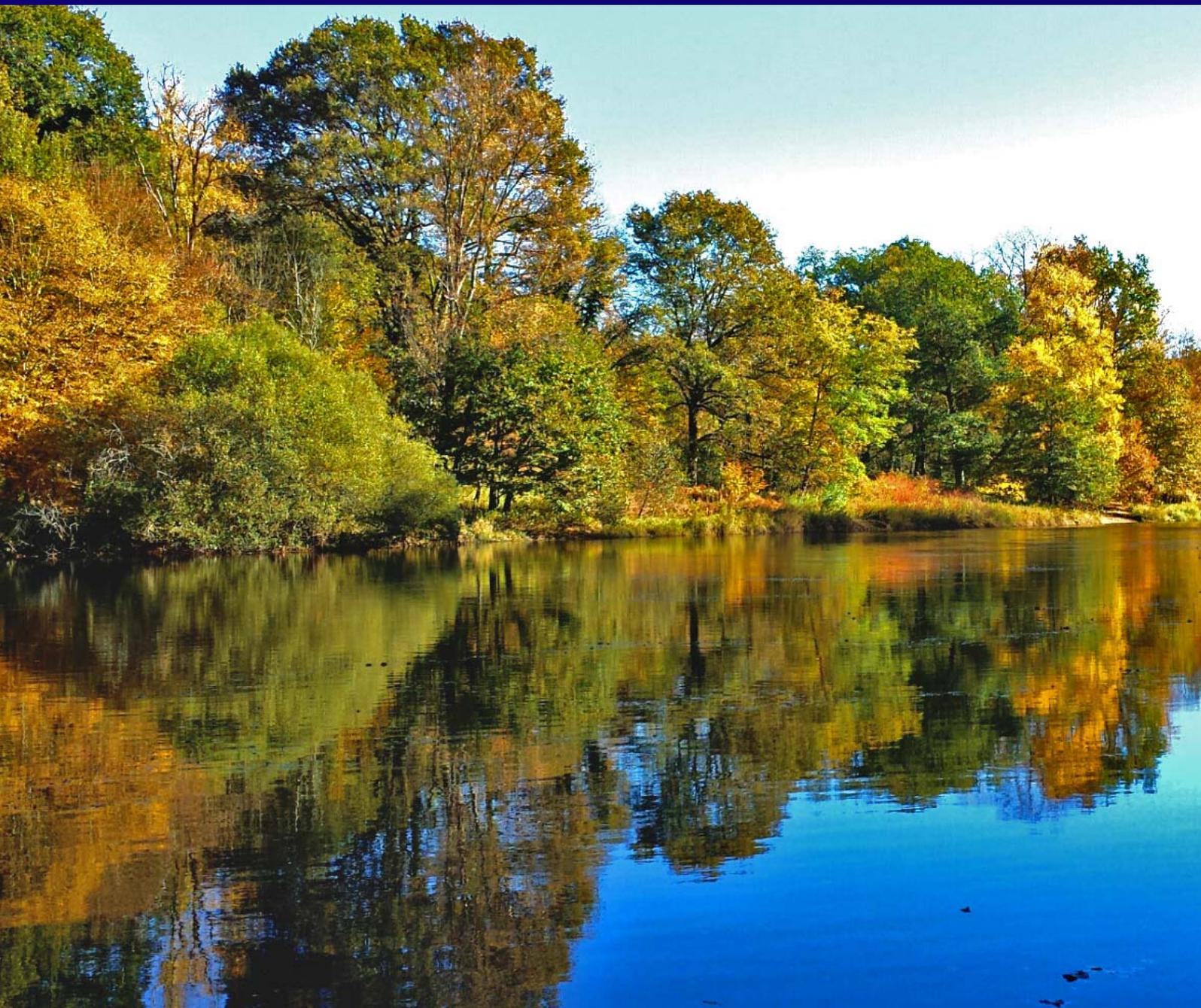


# Etude des rythmes de migration au niveau des stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbonne et de la reproduction de la grande alose sur la Garonne en aval de Golfech

L. Carry ; W. Bouyssonnie ; O. Menchi ; B. Otalora ; S. Gracia



M I G A D O

## RESUME

# Etude des rythmes de migration au niveau des stations de contrôle de la Garonne (Golfech, Bazacle, Carbonne) et de la reproduction de la grande alose sur la Garonne

### Objectifs de l'action

- **Connaissance des populations de la Garonne (migrateurs et holobiotiques)**
- **Etudier les rythmes de migrations des différentes espèces sur la Garonne**
- **Participer à l'amélioration des dispositifs de franchissement**
- **Evaluer les opérations de restauration liées notamment au saumon atlantique**



**2019 : 75 % des saumons rejoignent les zones de reproduction du haut bassin grâce au transport depuis Golfech.**

**Premier tests de radiopistages de saumons au droit du Bazacle (préparation de l'étude 2020)**



**Très bonne disponibilité des systèmes de franchissement pendant la période de forte migration**

**(> 90 %)**



**1630 Aloses**

**Bien que faibles, ces effectifs sont les meilleurs enregistrés sur la station de Golfech depuis 2011**

### Contexte de l'année

Les débits de la Garonne en 2019 sont extrêmement faibles pendant toute la période de migration avec des valeurs enregistrées entre 40 et 50 % inférieures à la moyenne observée sur la période 1993–2018, excepté une crue fin mai (1100 m<sup>3</sup>/s à Golfech). Les débits sont nettement remontés à la fin du mois d'octobre avec plusieurs coups d'eau successifs et une grosse crue fin décembre (3900 m<sup>3</sup>/s à Golfech). Les systèmes de franchissement ont fonctionné normalement pendant la période de migration (90 % du temps).

### Le bilan piscicole

**Migrateurs** : Globalement, les effectifs contrôlés aux différentes stations de contrôle de la Garonne restent faibles, voire nuls en ce qui concerne la lamproie marine. Cependant, comparé à ces 10 dernières années, le nombre de saumons (141) est supérieur à la moyenne. Suite à la réorientation du programme saumons sur la Garonne, 70 % de ces 141 saumons (100) ont été transportés sur l'Ariège afin de favoriser la reproduction naturelle sur ce bassin. Des premiers tests de radiopistage ont été effectués en marquant des saumons à Golfech (7) et en les lâchant en aval du Bazacle. 3 d'entre eux ont franchi la passe à poissons. Les effectifs d'aloses (1630) sont les meilleurs observés depuis 2011. Cependant, le suivi de la reproduction de l'alose, réalisé à l'aval de Golfech, montre encore cette année une forte tendance à la baisse du stock reproducteur avec environ 3000 géniteurs estimés. La migration des anguilles est relativement faible avec environ 26300 individus contrôlés à Golfech dont 90 % à la passe spécifique, 26 au Bazacle et 327 à Carbonne où l'espèce est bien représentée pour la deuxième année consécutive.

**Holobiotiques et silures** : les ablettes, brèmes gardons et chevesnes représentent 90 % des effectifs de poissons holobiotiques recensés en 2019 au niveau des stations de contrôle.

Enfin, la problématique silure, qui se traduit par des perturbations de la migration des aloses et des saumons dans le canal de transfert de l'ascenseur à poissons, est toujours aussi prégnante sur le site.

### Bilan axes de travail / perspectives

**Migrateurs** : les premiers tests de radiopistage menés au Bazacle en 2019 ont permis de tester le matériel et d'affiner le protocole de marquage. En 2020, une étude sur 3 ans de suivi de la migration des saumons débutera et a pour objectif de suivre le comportement migratoire depuis l'aval de Golfech jusqu'à l'amont de Toulouse.

**Silures** : la dimension prédation sera prise en compte dans l'étude de la migration du saumon en utilisant des marques acoustiques qui ont la particularité de changer de code si l'individu marqué se fait prédaté.

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>I</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b> .....	<b>II</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>1 PRESENTATION GENERALE</b> .....	<b>3</b>
1.1 SITE DE GOLFECH .....	4
1.2 SITE DU BAZACLE .....	7
1.3 SITE DE CARBONNE .....	9
1.4 DEROULEMENT DE L’ETUDE.....	10
1.4.1 <i>Recueil de paramètres</i> .....	10
1.4.2 <i>Moyen de contrôle</i> .....	10
1.4.3 <i>Conditions de contrôle</i> .....	11
<b>2 BILAN DE FONCTIONNEMENT</b> .....	<b>12</b>
2.1 LE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT DE GOLFECH .....	12
2.2 LE FONCTIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT DU BAZACLE .....	14
2.3 LE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT DE CARBONNE.....	16
<b>3 CONDITIONS DE L’ENVIRONNEMENT</b> .....	<b>18</b>
3.1 LE DEBIT DE LA GARONNE AU NIVEAU DES STATIONS DE CONTROLE. ....	18
3.1.1 <i>Le débit à Golfech</i> .....	18
3.1.2 <i>Le débit à Toulouse (Bazacle)</i> .....	19
3.1.3 <i>Le débit à Carbonne</i> .....	20
3.2 LA TEMPERATURE DE L’EAU DE LA GARONNE AU NIVEAU DES STATIONS DE CONTROLE.....	22
3.2.1 <i>La température de l’eau à Golfech</i> .....	22
3.2.2 <i>La température de l’eau à Carbonne</i> .....	24
<b>4 BILAN DES PASSAGES DE POISSONS</b> .....	<b>26</b>
4.1 BILAN GENERAL .....	26
4.2 ACTIVITE MIGRATRICE DES ESPECES AMPHIBIOTIQUES AU NIVEAU DE GOLFECH, DU BAZACLE ET DE CARBONNE ..	26
4.2.1 <i>Migration de l’alose</i> .....	28
4.2.2 <i>Migration de l’anguille</i> .....	41
4.2.3 <i>Migration de la lamproie</i> .....	51
4.2.4 <i>Migration des grands salmonidés</i> .....	53
4.3 CALENDRIER DES MIGRATIONS A GOLFECH, AU BAZACLE ET A CARBONNE.....	68
4.4 LES ESPECES HOLOBIOTIQUES AU NIVEAU DE GOLFECH, DU BAZACLE ET DE CARBONNE .....	69
4.4.1 <i>Le bilan des passages</i> .....	69
4.4.2 <i>La gestion du silure à Golfech en 2019</i> :.....	70
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>77</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

---

Figure 1 : Situation géographique des stations de contrôle de montaison de la Garonne (Golfech, Bazacle et Carbonne) .....	3
Figure 2 : Présentation synthétique du site de Golfech.....	4
Figure 3 : Site de l'usine hydroélectrique EDF de Golfech.....	5
Figure 4 : Schéma présentant les deux entrées de l'ascenseur à poissons de Golfech et la passe à anguilles. ....	6
Figure 5 : Présentation synthétique du site du Bazacle .....	7
Figure 6 : Photos de la chaussée du Bazacle et de la passe à bassins. ....	8
Figure 7 : Présentation synthétique du site de Carbonne .....	9
Figure 8 : Bilan de fonctionnement de l'ascenseur à poissons de Golfech en 2019.....	12
Figure 9 : Pourcentage d'arrêt et de fonctionnement de l'ascenseur à poissons de Golfech entre 1995 et 2019.....	13
Figure 10 : Pourcentage d'arrêt et de fonctionnement de l'ascenseur à poissons de Golfech entre 1995 et 2019 pendant la période de migration (15 février – 15 juillet). ....	13
Figure 11 : Bilan de fonctionnement des passes à poissons du Bazacle en 2019 .....	14
Figure 12 : Pourcentage d'arrêt et de fonctionnement des passes à poissons du Bazacle entre 1993 et 2019.....	15
Figure 13 : Bilan de fonctionnement de la passe à poissons de Carbonne en 2019 .....	16
Figure 14 : Pourcentage d'arrêt et de fonctionnement de la passe à poissons de Carbonne entre 2000 et 2019.....	16
Figure 15 : Comparaison des débits moyens mensuels à Golfech en 2019 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2018 (m <sup>3</sup> /s). ....	18
Figure 16 : Comparaison des coefficients d'hydraulicité de la Garonne à Golfech entre 1993 et 2019.....	19
Figure 17 : Comparaison des débits moyens mensuels au Bazacle en 2019 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2018 (m <sup>3</sup> /s) .....	19
Figure 18 : Comparaison des coefficients d'hydraulicité de la Garonne au Bazacle entre 1993 et 2019.....	20
Figure 19 : Comparaison des débits moyens mensuels à Carbonne en 2019 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 2000 et 2018 (m <sup>3</sup> /s). ....	20
Figure 20 : Comparaison des coefficients d'hydraulicité de la Garonne à Carbonne entre 1993 et 2019.....	21
Figure 21 Evolution du coefficient d'hydraulicité moyen mensuel de la Garonne en 2019 au niveau de Golfech, du Bazacle et de Carbonne .....	21
Figure 22 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2019 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1993 et 2018.....	22
Figure 23 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2019 et de la température moyenne mensuelle enregistrée sur la période 1993 et 2018.....	22
Figure 24 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au Bazacle en 2019 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1993 et 2018.....	23

Figure 25 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au Bazacle en 2019 et de la température moyenne mensuelle enregistrées sur la période 1993 et 2018.....	23
Figure 26 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Carbone en 2019 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 2000 et 2018.....	24
Figure 27 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Carbone en 2019 et de la température moyenne mensuelle enregistrées sur la période 2000 et 2018.....	24
Figure 28 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au niveau de Golfech, du Bazacle (période 1993 – 2019) et de Carbone (2000 – 2019).....	25
Figure 29 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Golfech entre 1993 et 2019.....	26
Figure 30 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station du Bazacle entre 1993 et 2019.....	27
Figure 31 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Carbone entre 2000 et 2019.....	27
Figure 32 : Répartition mensuelle des aloses contrôlées à Golfech entre 1993 et 2019.....	28
Figure 33 : Evolution des passages journaliers d’aloses à Golfech en 2019 en fonction du débit et de la température.....	29
Figure 34 : Répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech en fonction de classes de débit (pas de 50 m <sup>3</sup> /s).....	30
Figure 35 : Répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech en fonction de classes de température (pas de 2°C).....	30
Figure 36 : Comparaison de la répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech en 2019 et sur la période 1993 – 2018 en fonction de classes de température (pas 2°C).....	31
Figure 37 : Bull d’alose (© Didier Taillefer/Sméag).....	32
Figure 38 : Modèle statistique sur la répartition des pontes au cours de la nuit (CASSOULEINS, 1985).....	32
Figure 39 : Localisation géographique des zones de frayères en aval de Golfech sur la Garonne.....	33
Figure 40 : Localisation des trois sites favorables à l’enregistrement des bulls.....	34
Figure 41 : Nombre de jours travaillés sur le projet de suivi de la reproduction de la grande alose sur la moyenne Garonne (MPALAG19) par le personnel de MIGADO en 2019.....	34
Figure 42 : Nombre de nuits suivies sur les différentes frayères d’aloses.....	35
Figure 43 : Nombre de ¼ d’heure suivis sur l’ensemble des frayères de grande alose en 2019.....	35
Figure 44 : Comparaison de la répartition nocturne de l’activité de ponte de la grande alose en 2019 au niveau des frayères en aval de Golfech avec celle estimée par Cassou-Leins en 1980.....	36
Figure 45 : Frayères actives et nombre de géniteurs en 2019 sur le Lot (Aiguillon) et la Garonne.....	37
Figure 46 : Evolution des débits et de la température au cours de la saison en lien avec l’activité de reproduction.....	37
Figure 47 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin Garonne Dordogne entre 1994 et 2019.....	38

Figure 48 : Champs d'observation de l'appareil photos et de la caméra sonar (source fond de carte : Géoportail) .....	39
Figure 49 : Evolution du nombre de silures et d'aloses par minute observés dans le champs de vision de l'oculus.....	40
Figure 50 : Relation entre le nombre d'aloses observées à Golfech et le nombre d'aloses observées au Bazacle entre 1993 et 2019 .....	41
Figure 51 : La passe à anguilles actuelle de Golfech. En A, la passe partie aval, en B, la passe partie amont avec le bassin tampon (bleu). .....	42
Figure 52 : Schéma de la rampe à anguilles définitive.....	43
Figure 53 : Evolution des passages d'anguilles à Golfech entre 1993 et 2019.....	44
Figure 54 : Nombre d'anguilles comptabilisées en fonction de la présence ou de l'absence de débit d'attrait la nuit de 23 h à 4 h du matin au niveau de la rampe spécifique .....	44
Figure 55 : Evolution journalière des passages d'anguilles à Golfech en 2019 en fonction du débit et de la température de la Garonne. ....	45
Figure 56 : Photo du caisson et des caméras du système Hizkia.....	46
Figure 57 : Photo d'anguilles détectées par le système Hizkia en 2019 à Golfech.....	47
Figure 58 : Comparaison du nombre d'anguilles comptées par les 2 systèmes automatiques à Golfech en 2019. ....	47
Figure 59 : Comparaison du nombre d'anguilles par classes de tailles (20 mm) comptées par les 2 systèmes automatiques à Golfech en 2019 et celles observées lors des biométries faites sur un échantillon de la population.....	48
Figure 60 : Comparaison de la répartition des classes de tailles selon les 3 méthodes de mesures : manuelles, compteur à résistivité, Système hizkia.....	49
Figure 61 : Avantages et inconvénients observés après l'analyses des 2 systèmes de comptages d'anguilles à Golfech en 2019.....	50
Figure 62 : Evolution annuelle des passages de lamproies à Golfech depuis 1993. Comparaison avec Tuilières sur la Dordogne.....	51
Figure 63 : Evolution des passages annuels de grands salmonidés à Golfech entre 1993 et 2019.....	53
Figure 64 : Saumons observés à la vitre de contrôle de Golfech en 2019.....	53
Figure 65 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech entre 1993 et 2019.....	54
Figure 66 : Comparaison entre la répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech en 2019 et la moyenne des observations sur la période 1993-2002 et sur la période 2003 - 2018.....	54
Figure 67 : Evolution des passages hebdomadaires de saumons à Golfech en 2019 en fonction du débit et de la température.....	55
Figure 68 : Taille minimale, moyenne et maximale des saumons observés à Golfech entre 1993 et 2019.....	56
Figure 69 : Comparaison des histogrammes des classes de taille moyennes de saumons à Golfech entre 1993 – 2002, 2003-2018 et celles observées en 2019 .....	56
Figure 70 : Répartition entre castillons et PHM selon différentes classes de tailles sur le bassin de l'Adour (MIGRADOUR, com pers). ....	57
Figure 71 : Répartition des 1 hiver de mer (1 HM, castillons), 2HM et 3 HM (plusieurs hivers de mer) à Golfech entre 1993 et 2019.....	57

Figure 72 : Nombre et importance des blessures observées sur les saumons piégés à Golfech en 2019.....	59
Figure 73 : Comparaison de l'état sanitaire entre un saumon blessé (chair apparente) et un saumon sans blessures.....	59
Figure 74 : Passages hebdomadaires des saumons à Golfech et destination des individus après piégeage en 2019.....	60
Figure 75 : Caractéristiques des individus piégés et transportés au centre de reconditionnement de Bergerac en 2019.....	61
Figure 76 : Evolution des piégeages de saumons depuis 2002 (date de fabrication du piège) et destinations des individus capturés.....	61
Figure 77 : Saumon déversé sur l'Ariège.....	62
Figure 78 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés au Bazacle entre 1993 et 2019 ..	62
Figure 79 : Saumon contrôlé au Bazacle en 2019 ..	63
Figure 80 : Evolution du taux de transfert des saumons sur la Garonne entre Golfech et le Bazacle entre 1994 et 2019.....	63
Figure 81 : Représentation schématique des zones de réception des antennes positionnées au Bazacle en 2019.....	64
Figure 82 : Nombre d'heures avec présence du saumon N°4 au droit de la passe à poissons du Bazacle en 2019.....	66
Figure 83 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Carbone entre 2000 et 2019 ..	67
Figure 84 : Historique des saumons piégés à Carbone ayant été transportés sur l'Ariège depuis Golfech en 2019.....	67
Figure 85 : Calendrier des migrations au niveau des 3 stations de contrôle en montaison de la Garonne.....	68
Figure 86 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière à Golfech entre 1993 et 2019.....	69
Figure 87 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière au Bazacle entre 1993 et 2019.....	69
Figure 88 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière à Carbone entre 1993 et 2019.....	70
Figure 89 : Saumon « effarouché » par un silure dans le canal de transfert de Golfech .....	71
Figure 90 Schéma du canal de transfert de l'ascenseur à poissons de Golfech. ....	72
Figure 91 : Photo de l'ancienne grille située à l'amont du canal de transfert (gauche) et nouvelle grille « anti-retour » mise en place sur le site de Golfech en amont du canal de transfert en 2017.....	73
Figure 92 : Comparaison du nombre de silures valorisés par rapport au nombre d'individus observés à Golfech entre 2016 et 2019.....	74
Figure 93 : Comparaison du nombre de vidanges effectuées avec et sans silures sur la période 2016 – 2019.....	74
Figure 94 : Boîtes à moustaches des tailles des silures observés et stagnants, sur la période (2016-2019) .....	75
Figure 95 : Contenus stomacaux effectués sur les silures valorisés sur la période 2016 – 2019. ....	75

## INTRODUCTION

---

Les contrôles des espèces tant amphibiotiques qu'holobiotiques ont pour objectif de connaître l'abondance des poissons fréquentant le bassin, ainsi que leurs caractéristiques et leurs comportements à des fins :

- de connaissance des peuplements et de suivi des tendances à moyen et long terme (partie intégrante de l'observatoire de la faune piscicole) ;
- de gestion des espèces exploitées ;
- d'évaluation et retour d'expérience des opérations de restauration ;
- et, de façon annexe, d'amélioration des techniques du génie piscicole (dispositifs de franchissement par exemple).

Ce qui implique :

- une pérennité du fonctionnement de la station de contrôle afin de tenir compte de la durée des cycles biologiques des espèces, du temps de réponse des interventions et de l'indispensable prise en compte des fluctuations d'abondance inter-annuelles ;
- une recherche de données quantitatives, et donc le respect strict d'un protocole garantissant une saisie homogène et une bonne reproductibilité (EUZENAT et al., 1994).

Sur la Garonne, un premier contrôle est réalisé au niveau de la station de Golfech qui est couplée au dispositif de franchissement (l'ascenseur à poissons). La colonisation par les espèces de tout le bassin amont dépend essentiellement du bon fonctionnement de cet outil. Une deuxième station de contrôle est située 100 km en amont, au niveau de l'usine hydroélectrique du Bazacle, couplée à la passe à bassin et à la passe à ralentisseur. Enfin, lorsque les grands salmonidés migrent sur la Garonne en amont de Toulouse, ils sont capturés au niveau de la station de piégeage de Carbone, premier ouvrage d'une série de 19 barrages, puis transportés sur les zones de reproduction les plus favorables du bassin.

Chaque année, depuis 1993 pour Golfech et le Bazacle et 2000 pour la station de Carbone, les données de passages de poissons sont analysées et mises en perspective pour 1) évaluer les mesures de gestion mises en place pour les espèces amphihalines, 2) appréhender l'efficacité des dispositifs de franchissement et, le cas échéant, proposer avec nos partenaires une optimisation de fonctionnement 3) proposer des actions permettant de répondre au mieux aux exigences des espèces et ainsi contribuer à leur bon développement sur notre bassin.

Le présent rapport a pour objectif de rendre compte, comme les années précédentes :

- du bilan de fonctionnement des dispositifs de franchissement de Golfech, du Bazacle et de Carbone en 2019 ;
- du bilan de fonctionnement de l'enregistrement vidéo et du système d'analyse d'images (moyens de contrôle) ;
- du bilan des passages des poissons à l'amont et de la mise en parallèle des rythmes de migration observés avec l'évolution des principaux paramètres enregistrés ;

- de l’estimation du stock reproducteur de grande alose observé sur les frayères situées en aval de l’usine hydroélectrique de Golfech ;

- du bilan du protocole mis en place pour gérer les silures dans le dispositif de franchissement ;

- du bilan sur les opérations de transport de géniteurs de saumons sur l’Ariège après piégeage à Golfech, opérations optimisées en 2019 pour permettre l’accès aux frayères du bassin au plus grand nombre de saumons.

Pour la première fois, il a été décidé de réaliser un rapport unique sur la migration des espèces sur la Garonne afin d’avoir sur un même document une vision globale de la situation de ces migrateurs à l’échelle du bassin.

## 1 PRESENTATION GENERALE

Lors de leur migration de montaison, les poissons rencontrent de nombreux obstacles, conséquences des activités humaines et notamment des barrages hydroélectriques. L'équipement de ces ouvrages avec des dispositifs spécifiques de franchissement (passes à poissons par exemple) est obligatoire afin de permettre la libre circulation des espèces (c'est-à-dire assurer leurs différentes migrations). Afin de connaître l'efficacité de ces dispositifs mais aussi de suivre la dynamique des populations de migrateurs, des systèmes de comptage sont parfois mis en place au niveau des dispositifs de franchissement.

MIGADO gère 3 stations de contrôle des migrations de montaison sur la Garonne : Golfech, le Bazacle et Carbone. Sur ces sites, des données sont enregistrées en continu et analysées minutieusement afin de dégager des informations fondamentales pour la gestion des espèces amphihalines (abondance, migration de reproduction ou colonisation de la rivière), Figure 1.



