actifs :

- 4 membres de la SEPANLOG et 4 membres de la FDAAPPMA 47 ;
- les maires des communes d'Agen et du Passage d'Agen.

Elle est présidée alternativement par un des membres de la fédération de pêche ou un de ceux de la SEPANLOG. Cette année, jusqu'au 15 juillet, c'était Mr. Alain Dal Molin, responsable de la gestion de la Réserve Naturelle Nationale de l'étang de la Mazière (Villeton, 47), et membre de la SEPANLOG qui assurait ce poste. Mr Molinié, président de la FDAAPPMA 47 lui a ensuite succédé. Une seule salariée : Mlle Christelle Pezet, chargée de mission, gère l'association et encadre les stagiaires. Les actions sont soumises à l'approbation d'un comité de gestion, composé de 19 membres et présidé par le Préfet de département.

L'association travaille chaque année en collaboration avec l'association Migrateurs Garonne-Dordogne (MIGADO) à l'estimation des stocks de géniteurs de grandes Aloses en moyenne Garonne, par le suivi scientifique de l'activité de reproduction sur les frayères lot-et-garonnaises. De plus, pour les besoins de l'étude, la Réserve Naturelle Nationale de l'Etang de la Mazière met à disposition de la RNFA une de ses salariés. Il s'agit d'Elsa Magoga, chargée de mission « écosystèmes aquatiques », qui participe aux comptages nocturnes et effectue aussi des inventaires faune/flore au sein de la réserve notamment sur les herbiers aquatiques et les odonates.

2- Le secteur d'étude, au cœur du système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne.

La Garonne et la Dordogne sont deux des principaux cours d'eau qui coulent dans la région du Sud-Ouest de la France (Cf. Figure 3). Avec ses 575 km de long, la Garonne est le plus court des fleuves français. Elle prend sa source dans les Pyrénées espagnoles, en val d'Aran. Couplée à la Dordogne, la Garonne forme l'estuaire de la Gironde, le plus grand d'Europe avec 75 km de long pour une surface de 635 km². Ces deux corridors fluviaux accueillent de nombreuses espèces de poissons migrateurs et notamment la grande Alose lors de sa migration et de sa reproduction.



Figure 3: Le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne ; source : RNFA

La zone d'étude (identifiée par un trait rouge sur la Figure 3) se situe au sein de ce système, sur le secteur moyen du fleuve Garonne, qui s'étend de Toulouse à la Réole. Celle-ci est comprise entre le complexe hydroélectrique de Malause/Golfech en amont et la confluence Lot/Garonne en aval. Le linéaire couvert est de 60 km. La localisation précise des frayères de grandes Aloses sera présentée plus tard en partie 1.2.1 du matériel et méthode.

En Garonne, des obstacles se dressent très vite sur la route de l'Alose vraie. En effet, deux barrages freinent le déplacement des individus. Il s'agit tout d'abord du seuil de Beauregard situé à Agen, déjà cité précédemment, puis du barrage de l'usine hydroélectrique de Golfech.

Le barrage de Beauregard (Figure 4), ouvrage à aiguilles mobiles construit en 1847 était, quant à lui, destiné à l'alimentation en eau du canal latéral à la Garonne. Une deuxième prise d'eau plus en aval, à Brax, a entraîné l'abandon de l'utilisation de ce seuil en 1967. Dès lors, il tombe peu à peu en ruine, l'Etat s'étant totalement désengagé de son entretien. Du fait de plusieurs brèches qui se sont ouvertes sur l'édifice, il est aujourd'hui franchissable par les aloses. Selon le débit, ces brèches restent cependant plus ou moins attractives, ce qui est susceptible de causer des retards dans la migration.



Figure 4: Vestige du barrage de Beauregard lors de l'étiage ; source personnelle.

Le barrage hydro-electrique de Golfech, situé sur un bras parallèle à la Garonne, complète aux heures de pointes, la production électrique d'une centrale nucléaire. Depuis 1987, il est équipé d'un ascenseur à poissons (Cf. Figure 5) qui semble efficace pour le franchissement de la grande Alose. Toutefois, il n'est pas mis en marche lors des forts débits, afin de le préserver de tous dommages. Dans ce cas, les aloses patientent au pied du barrage que l'ascenseur puisse à nouveau fonctionner. Celles qui ne parviennent pas à franchir l'ouvrage ou qui sont sexuellement matures avant leur arrivée à hauteur de Golfech fraient en aval de celui-ci.

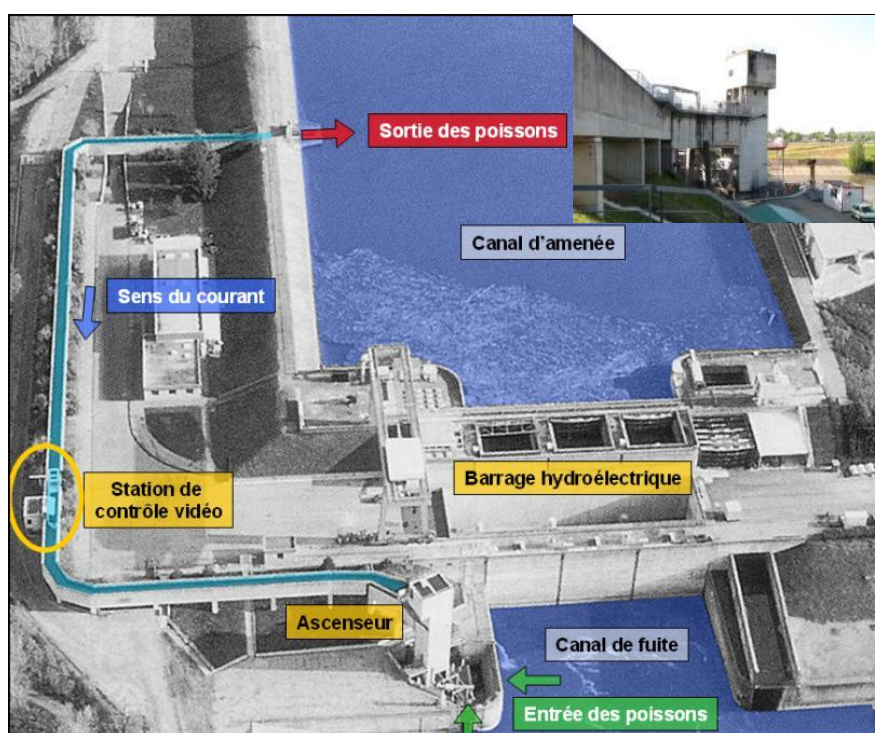


Figure 5: Schéma de principe de l'ascenseur à poissons du barrage de Golfech ; source : RNFA.

3- La grande Alose (*Alosa alosa*)

3-1 Systematique

Aussi appelée Alose vraie et poisson d'argent, la grande Alose appartient à la même famille que les harengs ou les sardines ; celle des clupeidés. Deux espèces du genre *Alosa* existent en Garonne : la grande Alose (*Alosa alosa*) et l'Alose feinte (*Alosa fallax*), de nom local « gatte ». Cependant, elles ne cohabitent que de façon exceptionnelle sur les frayères de Garonne. En effet, l'Alose feinte se reproduit en partie basse du fleuve et ne remonte pas plus haut que La Réole. Toutefois, si la grande Alose devait se trouver contrainte de frayer en partie inférieure du fleuve, une hybridation serait possible entre ces deux espèces, engendrant des individus hybrides fertiles.

Règne :	animal
Embranchement :	chordés
Sous embranchement :	vertébrés
Classe :	osteichthyens
Sous classe :	néoptérygiens
Ordre :	clupeiformes
Famille :	clupéidés
Genre :	<i>Alosa</i>
Espèce :	<i>alosa</i>

3-2 Indentification

La grande Alose présente un corps fusiforme, sans ligne latérale ni barbillons ni dents qui sont remplacées par des branchiospines. Son dos est verdâtre à violet et ses flancs blancs argentés (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981) (Figure 6).



Figure 6: Une grande Alose;
source: RNFA

Elle ne peut se confondre avec l'Alose feinte qu'au stade juvénile. Au stade adulte, elle est reconnaissable par sa taille généralement plus importante. De plus, une des caractéristiques de l'espèce réside dans l'existence d'un point noir situé derrière l'opercule. La plupart du temps, il est unique mais le nombre peut aller jusqu'à trois. La gatte, elle, en a sept. Le critère déterminant reste toutefois le nombre de branchiospines. La grande Alose en possède un nombre supérieur à 90 alors que l'Alose feinte en possède moins de 60 (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981).

➤ **Biométrie** (d'après Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981)) :

Théoriquement, les mâles mesurent jusqu'à 50 cm pour 1.5 kg. Les femelles sont plus grandes et peuvent atteindre 80 cm pour 3.5 kg. Lors de la migration en eau douce, les ovocytes qu'elles portent les rendent bien plus massives que les mâles. En moyenne Garonne, l'étude de Cassou-Leins et Cassou-Leins (1981) a permis de définir des mensurations moyennes de $43.15 \text{ cm} \pm 2.96 \text{ cm}$ pour les mâles et $49.59 \text{ cm} \pm 2.89 \text{ cm}$ pour les femelles. Les œufs mesurent environ 1 mm. A leur éclosion, les larves vésiculées mesurent en moyenne 7 mm. Elles deviennent des alosons quand elles mesurent plus de 2 cm et que leur poche vitelline est totalement résorbée. A leur arrivée dans l'océan, les alosons mesurent une dizaine de centimètres.

3-3 Traits d'histoire de vie

La grande Alose est un poisson migrateur amphihalín. L'accomplissement de son cycle biologique nécessite son déplacement entre le milieu marin et le milieu fluvial (Figure 7). Elle vit dans l'océan Atlantique, à la limite du plateau continental, face à son estuaire d'origine et remonte le fleuve pour se reproduire en moyenne Garonne. On parle d'espèce potamotouque ou anadrome.

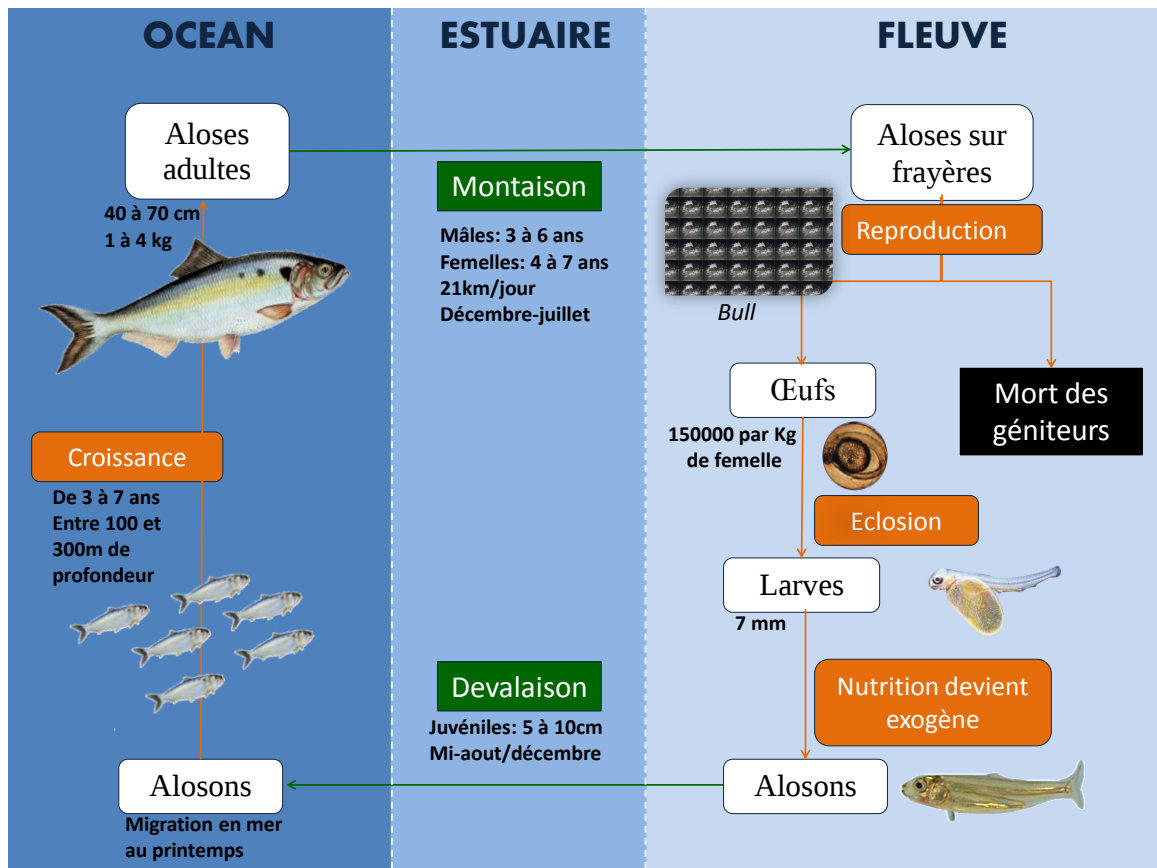


Figure 7: Cycle de vie de la grande alose: un poisson amphihalin ; source : RNFA

3-3-1 La migration génésique

Un phénomène de « homing » est généralement admis chez l'espèce (Bagliniere et al 2000). Il se manifesterait plutôt, en l'état actuel des connaissances, à l'échelle du bassin hydrographique (Alexandrino et Boisneau, 2000 in Chansseau et al, 2005).

Les géniteurs d'*Alosa alosa* effectuent leur migration de reproduction à travers l'estuaire de la Gironde entre avril et juin. 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 (C.N.EX.O, 1977 in Rochard, 2001). S'il survient un refroidissement, on peut supposer que l'entrée des aloses dans l'estuaire est freinée voire stoppée (Rochard, 2001). En effet, Rochard (2001) en accord avec les travaux de Mennesson-Boisneau et al (2000), affirme qu'une température de 11°C au minimum semble nécessaire à l'action de migration.

Les femelles migrent à partir de 4 à 7 ans, les mâles à partir de 3 à 6 ans. D'après Taverny (1991, in Rochard (2001), 95 % des individus n'effectuent ce trajet qu'une seule fois.

Leur migration depuis l'estuaire vers la Garonne débute au mois de mars/avril (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981)) et se poursuit par vague jusqu'en fin juin voire fin juillet (Anonyme, 1978 ; Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981 in Rochard, 2001). Elle s'effectue en bancs.

Le début de la migration serait favorisé par une baisse du débit de la rivière (Bellariva, 1993). Une fois dans l'estuaire de la Gironde, les aloses choisissent entre Garonne et Dordogne. Leur décision semble là encore influencée par les débits (Bellariva, 1993). Leur séjour dans l'estuaire durera environ deux semaines pendant lesquelles elles vont s'habituer au changement de salinité. La vitesse de migration est estimée par Rochard (2001) entre 17 et 23 km/j, mais elle est cependant très variable dans l'espace et le temps. Si la Garonne demeure l'axe migratoire principal pour l'espèce, les différences historiques entre les deux cours d'eau ont tendance à s'atténuer. Ces dernières années, 55% des individus en moyenne remontent en Garonne et 45% sur la Dordogne. Aucune véritable explication n'a aujourd'hui été apportée à ce phénomène (PLAGEPOMI 2008/2012).

Si elles parviennent à franchir le barrage de Golfech (grâce à l'ascenseur à poissons), elles peuvent ensuite choisir entre Tarn et Aveyron (Bellariva, 1993).

La migration fluviale est principalement influencée par la température de l'eau mais aussi par le débit et la turbidité. En effet, un rafraîchissement et/ou une brusque augmentation du débit (arrivée d'eau chargée en matière organique) sont deux facteurs limitant pour la migration de l'aloise (J.L Baglinière et P.Elle, 2000)). Les conditions optimales de la migration seraient des températures de l'eau comprises entre 15 et 19°C (avec un minimum de 11°C et un maximum de 22°C) et la gamme de débit favorable se situerait entre 50 et 600 m³/s.

3-3-2 La reproduction

Plusieurs facteurs influenceraient la reproduction chez *Alosa alosa*. Comme pour la migration, il s'agit principalement de la température de l'eau et du débit.

La température jouerait sur la phase finale de la maturation des ovocytes. Le déclenchement de la reproduction se ferait à une température de l'eau comprise entre 16 et 18°C. Les conditions optimums de température se situeraient entre 16 et 22°C. Une diminution de la température semble entraîner une diminution de la reproduction. Par contre, une augmentation de celle-ci n'a pas d'effets particuliers (Bellariva, 1993).

Le débit semble aussi jouer sur la ponte. Celle-ci se déclencherait pour des débits de 300 à 350 m³/s au maximum. Une crue stoppe momentanément la reproduction à cause du refroidissement des eaux et de leur turbidité. Par contre, des variations faibles du débit n'ont aucun effet sur l'activité de ponte (Bellariva, 1993).

La reproduction serait déclenchée par une baisse de la pression atmosphérique. Plus la pression augmenterait, plus l'activité augmenterait. Toute variation, qu'elle soit négative ou positive entrainerait une modification de celle-ci.

La période de fraie durerait de trois semaines à un mois. La ponte a lieu durant la nuit. Environ 150 000 œufs sont pondus par kg de femelle et par saison. Selon Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981, 7 à 10 pontes seraient nécessaires par femelle pour cela. Cependant, une étude plus récente de MIGADO à montré que ce chiffre était plutôt compris entre 8 et 12 (Migado, comm.pers).

La reproduction se divise en trois séquences :

- à partir de 22h : **regroupement des géniteurs sur la frayère**; formation des couples et reconnaissance des sites de pontes.
- de 23 h à 3 h : **ponte active** ; les deux poissons se mettent côte à côte et tournent bruyamment en formant de grands cercles (en général dans le sens des aiguilles d'une montre) et des éclaboussures bruyantes. C'est le battement de la nageoire caudale qui les maintient à moitié émergés (Cf. Figure 8). Ce phénomène est appelé « bull » (mot provenant de la traduction occitane du mot bouillonnement). Un bull dure 4 à 7 secondes, durée qui semble suffisante pour l'expulsion de tous les ovules mûrs. Un pic à lieu durant la nuit. Il est théoriquement situé entre 1h et 3h mais vari selon la période. (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981).



Figure 8 : Un bull ; source : RNFA

- de 3h jusqu'au levé du jour, (environ 5h) : post ponte ; en fin de nuit, la reproduction s'arrête mais les aloses sont toujours présentes. Au levé du jour, elles quittent le site jusqu'au lendemain soir (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981).

L'acte de reproduction ayant lieu en surface, les œufs sont flottants quelques instants puis tombent dans le substrat de la frayère (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981) qui doit être composé d'éléments grossiers : gravier, galets, cailloux et blocs (Peguin, 1997).

Une frayère typique de grande Alose est constituée de deux zones (Peguin, 1997) (Cf. Figure 9) :

- à l'**amont**, une mouille ou plat courant d'une profondeur de 1m à 1m60. La vitesse du courant y est d'environ 1 m/s. C'est le lieu de la fécondation des œufs qui a lieu lors du « bull » ;
- a l'**aval**, une zone peu profonde de radier courant (0.5 à 1.5 m de profondeur et vitesses de courant de 2 m/s) où les œufs se déposent dans les interstices des galets. L'incubation va y durer quatre vingt huit degrés jours (environ une semaine selon la température de l'eau).

