



M I G A D O

Migrateurs Garonne Dordogne

**SUIVI DE LA REPRODUCTION NATURELLE DE LA GRANDE ALOSE SUR LA
DORDOGNE 2015**

ACTION AALAD15



Etude financée par :

L'Union Européenne
L'Agence de l'Eau Adour-Garonne
Le Conseil Départemental de la Dordogne
Le Conseil Départemental de la Gironde
L'ONEMA
La FNPF
EDF

**Sébastien GRACIA
Isabelle CAUT**

juin 2016



Cette étude est
cofinancée par l'Union
européenne. L'Europe
s'engage en Aquitaine
avec le FEDER.



REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les organismes et toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin aux différentes opérations :

- Le C.T.I.F.L. de Prigonrieux, qui a autorisé MIGADO l'installation des dispositifs d'enregistrement sur sa propriété à Castang et pour l'aménagement de ses horaires de pompage afin faciliter le suivi nocturne ;
- Les différents propriétaires privés ayant permis au personnel MIGADO d'avoir accès à des sites privilégiés pour la pose des micros ;
- Messieurs Dominique Courret et Mathieu Chanseau de l'ONEMA pour le travail effectué sur les modélisations de frayères de grandes aloses sur la Dordogne.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	II
TABLE DES MATIERES	III
LISTE DES ILLUSTRATIONS	IV
INTRODUCTION	1
1 PRESENTATION DU SITE D'ETUDE	3
2 SUIVIS DE LA GRANDE ALOSE.....	4
2.1 Généralités et méthode de suivi de la reproduction de la grande alose.....	4
2.1.1 Choix du site de frai	4
2.1.2 Facteurs influençant la reproduction.....	5
2.1.3 Comportement reproducteur.....	5
2.1.4 Fécondité	6
2.1.5 Statut de l'espèce	6
2.1.6 Zone de suivi de la reproduction de la Grande alose	7
2.1.7 Matériels et méthodes de suivi de la grande alose.....	8
3 RESULTATS DU SUIVI DE LA REPRODUCTION DE LA GRANDE ALOSE	11
3.1 Localisation des sites de reproduction	11
3.2 Résultats du suivi de la Grande Alose	11
3.2.1 Qualité et efficacité du suivi	11
3.2.2 Répartition de l'activité de reproduction au cours de la nuit	12
3.2.3 Activité de reproduction de la Grande Alose sur l'axe Dordogne en 2015	13
3.2.4 Répartition des géniteurs sur l'axe migratoire	14
3.2.5 Rythmes de reproduction et conditions environnementales / fonctionnement des frayères	15
3.2.6 Évolution des stocks reproducteurs sur l'axe Dordogne de 2002 à 2015.....	20
3.2.7 Evolution des stocks reproducteurs de Grande Alose sur le bassin Gironde-Garonne-Dordogne	20
3.2.8 Discussion sur le suivi de la reproduction de la grande alose	21
3.2.9 Restauration de la libre circulation des migrateurs sur l'axe Dordogne.....	22
CONCLUSION	23
BIBLIOGRAPHIE.....	24
ANNEXE 1	26

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : La Dordogne à Lalinde.....	3
Figure 2 : Représentation de la zone d'étude	3
Figure 3 : Grande Alose (<i>Alosa alosa</i>)	4
Figure 4 : Cycle biologique de la grande alose - MIGADO	4
Figure 5 : Regroupement de géniteurs et bulls d'aloses (Photo : MIGADO, 2004).....	6
Figure 6 : Répartition des aloses dans les fleuves français (source : Atlas des poissons d'eau douce de France)	7
Figure 7 : Zone de suivi de la Grande alose	7
Figure 8 : Dispositifs d'enregistrement audio numériques	9
Figure 9 : Spectre audio sous Sound-Forge 6.0	9
Figure 10 : Système informatique de contrôle vidéo de Tuilières – MIGADO 2003.....	10
Figure 11 : Les différents indicateurs du stock de géniteurs de grande alose sur l'axe Dordogne.....	10
Figure 12 : Localisation des frayères de grande alose en 2015.....	11
Figure 13 : Répartition de l'activité par tranche horaire au cours de la nuit sur toute la période 2005-2015 sur la Dordogne.....	12
Figure 14 : Répartition des géniteurs sur la Dordogne en 2015.....	14
Figure 15 : Evolution du front de colonisation sur l'axe Dordogne depuis 2003(%).....	14
Figure 16 : Evolution de l'activité de reproduction en fonction du débit et de la température au cours de la saison 2015.....	16
Figure 17 : Activité cumulée en fonction au cours de la saison - 2015	16
Figure 18 : Pourcentage d'activité cumulée en fonction des débits entre 2003 et 2015.....	17
Figure 19 : Preferential range depth on differents spawning grounds	18
Figure 20 : Preferential range mean velocity on differents spawning grounds.....	18
Figure 21 : Exemple de représentation graphique de la zone de dépôt des œufs à Castang pour un débit de 100m ³ /s	19
Figure 22 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin de la Dordogne de 2002 à 2015	20
Figure 23 : Evolution du stock reproducteur d'alse vraie sur le bassin Gironde Garonne Dordogne	20
Tableau 1 : Bilan des enregistrements pour l'année 2015	11
Tableau 2 : Pourcentage d'efficacité des micros en fonction des sites d'écoute	12
Tableau 3 : Estimation du nombre de géniteurs sur l'axe Dordogne en 2015	13
Tableau 4 : Range water flow to spawning activity	17

INTRODUCTION

La grande alose (*Alosa alosa* L.) est une espèce migratrice diadrome amphihaline historiquement présente sur le système fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne.

La construction de barrages dès la fin du XIX^{ème} siècle (navigation, aménagements hydroélectriques, etc.) a compromis la libre circulation des poissons migrateurs. Depuis, un net recul de ces populations a pu être constaté sur le bassin (BOYER et al., 2000). Les extractions de granulats sur les zones de frai n'ont fait qu'accentuer la tendance en détruisant une partie des frayères encore accessibles aux migrateurs sur les parties basses et moyennes des axes. De même, l'absence d'adéquation entre l'effort de pêche et le niveau d'abondance des populations n'a fait qu'accentuer ce phénomène de diminution des stocks (BAGLINIERE, 2000).

L'aire de répartition de la grande alose a fortement régressé sur la quasi-totalité des systèmes fluviaux européens (Rhin, Seine, etc. en France mais aussi Douro, Lima, Mondego au Portugal, etc.) (ALMEIDA et al., 2000; TAVERNY et al., 2000). Aujourd'hui, menacés de disparition, ces poissons migrateurs subsistent encore dans le bassin Gironde-Garonne-Dordogne où ils représentaient, il y a quelques années seulement, la population la plus importante d'Europe. Il convient donc de les protéger et de gérer au mieux leur exploitation. Actuellement, cette espèce est classée vulnérable à l'échelle française et européenne. Elle figure à l'annexe III de la convention de Berne et aux annexes II et V de la Directive Habitat-Faune-Flore et elle peut également bénéficier de mesures de protection de frayères dans le cadre des arrêtés de biotopes (arrêté du 8/12/88).

C'est avec la volonté d'une meilleure gestion de la ressource qu'un suivi des stocks d'aloses en Gironde-Garonne-Dordogne a été mis en place. Concernant le bassin de la Dordogne, même si les effectifs contrôlés au niveau de la station de Tuilières semblaient constituer un indicateur d'abondance relativement pertinent (CHANSEAU et al., 2004), ils ne mesuraient toutefois qu'une fraction de la population migrante (fraction ne prenant pas en compte les effectifs restés à l'aval de l'ouvrage pour se reproduire). A eux seuls, les suivis des stations de contrôle n'étaient donc pas à même de refléter réellement le stock reproducteur, base de gestion des populations. C'est dans ce contexte qu'un suivi de la reproduction de l'alose a été mis en place en 2002 à l'aval de la station de contrôle de Tuilières sur la Dordogne.

Ces suivis ont montré que la population de grande alose s'est maintenue à un certain niveau d'abondance sur le bassin Garonne-Dordogne jusqu'en 2004, mais que depuis, le stock de géniteurs s'est effondré. C'est ainsi qu'en réponse à ces effectifs inquiétants et aux enjeux précédemment cités, la grande alose a été placée en 2008 sous le coup d'un moratoire interdisant sa pêche professionnelle et amateur, ainsi que sa commercialisation sur les quatre départements concernés (Gironde, Dordogne, Lot-et-Garonne et Charente Maritime). Le moratoire, mesure nécessaire dans le contexte actuel, doit perdurer le temps d'inverser la tendance. En parallèle, les actions pour l'amélioration de la libre circulation sur les parties moyennes des axes migratoires doivent se poursuivre pour permettre au plus grand nombre d'individus d'accéder à des zones plus favorables à leur reproduction et garantir ainsi un meilleur recrutement.

Le suivi de la grande alose en aval des barrages du Bergeracois est une action inscrite comme prioritaire dans le PLAGEPOMI, et répond à la **mesure SB06** intitulée

« poursuivre le suivi des grandes aloses afin de disposer des indicateurs de population définis dans le cadre des tableaux de bord Garonne-Dordogne » (p 91 du document).

Le présent rapport porte donc sur le suivi de la reproduction de la grande alose sur le bassin de la Dordogne (action AALAD15).

1 PRESENTATION DU SITE D'ETUDE



Figure 1 : La Dordogne à Lalinde

D'une longueur totale de 482.9 km (sandre.eaufrance.fr), la Dordogne prend sa source dans le Massif Central, au Puy de Sancy. Après avoir traversé 6 départements, elle se jette dans la Garonne au Bec d'Ambès pour former la Gironde avant de rejoindre l'Océan Atlantique. Le bassin versant représente une superficie totale d'environ 24000 km².



Figure 2 : Représentation de la zone d'étude

Cette étude a eu lieu sur la partie basse de la Dordogne. Le suivi de la grande alose a été effectué entre le barrage de Tulières à l'amont, et le pont de Pessac sur Dordogne à l'aval.

2 SUIVIS DE LA GRANDE ALOSE

2.1 Généralités et méthode de suivi de la reproduction de la grande alose



Figure 3 : Grande Alose (*Alosa alosa*)

La grande alose est un poisson migrateur amphihalín potamotoque. Sa reproduction a donc lieu en eau douce et son grossissement en mer. Après 3 à 6 ans passés en mer pour les mâles et 3 à 8 ans pour les femelles en raison d'une maturation sexuelle plus tardive, les géniteurs entament la migration vers les zones de reproduction (BAGLINIERE et ELIE, 2000 ; LAMBERT et al, 2001 ; MARTIN-VANDEMBLUCKE, 1999; TAVERNY, 1991). Ainsi, son cycle de vie se déroule dans trois lieux bien distincts : la mer, l'estuaire et la rivière (Figure 4).

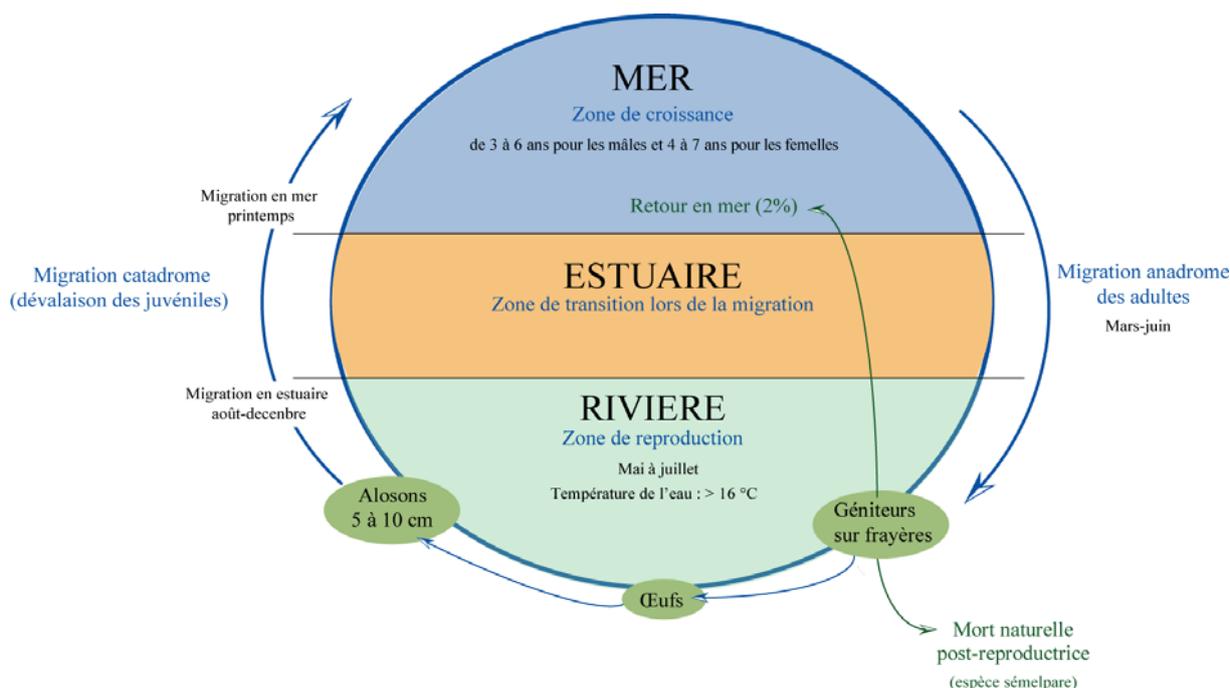


Figure 4 : Cycle biologique de la grande alose - MIGADO

2.1.1 Choix du site de frai

La grande alose se reproduit sur les parties basses et moyennes des axes migratoires (en amont des zones d'influence de la marée dynamique) sur un substrat de cailloux et de galets (favorable pour le dépôt des œufs et le développement des larves).