Figure 1 : Situation géographique des stations de contrôle de montaison de la Garonne (Golfech, Bazacle et Carbone)

## 1.1 Site de Golfech

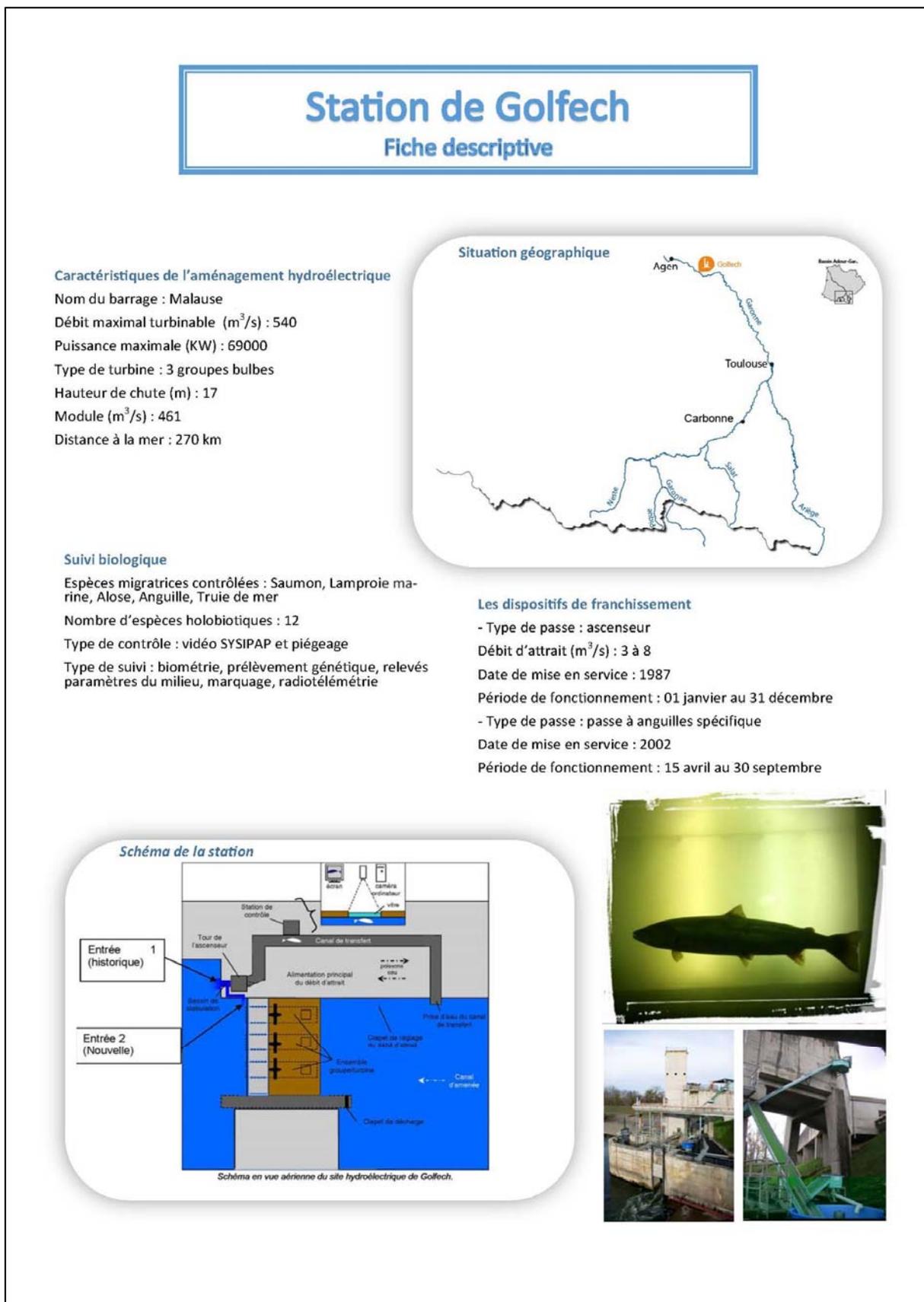
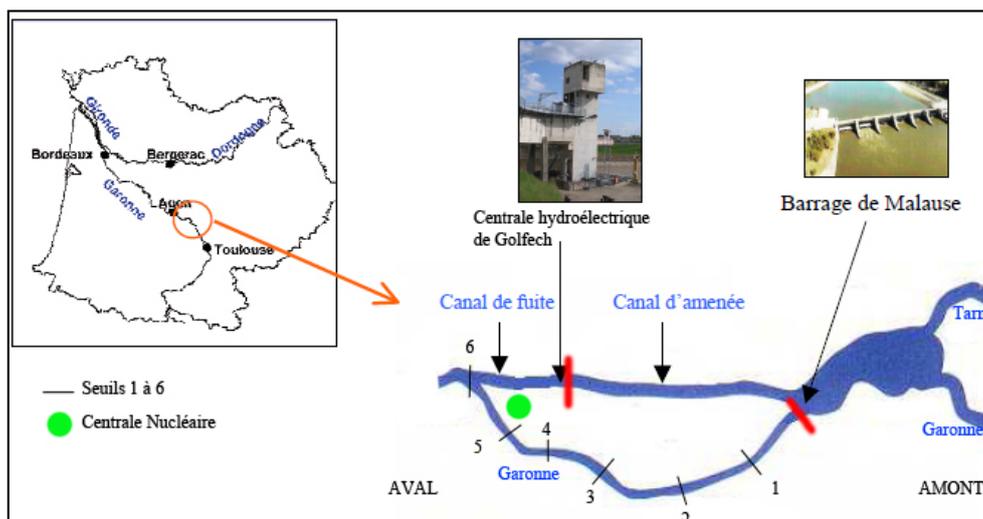
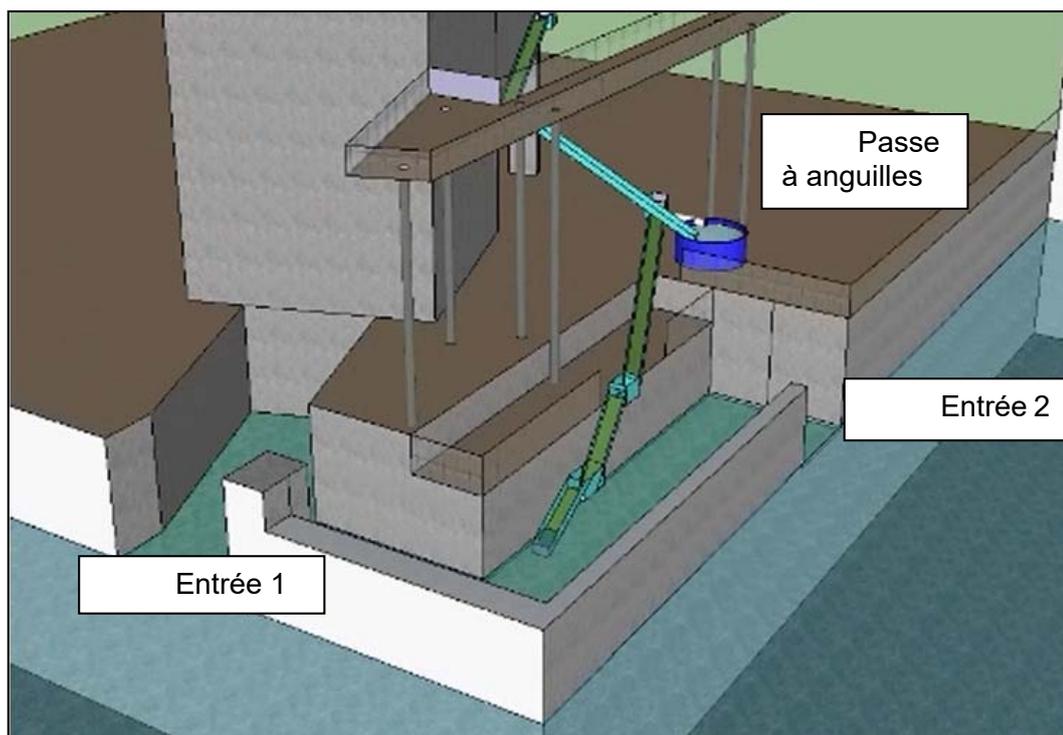


Figure 2 : Présentation synthétique du site de Golfech

L'aménagement hydroélectrique EDF de Golfech se compose d'un barrage mobile, situé à Malause, court-circuitant une quinzaine de kilomètres de la Garonne (débit réservé entre 10 m<sup>3</sup>/s et 20 m<sup>3</sup>/s suivant la période de l'année) pour alimenter par un canal d'amenée de 10 Km de longueur l'usine équipée de trois groupes bulbes turbinant un débit maximal de 540 m<sup>3</sup>/s. Le débit turbiné est restitué en Garonne par un canal de fuite de 2 Km de longueur (Figure 3).



Le principe de l'ascenseur consiste à capturer les poissons au pied d'un obstacle dans une cuve contenant une quantité d'eau appropriée à leur nombre puis à remonter cette cuve et à la déverser en amont. Il se compose d'une partie basse assurant l'attraction, la capture et la stabulation des poissons, d'une partie intermédiaire (la tour) supportant le dispositif de relevage de la cuve de 3.3 m<sup>3</sup> et d'une partie haute (le canal de transfert) assurant le transit des poissons vers le canal d'amenée (Figures 3 et 4).



**Figure 4 : Schéma présentant les deux entrées de l'ascenseur à poissons de Golfech et la passe à anguilles.**

Au cours de l'année 2002, une rampe expérimentale à anguilles a été mise en service en rive droite. Elle se situe pour des raisons de facilité dans l'enceinte de l'ascenseur à poissons au niveau de la partie basse, ce qui lui permet de profiter du débit d'attrait de l'ascenseur à poissons. Cette rampe expérimentale, inclinée de 35° et mesurant 10 m, a été agrandie en 2008 pour permettre un franchissement total de l'obstacle. Depuis cette date, la passe mesure 40 m de long et permet de franchir le dénivelé total du barrage de Golfech, soit 17 m de haut. A l'amont, un bac vivier de 1 m<sup>3</sup> permet de réceptionner les anguillettes empruntant la passe.

La passe est équipée d'une plaque de PVC sur laquelle sont implantés des filaments synthétiques montés en touffes, espacés de 2,5 cm sur les bords et de 1,5 cm au centre pour satisfaire toutes les tailles d'anguilles. Le tout est recouvert d'un grillage métallique empêchant la prédation et le dérangement par les oiseaux lors de l'ascension.

La rampe spécifique est constituée de deux parties :

- la passe inférieure (ou aval) repose sur le fond de l'enceinte de l'ascenseur, à proximité de l'entrée et attire les anguilles à l'aide d'un débit d'attrait spécifique supplémentaire. Ce débit provient directement par gravité d'une canalisation implantée dans le canal de transfert situé 10 m plus haut. Les anguilles remontant cette passe inférieure tombent dans le bassin tampon de 4 m<sup>3</sup> empêchant une éventuelle dévalaison ;

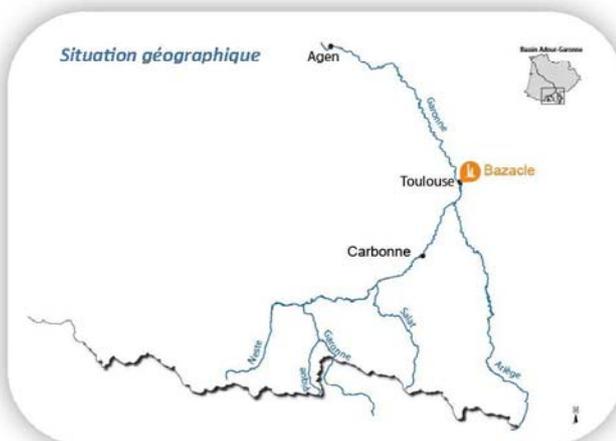
- la passe supérieure (ou amont) est, quant à elle, constituée d'une rampe séparée par trois bacs de repos intermédiaires. Les anguilles, qui ont franchi la totalité de la passe, tombent dans un compteur à résistivité (permettant le comptage des individus) et sont alors déversées directement dans le canal de transfert.

## 1.2 Site du Bazacle

### Station du Bazacle Fiche descriptive

#### Caractéristiques de l’aménagement hydroélectrique

Nom du barrage : Bazacle  
 Débit maximal turbinable ( $m^3/s$ ) : 90  
 Puissance maximale (KW) : 3000  
 Type de turbine : 7 turbines de type Francis  
 Hauteur de chute (m) : 4,7  
 Module ( $m^3/s$ ) : 190  
 Distance à la mer : 370 km



#### Suivi biologique

Espèces migratrices contrôlées : Saumon, Alose, Anguille, Lamproie marine, Truite de mer  
 Nombre d’espèces holobiotiques : 9  
 Type de contrôle : vidéo SYSIPAP  
 Type de suivi : relevés paramètres du milieu

#### Le dispositif de franchissement

Type de passe : passe à ralentisseurs et passe à bassins successifs  
 Débit dans la passe ( $m^3/s$ ) : 0,6 à 1 et 2 à 3,2  
 Date de mise en service : 1989  
 Période de fonctionnement : 01 janvier au 31 décembre

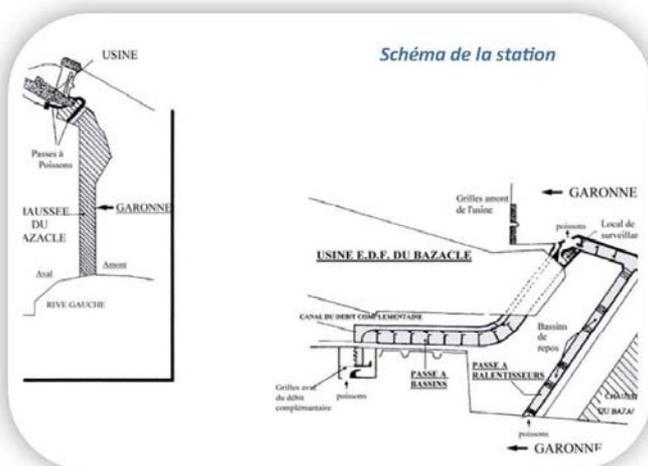


Figure 5 : Présentation synthétique du site du Bazacle

L'aménagement hydroélectrique du Bazacle, situé à 370 km de l'océan se compose d'une chaussée de 270 m de longueur pour une hauteur de chute maximum de 4.5 m. La superficie du bassin versant au niveau de l'aménagement est d'environ 10 000 km<sup>2</sup>, et le module au droit de l'ouvrage est de 187 m<sup>3</sup>/s.

En 1989, une passe à poissons à bassins successifs a été construite au niveau de la centrale hydroélectrique de Golfech. L'objectif principal de ce système de franchissement est de permettre à la faune piscicole, et aux grands migrateurs de la Garonne en particulier, de regagner des zones favorables à l'accomplissement de leur cycle de vie. Ainsi, pour les grands salmonidés, il s'agit d'un passage obligé pour se reproduire du fait de l'absence de zones de frayères fonctionnelles en aval de l'ouvrage. Par ailleurs, il existe une ancienne passe à ralentisseurs sur le site, rénovée en 1989, qui fonctionne en complément de la passe à bassins. Elle est située entre la chaussée et l'usine hydroélectrique.

La mise en service de la station de contrôle du Bazacle a été faite en 1989 avec un suivi en continu et homogène de toutes les espèces piscicoles à partir de 1993.

La station de contrôle de Bazacle a pour objectifs 1) de connaître l'abondance des poissons migrateurs susceptibles de coloniser les zones de reproduction et/ou de grossissement situées en amont de l'obstacle 2) d'effectuer une veille écologique sur les espèces de rivière. Elle permet notamment de calculer la fraction de la population de grands salmonidés issus des comptages de Golfech qui est susceptible de se reproduire sur le haut bassin de la Garonne et de l'Ariège.

Afin de comptabiliser l'ensemble des individus qui empruntent les systèmes de franchissement, le site du Bazacle est équipé du même système informatique qu'à Golfech, à savoir un système vidéo couplé à un logiciel d'analyse d'images (SYSIPAP). Au-delà du simple comptage, les espèces sont déterminées par un opérateur qui relève également la taille de certains individus (saumons, silures, aloses), l'état sanitaire et éventuellement le sexe du poisson.



**Figure 6 : Photos de la chaussée du Bazacle et de la passe à bassins.**

### 1.3 Site de Carbone

## Station de Carbone

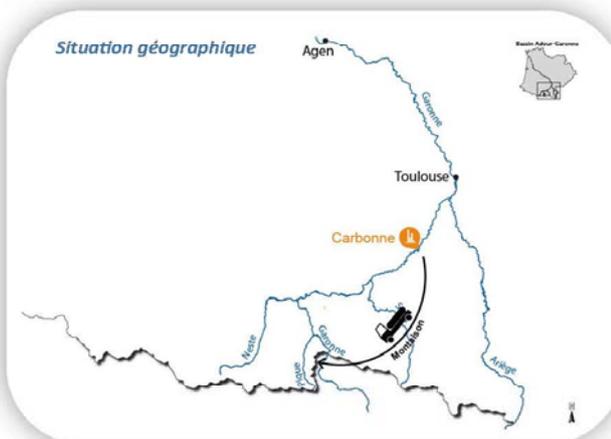
### Fiche descriptive

#### Caractéristiques de l’aménagement hydroélectrique

Nom du barrage : Mancières  
 Débit maximal turbinable ( $m^3/s$ ) : 150  
 Puissance maximale (KW) : 23400  
 Type de turbine : 2 turbines de type Kaplan  
 Hauteur de chute (m) : 18  
 Module ( $m^3/s$ ) : 104  
 Distance à la mer : 410 km

#### Suivi biologique

Espèces migratrices contrôlées : Saumon, Alose, Anguille, Lamproie marine, Truite de mer  
 Nombre d’espèces holobiotiques : 10  
 Type de contrôle : piègeage  
 Type de suivi : biométrie, prélèvement génétique, relevés paramètres du milieu



#### Le dispositif de franchissement

Type de passe : passe à bassins et ascenseur  
 Débit dans la passe ( $m^3/s$ ) : 2 à 3  
 Date de mise en service : 1999  
 Période de fonctionnement : 01 janvier au 31 décembre

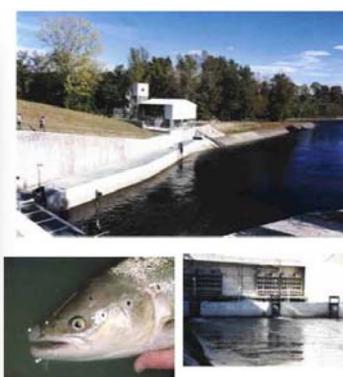
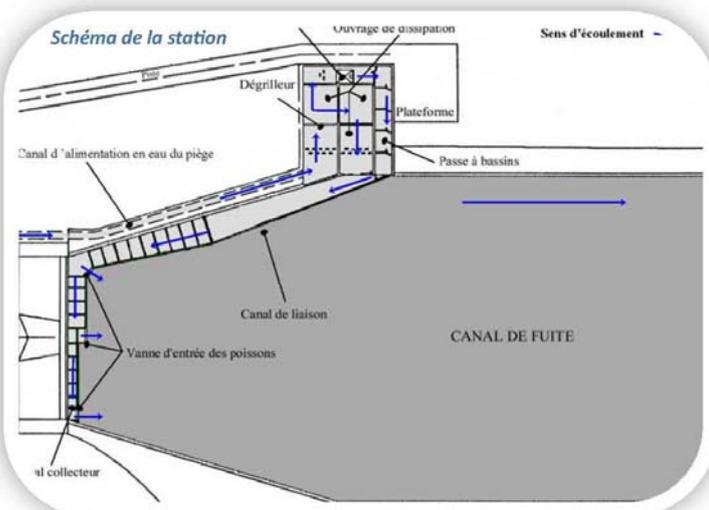


Figure 7 : Présentation synthétique du site de Carbone

L'aménagement hydroélectrique de Carbone est situé sur la Garonne à 410 km de l'océan pour un bassin versant d'environ 5250 km<sup>2</sup> et constitue à l'heure actuelle la limite amont des zones librement accessibles par les poissons migrateurs. Le module de la Garonne au niveau de cette station est de 104 m<sup>3</sup>/s. La mise en service de la station de Carbone a été faite en 1999.

Le piégeage- transport à la station de Carbone s'intègre dans une stratégie de restauration du saumon atlantique sur le haut bassin de la Garonne. Ainsi, ces opérations consistent, d'une part, au piégeage, au tri et au chargement des poissons migrateurs dans le véhicule et, d'autre part, au transport des poissons. Jusqu'en 2018, les poissons amphibiotiques étaient déversés sur les zones de reproduction de la Garonne amont, notamment sur la Pique en ce qui concerne les saumons atlantiques alors que les espèces holobiotiques étaient remises à l'eau à l'aval du barrage, dans le canal de fuite de l'usine. Avec la réorientation du plan saumon sur le bassin de la Garonne, il a été acté au sein du groupe Garonne du COGEPOMI de transporter les grands salmonidés sur le bassin de l'Ariège, au droit de Varilhes, afin de concentrer toute la reproduction naturelle des saumons du bassin de la Garonne sur ce secteur à fort potentiel.

Le suivi biologique des poissons migrateurs prend en compte le dénombrement et l'identification des espèces migratrices, le relevé des caractéristiques biométriques, les prélèvements génétiques des saumons (morceau de nageoire et écailles) et l'enregistrement des paramètres du milieu. Enfin, si des saumons piégés présentent un état sanitaire dégradé (blessures notamment), ils pourront, après expertise, être transportés au centre de reconditionnement de Bergerac.

## **1.4 Déroulement de l'étude**

### **1.4.1 Recueil de paramètres**

Selon la période de l'année, les paramètres suivants font l'objet de relevés systématiques :

- le fonctionnement des systèmes de franchissement avec les causes des dysfonctionnements et/ou des arrêts volontaires (entretien, crue) ;

- les débits de la Garonne au niveau des 3 stations de contrôle ;

- la température de l'eau à l'aide d'une sonde de type Tinytag TG-4100 qui enregistre la donnée au niveau du canal de transfert toutes les heures. La sonde est positionnée à 1 m sous le niveau de l'eau.

### **1.4.2 Moyen de contrôle**

#### **1.4.2.1 Dispositif d'analyse d'image**

Le système de vidéo contrôle mis en place sur le site de Golfech et au Bazacle est celui mis au point conjointement par le pôle éco hydraulique (anciennement GHAAPPE dirigé par Michel Larinier) et l'ENSEEIH par l'équipe de Michel Cattoen.

Le principe est le suivant : les silhouettes des poissons sont binarisées, compressées et stockées en temps réel sur support informatique. Un logiciel permet ensuite de dépouiller manuellement les séquences enregistrées.

A Carbonne, le contrôle est effectué par piégeage et détermination des espèces après vidange partielle du bassin de réception de l'ascenseur à poissons. Cependant, à chaque remontée de cuve, un enregistrement numérique est effectué, automatiquement, avec prise de vue par le dessus. Ce système, uniquement intéressant pour les grands salmonidés, permet de déterminer l'heure de passage des individus.

#### 1.4.3 Conditions de contrôle

Le dépouillement des fichiers informatiques est assuré dans son intégralité et effectué au fur et à mesure des enregistrements. Les individus appartenant aux espèces de grands salmonidés migrateurs font l'objet d'un double contrôle compte tenu de leur importance et de la difficulté à les reconnaître. L'ensemble des données est mis à jour sur le site Internet de l'association ([www.migado.fr](http://www.migado.fr)).

## 2 BILAN DE FONCTIONNEMENT

### 2.1 Le fonctionnement du dispositif de franchissement de Golfech

ANNEE 2019	Durée totale	Durée de fonctionnement	Durée d'arrêt	Causes de arrêts				Observations
				Crue	Entretien	Volontaire	Panne	
Janvier	744h	20h00	724h00	16h00	708h00	00h00	00h00	
Février	696h	465h00	231h00	180h00	000h00	00h00	51h00	Treuil grille aval ASP
Mars	744h	721h00	23h00	00h00	00h00	00h00	23h00	rupture verrin chariot ASP
Avril	720h	717h00	03h00	00h00	000h00	00h00	03h00	Coupure Electricité site
Mai	744h	701h30	42h30	42h30	000h00	00h00	00h00	
Juin	720h	709h30	10h30	00h00	010h30	00h00	00h00	"noir usine"
Juillet	744h	744h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Août	744h	744h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Septembre	720h	720h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Octobre	744h	224h00	520h00	00h00	520h00	00h00	00h00	entretien annuel
Novembre	720h	00h00	720h00	00h00	720h00	00h00	00h00	entretien annuel
Décembre	744h	00h00	744h00	00h00	744h00	00h00	00h00	entretien annuel
<b>Total</b>	<b>8784h</b>	<b>5766h</b>	<b>3018h00</b>	<b>238h30</b>	<b>2702h30</b>	<b>00h00</b>	<b>77h00</b>	
<b>% Total</b>		<b>65.6%</b>	<b>34.4%</b>	<b>2.7%</b>	<b>30.8%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.9%</b>	
<b>% des arrêts</b>				<b>7.9%</b>	<b>89.5%</b>	<b>0.0%</b>	<b>2.6%</b>	

Figure 8 : Bilan de fonctionnement de l'ascenseur à poissons de Golfech en 2019

Sur les 8 784 heures de fonctionnement théorique, l'ascenseur à poissons a fonctionné 5766 h, soit environ 66 % du temps. Excepté les périodes d'entretien annuel, la quasi-totalité des arrêts sont dus à des périodes de crue, rare en 2019, ou à quelques pannes rapidement réparées par le personnel EDF de Golfech.

L'ascenseur à poissons a été arrêté très tôt en 2019, dès le 10 octobre, afin de réaliser de gros travaux, notamment au niveau du canal de transfert : curage total pour enlever les sédiments et remplacement de nombreuses pièces métalliques fortement dégradées (rouilles, rupture de pièces majeures au niveau du piège). A noter que pendant la période de migration, l'ascenseur a fonctionné près de 93 % du temps, arrêts dus à la crue du mois de mai et à quelques pannes au niveau de la partie basse du système de franchissement (Figure 8).

Depuis 1995, les arrêts de l'ascenseur sont systématiquement consignés dans un fichier et classés selon 4 classes : Crue, Entretien, Volontaire et Panne. Certains arrêts, comme les crues, sont inévitables et sont le fait même de la conception de l'ouvrage de franchissement, calé pour fonctionner jusqu'à des débits atteignant 2 fois le module (environ 900 m<sup>3</sup>/s à Golfech). Par ailleurs, les échanges réguliers entre les exploitants EDF et MIGADO permettent d'anticiper les problèmes techniques et de réduire autant que possible les périodes d'entretien ou de pannes.