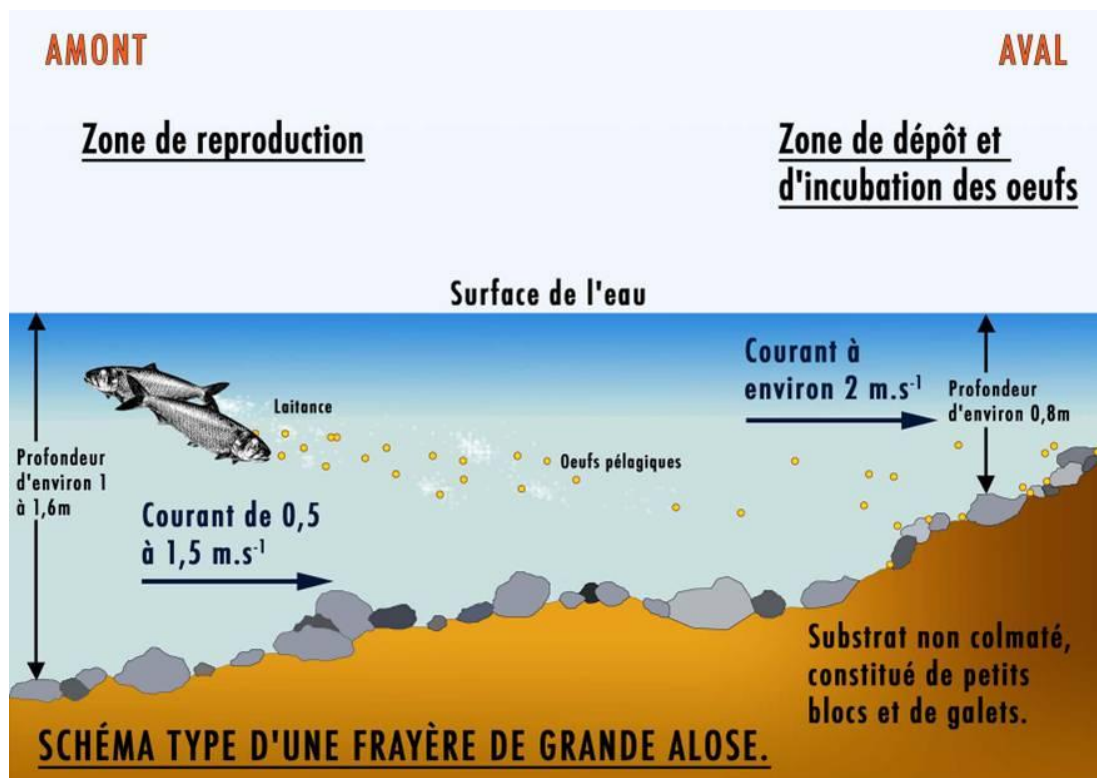


Figure 9: Typologie d'une frayère de Grande Alose. Source : RNFA d'après Cassou-Leins et Cassou-Leins (1981)

Les frayères dites « forcées » par la présence d'un obstacle à l'amont, peuvent ne pas présenter exactement la typologie ci-dessus. Il est alors probable que toutes les conditions ne soient pas réunies pour la survie et le bon développement des œufs puis des larves.

Une fois leur reproduction terminée, les aloses meurent d'épuisement. En effet, elles ne s'alimentent plus depuis leur entrée en eau douce (J.L Baglinière et P.Elle, 2000 ; Bellariva, 1993) et l'effort de l'accouplement finit de les éreinter. Seules de rares exceptions parviennent à faire le voyage retour mais, de toute façon, elles ne se reproduiront plus jamais (Bellariva, 1993).

3-4 Valeur patrimoniale

La grande Alose représente un des patrimoines culturels fort de la région du Sud-Ouest de la France. C'est un poisson très recherché pour sa chair savoureuse et sa pêche traditionnelle et sportive de loisir. En Lot-et-Garonne tout spécialement, elle fait l'objet d'un véritable engouement tout comme la Palombe à l'automne. Pour preuve, cette citation de J.L. Guidez en 2000, dans son ouvrage Quand passent les Aloses. Quand passent les palombes : « Le poisson d'argent est à la pêche lot-et-garonnaise, ce que l'oiseau bleu est à la chasse. L'aloise au printemps, comme la palombe à l'automne, déclenchent les mêmes passions pétrées de coutumes ancestrales ». Elle représente aussi une source de revenu pour les pêcheurs professionnels en eau douce et principalement dans l'estuaire de la Gironde. Traditionnellement, les « aloseurs » pêchent le fameux poisson d'argent avec différentes techniques et différents engins: le coul ou tréoul, le filet tournant ou barro, la coulette, la senne et le trémail. De nos jours, les pêcheurs sportifs y préfèrent la cuiller ou la mouche (Figure 10).

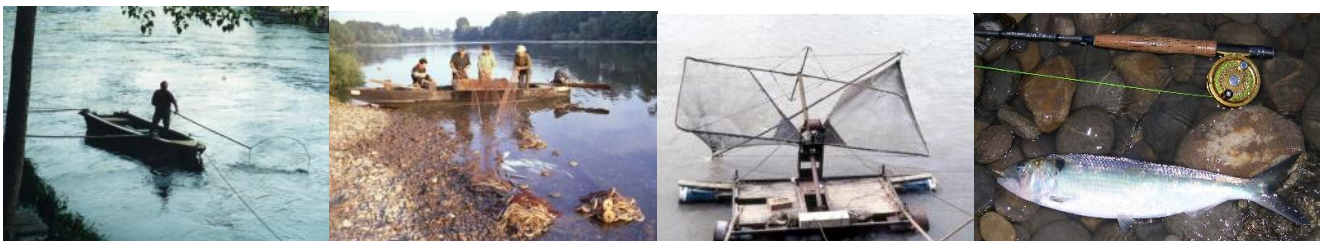


Figure 10 : Divers modes de pêches utilisés en Garonne pour capturer la grande Alose : de gauche à droite : le coul, le filet, le barro et la mouche; source : RNFA

4- Etat des populations

Les bassins français de la façade atlantique qui accueillent les aloses (les deux espèces confondues) à un niveau plus ou moins fort sont la Vilaine, la Loire, la Charente, le système Gironde-Garonne-Dordogne, et l'Adour (Figure 11).

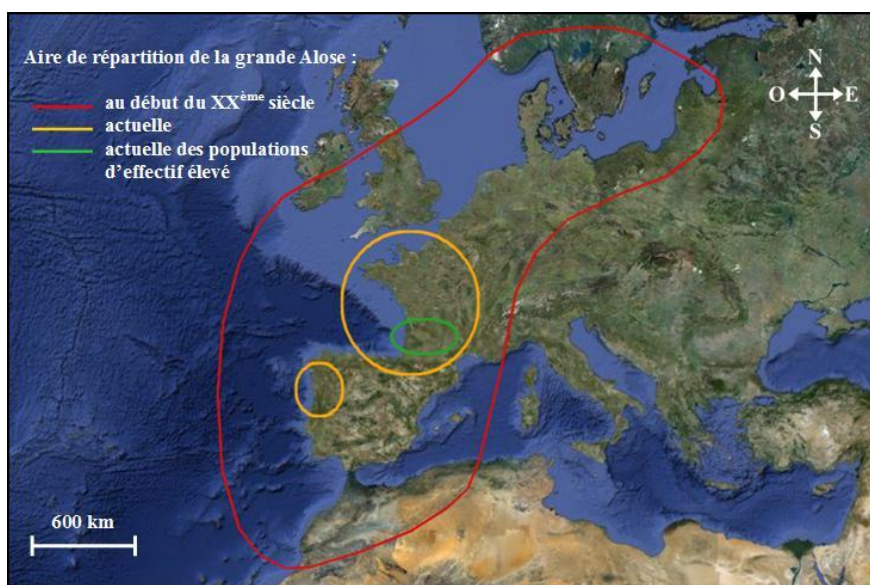


Figure 11: Evolution temporelle de la répartition géographique d'*Alosa alosa* ; source : RNFA

Le bassin Garonne-Dordogne est considéré comme l'un des derniers où les effectifs de grande Alose sont encore importants (Taverny, 1991 in Lambert 2001). Pourtant, selon le PLAGEPOMI 2008/2012, ils ont atteints, ces dernières années, un seuil dit très préoccupant. La raréfaction des aloses est relativement récente. Elle est principalement due à la pêche, au blocage des routes migratoires et la destruction, d'origine anthropique, des habitats de reproduction notamment par l'exploitation de gravières en lit mineur et l'endiguement par exemple.

Les barrages de Mauzac (construit en 1840) et Tuilières (construit en 1908) sur la Dordogne ainsi que celui de Golfech (construit en 1971) sur la Garonne bloquent la remontée des aloses dans le bassin. La construction d'ascenseurs à la fin des années 80 (Golfech et Tuilières) a permis la remontée plus en amont. Actuellement, les frayères sont situées à moins de 160 km de la confluence sur la Dordogne et 300 km sur la Garonne. En moyenne, sur la période 1987-2004, 480 000 individus (min. 270 000 - max. 727 000) remontent chaque année sur le système Gironde-Garonne-Dordogne (PLAGEPOMI 2008/2012).

Cette évaluation est calculée en sommant les captures par la pêche, les nombres de géniteurs recensés sur les frayères en aval des premiers obstacles et les nombres de passages sur les premiers dispositifs de franchissement.

Après 10 années d'alternance de bons et moins bons résultats, la situation se dégrade de manière régulière depuis 1996. Le stock reproducteur, estimé par suivi sur les frayères, présente de fortes variations, avec une augmentation rapide et importante au début des années 1990 puis une diminution forte, pour atteindre un minimum en 2007, d'après le PLAGEPOMI 2008/2012 (en réalité, le nombre de géniteurs migrants en moyenne Garonne a été encore plus faible en 2008 avec 8000 reproducteurs estimés sur le bassin).

Jusqu'en 2008, la pêche professionnelle avait un intérêt socio-économique indéniable. Sur la période 1980-1995, la quantité pêchée annuellement variait de 500 t à 600 t pour une valeur de 6 à 8 millions de francs (Castelnaud et al, 2001 in Lambert 2001). La pêche est donc un facteur important de perturbation pour cette espèce. Depuis 2008, un moratoire interdit la pêche de l'Alose en Garonne et en Dordogne. Cette décision est primordiale pour la survie de l'espèce dans le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne. Parmi les différentes catégories de pêcheurs recherchant l'Alose vraie, on comptait en 2007 environ 130 pêcheurs professionnels estuariens et fluviaux et 151 pêcheurs amateurs au filet dérivant. A noter que parmi le millier de pêcheurs au carrelet répartis sur le bassin, certains sont également susceptibles de contribuer à l'exploitation de la ressource.

Les captures étaient de l'ordre de 250 000 à 350 000 individus par année pour la période 1987-2003, ces captures étant relativement stables (min. 221 000 en 1993 ; max. 358 000 en 1987). Le taux d'exploitation par la pêche professionnelle et les amateurs aux engins sur la période 1993-2003, pour laquelle les données sont les plus fiables, peut être estimé en moyenne à 55,8% (min: 44,7% ; max. : 67,3%) et il est relativement stable au cours de la période. Les données concernant les captures à la ligne sont plus parcellaires, une évaluation réalisée en 2005 sur la Dordogne estime les prises à environ 3 000 individus, soit environ 1% du stock total. Il est probable que les niveaux de capture soient sensiblement supérieurs sur l'axe Garonne. Depuis 2003, les captures n'ont pas diminué notamment dans l'estuaire où elles ont atteint leur maximum en 2007 avec 92.6 % de la population migrante du bassin Gironde-Garonne-Dordogne. Compte tenu du niveau de renouvellement de la population (en moyenne 1,6), le taux d'exploitation n'apparaissait plus compatible avec une gestion durable de la grande Alose. Un moratoire a donc été prononcé par le COGEPOMI (COmité de GEstion pour les POissons MIGrateurs) afin de contribuer à la restauration du stock (PLAGEPOMI 2008/2012). Ce moratoire est évalué et peut être reconduit chaque année sur

une période de 5 ans. Il s'applique à l'ensemble du bassin Gironde-Garonne-Dordogne ainsi qu'aux zones maritimes côtières à proximité. L'ensemble des catégories de pêcheurs est concerné. Toute pêche de la grande Alose est donc interdite toute l'année. De même, afin de minimiser au maximum les captures accidentelles, seuls les filets ne devant pas dépasser 45 mm de côté de maille demeurent autorisés pour la pêche de la Lamproie marine et de l'Alose feinte. La pêche de nuit de l'Alose feinte est interdite et aucun filet n'est autorisé après le 15 mai. Un suivi spécifique des captures accidentelles des grandes Aloses est mis en place.

S'ajoutant à la réglementation de la pêche, la grande Alose bénéficie de plusieurs statuts de protection de par sa valeur patrimoniale et la situation critique de ses populations. Elle est inscrite sur les listes suivantes :

➤ **A l'échelle mondiale :**

- **Annexe III de la Convention de Barcelone** : liste des espèces dont l'exploitation est réglementée ;
- **annexe III de la Convention de Berne** (19/09/1979): espèce de faune protégée, dont l'exploitation est réglementée ;
- **annexe V de la Convention OSPAR** (22/09/1992): convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est ;
- **liste rouge des espèces menacées de l'IUCN** : espèce pouvant être considérée comme en danger, ou vulnérable ou rare mais dont le manque d'information ne permet pas de confirmer ce statut.

➤ **A l'échelle européenne:**

- **Annexe II-a de la directive habitats faune flore** (21/05/1992) : espèce animale d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de ZSC (Zone Spéciale de Conservation) ;
- **annexe V-a de la même convention** : espèce animale d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

➤ **A l'échelle nationale :**

- **Arrêté du 8 décembre 1988** fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national ;
- **classement en tant qu' « espèce vulnérable » par l'IUCN France** : en forte régression du fait de facteurs extérieurs défavorables (surexploitation, destruction d'habitats, de frayère, d'obstacle à la migration, dégradation de la qualité de l'eau). Espèces susceptibles de devenir en danger si les facteurs responsables de leur vulnérabilité continuent d'agir.

De plus, sa présence, combinée à celle des 7 autres espèces de poissons grands migrateurs, a motivé la protection de l'axe Garonne à travers :

- **Un arrêté de protection de biotope** en Garonne lot-et-Garonnaise (PLAGEPOMI 2008/2012) motivé par la présence des huit espèces de grands migrateurs amphihalins ;
- **un classement en site Natura 2000** de la Garonne lot-et-garonnaise (PLAGEPOMI 2008/212) motivés notamment par l'inscription de la grande Alose dans l'Annexe II-a de la directive habitat-faune-flore ;
- **un classement en tant qu'Axe bleu du SDAGE Adour-Garonne** : des programmes de restauration doivent être poursuivis et engagés notamment l'équipement des obstacles, l'amélioration des habitats (débits minimums, qualité de l'eau, localisation et suivis des frayères), le suivi de la population et la gestion piscicole des stocks.

Matériels et méthodes

1- Méthode de suivi de la migration et de la reproduction

Le but du suivi est d'estimer un nombre de géniteurs de grande Alose présents cette saison en moyenne Garonne.

1-1 Suivi de la migration à l'ascenseur de Golfech

Il est effectué par l'association MIGADO, qui s'occupe également du suivi et de la gestion de plusieurs espèces de poissons migrateurs sur les systèmes fluviaux Garonne et Dordogne (suivi de la population d'anguille, programme de repeuplement en Saumon atlantique et en Esturgeon européen par exemple ...).

Le comptage des aloses franchissant le barrage permet d'évaluer le nombre de géniteurs migrant en amont de celui-ci. Ces derniers se reproduiraient alors sur les frayères de Garonne situées entre Golfech et Toulouse ou sur celles de ses affluents : le Tarn et l'Aveyron.

Le dénombrement s'effectue grâce à un enregistrement vidéo des passages de poissons derrière la vitre de la station de contrôle (Figure 12). Les enregistrements sont ensuite dépouillés. Les fichiers de dépouillement comportent la totalité des espèces de poissons qui utilisent l'ascenseur à poissons, mais seuls les passages de grandes Aloses nous intéressent ici.



Figure 12: Station de comptage des passages à l'ascenseur. A gauche : la caméra pointée sur la vitre, à droite : l'ordinateur enregistreur de données ; source : J.Ollitraut

1-2 Estimation des géniteurs sur les frayères en aval du barrage

Le nombre de géniteurs se reproduisant en moyenne Garonne entre Aiguillon et Golfech est estimé tout d'abord par frayère puis pour toute la zone d'étude grâce aux comptages des bulls et à des extrapolations par nuit puis par saison.

Des mesures physico-chimiques quotidiennes permettent de prévoir le début des sorties de comptage. En effet, celles-ci commencent à partir d'une température de l'eau supérieure à 15 °C. Les sorties sont effectuées quand les conditions météorologique et hydrométrique sont favorables afin d'adapter l'effort de comptage. Par exemple, une pluie continue et abondante annule une sortie, de même qu'une forte crue, car les aloses sont gênées dans leur activité (à cause de la diminution de la température, de l'augmentation des débits et de la turbidité).

1-2-1 Nombre de géniteurs par frayère

En moyenne Garonne, depuis Golfech (en amont) jusqu'à Aiguillon (en aval), neuf frayères connues sont suivies. (Cf. Figure 13). D'amont en aval, il s'agit des frayères de : Canal de fuite de l'usine hydroélectrique de Golfech, Lamagistère, Saint-Sixte, Saint-Nicolas, Sauveterre-Saint-Denis, Saint-Pierre-de-Gaubert, Agen, Serignac-sur-Garonne et Aiguillon. Cette dernière se situe sur la rivière Lot, en aval du premier barrage rencontré par les migrateurs lors de la remontée de cet axe.

Les frayères situées les plus en amont de la zone d'étude c'est-à-dire Canal de fuite de Golfech, Lamagistère et Saint-Sixte sont suivies par l'association MIGADO. Les autres frayères, ainsi que, ponctuellement, celles de Saint-Sixte, sont suivies par l'association pour la gestion de la RNFA.