En règle générale, les frayères potentielles présentent une plage de graviers affleurants délimitée à l'amont par une zone de calme (mouille) et à l'aval par une zone peu profonde à courant plus rapide (TAVERNY, 1991). La présence d'obstacles (barrages) sur l'axe migratoire représente un frein à la migration et peut contraindre les poissons à frayer sur des secteurs situés en aval immédiat de ces seuils sur des zones avec des

caractéristiques morpho-dynamiques pas toujours favorables au succès de la reproduction.

2.1.2 Facteurs influençant la reproduction

La période de reproduction débute au mois d'avril avec l'arrivée des premiers géniteurs sur les zones de fraie pour se terminer au cours du mois de juillet et est à mettre en relation avec la température de l'eau (BAGLINIERE et ELIE, 2000; BOISNEAU et al, 1990 ; DARTIGUELONGUE et FATIN, 1995). Ce facteur physique semble prépondérant dans l'initiation et le contrôle de l'activité de reproduction. Les valeurs observées sont toujours supérieures à 12°C, avec un début d'activité significatif proche de 14°C (MIGADO, 2014), la plupart du temps aux environs de 16°C à 18°C (BOISNEAU et al, 1990 ; CASSOU-LEINS et al, 1990 ; HOESTLAND, 1958 in BAGLINIERE et ELIE, 2000).

Le débit jouerait également un rôle sur l'activité de ponte, car si elle n'est pas bloquée par de faibles débits, en revanche de fortes crues la stoppent (CASSOU-LEINS, 1981 et MIGADO, 2014).

2.1.3 Comportement reproducteur

L'activité de ponte se déroule de nuit selon une succession de séquences comportementales précises qui constituent le phénomène de "bulls". Les géniteurs meurent le plus souvent après la reproduction. La phase d'éclosion arrive rapidement, soit quelques jours seulement après la fécondation, les alosons gagnent l'océan en 3 à 6 mois. Le séjour continental est donc très bref.

La reproduction comprend plusieurs phases dont l'alternance obéit à un rythme circadien :

- la journée, les géniteurs matures restent le plus souvent au repos derrière des blocs.

- au crépuscule, leur activité augmente. Les aloses se regroupent sur les secteurs de reproduction pour y constituer des couples. Le sex-ratio sur les sites de reproduction varie au cours de la saison. Il est en moyenne situé autour de 1 mais serait légèrement en faveur des femelles pour le bassin de la Gironde (BOISNEAU et al, 1990 ; TAVERNY, 1991 ; LAMBERT et al., 2001).

- la nuit, l'activité de ponte (en nombre moyen horaire de bulls) débute vers 23 h et se termine aux environs de 5 h. Elle est maximale entre 2 et 3 h du matin (MIGADO, BOISNEAU et al, 1990). Les couples formés montent à la surface, le mâle et la femelle, flanc contre flanc, frappent violemment la surface de l'eau à l'aide de leur nageoire caudale en exécutant un déplacement circulaire de 1 à 1,2 m de diamètre. Les produits génitaux sont libérés et la fécondation a lieu dans le tourbillon créé pendant cette phase appelée localement « bull », qui dure de 2 à 10 secondes (MIGADO, CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1981 ; BOISNEAU et al., 1990 ; BELAUD et CARETTE, 1999).

L'acte de reproduction est très sonore (35 à 50 dB) et visible à distance en raison de la projection de gerbes d'eau. Ces caractéristiques permettent de repérer facilement les zones de fraie.



Figure 5 : Regroupement de géniteurs et bulls d'aloses (Photo : MIGADO, 2004)

La grande alose est une espèce semelpare, c'est-à-dire qu'elle meurt après la reproduction. Seuls quelques rares adultes se reproduisent une deuxième fois (MENNESSON-BOISNEAU et al., 2000).

2.1.4 Fécondité

L'espèce présente une très forte fécondité, variable cependant selon les auteurs : elle pourrait varier de 77 000 ovocytes/kg de femelle à 200 000 ovocytes/kg de femelle (CASSOUS-LEINS et al., 2000), 100 000 ovocytes/kg étant souvent considéré comme une valeur minimale.

Le nombre de bulls qu'effectue une femelle au cours de la saison de reproduction est difficile à déterminer. Il varie selon les auteurs entre 5-7 bulls par femelle (CASSOUS-LEINS et CASSOUS-LEINS, 1981), voire 10-12 bulls (DARTIGUELONGUE et FATIN, 1995). Ces données sont basées sur des observations histologiques qui indiquent une maturation fractionnée des ovaires (CASSOUS-LEINS et CASSOUS-LEINS, 1981) ou sur des comparaisons entre le nombre de bulls comptés au cours de la saison et le nombre de géniteurs présents sur un tronçon donné (DARTIGUELONGUE et FATIN, 1995). MIGADO retient la valeur de 10 bulls par femelle (MIGADO, 2005).

Jusqu'à présent, il était généralement admis qu'une femelle pondait de 5 à 7 fois au cours de la saison de reproduction (CASSOUS-LEINS et CASSOUS-LEINS, 1985; CASSOUS-LEINS et al., 2000). Des études sur la Dordogne menées lors des suivis de la reproduction entre Tuilières et Mauzac laissent à penser que ce chiffre serait plus proche de 10 bulls/femelle (MIGADO, 2005).

2.1.5 Statut de l'espèce

Sa raréfaction est assez récente. Entre 500 et 600 tonnes d'aloses adultes ont été prélevées chaque année par la pêche professionnelle girondine sur la période de 1980 à 1985 (d'après CASTELNAUD et ROCHARD, 1997, dans LAMBERT & al., 2001). L'espèce se retrouvait encore dans le Lot, et jusqu'à Toulouse dans les années 50. Désormais, les zones de frayères sont situées à moins de 160 km de l'océan sur la Dordogne et à moins de 300 km sur la Garonne (CASSOUS-LEINS, 1981).

L'espèce est considérée comme vulnérable par l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN). Depuis 2008, en raison de la très forte diminution des effectifs, un moratoire interdisant sa pêche sur tout le bassin Garonne Dordogne a été instauré. Ce moratoire a été prorogé.

Un programme « Life » de réintroduction de l'espèce sur le Rhin est mené avec succès via des prélèvements d'individus sur le bassin Garonne Dordogne. Moins d'une centaine de géniteurs prélevés en milieu naturel sont transférés à la pisciculture fédérale de Bruch en Lot et Garonne et donnent vie à des millions de larves. Ces jeunes individus sont ensuite transférés et lâchés dans le système rhénan, au stade larvaire (plus précisément, avant l'apparition des premières écailles). Riche de ce savoir-faire et de ces installations, MIGADO va ensemer le bassin Garonne Dordogne dès 2016 dans le cadre de lâchers expérimentaux.

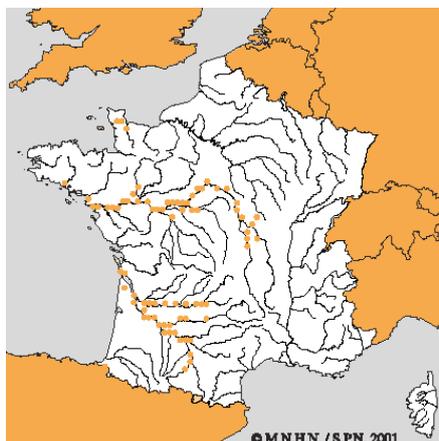


Figure 6 : Répartition des aloses dans les fleuves français (source : Atlas des poissons d'eau douce de France).

2.1.6 Zone de suivi de la reproduction de la Grande alose

En 2015, la zone de suivi de la grande alose s'étendait de l'aménagement hydroélectrique de Tuilières jusqu'à Pessac sur Dordogne (Figure 7). **On peut aussi noter la présence chaque année de géniteurs de grande alose en aval du barrage de Coutras sur la Dronne lors des suivis de la reproduction de l'aloise feinte, mais dont nous ne pouvons pas appréhender la proportion.** Ce barrage représente, semble-t-il, un point de blocage de certaines espèces au cours de leur migration. Une hybridation entre la grande alose et l'aloise feinte est alors possible sur ce secteur de la Dronne.

Trois ouvrages hydroélectriques, exploités par E.D.F., sont présents sur la partie moyenne de la Dordogne. Il s'agit des barrages du grand Bergeracois situés, d'amont en aval, à Mauzac, Tuilières et Bergerac. Ces ouvrages sont équipés de passes à poissons et d'un ascenseur pour Tuilières. Les migrations sont suivies au niveau des stations de vidéo contrôle de Tuilières et de Mauzac. Sur ce secteur d'étude, d'un linéaire d'environ 75 km, les frayères dites "majeures" sont suivies beaucoup plus régulièrement et les frayères dites "secondaires" sont contrôlées plus occasionnellement.

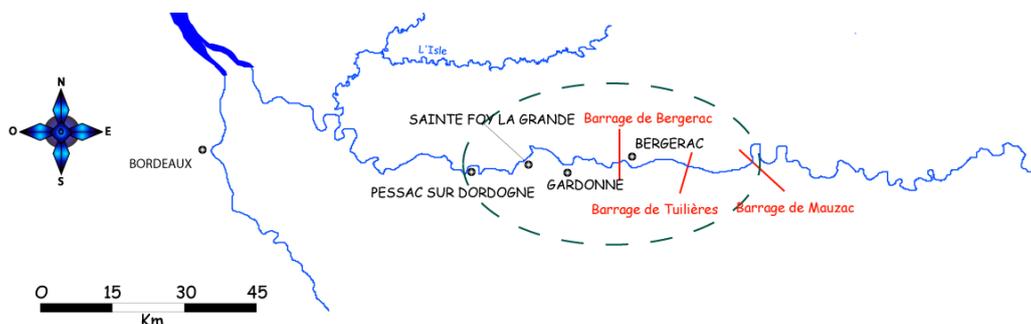


Figure 7 : Zone de suivi de la Grande alose

2.1.7 Matériels et méthodes de suivi de la grande alose

2.1.7.1 Recueil des données environnementales

La température de l'eau et le débit étant les principaux paramètres pouvant influencer le déclenchement de l'activité de reproduction de la Grande Alose, il a été décidé de suivre régulièrement ces 2 paramètres dès la mi-avril à l'aide :

- d'un enregistreur autonome de température (S2T600 NKE) installé au niveau de l'aménagement de Tuilières et réglé à un pas de temps de 2h.

- des données de débit moyen journalier (QJM) extraites de la banque HYDRO. Ces valeurs ont été relevées au niveau de la commune de Lamonzie, située à quelques kilomètres seulement en aval de Bergerac.

De plus, les données météo ont été enregistrées au niveau de Bergerac (pluviométrie, ensoleillement, température de l'air) afin d'appréhender leur influence sur la reproduction de la grande alose.

2.1.7.2 Suivi de l'activité de reproduction

L'estimation du nombre de géniteurs passe d'abord par la localisation des différents sites de fraie actifs puis par la quantification de l'activité de reproduction sur ces différents sites par comptage du nombre de bulls. Le dénombrement de ces bulls a lieu depuis les berges entre 22 h et 6 h du matin. Ils sont réalisés de deux manières : soit directement à vue et/ou à l'ouïe (comptage direct), soit par enregistrement audio (CASSOU-LEINS et al., 2000, BAGLINIERE et ELIE, 2000).