Année	Fonctionnement	Crue	Entretien	Arrêt volontaire	Panne
1995	41.4%	21.3%	12.5%	21.6%	3.2%
1996	41.4%	26.6%	27.1%	3.4%	1.6%
1997	68.4%	11.2%	0.3%	20.0%	0.0%
1998	68.6%	5.7%	22.6%	1.8%	1.3%
1999	62.6%	24.1%	8.7%	2.7%	1.9%
2000	71.4%	14.2%	9.1%	5.4%	0.0%
2001	88.1%	4.1%	6.3%	1.4%	0.1%
2002	75.1%	7.2%	11.0%	0.4%	6.3%
2003	83.2%	11.3%	4.8%	0.0%	0.6%
2004	83.3%	5.7%	10.6%	0.0%	0.4%
2005	91.4%	0.3%	6.5%	0.0%	1.8%
2006	89.9%	0.7%	8.7%	0.0%	0.7%
2007	91.7%	1.4%	6.3%	0.0%	0.7%
2008	83.7%	7.0%	8.8%	0.0%	0.4%
2009	79.9%	9.3%	8.6%	0.0%	2.3%
2010	57.0%	1.9%	5.2%	35.9%	0.0%
2011	75.5%	2.7%	0.0%	12.5%	9.2%
2012	90.7%	1.5%	4.9%	2.9%	0.0%
2013	72.9%	9.7%	16.5%	0.0%	0.9%
2014	84.0%	12.1%	2.8%	0.9%	0.2%
2015	87.1%	7.0%	4.5%	1.5%	0.0%
2016	85.4%	4.1%	8.0%	1.6%	0.8%
2017	79.8%	3.0%	14.9%	0.4%	2.0%
2018	65.6%	23.8%	9.8%	0.8%	
2019	65.6%	2.7%	30.8%	0.0%	0.9%
MOY	75.3%	8.7%	10.0%	4.5%	1.5%
MIN	41.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
MAX	91.7%	26.6%	30.8%	35.9%	9.2%

Figure 9 : Pourcentage d’arrêt et de fonctionnement de l’ascenseur à poissons de Golfech entre 1995 et 2019

Année	Fonctionnement	Crue	Entretien	Arrêt volontaire	Panne
1995	41.4%	21.3%	12.5%	21.6%	3.2%
1996	41.4%	26.6%	27.1%	3.4%	1.6%
1997	68.4%	11.2%	0.3%	20.0%	0.0%
1998	68.6%	5.7%	22.6%	1.8%	1.3%
1999	62.6%	24.1%	8.7%	2.7%	1.9%
2000	71.4%	14.2%	9.1%	5.4%	0.0%
2001	88.1%	4.1%	6.3%	1.4%	0.1%
2002	75.1%	7.2%	11.0%	0.4%	6.3%
2003	83.2%	11.3%	4.8%	0.0%	0.6%
2004	83.3%	5.7%	10.6%	0.0%	0.4%
2005	91.4%	0.3%	6.5%	0.0%	1.8%
2006	89.9%	0.7%	8.7%	0.0%	0.7%
2007	91.7%	1.4%	6.3%	0.0%	0.7%
2008	83.7%	7.0%	8.8%	0.0%	0.4%
2009	79.9%	9.3%	8.6%	0.0%	2.3%
2010	57.0%	1.9%	5.2%	35.9%	0.0%
2011	75.5%	2.7%	0.0%	12.5%	9.2%
2012	90.7%	1.5%	4.9%	2.9%	0.0%
2013	72.9%	9.7%	16.5%	0.0%	0.9%
2014	84.0%	12.1%	2.8%	0.9%	0.2%
2015	87.1%	7.0%	4.5%	1.5%	0.0%
2016	85.4%	4.1%	8.0%	1.6%	0.8%
2017	79.8%	3.0%	14.9%	0.4%	2.0%
2018	60.8%	37.2%	0.2%	1.8%	0.0%
2019	92.9%	5.1%	0.2%	0.0%	1.8%
MOY	76.2%	9.4%	8.4%	4.6%	1.5%
MIN	41.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
MAX	92.9%	37.2%	27.1%	35.9%	9.2%

Figure 10 : Pourcentage d’arrêt et de fonctionnement de l’ascenseur à poissons de Golfech entre 1995 et 2019 pendant la période de migration (15 février – 15 juillet).

Enfin, les Figures 9 et 10 montrent que l’année 2019 s’inscrit comme l’une des meilleures années de fonctionnement de l’ascenseur à poissons pendant la période de migration du fait de l’absence de crue sur de longues périodes, comme c’est généralement le cas pendant le printemps.

## 2.2 Le fonctionnement des dispositifs de franchissement du Bazacle

ANNEE 2019	Durée totale	Durée de fonctionnement	Durée d'arrêt	Causes de arrêts				Observations
				Crue	0	Volontaire	Panne	
Janvier	744h	744h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Février	696h	340h00	356h00	15h00	341h00	00h00	00h00	entretien annuel
Mars	744h	744h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Avril	720h	720h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Mai	744h	670h00	74h00	74h00	000h00	00h00	00h00	
Juin	720h	720h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Juillet	744h	744h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Août	744h	744h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Septembre	720h	720h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Octobre	744h	600h00	144h00	144h00	000h00	00h00	00h00	
Novembre	720h	720h00	00h00	00h00	000h00	00h00	00h00	
Décembre	744h	431h00	313h00	313h00	000h00	00h00	00h00	
<b>Total</b>	<b>8784h</b>	<b>7897h</b>	<b>887h00</b>	<b>546h00</b>	<b>341h00</b>	<b>00h00</b>	<b>00h00</b>	
<b>% Total</b>		<b>90%</b>	<b>10%</b>	<b>6%</b>	<b>4%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	
<b>% des arrêts</b>				<b>61.6%</b>	<b>38.4%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	

Figure 11 : Bilan de fonctionnement des passes à poissons du Bazacle en 2019

La passe à poissons du Bazacle a fonctionné 90 % du temps en 2019, seules les crues de mai et de fin d’année ont occasionné un arrêt du dispositif de franchissement. La période d’entretien, d’environ 2 semaines, a permis de réviser les installations et de changer le plexiglas positionné au niveau de la vitre de contrôle et qui permet d’améliorer le contraste des images filmés et par conséquent, la qualité de l’analyse d’images. Le système vidéo a fonctionné 100 % du temps pendant le fonctionnement des passes à poissons (Figure 11).

Années	Fonctionnement	Crue	Entretien	Arrêt volontaire	Panne
1993	92.67%	6.56%	0.55%	0.19%	0.02%
1994	97.49%	1.24%	0.00%	0.57%	0.71%
1995	91.66%	7.27%	0.00%	0.70%	0.37%
1996	87.79%	11.36%	0.00%	0.07%	0.77%
1997	97.22%	0.85%	0.00%	0.38%	1.54%
1998	94.19%	4.45%	0.00%	0.55%	0.81%
1999	92.53%	7.15%	0.00%	0.28%	0.03%
2000	93.40%	6.35%	0.00%	0.25%	0.00%
2001	86.97%	5.24%	0.00%	0.13%	7.66%
2002	83.58%	9.39%	1.14%	1.09%	4.79%
2003	90.33%	5.96%	3.16%	0.54%	0.00%
2004	92.04%	5.06%	2.62%	0.28%	0.00%
2005	96.82%	1.70%	0.90%	0.51%	0.08%
2006	95.56%	0.37%	3.48%	0.22%	0.38%
2007	93.84%	2.90%	2.77%	0.46%	0.03%
2008	94.88%	3.07%	0.87%	1.13%	0.05%
2009	90.31%	8.09%	1.15%	0.46%	0.00%
2010	93.52%	4.92%	0.97%	0.31%	0.28%
2011	93.39%	2.59%	3.17%	0.83%	0.02%
2012	87.33%	2.42%	4.38%	0.53%	5.34%
2013	77.41%	20.45%	2.09%	0.05%	0.00%
2014	91.21%	5.91%	2.79%	0.10%	0.00%
2015	90.01%	7.55%	2.22%	0.22%	0.00%
2016	95.21%	1.53%	2.91%	0.11%	0.24%
2017	96.80%	0.17%	2.80%	0.14%	0.09%
2018	79.41%	16.04%	4.18%	0.32%	0.05%
2019	89.87%	6.23%	3.89%	0.00%	0.00%
MOY	91.31%	5.73%	1.70%	0.39%	0.86%
MIN	77.41%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%
MAX	97.49%	20.45%	4.38%	1.13%	7.66%

Figure 12 : Pourcentage d’arrêt et de fonctionnement des passes à poissons du Bazacle entre 1993 et 2019

La Figure 12 montre que le fonctionnement de 2019 est dans la moyenne des années précédentes. Si on ne considère que la période de migration, les passes ont fonctionné 99 % du temps, seule la crue de mai a engendré une fermeture des dispositifs de franchissement.

## 2.3 Le fonctionnement du dispositif de franchissement de Carbone

	Durée totale théorique	Durée de fonctionnement	%	Durée d'arrêt	Cause des arrêts			
					Entretien	travaux	Crue	Piégeage
<i>Janvier</i>	744h00	546h00	83	198h00	102h00	0h00	72h00	24h00
<i>Février</i>	672h00	483h00	72	189h00	0h00	0h00	168h00	21h00
<i>Mars</i>	744h00	713h00	96	31h00	0h00	0h00	0h00	31h00
<i>Avril</i>	720h00	690h00	96	30h00	0h00	0h00	0h00	30h00
<i>Mai</i>	744h00	621h00	83	123h00	0h00	0h00	96h00	27h00
<i>Juin</i>	720h00	690h00	96	30h00	0h00	0h00	0h00	30h00
<i>Juillet</i>	744h00	713h00	96	31h00	0h00	0h00	0h00	31h00
<i>Août</i>	744h00	713h00	96	31h00	0h00	0h00	0h00	31h00
<i>Septembre</i>	720h00	690h00	96	30h00	0h00	0h00	0h00	30h00
<i>Octobre</i>	744h00	667h00	90	77h00	0h00	0h00	48h00	29h00
<i>Novembre</i>	720h00	690h00	96	30h00	0h00	0h00	0h00	30h00
<i>Décembre</i>	744h00	404h00	54	340h00	0h00	0h00	323h00	17h00
<b>Total</b>	<b>8760h00</b>	<b>7620h00</b>	<b>87</b>	<b>1140h00</b>	<b>102h00</b>	<b>0h00</b>	<b>707h00</b>	<b>331h00</b>

Figure 13 : Bilan de fonctionnement de la passe à poissons de Carbone en 2019

Années	Fonctionnement	Entretien	Travaux	Crue	Piégeage
2000	92.3%	0.2%	4.6%	0.9%	1.9%
2001	87.2%	4.6%	1.4%	2.1%	4.7%
2002	90.1%	4.0%	0.3%	0.9%	4.7%
2003	85.1%	9.2%	0.0%	2.0%	3.7%
2004	87.0%	4.4%	4.1%	0.9%	3.6%
2005	89.5%	2.0%	5.2%	0.3%	3.1%
2006	92.6%	4.2%	0.0%	0.0%	3.2%
2007	78.6%	2.9%	15.8%	0.0%	2.7%
2008	89.4%	1.9%	4.4%	1.2%	3.2%
2009	91.7%	3.0%	0.4%	1.7%	3.2%
2010	90.4%	5.5%	0.0%	1.0%	3.1%
2011	91.6%	2.9%	0.6%	1.1%	3.7%
2012	71.2%	0.0%	26.3%	0.0%	2.5%
2013	66.7%	0.0%	20.5%	10.5%	2.3%
2014	88.5%	1.9%	0.0%	6.6%	3.1%
2015	91.3%	0.0%	2.7%	2.9%	3.1%
2016	93.5%	2.7%	0.0%	0.6%	3.2%
2017	92.7%	1.9%	2.2%	0.0%	3.2%
2018	60.4%	1.6%	14.5%	21.4%	2.1%
2019	86.9%	1.9%	0.0%	8.2%	3.0%
MOY	87.2%	2.8%	4.9%	1.8%	3.2%
MIN	66.7%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%
MAX	93.5%	9.2%	26.3%	10.5%	4.7%

Figure 14 : Pourcentage d'arrêt et de fonctionnement de la passe à poissons de Carbone entre 2000 et 2019.

Comme sur les autres stations, le dispositif de franchissement de Carbonne a fonctionné de manière optimale en 2019, notamment pendant la période de migration. Seule la crue du mois de mai a obligé à fermer le dispositif de piégeage pendant près de 4 jours.

### 3 CONDITIONS DE L’ENVIRONNEMENT

La progression des grands migrateurs étant largement influencée par les conditions environnementales, notamment le débit et la température de l’eau, il apparaît important de situer les valeurs de ces deux paramètres enregistrés en 2019 par rapport à celles observées les années précédentes.

#### 3.1 Le débit de la Garonne au niveau des stations de contrôle.

Les valeurs de débits sont téléchargées à partir de la banque hydro sur le site <http://www.eaufrance.fr>, service public d’information sur l’eau.

##### 3.1.1 Le débit à Golfech

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
1993	270.4	200.5	196.1	607.5	628.3	278.9	150.9	85.5	249.4	364.5	380.4	728.5	345.9
1994	974.5	1156.1	506.1	997.9	737.5	354.0	126.6	63.4	230.3	358.7	642.5	224.9	525.6
1995	614.3	828.9	718.2	340.4	360.2	226.8	113.4	69.9	196.7	152.5	216.9	196.7	372.0
1996	1069.9	937.4	631.4	463.5	568.3	282.5	144.5	113.0	129.3	349.7	613.7	1485.4	563.1
1997	768.6	455.1	242.7	155.4	220.3	136.7	115.2	153.9	120.9	110.3	207.0	490.6	264.4
1998	522.1	228.7	255.9	483.7	492.1	199.2	89.0	88.4	121.1	237.0	258.8	341.6	277.0
1999	559.2	556.8	451.9	442.8	990.4	276.7	110.1	122.5	122.7	206.7	477.3	531.2	403.6
2000	332.6	596.8	358.1	547.0	426.7	651.7	167.0	100.8	118.4	250.3	317.9	363.5	349.9
2001	552.6	504.9	585.7	574.6	614.9	248.0	214.1	85.3	89.1	130.8	143.2	118.6	321.0
2002	130.0	255.3	300.6	288.5	408.8	471.7	188.0	153.8	164.9	249.6	510.1	727.1	320.8
2003	631.7	947.2	641.0	387.1	350.8	228.2	66.0	54.9	117.1	126.4	310.4	691.5	376.0
2004	1348.9	572.0	539.5	711.5	924.4	331.8	119.3	91.0	91.5	116.3	178.1	250.5	439.7
2005	341.7	346.4	305.3	420.0	455.8	212.4	81.0	87.3	144.4	161.4	261.4	244.2	254.3
2006	330.5	466.4	706.8	348.8	227.8	86.5	62.4	60.2	161.7	226.7	147.8	168.5	248.4
2007	149.5	370.7	396.4	458.0	540.3	431.2	118.5	90.7	78.0	123.1	120.1	213.5	256.4
2008	487.4	240.8	303.1	708.4	507.8	534.9	171.6	84.3	84.3	89.6	381.4	509.0	341.8
2009	723.3	673.8	359.8	835.3	766.1	293.6	105.7	80.3	77.5	113.9	259.4	221.5	373.5
2010	475.7	471.9	358.1	347.3	590.8	410.0	159.7	90.1	85.4	152.9	307.4	301.4	311.5
2011	242.3	265.1	552.4	311.7	179.5	205.8	165.2	104.9	86.4	83.5	394.5	259.8	237.2
2012	371.4	240.8	211.0	395.6	657.9	280.9	104.2	74.0	69.5	170.2	178.7	335.4	257.9
2013	693.7	897.8	636.1	752.3	802.9	949.2	312.8	129.9	116.5	133.2	631.4	348.2	529.8
2014	927.9	829.0	749.5	569.2	455.8	350.8	246.5	196.9	135.2	146.3	256.3	511.6	446.1
2015	346.0	692.8	789.2	643.9	439.5	256.2	95.4	123.6	129.3	115.5	208.3	150.5	329.8
2016	322.9	606.5	508.9	438.8	421.2	399.6	148.6	87.3	93.1	126.9	249.4	188.4	296.8
2017	235.0	594.8	574.3	318.8	296.0	184.9	106.8	77.3	90.8	93.7	155.5	255.8	246.5
2018	1005.9	855.9	649.0	746.5	845.5	775.4	286.6	117.0	98.2	189.8	317.0	289.0	512.2
2019	287.5	634.6	240.9	284.0	344.9	226.5	97.9	92.6	82.4	189.2	523.5	1053.1	334.7
Moyenne 1993-2018	554.9	568.9	481.8	511.3	535.0	347.6	145.0	99.5	123.2	176.1	312.5	407.9	353.9

**Figure 15 : Comparaison des débits moyens mensuels à Golfech en 2019 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2018 (m<sup>3</sup>/s).**

Au niveau de Golfech (débit issu de la station de Lamagistère), les débits de la Garonne en 2019 sont extrêmement faibles pendant toute la période de migration avec des valeurs enregistrées entre 40 et 50 % inférieures à la moyenne observée entre 1993 et 2018, excepté une crue enregistrée fin mai (1 100 m<sup>3</sup>/s soit environ 2 fois le module de la Garonne). Les débits sont nettement remontés à partir du mois d’octobre avec plusieurs coups d’eau successifs et une grosse crue fin décembre avec des valeurs enregistrées à plus 3 900 m<sup>3</sup>/s le 15/12/2019.

Coef_hydrau	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1993	0.49	0.35	0.41	1.19	1.18	0.80	1.04	0.86	2.03	2.07	1.22	1.79
1994	1.76	2.03	1.05	1.95	1.38	1.02	0.87	0.64	1.87	2.04	2.06	0.55
1995	1.11	1.46	1.49	0.67	0.67	0.65	0.78	0.70	1.60	0.87	0.69	1.60
1996	1.93	1.65	1.31	0.91	1.06	0.75	1.00	1.14	1.05	1.99	1.97	3.64
1997	1.39	0.80	0.50	0.30	0.41	0.39	0.79	1.55	0.98	0.63	0.66	1.20
1998	0.94	0.40	0.53	0.95	0.92	0.57	0.61	0.89	0.98	1.35	0.83	0.84
1999	1.01	0.98	0.94	0.87	1.85	0.79	0.76	1.23	1.00	1.17	1.53	1.30
2000	0.60	1.05	0.74	1.07	0.80	1.87	1.15	1.01	0.96	1.42	1.02	0.89
2001	1.00	0.89	1.22	1.12	1.15	0.71	1.48	0.86	0.72	0.74	0.46	0.29
2002	0.23	0.45	0.62	0.56	0.76	1.36	1.30	1.55	1.34	1.42	1.63	1.78
2003	1.13	1.66	1.33	0.76	0.66	0.66	0.45	0.55	0.95	0.72	0.99	1.69
2004	2.43	1.01	1.12	1.39	1.73	0.95	0.82	0.92	0.74	0.66	0.57	0.61
2005	0.62	0.61	0.63	0.82	0.85	0.61	0.56	0.88	1.17	0.92	0.84	0.60
2006	0.60	0.82	1.47	0.68	0.43	0.25	0.43	0.60	1.31	1.29	0.47	0.41
2007	0.27	0.65	0.82	0.90	1.01	1.24	0.82	0.91	0.63	0.70	0.38	0.52
2008	0.88	0.42	0.63	1.39	0.95	1.54	1.18	0.85	0.68	0.51	1.22	1.25
2009	1.30	1.18	0.75	1.63	1.43	0.84	0.73	0.81	0.63	0.65	0.83	0.54
2010	0.86	0.83	0.74	0.68	1.10	1.18	1.10	0.91	0.69	0.87	0.98	0.74
2011	0.44	0.47	1.15	0.61	0.34	0.59	1.14	1.05	0.70	0.47	1.26	0.64
2012	0.67	0.42	0.44	0.77	1.23	0.81	0.72	0.74	0.56	0.97	0.57	0.82
2013	1.25	1.58	1.32	1.47	1.50	2.73	2.16	1.31	0.95	0.76	2.02	0.85
2014	1.67	1.46	1.56	1.11	0.85	1.01	1.70	1.98	1.10	0.83	0.82	1.25
2015	0.62	1.22	1.64	1.26	0.82	0.74	0.66	1.24	1.05	0.66	0.67	0.37
2016	0.58	1.07	1.07	0.86	0.77	1.18	1.05	0.88	0.75	0.72	0.78	0.47
2017	0.42	1.05	1.19	0.62	0.55	0.53	0.74	0.78	0.74	0.53	0.50	0.63
2018	1.81	1.50	1.35	1.46	1.58	2.23	1.98	1.18	0.80	1.08	1.02	0.71
2019	0.52	1.12	0.50	0.56	0.65	0.65	0.67	0.93	0.67	1.07	1.68	2.58

Figure 16 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité de la Garonne à Golfech entre 1993 et 2019.

La Figure 16 montre, avec un code couleur, les coefficients d’hydraulicité enregistrés à Golfech sur la période 1993 – 2019 : plus la couleur tend vers le bleu foncé, plus le coefficient est supérieur à la moyenne des débits sur cette période, plus il tend vers le rouge foncé, plus le mois est considéré comme sec avec un coefficient faible. Ainsi, l’année 2019 s’inscrit dans une année particulièrement sèche au niveau de Golfech.

### 3.1.2 Le débit à Toulouse (Bazacle)

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
1993	127.9	95.0	117.3	252.9	260.1	150.1	85.2	55.1	174.4	210.4	184.1	218.3	161.1
1994	284.1	382.8	273.7	462.3	390.9	232.0	104.6	53.4	71.3	83.8	131.1	89.9	211.8
1995	311.9	243.7	291.1	191.8	263.1	199.1	105.3	57.0	97.1	83.8	75.2	209.8	177.3
1996	191.2	260.9	239.4	289.5	337.5	214.9	128.5	89.1	76.6	121.7	241.7	447.9	219.7
1997	250.1	170.8	132.4	115.7	144.0	117.6	94.4	104.4	67.3	58.7	77.0	147.9	123.3
1998	143.4	89.8	155.3	205.6	259.5	153.6	59.2	70.5	87.0	174.9	158.4	208.6	147.6
1999	201.9	207.9	190.9	235.3	393.7	179.4	91.0	73.3	66.0	66.6	100.7	181.8	165.6
2000	110.9	242.3	136.0	202.8	228.4	413.7	115.3	87.3	64.3	95.1	93.8	103.1	156.7
2001	207.1	229.5	250.2	273.7	291.5	158.1	120.9	55.7	51.4	49.8	64.6	52.7	149.9
2002	62.0	113.1	169.1	183.1	329.1	293.6	155.4	127.8	102.9	118.4	217.1	270.3	178.8
2003	246.6	339.9	322.3	257.6	279.1	181.7	64.6	40.3	84.4	79.5	83.0	159.3	177.2
2004	448.8	181.6	191.9	293.5	392.9	243.3	101.1	51.9	49.5	54.6	86.1	126.1	185.3
2005	169.5	159.1	228.7	319.7	364.1	178.1	71.6	66.0	82.8	81.1	94.9	103.6	159.8
2006	103.2	104.3	250.0	175.9	159.1	70.1	51.4	42.2	75.4	75.2	67.4	62.8	103.1
2007	40.5	70.4	153.4	332.6	355.9	223.9	70.2	64.4	45.0	67.4	51.8	98.1	131.3
2008	141.7	77.7	139.6	271.5	235.9	305.3	131.3	62.4	57.7	52.9	155.9	165.0	149.8
2009	220.0	240.2	183.9	348.9	495.0	208.9	85.3	62.8	49.5	54.1	132.5	104.6	181.6
2010	158.3	143.1	152.4	176.1	390.6	272.9	119.7	68.6	55.0	78.0	142.2	114.4	156.0
2011	81.1	119.8	208.7	206.0	133.1	166.8	129.5	80.6	59.5	49.6	161.8	111.6	125.5
2012	132.2	107.6	135.0	225.4	297.3	157.4	67.3	48.5	43.8	88.0	79.6	150.7	127.9
2013	306.3	380.1	293.2	373.4	437.5	573.1	234.2	86.6	67.6	62.5	389.2	187.1	281.0
2014	392.3	305.2	331.5	351.2	327.7	294.5	162.7	114.5	56.7	54.2	49.5	162.6	216.5
2015	124.1	329.4	384.3	330.6	269.8	189.6	77.1	77.7	67.5	65.2	133.4	93.6	177.0
2016	123.2	224.3	216.7	231.9	215.9	154.6	92.0	56.3	48.2	49.9	90.3	54.7	129.0
2017	87.0	150.1	179.7	151.2	159.6	137.2	66.9	52.2	54.8	54.7	80.8	135.3	109.1
2018	276.4	426.3	263.3	353.2	503.1	434.9	185.0	78.3	64.8	65.6	69.2	80.8	231.8
2019	107.1	222.0	106.9	132.9	215.5	154.2	66.5	62.3	62.8	79.4	170.4	344.1	142.4
Moyenne 1993-2018	190.1	207.5	215.0	262.0	304.4	227.1	106.5	70.3	70.0	80.6	123.5	147.7	166.7

Figure 17 : Comparaison des débits moyens mensuels au Bazacle en 2019 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2018 (m³/s)

La situation des débits de la Garonne à Toulouse est la même qu’à Golfech avec des débits très faibles pendant toute la période de migration.

Coef_hydrau	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1993	0.69	0.48	0.55	0.98	0.88	0.69	0.83	0.79	2.49	2.59	1.46	1.45
1994	1.52	1.93	1.28	1.79	1.32	1.06	1.01	0.76	1.02	1.03	1.04	0.60
1995	1.67	1.23	1.37	0.74	0.89	0.91	1.02	0.82	1.38	1.03	0.60	1.39
1996	1.02	1.31	1.12	1.12	1.14	0.98	1.24	1.27	1.09	1.50	1.92	2.98
1997	1.34	0.86	0.62	0.45	0.49	0.54	0.91	1.49	0.96	0.72	0.61	0.98
1998	0.77	0.45	0.73	0.80	0.87	0.70	0.57	1.01	1.24	2.15	1.26	1.39
1999	1.08	1.05	0.90	0.91	1.33	0.82	0.88	1.05	0.94	0.82	0.80	1.21
2000	0.59	1.22	0.64	0.79	0.77	1.89	1.12	1.25	0.92	1.17	0.75	0.69
2001	1.11	1.15	1.17	1.06	0.98	0.72	1.17	0.80	0.73	0.61	0.51	0.35
2002	0.33	0.57	0.79	0.71	1.11	1.34	1.50	1.83	1.47	1.46	1.73	1.80
2003	1.32	1.71	1.51	1.00	0.94	0.83	0.63	0.58	1.20	0.98	0.66	1.06
2004	2.40	0.91	0.90	1.14	1.32	1.11	0.98	0.74	0.71	0.67	0.68	0.84
2005	0.91	0.80	1.07	1.24	1.23	0.82	0.69	0.94	1.18	1.00	0.75	0.69
2006	0.55	0.52	1.17	0.68	0.54	0.32	0.50	0.60	1.07	0.93	0.54	0.42
2007	0.22	0.35	0.72	1.29	1.20	1.02	0.68	0.92	0.64	0.83	0.41	0.65
2008	0.76	0.39	0.66	1.05	0.80	1.40	1.27	0.89	0.82	0.65	1.24	1.10
2009	1.18	1.21	0.86	1.35	1.67	0.96	0.83	0.90	0.70	0.67	1.05	0.70
2010	0.85	0.72	0.72	0.68	1.32	1.25	1.16	0.98	0.78	0.96	1.13	0.76
2011	0.43	0.60	0.98	0.80	0.45	0.76	1.25	1.15	0.85	0.61	1.29	0.74
2012	0.71	0.54	0.63	0.87	1.00	0.72	0.65	0.69	0.62	1.08	0.63	1.00
2013	1.64	1.91	1.38	1.45	1.47	2.62	2.27	1.24	0.96	0.77	3.09	1.27
2014	2.10	1.54	1.56	1.36	1.10	1.35	1.58	1.64	0.81	0.67	0.39	1.07
2015	0.66	1.66	1.80	1.28	0.91	0.87	0.75	1.11	0.96	0.80	1.06	0.61
2016	0.66	1.13	1.01	0.90	0.73	0.69	0.88	0.80	0.66	0.63	0.73	0.36
2017	0.47	0.76	0.85	0.58	0.55	0.60	0.63	0.75	0.78	0.67	0.65	0.93
2018	1.48	2.14	1.24	1.37	1.70	1.99	1.79	1.12	0.92	0.81	0.55	0.54
2019	0.57	1.12	0.50	0.51	0.73	0.71	0.64	0.89	0.75	0.98	1.36	2.29

Figure 18 : Comparaison des coefficients d'hydraulicité de la Garonne au Bazacle entre 1993 et 2019.