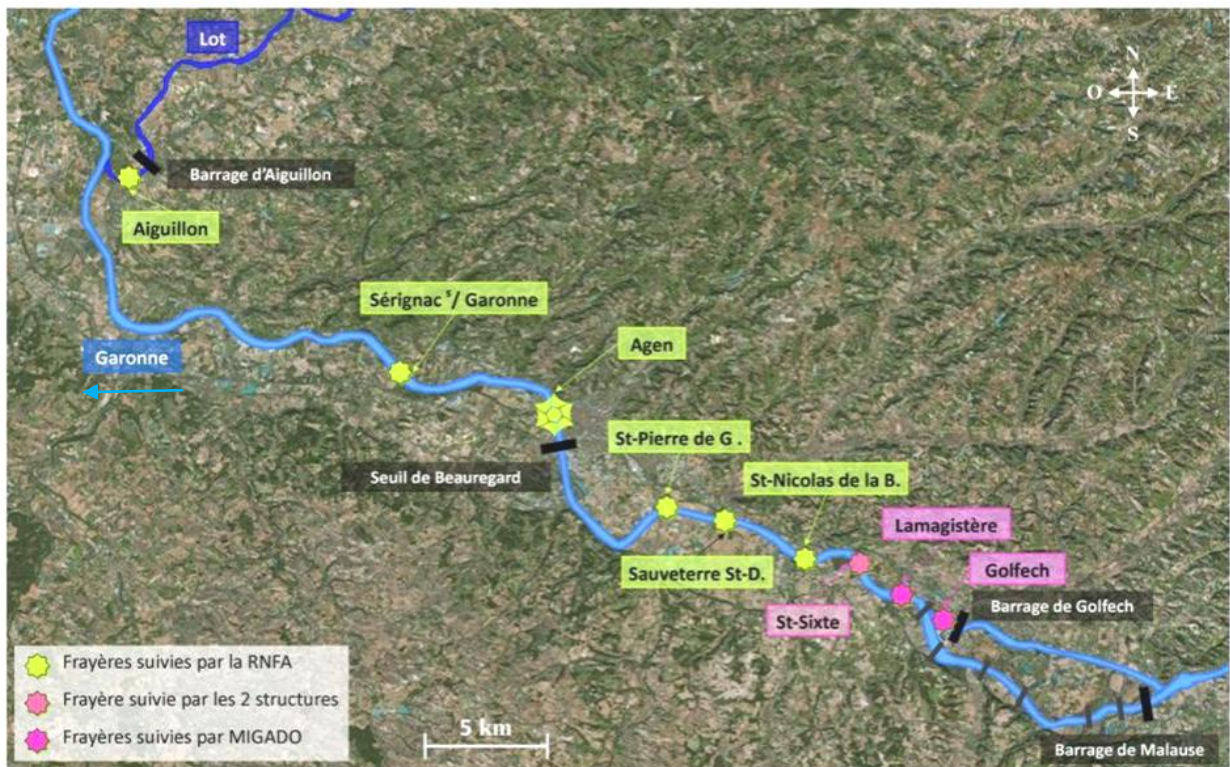


Figure 13: Cartographie des frayères de grandes Aloses sur la zone d'étude ; source : RNFA.

❖ Comptage des bulls

Les comptages de bulls ont lieu par binôme (un stagiaire est toujours accompagné d'une salariée par mesure de sécurité). Deux binômes sortent durant les nuits du lundi au jeudi. Pour ce qui est des nuits de week-end, un seul binôme sort les nuits du vendredi au samedi et du dimanche au lundi.

Les prospecteurs s'installent sur la berge, un compteur manuel et un chronomètre en main (Figure 14). Le nombre de bulls entendus et/ou vus est comptabilisé par intervalle de temps d' ¼ d'heure. Une fiche de terrain est remplie pour chaque frayère suivie pendant la nuit. (Annexe 1).



Figure 14: Matériel fourni pour les sorties de nuit : phare, lampe frontale, bombe lacrymogène, téléphone portable, compteur manuel. ; Source : personnelle.

❖ Extrapolations des données acquises

Des données sont ainsi acquises pour un certain nombre de $\frac{1}{4}$ d'heures dans la nuit. Une extrapolation est donc effectuée pour estimer un nombre total de bulls par nuit. De plus, toutes les frayères n'étant pas prospectées quotidiennement, les données des nuits non sorties sont aussi obtenues par extrapolation.

• Nuits incomplètes

Les pontes ont lieu entre minuit et 5h du matin mais l'intensité de l'activité n'est pas égale au cours de la nuit. Cassou-Leins et Cassou-Leins, ont établi une courbe gaussienne de la répartition des bulls dans la nuit. Chaque $\frac{1}{4}$ d'heure est pondéré, c'est-à-dire qu'il lui est associé un pourcentage représentant son importance en terme d'intensité de ponte dans la nuit (Cf. Figure 15). A partir de ces pourcentages, si le nombre de bulls est connu sur au moins quart d'heure, il est possible de retrouver le nombre total de bulls de la nuit sur la frayère par simple proportionnalité, une nuit complète correspondant à 100%.

Théoriquement, un pic d'intensité des pontes se manifeste entre 1h et 3h du matin (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1981). Ponctuellement, le suivi s'effectue sur une nuit entière afin de déterminer le pic réel d'intensité des pontes et ainsi obtenir une courbe de répartition qui correspond à la saison en cours. De plus, ces sorties permettent de déterminer si le pic se déplace au cours de l'avancement de la saison.

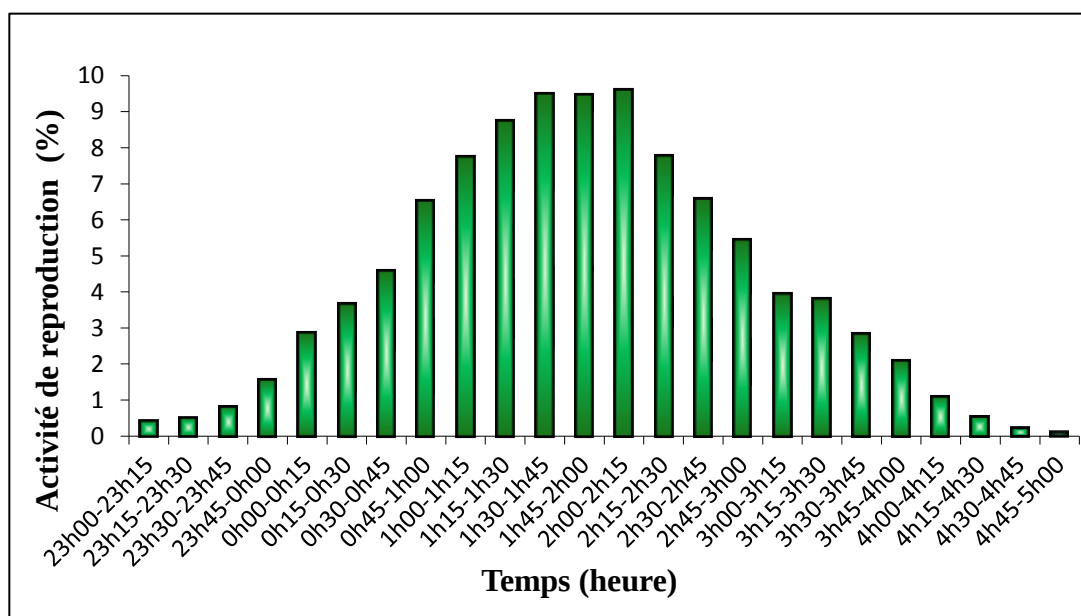


Figure 15: Courbe de Cassou-Leins et Cassou-Leins de la répartition de l'activité de ponte au cours de la nuit

Pour le comptage, les $\frac{1}{4}$ d'heures privilégiés sont ceux au cours desquels l'activité de ponte est supposée la plus forte. Au début de la saison, c'est la courbe Cassou-Leins et Cassou-Leins qui guide le choix des heures de sortie. Au fur et à mesure que la saison avance, ce sont les observations faites qui sont utilisées comme bases.

Comme il a été expliqué précédemment, une nuit complète peut être reconstituée par extrapolation des données acquises en suivant la courbe, donnant alors un nombre total de bulls pour cette nuit-là.

Par exemple, durant la nuit du 19 mai 2012, sur la frayère de Saint Nicolas, 21 bulls ont été comptés sur une période qui représente 64.59 % du total de la nuit (de 1h15 à 3h30). Après extrapolation, il apparaît que 36 bulls auraient put être comptés sur l'ensemble de la période de 00h à 5h du matin (Tableau 1).

Tableau 1: Exemple d'extrapolation des quarts d'heures de la nuit du 19/05/2012 sur la frayère de Saint-Nicolas.

Heures	Nombre de bulls comptabilisées	Pourcentage de Cassou-Leins associés
01:15 - 01:30	0	8,71
01:30 - 01:45	0	9,46
01:45 - 02:00	1	9,44
02:00 - 02:15	0	9,57
02:15 - 02:30	4	7,75
02:30 - 02:45	2	6,55
02:45 - 03:00	8	5,41
03:00 - 03:15	3	3,92
03:15 - 03:30	3	3,78
Total de la période comptabilisée	21	64,59
Total de la nuit	36	100

Lors des extrapolations finales, les pourcentages Cassou-Leins sont remplacés par ceux obtenus pendant la saison, prenant en compte les observations de terrain (horaires réels des pics).

- **Pour les nuits non suivies**

Compte tenu du peu de personnel de terrain disponible pour le suivi (5 personnes en tout), toutes les frayères ne peuvent pas être suivies durant toutes les nuits. Un roulement s'effectue entre les différents sites. Ceux connus pour être les plus actifs sont favorisés afin d'assister à un maximum d'activité. Une extrapolation est alors effectuée afin de compléter les nuits non suivies sur chaque frayère. Dans le cas où les conditions climatiques n'ont pas

changé par rapport à la nuit précédente et à la nuit suivante, on considère que l'activité de reproduction a évolué de manière linéaire sur cette période. L'extrapolation consiste alors en une moyenne des données acquises durant les nuits adjacentes à celle qui doit être complétée. Dans les autres cas, il faut prendre en compte les conditions météorologiques de manière approfondie, déceler des tendances voire des corrélations entre les frayères. Le début et la fin de l'activité d'une frayère sont aussi complétés de façon à obtenir un nombre de bulls augmentant ou diminuant progressivement.

❖ Nombre de géniteurs

Il est ensuite possible d'estimer le nombre de géniteurs sur les frayères pour la saison à partir du nombre de pontes par nuit et par frayère.

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- les géniteurs ne se reproduisent que sur une seule frayère ;
- une seule femelle est impliquée dans un « bull » ;
- le sex ratio des poissons sur la frayère est de 1 : 1;
- chaque femelle pond en moyenne 10 fois par saison.

La formule utilisée est donc celle qui suit :

$$\text{Nombre de géniteurs} = \text{nombre de bulls} \times 2 \text{ géniteurs} / 10 \text{ pontes}$$

1-2-2 Stock reproducteur en Garonne

Le stock reproducteur est finalement déterminé par la somme des effectifs comptabilisés au niveau de la station de contrôle et de ceux estimés sur les frayères en aval de celle-ci. Selon Chanseau et al (2005) ce stock évolue globalement de la même façon que la population totale du bassin Garonne-Dordogne. Il constitue en cela un bon indicateur d'abondance de la population d'Alose vraie du bassin (Chanseau et al, 2005).

2- Suivi des paramètres abiotiques qui influencent la migration et la reproduction

La température est un facteur prédominant pour la reproduction de la grande Alose. C'est pourquoi des mesures régulières, effectuées chaque jour ouvrable, sont effectuées sur la RNFA à Agen. Pour cela, un thermographe de marque Tynitag et de modèle TGP-0017 enregistrant les valeurs tous les 1/4h, est posé dans le lit mouillé et les données sont relevées environ toutes les trois semaines grâce à un ordinateur de terrain équipé du logiciel GLM (Gemini Logger Manager) (Figure 16).



Figure 16: Le thermographe ; source : personnelle.

D'autres paramètres physico-chimiques tels que le pH, l'oxygène dissous et la saturation en oxygène sont aussi relevés. Ces derniers sont déterminants pour la qualité du milieu de vie des organismes aquatiques en général. Leur étude permet donc de surveiller une éventuelle anomalie due à une pollution par exemple et qui pourrait être à l'origine de dysfonctionnements au sein de l'hydrosystème.

Ces mesures sont réalisées grâce à un pH-mètre de modèle HI 98180 et à un oxymètre de modèle HI 9146, de marque Hanna Instruments. Tout deux sont dotés d'une sonde de température. (Figure 17: A gauche : l'oxymètre; a droite, le pHmètre).



Figure 17: A gauche : l'oxymètre; a droite, le pHmètre ; source personnelle.

3- Suivi des débits et des hauteurs d'eau

Une brutale hausse du débit freine l'activité migratrice et reproductrice des aloses du fait de leur capacité natatoire limitée mais surtout à cause d'une turbidité de l'eau trop importante et de forts charriages de matériaux. (J.L Baglinière et P.Elle, 2000). C'est pourquoi les hauteurs d'eau et débits moyens journaliers (QMJ) de Garonne sont surveillés grâce aux sites internet www.vigicrues.gouv.fr pour les hauteurs et spdiren.coliane.fr pour les débits. Deux stations hydrométriques existent en Moyenne Garonne. Elles sont situées à Agen et à Lamagistère. En revanche, une seule station débitmétrique est présente à Lamagistère (code station : 06140010).

4- Suivi de la qualité biologique de Garonne et de la ressource alimentaire des alosons

Des IBGN sont réalisés à proximité immédiate des frayères les plus actives afin de déterminer la qualité biologique des sites ainsi que la ressource alimentaire disponible pour les alosons.

Un Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) « arrangé » est utilisé pour étudier la macrofaune benthique, qui correspond à la ressource alimentaire à leur disposition.

La norme française AFNOR NF T90-350 détaille les différentes étapes de l'IBGN qui consistent à prélever des macroinvertébrés benthiques dans huit habitats différents d'un cours d'eau, les trier puis les identifier (le taxon choisi est généralement la famille). La note se calcule grâce à la quantité (richesse taxonomique ou variété) et à la qualité des taxons échantillonnés (espèces polluo-sensibles). Cet indice noté de 0 à 20, traduit la qualité de l'habitat et celle de l'eau.

Les conditions d'application du protocole IBGN présentent des exigences auxquelles la Garonne ne répond pas. Entre autres, la profondeur du tronçon ne doit pas excéder un mètre de profondeur ; ce qui est rarement le cas en Garonne, malgré la période d'étiage. Une station IBGN doit comprendre une section de rivière dans toute sa largeur, d'une berge à l'autre, ce qui n'est pas possible en Garonne dont la largeur moyenne est de plus de 100 m. En théorie, dans un IBGN, le tronçon de cours d'eau étudié doit être de longueur égale à 10 fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement. Encore une fois ceci est impossible. Les stations retenues sont donc des bandes linéaires de quelques mètres de large, longeant la rive, sur environ la longueur de la frayère.

D'autres indices biologiques basés sur les macro-invertébrés benthiques auraient pu être réalisés. Il existe notamment l'Indice Biologique Global Adapté (IBGA) qui est adapté aux grands cours d'eau tels que la Garonne. Toutefois, il impose treize prélèvements au lieu de huit, dont trois réalisés par dragage en milieu de rivière et deux sur substrats artificiels, installés quelques semaines au préalable. Ces différents échantillonnages tentent de prendre en compte l'ensemble des habitats de la portion de cours d'eau. Cette méthode s'avère impossible à mettre en œuvre par la RNFA aussi bien d'un point de vue matériel, qu'humain ou financier, du moins pour le moment. Elle n'a donc pas été retenue bien qu'elle semble être en adéquation avec les caractéristiques hydromorphologiques de la Garonne.

Il existe aussi le protocole Réseau de Contrôle Surveillance (RCS). Ce dérivé de l'IBGN résulte d'une volonté de conformité et de comparabilité à l'échelle européenne. Il est basé sur un échantillonnage plus exhaustif que l'IBGN avec douze prélèvements par station et faisant apparaître des habitats dominants et marginaux alors que la Garonne dans la zone d'étude, ne présente qu'un substrat dominant ce qui ne rend pas très pertinent l'emploi de cette méthode.

C'est pour toutes ces raisons qu'un IBGN « arrangé » est ici utilisé. Il permet de suivre l'évolution de la qualité biologique dans l'espace (répartition des stations amont-aval) et donc de mettre en évidence certaines perturbations en moyenne Garonne, sur les zones de fraie des aloses. De plus, les zones de bordures sont potentiellement les plus riches compte tenu de la diversité des micros habitats et de leur rôle de refuge, par rapport au chenal central où les conditions de vitesse sont souvent plus limitantes (Cassou-Leins, 1988). Il s'agit, de plus, des zones propices au nourrissage des alosons. Ces prélèvements sont donc censés refléter la nourriture à leur disposition.

Le choix des stations IBGN est influencé par l'activité des frayères. En effet, les prélèvements sont effectués sur les frayères les plus actives, où l'on attend le plus grand nombre d'alosons. Ils sont réalisés en période d'étiage, dès que les niveaux sont suffisamment bas et tous le même jour, afin d'éviter l'influence des variables extérieures (météo, débit, pollutions, etc.).

❖ Méthode d'échantillonnage :

- **Choix des habitats :**

Les huit habitats sont repérés au préalable depuis la berge afin de ne pas troubler l'eau et/ou déplacer les individus. Un habitat correspond à l'association d'un substrat et d'une vitesse de courant. (Tableau d'échantillonnage différentiel en Annexe 2).

Il a été démontré que « l'ensemble des huit prélèvements permettait de récolter en règle générale près de 95% des taxons présents dans la station » (Agence de l'eau, 2000). « Lorsque la station ne présente pas les huit types de supports différents, le nombre de prélèvements est complété à huit par des prélèvements réalisés sur les supports dominants ou sub-dominants dans des classes de vitesses différentes » (Association Française de la Normalisation, 2004)

- **Prélèvement :**

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un filet Surber d'ouverture de maille 500 μ m (Figure 18) sur une surface de 1/20ème de mètre carré. L'échantillonneur place le surber face au courant et remue le substrat situé juste devant le filet ou en prélève au besoin (plantes ou galets). Un mauvais échantillonnage pourrait être à l'origine d'une note IBGN peu représentative, d'où la nécessité d'être organisé et méticuleux. Les macro-invertébrés sont conservés dans du formaldéhyde à 10%.

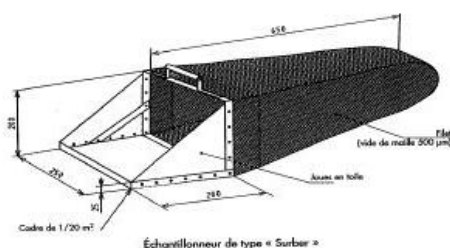


Figure 18: Matériel de prélèvement des macroinvertébrés: le filet surber ; source : truite.freeze.org et RNFA

- **Tri :**

L'ensemble des prélèvements est ramené au laboratoire, en ayant pris soin de les étiqueter pour ne pas les confondre. Afin de trier efficacement les échantillons c'est-à-dire les séparer du substrat, ils sont d'abord lavés sur un tamis de maille 500 μ m. Les invertébrés récupérés sont alors stockés dans des piluliers contenant de l'éthanol à 70% (Figure 19).



Figure 19: Macro-invertébrés après tris, prêts à être déterminés ; source : personnelle.

- **Détermination :**

La méthode IBGN est basée sur la recherche de 152 taxons de macro-invertébrés. L'identification des invertébrés, généralement à la famille (unité taxonomique retenue pour l'IBGN), se fait à l'aide d'une loupe binoculaire et avec la clé de détermination des invertébrés de Henri TACHET : Invertébrés d'eau douce, 2002 (Figure 20). La taxonomie à la famille « permet de ne pas compliquer la détermination et d'être rapidement effectuée avec un peu d'entraînement ». De plus, d'un point de vue typologique, la famille est une unité taxonomique plus stable que le genre et de ce fait l'IBGN présente une bonne stabilité sur ce plan » (Agence de l'eau, 2000).



Figure 20: Matériel de détermination: pilulier, pince, loupe binoculaire et guide de détermination des invertébrés d'eau douce ; source : personnelle.

- **Calcul de la note IBGN :**

La liste faunistique ainsi obtenue permet de déterminer la note IBGN et d'autres indices complémentaires aidant à juger de la qualité du milieu de la station étudiée. Un tableau à double entrée avec les taxons en ordonnées et la variété taxonomique en abscisses indique la note IBGN (Annexe 3).

- **Calcul des indices complémentaires :**

Afin d'analyser les résultats obtenus en terme de structure des peuplements et de qualité biogène des habitats, des indices complémentaires sont décrits et/ou calculés (Tableau 2).