- Comptage direct

En ce qui concerne le comptage direct, l'observateur est muni d'un compteur manuel et les bulls entendus sont comptabilisés par quart d'heure. Lorsque les conditions environnementales se prêtent au déclenchement de la reproduction, des prospections sont effectuées sur toutes les frayères régulièrement fréquentées. Des comptages sont également effectués lors de prospections de nouvelles frayères et sur les frayères secondaires afin de vérifier la présence ou l'absence d'activité au cours de la saison. L'activité de reproduction ne se déclenchant pas au même moment sur les différents sites de fraie, ces prospections doivent donc être régulièrement réalisées. Par ailleurs, ces comptages directs sont également nécessaires pour réaliser le calibrage des dispositifs d'enregistrement audionumérique afin de déterminer leur efficacité.

- Comptage par enregistrement audionumérique

Lorsque le début de l'activité est constaté en début de saison, les principales zones de fraie vont être en priorité suivies par enregistrement audionumérique afin de garantir une surveillance régulière de ces zones. Dans le cadre de cette étude, le dispositif se compose :

- d'un microphone de type parabole (SONY ECM-PB1C) ou de type directionnel (CANON RODE VideoMic).

- d'un enregistreur mini-disque relié au micro (SONY MZ-N710 ou SONY MZ-RH1, voir photos) (Figure 8).

- l'ensemble étant disposé à l'intérieur d'une boîte ou d'un seau, afin de protéger le dispositif des intempéries.



Figure 8 : Dispositifs d'enregistrement audio numériques

Les enregistreurs numériques sont programmés de façon à obtenir des séquences d'enregistrement fixes, d'une durée d'un quart d'heure. L'analyse des enregistrements est réalisée grâce aux logiciels de traitement de son SONIC STAGE et SOUND FORGE 6.0 qui permettent respectivement l'extraction des données ainsi que la visualisation du spectre d'enregistrement (Figure 9). Une analyse visuelle puis auditive permet de localiser et de comptabiliser les bulls de manière rapide afin d'éviter l'écoute de la totalité de l'enregistrement en temps réel.

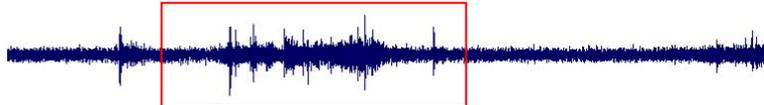


Figure 9 : Spectre audio sous Sound-Forge 6.0

En raison des contraintes de temps et de disponibilité, il a été choisi de ne transférer en routine sur ordinateur que 1h30 à 2h00 d'enregistrement par nuit et par site, soit 6 à 8 séquences d'un quart d'heure réparties sur la durée de la nuit (séquences téléchargées selon les heures de démarrage du suivi : 23h30-23h45; 0h30-0h45; 01h30-01h45; 01h45-02h00; 02h45-03h00; 03h00-03h15; 04h00-04h15; 04h30-04h45). Ces séquences dites de référence permettent d'obtenir une vision générale de la répartition de l'activité au cours de la nuit (LASCAUX J.M. -Rapport ECOGEA 2005). En complément, des écoutes sont effectuées sur des nuits complètes et à différents moments de la saison, afin d'appréhender plus finement la répartition de l'activité au cours de la nuit. Des coefficients d'activité sont ainsi calculés pour chaque quart d'heure d'une nuit type. Il est ensuite possible de reconstituer l'activité de fraie sur toute une nuit de suivi à partir du nombre de bulls comptabilisés sur les quarts d'heure de référence.

2.1.7.3 Estimation du nombre de géniteurs sur l'axe Dordogne

L'estimation de la population de grande alose sur le bassin de la Dordogne nécessite le cumul des résultats de deux modes de suivis présentés ci-dessous (les prélèvements par la pêche étant limités par le moratoire aux captures accidentelles)

- un système de vidéo surveillance installé au niveau de la passe à poissons du barrage hydro-électrique de Tuilières permet d'enregistrer le passage d'aloses (Figure 10).



Figure 10 : Système informatique de contrôle vidéo de Tuilières – MIGADO 2003

- le suivi de la reproduction en aval de Tuilières permet d'estimer la part du stock de géniteurs se reproduisant aux pieds des barrages. Cette estimation est réalisée à partir du nombre de bulls comptabilisés en utilisant plusieurs hypothèses basées notamment sur le fractionnement de la ponte des aloses en relation avec la maturation progressive des ovocytes dans le temps (TAVERNY, 1991 ; CASSOU-LEINS et al., 2000). Les hypothèses de calcul utilisées sont traditionnellement les suivantes (CASSOU-LEINS et CASSOU-LEINS, 1981 ; CASSOU-LEINS, 1985 ; CASSOU-LEINS et al., 2000) :

- les géniteurs ne se reproduisent que sur une seule frayère ;
- un bull correspond à l'activité d'une seule femelle et d'un seul mâle ;
- il n'y a qu'une ponte par nuit et par femelle ;
- une femelle pond 10 fois au cours d'une saison de reproduction (MIGADO., 2005).

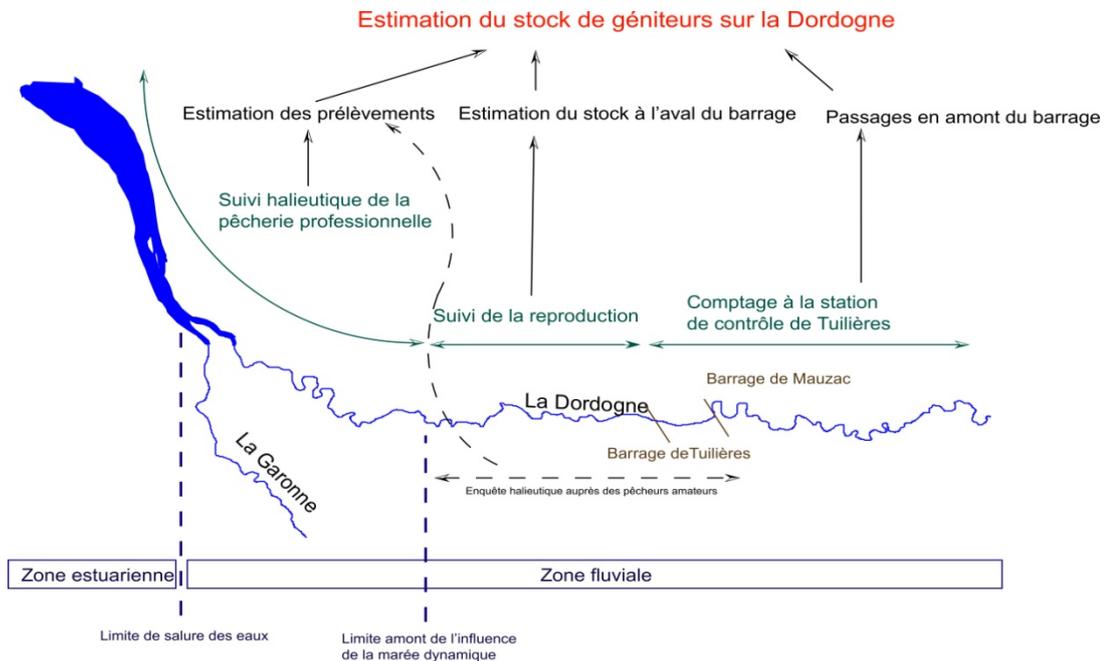


Figure 11 : Les différents indicateurs du stock de géniteurs de grande alose sur l'axe Dordogne

L'application de cette méthode, en dépit des approximations qu'elle comporte, permet cependant d'établir un indice d'abondance suffisamment précis pour gérer la population sur le bassin.

3 RESULTATS DU SUIVI DE LA REPRODUCTION DE LA GRANDE ALOSE

3.1 Localisation des sites de reproduction

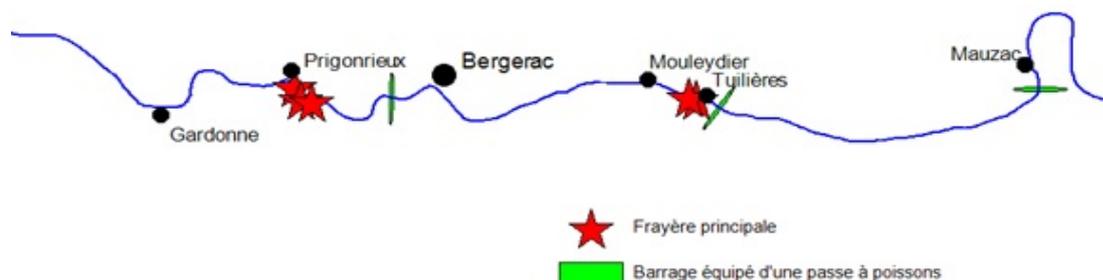


Figure 12 : Localisation des frayères de grande alose en 2015

Les sites majeurs de "La Gravière", "Castang", "Les Nébouts", et "Prignonieux" ont été régulièrement suivis via les systèmes d'enregistrement. Le site du port de "Tuilières", a été suivi sans système d'écoute en raison des bruits parasites alentours. Les sites de reproduction sont localisés sur la figure ci-dessus.

3.2 Résultats du suivi de la Grande Alose

Le suivi de la reproduction a débuté la nuit du 14 avril et s'est achevé le 18 juin 2015. Bien qu'ayant débuté assez précocement, l'activité de reproduction s'est principalement concentrée entre le 10 mai et le 11 juin 2015.

3.2.1 Qualité et efficacité du suivi

Le suivi a pu être effectué sur la totalité de la période de reproduction, et représente un total de 635 h d'enregistrement et 49 h de comptage direct. L'intensité du suivi est fonction des conditions environnementales (bruits parasites, météo, débits et températures de l'eau) et des aléas matériels (dysfonctionnement ou vol de matériel). Le détail du suivi est présenté sur le tableau ci-dessous.

Frayères	La Gravière	Prignonieux	Castang	Nébouts	Tuilières	Total
Nombre de nuits suivies	31	30	29	27	27	144
Nombre d'heures d'écoute direct (h)	15	12	9	7	7	50
Nombre d'heures d'enregistrement (h)	120	360	85	70		635
Nombre d'heures d'enregistrement dépouillées(h)	67	90	30	8		195
Taux de dépouillement	56%	25%	36%	11%		31%

Tableau 1 : Bilan des enregistrements pour l'année 2015

L'efficacité des micros est déterminée en comparant le nombre de bulls comptés directement et les bulls enregistrés par le matériel automatique pour les mêmes quarts d'heure (tableau 2).

Le pourcentage d'efficacité des micros dépend fortement de la configuration du site. C'est pourquoi aucun micro n'a été posé sur la frayère de Tuilières. Les sites des Nébouts n'ont pas permis de réaliser de calibrage du microphone en raison du faible nombre de bull comptabilisé. Le taux d'efficacité retenu est donc celui des années précédentes.

Site	La Gravière	Nébouts	Castang	Prignonrieux
% d'efficacité	60	55	42	53

Tableau 2 : Pourcentage d'efficacité des micros en fonction des sites d'écoute

3.2.2 Répartition de l'activité de reproduction au cours de la nuit

Selon la méthode de Cassou-Leins, des pourcentages d'activité par 1/4 d'heure ont été calculés. Ce calcul a été réalisé à partir de 16 nuits complètement dépouillées sur les frayères présentant le plus d'activité. Cette courbe suit une distribution normale du nombre moyen de bulls au cours d'une nuit. Les coefficients représentés ci-dessous ont été calculés à partir des résultats obtenus au cours des années de suivi de 2005 à 2015 ($R^2 = 0.74$ soit proche de 1). La répartition de l'activité, au cours de l'année 2015, suit une loi normale (Test de Shapiro-Wilk (coeff) : p-value = 0.143, supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$) et sera appliquée sur l'ensemble des frayères pour déterminer le nombre de bulls total des nuits partiellement dépouillées.