A ce niveau de la Garonne, l'année 2019 s'inscrit également dans une année sèche, très différente de 2018 année qui au contraire était marquée par de nombreuses crues.

### 3.1.3 Le débit à Carbone

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
2000	49.3	120.4	68.2	102.8	147.2	222.0	61.5	44.0	30.4	56.7	53.9	53.8	83.7
2001	100.5	124.1	149.5	158.2	197.6	99.8	85.0	37.3	30.6	24.0	40.2	28.3	89.4
2002	31.6	63.7	99.5	107.1	208.5	170.4	75.9	55.9	48.8	65.0	133.2	158.3	101.7
2003	132.3	149.5	177.4	151.5	172.5	113.6	34.7	18.8	55.9	46.6	58.9	94.0	100.1
2004	236.7	100.8	125.1	169.0	226.3	160.2	62.3	32.4	27.2	34.0	51.4	61.1	107.3
2005	87.5	70.0	130.4	172.6	250.2	112.9	40.5	36.9	43.5	40.9	47.4	51.6	90.5
2006	52.5	43.0	124.4	98.2	99.9	38.4	23.7	20.0	51.3	59.2	47.8	40.0	58.3
2007	23.6	37.2	95.7	210.1	208.0	123.3	39.1	36.6	25.6	40.3	28.8	53.3	76.9
2008	89.8	39.4	102.5	172.0	166.1	214.9	95.9	35.6	30.9	27.0	116.4	106.2	99.8
2009	138.4	147.8	136.4	244.4	348.7	146.5	54.3	30.2	28.8	37.6	104.5	81.9	124.7
2010	108.7	86.0	91.3	113.8	265.3	185.9	78.1	38.3	27.8	43.8	99.2	69.5	100.7
2011	47.9	73.2	136.8	127.1	96.2	110.3	92.2	47.9	32.2	27.7	127.5	75.8	82.8
2012	85.1	61.6	95.7	136.3	186.6	102.7	44.1	24.3	23.4	64.7	55.1	103.2	82.1
2013	201.2	251.0	197.5	233.0	289.5	413.3	156.6	57.0	45.5	44.2	274.5	122.2	189.4
2014	238.6	169.9	208.8	225.6	197.1	200.3	110.3	78.9	37.3	34.3	33.7	108.2	136.8
2015	82.6	212.7	239.7	197.8	165.1	109.9	48.4	50.6	44.7	41.2	99.8	53.1	111.3
2016	75.9	145.2	135.5	139.0	141.1	101.3	61.3	28.7	27.5	29.4	61.6	29.6	80.8
2017	50.1	102.2	105.3	87.1	105.7	91.7	40.0	28.0	32.6	33.0	52.6	89.2	67.9
2018	162.3	265.8	142.0	209.4	340.1	311.0	111.4	46.2	34.9	35.6	37.7	44.9	144.1
2019	62.8	138.1	72.5	90.3	150.6	105.3	42.3	36.8	28.8	49.4	112.5	222.6	92.4
Moyenne 1993-2018	105.0	119.1	134.8	160.8	200.6	159.4	69.2	39.3	35.7	41.3	80.2	75.0	101.5

Figure 19 : Comparaison des débits moyens mensuels à Carbone en 2019 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 2000 et 2018 (m³/s).

Sans surprise, la même situation est retrouvée sur la Garonne au niveau de Carbone avec une nouvelle fois des débits très faibles, notamment pendant la période de migration.

Coef_hydrau	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2000	0.48	1.08	0.51	0.65	0.76	1.47	0.92	1.13	0.85	1.36	0.65	0.70
2001	0.99	1.12	1.11	1.00	1.02	0.66	1.27	0.96	0.86	0.58	0.49	0.37
2002	0.31	0.57	0.74	0.68	1.08	1.13	1.14	1.43	1.36	1.56	1.61	2.07
2003	1.30	1.35	1.32	0.96	0.89	0.75	0.52	0.48	1.56	1.12	0.71	1.23
2004	2.33	0.91	0.93	1.07	1.17	1.06	0.93	0.83	0.76	0.82	0.62	0.80
2005	0.86	0.63	0.97	1.09	1.30	0.75	0.61	0.95	1.22	0.98	0.57	0.67
2006	0.52	0.39	0.93	0.62	0.52	0.25	0.35	0.51	1.43	1.42	0.58	0.52
2007	0.23	0.33	0.71	1.33	1.08	0.82	0.58	0.94	0.71	0.97	0.35	0.70
2008	0.88	0.36	0.76	1.09	0.86	1.42	1.43	0.91	0.86	0.65	1.41	1.39
2009	1.36	1.33	1.01	1.55	1.81	0.97	0.81	0.77	0.81	0.90	1.27	1.07
2010	1.07	0.77	0.68	0.72	1.38	1.23	1.17	0.98	0.78	1.05	1.20	0.91
2011	0.47	0.66	1.02	0.80	0.50	0.73	1.38	1.23	0.90	0.67	1.54	0.99
2012	0.84	0.55	0.71	0.86	0.97	0.68	0.66	0.62	0.65	1.55	0.67	1.35
2013	1.98	2.26	1.47	1.47	1.50	2.74	2.34	1.46	1.27	1.06	3.32	1.59
2014	2.34	1.53	1.55	1.43	1.02	1.33	1.65	2.02	1.04	0.82	0.41	1.41
2015	0.81	1.92	1.78	1.25	0.86	0.73	0.72	1.30	1.25	0.99	1.21	0.69
2016	0.75	1.31	1.01	0.88	0.73	0.67	0.92	0.74	0.77	0.71	0.75	0.38
2017	0.49	0.92	0.78	0.55	0.55	0.61	0.60	0.72	0.91	0.79	0.64	1.16
2018	1.59	2.40	1.06	1.32	1.76	2.06	1.67	1.19	0.97	0.85	0.46	0.59
2019	0.62	1.24	0.54	0.57	0.78	0.70	0.63	0.94	0.80	1.18	1.36	2.90

Figure 20 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité de la Garonne à Carbone entre 1993 et 2019

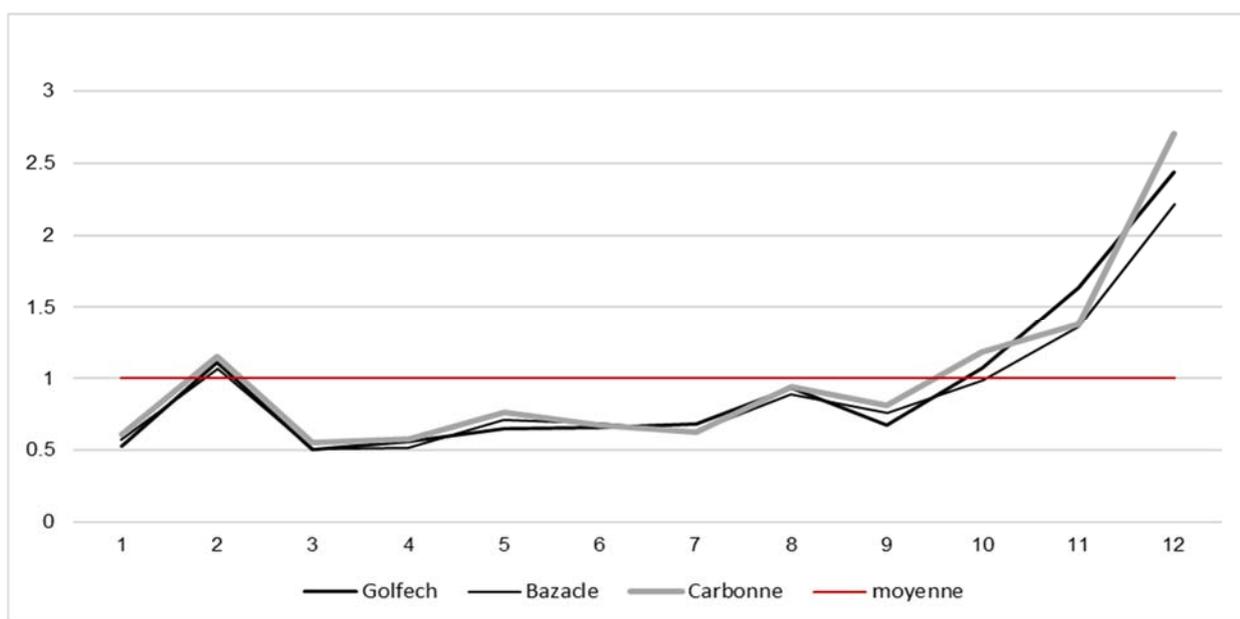


Figure 21 Evolution du coefficient d’hydraulicité moyen mensuel de la Garonne en 2019 au niveau de Golfech, du Bazacle et de Carbone

La Figure 21 résume la situation hydrologique de la Garonne en 2019 au niveau des trois stations de contrôle et montre particulièrement bien le déficit en eau de ce cours d’eau pendant les mois de mars à juillet, période de forte migration.

### 3.2 La température de l’eau de la Garonne au niveau des stations de contrôle.

#### 3.2.1 La température de l’eau à Golfech

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
1993	6.5	7.5	9.7	13.0	15.6	20.7	22.8	24.6	19.6	13.5	9.6	8.5	14.3
1994	7.6	7.7	11.7	11.0	16.0	19.5	25.0	25.6	20.0	15.1	11.8	9.1	15.1
1995	6.5	9.3	9.7	13.2	16.3	19.3	25.3	25.6	19.4	17.4	11.5	8.3	15.2
1996	9.3	7.2	9.7	13.2	15.8	20.8	23.3	23.6	19.3	14.7	10.7	9.0	14.8
1997	6.8	8.9	12.7	16.1	18.7	22.0	22.3	25.5	21.9	18.3	11.3	8.2	16.1
1998	7.8	8.3	11.3	13.0	16.6	20.5	24.4	24.4	20.7	15.0	9.7	6.4	14.9
1999	7.3	6.6	10.4	13.3	15.9	20.3	24.9	25.1	22.8	16.4	10.2	7.0	15.1
2000	5.8	8.3	11.0	12.9	17.4	19.7	23.0	24.6	21.8	15.4	11.0	9.5	15.1
2001	7.9	8.3	11.4	12.7	15.6	21.5	22.9	25.2	20.3	18.0	10.4	5.4	15.0
2002	5.5	8.4	11.7	13.8	15.2	19.2	21.6	22.1	20.0	15.4	11.1	8.2	14.4
2003	5.6	5.9	6.3	12.9	15.0	22.2	25.5	28.1	21.1	15.7	10.9	7.8	14.8
2004	7.0	7.0	8.6	11.7	14.6	19.9	23.4	25.1	22.4	18.0	10.1	7.4	14.7
2005	6.1	5.3	8.5	12.6	15.9	21.6	24.8	23.7	21.0	17.0	11.3	5.0	14.4
2006	5.7	6.3	9.6	14.6	18.1	23.5	27.6	23.7	21.8	17.1	13.3	7.5	15.8
2007	6.9	7.9	10.5	14.1	16.2	19.8	23.0	23.7	21.3	16.3	9.8	7.1	14.7
2008	7.1	7.7	9.8	12.0	16.3	17.8	22.5	24.0	20.9	16.1	10.1	6.5	14.3
2009	4.8	6.3	9.8	11.7	14.8	20.0	24.7	26.0	21.8	17.2	11.7	7.0	14.7
2010	5.2	5.5	9.2	14.2	14.8	18.4	24.3	23.6	21.3	15.2	10.3	5.3	14.0
2011	5.7	6.9	10.0	15.4	20.0	20.1	22.3	24.3	22.9	17.7	12.2	8.7	15.4
2012	7.3	3.3	10.6	12.8	15.7	21.0	24.4	26.5	22.2	17.1	10.7	7.4	15.0
2013	6.2	6.6	9.2	12.0	13.3	15.3	22.1	24.5	21.0	20.0	10.8	5.9	13.5
2014	6.9	8.1	10.0	13.3	15.1	19.1	21.5	22.1	22.5	18.3	13.4	8.0	14.9
2015	5.9	6.1	9.6	13.7	16.0	21.2	26.6	24.5	21.2	15.9	12.3	8.1	15.0
2016	8.4	8.8	9.5	13.4	15.9	19.6	24.4	25.6	23.4	16.9	11.6	7.3	15.4
2017	4.6	8.2	11.0	14.8	17.9	23.8	24.4	25.7	20.7	17.9	10.0	6.2	15.5
2018	8.9	6.8	9.0	12.9	14.5	18.2	23.9	26.1	23.3	17.2	10.7	8.9	15.1
2019	5.7	7.9	11.4	13.8	16.1	20.4	27.0	24.8	22.3	18.0	10.8	8.9	16.1
Moyenne 1993-2018	6.4	6.9	9.8	13.2	15.9	20.1	23.8	24.7	21.6	17.0	11.1	7.2	14.8

Figure 22 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2019 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1993 et 2018

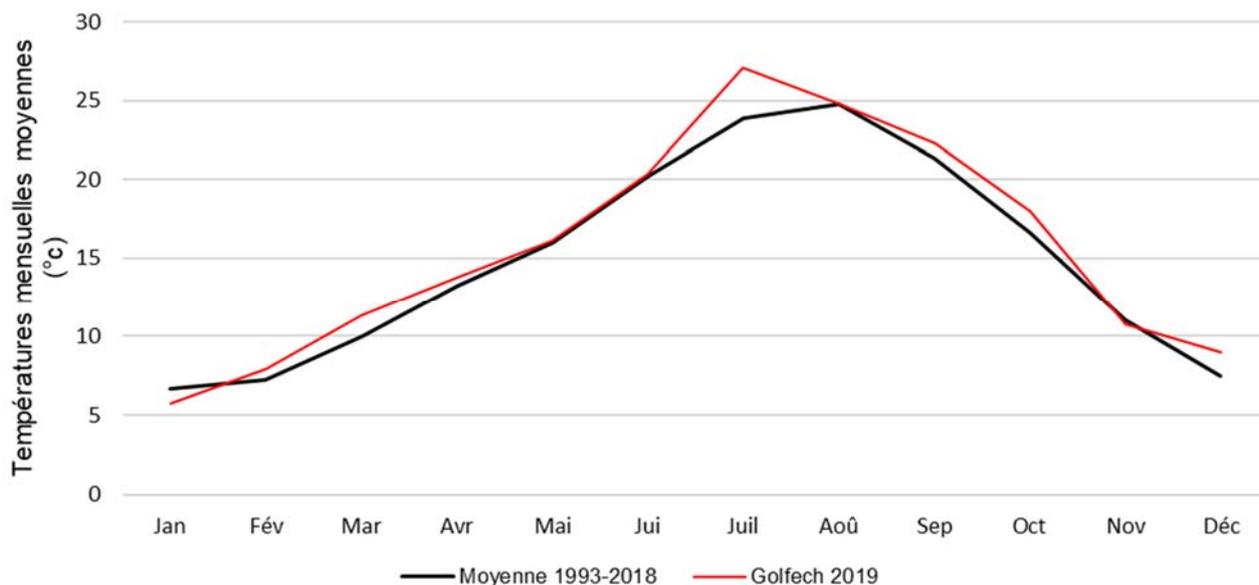


Figure 23 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2019 et de la température moyenne mensuelle enregistrée sur la période 1993 et 2018

Indépendamment des faibles débits qui auraient pu favoriser une augmentation rapide de la température de l’eau, les valeurs enregistrées à Golfech pendant la période de migration (février à juillet) sont légèrement supérieures à la moyenne enregistrée sur la période 1993 à 2018 pendant les mois de mars et avril, puis quasiment identiques en mai et juin. Par contre, avec la hausse très forte des températures de l’air début juillet, les températures de l’eau en ce début d’été augmentent brusquement passant de 20,5°C le 22 juin à 28°C le 7 juillet. Le maximum est atteint fin juillet avec 30,3.C en moyenne le 25 juillet ! La température de l’eau chute dès le début du mois d’aout et, globalement, il est observé des valeurs conformes à la moyenne jusqu’à la fin de la saison (Figures 22 et 23).

### La température de l’eau au Bazacle

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	6.6	7.4	10.5	9.7	13.2	16.6	22.8	24.7	19.0	15.5	11.4	8.8	13.9
1995	6.4	8.6	8.8	11.7	13.9	16.1	22.5	23.3	17.1	16.0	10.6	7.2	13.6
1996	7.6	6.6	8.8	11.0	13.2	17.0	20.3	21.5	17.6	13.4	9.8	7.8	12.9
1997	6.1	8.5	11.8	14.5	16.1	18.6	20.4	23.1	20.4	16.8	10.5	7.4	14.5
1998	7.0	8.4	10.3	11.5	13.9	17.5	23.0	22.8	19.0	13.0	8.7	6.1	13.5
1999	6.5	6.3	9.6	11.6	13.4	17.0	22.5	23.2	20.8	15.5	9.2	6.4	13.5
2000	5.6	8.4	10.5	11.9	14.8	16.6	20.7	22.4	19.9	14.1	10.1	8.8	13.7
2001	7.1	7.5	10.3	11.3	13.2	18.6	20.2	23.3	19.0	16.5	8.8	4.4	13.4
2002	5.4	7.8	10.0	11.6	12.3	16.4	18.6	18.9	17.0	13.4	9.5	7.5	12.4
2003	5.8	6.0	9.3	11.2	12.8	18.6	23.2	25.1	18.8	13.5	9.7	6.7	13.4
2004	7.1	7.2	7.8	10.3	12.0	17.0	20.6	22.4	19.7	16.1	8.5	6.5	13.0
2005	5.2	4.6	7.2	10.1	12.5	17.2	21.4	20.5	18.0	14.5	9.0	4.2	12.1
2006	5.0	5.6	8.5	12.1	14.9	20.4	24.6	21.5	18.9	15.1	11.0	5.9	13.7
2007	6.2	6.7	8.5	10.8	12.5	15.9	19.5	19.7	17.6	13.1	7.4	5.0	11.9
2008	5.7	6.8	8.6	9.8	12.4	13.8	17.5	19.7	17.0	13.2	7.7	5.2	11.5
2009	7.6	7.5	9.2	10.1	11.4	14.7	18.4	21.8	20.3	11.2	10.7	6.7	12.5
2010	8.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.6	7.7	-	8.9
2012	6.7	3.9	10.1	11.1	13.5	18.2	21.5	23.9	19.9	15.3	9.9	7.2	13.5
2013	6.5	6.8	8.9	10.4	11.1	13.0	18.6	21.5	20.8	-	-	7.5	12.5
2014	7.7	8.2	10.0	12.9	14.1	17.7	20.3	20.9	22.2	18.7	13.5	9.0	14.8
2015	6.1	6.2	9.1	11.7	13.5	18.0	23.4	21.4	18.9	14.4	11.5	7.6	13.6
2016	7.7	8.4	9.2	11.7	13.8	17.4	21.6	23.0	21.1	16.0	10.8	6.7	14.0
2017	4.5	8.1	10.5	14.6	17.3	22.3	23.7	24.7	20.5	18.1	10.0	6.4	15.1
2018	8.3	7.0	9.9	13.1	13.5	16.6	21.7	24.0	22.0	16.2	10.4	9.0	14.3
2019	5.7	7.9	10.7	12.4	13.9	17.6	24.4	23.1	20.4	16.1	9.6	8.8	14.3
Moyenne 1993-2018	6.5	7.1	9.5	11.5	13.4	17.2	21.2	22.3	19.4	14.8	9.8	6.9	13.0

Figure 24 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au Bazacle en 2019 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1993 et 2018

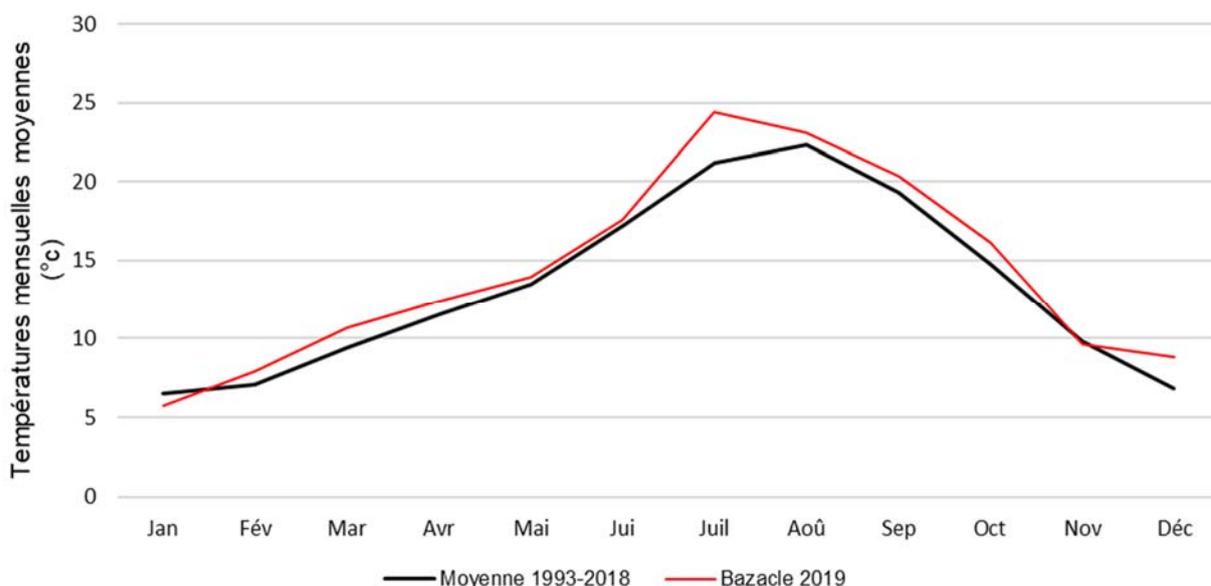


Figure 25 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au Bazacle en 2019 et de la température moyenne mensuelle enregistrées sur la période 1993 et 2018

La température de l’eau au Bazacle varie de la même manière qu’à Golfech en 2019 avec toutefois des valeurs journalières moins importantes. Comme à Golfech, la valeur maximum est atteinte le 25 juillet avec 26.3°C (Figures 24 et 25).

### 3.2.2 La température de l’eau à Carbone

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
2000	5.4	8.3	10.5	11.5	13.8	15.7	19.6	21.1	20.0	13.9	10.0	8.2	13.2
2001	7.2	7.9	10.5	11.3	12.7	17.1	18.3	22.1	19.2	16.2	9.2	4.9	13.1
2002	5.9	8.0	10.3	11.6	12.2	15.7	17.9	18.2	16.7	13.5	9.7	7.4	12.3
2003	5.7	6.0	9.1	10.6	11.8	16.8	21.4	23.5	18.0	13.0	9.1	6.6	12.7
2004	6.6	6.7	7.8	9.5	11.7	14.8	18.7	21.7	20.1	15.9	8.6	6.7	12.4
2005	6.2	6.2	8.4	10.2	12.9	16.7	20.8	19.7	18.1	15.6	8.5	6.6	12.5
2006	5.8	6.5	8.9	12.0	14.5	19.9	24.0	21.9	18.3	14.3	10.8	6.0	13.6
2007	5.8	6.5	8.9	10.8	12.4	15.6	19.6	20.2	18.7	13.7	8.8	5.6	12.2
2008	6.6	7.5	9.5	10.5	12.6	14.0	17.6	20.8	18.3	14.3	8.3	6.2	12.2
2009	5.3	6.8	8.8	10.1	11.6	15.7	20.4	22.2	19.2	15.3	10.2	6.6	12.7
2010	6.2	6.1	8.3	12.3	11.8	14.4	19.0	20.8	19.0	13.4	9.1	5.1	12.1
2011	5.6	7.0	9.4	12.5	15.4	15.8	17.9	20.7	19.8	15.6	10.6	7.6	13.2
2012	6.9	5.4	9.8	10.6	12.9	16.5	19.9	23.1	19.9	15.0	9.5	6.4	13.0
2013	5.4	5.7	9.1	10.8	11.0	12.9	17.9	20.5	18.3	16.3	11.3	6.5	12.2
2014	7.3	7.7	9.0	11.1	11.9	14.7	17.0	18.1	17.5	14.0	10.0	7.4	12.2
2015	5.8	6.3	8.9	11.2	12.6	16.6	22.3	19.8	18.1	14.2	11.5	7.2	12.9
2016	7.8	8.3	9.1	11.2	12.9	15.8	19.9	22.5	20.8	15.9	10.3	6.2	13.4
2017	4.8	7.9	10.1	12.8	14.4	18.8	20.9	22.4	18.5	15.7	9.0	6.4	13.5
2018	7.8	6.8	8.4	10.9	11.4	14.0	18.9	21.5	20.3	15.6	9.9	8.9	12.9
2019	5.9	7.9	10.5	11.8	12.9	16.4	22.8	21.7	19.3	15.2	9.4	8.6	13.6
Moyenne 1993-2018	6.2	6.9	9.2	11.1	12.7	15.9	19.6	21.1	18.9	14.8	9.7	6.7	12.8

Figure 26 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Carbone en 2019 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 2000 et 2018

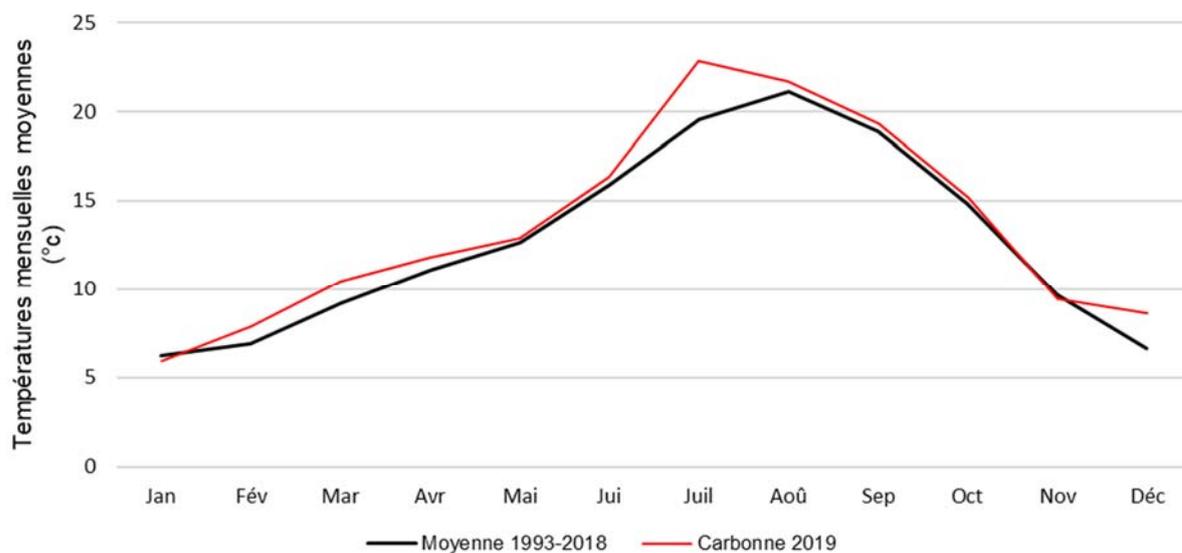
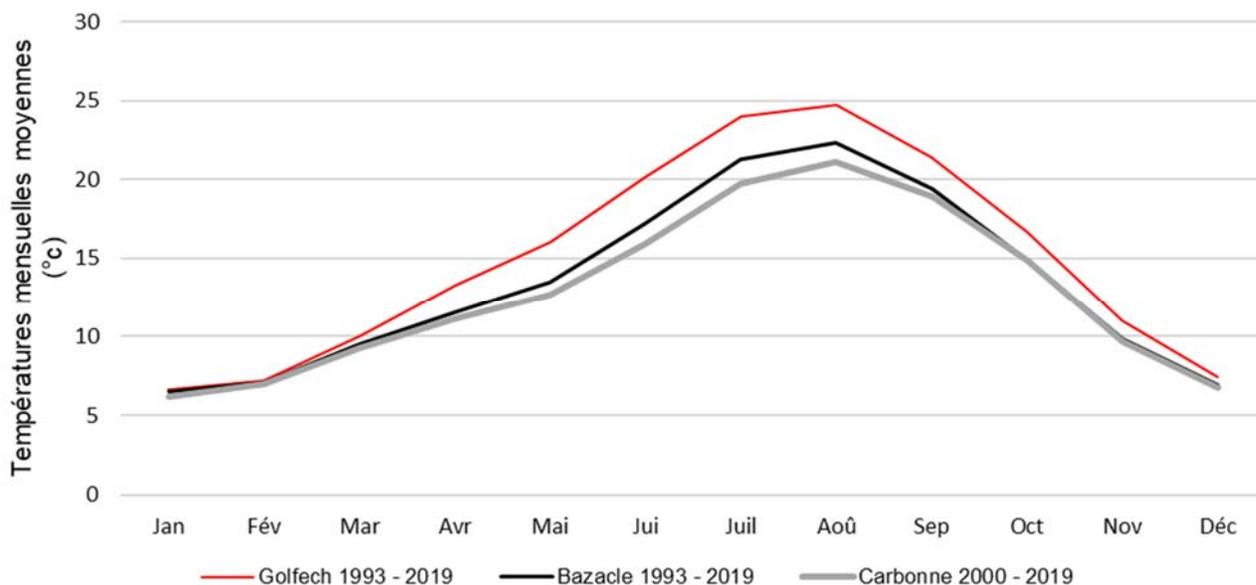


Figure 27 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Carbone en 2019 et de la température moyenne mensuelle enregistrées sur la période 2000 et 2018

La situation est identique à Carbone, avec des températures plus fraîches pendant la période estivale même si en pic journalier, certaines valeurs observées étaient proches de 25°C fin juillet (Figures 26 et 27).