Tableau 2: Description et détails de calcul des indices complémentaires

Synthese des indices utilises		
Abondance	N	nombre total d'individus
Richesse specifique	S	nombre total de taxons
Groupe indicateur	GI	groupe indicateur le plus élevé
Taxon indicateur	TI	taxon du groupe indicateur
Note ibgn consolidé	IBGN consolidé	
Indice variete	Iv (/10)	$I_n = 1,21 * (\sum i/K)$
Indice nature	In (/10)	$I_v = 0,22S$
Cb2	Cb2 (/20)	$Cb2 = I_n + I_v (\pm 0,25)$
Indice de diversite de shanon et weaver	H'	$H' = -\sum p_i * \log_2(p_i)$
	Hmax	$H'_{max} = \log_2(S')$
Indice d'equitabilite	J	$J = H'/H'_{max}$
Indice de dominance	Q	$Q = \sum p_i^2$ avec $p_i = n_i/N$
Indice habitat	m / 20	$m = \sqrt{N} + \sqrt{M} + \sqrt{M'}$

Avec

- n_i = nombre de taxons indicateurs > ou = 3
- $K = n/4$ approché à l'entier par excès
- P_i = abondance relative = n_i/N
- S = nombre total de taxons dans l'échantillon
- M = couple substrat * vitesse dominant
- M' = couple substrat * vitesse le plus élevé

❖ Ressource alimentaire disponible pour les alosons :

Tant qu'ils sont en eau douce, les alosons sont euryphages et utilisent toutes les ressources trophiques de dimensions adaptées disponibles dans le milieu comme les macro-invertébrés aquatiques. Leur régime alimentaire se compose alors de larves d'insectes aquatiques, de crustacés du zooplancton et de mollusques. En Garonne, les alosons ingèrent surtout des cladocères, des copépodes, des larves d'éphéméroptères et de diptères (Cassou-Leins et al, 1988). Ensuite, la prise de nourriture évolue à la fois avec la taille de l'individu et avec la saison. Les premiers déplacements transversaux dans le cours d'eau seraient initiés par un déterminisme d'origine trophique. Lorsque la taille augmente (> 60 mm), s'ajoutent aux éphéméroptères des proies plus grosses comme les trichoptères, plus mobiles comme les hétéroptères et flottantes ou noyées comme les hyménoptères (Sabatier, 1993).

Cassou-Leins et Cassou-Leins ont décrit un régime alimentaire théorique (Tableau 3) à partir de l'analyse de contenus stomacaux d'alosons échantillonnés sur la frayère d'Agen en août 1979. A l'heure actuelle, c'est la seule bibliographie disponible sur ce sujet :

Tableau 3: Régime alimentaire théorique selon Cassou-Leins et Cassou-Leins (1981)

Taxons	Composition du régime alimentaire théorique des alosons
Ephéméroptères	45.7%
Diptères	45.1 %
Trichoptères	3.9 %
Coléoptères	5.3 %

Une analyse des résultats obtenus dans le cadre du calcul de l'IBGN permettra d'extraire les informations relatives à la composition du peuplement de macro-invertébrés de chaque station en 2012.

Un test statistique de KHI-DEUX sera utilisé afin de déterminer si des différences significatives existent ou non entre les peuplements de macro-invertébrés des stations et le régime alimentaire des alosons. Il sera ainsi possible de savoir si ces derniers peuvent trouver sur leurs habitats préférentiels, les ressources alimentaires qui leur convient.

Résultats et discussion

1- Le stock de géniteurs pour la saison 2012

1-1 Les passages à l'ascenseur à poissons de Golfech

Au total, 728 grandes Aloses sont passées à l'ascenseur de Golfech entre le 14 mars et le 12 juillet (Figure 21).

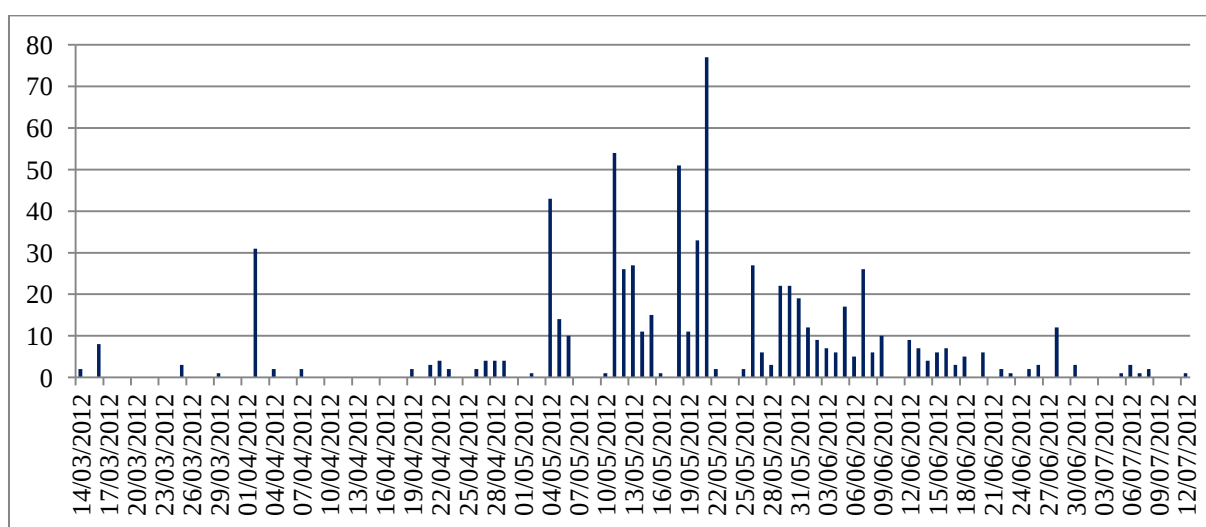


Figure 21: Cinétique des passages à l'ascenseur de Golfech

Plusieurs pics de passages ont pu être observés. Le premier a eu lieu le 2 avril avec le passage de 31 poissons. Les autres pics significatifs (> à 10 poissons) sont survenus du 4 au 6 mai, du 11 au 15 mai, du 18 au 21 mai, le 26 mai, du 30 mai au 1 juin puis les 5 et 7 juin. Les passages sont rassemblés en « vagues » qui durent jusqu'à 4 jours d'affilée. Le nombre maximum de grande Aloses passées en une journée est de 77.

1-2 Les géniteurs estimés sur les frayères en aval du barrage

1-2-1 Bilan des sorties

Concernant la RNFA, la saison de comptage a commencé le 3 avril et fini le 05 juillet. La saison a donc duré 3 mois, soit 93 nuits. Une interruption des sorties a eu lieu du 11 au 25 avril pour cause de conditions météorologiques non favorables (fortes pluies). Du 20 au 23

mai, une importante crue de Garonne (Débit Moyen Journalier maximum à 1974 m³/s le 23 mai) a aussi causé une interruption momentanée des sorties. Au total, 968 ¼ d'heures ont été suivis soit un peu plus de 242 heures, ont été suivies par les deux structures sur 60 nuits.

En fonction de l'activité observée, chaque frayère n'a pas été suivie aux mêmes heures et pas non plus avec le même effort de comptage (Figure 22, Figure 23).

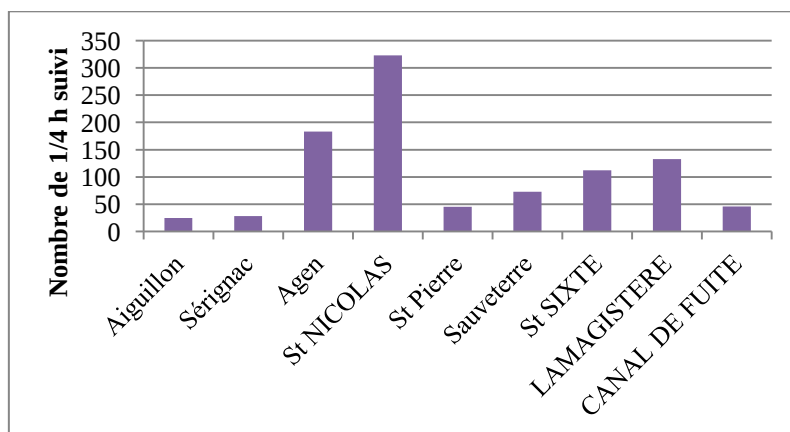


Figure 22: Effort de comptage par frayère

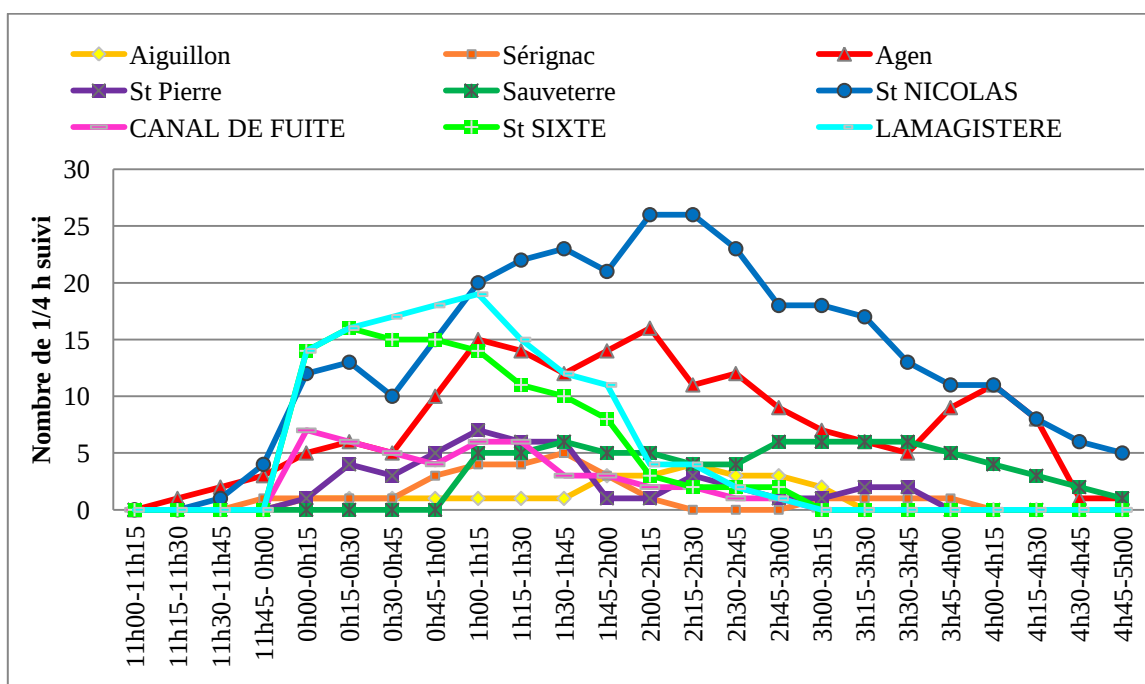


Figure 23: 1/4 d'heures les plus suivis par frayère

La frayère de Saint-Sixte a été suivie seulement 4 nuits, jusqu'à ce que l'équipe de suivi de MIGADO soit opérationnelle. La frayère de Saint-Nicolas est la plus suivie sur toute la saison surtout entre 3h30 et 4h40, période durant laquelle l'activité de ponte était la plus forte. La frayère de Sauveterre a été beaucoup suivie en fin de saison c'est-à-dire à partir du 25 juin

et ce jusqu'au 05 juillet. La frayère d'Agen, qui se situe au sein de la Réserve Naturelle Nationale, fait l'objet d'un effort de comptage régulier et sur le long terme, principalement entre 1h45 et 2h45. Saint-Sixte, Lamagistère et canal de fuite ont été suivis par MIGADO de façon assidue entre 00h et 1h45. Les sites de Saint-Pierre, Sérignac et Aiguillon se sont révélés quasiment, voire totalement, inactifs et aucune logique de sortie n'a pu être mise en place. Ils ont donc été suivis ponctuellement tout au long de la saison sans heure de prédilection particulière.

1-2-2 Estimation du nombre de bulls :

- Nombre de bulls comptés : **1301** bulls ont put être recensés par les deux organismes confondus au cours de cette saison.
- Extrapolation d'après la cinétique de la saison

La Figure 24 illustre la cinétique de reproduction de la saison 2012. Trois périodes d'activité bien distincts peuvent y être identifiées. Elles sont séparées entre elles par des creux d'activité moindre voire d'inactivité totale.

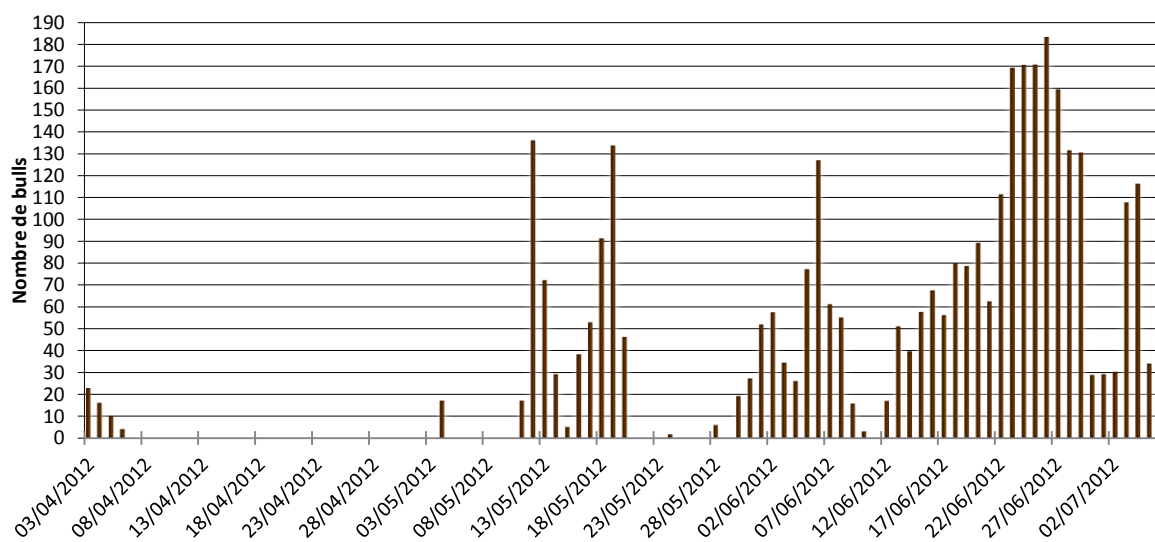


Figure 24: Répartition de l'activité de ponte durant la saison

La saison a timidement débuté au début du mois d'avril, puis l'activité s'est totalement arrêtée jusqu'à mi mai. La première vraie période d'activité a duré du 12 mai au 21 mai, la seconde du 28 mai au 10 juin, puis la dernière période s'est étendue du 12 juin au 5 juillet. Le

maximum de l'activité s'est déroulé en fin de saison du 24 juin au 29 juin, période à laquelle le site de Sauveterre a connu une recrudescence d'activité.

Afin que l'extrapolation s'approche le plus possible de la réalité de terrain, des courbes de répartition créées d'après les données acquises sont utilisées pour les extrapolations. La courbe « Saint-Sixte » est spécifique aux premiers jours d'activité (3, 4, 5 et 6 avril) où seule la frayère de Saint-Sixte fonctionnait. Elle n'est appliquée que pour les extrapolations de cette frayère lors des premiers jours de reproduction. Le pic d'activité se situait alors aux environs de 00h. La courbe « milieu de saison » est représentative de l'activité entre le 12 mai et le 16 juin. Celle de « fin de saison » quand à elle, correspond à la période du 17 juin au 06 juillet. La Figure 25 ci-dessous montre bien qu'elles sont décalées par rapport à la courbe théorique de Cassou-Leins et Cassou-Leins. En effet, le pic d'activité, toutes frayères confondues, se situe aux alentours de 3h en milieu de saison et entre 2h30 et 2h45 en fin de saison alors que les Cassou-Leins l'annoncent entre 00h30 et 2h15. De plus, les pics observés cette année représentent un pourcentage d'activité plus important que selon la théorie des Cassou-Leins. Cette saison, l'activité était donc plus condensée au cours de la nuit.

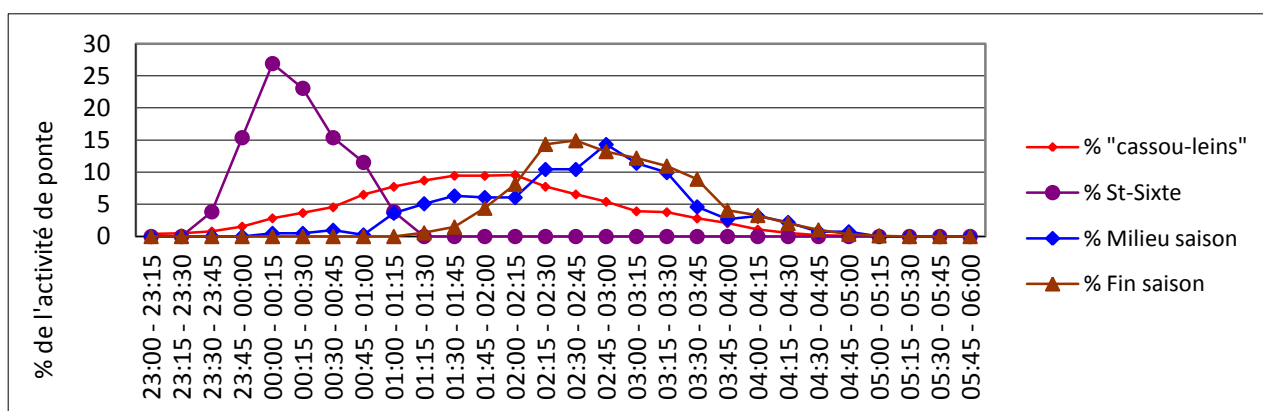


Figure 25: Courbes de répartition ayant servi à l'extrapolation des données

- Nombre de bulls obtenus: après extrapolation des nuits incomplètes et des nuits non suivies, le nombre de bulls total de la saison est estimé à **3419** (Annexe 4).

1-2-3 La répartition des géniteurs dans l'espace

Comme le montre la Figure 26, le site le plus fonctionnel de cette saison a été Saint-Nicolas avec 52 % des bulls comptabilisés. Il a été utilisé par les poissons durant toute la saison. Vient ensuite le site de Sauveterre, qui a fonctionné seulement en fin de saison à partir

du 21 juin, mais a néanmoins accueilli 37 % des bulls comptés de la saison contre 0.3% en général depuis 2009, année de sa découverte (jusqu'ici, il s'agissait d'un site mineur).

Agen a été un site assez actif par rapport aux autres années avec 13 % de l'activité de ponte observée contre seulement moins de 1% depuis 2005 avec toutefois une exception en 2009 où il a atteint presque 5%.

Habituellement, et ce depuis au moins 2005, ce sont les sites les plus en amont à savoir Canal de fuite, Lamagistère et Saint-Sixte qui sont de loin les plus actifs avec 81 % de la reproduction observée en aval de Golfech en moyenne. Cette saison, très peu de pontes y ont eu lieu, ne représentant que moins de 4 % de l'activité.