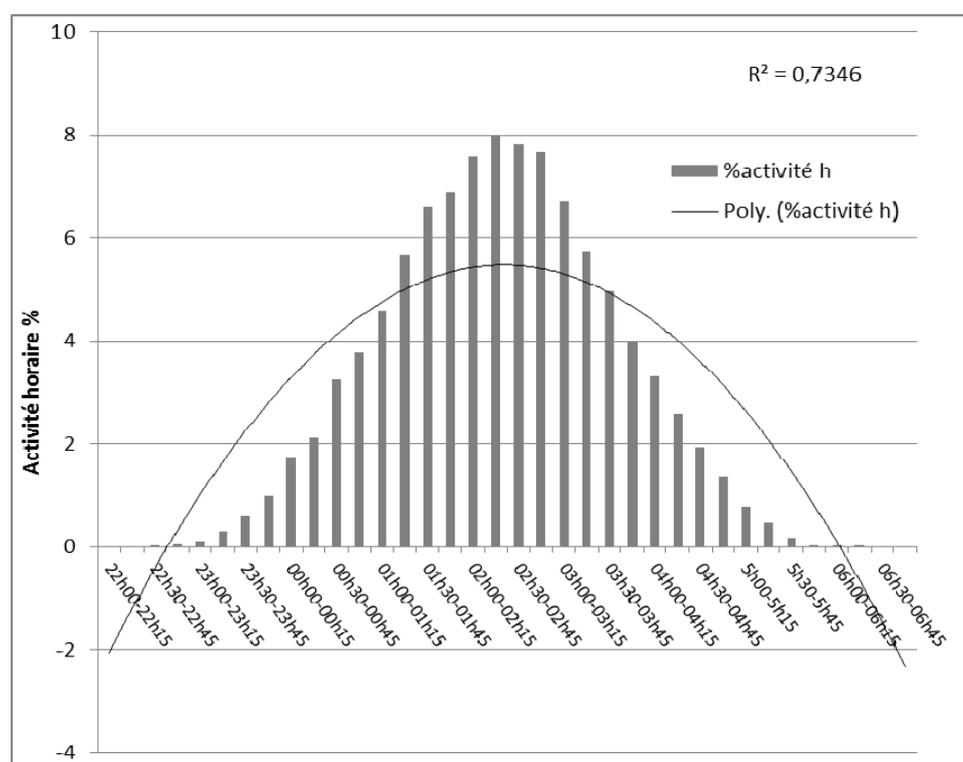


Figure 13 : Répartition de l'activité par tranche horaire au cours de la nuit sur toute la période 2005-2015 sur la Dordogne.

3.2.3 Activité de reproduction de la Grande Alose sur l'axe Dordogne en 2015

A partir des hypothèses de calcul présentées dans la partie « Protocole », le nombre total de géniteurs sur les frayères aval Tuilières est estimé à plus de 4100 aloses et 1605 ont été recensées à la station de contrôle. Les résultats sont détaillés dans le tableau suivant.

Site	Nombre de bulls	Nombre de géniteurs
Station de contrôle de Mauzac		33
Station de contrôle de Tuilières		1605
Castang	3168	634
Gravière	8897	1779
Nébouts	302	60
Prigonrieux	6049	1210
Tuilières	2040	408
Total axe Dordogne	20455	4091

Tableau 3 : Estimation du nombre de géniteurs sur l'axe Dordogne en 2015

En 2015, le suivi de la reproduction ainsi que les comptages aux stations de contrôle ont permis d'estimer à près de 5700 le nombre de géniteurs d'aloses sur la Dordogne. Une part non estimée se reproduit sur l'axe Isle / Dronne.

3.2.4 Répartition des géniteurs sur l'axe migratoire

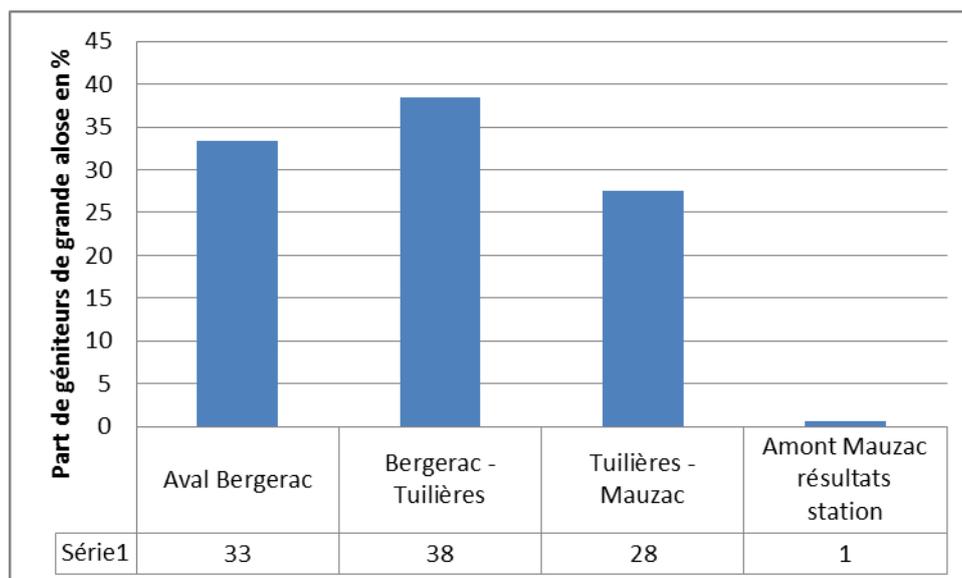


Figure 14 : Répartition des géniteurs sur la Dordogne en 2015

Cette année, 28 % des poissons ont franchi le barrage de Tuilières (valeur proche de la moyenne depuis 2004, soit 30 %). En aval de la station de contrôle, la reproduction s'est répartie de façon assez homogène entre l'aval et l'amont du barrage de Bergerac (33 % aval de Bergerac et 38 % sur le secteur Bergerac-Tuilières). La fraction se reproduisant sur le secteur amont du barrage de Bergerac a utilisé principalement la frayère de la Gravière. Pour les frayères situées en aval de Bergerac, la reproduction s'est déroulée principalement sur la frayère de Prignonrieux. Il est à noter la faible proportion d'aloses parvenant en amont de Mauzac (seulement 1%), secteur où les frayères présentent une meilleure qualité pour le recrutement.

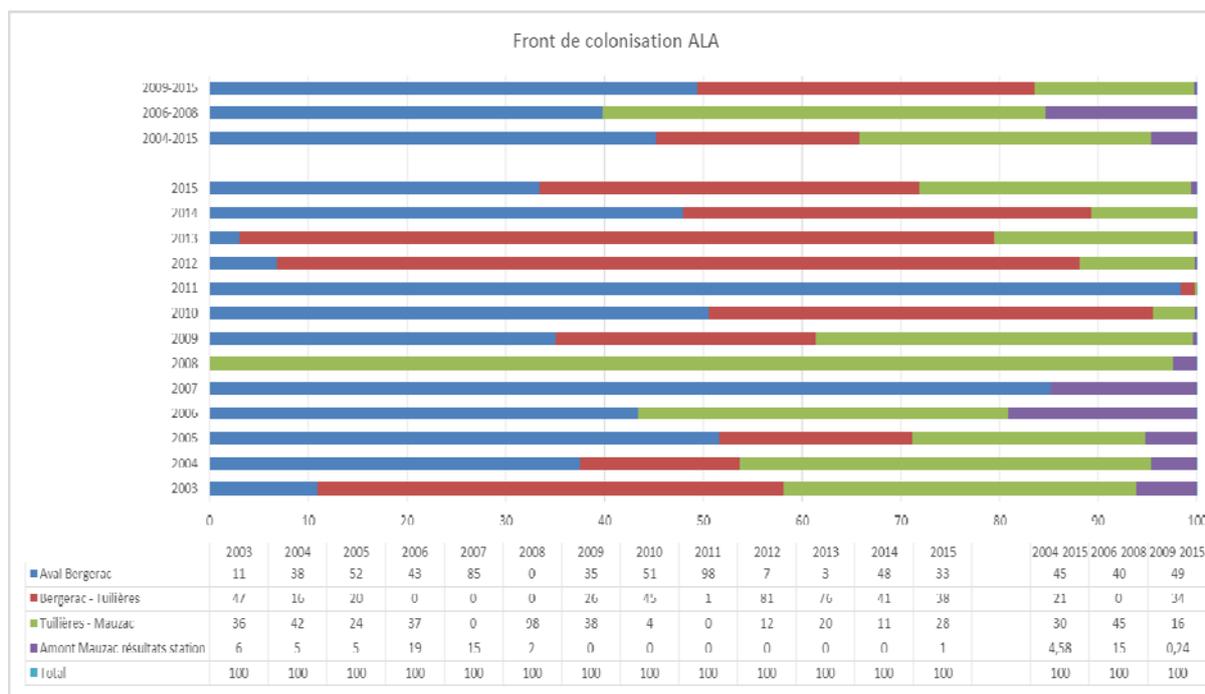


Figure 15 : Evolution du front de colonisation sur l'axe Dordogne depuis 2003(%)

A noter que depuis 2010 et encore cette année, une très faible part du stock d'aloses franchit le barrage de Tuilières. Dans le même temps, la proportion de géniteurs en amont de Mauzac est insignifiante (moins de 5 % depuis le début des suivis et moins de 1 % depuis 2009). Les trois années au cours desquelles le barrage de Tuilières a été effacé, le taux de transfert en amont de Mauzac avoisinait les 12 % en moyenne.

En aval de Bergerac, la proportion d'aloses se reproduisant sur ce secteur varie énormément d'une année à l'autre. Effectivement, suivant les années et indépendamment de la densité de poissons, ce tronçon de Dordogne abrite entre 0 % et 98 % des géniteurs du bassin, respectivement en 2008 et 2011. **L'utilisation des frayères immédiatement en aval du barrage de Bergerac par les aloses dépend-elle de la densité de géniteurs présente, des conditions hydrologiques, du fonctionnement de l'usine hydroélectrique, de l'attractivité de la passe à poissons... ?** Les abondances de géniteurs étaient très faibles pour ces 2 années remarquables avec 3700 géniteurs en 2008 et 8000 géniteurs en 2011. Ces observations vont à l'encontre d'un transfert en amont de Bergerac densité dépendant. Cependant, les débits pour ces 2 années sont eux aussi remarquables, avec une moyenne des débits sur la saison de 477 m³/s en 2008 et 60m³/s en 2011, correspondant aux valeurs des moyennes de débits respectivement la plus élevée et la plus faible observée depuis le début des suivis. Au regard de ces observations, le transfert vers l'amont de Bergerac semblerait donc fortement dépendre de l'hydrologie de la Dordogne lors de la période de reproduction de la grande alose. Cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable que les débits de la rivière conditionnent directement la fonctionnalité des frayères (vitesses d'écoulement et hauteur d'eau), l'activité de reproduction en faisant varier la température de l'eau (température de l'eau fortement corrélée au débit), le fonctionnement de l'usine hydroélectrique, et bien sûr l'attractivité de la passe.

Sur l'axe Isle / Dronne, les suivis de la reproduction de l'alose feinte, révèlent la présence de géniteurs de grande alose. La localisation de l'activité observée chaque année, permet de soulever l'hypothèse d'un blocage des aloses qui remontent jusqu'aux barrages de Coutras et Laubardemont (ceci malgré la présence d'une passe à poissons au barrage de Coutras). Cette hypothèse semble d'autant plus vraisemblable que, dans le cas de la grande alose aucune activité de reproduction n'est recensée en amont de Coutras (zone non soumise à marée) et que seuls quelques individus (3 en 2013, 2 en 2015) sont comptabilisés à la station de contrôle de Monfourat située en amont.

3.2.5 Rythmes de reproduction et conditions environnementales / fonctionnement des frayères

Comme vu précédemment, la reproduction est influencée par le débit et la température de l'eau. Le graphique suivant montre l'évolution de ces 2 variables au cours de la période de suivi.

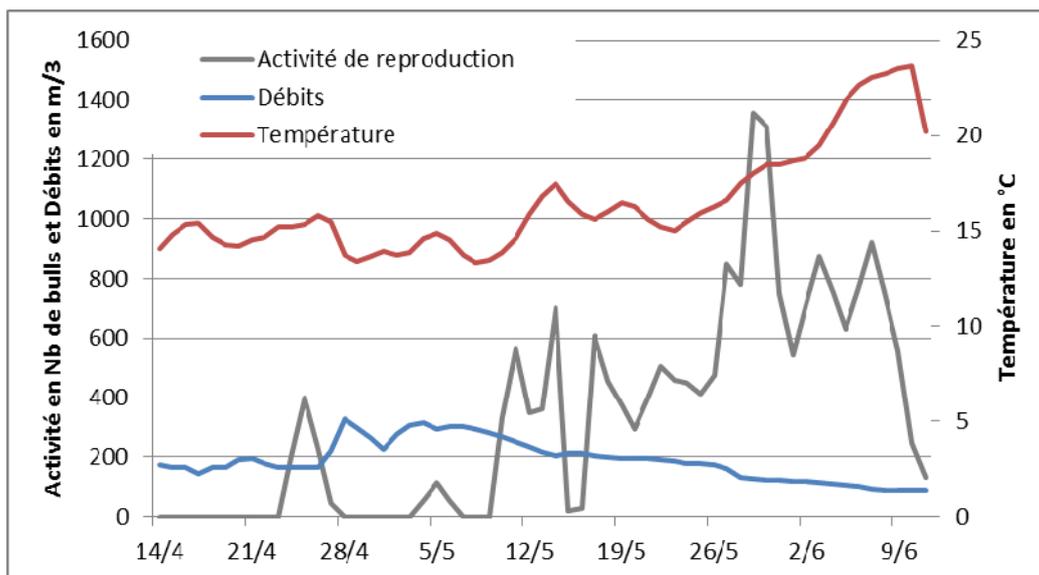


Figure 16 : Evolution de l'activité de reproduction en fonction du débit et de la température au cours de la saison 2015.