La variation de la température de l'eau sur les 3 stations de la Garonne montre la très faible influence de la température de l'eau des affluents en 2019, comme l'Ariège ou le bassin du Tarn.



**Figure 28 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au niveau de Golfech, du Bazacle (période 1993 – 2019) et de Carbone (2000 – 2019).**

La Figure 28 montre que les températures hivernales sont quasiment identiques au niveau des 3 stations de contrôles mais que les écarts se creusent à partir de mars avec environ 2°C de plus en moyenne mensuelle au niveau de Golfech par rapport au Bazacle, la différence étant moindre entre cette dernière station et Carbone (environ 1°C). Ainsi, pour la migration des espèces, notamment les grands salmonidés, il est fondamental de migrer rapidement en amont du Bazacle pour éviter des températures estivales trop importantes, voire létales, et ainsi attendre dans de bonnes conditions la période de reproduction (octobre-décembre).

## 4 BILAN DES PASSAGES DE POISSONS

### 4.1 Bilan général

D'une manière générale, les passages de l'année 2019 à Golfech sont marqués par 1) des effectifs en nette augmentation de grandes aloses (1630) même si toujours très faibles au regard des stocks historiques, 2) une absence récurrente et alarmante de lamproies (0), 3) un nombre de saumons, 141 individus contrôlés, légèrement supérieur aux effectifs contrôlés ces quinze dernières années (moyenne 121 individus). En ce qui concerne l'anguille, 26 318 individus ont franchi l'obstacle, un des effectifs les plus faibles depuis la mise en service de la passe expérimentale en 2002. Enfin, à noter la présence de 12 truites de mer, ce qui est non négligeable par rapport aux observations de ces dernières années (moyenne de 2 depuis 2013).

Du fait 1) de la stratégie de piégeage à Golfech et de transport sur l'Ariège d'un maximum de saumons décidé par le Groupe Migrateurs Garonne du COGEPOMI et 2) des effectifs très faibles d'alesos et de lamproies marines observés à Golfech, les effectifs de grands migrants sur les stations du Bazacle et de Carbone sont bien évidemment très faibles. En effet, seuls 8 saumons ont été observés au Bazacle en 2019 et aucune alose n'a atteint cette station de contrôle. A Carbone, 9 saumons ont été capturés, ce qui peut paraître étonnant au regard des passages observés au Bazacle, situation inédite expliquée par des individus transportés sur l'Ariège et ayant dévalé le cours d'eau pour reprendre une migration de montaison sur la Garonne (voir chapitre saumon).

### 4.2 Activité migratrice des espèces amphibiotiques au niveau de Golfech, du Bazacle et de Carbone

Année	Aloses	Anguille	Lamproie	Saumons	Truite de mer
1993	18554	288	2086	46	55
1994	85813	4482	107	134	109
1995	85624	1460	741	117	68
1996	106706	2009	2382	115	108
1997	98819	3986	663	62	60
1998	49074	0	1618	90	39
1999	36373	59	222	255	22
2000	32584	49	789	436	56
2001	25277	18	219	599	15
2002	17460	33505	4147	351	114
2003	22269	101940	18344	88	20
2004	19993	32869	2834	126	59
2005	18306	68831	2132	45	93
2006	9671	35395	434	128	3
2007	2979	103613	5626	150	3
2008	1464	67201	19	204	57
2009	1856	18600	8990	71	156
2010	9403	91841	1672	100	19
2011	2794	1862	543	165	2
2012	733	60819	401	133	29
2013	630	40509	0	51	2
2014	1100	125730	0	142	0
2015	429	79328	1	219	3
2016	902	46497	0	149	5
2017	875	138607	0	86	0
2018	137	194636	0	77	0
2019	1630	26318	0	141	12

Figure 29 : Bilan annuel des passages de poissons migrants au niveau de la station de Golfech entre 1993 et 2019

Année	Aloses	Anguille	Lamproie	Saumons	Truite de mer
1993	3765	19	652	21	49
1994	8010	19	4	55	54
1995	20546	31	84	37	53
1996	20279	8	591	61	49
1997	16389	57	40	10	34
1998	4554	12	207	37	27
1999	381	1	30	40	49
2000	713	39	183	73	64
2001	1672	8	80	123	69
2002	802	4	86	121	61
2003	1393	44	3617	38	14
2004	259	13	23	33	17
2005	322	131	9	10	14
2006	261	59	0	47	3
2007	18	63	4	31	4
2008	4	117	0	73	12
2009	22	138	2	22	31
2010	11	153	0	24	5
2011	5	76	0	50	1
2012	1	111	0	21	3
2013	0	351	0	13	0
2014	0	283	0	14	0
2015	1	815	0	46	0
2016	1	0	0	37	1
2017	4	0	0	14	0
2018	1	451	0	8	0
2019	0	26	0	8	0
Moyenne 1993-2018	3054	116	216	41	24

**Figure 30 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station du Bazacle entre 1993 et 2019**

Année	Aloses	Anguille	Lamproie	Saumons	Truite de mer
2000	3	19	10	22	19
2001	36	41	5	41	12
2002	1	40		53	11
2003	6	594	434	13	
2004	3	125	29	15	1
2005	1	183	2	4	2
2006	5	282		26	
2007		44	2	9	1
2008		153		43	
2009		176		12	5
2010		183		11	
2011		194		22	
2012		57		4	
2013		105		1	
2014		28		5	
2015		49		20	
2016		59		16	
2017		131		5	
2018		573			
2019		327		9	
Moyenne 2000-2018	5284	122	161	23	26

**Figure 31 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Carbone entre 2000 et 2019**

## 4.2.1 Migration de l’alose

### 4.2.1.1 Le suivi à Golfech

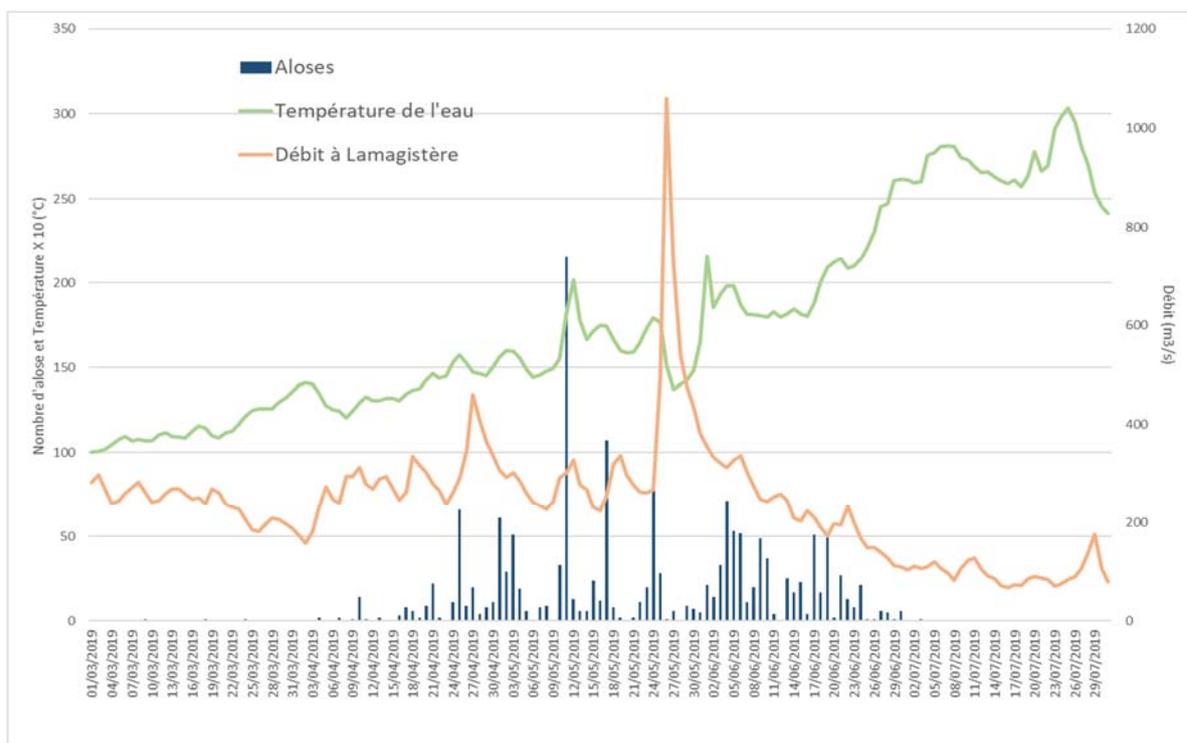
Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
1993	0	0	0	6	5922	12364.0	255.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18554
1994	0	0	0	175	54754	28883.0	1997.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85813
1995	0	0	0	1029	46080	36161.0	2354.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85624
1996	0	0	0	2628	58074	31419.0	14585.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106706
1997	0	0	0	509	66544	25822.0	5925.0	18.0	1.0	0.0	0.0	0.0	98819
1998	0	0	0	340	24591	22850.0	1293.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49074
1999	0	0	1	1596	22917	11753.0	99.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36373
2000	0	0	2	1233	24584	5548	1217	0	0	0	0	0	32584
2001	0	0	33	520	10986	11715	2020	3	0	0	0	0	25277
2002	0	0	0	54	5677	10667	1056	6	0	0	0	0	17460
2003	0	0	0	156	5723	16349	41	0	0	0	0	0	22269
2004	0	0	6	788	10618	8036	474	67	3	1	0	0	19993
2005	0	0	0	540	9447	8166	153	0	0	0	0	0	18306
2006	0	0	47	651	7717	1208	47	0	1	0	0	0	9671
2007	0	0	10	1368	1099	459	40	3	0	0	0	0	2979
2008	0	0	7	304	924	200	27	0	2	0	0	0	1464
2009	0	0	1	147	1137	564	7	0	0	0	0	0	1856
2010	0	0	66	3323	5153	850	11	0	0	0	0	0	9403
2011	0	0	31	579	1999	172	13	0	0	0	0	0	2794
2012	0	0	45	30	498	147	13	0	0	0	0	0	733
2013	0	0	9	72	441	102	5	1	0	0	0	0	630
2014	0	0	13	152	853	77	4	1	0	0	0	0	1100
2015	0	0	50	146	125	103	4	1	0	0	0	0	429
2016	0	2	30	82	491	269	27	1	0	0	0	0	902
2017	0	2	17	53	580	175	48	0	0	0	0	0	875
2018	0	0	3	73	21	24	15	1	0				137
2019	0	0	2	203	782	643	0	0	0	0	0	0	1630
Moyenne 2000-2018	0	0	14	637	14114	9003	1220	5	0	0	0	0	24993

**Figure 32 : Répartition mensuelle des aloses contrôlées à Golfech entre 1993 et 2019**

En 2019, 1 630 aloses ont emprunté l’ascenseur à poissons entre le 9 mars (10<sup>e</sup> semaine) et le 3 juillet (27<sup>e</sup> semaine), ce qui est le meilleur effectif recensé sur la station depuis 2011. Bien entendu, ces passages d’aloses restent très faibles au regard des effectifs historiques contrôlés depuis 1993. Il est observé une chute sensible des effectifs contrôlés depuis 1998, chute accentuée à partir de 2006 où la moyenne des passages sur ces 8 dernières années n’est que de 2 400 individus (2006 – 2019) contre 47 500 aloses sur la période 1993 – 2005.

Les premiers individus ont été contrôlés au mois de mars pour une température de l’eau avoisinant les 10°C. La Figure 33 (ci-après) montre très clairement que les passages à l’ascenseur à poissons sont rythmés par les paramètres environnementaux, avec des passages plus importants lorsque la variation de la température entre le jour J et le jour J+1 est positive. A noter un pic de 200 individus le 11 mai à la suite d’une hausse brutale de la température de l’eau.

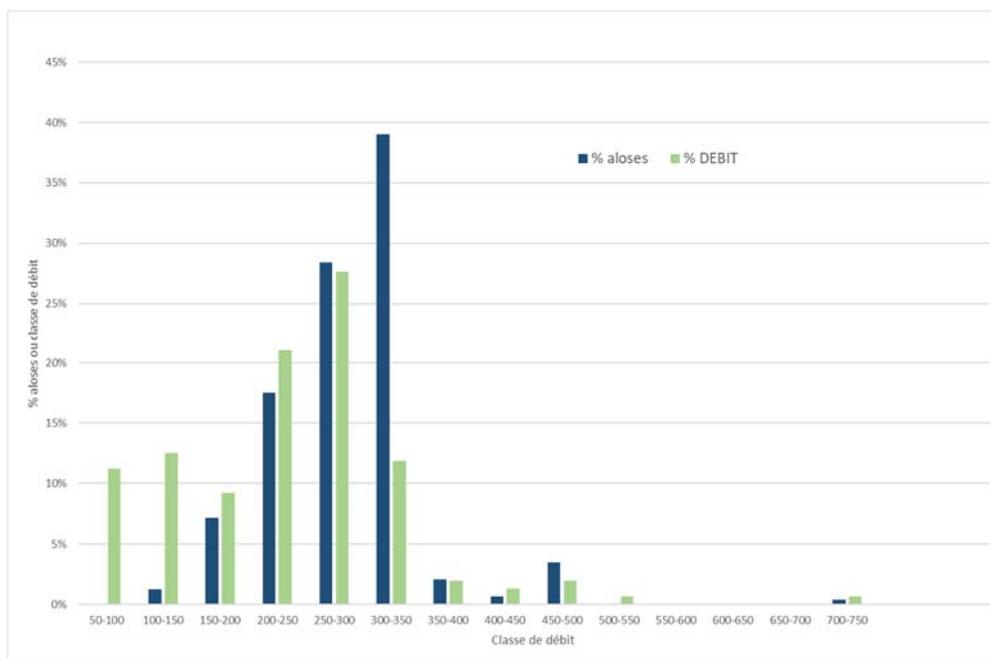
Loin d’être exceptionnelle, la migration de l’alose à Golfech en 2019 est une bonne année si l’on se réfère aux 10 dernières saisons. Par ailleurs, la migration s’est inscrite dans la durée avec près de 30 % des individus recensés en juin, ce qui représente 650 aloses, du jamais vu depuis 2007 ! Ces résultats sont certainement à mettre en relation avec la forte présence de la population d’aloses dans le canal de fuite de la centrale hydroélectrique de Golfech (voir chapitre reproduction) et peut-être avec les opérations d’enlèvement des silures menées par les pêcheurs professionnels en aval de ce canal, avec plus de 300 individus capturés. Une reconduite de ces pêches silures dans les années futures pourrait conforter ces résultats.



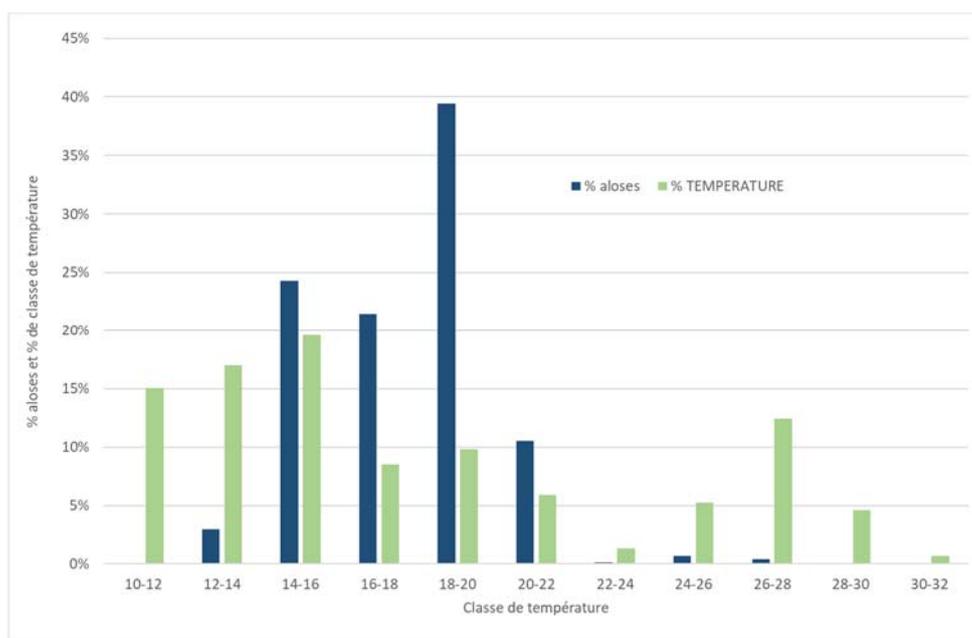
**Figure 33 : Evolution des passages journaliers d’aloses à Golfech en 2019 en fonction du débit et de la température.**

La Figure 33 montre la répartition des aloses observées à l’ascenseur à poissons de Golfech (%) en fonction de classes de débits. Il apparaît assez nettement qu’environ 65 % des individus sont observés pour des débits supérieurs à 550 m<sup>3</sup>/s. Sur la période 1993-2017, les passages observés dans ces gammes de débits ne représentent que 20 % des effectifs. Les individus contrôlés fin juin se sont présentés à l’ascenseur à poissons pour des débits inférieurs à 500 m<sup>3</sup>/s.

Le même exercice a été fait avec les classes de températures (pas de 2°C). Ainsi, 70 % des individus empruntent l’ascenseur à poissons pour des températures moyennes de l’eau inférieures à 16 °C, gamme représentant 20 % des effectifs observés à Golfech sur la période 1993-2017.

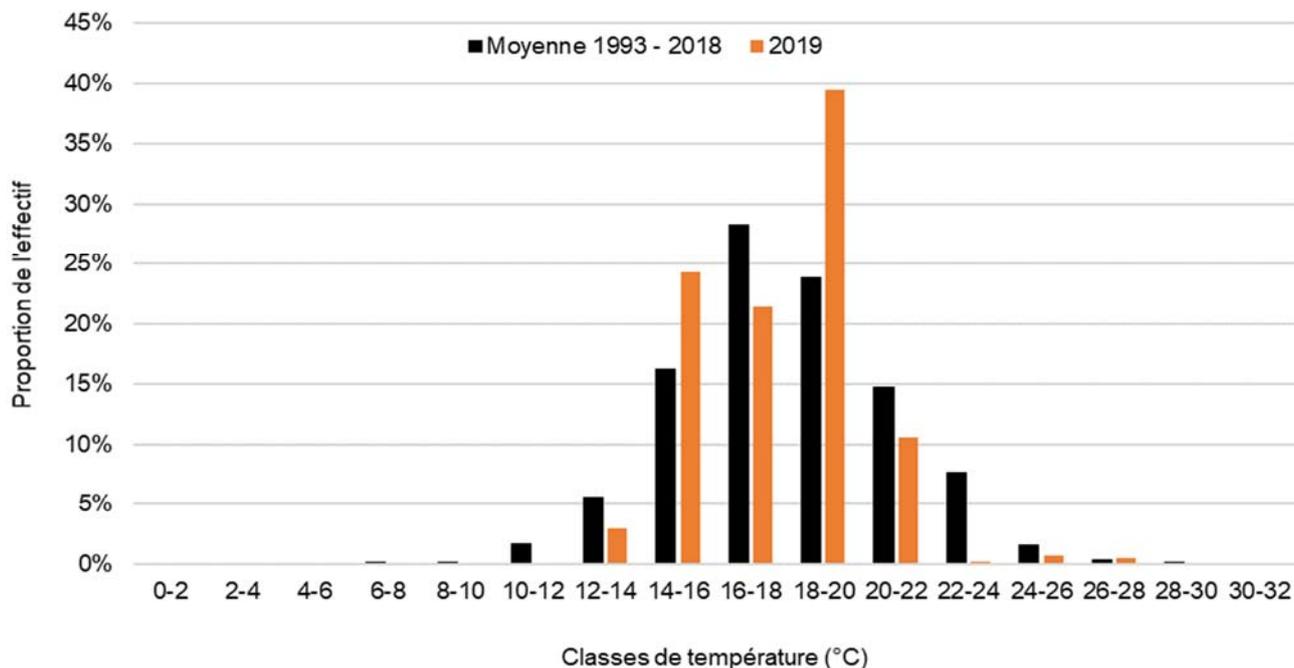


**Figure 34 : Répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech en fonction de classes de débit (pas de 50 m<sup>3</sup>/s)**



**Figure 35 : Répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech en fonction de classes de température (pas de 2°C)**

Les Figures 34 et 35 montrent en % la répartition des débits et températures de l’eau à Golfech pendant la période de migration des aloses ainsi que le % de passages de cette espèce par classe de température et débit. On remarque que 60 % des aloses passent pour des températures comprises entre 16 et 20 °C, températures présentes seulement 20 % du temps. En ce qui concerne les débits, 40 % des individus passent pour des gammes de débits comprises entre 300 et 350 m<sup>3</sup>/s, classe représentée 12 % du temps à Golfech en 2019.



**Figure 36 : Comparaison de la répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech en 2019 et sur la période 1993 – 2018 en fonction de classes de température (pas 2°C)**

On observe très nettement qu’en 2019, la classe de température 18-20 °C est surreprésentée, du fait du pic de 260 individus passés en 2 jours le 11 mai alors que la température de l’eau est montée brusquement.

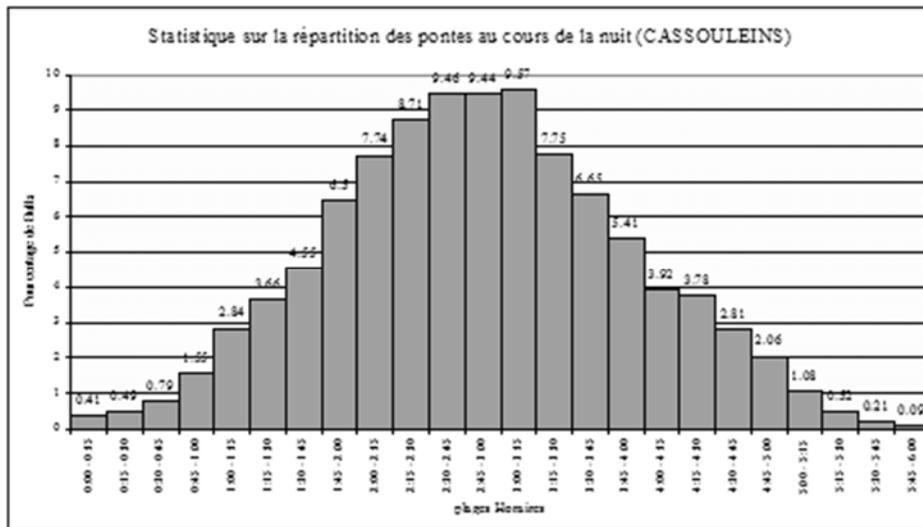
#### 4.2.1.2 Suivi

Pour connaître la totalité du stock reproducteur sur le bassin de la Garonne, il est nécessaire de suivre la reproduction sur les sites se situant en aval de la station de contrôle de Golfech. En effet, durant la phase active de la ponte de cette espèce, les couples évoluent en surface, en tournant sur eux-mêmes, et frappent violemment la surface de l’eau à l’aide de leur nageoire caudale. Ce type de comportement est dénommé “bull” et fait un bruit caractéristique qui dure entre deux et dix secondes. Pendant ce laps de temps, les œufs sont émis par la femelle (50 000 à 250 000 œufs par kilo de femelle) et fécondés par le mâle. Généralement, on compte un mâle pour une femelle lors du bull, mais il n’est pas rare d’observer deux mâles, parfois trois, pour une seule femelle. L’alose a une ponte fractionnée, c’est à dire qu’elle va frayer en plusieurs fois. A chaque fraie, une partie des “œufs” contenus dans ses ovaires sera libérée. La fatigue des différentes reproductions cumulée à la migration, peut entraîner une mort post-reproductrice massive des géniteurs juste après le “bull” (Figure 37).