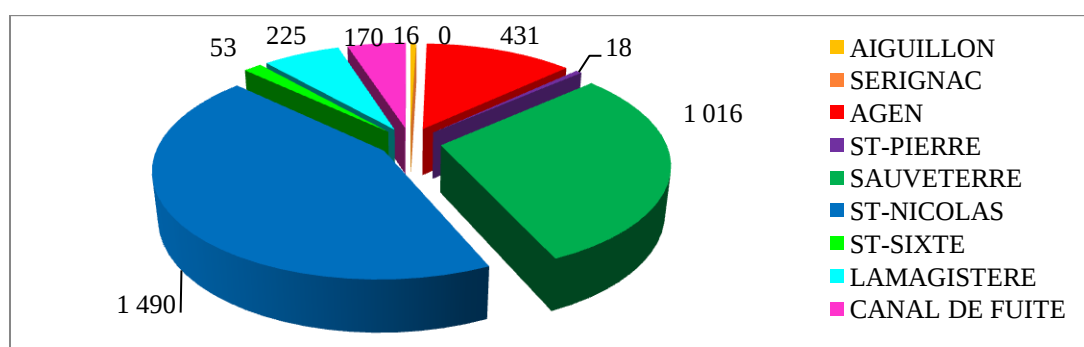


Figure 26: Répartition des bulls estimés par frayère

Certains sites ne sont pas actifs tous les ans, selon les débits de la Garonne. Le site de Saint-Pierre, découvert en 2010, n'a accueilli que 0.4 % de l'activité de reproduction cette saison, ce qui n'est pas surprenant au vu des résultats antérieurs (0% en 2010 et 0.2 % en 2011). Aiguillon n'est suivi que depuis 2006 et n'a jamais représenté plus de 4 % des bulls de la zone d'étude (0.25 % cette année). Il ne fonctionne que si les débits d'appels du Lot peuvent être plus attractifs que ceux de la Garonne. Le site de Sérignac a été découvert comme frayère potentielle en 2010. Son activité n'a jamais dépassé plus de 0.5 % du total. Situé très en aval, il ne fonctionne que dans des conditions de débits très faibles, ce qui n'a pas été le cas cette saison durant laquelle il n'a pas fonctionné du tout. Il s'agit donc, tout comme les sites d'Aiguillon et de Saint-Pierre, d'un site fonctionnant de manière ponctuelle mais qui devra être surveillé de manière régulière.

1-2-4 Estimation du nombre de géniteurs sur frayères :

A partir des 3419 bulls estimés sur la zone d'étude, le nombre de grandes Aloses présentes sur les frayères en aval de Golfech serait :

$$3419 \text{ bulls} \times 10 \text{ pontes} / 2 \text{ géniteurs} = \mathbf{684 \text{ géniteurs sur frayères}}$$

1-3 Estimation du nombre de géniteurs du bassin Garonne

En ajoutant le nombre de poissons ayant franchi l'ascenseur de Golfech, le nombre de géniteurs ayant migré en Garonne pour la saison 2012 est de : **1401**. Le Tableau 4 ci-dessous récapitule les étapes du calcul.

Tableau 4: Tableau récapitulatif des nombres de bulls et donc de grandes Aloses du bassin

Nombre de bulls comptés	Nombre de bulls estimés	Nombre d'Aloses sur frayères	Nombre d'Aloses en Garonne
1301	3419	684	1401

2- Relation entre les résultats et les conditions abiotiques du milieu

Comme décrit en première partie, les activités de migration et de ponte sont influencées par la température de l'eau et le débit du cours d'eau.

Concernant la migration, ce phénomène est bien visible sur la

Figure 27 ci-dessous (pour des raisons de lisibilité, le nombre de passages est disposé sur l'axe secondaire).

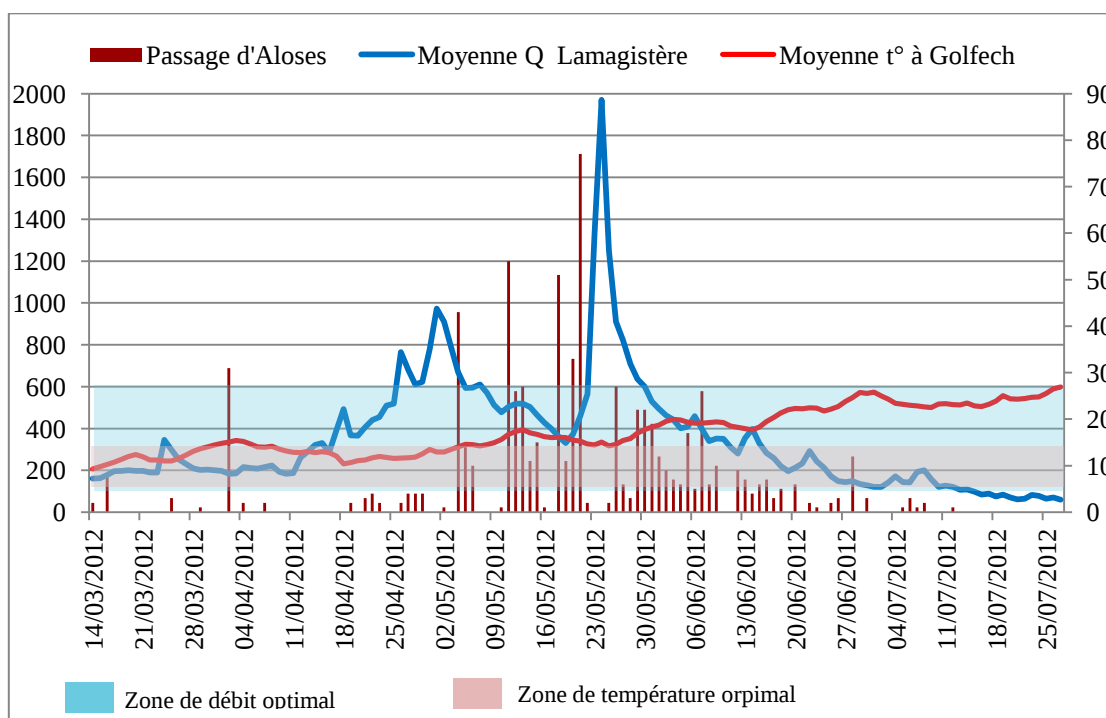


Figure 27: Influence de la température et du débit sur la migration des aloses au niveau de l'ascenseur de Golfech.

Les premiers passages ont débuté le 14 mars, lorsque la température de l'eau a dépassé les 10 °C au niveau du barrage de Golfech. Plusieurs « vagues » de migration ont eu lieu entre le 2 mai et le 9 juin. L'activité s'est ensuite réduite lorsque la température de l'eau a dépassé les 20 °C. Les plus forts pics de migration, qui ont eu lieu du 02 mai au 23 mai, correspondent à une période de diminution significative du débit. A l'inverse, la montée des eaux qui s'est déroulée du 11 avril au 2 mai, puis la crue du 22 et 23 mai semblent avoir inhibé celle-ci. Il faut toutefois noter que le système de l'ascenseur a volontairement été bloqué ces jours là afin de le préserver de tous dommages liés aux forts débits. Il est donc probable que des aloses aient attendues au pied de ce dernier et n'aient franchi le barrage qu'une fois la crue passée et l'ascenseur remis en marche, ce qui décalerait le flux de passages.

Concernant la reproduction, cette influence est observable en Figure 28 ci-dessous :

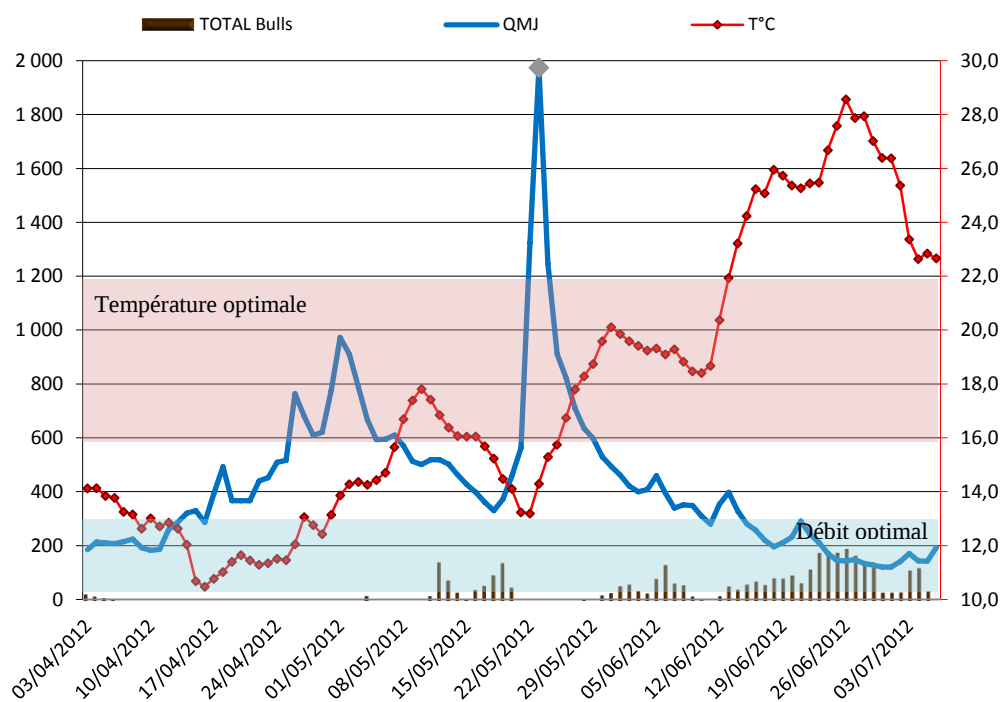


Figure 28: Influence du débit et de la température sur la ponte

Cette Figure 28, construite grâce aux suivis de températures, de débits et des bulls, confirme l'influence des paramètres abiotiques cités auparavant. En effet, la majorité de l'activité de reproduction s'effectue pour une température de l'eau supérieure à 16°C. La plupart de l'activité de ponte a même lieu pour des températures supérieures à 22°C. Toutefois, les températures annoncées sont des moyennes journalières et il est évident que la nuit, celles-ci sont plus fraîches. Les épisodes de pontes correspondent toujours à des baisses

de débit, celles-ci s'accompagnant d'une hausse de la température du fait d'une lame d'eau plus mince et donc plus rapide à réchauffer. Une augmentation brutale et importante du débit (crue du 26 avril au 05 mai puis du 22 au 29 mai) coïncide avec un arrêt de la reproduction. Les baisses de température induites par cette élévation du débit correspondent de la même façon avec un ralentissement de la ponte (notamment du 15 au 27 avril, lorsque la température de l'eau est redescendue en dessous de 12 °C).

Les paramètres pH, oxygène dissous et saturation en O₂ ne sont pas présentés car ils n'ont pas d'influence directe sur l'activité de migration et de ponte des grandes Aloses.

3- Discussion des résultats de cette saison

Très peu de grandes Aloses ont été comptabilisées à l'ascenseur cette saison, en comparaison aux années antérieures. En effet, le maximum des passages a été atteint en 1996 avec 106706 poissons. En 2007, année de naissance de la plupart des géniteurs de cette année, ce chiffre n'était déjà plus que de 2975. Le minimum a été atteint en 2008 avec seulement 1464 individus.

Toutefois, il est possible que les débits particulièrement forts des périodes du 26/04 au 03/05 puis du 23/05 au 29/05 ($Q > 600 \text{ m}^3/\text{s}$, débit maximum turbinable à l'usine hydro-électrique) aient créés un débit d'appel sur le bras court-circuité de la Garonne, parallèle au bras où se trouve l'ascenseur. En effet, le surplus d'eau est envoyé dans ce bras grâce au seuil de répartition des eaux (seuil de Malause). Des poissons ont alors pu migrer et/ou frayer dans ce bras malgré la présence de 7 seuils sans être comptabilisés, aucune prospection n'ayant été réalisée sur ce secteur. Cependant, ce léger biais ne remet pas en cause la faiblesse des résultats obtenus pour 2012.

Sur les frayères, la synergie d'activité de reproduction a été difficile à déterminer. En effet, sur le terrain, le fonctionnement des sites ne semblait suivre aucune logique « cohérente ». D'une nuit à l'autre, les sites qui fonctionnaient n'étaient pas forcément les mêmes et les pics d'activité étaient quasiment toujours décalés dans le temps. Les conditions climatiques peuvent bien sûr expliquer en partie ce phénomène. Les fortes précipitations de début de saison ont entraîné des hauteurs d'eau, des vitesses de courant et des températures très fluctuantes sur les sites. Il est alors possible que les poissons aient eu du mal à trouver une zone où les conditions favorables à leur reproduction étaient réunies. De plus, les crues ont

entraîné un retard de l'activité de ponte à cause de la turbidité très importante de l'eau et du charriage de matériaux qui gênent leurs déplacements et leurs activités.

La répartition des géniteurs sur les frayères a été très surprenante. Les poissons ont en effet délaissé leurs sites de prédilection (Lamagistère et Saint-Sixte notamment) pour favoriser des sites plus en aval tels que Saint-Nicolas, Sauveterre et Agen principalement. Il est difficile de comprendre pourquoi les aloses ont réagi ainsi. Les hypothèses ne manquent pas. Peut être est-ce le nombre très faible de poissons qui leur a permis de trouver la place nécessaire à leur fraie sans avoir besoin de remonter plus loin sur le fleuve; peut être sont-ce les conditions climatiques qui les ont bloqués sur des sites et, sexuellement matures, ils n'auraient alors pas cherché à remonter davantage et se seraient contentés des frayères les plus proches.

Cette saison n'a vraiment pas manqué de surprises : la frayère de Sauveterre, découverte en 2009, a enfin pu être validée en tant que frayère fonctionnelle et sera suivie de façon plus régulière durant la saison à venir. Quant au site d'Agen, ses « performances » de cette saison conforte la nécessité de sa protection et justifie le maintien de la Réserve Naturelle à cet endroit. Des certitudes ont été appuyées : le site de Saint Nicolas est particulièrement important pour la reproduction de l'espèce sur la zone d'étude. Ces faits soulignent le besoin de réaliser un important et indispensable projet en cours de l'association de gestion : étendre le périmètre de la Réserve Naturelle aux frayères situées plus en amont afin de préserver les sites les plus actifs.

Enfin, des questions se posent quant à l'efficacité des pontes de cette saison. En effet, les deux crues qui ont eu lieu en mai risquent de pénaliser le recrutement. Il est probable que les œufs qui ont été pondus avant la montée des eaux, notamment lors de la première période d'activité, aient soit été emportés par le flux d'eau vers des zones non propices à leur développement, soit recouverts d'une couche de limon lors de la décrue. Des plus, ce dépôt de fines a probablement joué sur la qualité des zones de dépôt et d'incubation des œufs en bouchant les interstices indispensables à la protection et à l'oxygénation des œufs et des larves.

4- Evolution des stocks

Cette saison est la plus mauvaise en termes de nombre de géniteurs en Garonne depuis que les frayères ont commencé à être suivies en 1993. Ces résultats étaient attendus au vu des faibles effectifs déjà estimés il y a 5 ans, temps de révolution moyen du cycle de vie d'une grande Alose. En effet, en 2007 seules 3447 aloses étaient venues se reproduire en Garonne.

Cependant, au vu du taux de renouvellement de l'espèce s'élevant à 1.6, on aurait pu espérer une meilleure saison cette année si le recrutement fluvial avait été bon. Toutefois, des études menées par le CEMAGREF de Bordeaux dans l'estuaire de la Gironde ont montré une très faible abondance d'alosons dans l'estuaire au moment de leur dévalaison depuis 2003 (Girardin et Castelnaud, 2010). C'est donc sans grande surprise qu'un très faible nombre de géniteurs à été comptabilisé sur les frayères.

La Figure 29 compile les résultats obtenus depuis 1993 en moyenne Garonne. Il faut noter que la méthode d'estimation comporte de nombreux biais (compteurs différents, extrapolations, entre autres) et de ce fait, un pourcentage d'erreur sûrement conséquent. Il est donc prudent de considérer ces chiffres plutôt comme des indices d'abondances que comme des nombres précis de géniteurs. Cependant, la méthodologie appliquée d'une année sur l'autre restant la même, l'erreur d'évaluation est donc du même ordre, ce qui permet une comparaison dans le temps.

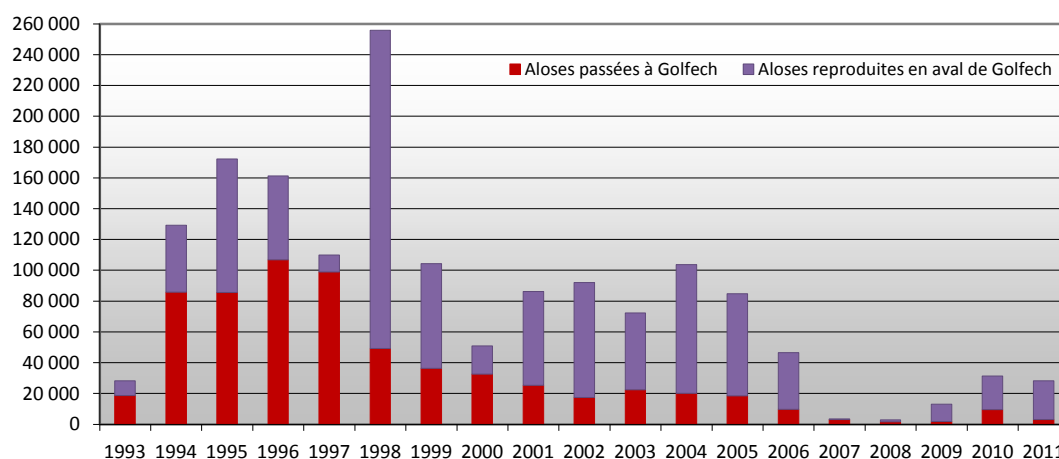


Figure 29: Comparaison interannuelle des populations d'aloses de Garonne depuis 1993

L'évolution des populations de grandes Aloses depuis 1993 montre que le nombre total de poissons fluctue de manière importante d'une année sur l'autre. Une diminution généralisée a lieu depuis 1997, durant laquelle les effectifs passent en dessous des 100 000 individus [l'année 1998 ayant été surestimée à cause d'un manque d'effectifs pour les comptages]. Toutefois, entre 2001 et 2005, leur nombre total semblait se stabiliser entre 80 000 et 100 000. L'année 2006 semble avoir amorcé la chute brutale. En effet, les saisons 2007 et 2008 montrent un effondrement important de la population avec un minimum de poissons atteint en 2008, malgré l'interdiction de la pêche ayant pris effet cette année-là. La tendance à la hausse amorcée depuis 2009 doit être relativisée en fonction du retour prévu des géniteurs de 2007 et 2008 durant cette saison et celles à venir.