En 2015, nous avons pu observer des conditions de débit et de température assez stables et basses. La reproduction a débuté le 24 avril en aval de Bergerac dans une eau à 15°C mais a été stoppée aussitôt par une petite chute de température (moins 1 à 2°C relevés) de fin avril à début mai. L'activité a repris le 6/05 à nouveau à partir de 15°C et s'est poursuivie jusqu'à mi-juin. La reproduction a été beaucoup plus intense fin mai début juin (64% de l'activité de la saison) avec l'augmentation de la température (+8°C en 2 semaines).

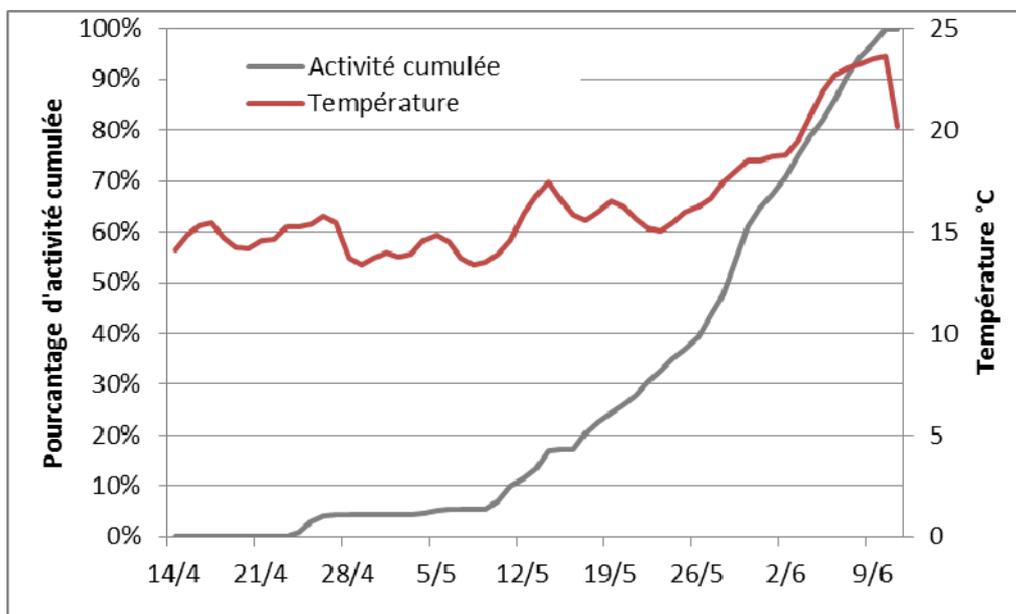


Figure 17 : Activité cumulée en fonction au cours de la saison - 2015

L'activité de reproduction a eu lieu pour une gamme de :

- températures comprises entre 14 et 24 °C (80 % de l'activité est comprise entre 15 et 23°C)

- débits compris entre 88 et 270 m³/s (80 % de l'activité est comprise entre 93 et 211 m³/s)

A partir des données obtenues depuis le début des suivis, il est possible de dégager des plages de fonctionnement des principales frayères en fonction du débit.

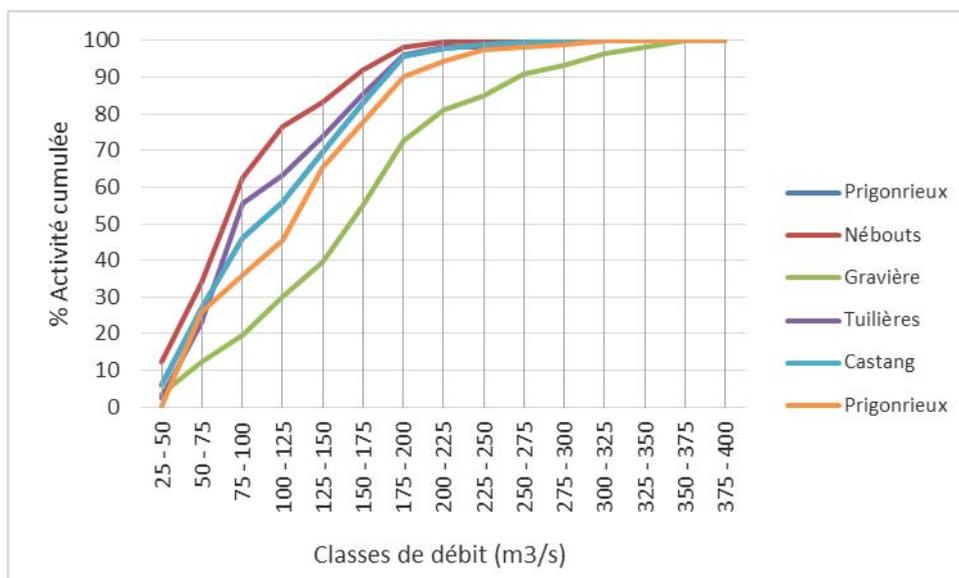


Figure 18 : Pourcentage d'activité cumulée en fonction des débits entre 2003 et 2015

Les frayères ont toutes une gamme de fonctionnalité située entre 25 et environ 250 m³/s sauf la frayère de la Gravière qui possède une gamme plus large allant jusqu'à 375m³/s.

spawning ground	Flow (m ³ /s)							Preferential range water flow	
	Q1%	Q10%	Q25%	Q50%	Q75%	Q90%	Q99%		
Tuilières	40	66	75	93	152	191	256	75	100
Gravière	34	71	114	162	203	264	362	175	200
Nébouts	21	35	67	89	116	167	208	75	100
Castang	31	62	72	111	159	182	253	50	75
Prigonrieux	56	68	71	133	168	199	304	50	75

Tableau 4 : Range water flow to spawning activity

Ces informations couplées à la modélisation réalisée sur les principaux sites (Annexe 1 : Présentation des travaux au Colloque International de Préservation de la Grande Alose à Bergerac en 2015), permettent de tirer pour chaque site les gammes de vitesse d'écoulement et de hauteur d'eau fonctionnelles pour l'activité de reproduction de l'espèce et de dégager des préférences pour ces 2 paramètres.

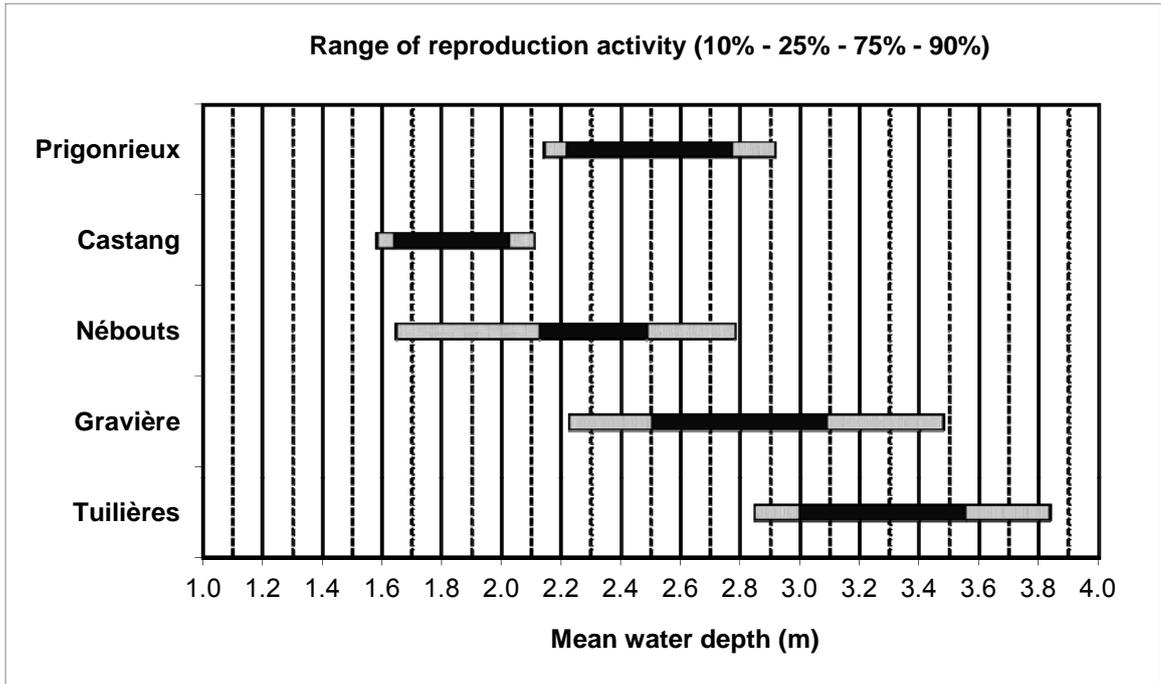


Figure 19 : Preferential range depth on different spawning grounds

L'activité de reproduction est observée pour des profondeurs comprises entre 1,6 m et 3,8 m.

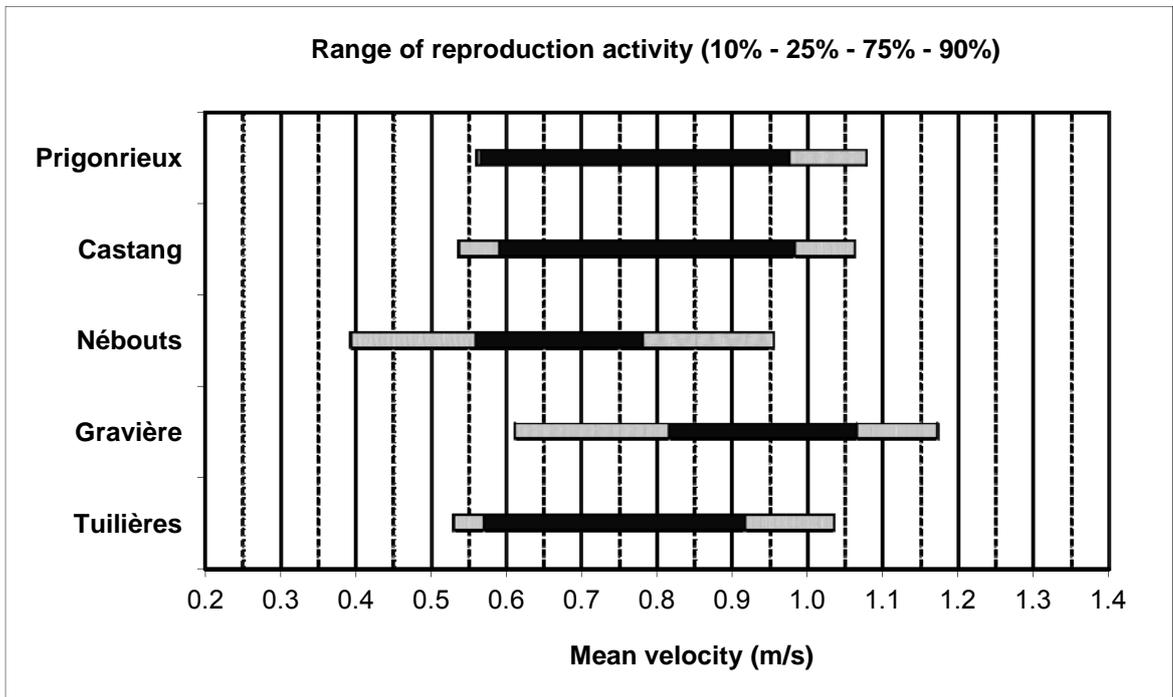


Figure 20 : Preferential range mean velocity on different spawning grounds

L'activité de reproduction est observée pour des vitesses de courant comprises entre 0,4 m/s et 1,15 m/s, avec un maximum observé entre 0,6 m/s et 1 m/s.