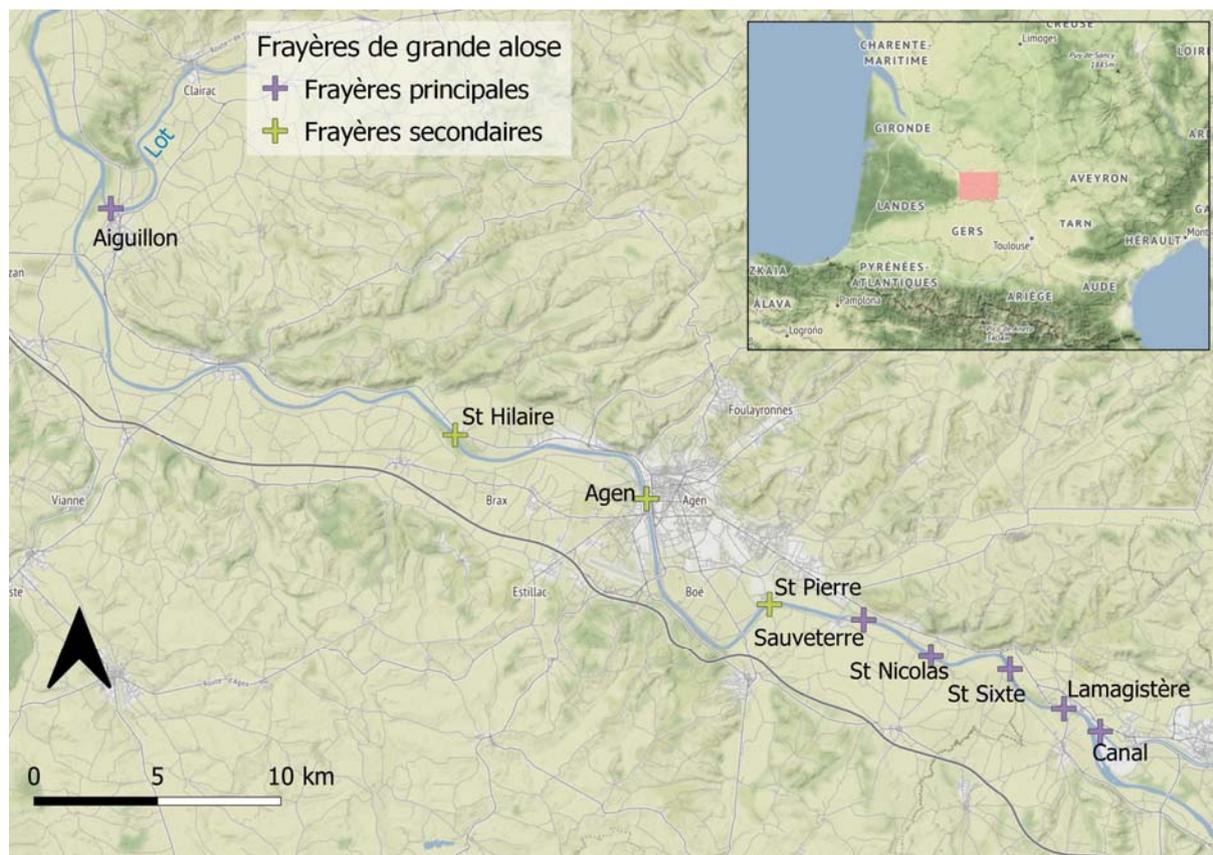
**Figure 37 : Bull d’alose (© Didier Taillefer/Sméag)**

La durée de ponte s’étend de vingt-trois heures à cinq heures du matin, mais la période de plus forte activité est réduite à la plage horaire comprise entre une heure et trois heures du matin (Figure 38), quand la température de l’eau atteint environ 16°C.



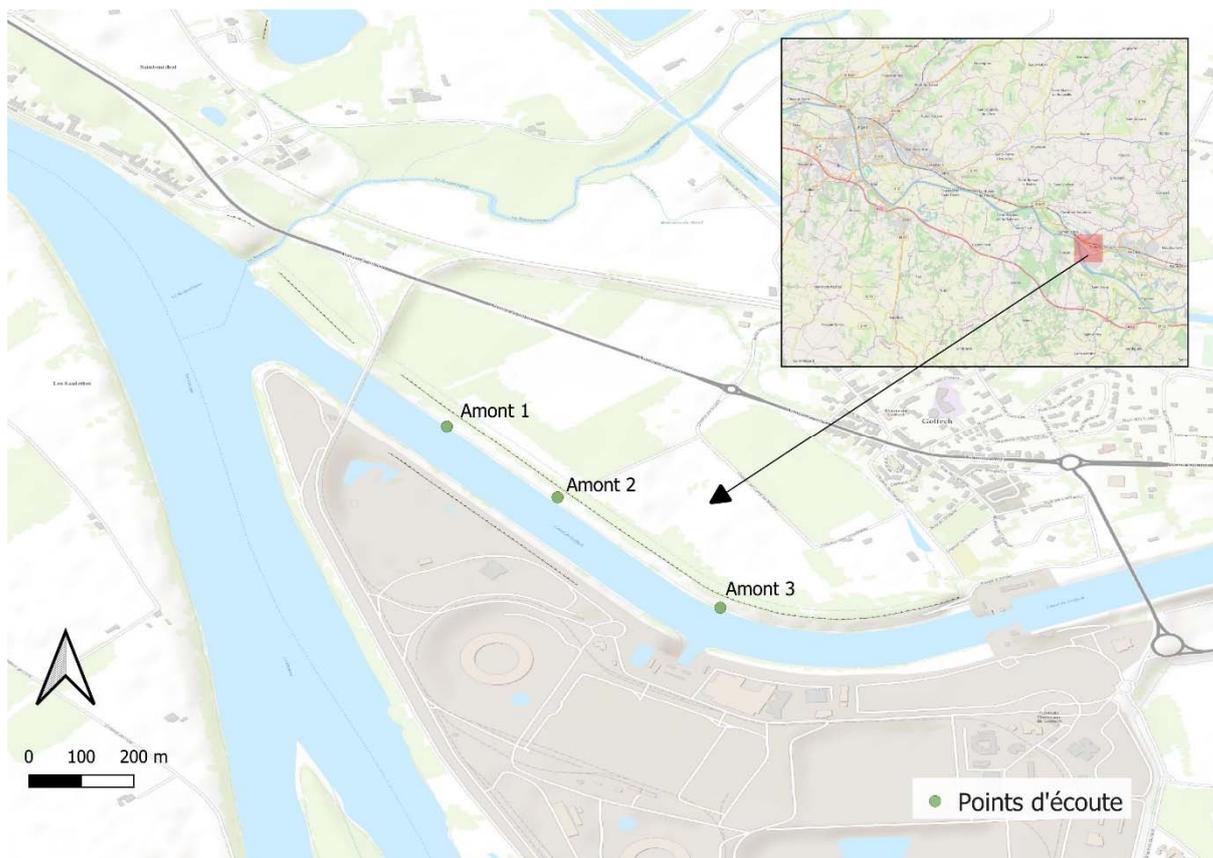
**Figure 38 : Modèle statistique sur la répartition des pontes au cours de la nuit (CASSOU-LEINS, 1985)**

Sur le bassin de la Garonne, le suivi de la reproduction de l’alose s’effectue chaque année sur les rivières de la Garonne (principalement) et du Lot à Aiguillon. Les rivières Tarn et Aveyron au niveau du département du Tarn-et-Garonne peuvent être prospectées si le nombre de géniteurs franchissant Golfech est significatif (plusieurs milliers de géniteurs). 5 frayères principales sont reconnues et étudiées en moyenne Garonne et une sur le Lot (Figure 39). 3 autres frayères secondaires sont également suivies.



**Figure 39 : Localisation géographique des zones de frayères en aval de Golfech sur la Garonne**

Sur la Garonne, la méthode de suivi est dite « directe », à savoir que le personnel en charge de ces suivis se déplace sur le terrain, la nuit, pour observer et comptabiliser les bulls. En effet, il existe une autre méthode consistant à poser des enregistreurs au droit des frayères et récupérer les enregistrements pour un dépouillement ultérieur. En 2019, des tests d’enregistrement ont été réalisés sur trois sites en amont du pont du nucléaire au niveau du canal de fuite de la centrale hydraulique de Golfech (voir Figure 19). Ainsi, 8 sessions d’enregistrement ont été faites sur le canal de fuite et une au port de Bonneau sur la Frayère de Saint Sixte pour un total de 14 h 30 d’enregistrement. Ainsi, 377 bulls ont pu être enregistrés avec une efficacité moyenne de 76 %, ce qui en fait une excellente efficacité (par exemple 49 % d’efficacité sur la Dordogne en 2019). Cependant, ce type de suivi est difficilement applicable sur les autres sites de reproduction de la Garonne du fait de la proximité des routes et/ou voies de chemin de fer qui perturbent considérablement la qualité des enregistrements. Ainsi, pour les prochains suivis, les sites en amont du pont du canal de fuite seront suivis avec enregistreurs.



**Figure 40 : Localisation des trois sites favorables à l’enregistrement des bulls**

Concernant l’organisation des suivis : 3 binômes sont constitués pour effectuer les suivis quasiment chaque nuit : 2 binômes de la Réserve Naturelle de la Frayère d’Alose d’Agen et 1 binôme MIGADO. La répartition des zones de suivi varie en fonction de l’activité mais, classiquement, l’équipe MIGADO suit les frayères de Lamagistère, St Sixte, et du canal de fuite de la centrale hydroélectrique de Golfech, et les autres frayères sont suivies par le personnel de la Réserve Naturelle de la Frayère d’Alose d’Agen (RNFA).

Personnel MIGADO	Jours sur le dossier
Chargé de mission	25
Technicien	40
Stagiaire	70
Personnel administratif	7,8

**Figure 41 : Nombre de jours travaillés sur le projet de suivi de la reproduction de la grande alose sur la moyenne Garonne (MPALAG19) par le personnel de MIGADO en 2019**

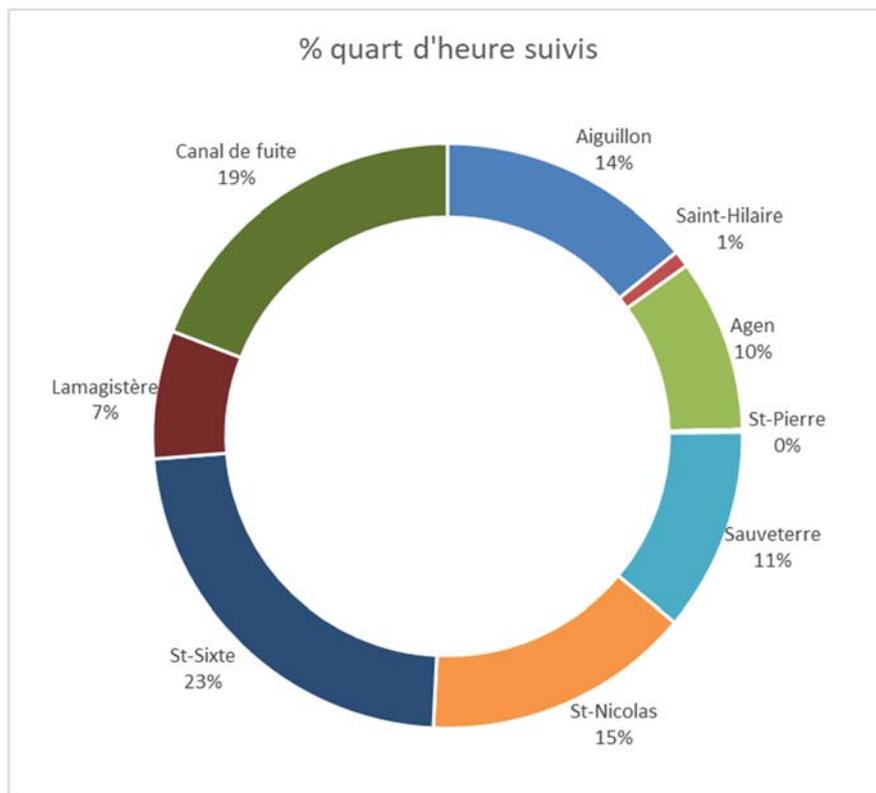
Les premiers suivis ont débuté le 12 avril pour se terminer au 11 juillet. De l’activité a été observée (1 seul bull) lors de la première nuit et les derniers (3 bulls) le 3 juillet. 60 nuits (sur les 90 de la période considérée) ont été suivies par la RNFA et MIGADO. Plusieurs sites sont

prospectés par nuit, ainsi à minima une heure de présence a été effectuée pour un maximum de 10 h 30 entre toutes les équipes sur le terrain pour une nuit.

Sites	Aiguillon	St Hilaire de Lusignan	Agen	Saint Pierre de Gaubert	Sauveterre Saint Denis	Saint Nicolas de la Balerne	Saint Sixte	Lamagistère	Canal de fuite
Nbre de nuits suivies	24	5	37	2	27	37	46	26	39

**Figure 42 : Nombre de nuits suivies sur les différentes frayères d'aloses**

Au total, 1302 ¼ d'heures ont été contrôlés entre 23 h 00 et 5 h 30 dont près de 70 % entre 1 h et 3 h 30, soit au plus fort de l'activité. Cet effort de suivi permet de limiter les erreurs grossières lors de l'extrapolation des données et ainsi d'estimer le mieux possible le stock reproducteur d'aloses en aval de Golfech. Cette année, le site du canal de fuite représente près de 20 % des suivis effectués en lien avec la forte activité observée sur cette frayère.

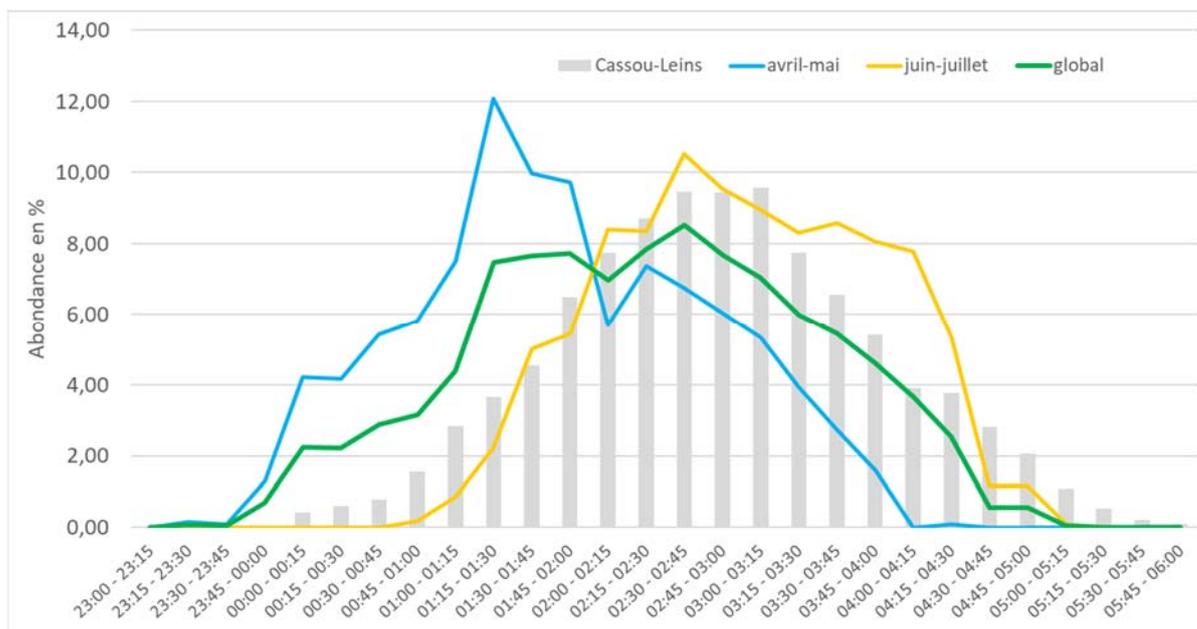


**Figure 43 : Nombre de ¼ d'heure suivis sur l'ensemble des frayères de grande alose en 2019**

La répartition de l'activité par ¼ d'heure propre à l'année 2019 a pu être établie et comparée à celle observée par Cassou-Leins dans le milieu des années 80. Cependant, il peut apparaître un décalage des pics d'activité en fonction de la période. Du fait des conditions

climatiques couplées aux observations de terrain, il a été décidé d’établir 2 courbes d’extrapolation différentes au cours de la saison de reproduction, ceci dans le but d’avoir une extrapolation de la reproduction la plus fidèle possible :

- Du 12/04 au 31/05 : plus de 90 % de l’activité de ponte se situe entre 0 h 00 et 3 h 00 pour une température moyenne de la Garonne de 14,4°C (min 13 °C – max 20,2 °C) et un débit moyen de 331 m<sup>3</sup>/s (min 223 m<sup>3</sup>/s – max 1060 m<sup>3</sup>/s).
- Du 01/06 au 11/07 : la reproduction se décale avec 94 % de l’activité comprise entre 1 h 30 et 4 h 30. La température moyenne de la Garonne est de 22,2 °C (min 18 °C – max 28,1 °C) et un débit moyen de 195 m<sup>3</sup>/s (min 82 m<sup>3</sup>/s – max 355 m<sup>3</sup>/s).



**Figure 44 : Comparaison de la répartition nocturne de l’activité de ponte de la grande alose en 2019 au niveau des frayères en aval de Golfech avec celle estimée par Cassou-Leins en 1980**

Au total, après extrapolation des données 14 637 bulls ont été estimés sur l’ensemble des frayères de la moyenne Garonne en 2019. **Il est ensuite possible d’en déduire le nombre de géniteurs présents sur les frayères étudiées (G) et, par la même occasion, en totalisant le nombre de bulls obtenus** pour la saison sur toutes les frayères, le nombre total de géniteurs en moyenne Garonne. Tout ceci en supposant que les géniteurs ne se reproduisent que sur une seule frayère, que seule une femelle et un mâle sont impliqués dans un bull et qu’une femelle pond en moyenne entre 8 et 12 fois (CHANSEAU M. et AL., 2005).

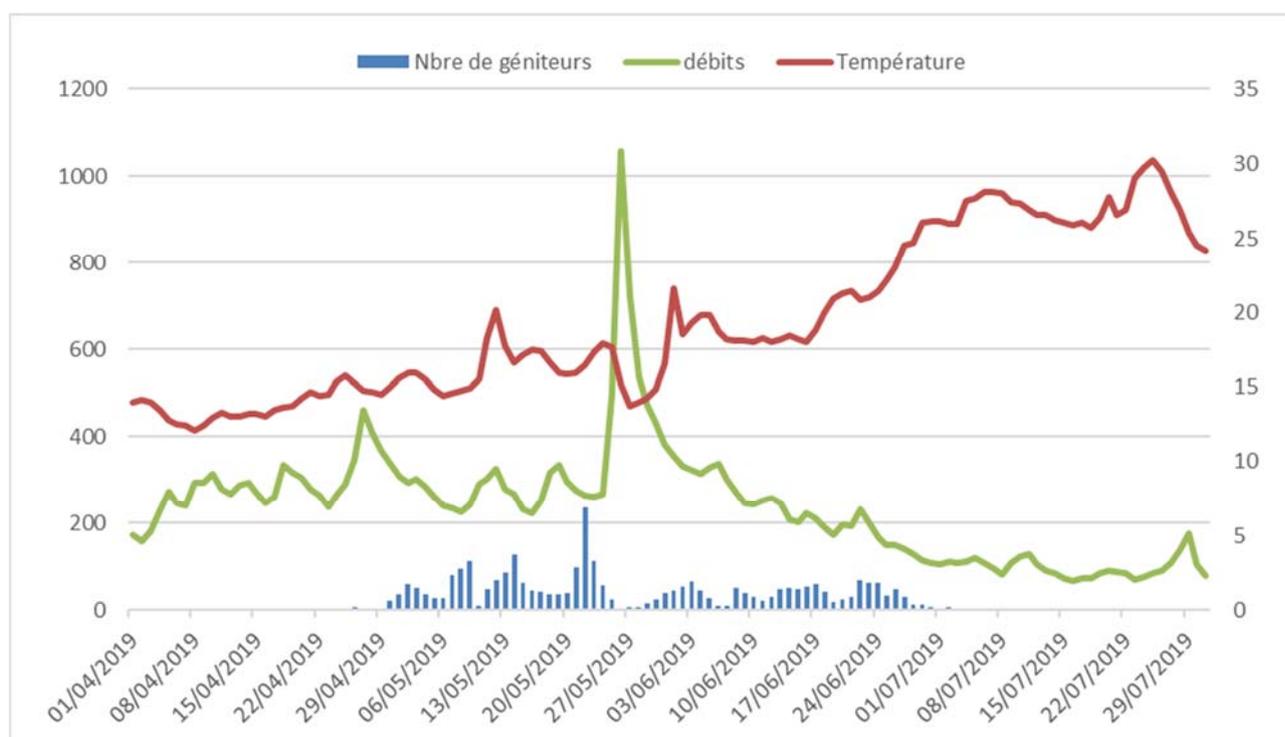
Soit :  $G = 2N / 10$  avec  $N = \text{Nbre de bulls}$  et  $G = \text{Nbre de géniteurs}$

Ainsi, le stock reproducteur estimé en aval de Golfech est de 2 927 grandes aloses. En ajoutant ce nombre aux 1 630 aloses de la station de contrôle de Golfech, on obtient 4 557 géniteurs.

Sites	Aiguillon	Agen	Sauveterre Saint Denis	St Nicolas de la Balerne	Saint Sixte	Lamagistère	Canal de fuite
Nbre de géniteurs	172	1	256	77	494	65	1862

**Figure 45 : Frayères actives et nombre de géniteurs en 2019 sur le Lot (Aiguillon) et la Garonne**

La migration est tout d'abord marquée par un passage plus conséquent à Golfech avec 1 630 individus (meilleur passage depuis 2011). Concernant la reproduction, l'année 2019 est marquée par une très forte présence de géniteurs dans le canal de fuite avec près de 64 % des géniteurs situés à l'aval de Golfech alors qu'il faut remonter à 2010 pour retrouver une telle répartition. Les autres géniteurs se situent plus classiquement sur les frayères de St Sixte et Sauveterre notamment. A noter une petite présence d'individus (6 %) sur la frayère d'Aiguillon sur le Lot. Contrairement à 2018, l'hydrologie a été favorable à la reproduction cette année (voir Figure 25) avec un pic de débit observé fin mai mais qui a été de courte durée et avec des débits pour mai et juin en dessous des moyennes généralement observées. Ainsi, on retrouve une activité de reproduction régulière de fin avril jusqu'à fin juin. De la même manière, la montée régulière de la température (à part la petite chute liée à la crue) entre 15 et 23°C pendant la saison a certainement favorisé la reproduction.



**Figure 46 : Evolution des débits et de la température au cours de la saison en lien avec l'activité de reproduction**

L'alose présentant un homing de bassin, elle se doit d'être gérée à l'échelle du bassin Garonne Dordogne. Sur la Dordogne cette année, très peu d'individus ont franchi Tuilières (66 uniquement) mais par contre 9 565 individus se sont reproduits à l'aval de Bergerac.

Ainsi, les résultats de 2019 donnent une estimation du stock reproducteur à 14 187 géniteurs. Cet effectif est supérieur aux sept années précédentes mais reste tout de même à des valeurs extrêmement faibles en regard des migrations historiques. Des programmes sont actuellement en cours afin d'essayer de comprendre les facteurs qui limitent le retour de la population à des effectifs plus importants, notamment suite à l'arrêt de la pêche en 2008.

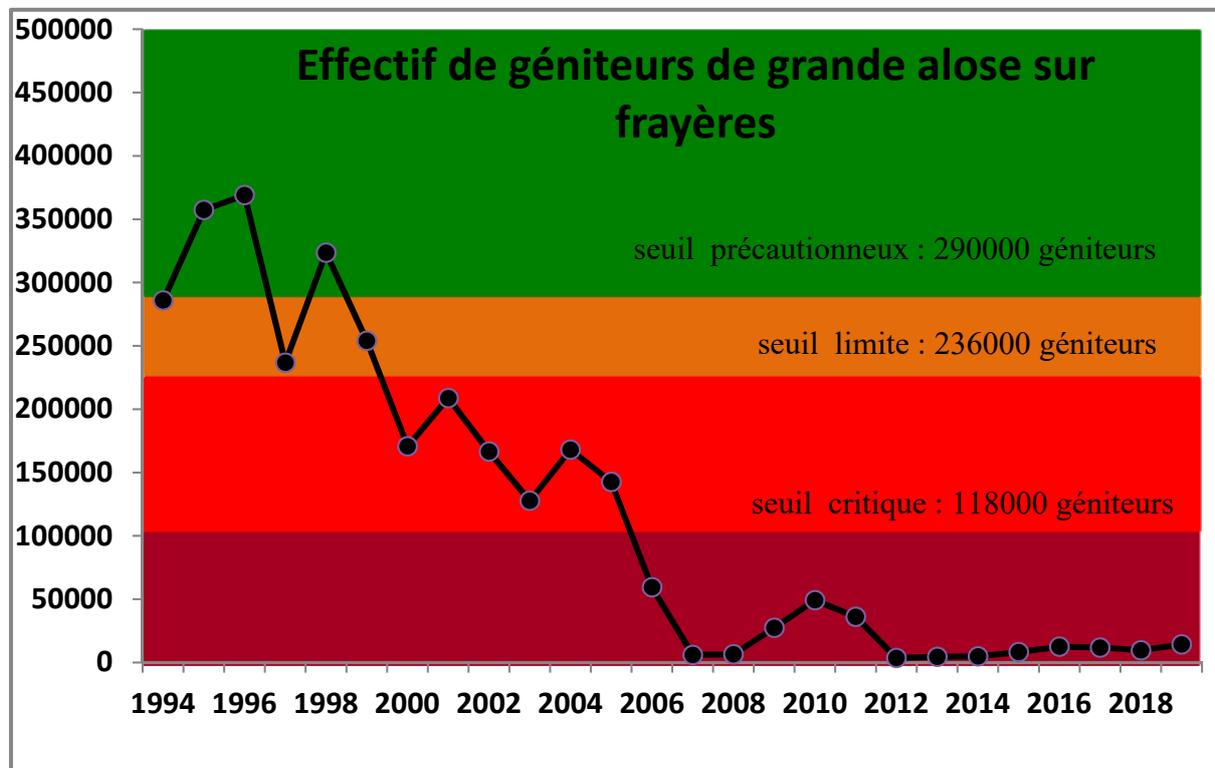


Figure 47 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin Garonne Dordogne entre 1994 et 2019

La Figure 47 montre l'évolution du stock reproducteur d'aloses sur le bassin Garonne Dordogne. D'après le *tableau de bord alose du bassin Garonne Dordogne* (Collin S, Rochard E, 2012), l'indicateur de population « effectif sur frayères », est situé depuis maintenant 14 ans largement en dessous du seuil critique de 118 000 individus, seuil basé sur la relation stock-recrutement (S-R) définie par Rougier (2010).