Les causes de cet effondrement des populations de grandes Aloses en Moyenne Garonne depuis 1996 sont peu connues. Il provient sans aucun doute d'une synergie de différents facteurs ayant des effets plus ou moins forts tant sur la migration et la reproduction des géniteurs que sur la croissance des alosons et leur avalaison. Différentes hypothèses, plus ou moins probables, sont proposées. Tout d'abord, la surexploitation par la pêche semble le facteur le plus important. A l'heure actuelle il est trop tôt pour savoir si le moratoire sur la pêche de 2008 est efficace, et l'importance du braconnage n'est pas à exclure au vu du nombre des anciennes captures, de l'ordre de 55.8% de la population d'aloses remontant la Garonne (moyenne 1993-2003). La deuxième hypothèse serait la qualité des frayères dites « forcées », ne présentant probablement pas toutes les caractéristiques optimales pour la survie et la croissance des juvéniles. D'autres questions se posent également sur l'impact de conditions biologiques très défavorables rencontrées en été à la sortie de l'estuaire de la Gironde, au niveau du bouchon vaseux. En effet, la conjonction de la hausse des températures et de la diminution du débit à l'étiage provoque des chutes importantes des taux d'oxygène, phénomène renforcé autour de l'agglomération bordelaise par l'existence d'importants rejets chargés de matière organique (PLAGEPOMI, 2008/2012). Les teneurs en oxygène et les taux d'oxygène dissous, très souvent inférieurs à 4 mg/l ces dernières années sur la partie aval de la Garonne, en août et début septembre (période de dévalaison des juvéniles), pourrait constituer une véritable barrière chimique pour les alosons. Il est possible qu'un impact existe sur la survie des jeunes alosons et réduise notablement le recrutement fluvial (PLAGEPOMI, 2008/2012) Enfin, une dernière réflexion se pose depuis plusieurs années sur l'impact du développement des populations de silures et sur les phénomènes de rassemblement au pied de l'ascenseur à poissons de Golfech (PLAGEPOMI, 2008/2012) ainsi que leur présence suspectée sur les sites de fraie pendant la reproduction (observation personnelle). L'importante accumulation de ces poissons observée depuis quelques années au pied du barrage, dans le canal de sortie ainsi qu'en amont immédiat de celui-ci (MIGADO, comm. pers), pourrait limiter la franchissabilité de l'ouvrage, impact encore plus conséquent sur des populations aux effectifs faibles.

Le rétablissement de la libre circulation des géniteurs à la montaison, la préservation des zones de nourrissage et de reproduction ainsi que l'encadrement de la pêche ont permis la subsistance de la grande Alose jusqu'ici, alors qu'en 1981 Cassou-Leins et Cassou-Leins préoyaient une extinction de l'espèce dans les dix années à venir, si aucune mesure de protection n'était envisagée.

Toujours dans une optique de cycle, il semble raisonnable de penser que les effectifs continueront à fluctuer ainsi dans les années à venir, sauf si une année présentait des conditions exceptionnellement favorables qui pourraient alors permettre un rebond de l'espèce et relancer une dynamique positive.

5- Qualité biologique du milieu et ressource alimentaire disponible pour les alosons.

5-1 Détermination de la qualité biologique du milieu

Les prélèvements de macro-invertébrés benthiques ont été effectués le 09/07/2012. Le tri des organismes a été réalisé la semaine qui a suivi la sortie terrain et la détermination durant la semaine du 16 au 20 juillet 2012. La liste faunistique de chacune des stations est consultable en Annexe 5.

- **Présentation des stations :**

- Saint-Nicolas :

La longueur de la station est de 30 m environ pour une largeur de 10 m et une profondeur maximum de 60 cm. Malgré un substrat dominant de galets et d'affleurements marneux, de nombreux herbiers offrent un habitat apprécié des organismes aquatiques. Quelques stations de graviers sous galets peuvent être observées ainsi que quelques blocs (Figure 30). La vitesse du courant est homogène sur toute la longueur de la station ($v < 5$ cm/s) avec toutefois un radier courant bien marqué au niveau du resserrement dû à la présence d'une île ($25 \text{ cm/s} > v > 5 \text{ cm/s}$) (Annexe 6).

- Sauveterre :

La station fait environ 25 m de long pour 9 m de large en moyenne. La profondeur varie entre 0 et 80 cm. Le substrat de galets est très largement dominant sur la station. A l'amont, il est toutefois à noter la présence de sable et de quelques rares racinaires immergés intéressants. A l'aval, une dépression, qui crée une sorte de bras mort lors des basses eaux, entraîne l'existence d'une zone stagnante qui présente de la litière en décomposition et des

spermaphytes immergés. La création d'épis dans le lit explique la présence en nombre de blocs (Figure 30, Annexe 7). La classe de vitesse unique est inférieure à 5 cm/s.

- Agen :

La station choisie mesure 25 m de long pour 6 m de large et la profondeur maximum y est de 55 cm. Ce sont les galets qui dominent très largement le substrat. La vitesse y est unique ($v < 5$ cm/s). La encore, de nombreux herbiers sont présents. La limite mouillée présente quelques stations de limon et de racinaires immergés. La protection des berges par enrochement entraine la présence de blocs en nombre important (Figure 30, Annexe 8).

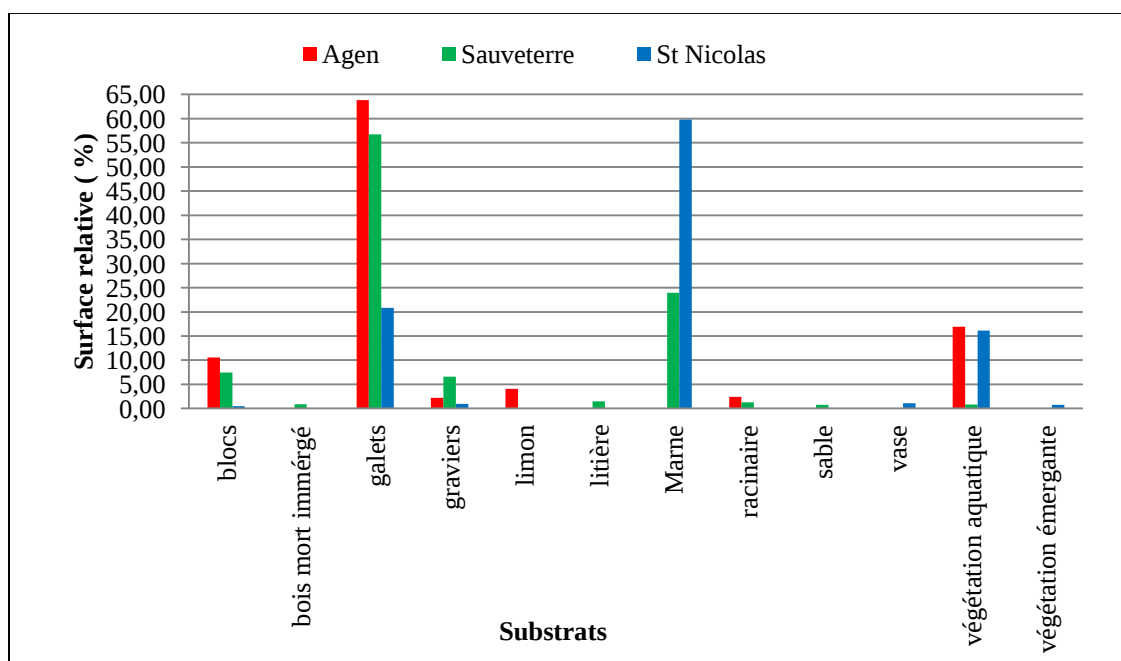


Figure 30: Surfaces relatives des substrats sur les trois stations

• Bilan toutes stations :

D'après le Tableau 5, les notes IBGN obtenues pour les trois stations vont de 13 à 16, ce qui correspond à une classe de qualité définie par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) comme « BONNE », ce qui est plutôt satisfaisant pour un grand cours d'eau de plaine anthropisé comme la Garonne. La robustesse des notes est cependant moyenne puisque si on ne tient pas compte du groupe indicateur le plus élevé, la note descend d'un point pour Saint Nicolas et Sauveterre, voire de deux points pour Agen. Toutefois, les scores des stations de Saint-Nicolas et Sauveterre correspondraient toujours à une classe de qualité DCE « BONNE » alors que celui de la station d'Agen passerait en classe DCE « MOYENNE ». On observe une amélioration du « score » entre Saint-Nicolas et Sauveterre. En effet, l'enrichissement

trophique naturel entraîne une augmentation du nombre de taxons. Le score diminue ensuite sur la station d'Agen, située en agglomération urbaine où des rejets d'eaux usées domestiques et industrielles se jettent dans le fleuve, jouant sur la qualité de l'eau.

Tableau 5 : Caractérisation des peuplements de macro-invertébrés benthiques.

		Saint-Nicolas	Sauveterre	Agen
ABONDANCE	N	2963	1174	896
RICHESSSE SPECIFIQUE	S	30	35	30
CLASSE DE VARIETE	V	9	10	9
GROUPE INDICATEUR	GI	5	7	7
TAXON INDICATEUR	TI	Heptageniidae	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae
NOTE IBGN (/20)	IBGN	13	16	15
CLASSE DE QUALITE		Bonne	Bonne	Bonne
IBGN consolidé		12	15	13
CLASSE DE QUALITE		Bonne	Bonne	Moyenne

Tableau 6 : Valeurs des indices complémentaires pour les trois stations

TABLEAU DE SYNTHESE DES STATIONS		Saint-Nicolas	Sauveterre	Agen
INDICE VARIETE	Iv (/10)	7,3	7,7	6,6
INDICE NATURE	In (/10)	8	8,07	7,7
Cb2	Cb2 (/20)	15,3	15,77	14,3
INDICE DE DIVERSITE DE SHANON ET WEAVER	H'	2,02	3,45	3,29
	Hmax	5,04	5,13	4,91
INDICE D'EQUITABILITE	J	0,40	0,67	0,67
INDICE DE DOMINANCE	Q	0,29	0,14	0,16
INDICE HABITAT	m	9,11	8,10	8,10

- Structure du peuplement :

Le Tableau 5 et le Tableau 6 permettent d'analyser la structure des peuplements en place. L'abondance des individus diminue nettement d'amont en aval. En effet, Saint-Nicolas présente le plus grand nombre d'individus avec 2963 ; le prélèvement de Sauveterre n'en présente plus que 1174 et celui d'Agen 896, ce qui est faible. Les trois stations ont une richesse taxonomique moyenne avec 30 taxons différents (classe de variété 9) pour Saint-Nicolas et Agen et 35 pour Sauveterre (classe de variété 10). Cette différence explique entre autres, le meilleur score de Sauveterre.

Le groupe indicateur pour Saint-Nicolas est de 5 (Heptageniidae) alors qu'il est de 7 pour Sauveterre et Agen (Leptophlebiidae). Les Heptageniidae sont des détritivores raclant de fines particules, ils sont moyennement polluosensibles. Les Leptophlébiidae présentent une moindre résistance à la pollution.

Les indices de Shanon et Weaver (H'), peu élevés et éloignés de leur optimum : 2.02 sur Saint-Nicolas (H' max = 5.04), 3.3 sur Sauveterre (H' max = 5.13) et 3.29 sur Agen (H' max = 4.91), indiquent des diversités moyennes, voire faible pour Saint-Nicolas.

Les indices d'Equitabilité J (0.40 pour Saint-Nicolas et 0.67 pour les deux autres stations) et les indices de dominances (0.29 pour Saint-Nicolas, 0.14 pour Sauveterre et 0.16 pour Agen) montrent que les peuplements sont déstructurés et déséquilibrés particulièrement sur la station de Saint-Nicolas. Ce phénomène est observable sur la Figure 31, créée à partir des fréquences relatives de chaque taxon. En effet, le peuplement du site de Saint-Nicolas est dominé par l'ordre des oligochètes, qui représente 50 % du total des individus. Une forte densité de Chironomidae est aussi présente (P_i (%) = 3.36). Ces taxons sont tous deux saprobiontes ce qui prouve un enrichissement en matière organique morte et en décomposition. Le peuplement de la station de Sauveterre est fortement représenté par les Gammaridae (P_i (%) = 27.34). Il faut aussi noter une présence importante de Baetidae (P_i (%) = 14.74), oligochètes (P_i (%) = 14.05) et Chironomidae (P_i (%) = 10.31). La encore, il s'agit d'organismes saprobiontes. Sur la station d'Agen, ce sont les Gammaridae (P_i (%) = 28.47) et Chironomidae (P_i (%) = 23.21) qui possèdent les fréquences relatives les plus élevées. Très peu d'individus polluosensibles sont présents. De plus, la plupart des taxons sont des espèces tolérantes et ubiquistes, de groupes indicateurs faibles, ce qui prouve une qualité d'eau médiocre. La majorité des taxons présents le sont en faible abondance.

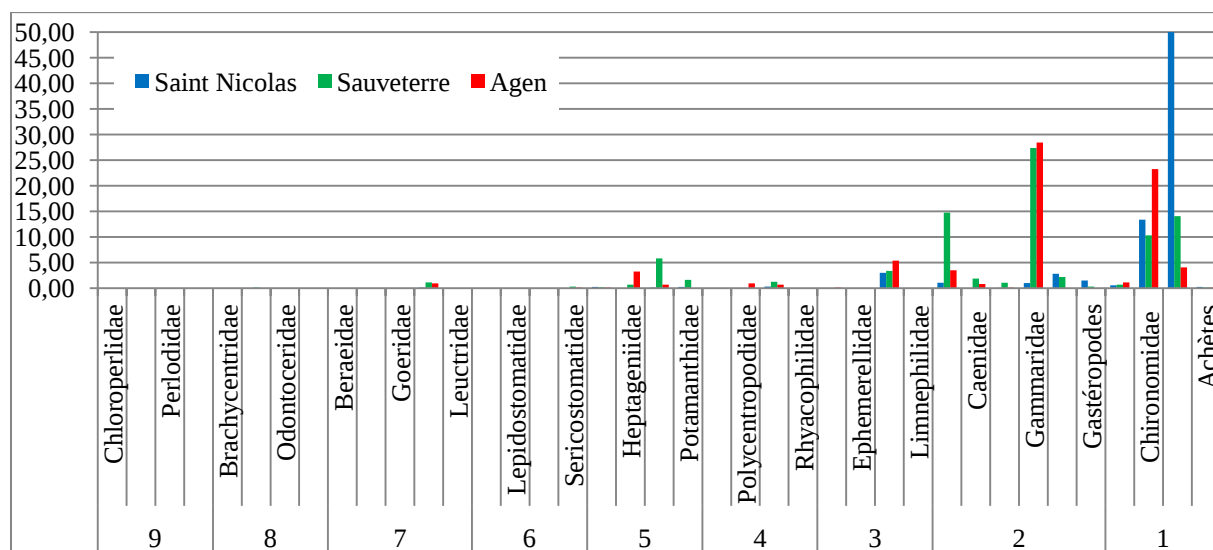


Figure 31: Répartition des taxons au sein des peuplements (en bas sont indiqués les groupes indicateurs correspondant aux taxons).

- Qualité biogène des stations :

Les indices habitats, aussi appelés coefficients morphodynamiques, indiquent la capacité d'une station à héberger une faune diversifiée. Les notes obtenues pour les trois stations sont inférieures à la moyenne (9.11/20 pour Saint-Nicolas et 8.10/20 pour Sauveterre et Agen). Celles-ci s'expliquent par l'homogénéité quasi-totale des classes de vitesses. En effet, seules la classe de vitesse 1 ($v < 5$ cm/s) est représentée sauf sur la station de Saint-Nicolas où un prélèvement a pu être effectué en classe de vitesse 3 ($25 \text{ cm/s} < v < 50 \text{ cm/s}$). De plus, seulement 6 substrats différents ont pu être échantillonnés sur chacun des sites. Sur Saint-Nicolas, des affleurements marneux recouvrent 60% de la station. Pour les autres sites, ce sont les galets qui prédominent largement. Les sites de Saint-Nicolas et d'Agen sont toutefois riches en spermaphytes immergés (Potamot nageant, Vallisnérie en spirale, Myriophylle en épis).

Les Coefficients d'aptitudes biogènes (Cb2) varient de 15.7 pour Sauveterre, à 14.3 pour Agen (15.3 pour Saint-Nicolas) et montrent donc une aptitude moyenne du fleuve à la vie aquatique. Les Indices Natures (8.0 pour Saint Nicolas, 8.1 pour Sauveterre et 7.7 pour Agen), ainsi que la richesse spécifique, indiquent une diversité moyenne des habitats et les Indices Variété (7.3 pour Saint-Nicolas, 7.7 pour Sauveterre et 6.6 pour Agen) ainsi que les groupes indicateurs dévoilent une qualité de l'eau moyenne.

5-2 Ressource alimentaire disponible pour les alosons

L'analyse des résultats a permis de mettre en évidence la présence de taxons entrant dans le régime alimentaire des alosons.

Il est important de noter que le peuplement référent de 1979 n'est pas connu puisque aucune trace d'étude n'a pu être retrouvée à ce sujet. Il existe donc un biais dû à la possible différence de peuplement entre la période où a été défini le régime théorique et aujourd'hui. Cependant, pour les besoins de l'étude, on considère que les deux sont similaires. De plus, un IBGN est effectué à un instant t et ne représente pas de façon exhaustive le peuplement réel (les périodes d'émergence étant différentes par espèce et les prélèvements présentant un taux d'erreur significatif). Sans compter que le régime alimentaire des alosons varie avec le temps et que la théorie utilisée est globalisée, sans correspondre forcément à ce que mangent les alosons au moment du prélèvement.

La Figure 32 permet de comparer la composition en larves d'insectes aquatiques des peuplements de macro-invertébrés benthiques rencontrés sur les stations avec le régime alimentaire théorique des alosons défini par Cassou-Leins et Cassou-Leins en 1981.

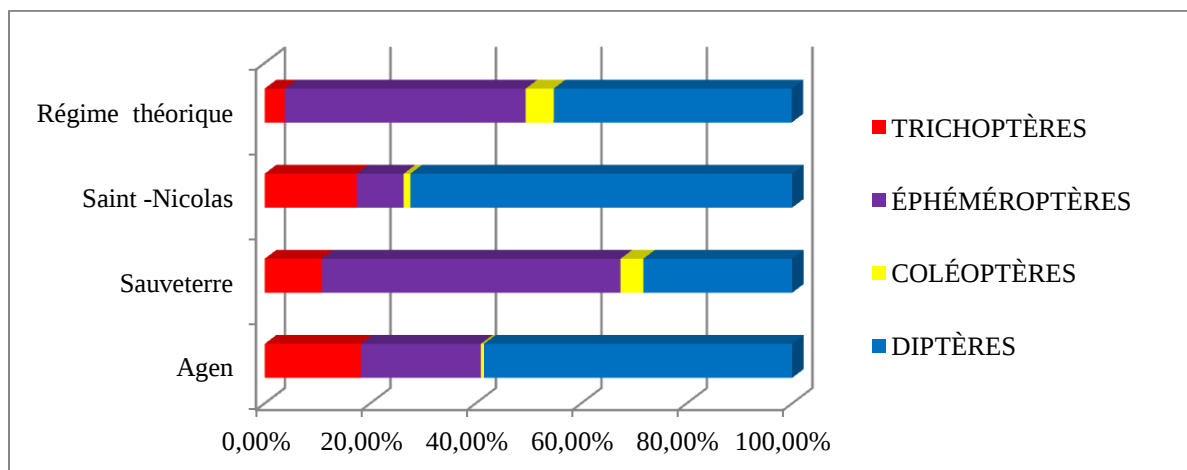


Figure 32: Comparaison des peuplements de macroinvertébrés rencontrés sur les stations avec le régime théorique.