Il est possible, à l'aide de la modélisation des frayères, de déterminer la zone de dépôt des œufs d'aloise en fonction des débits. Le modèle hydraulique se base sur les 3 hypothèses suivantes :

- La surface de l'eau est le point de départ de la sédimentation des œufs
- La vitesse de sédimentation des œufs est de 1.63 cm/s (donnée MIGADO)
- La vitesse d'écoulement retenue est la même sur toute la colonne d'eau (vitesse moyenne)

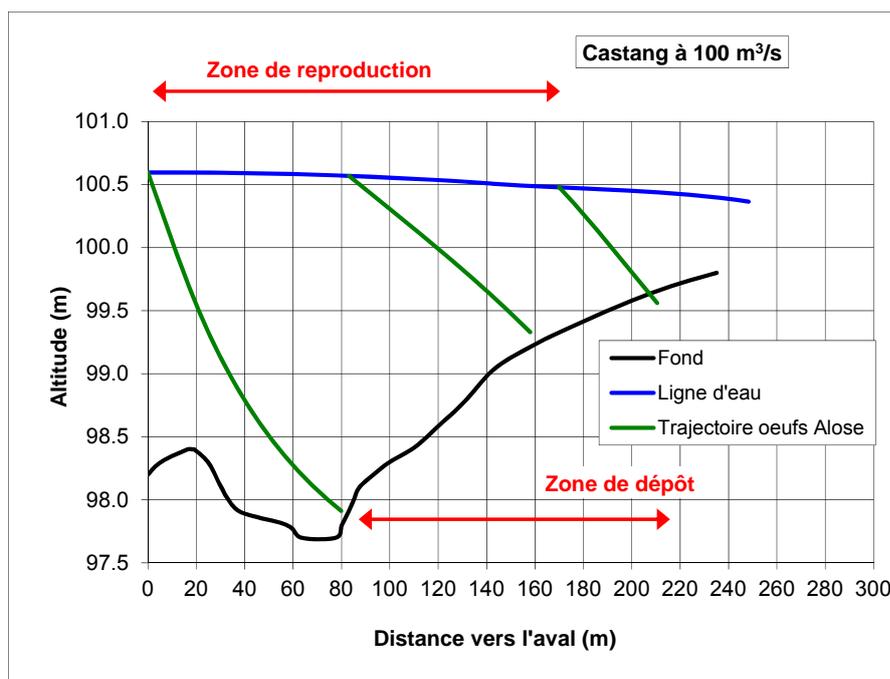


Figure 21 : Exemple de représentation graphique de la zone de dépôt des œufs à Castang pour un débit de 100m³/s

La zone de dépôt des œufs en rapport à la situation du site de reproduction de Castang est située à :

- ≈ 20 m à 50m³/s
- 40-80 m à 100m³/s
- 50-120 m à 175m³/s

Il est d'autant plus intéressant de pouvoir déterminer la zone de dépose des œufs que, sur la Dordogne, le problème de pénurie de gravier sur ces secteurs se pose. EPIDOR a engagé les premières études à partir des travaux de modélisation des frayères réalisé par MIGADO en partenariat avec le pôle écohydraulique de l'ONEMA.

3.2.6 Évolution des stocks reproducteurs sur l'axe Dordogne de 2002 à 2015

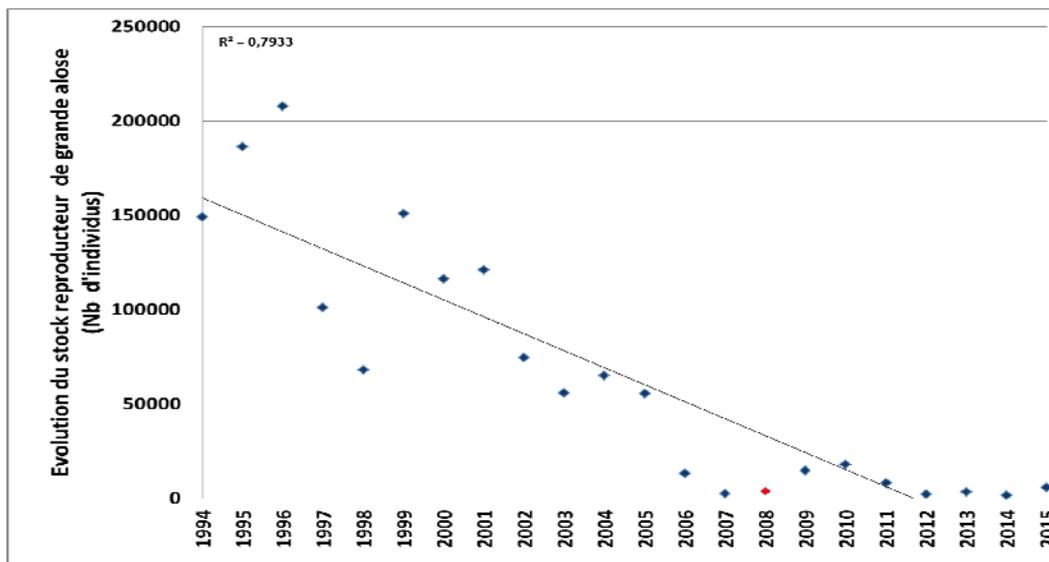


Figure 22 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin de la Dordogne de 2002 à 2015

Après une période de relative stabilité de 2002 à 2005, au cours de laquelle le stock reproducteur a varié de 75 000 à 55 000 individus, une baisse très marquée des effectifs est apparue en 2006 et s'est confirmée et accentuée jusqu'en 2007. A partir de 2008, le stock a légèrement augmenté jusqu'à frôler les 20 000 individus en 2010 avant de retomber en dessous des 10 000 aloses en 2011. Depuis 2012, le stock de géniteurs reste à un niveau alarmant en 2015 avec moins de 6 000 géniteurs de grande alose qui ont pu se reproduire sur le bassin de la Dordogne.

3.2.7 Evolution des stocks reproducteurs de Grande Alose sur le bassin Gironde-Garonne-Dordogne

En regard de son homing de bassin, c'est le bassin Gironde-Garonne-Dordogne qui constitue l'échelle de gestion adéquate de l'espèce *Alosa alosa*.

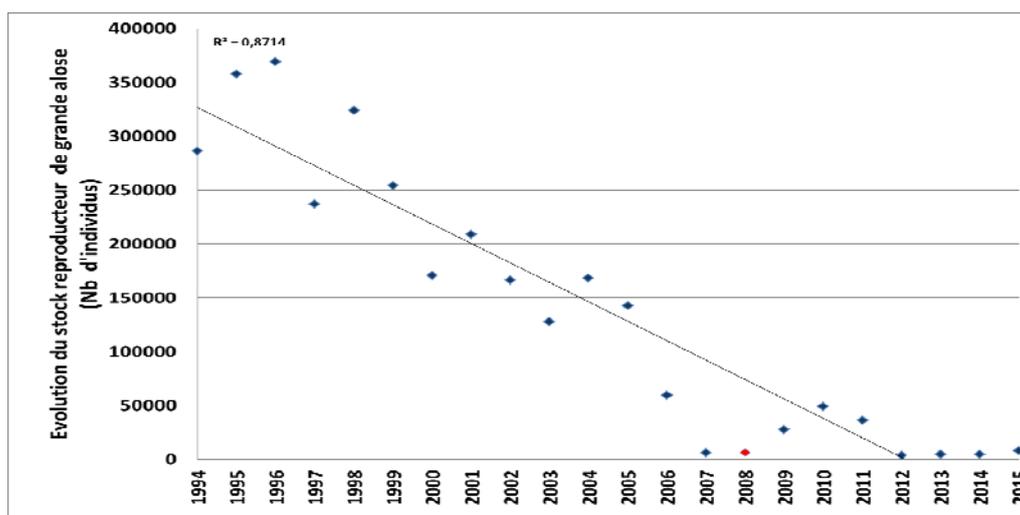


Figure 23 : Evolution du stock reproducteur d'aloise vraie sur le bassin Gironde Garonne Dordogne

Le stock reproducteur sur le bassin Gironde Garonne Dordogne est obtenu par la compilation des données recueillies sur les deux axes. (Données source MIGADO).

Cette analyse à l'échelle du bassin versant met en évidence une tendance à la baisse marquée et significative du stock reproducteur sur l'ensemble des deux axes migratoires sur la période 1994-2007, sans évolution notable à la hausse malgré la mise en place du moratoire en 2008.

3.2.8 Discussion sur le suivi de la reproduction de la grande alose

Objectifs du suivi :

- Appréhender les effectifs se reproduisant à l'aval de la station de contrôle de Tuilières afin de déterminer le stock reproducteur sur la Dordogne ;
- Recueillir un ensemble de données permettant d'évaluer l'impact de l'application de mesures restrictives de la pêche à l'alose sur l'évolution de la population d'aloses ;
- Appréhender, suite à la remise en service du barrage de Tuilières en 2009, les conséquences éventuelles de l'ouvrage sur la reproduction de l'alose ;
- De façon générale, compléter les connaissances utiles à la gestion et à la protection de ces espèces sur le bassin.

3.2.8.1 Estimation du stock reproducteur de grande alose sur la Dordogne en 2015

Le stock reproducteur de grande alose, correspondant à la somme des effectifs passés à l'amont du barrage de Tuilières et des effectifs s'étant reproduits à l'aval de l'ouvrage, peut être estimé à près de 6000 individus en 2015.

3.2.8.2 Evolution du stock reproducteur de grande alose en 2015

Cette année, les effectifs sont toujours aussi bas sur la Dordogne, et au-delà sur le bassin GGD, malgré la mise en place du moratoire depuis 2008. **La tendance ne s'étant pas inversée entre 2008 et 2015, il conviendrait donc à minima de maintenir le moratoire pour les années à venir et il serait nécessaire d'agir rapidement pour assurer la survie de la population de grande alose sur le bassin qui, rappelons-le, était il y a de cela une dizaine d'années, la plus importante à l'échelle européenne.** Les problèmes de libre circulation qui subsistent et la qualité générale des milieux peuvent expliquer cette situation préoccupante.

3.2.8.3 Répartition des géniteurs de grande alose sur l'axe migratoire en 2015

Les suivis réalisés depuis 2003 permettent d'avoir une idée précise des sites de fraie de la grande alose. Depuis le début de ces suivis, il apparaît de fortes différences concernant la répartition des géniteurs sur l'axe (figure 15). On observe certaines années, comme en 2013, une forte proportion du stock se reproduisant à l'aval du barrage de Tuilières. Cependant, la proportion du stock parvenant à l'amont de Mauzac demeure faible (ne dépassant pas 1 % depuis 2009), alors que les meilleures zones de fraie se situent en amont de ce troisième barrage du Bergeracois.

Même si les conditions environnementales peuvent agir sur la répartition des géniteurs sur l'axe, il est intéressant de noter que la plupart des frayères sont situées à l'aval immédiat d'obstacles à la libre circulation (notion de frayères forcées, à l'aval de Tuilières notamment, où le succès des reproductions est très certainement impacté par la qualité non optimale du milieu sur ces secteurs).

3.2.9 Restauration de la libre circulation des migrateurs sur l'axe Dordogne

L'absence de granulométrie favorable à l'aval des ouvrages (Tuilières et Mauzac notamment) doit pénaliser fortement le recrutement naturel pour cette espèce. De plus, ce recrutement est probablement beaucoup plus aléatoire sur la partie aval de l'axe, en relation avec le régime thermique particulier du cours d'eau sur ce secteur.

L'amélioration du franchissement des obstacles à la montaison doit rester une priorité afin d'assurer une dispersion optimale des aloses sur l'ensemble des habitats potentiellement favorables à leur reproduction, pouvant être à terme susceptible de consolider les effectifs et de renforcer leur capacité de compensation face à des événements défavorables.

Il convient donc de permettre à un maximum d'individus de passer à l'amont des 3 obstacles du Bergeracois.

CONCLUSION

La population d'alose vraie du bassin de la Dordogne, et au-delà du système Gironde-Garonne-Dordogne, est depuis plusieurs années dans une situation alarmante. Malgré l'arrêt de l'exploitation de l'espèce sur le bassin suite à la mise en place du moratoire en 2008, le stock de géniteurs migrants qui remonte sur le bassin reste très faible (75 fois moins important que dans les années 95). Le stock reproducteur de grande alose sur la Dordogne, correspondant à la somme des effectifs passés à l'amont du barrage de Tuilières et des effectifs s'étant reproduits à l'aval de l'ouvrage, peut être estimé à près de 6000 individus en 2015. Cette chute marquée des effectifs jusqu'en 2007 et le niveau actuel des stocks reproducteurs toujours très faible depuis 9 ans (soit environ 2 cycles de vie à l'échelle de l'espèce), pourrait devenir irréversible et doit motiver les gestionnaires à augmenter leurs efforts.

La tendance ne s'étant pas inversée entre 2008 et 2015, il conviendrait donc à minima de maintenir le moratoire pour les années à venir, et d'agir rapidement pour assurer la survie de la population de grande alose sur le bassin qui, rappelons-le, était il y a de cela une dizaine d'années, la plus importante à l'échelle européenne.

Les obstacles à la libre circulation structurent encore fortement la répartition de l'espèce sur l'axe, cantonnant les géniteurs à l'aval de Mauzac et la plupart d'entre eux sur la partie en aval du barrage de Tuilières. L'amélioration du franchissement des obstacles à la montaison doit rester une priorité afin d'assurer une dispersion optimale des aloses sur l'ensemble des habitats potentiellement favorables à leur reproduction, pouvant être à terme susceptible de consolider les effectifs et de renforcer leur capacité de compensation face à des événements défavorables.