#### Prédation sur bull :

Cette année, un effort particulier a été fait dans l'étude de la prédation des silures sur les géniteurs de grande alose. Pour ce faire, un travail en collaboration avec le Laboratoire ECOLAB de l'université Paul Sabatier de Toulouse est en cours. Il s'agit notamment d'éclaircir les phénomènes d'attaques de bulls qui sont déjà observés depuis plusieurs années sur les écoutes de bulls mais qui n'avaient jamais pu être filmés, afin d'avoir une idée précise du nombre de bulls attaqués. Pour cela, un appareil photo reflex numérique (utilisé notamment en fonction vidéo) a permis de filmer des bulls en surface avec des conditions de luminosité très faible. Nous avons eu en 2019 une reproduction assez conséquente dans le canal de fuite, ainsi l'observation à partir du pont du nucléaire (Figure 48) a permis de filmer les bulls plus facilement grâce à l'apport de lumière de la centrale nucléaire (éclairage le long du canal). Au total, 10h de film sur les 5 nuits de prospection ont permis d'enregistrer 129 bulls dont 48 attaqués c'est-à-dire 37 % (Boulêtreau. S. et al, en cours de soumission). Sur ce même site du canal de fuite et pendant la même période, les comptages classiques de bulls ont révélé

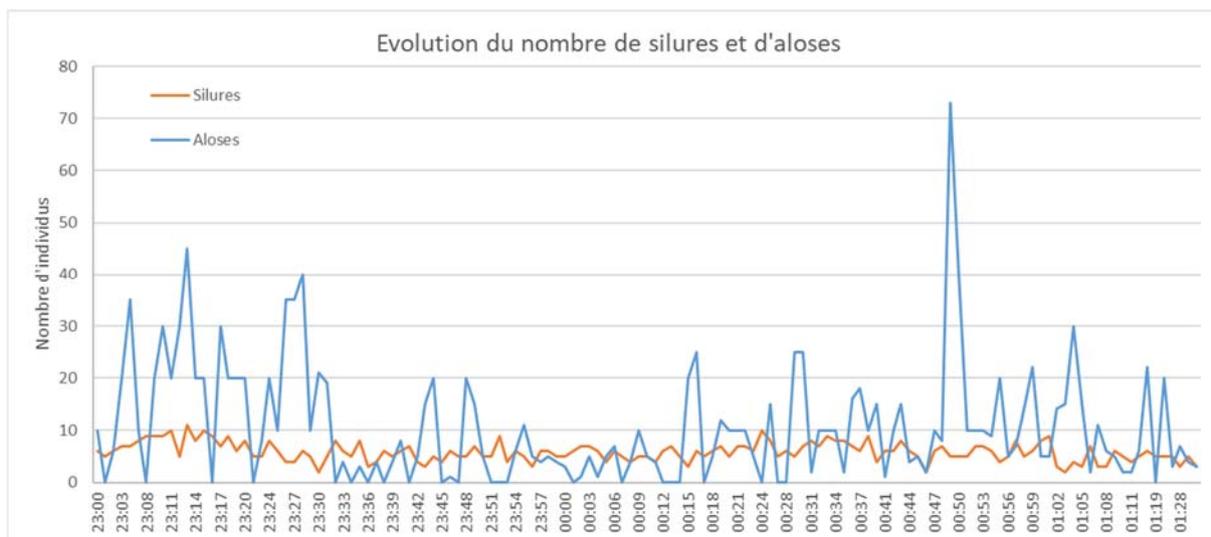
des attaques sur 12 % des bulls entendus (1 024 bulls au total). En effet, les vidéos montrent clairement une proportion de bulls attaqués pour lesquels il n'y a aucun bruit spécifique, ce qui explique la sous-estimation des attaques sur les suivis classiques par écoute de bulls. L'étude montre également une augmentation significative de la fréquence des attaques avec l'augmentation du nombre de bulls, ce qui souligne la rapidité de cette espèce à modifier sa stratégie de chasse. Effectivement, le caractère opportuniste du silure fait que l'on peut assister à un regroupement assez important de poissons dans des lieux stratégiques comme le canal de fuite où le poisson migrateur a tendance à s'accumuler en pied d'ouvrage (jusqu'à 44 silures filmés en surface en même temps).

Caméra sonar :

L'utilisation d'une caméra sonar (Oculus) à l'aval du pont du nucléaire (Figure 48) a permis d'avoir une première vision de ce qui se passe sous la surface. Les premiers suivis ont montré une relative facilité à distinguer les individus jusqu'à 20 m de distance (ouverture horizontale de 130° et ouverture verticale de 20°). Une première nuit d'enregistrement le 21 mai a permis de filmer pendant 2 h 30 l'activité des silures et des aloses. La vidéo a été analysée minute par minute. Pendant le temps d'enregistrement, on a une présence moyenne permanente de 6 silures (de plus d'un mètre de long) dans le champ de la caméra sonar (Figure 48). De nombreuses aloses sont également observées (passages réguliers avec estimation de bancs de 10/20 individus) dont la majeure partie en mouvement (97 %). 68 % des silures sont localisés sur le fond et, parmi toutes les observations, on a 55 % des individus immobiles. Concernant les distances, 95 % des silures ont été observés entre 10 et 20 mètres alors que pour les aloses 70 % étaient présentes entre 0 et 10 mètres. Lors de la période d'enregistrement, 3 bulls avortés (< 2 secondes) et 3 bulls un peu plus longs (entre 2 et 2,5 s) ont été observés avec, dans la moitié des cas, un mouvement d'un silure vers le bull (notamment quand la distance est inférieure à 5 m). Aucune attaque n'a été observée lors de l'enregistrement.



**Figure 48 : Champs d'observation de l'appareil photos et de la caméra sonar (source fond de carte : Géoportail)**



**Figure 49 : Evolution du nombre de silures et d’aloses par minute observés dans le champs de vision de l’oculus**

Ces premiers résultats montrent donc le caractère très opportuniste des silures avec des regroupements d’individus au niveau des zones de blocages de migrateurs et notamment de l’alose. En plus de cela, la reproduction nocturne de l’alose est en concordance avec l’activité de chasse du silure. Les résultats des images vidéo et de la caméra sonar semblent montrer une prédation bien ciblée au moment du bull lorsque les aloses perdent leur méfiance et pas forcément lors de mouvements en pleine eau. Les résultats des contenus stomacaux lors des pêches aux verveux (pêches expérimentales IMA/AADPPED33) montrent d’ailleurs qu’environ 80 % des proies consommées par les silures sur le canal de fuite sont des aloses (jusqu’à 6 aloses retrouvées pour un silure). Ainsi, dans un contexte anthropisé comme le canal de fuite, la prédation par les silures sur les aloses n’est certainement pas négligeable, surtout avec une population toujours très faible de géniteurs. Les suivis se poursuivront en 2020 avec notamment comme objectif d’aller observer l’importance de la prédation sur des sites en « milieu naturel » comme la frayère de St Sixte.

#### 4.2.1.3 Le suivi au Bazacle et à Carbone

Aucune alose n’a été observée au Bazacle et donc à Carbone en 2019. Le passage de cette espèce à ce niveau de la Garonne est fortement dépendant des effectifs observés à Golfech



Le bassin tampon a été installé pour éviter que des individus progressant sur la rampe et n’ayant pas terminé leur cheminement en fin de nuit ne redévalent la totalité du système de franchissement. Ainsi, toute anguille ayant franchi à minima la partie aval de la rampe lors d’une nuit sera en capacité de franchir la totalité de l’obstacle la même nuit ou la nuit suivante.

Enfin, depuis 2004, une fraction de la population est marquée avec des transpondeurs passifs (pit tag) et relâchée à l’aval de l’ouvrage. Les recaptures de ces individus permettent d’obtenir des informations importantes sur les rythmes de migration et d’observer leur comportement sur la passe. Ainsi, des plaques de détection de type TROVAN sont installées à des endroits stratégiques (aval rampe, zone intermédiaire, sortie) et les données issues de ces recaptures sont analysées en partenariat avec EDF R&D et l’IRSTEA de Bordeaux.



**Figure 51 : La passe à anguilles actuelle de Golfech. En A, la passe partie aval, en B, la passe partie amont avec le bassin tampon (bleu).**

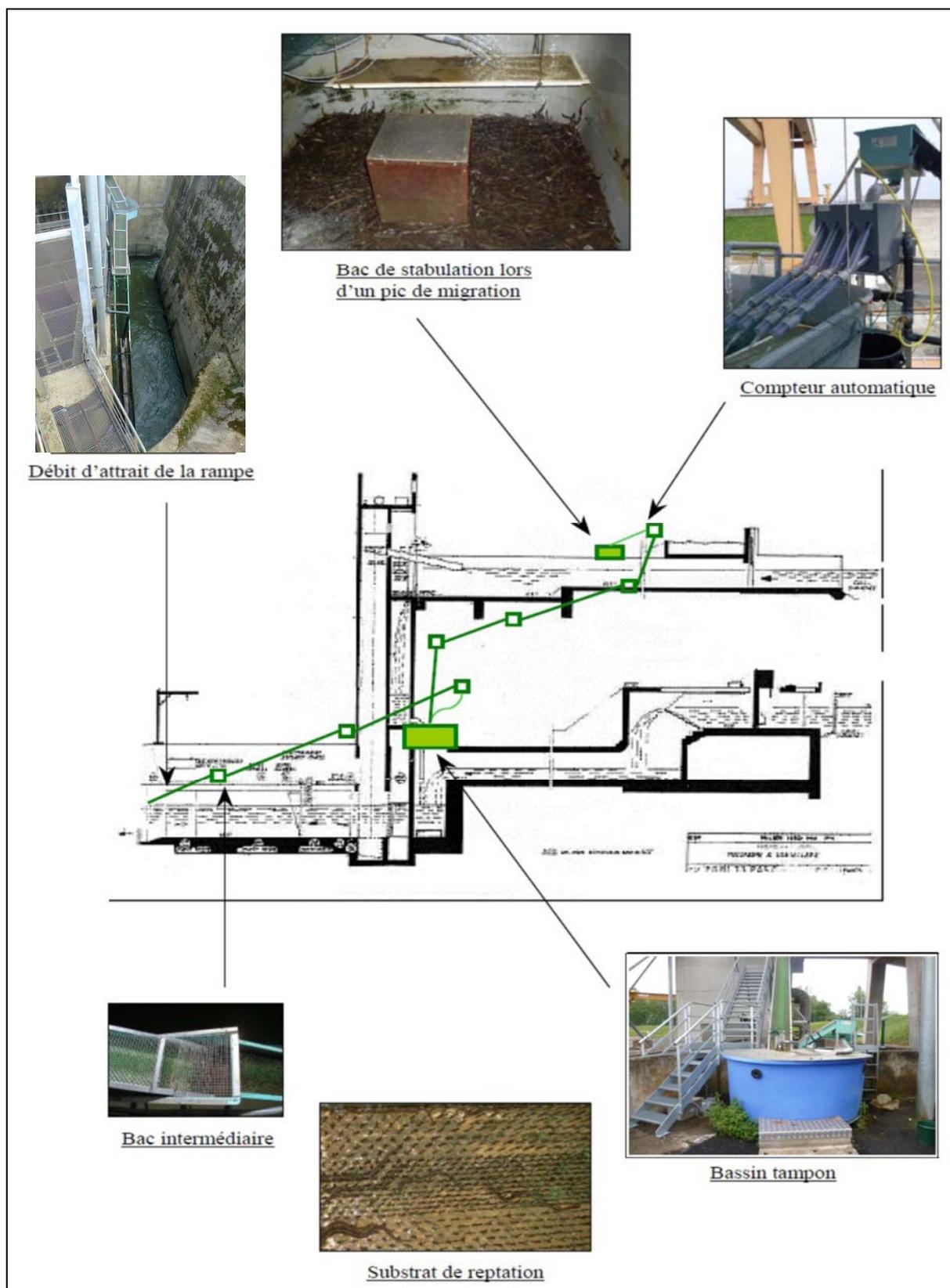


Figure 52 : Schéma de la rampe à anguilles définitive

Résultats 2019 :

Cette année, la partie aval de la passe a été mise en service du 16 mai au 30 septembre 2019.

En 2019, 26318 individus ont été contrôlés dont 23 737 (90 %) au niveau de la rampe spécifique, soit la troisième plus faible migration enregistrée sur ce site depuis 2002.

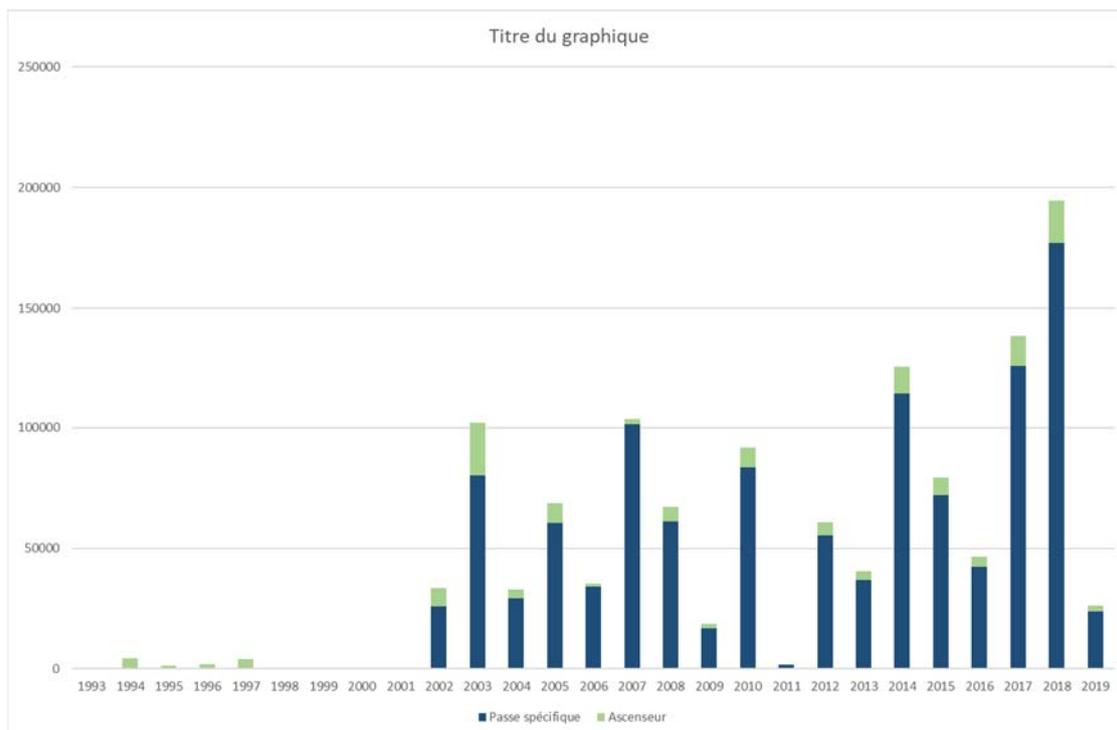


Figure 53 : Evolution des passages d'anguilles à Golfech entre 1993 et 2019

	Passages d'anguilles sans débit d'attrait de l'ASP	Passages d'anguilles avec débit d'attrait de l'ASP
Anguilles	18369	5368

Figure 54 : Nombre d'anguilles comptabilisées en fonction de la présence ou de l'absence de débit d'attrait la nuit de 23 h à 4 h du matin au niveau de la rampe spécifique

La Figure 54 montre clairement l'intérêt de « couper » le débit d'attrait la nuit pour favoriser la migration de l'espèce sur le site. Cependant, il est très difficile de savoir si les anguilles qui migrent la nuit en l'absence de débit d'attrait sont entrées dans l'enceinte de l'ascenseur la nuit même ou lors d'une nuit précédente où le débit était en fonctionnement. Ainsi, le protocole de fonctionnement de cette passe, en accord avec l'ensemble des partenaires, reste basé sur l'alternance régulière, pendant la période de migration de l'anguille, de la présence ou l'absence de débit d'attrait sur la plage horaire 23 h – 4 h. Actuellement, ce fonctionnement ne perturbe pas la migration des autres espèces potentiellement présentes sur le site : parmi les grands migrateurs ; seules les lamproies marines migrent de nuit.

L’absence récurrente et alarmante de cette espèce au niveau de Golfech (voir chapitre consacré) permet une telle gestion. En 2018, cette gestion a été particulière car la passe à fonctionné alors même que l’ascenseur à poissons était à l’arrêt pour cause de crue. Ainsi, le nombre de nuits avec le débit d’attrait coupé était légèrement supérieur à celui avec débit d’attrait jusqu’au mois de juillet (60 % du temps). Ensuite, le rythme de 1 nuit sur 2 a été reconduit.

### Rythme de migration

Comme le montre la Figure 55, les individus sont contrôlés tardivement, à la fin du mois de mai, après la crue de la Garonne. La saison est caractérisée par 1) 2 pics de migration avec respectivement 5 086 et 12 380 individus qui correspondent à 67 % de la migration totale et 2) une migration très courte, observée sur seulement 10 semaines. Le pic journalier a été observé le 3 juillet avec 9 105 anguilles comptabilisées dans la nuit pour une température de l’eau de 26.2 °C.

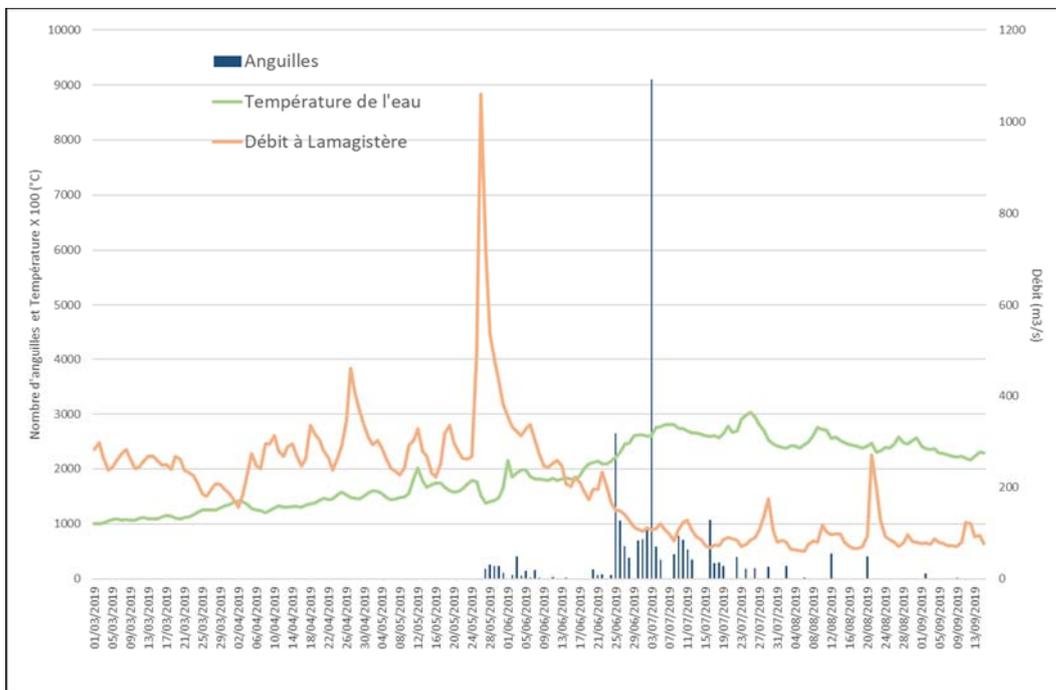


Figure 55 : Evolution journalière des passages d’anguilles à Golfech en 2019 en fonction du débit et de la température de la Garonne.

### Le comptage automatique des individus.

Depuis 2004, un compteur à résistivité est installé sur le site. Ce système génère un signal lors du passage d’un individu dans un champ électrique de faible intensité, signal détecté par le compteur et proportionnel à la taille de l’anguille. Les différents tests menés chaque année sur ce compteur montrent que ce type de compteur ne peut détecter les individus dont la taille est inférieure à 15 cm, sur le site de Golfech. Par ailleurs, les individus de grande taille ont tendance à générer plusieurs signaux et ainsi être comptés plusieurs fois. Enfin, des signaux intempestifs peuvent apparaître avec la présence de composés organiques ou du fait d’un dysfonctionnement du champ électrique.

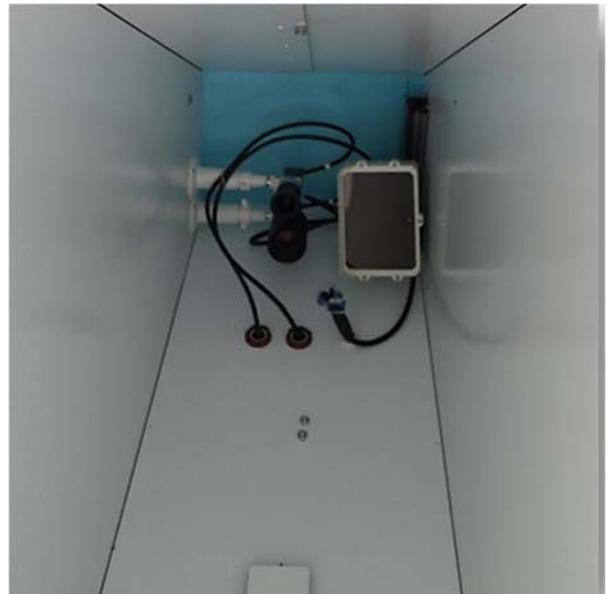
Pour parvenir à afficher un nombre d'anguilles cohérent et tangible, il est impératif de réaliser des piégeages et comptages manuels réguliers, afin de comparer les données obtenues.

De plus, un traitement de la donnée ligne par ligne doit être réalisé, afin d'éliminer de manière subjective le maximum de signaux ne correspondant pas à des anguilles.

Ainsi, en 2019, MIGADO et la société Hizkia, spécialisée dans le comptage vidéo, ont collaboré pour tester sur le site de Golfech un système de comptage automatique des anguilles basé sur l'intelligence artificielle.

L'objectif de ces tests était de vérifier si un tel système pouvait 1) compter de manière exhaustive la totalité des individus indépendamment de leur taille et 2) mesurer l'ensemble de la population migrante. Le site de Golfech a été choisi du fait des pics journaliers importants observés les années précédentes (> 20000 individus / nuit).

### Description du système de comptage d'anguilles Hizkia



**Figure 56 : Photo du caisson et des caméras du système Hizkia.**

Le système est composé, en sortie de passe, d'un caisson opaque permettant de limiter les reflets du soleil et d'une plaque en polyéthylène permettant une large surface de détection et un nettoyage aisé. Sous le caisson, 2 caméras numériques sont installées et reliées à 2 ordinateurs différents : l'un permettant l'acquisition en continu des passages d'anguilles et l'autre équipé d'un logiciel d'analyse d'images n'enregistrant que les séquences où un « objet » (anguilles ou autres) est détecté. Enfin, un projecteur lumineux permet d'optimiser la qualité des images enregistrées.

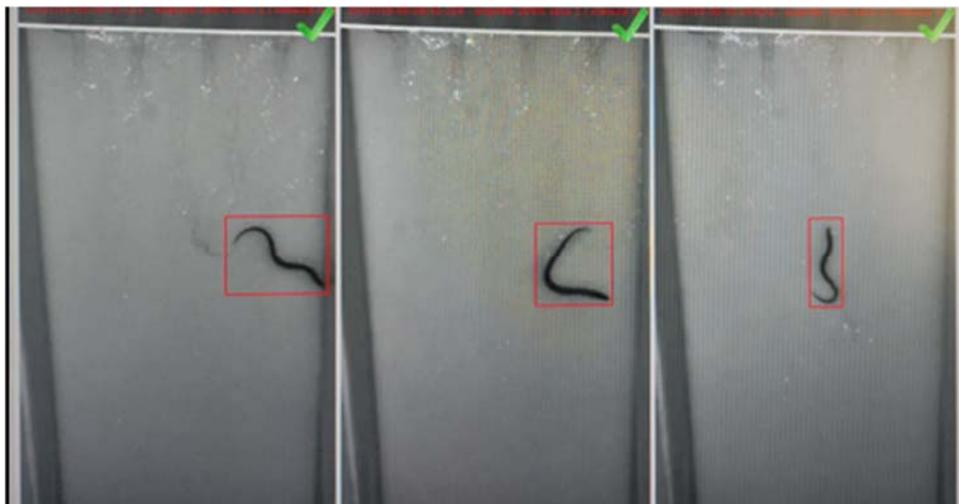


Figure 57 : Photo d’anguilles détectées par le système Hizkia en 2019 à Golfech

### Résultats des tests en 2019

Les tests ont été effectués du 13 mai au 4 août 2019, soit plus de 20 000 anguilles.

Semaine	Période	Resistivité	Hizkia
semaine 1	13/05 au 19/05/2019	2	0
semaine 2	20/05 au 26/05/2019	12	9
semaine 3	27/05 au 02/06/2019	964	979
semaine 4	03/06 au 09/06/2019	735	729
semaine 5	10/06 au 16/06/2019	44	40
semaine 6	17/06 au 23/06/2019	318	318
semaine 7	24/06 au 30/06/2019	4865	4891
semaine 8	01/07 au 07/07/2019	9381	9124
semaine 9	08/07 au 14/07/2019	2453	2508
semaine 10	15/07 au 21/07/2019	1735	1839
semaine 11	22/07 au 28/07/2019	501	506
semaine 12	29/07 au 04/08/2019	139	130
Total saison 2019		21149	21073

Figure 58 : Comparaison du nombre d’anguilles comptées par les 2 systèmes automatiques à Golfech en 2019.

Les résultats 2019 des deux compteurs sont très proches, avec moins de 1% d'écart. Afin de vérifier les données des compteurs, il semble nécessaire de regarder la répartition des tailles obtenues.