A partir de l'incertitude issue de l'échantillonnage, il paraît tout à fait normal d'observer des différences entre les peuplements. Un test statistique du KHI-DEUX est utilisé afin de savoir si ces différences sont significatives ou peuvent être expliquées par la seule erreur d'échantillonnage (Tableau 7). Les conditions du test sont les suivantes:

- hypothèse H0 : il n'existe pas de différence significative entre le peuplement de la station choisie et le régime théorique.
- pourcentage d'erreur fixé à 5 % soit $\alpha = 0.05$
- Degrés De Liberté DDL = 3
- valeur seuil déterminée par la table du KHI-DEUX = 7.815
- SI KHI-DEUX (X^2) < 7.815 alors HO est acceptée
- SI $X^2 > 7.815$ alors HO est rejetée

Tableau 7: Répartition des ordres de larves d'insectes aquatiques par stations et dans le régime alimentaire des alosons

	Agen	Sauveterre	Saint -Nicolas	Régime théorique
Trichoptères	18,26%	10,84%	17,45%	3,85%
Ephéméroptères	22,75%	56,64%	8,91%	45,65%
Coléoptères	0,56%	4,30%	1,27%	5,30%
Diptères	58,43%	28,22%	72,36%	45,10%
x2	0,74	0,22	0,97	0,00

Les X^2 de toutes les stations testées sont inférieure à la valeur seuil. Les peuplements macrobenthiques des trois stations ne sont donc pas significativement différents des habitudes alimentaires des alosons. De plus, plus le X^2 est petit, plus la composition des peuplements est semblable au régime théorique. La station de Sauveterre notamment, est particulièrement analogue à la référence en termes de répartition des taxons. Le peuplement des stations d'Agen et de Saint-Nicolas en diffèrent un peu plus.

C'est sur le site de Saint-Nicolas qu'il y a eu la plus grande activité de reproduction cette année. C'est donc sur ce site qu'on attend le plus grand nombre de juvéniles. Hors, c'est sur cette station que le peuplement est le plus différent du régime théorique. Quoi qu'il en soit, à 5 % d'erreur près, la nourriture disponible sur ces trois stations correspond aux besoins des alosons et est sensée permettre leur développement. De plus, selon Cassou-Leins et al, 1988, les alosons sont capables de dévaler jusqu'à des sites plus propices à leur alimentation. Il faut aussi compter sur la capacité de l'espèce à s'adapter aux ressources disponibles.

N.B: Il ne faut pas oublier que le régime théorique a été défini il y a plus de trente ans, années durant lesquelles le fleuve a subi de nombreuses dégradations, notamment au niveau de ses habitats, qui ont certainement eu des conséquences sur les peuplements d'invertébrés. Il serait donc bénéfique de réactualiser ces données, pourquoi pas en réappliquant le même protocole qu'à l'époque sur la Garonne, en réétudiant les contenus stomacaux aux différents stades de développement des alevins. Toutefois, la raréfaction de l'espèce, ainsi que la dispersion des géniteurs sur de nombreux sites de reproduction risquent de rendre cette étude particulièrement difficile dans les années à venir.

Conclusion

Le suivi de la migration, grâce à la station de contrôle du barrage hydro-électrique de Golfech, ainsi que de la reproduction grâce au suivi des frayères en aval de cet ouvrage, ont permis d'évaluer le stock géniteurs du bassin de la Garonne à 1401 individus. Ce résultat est le plus bas jamais atteint depuis le début de l'archivage des données en 1993. En effet, une diminution chronique des populations a lieu depuis 1996. Cette chute s'explique en partie par les dégradations que subit le milieu depuis des décennies (extraction de granulats qui entraînent une destruction des frayères, pollutions chimiques et domestiques, endiguement du lit entre autres). D'autres hypothèses comme le développement des populations d'un prédateur : le silure, qui chasserait les aloses en reproduction et lors du franchissement des obstacles ; ainsi qu'un mauvais recrutement fluvial du au phénomène du bouchon vaseux à la sortie de l'estuaire et des mauvaises conditions de développement des œufs et larves (manque d'oxygène dissous, colmatage des frayères...) entrent en jeu.

Cette année, les faibles résultats peuvent surtout être expliqués par le retour de géniteurs nés principalement en 2007, année où la reproduction avait déjà été très faible. De plus, les crues de début de saison (fin avril puis mai) ont entraîné de mauvaises conditions. L'activité des aloses a été inhibée par la fraîcheur des températures de l'eau et le fort charriage de matériaux. Il est à craindre que des œufs déjà pondus se soient fait emporter par le courant.

L'évaluation de la qualité biologique des trois frayères les plus fonctionnelles et la qualité de la ressource alimentaire disponible a révélé un milieu dégradé mais qui reste fonctionnel au vu des exigences de l'espèce en terme d'habitat et de nourriture des juvéniles. En effet, les frayères présentent des habitats simplifiés et peu diversifiés toutefois les végétaux aquatiques et la dominance de galets sont favorables au développement des œufs, larves puis alosons. Les espèces de macro-invertébrés rencontrées, malgré une diversité moyenne et une déstructuration du peuplement, concordent avec leur régime alimentaire.

Dans la poursuite de cette étude, des perspectives de travail peuvent être imaginées : réactualiser le régime alimentaire théorique des juvéniles et réaliser une étude sur le recrutement sur frayère (taux de survie des œufs, des larves puis de dévalaison des alosons). Bien entendu, les efforts de suivi et de protection de l'espèce dans le bassin Gironde-Garonne-Dordogne doivent être poursuivis. Le moratoire sur la pêche doit absolument être maintenu et une extension de la Réserve Naturelle Nationale de la Frayère d'Alose aux sites de fraie amont serait réellement bénéfique à la préservation de la grande Alose en moyenne Garonne.

Bibliographie

Agence de l'eau, 2000. - Indices Biologique : Norme IBGN (NF-T90-350), Guide technique inter agences. -2ème édition- 35 pages.

Alexandrino, P. et Boisneau. P., 2000. Diversité génétique. Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.). Cemagref-Inra. Paris: 179-275.

Association Française de la Normalisation, 2004. (AFNOR) - Qualité de l'eau : détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN): NF T 90-350.- Saint-Denis, La Plaine- 17 pages.

Baglinière, J.L. et Elie, P., 2000. Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.).INRA et CEMAGREF, 275 p.

Bellariva, G., 1993. Evolution interannuelle de la migration de l'Alose (*Alosa alosa*) sur la Garonne, « thèse » institut national polytechnique de Toulouse.

Cassous-Leins F. et Cassous-Leins J.J., 1981. Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'Alose : *Alosa alosa* L. « Thèse », Institut national polytechnique de Toulouse.

Cassou-Leins F., Cassou-Leins J.J., Dauba F., Lejolivet C., 1988. Etude de l'alevin d'alose (*Alosa alosa*, L.), répartition, croissance, régime alimentaire, Reserve Naturelle de la frayère d'alose d'Agen, 27 p.

Castelnaud G., Rochard E., Le Gat Y., 2001. Analyse de la tendance de l'alose *Alosa alosa* en Gironde à partir de l'estimation d'indicateurs halieutiques sur la période 1977-1998. Bull. Fr. Pêche Piscic., 362/363, 969-995.

Chanseau, M., Castelnaud, G., Carry, L., Martin-Vandembulcke, D., Belaud, A., 2005. Essai d'évaluation du stock de géniteurs d'alose *Alosa alosa* du bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne sur la période 1987-2011 et comparaison de différents indicateurs d'abondance. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture 374 : 1-19.

Girardin, M., Castelnaud, G., 2010. Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde : suivi des captures 2009-Etude de la faune circulante 2009. « rapport» étude N°136, Cemagref, 240 p.

Guidez, J.L. ,1993. Quand passent les Aloses. Quand passent les Palombes. S.I.C. Marmande.

Lambert, P., Martin Vandembulcke, D., Rochard, E., Bellariva, J.L., Castelnaud, G., 2001. Age à la migration de reproduction des géniteurs de trois cohortes de grandes Aloses (*Alosa alosa*) dans le bassin versant de la Garonne (France). Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture 362/363 : 973-987.

Martin-Vandembulcke, D., 1999. Dynamique de population de la grande Alose (*Alosa alosa*, L. 1758) dans le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne(France) : analyse et prévision p modélisation, « thèse » institut national polytechnique de Toulouse.

Menesson-Boisneau, C., APRAHAMIAN, M., SABATIÉ M.R., CASSOU-LEINS J.J., 2000. Remontée migratoire des adultes. In : BAGLINIÈRE J.L., ELIE P., (Eds.). Les aloses de l'Atlantique-Est et de la Méditerranée-Ouest (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.), biologie, écologie, taxinomie et influence des activités humaines. 55-72. Coédition Cemagref-INRA.

Peguin F. 1997. Caractérisation des sites de frayères de la grande alose entre Agen et ' centrale de Golfech. « Mémoire ». Maitrise de Sciences et Techniques Ingénierie des Milie Aquatiques et des COrridors Fluviaux, Université François Rabelais de Tours, faculté des Sciences et Techniques, Association pour la gestion de la réserve naturelle de la frayère d'aloses.

Rochard, E., 2001. Migration anadrome estuarienne 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 362/363 : 853 / 867.

Sabatié, M.R., 1993. Recherches sur l'écologie et la biologie des aloses au Maroc (*Alosa alosa*, Linné1758 et *Alosa fallax*, Lacépède, 1803). Exploitation et taxonomie des populations atlantique s- Bioécologie des aloses de l'oued Sebou. Thèse doctorat de l'Université, Univ.de Bretagne Occidentale, 326 p.

Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-polatera, P.,2003. Invertébrés d'eau do systématique, biologie, écologie, CNRS édition, Paris

Taverny, C., Elie, P., 2001. Répartition spatio-temporelle de la grande Alose *Alosa alosa* (linné, 1766) et de l'alose feinte *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) dans le golfe de Gascogne. Bulletin de la pêche et de la pisciculture 362/363 : 803 / 821.

Taverny, C., 1991. Pêche, biologie, écologie des aloses dans le système Gironde-Garonne-Dordogne, rapport ISBN 2 du CEMAGREF.375 p.

Glossaire

Amphihalin : synonyme de diadrome. Un organisme est dit amphibiotique lorsque son cycle de vie se déroule dans deux milieux différents, en partie en eau marine et en partie en eau douce.

Avalaison : dans le cas des grandes Aloses, action des alosons de descendre le fleuve afin de gagner le milieu marin, leur zone de grossissement.

Branchiospine : excroissances osseuses situées sur les bords des arcs branchiaux. Ces formations ont pour rôle d'empêcher les aliments d'atteindre la cavité branchiale. Variable en forme et en nombre, elles jouent un rôle important dans l'identification et la classification des poissons.

Homing : les géniteurs retournent à l'endroit où ils sont nés pour se reproduire : le niveau de « homing » de la grande Alose semble être à l'échelle du bassin hydrographique.

Marsouinage : manifestation d'un poisson en surface.

Montaison : action de remonté le cours d'eau pour aller se reproduire en amont.

Opercule : chez les poissons, l'opercule est une plaque osseuse qui ferme les ouïes.

Potamotoque : synonyme d'anadrome. Espèce qui vit en eau marine et passe en milieu continentale pour se reproduire. Contraire de thalassotoque ou catadrome : vit en eau douce et se reproduit en mer.

Saprobionte : un organisme saprobionte se nourrit de matières organiques mortes ou en décomposition.

Liste des Figures et des Tableaux

• Figures :

Figure 1: Localisation de la RNFA parmi toutes les RN de France ; source : http://www.reserves-naturelles.org	2
Figure 2: Localisation de la RNFA ; source : personnelle.	3
Figure 3: Le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne ; source : RNFA.....	5
Figure 5: Schéma de principe de l'ascenseur à poisson du barrage de Golfech	6
Figure 4: Vestige du barrage de Beauregard lors de l'étiage ; source personnelle.	6
Figure 6: Une grande Alose; source: RNFA	7
Figure 7: Cycle de vie de la grande alose: un poisson amphibiotique ; source : RNFA	9
Figure 8 : Un bull ; source : RNFA	11
Figure 9: Typologie d'une frayère de Grande Alose. Source : RNFA d'après Cassou-Leins et Cassou-Leins (1981)	12
Figure 10 : Divers modes de pêches utilisés en Garonne pour capturer la grande Alose : de gauche à droite : le coul, le filet, le barro et la coulette; source : RNFA.....	13
Figure 11: Evolution temporelle de la répartition géographique d'Alosa alosa ; source : RNFA	14
Figure 12: Station de comptage des passages à l'ascenseur. A gauche : la caméra pointée sur la vitre, à droite : l'ordinateur enregistreur de données ; source : J.Ollitaut	18
Figure 13: Cartographie des frayères de grandes Aloses sur la zone d'étude ; source : RNFA.....	20
Figure 14: Matériel fourni pour les sorties de nuit : phare, lampe frontale, bombe lacrymogène, téléphone portable, compteur manuel. ; Source : personnelle.	20
Figure 15: Courbe de Cassou-Leins et Cassou-Leins de la répartition de l'activité de ponte au cours de la nuit.....	21
Figure 16: Le thermographe	24
Figure 17: A gauche : l'oxymètre; a droite, le pHmètre ; source personnelle.	24
Figure 18: Matériel de prélèvement des macroinvertébrés: le filet surber ; source : truite.freeze.org ..	27
Figure 19: macro-invertébrés après tris, prêts à être déterminés ; source : personnelle.	27
Figure 20: Matériel de détermination: pilulier, pince, loupe binoculaire et guide de détermination des invertébrés d'eau douce ; source : personnelle.	28
Figure 21: Cinétique des passages à l'ascenseur de Golfech	31
Figure 22: Effort de comptage par frayère	32
Figure 23: 1/4 d'heures les plus suivis par frayère	32
Figure 24: Répartition de l'activité de ponte durant la saison	33
Figure 25: Courbes de répartition ayant servi à l'extrapolation des données	34
Figure 26: Répartition des bulls estimés par frayère	35
Figure 27: Influence de la température et du débit sur la migration des aloses au niveau de l'ascenseur de Golfech.	36

Figure 28: Influence du débit et de la température sur la ponte	37
Figure 29: Comparaison interannuelle des populations d'aloses de Garonne depuis 1993.....	40
Figure 30: Surface relative des substrats sur les trois stations	
Figure 31: Répartition des taxons au sein des peuplements (en bas sont indiqués les groupes indicateurs correspondant aux taxons.)	45
Figure 32: Comparaison des peuplements de macroinvertébrés rencontrés sur les stations avec le régime théorique.....	47

• **Tableaux :**

Tableau 1: Exemple d'extrapolation des quarts d'heures de la nuit du 19/05/2012 sur la frayère de Saint-Nicolas.	22
Tableau 2: Description et détails de calcul des indices complémentaires	29
Tableau 3: régime alimentaire théorique selon Cassous-leins et cassous-leins (1981)	30
Tableau 4: Tableau récapitulatif des nombres de bulls et donc de grandes Aloses du bassin.....	36
Tableau 5 : Caractérisation des peuplements de macro-invertébrés benthiques.	44
Tableau 6 : Valeurs des indices complémentaires pour les trois stations.....	44
Tableau 7: Répartition des ordres de larves d'insectes aquatiques par stations et dans le régime alimentaire des alosons.....	47

Annexes

ANNEXE 1: Exemple de fiche terrain de comptage des bulls

Date :	Binôme :	Véhicule :
--------	----------	------------

St Nicolas

	Pont	Panneau
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 2 : GRILLE D'ECHANTILLONNAGE DIFFERENTIEL (AFNOR, 1992)

Les supports sont choisis successivement dans l'ordre du tableau. Ainsi, on prélève en priorité les Bryophytes, puis les spermaphytes (...) pour finir par les algues. Le prélèvement sera réalisé pour la classe de vitesse où le support est le mieux représenté.

Vitesses superficielles V (cm/s)	V	V>150	150>V>75	75>V>25	25>V>5	V<5
Supports	$\frac{V}{S}$	2	4	5	3	1
Bryophytes	9					
Spermaphytes immergés	8					
Eléments organiques grossiers (litière, branchages, racines)	7					
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) $250\text{mm} < \varnothing < 25\text{mm}$	6					
Granulats grossiers $25\text{mm} < \varnothing < 2.5\text{mm}$	5					
Spermaphytes émergents de strate basse	4					
Sédiments fins $\pm$ organiques "vase" $\varnothing \leq 0.1\text{mm}$	3					
Sables et limons $\varnothing < 2.5\text{mm}$	2					
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) Blocs $> \varnothing 250\text{mm}$	1					
Algues ou à défaut, marne et argile	0					

ANNEXE 3: Tableau à double entrée de détermination de la note IBGN à partir des classes de variété et des taxons indicateurs.

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons indicateurs	Σt	> 50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1
	Gi														
<i>Chloroperlidae</i> <i>Perlidae</i> <i>Perlodidae</i> <i>Taeniopterygidae</i>	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
<i>Capniidae</i> <i>Brachycentridae</i> <i>Odontoceridae</i> <i>Philopotamidae</i>	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
<i>Leuctridae</i> <i>Glossosomatidae</i> <i>Beraeidae</i> <i>Goeridae</i> <i>Leptophlébiidae</i>	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
<i>Nemouridae</i> <i>Lepidostomatidae</i> <i>Sericostomatidae</i> <i>Ephemeridae</i>	6	19	18	17	16	15	14	13	12	10	9	8	7	6	5
<i>Hydroptilidae</i> <i>Heptageniidae</i> <i>Polymitarcidae</i> <i>Potamanthidae</i>	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
<i>Leptoceridae</i> <i>Polycentropodidae</i> <i>Psychomyidae</i> <i>Rhyacophilidae</i>	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
<i>Limnephilidae</i> (1) <i>Ephemerellidae</i> (1) <i>Hydropsychidae</i> <i>Aphelocheiridae</i>	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
<i>Baetidae</i> (1) <i>Caenidae</i> (1) <i>Elmidae</i> (1) <i>Gammaridae</i> (1) <i>Mollusques</i>	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
<i>Chironomidae</i> (1) <i>Asellidae</i> (1) <i>Achètes</i> <i>Oligochètes</i> (1)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(1) Taxons représentés par au moins 10 individus. Les autres par au moins 3 individus

ANNEXE4: Tableau des extrapolations du nombre d'aloses

[illegible]

Date	AIGUILLON	SERIGNAC	AGEN			ST-PIERRE	SAUVETERRE	ST-NICOLAS	ST-SIXTE		LAMAGISTERE				CANAL DE FUITE		Total	courbe de répartition utilisée	
			Panneau	Bonneau	Peupliers			Kiwis	Quai	Barque	Peupliers	Amont	Aval						
30/05/2012	0	0	0	9	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	21	milieu saison	
31/05/2012	0	0	0	18	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	32		
01/06/2012	0	0	10	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	48		
02/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	48		
03/06/2012	0	0	4	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	30		
04/06/2012	0	0	15	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	20		
05/06/2012	0	0	26	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	61		
06/06/2012	0	0	37	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	103		
07/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	55		
08/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	3	0	0	0	0	52		
09/06/2012	0	0	7	0	0	0	0	12	0	0	0	4	0	0	0	0	23		
10/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
11/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	17		
13/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	31		
14/06/2012	0	0	10	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	36		
15/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	28		
16/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	73		
17/06/2012	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	60		
18/06/2012	0	0	16	18	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	79		
19/06/2012	0	0	9	41	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	2	0	78		
20/06/2012	0	0	3	6	4	0	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	89		
21/06/2012	0	0	0	9	0	0	17	36	0	0	0	0	0	0	0	0	62		
22/06/2012	0	0	0	0	16	0	34	61	0	0	0	0	0	0	0	0	111		
23/06/2012	0	0	0	0	32	0	51	86	0	0	0	0	0	0	0	0	169		
24/06/2012	0	0	0	0	27	0	68	75	0	0	0	0	0	0	0	0	170		
25/06/2012	0	0	0	0	22	0	84	64	0	0	0	0	0	0	0	0	170		
26/06/2012	0	0	0	0	16	0	113	54	0	0	0	0	0	0	0	0	183		
27/06/2012	0	0	0	0	11	0	115	33	0	0	0	0	0	0	0	0	159		
28/06/2012	0	0	0	0	0	0	120	11	0	0	0	0	0	0	0	0	131		
29/06/2012	0	0	0	0	0	0	125	5	0	0	0	0	0	0	0	0	130		
30/06/2012	0	0	0	0	0	0	20	9	0	0	0	0	0	0	0	0	29		
01/07/2012	0	0	0	0	0	0	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	29		
02/07/2012	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30		
03/07/2012	0	0	0	0	0	0	82	26	0	0	0	0	0	0	0	0	107		
04/07/2012	0	0	0	0	0	0	103	13	0	0	0	0	0	0	0	0	116		
05/07/2012	0	0	0	0	0	0	28	6	0	0	0	0	0	0	0	0	34		
06/07/2012	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
Bulls Aloses	1	0	14	11	12	2	1	1 452	0	53	0	191	16	0	114	0	3419		
	1	0	388			2	1	1 452	53		358			114					
	2	0	78			5	203	290	11		72			23					