Le stock du bassin est aujourd'hui réduit à quelques milliers d'individus, c'est pourquoi tous les phénomènes pouvant avoir un impact sur la population doivent être pris en compte (fonctionnalité des habitats, libre circulation, captures accidentelles...) et outre le fait de les étudier, il paraît urgent pour cette espèce hautement patrimoniale d'intervenir pour stopper cette chute et enfin inverser la tendance.

BIBLIOGRAPHIE

- ALMEIDA, P. R., H. T. SILVA & B. QUINTELLA, 2000. The migratory behaviour of the sea lamprey *Petromyzon marinus* L., observed by acoustic telemetry in River Mondego (Portugal). In Moore, A. & I. Russel (eds), *Advances in Fish Telemetry*. CEFAS, Suffolk: 99–108.
- BAGLINIERE, J.L. (2000). Le genre *Alosa* sp. In: *Les aloses (Alosa alosa L. et Alosa fallax spp.) Ecobiologie et variabilité des populations*. Eds: Baglinière, J.L.; Elie, P., Paris: INRA-Cemagref., pp. 3-30.
- BAGLINIERE, J.L.; SABATIE, M.R.; ALEXANDRINO, P.; APRAHAMIAN, M.W.; ELIE, P., 2000: Les aloses: une richesse patrimoniale à conserver et à valoriser. In: *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax spp.) Ecobiologie et variabilité des populations*. Eds: Baglinière, J.L.; Elie, P., Paris: INRA-Cemagref., pp. 263-275
- BELAUD A., CARETTE A., 1999. Suivi 1999 de la qualité des milieux et de la reproduction des aloses à Agen et en moyenne. Rapport Assoc. De la Réserve naturelle de la Frayère d'Alose, 44 p + annexes.
- BOISNEAU P., MENNESSON-BOISNEAU C. et BAGLINIERE J.L., 1990. Description d'une frayère et comportement de reproduction de la grande alose (*Alosa alosa* L.) dans le cours supérieur de la Loire, *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture*, 316 p.
- BOYER et al., 2000 Situation des programmes migrateurs sur l'ensemble des bassins versants Garonne et Dordogne. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (2000) 357/358 : 323-344.
- CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1981. Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'Alose, *Alosa alosa* L. Thèse doctorat 3è cycle, Institut National Polytechnique de Toulouse, 382p.
- CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1985. Etude de la frayère d'aloses. *Rap. ENSA Toulouse*, 12 p.
- CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1990. Réserve naturelle de la frayère d'aloses. Synthèse quinquennale. *Rapport ENSA Toulouse*, 57 p.
- CASSOU-LEINS J.J., CASSOU-LEINS F., BOISNEAU P., BAGLINIERE J.L., 2000. La reproduction in BAGLINIERE J.L., ELIE P., 2000. Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) – Ecobiologie et variabilité des populations. Cemagref, Inra Editions, Paris : 73-92.
- CHANSEAU M., CASTELNAUD G., CARRY L., MARTIN VANDEMBRUCKE, BELAUD A., 2004. Essai d'évaluation du stock de géniteurs d'alse *Alosa alosa* du bassin versant Gironde Garonne Dordogne sur la période 87-2001 et comparaison de différents indicateurs d'abondance – *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* (2005) 374, p.1– 19.
- CASTELNAUD G., ROCHARD E., 1997. Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde : suivi statistique 1995 - étude de la faune circulante 1996. Rapport Cemagref de Bordeaux / EDF, 152 p.
- LAMBERT, P., VANDEMBULCKE, D. MARTIN, ROCHARD, E., et al. Âge à la migration de reproduction des géniteurs de trois cohortes de grandes aloses (*Alosa alosa* L.) dans le bassin versant de la Garonne (France). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 2001, no 362-363, p. 973-987.
- DARTIGUELONGUE J., FATIN D., 1995. Etude préliminaire de la reproduction des aloses en 1995 entre Tuilières et Mauzac sur la Dordogne. Rapport SCEA pour EDF Energie Aquitaine D.T.E., 19 pages + planches, graphiques et annexes.

HOESTLANDT H., 1958. Reproduction de l'alose atlantique (*Alosa alosa* Linné) et transfert au bassin méditerranéen. *Verhandlungen. Intern. Verein. theor. angew. Limnol.*, 13: 736-742.

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* L.) dans le bassin versant de la Garonne (France), *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 362/363, 973-987.

LASCAUX J.M., 2005. Rapport ECOGEA, rapport de sous-traitance MIGADO. Suivi de la reproduction de la grande Alose (*Alosa alosa* L.) et de la Lamproie marine (*Petromyzon marinus* L.) sur la Dordogne en aval du barrage de Tuilières (départements de la Dordogne et de la Gironde). Mai-Juin-Juillet 2004. 42 p.

MARTIN-VANDEMBULKE D., 1999. Dynamique de population de la grande alose (*Alosa alosa* L. 1758) dans le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne (France) : analyse et prévision par modélisation. Thèse Doct., Institut National Polytechnique, Toulouse, 115 p.

MENNESSON-BOISNEAU C., APRAHAMIAN M.W., SABATIE M.R., CASSOU-LEINS J.J., 2000. Biologie des aloses : remontée migratoire des adultes. In : Les aloses (*Alosa alosa* L. et *Alosa fallax* spp.) : écobiologie et variabilité des populations, BAGLINIÈRE J.L., ELIE P. INRA Editions, Paris, Cemagref Editions, Antony. 55-72

MIGADO, 2005, Suivi de la reproduction de la grande alose (*Alosa alosa* L.) et de la lamproie marine (*Petromyzon marinus* L.) sur la Dordogne en aval du barrage de Tuilières – Estimation des stocks reproducteurs 2005 (Département de la Dordogne et de la Gironde), 37p

MIGADO, 2014. Suivi de la reproduction de la grande alose (*Alosa alosa* L.) sur la Dordogne en 2014, 24 p.

TAVERNY C., 1991. Contribution à la connaissance de la dynamique des populations d'aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax*) dans le système fluvio-estuarien de la Gironde. Thèse Doctorat, Université de Bordeaux I. Editions CEMAGREF, coll. Etudes, Ressources en eau n°4, 451 p.

TAVERNY C., CASSOU-LEINS J.J., CASSOU-LEINS F., ELIE P., 2000. De l'œuf à l'adulte en mer. In BAGLINIERE J.L., ELIE P., Les aloses de l'Atlantique-Est et de la mer Méditerranée-Ouest (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.), biologie, écologie, taxinomie et influence des activités humaines. Coédition INRA et CEMAGREF, p 93-124.

ANNEXE 1



Colloque international sur l'étude, la restauration et la gestion de l'aloise
International symposium on restoration and conservation of shads

Caractéristiques et fonctionnalité des habitats de reproduction sur la Dordogne

Features and functionality of spawning habitats on the Dordogne river

**Isabelle CAUT (MIGADO, France), Matthieu CHANSEAU (Onema, France)
et Dominique COURRET (Pôle Ecohydraulique de l'Onema, France)**

Session 1 : Les actions du programme Life+ Alose / Results of the Allis shad project

Bergerac
14-15 octobre 2015

Colloque international sur l'étude, la restauration et la gestion de l'aloise
International symposium on restoration and conservation of shads

Bergerac 2015



Suivi de l'activité de reproduction

Survey of spawning activity

Points analysés sur la Dordogne :

1. Masseux	5. Prépaquis
2. Poir de Lathade	6. Crottes
3. Camping de Lathade	7. Nègues
4. Tallons	8. Craviers

Dam
 Fish pass
 Water control station
 Principal spawning site
 Spawning site with fish

10 km



Why ?

- To estimate the spawning stock on the Dordogne river and on the basin Garonne – Dordogne
- To better understand the impacts of dams



How ?

- By direct listening of the activity (« bulls »)
- By audio numeric records
- Considering that 1 bull = 1 male + femelle and 1 femelle = 10 bulls



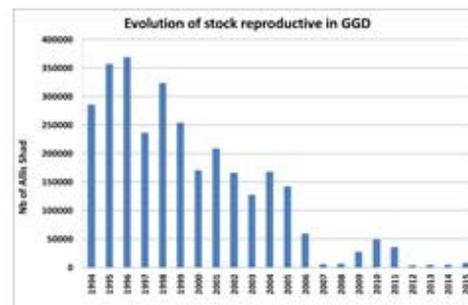
Main results from 2003 to 2015

- Only 8 spawning grounds for 95% of the population located just downstream dams
→ « forced » sites



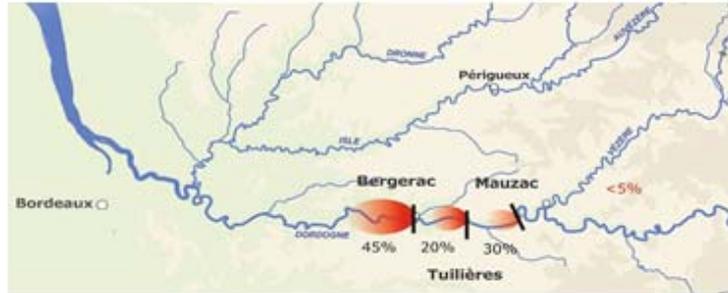
Rq : on the Garonne river, 5 spawning sites

- With Garonne datas : a marked decrease of the spawning stock in 15 years (from 350 000 shads in the 90th to less than 10 000 fish now)

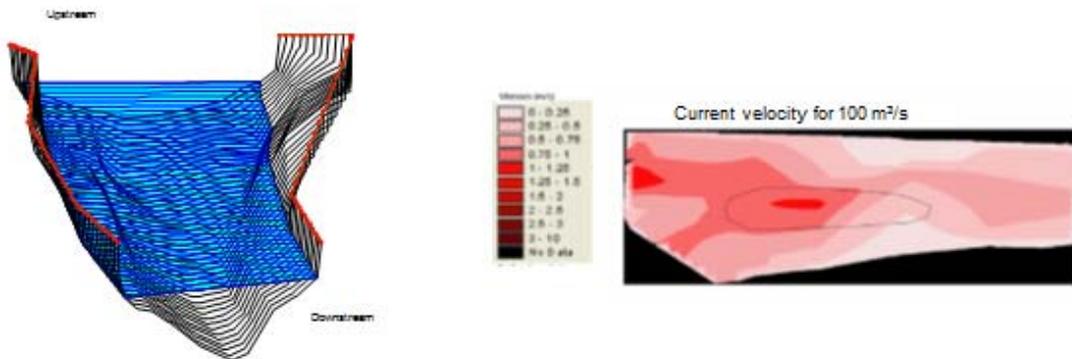


Main results from 2003 to 2015

- Analysis with video counting reveal that 95% of the stock spawn downstream the 3 dams



Conditions hydrauliques sur les frayères Hydraulic conditions on spawning sites

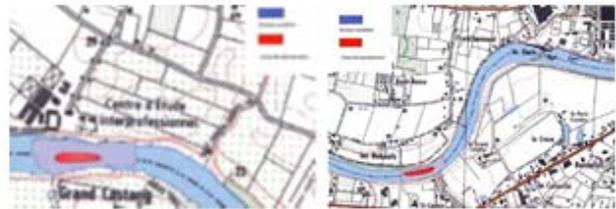


Aims :

- Characterize hydraulic conditions (depth, current velocity) on shad spawning sites
- Better understand selection criteria for shads
- Help to identify potential spawning grounds on others basins (used for Rhine)

Methods

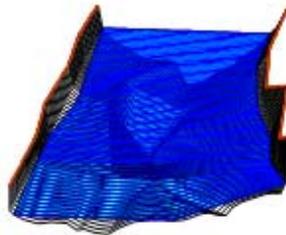
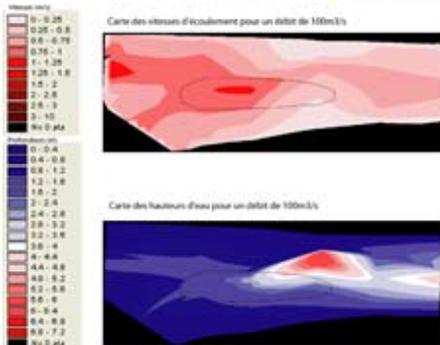
- Hydraulic models on the 5 spawning grounds downstream Tuilieres dam
- 12 years of monitoring (650 000 bulls)
- Each night, record of water discharge