Nuits suivies



Nuits non suivies supposées sans activité



Nuits non suivies extrapolées



Extrapolation lissée

ANNEXE 5 : Listes faunistiques des IBGN

AGEN						09/07/2012		grand soleil				
Répertoire faunistique - liste des 152 taxons utilisés (les 38 taxons indicateurs sont soulignés)												
Numéro de prélèvement			1	2	3	4	5	6	7	8		
Numéro de substrat échantillonné			8	7	6	6	5	2	1			
Numéro de classe de vitesse échantillonnée			1	1	1	1	1	1	1	1		
Vitesse dominante			1								SOMME	%
INSECTES	GI IBGN	GI Cb2										
TRICHOPTÈRES												
Ecnomidae		5		1							1	0,11
Hydropsychidae	3	3	1	7	5	7	3	2		23	48	5,36
Hydroptilidae	5	6								1	1	0,11
Polycentropodidae	4	6	3						2	3	8	0,89
Psychomyidae	4	6			3	2	1				6	0,67
Rhyacophilidae	4	6									0	0,00
Sericostomatidae	6	7								1	1	0,11
ÉPHEMÉROPTÈRES												
e (10)	2	2	2	5	5	3	5	7	4		31	3,46
Caenidae (10)	2	3				2	1			4	7	0,78
Heptageniidae	5	7	1		3	7		1		17	29	3,24
Isonychiidae											0	0,00
Leptophlebiidae	7	6			8						8	0,89
Oligoneuriidae		8									0	0,00
Polymitarcidae	5	7				3	1	1		1	6	0,67
HÉTÉROPTÈRES												
Aphelocheiridae	3	4								1	1	0,11
Gerridae							1	1			2	0,22
Pleidae							3				3	0,33
COLÉOPTÈRES											0	0,00
Elmidae (10)	2	5			1						1	0,11
Hydrophilidae								1			1	0,11
DIPTÈRES												
Chironomidae (10)	1	1	66	4	17	11	8	87	5	10	208	23,21
ODONATES												
Coenagrionidae		4	1					1			2	0,22
CRUSTACÉS												
AMPHIPODES												
Gammaridae (10)	2	3	49	146	8	4		17	30	1	255	28,46
ISOPODES												
Asellidae (10)	1	1		5	1		3	1			10	1,12
DÉCAPODES												
Cambaridae		2	4								4	0,45
MOLLUSQUES												
BIVALVES												
Corbiculidae	2		1	6			5	5			17	1,90
GASTÉROPODES												
Ancylidae	2	2	1		20	14	2				37	4,13
Bithynidae	2	2	1	2	1					1	5	0,56
Limnaeidae	2	3	1	3	1						5	0,56
Neritidae	2	3		4	11	43	6		6	34	104	11,61
Planorbidae	2	2	1	4		1					6	0,67
VERS												
ACHÈTES												
Erpobdellidae	1	1			1						1	0,11
TRICLADES												
Dugesiidae		4	6	7	9	7	2	5	11	5	52	5,80
OLIGOCHÈTES (10)	1	1	4	16		1	1	14			36	4,02

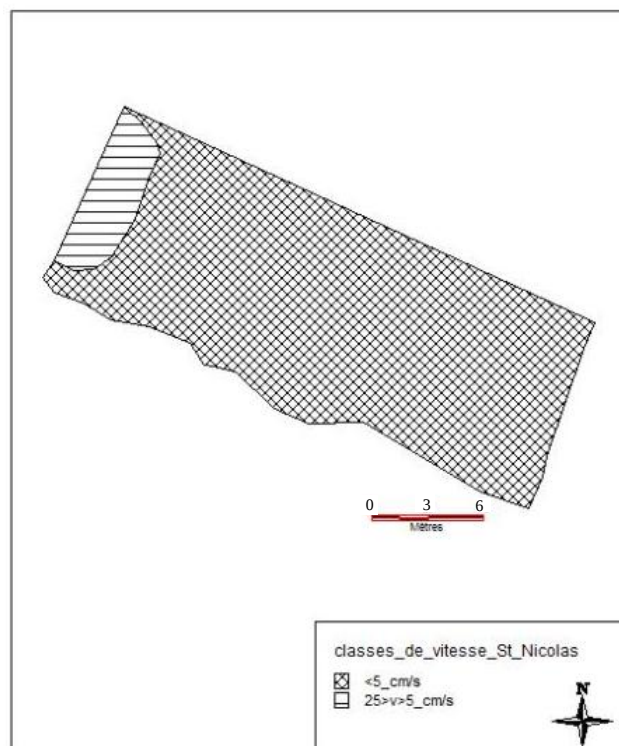
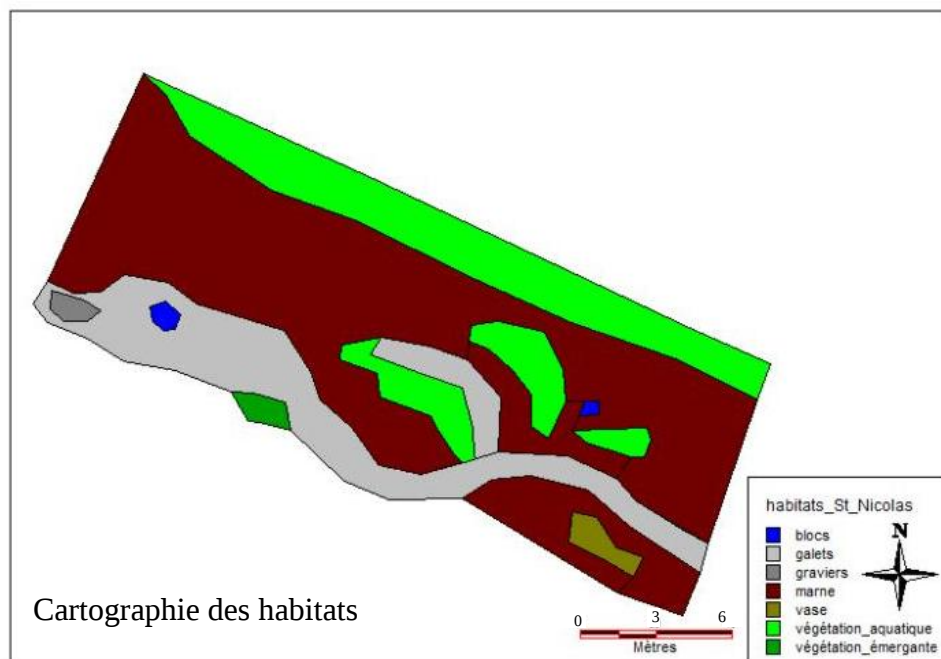
SAUVETERRE ST-DENIS			09/07/2012		chaud et ensoleillé							
Répertoire faunistique - liste des 152 taxons utilisés (les 38 taxons indicateurs sont												
Numéro de prélèvement			1	2	3	4	5	6	7	8		
Numéro de substrat échantillonné			8	7	7	6	6	5	2	1		
Numéro de classe de vitesse			1	1	1	1	1	1	1	1		
Vitesse dominante			1								SOM	%
INSECTES	GI	GI										
PLÉCOPTÈRES												
Capniidae	8	8				1					1	0,09
TRICHOPTÈRES												
Hydropsychidae	3	3	1		1	6	19	2		10	39	3,32
Hydroptilidae	5	6		2							2	0,17
Psychomyidae	4	6				3	10			1	14	1,19
Rhyacophilidae	4	6									0	0,00
Sericostomatidae	6	7		2			1				3	0,26
ÉPHÉMÉROPTÈRES												
Baetidae (10)	2	2	32	19	10	6	27	56		23	173	14,74
Caenidae (10)	2	3		3	4	8	5			2	22	1,87
Heptageniidae	5	7			2					6	8	0,68
Leptophlebiidae	7	6		1		9	3				13	1,11
Neoephemeridae											0	0,00
Polymitarcidae	5	7				32	17	4		15	68	5,79
Potamanthidae	5	7	4		10	1		3		1	19	1,62
HÉTÉROPTÈRES												
Aphelocheiridae	3	4									0	0,00
Corixidae		3			5	1			2	1	9	0,77
Gerridae			1								1	0,09
COLÉOPTÈRES											0	0,00
Dryopidae		6	1		1	2	2	4			10	0,85
Dytiscidae		4			1						1	0,09
Elmidae (10)	2	5		1		1	2	5		3	12	1,02
DIPTÈRES												
Ceratopogonidae		5	12	1	2	2		3	3	4	27	2,30
Chaoboridae											0	0,00
Chironomidae (10)	1	1	23	4	15	15	20	8	28	8	121	10,31
Simuliidae		4		1							1	0,09
Tipulidae		5					1				1	0,09
ODONATES												
Calopterygidae		4		1							1	0,09
Coenagrionidae		4	2	2	2						6	0,51
Neurothidae											0	0,00
Osmylidae		6									0	0,00
CRUSTACÉS												
AMPHIPODES												
Gammaridae (10)	2	3	59	123	84	8	9	8	4	26	321	27,34
ISOPODES												
Asellidae (10)	1	1		6	1				1		8	0,68
DÉCAPODES												
Atyidae		2		3							3	0,26
Cambaridae		2		1	1						2	0,17
MOLLUSQUES												
BIVALVES												
Corbiculidae	2		1		1						2	0,17
GASTÉROPODES												
Ancylidae	2	2						1	5		6	0,51
Limnaeidae	2	3	1								1	0,09
Neritidae	2	3	3	1			6			8	18	1,53
Viviparidae	2	3		1							1	0,09
VERS												
ACHÈTES												
Erpobdellidae	1	1	1								1	0,09
TRICLADES												
Dugesiiidae		4	13	48	2		10	3	1	16	93	7,92
OLIGOCHÈTES (10)	1	1	5	9		11	13	65	55	7	165	14,05

Saint-Nicolas						09/07/2012	chaud /ensoleillé					
Répertoire faunistique - liste des 152 taxons utilisés (les 38 taxons indicateurs sont soulignés)												
Numéro de prélèvement			1	2	3	4	5	6	7	8		
Numéro de substrat échantillonné			8	8	6	6	5	4	3	0		
Numéro de classe de vitesse échantionnée			1	1	3	1	1	1	1	1		
Vitesse dominante			1								SOMME	%
INSECTES	GI IBG N	GI Cb2										
TRICHOPTÈRES											96	3,24
Hydropsychidae	3	3	2	5	76	2	1	1		1	88	2,97
Psychomyidae	4	6		1	7						8	0,27
ÉPHÉMÉROPTÈRES												
Baetidae (10)	2	2	4	13	13				1		31	1,05
Heptageniidae	5	7	1		6						7	0,24
Leptophlebiidae	7	6			1	1					2	0,07
Polymitarcidae	5	7			1	1			1		3	0,10
Potamanthidae	5	7		1				5			6	0,20
HÉTÉROPTÈRES												
Corixidae		3		1					24		25	0,84
Gerridae			2					2			4	0,13
COLÉOPTÈRES											7	0,24
Dryopidae		6			2	2		1			5	0,17
Dytiscidae		4						1			1	0,03
Elmidae (10)	2	5		1							1	0,03
DIPTÈRES											398	13,43
Chironomidae (10)	1	1	95	17	181	5	63	2	22	11	396	13,36
Simuliidae		4			2						2	0,07
ODONATES												
Coenagrionidae		4	2								2	0,07
Gammaridae (10)	2	3	1	20	3		1	3			28	0,94
ISOPODES												
Asellidae (10)	1	1		11	1	2		1			15	0,51
DÉCAPODES												
Atyidae		2	2	11							13	0,44
Cambaridae		2	1	2							3	0,10
MOLLUSQUES												
BIVALVES												
Corbiculidae	2				2	12	19	4	7		44	1,48
GASTÉROPODES												
Ancylidae	2	2	1		23	14	1	1			40	1,35
Bithynidae	2	2		4							4	0,13
Ferrissidae	2					4	2				6	0,20
Limnaeidae	2	3			7	7	3	2	3		22	0,74
Neritidae	2	3	1	8							9	0,30
Planorbidae	2	2		2							2	0,07
VERS												
ACHÈTES												
Erpobdellidae	1	1		1		4	1				6	0,20
Piscicolidae	1	3	1								1	0,03
TRICLADES												
Dugesidae		4	37	112	6	7	2	40		1	205	6,92
OLIGOCHÈTES (10)	1	1			5	3		3	1472		1483	50,05

ANNEXE 6: Station de Saint-Nicolas



Photo de la station : partie amont a gauche ; partie aval a droite.

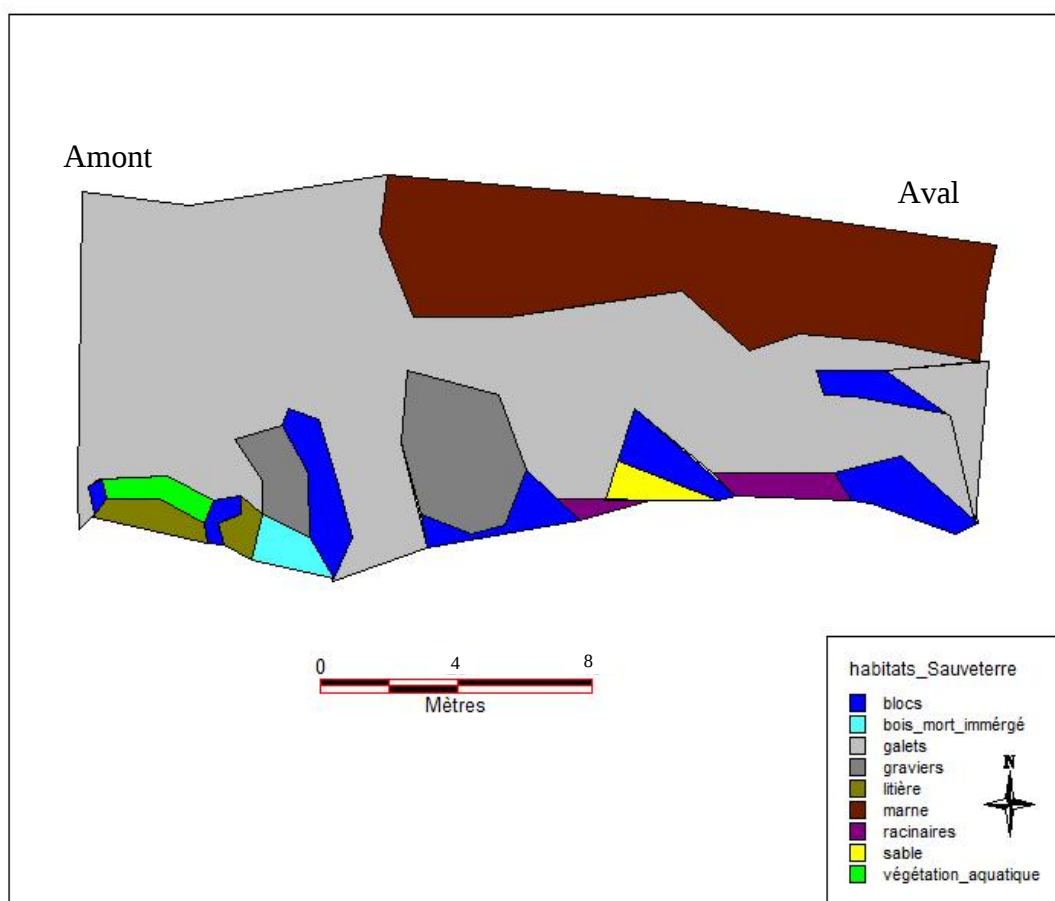


Cartographie des vitesses de courant

ANNEXE 7: Station de Sauveterre



Photo de la station : l'aval de la station à gauche puis l'amont de la station à droite

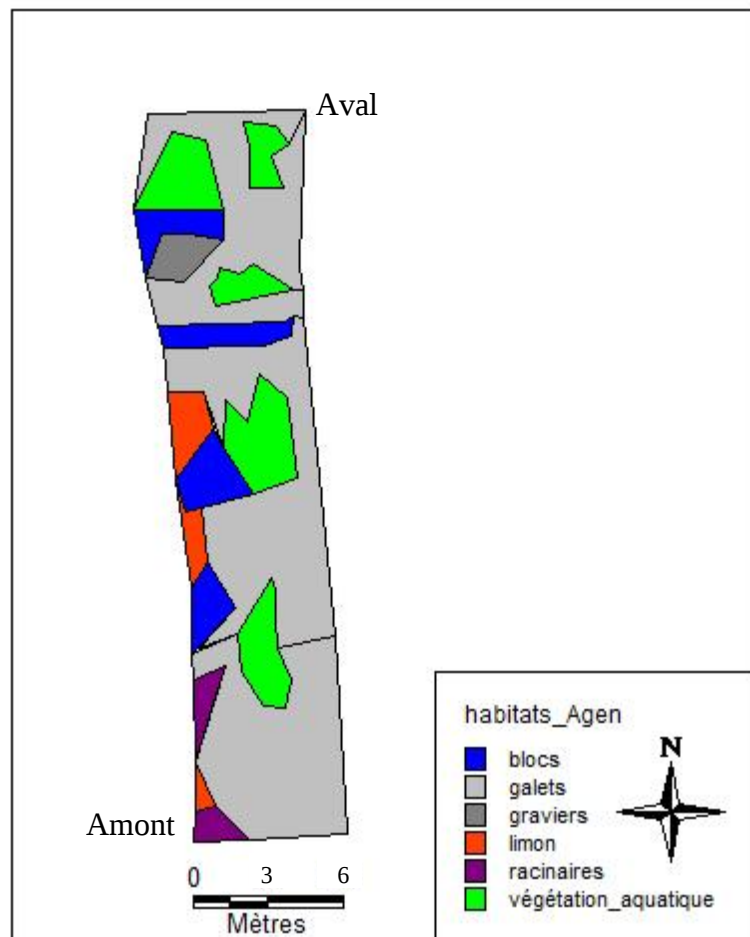


Cartographie des habitats

ANNEXE 8: Station d'Agen



Photos de la station d'Agen, à gauche, vue vers l'amont, à droite, vue vers l'aval.



Cartographie des habitats