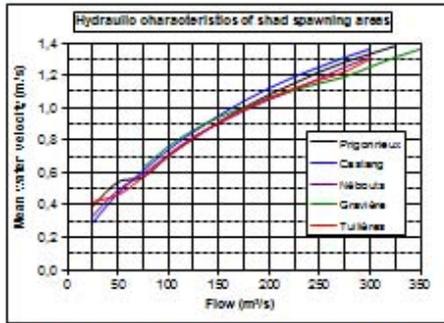


Main results

Little influence of bottom sediments

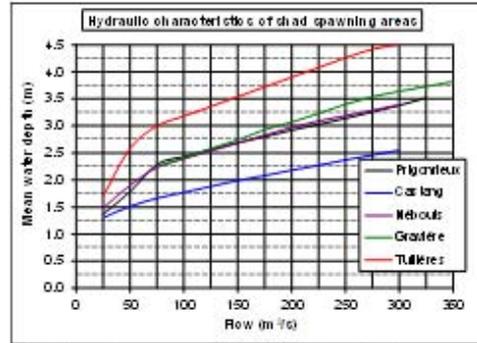
For each spawning sites, current velocities and depth in relation with water discharge





Relation of current velocity and water flow on 5 sites

Current velocities very comparable between sites
→ important criteria for shad



Relation of water depth and water flow on 5 sites

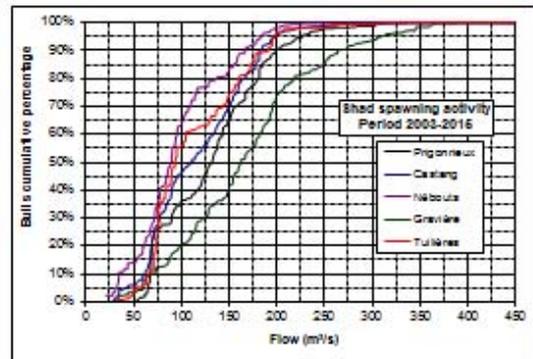
Depth : marked differences between sites
→ not an important criteria for shad



Water discharge and spawning activity



Relationship between spawning activity and water flow class on Castang spawning ground



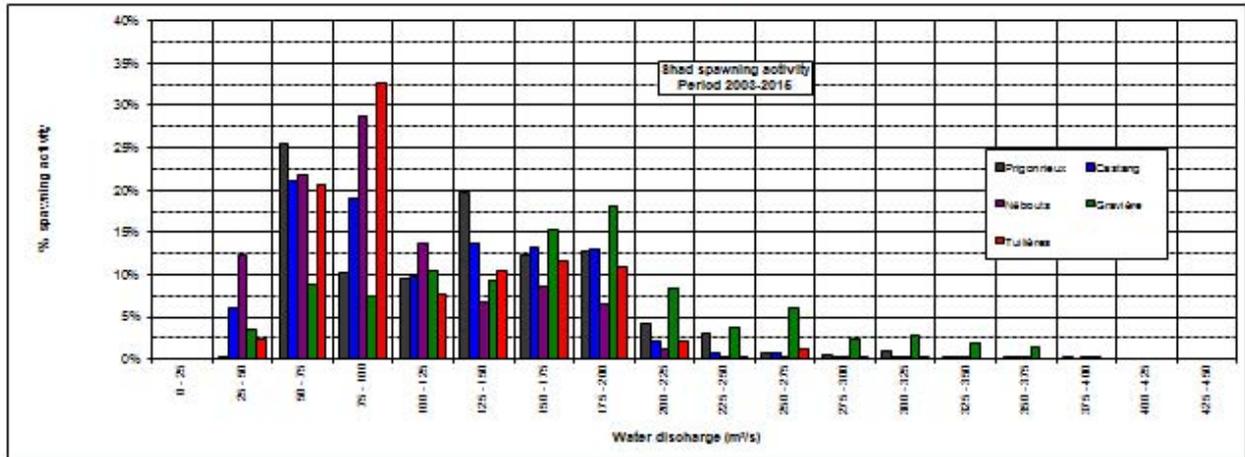
spawning ground	Flow (m³/s)							Preferential range water flow	
	Q1%	Q10%	Q25%	Q50%	Q75%	Q90%	Q99%		
Tullières	40	66	75	93	132	191	256	75	100
Gravière	34	71	114	162	203	264	362	175	200
Nébouls	21	35	67	89	116	167	208	75	100
Castang	31	62	72	111	159	182	253	50	75
Prignanec	56	68	71	103	168	199	304	50	75

On each site, the range water flow were define to:
- Presence spawning activity (1%-99%)
- 10-90% of spawning activity
- To the preferential range water flow of fishes



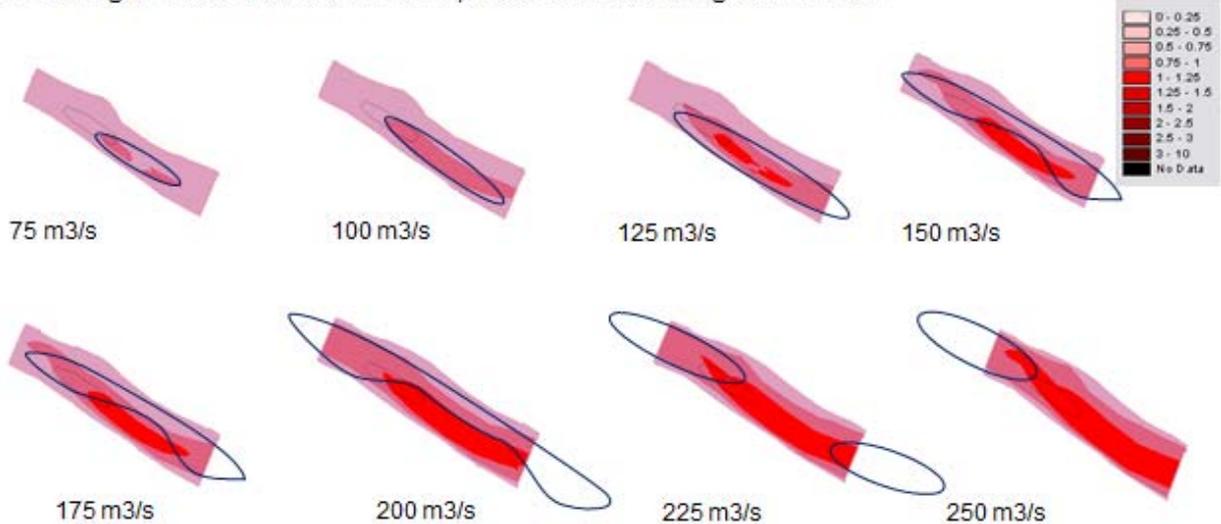
More precisely

Relation on each site between spawning activity and water discharge



Positioning of the activate areas of reproduction according to the flows

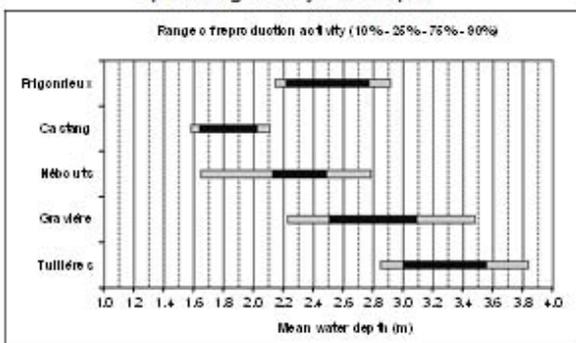
Current velocity classes (m3/s)



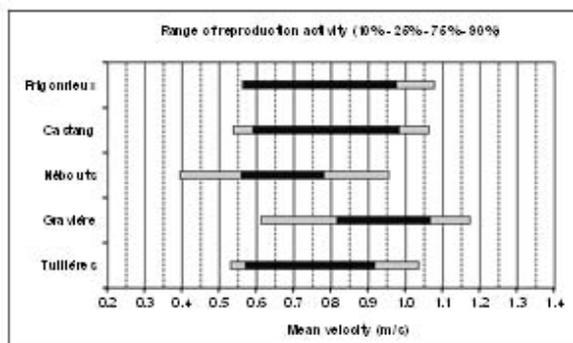


Relation on each site between spawning activity and hydraulic conditions (10 - 25 - 75 - 90% of activity)

Spawning activity and depth



Spawning activity and current velocity:



Preferential depth on each site are different
Spawning activity observe between 1,6 m et 3.8 m

Spawning activity observe between 0,4 m/s et 1,15 m/s
Maximum observe between 0,6 m/s et 1 m/s



Référence	Profondeur moy. (m)	Vitesse moy. (m/s)
Beaud et al. (2001)	0.9 - 2	0.45 - 1.5
Beaud in Baglinière et Elle, 2000		
Cassou-Leins et Cassou-Leins (1981)	0.5 - 3	0.9 - 2
Bolsneau et al., 1990	0.9 - 2	0.45 - 0.9
Arahamian (1981) in Baglinière et Elle, 2000	< 3	?
Fiche frayère Onema	0.5 - 3	0.9 - 2
Présente étude	1.6 - 3.8	0.4 - 1.15



Réflexions sur la fonctionnalité des habitats de reproduction

Functionality of spawning habitats



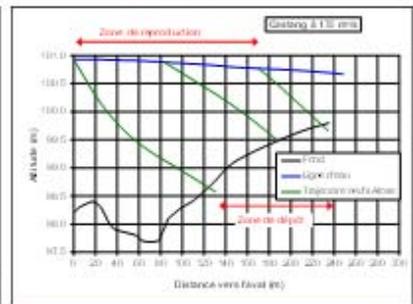
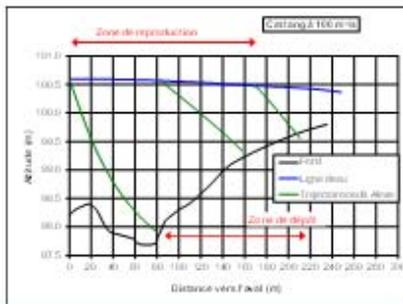
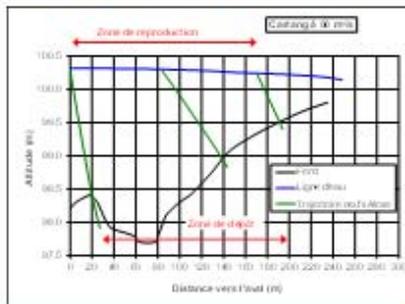
Trajectory and landing area for eggs

Calculated from the hydraulic models considering:

- The surface is the starting point
 - The sedimentation velocity is 1.63 cm/s (MIGADO data)
 - A downstream transport with the average speed on the vertical line
- Castang for 3 values water flow :

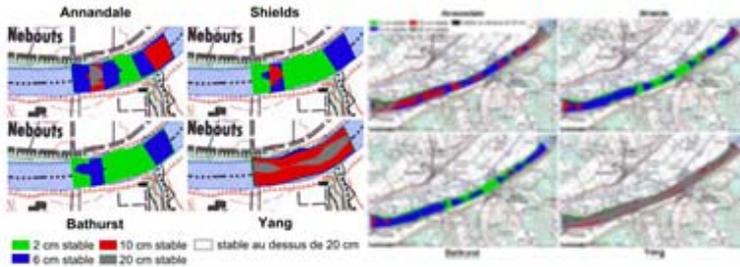
A gap of landing area for eggs in regard to the spawning ground :

- ≈ 20 m à 50m³/s
- 40-80 m à 100m³/s
- 50-120 m à 175m³/s



Lack of gravel on the spawning grounds and landing areas, a problem for egg survival

- Risk of predation by other fish (Carlson, 1968 ; Ross et al., 1993 ; Bowman, 2001)
- Reflexions concerning reintroduction of gravel (Epidior - Ecogea study)
 - Determination of deposite site in relation with egg sedimentation speed
 - Stability in relation with the gravel size and water flow



Reflexions concerning the first days of life of larvae

- More than 95% of the population spawn on the lower part of the basin (30 km) which 50% between Bergerac and Mauzac dams.
Layzer (1974) noted that survival rates of shad eggs were highest where gravel and rubble substrates were present. Likewise, Hightower and Sparks (2003) hypothesize that larger substrates are important for American shad reproduction, based on observations of spawning in the Roanoke River, North Carolina
- All the population is submitted to the same environmental conditions
- First days of life of larvae is a critical stage for shad
- Are the zooplankton composition and abundances good for larvae between the dams ?
Nack and al (2015) studies diet composition of larval American shad after the introduction of invasive Mussel Zebra in Hudson river
Binion and al (2012) studies the zooplankton composition and abundances. Models for each alosine species showed that copepod nauplii and rotifers are the most suitable-sized prey for the first feeding after yolk sac absorption.



On the Dordogne river,

- Incubators of ground will be installed on strategic site
- Evaluation study of the food chain state will be propose