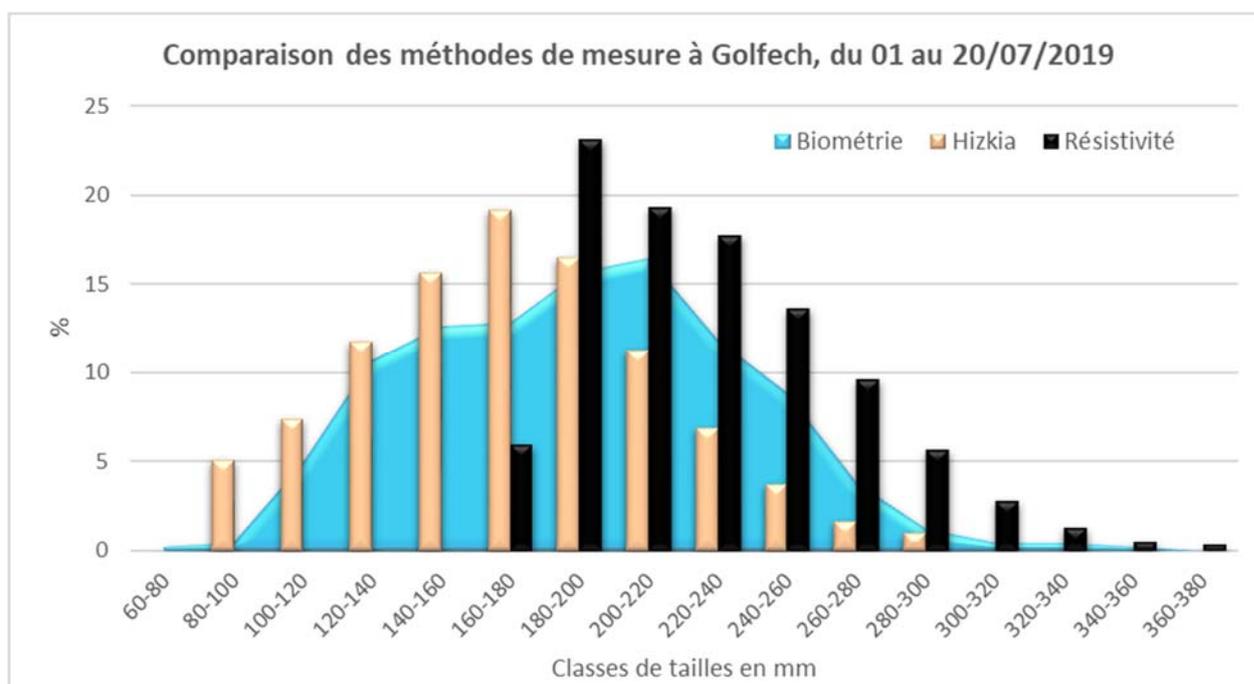
La saison 2019 faisant office de test pour le compteur Hizkia, il n'a pas été possible d'obtenir une mesure pour chaque anguille, étant donnée le temps de traitement nécessaire. Cependant, l'équipe d'Hizkia a pu nous renseigner sur la période du 01 au 20 juillet 2019. Cette période représente plus de 60 % de l'activité de franchissement, elle sera donc considérée comme représentative.

#### Mesures du 1 au 20 juillet 2019

classe taille	nbr ang biométrie	% Biométrie	Nbr ang Hizkia	% Hizkia	Nbr ang Resistivité	% Résistivité
60-80	1	0	0	0	0	0
80-100	2	0	659	5	0	0
100-120	24	5	955	7	0	0
120-140	53	11	1525	12	0	0
140-160	63	13	2037	16	0	0
160-180	64	13	2492	19	802	6
180-200	78	16	2142	16	3116	23
200-220	82	16	1465	11	2601	19
220-240	59	12	891	7	2394	18
240-260	44	9	478	4	1840	14
260-280	19	4	216	2	1293	10
280-300	6	1	124	1	765	6
300-320	2	0	0	0	371	3
320-340	2	0	0	0	167	1
340-360	1	0	0	0	67	0
360-380	0	0	0	0	42	0
380-400	0	0	0	0	8	0
400-420	0	0	0	0	4	0
420-440	0	0	0	0	1	0
440-460	0	0	0	0	1	0
Total	500	100	12984	100	13472	100

**Figure 59 : Comparaison du nombre d'anguilles par classes de tailles (20 mm) comptées par les 2 systèmes automatiques à Golfech en 2019 et celles observées lors des biométries faites sur un échantillon de la population**

La Figure 59 ci-dessus permet d'observer la répartition des anguilles par classes de tailles sur la période du 01 au 20/07/2019. Sur cette période, 500 anguilles ont été mesurées manuellement, soit 10 biométries. Les données obtenues permettent de les comparer avec celles des différents compteurs.



**Figure 60 : Comparaison de la répartition des classes de tailles selon les 3 méthodes de mesures : manuelles, compteur à résistivité, Système hizkia**

Ce graphique permet d'observer différents éléments essentiels, en partant du principe que les 500 anguilles mesurées sont représentatives de l'ensemble des individus.

La courbe de référence étant la répartition des classes de tailles obtenue à partir des biométries réalisées régulièrement, il apparaît sur le graphique ci-dessus que :

- Les données issues du compteur Hizkia suivent la distribution de référence, avec des individus présents dans toutes les classes de tailles.
- Les individus de taille inférieure à 160 mm ne sont pas détectés par le compteur à résistivité.
- L'ensemble des classes de tailles au-delà de 18 mm est surreprésenté avec le compteur à résistivité.

Les méthodes de traitement des deux compteurs, totalement différentes, peuvent expliquer ces écarts, notamment la surestimation des individus présents dans chaque classe de tailles du compteur à résistivité. **En effet, il est surprenant d'obtenir le même nombre d'anguilles par les deux méthodes de comptage alors même que le compteur à résistivité est incapable de détecter les petits individus.**

Ainsi, il apparaît que les non-détectés sont compensés, sûrement par chance, par des surestimations des plus grands individus. Ces sur-comptages sont le résultat soit :

- D'une détection double lors de passages de gros individus ;
- D'un traitement inadéquat des données brutes entraînant un comptage d'anguilles inexistantes. ;
- D'une conjonction des deux hypothèses.

Au vu de la saison 2019, il semblerait que le système de comptage Hizkia est adapté pour comptabiliser les individus et décrire fidèlement la distribution des tailles de la population.

De plus, la taille des anguilles franchissant les stations de contrôles du bassin diminuant au fil des années, un comptage automatique de toutes les classes de tailles apparaît fondamental pour être exhaustif, tout en limitant les manipulations.

Cependant, la saison 2019 sur le site de Golfech n'a pas permis d'observer de pic de migration supérieur à 8 800 individus sur 1 nuit, soit seulement 40 % du record atteint sur cette station. Ainsi, des interrogations subsistent quant à la fiabilité des comptages (nombre, taille) lorsque de nombreux individus passeront simultanément au droit de la caméra. Il paraît judicieux de reconduire le test l'année prochaine, en espérant une migration abondante d'anguilles.

Toutefois, l'abandon du compteur à résistivité semble inévitable. Les efforts doivent désormais se concentrer sur la fiabilité du système Hizkia en favorisant les échanges entre MIGADO et les développeurs.

En résumé, le tableau ci-dessous décrit les avantages importants de ce système de comptage et les contraintes, dont la plupart seront levées lors des évolutions qui seront apportées dans les années futures.

Avantages Hizkia	Contraintes Hizkia
Comptage et mesure des individus fiables pour une migration sans pic important	Nécessité de filtrer la période pour connaître les résultats
Donnée brute = donnée valide	Alimentation électrique nécessaire en permanence
Pas de nécessité de biométrie (favorise le bien-être animal)	Alimentation internet indispensable pour l'accès à distance
Entretien aisé	Bonne qualité d'image indispensable (nettoyage hebdomadaire)
Accès à distance	La mesure des individus n'est, pour l'instant, pas automatisée
Réactivité importante des développeurs	Nécessite du développement

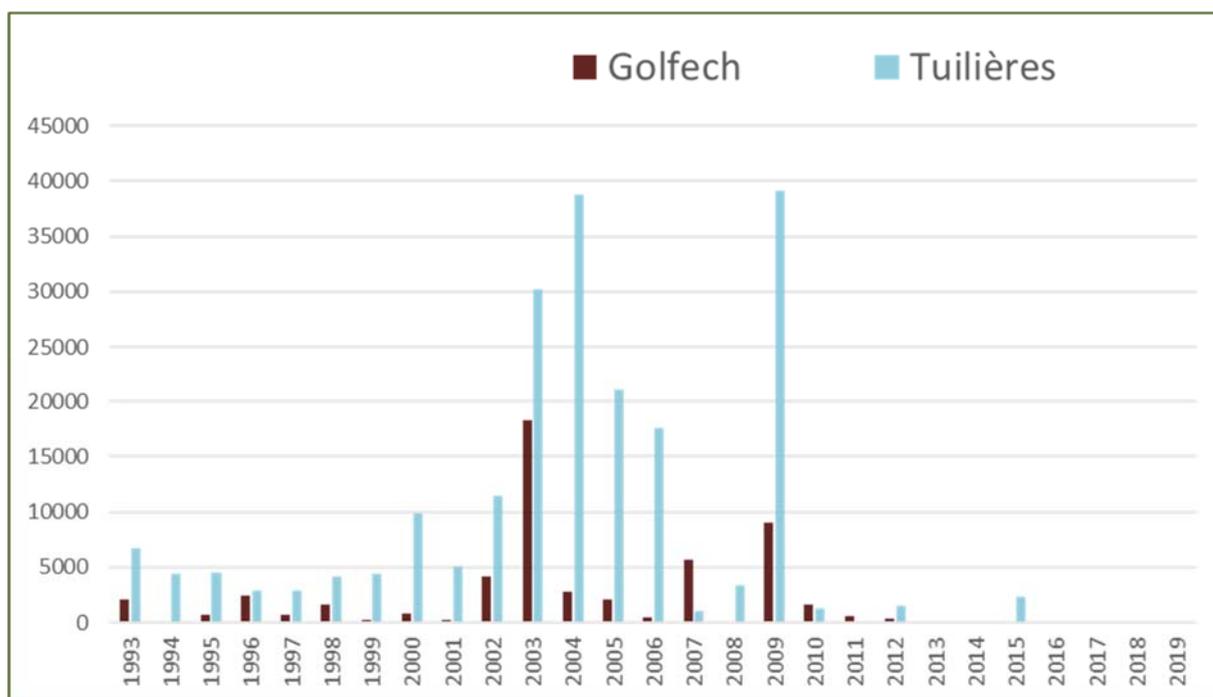
**Figure 61 : Avantages et inconvénients observés après l'analyse des 2 systèmes de comptages d'anguilles à Golfech en 2019**

#### 4.2.2.2 Le suivi au niveau du Bazacle et de Carbone

Les systèmes de franchissement sur ces 2 stations ne sont pas adaptés à cette espèce (passes à bassins et ascenseur à poissons). Ainsi, les effectifs observés sur ces sites ne sont certainement pas représentatifs de la population présente au droit des obstacles. Il a été contrôlé 26 individus au Bazacle et 327 à Carbone. Quelques biométries ont été effectuées sur le site de Carbone et la taille moyenne des anguilles sur ce site en 2019 est de 37 cm.

### 4.2.3 Migration de la lamproie

En 2019, aucune lamproie n'a été contrôlée sur le site de Golfech ! Le phénomène de homing n'ayant pas été démontré pour cette espèce, il est nécessaire d'avoir une vision globale de la migration de la lamproie, à l'échelle du bassin Garonne Dordogne.



**Figure 62 : Evolution annuelle des passages de lamproies à Golfech depuis 1993. Comparaison avec Tuilières sur la Dordogne.**

Cette espèce représente un intérêt patrimonial et économique majeur sur le bassin Gironde – Garonne – Dordogne. Ses effectifs ont globalement augmenté ces dernières années, notamment sur le bassin de la Dordogne avec un stock reproducteur estimé à près de 50 000 individus en 2004 (station de contrôle de Tuilières + estimation du stock reproducteur en aval de Tuilières). En l'état actuel des connaissances, il est très difficile d'expliquer les variations des effectifs contrôlés pour cette espèce fortement exploitée par la pêche professionnelle et amateur.

Depuis maintenant plus de 5 ans, les suivis de la migration, de la reproduction et des stades larvaires, sur les deux axes, convergent tous dans le même sens et décrivent une situation catastrophique de l'espèce sur le bassin avec un stock reproducteur estimé à quelques centaines d'individus sur le bassin de la Dordogne et un front de colonisation très en aval sur les 2 axes Garonne et Dordogne. En juillet 2019, l'UICN a changé le statut de l'espèce en la faisant passer de « quasi menacée » à « en danger », les indicateurs sur d'autres bassins étant quasiment les mêmes.

En 2019, un suivi par radiopistage et tag acoustique dit « prédation » a été mené sur la Garonne et la Dordogne. 39 des 49 lamproies marines migrantes marquées (10 sur la Garonne, 39 sur la Dordogne) ont été consommées en un mois, et cette consommation s'est produite très rapidement après la libération de la lamproie, 50 % des lamproies relâchées ayant été consommées en moyenne 8 jours après le marquage. Ainsi, sur les 2 axes, 80 % des individus marqués ont été prédatés, ce qui apparaît comme extrêmement important au regard de l'état actuel de la population.

Cependant, même si pour la première fois, ce facteur prédation a pu être chiffré, il est nécessaire d'être prudent et de relativiser ce taux. En effet, les conditions hydrologiques pourraient également expliquer pourquoi la mortalité de la lamproie liée à la prédation était si élevée et rapide.

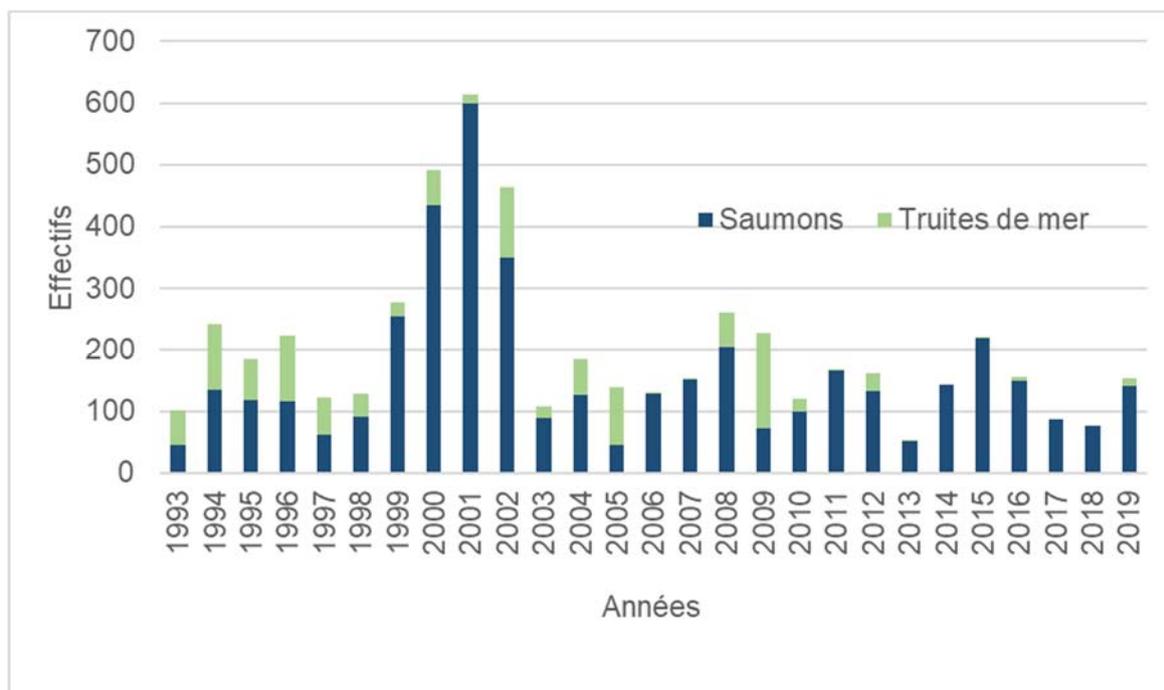
Le groupe technique lamproie du COGEPOMI s'est réuni en juillet 2019 pour partager l'ensemble des connaissances et, le cas échéant, faire des propositions de gestion de cette espèce patrimoniale.

MIGADO a proposé de transporter un échantillon de la population migrante sur des zones peu ou pas colonisées par le silure (Ciron et Dronne notamment). Ces transports ne pourraient être que temporaires et de toute évidence, il s'agira, en parallèle de permettre de pêcher de façon intensive le silure sur des secteurs identifiés où la prédation est la plus forte : sur la Dordogne, au droit de Pessac et en aval de Bergerac ; sur la Garonne, dans le secteur de Langon.

En tout état de cause, il s'agit d'agir rapidement pour trouver des solutions à court et moyen terme pour permettre de retrouver une population de lamproies importante sur notre bassin.

#### 4.2.4 Migration des grands salmonidés

##### 4.2.4.1 Les suivis à Golfech



**Figure 63 : Evolution des passages annuels de grands salmonidés à Golfech entre 1993 et 2019.**

La Figure 63 indique que l’année 2019 montre une augmentation sensible du nombre de saumons atlantiques (141) par rapport aux 2 années précédentes, au-dessus de la moyenne enregistrée depuis 15 ans (121 individus) et le retour de quelques truites de mer (12), espèces quasiment absentes à Golfech depuis près de 7 ans.



**Figure 64 : Saumons observés à la vitre de contrôle de Golfech en 2019**

## Le saumon atlantique

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
1993	0	1	1	1	0	3.0	5.0	1.0	0.0	16.0	13.0	5.0	46
1994	4	0	0	0	0	28.0	42.0	0.0	13.0	29.0	10.0	8.0	134
1995	1	0	0	6	23	60.0	12.0	0.0	0.0	8.0	3.0	4.0	117
1996	0	2	0	17	40	24.0	19.0	0.0	0.0	10.0	3.0	0.0	115
1997	1	0	0	10	4	4.0	11.0	0.0	0.0	8.0	18.0	6.0	62
1998	0	0	0	9	24	20.0	7.0	0.0	1.0	10.0	2.0	17.0	90
1999	4	0	9	11	11	138.0	25.0	0.0	1.0	14.0	12.0	30.0	255
2000	6	6	11	29	26	157	100	0	1	29	27	44	436
2001	3	5	12	17	14	263	230	1	6	13	19	16	599
2002	3	1	9	13	17	99	71	14	10	46	29	39	351
2003	6	0	2	21	48	10	0	0	0	0	0	1	88
2004	0	0	6	19	20	37	41	0	0	0	1	2	126
2005	0	0	8	12	10	11	2	0	1	0	0	1	45
2006	2	0	14	45	47	20	0	0	0	0	0	0	128
2007	2	0	12	37	29	26	31	1	2	3	7	0	150
2008	2	4	21	31	51	40	49	1	1	4	0	0	204
2009	1	0	14	15	14	23	1	0	0	0	1	2	71
2010	1	3	9	6	21	36	22	2	0	0	0	0	100
2011	0	3	24	75	33	22	5	3	0	0	0	0	165
2012	0	0	15	34	18	56	10	0	0	0	0	0	133
2013	0	0	17	22	8	1	3	0	0	0	0	0	51
2014	0	2	18	30	82	4	5	0	0	0	0	1	142
2015	0	16	51	83	51	18	0	0	0	0	0	0	219
2016	0	0	14	59	29	15	32	0	0	0	0	0	149
2017	0	2	6	55	22	1	0	0	0	0	0	0	86
2018	0	0	20	17	2	11	27	0	0				77
2019	0	3	29	58	39	11	1	0	0	0	0	0	141
Moyenne 1993-2018	1	2	11	26	25	43	29	1	1	8	6	7	159
Moyenne 2003-2018	1	2	16	35	30	21	14	0	0	0	1	0	121

Figure 65 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech entre 1993 et 2019

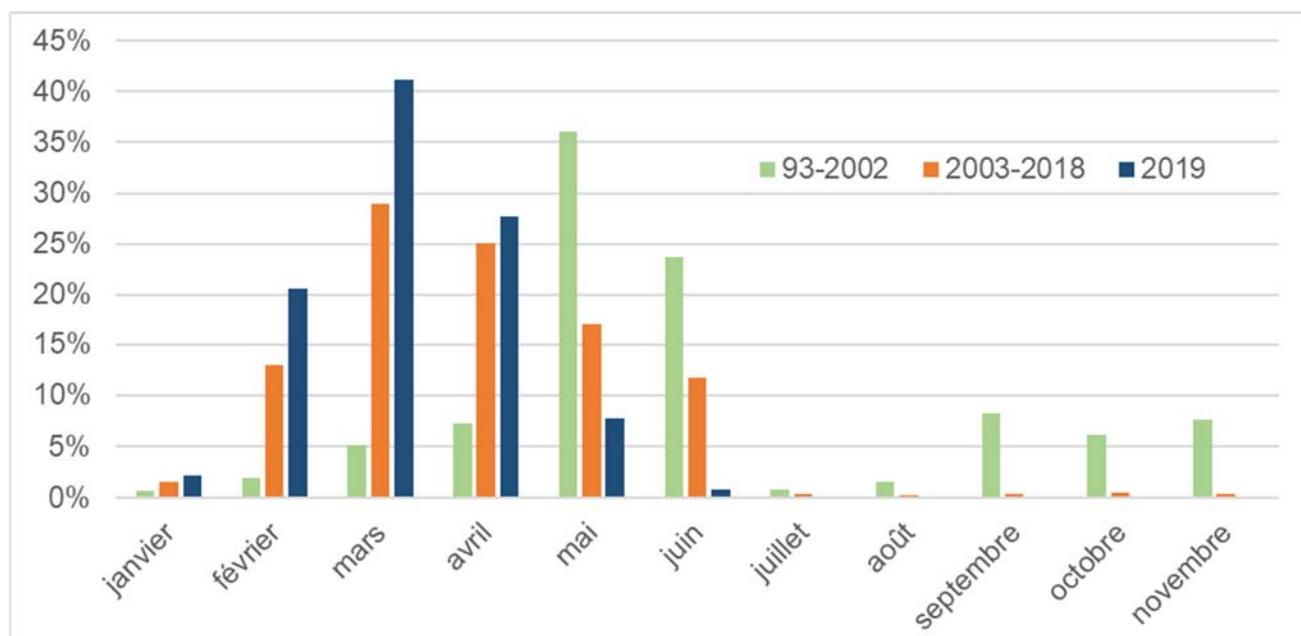
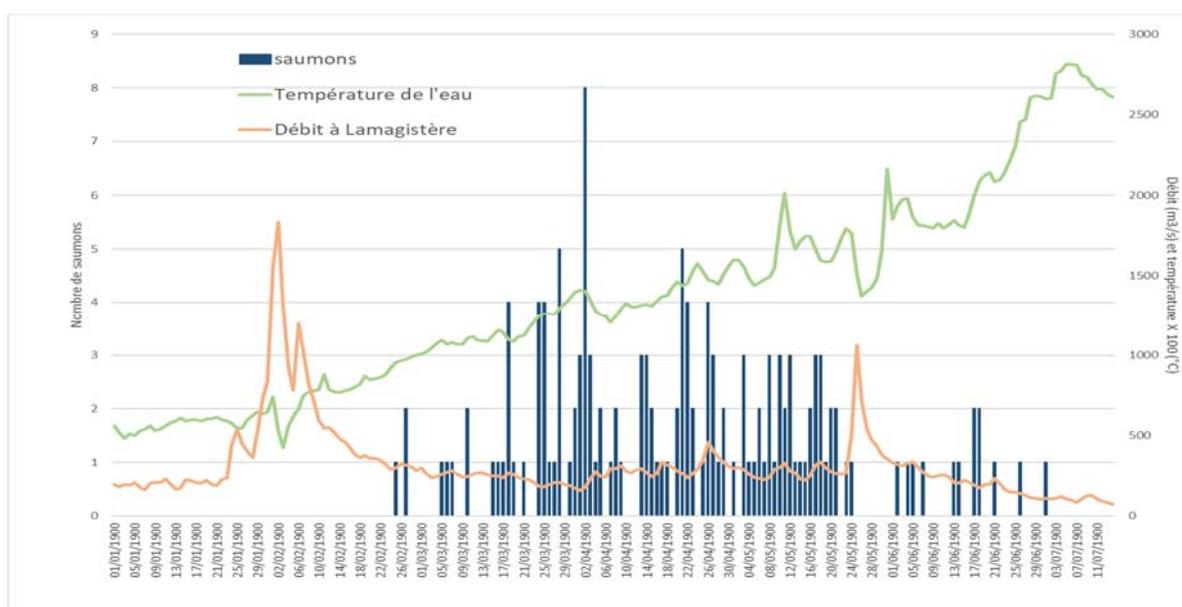


Figure 66 : Comparaison entre la répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech en 2019 et la moyenne des observations sur la période 1993-2002 et sur la période 2003 - 2018

Les Figures 65 et 66 montrent que la migration de 2019 a été précoce avec près de 41 % des passages enregistrés en mars (28 % sur la période 2003-2018 et 5 % sur la période 1993 – 2002). La Figure 66 montre que depuis 2003 la quasi-totalité de la migration des saumons se fait avant la période estivale avec des individus âgés de 2 voire 3 hivers de mer. Les castillons (1 hiver de mer) sont désormais pratiquement absents des cohortes observées

sur ce site.



**Figure 67 : Evolution des passages hebdomadaires de saumons à Golfech en 2019 en fonction du débit et de la température.**

Les premiers individus ont été observés le 26 février pour une température de l’eau avoisinant les 9°C. La migration a été continue et régulière avec un pic journalier le 2 avril avec 8 saumons contrôlés. La crue de fin mai (environ 1000 m³/s) a occasionné un arrêt de l’ascenseur à poissons de 1,5 jour, les saumons ont mis environ 1 semaine pour revenir au droit du système de franchissement mais seulement 12 saumons supplémentaires sont passés entre le 1 juin et le 1 juillet. Pendant cette période, la chute rapide des débits couplée à la hausse brutale de la température de l’eau sont certainement à l’origine de cet arrêt de migration.

### Caractérisation de la population

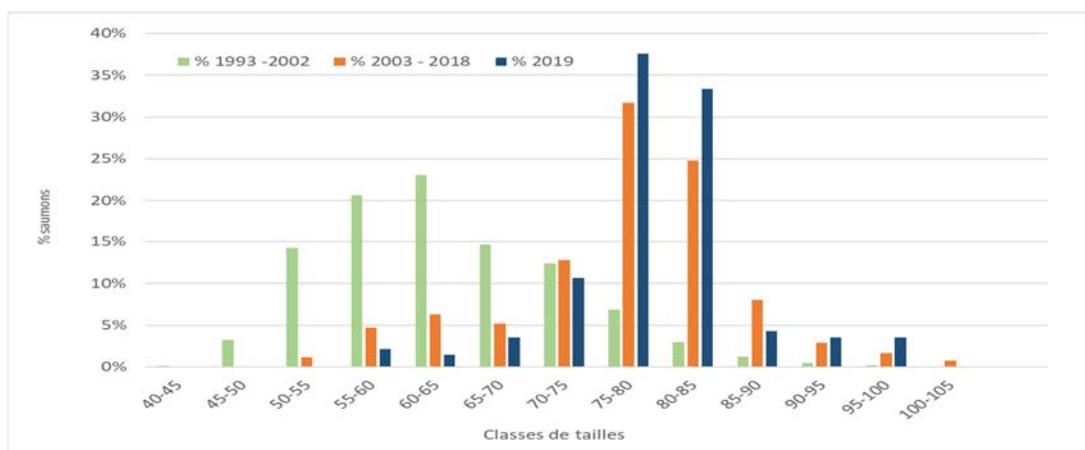
Les 141 saumons comptabilisés ont, comme depuis plusieurs années, fait l’objet d’une estimation de taille dont la précision a été évaluée à  $\pm 2$  cm contre  $\pm 5$  cm les années précédentes. En effet, depuis 2002, un grand nombre de poissons ont été mesurés pendant les opérations de piégeage et ainsi il a été possible de réajuster le coefficient multiplicateur qui permet de transformer une taille mesurée à l’écran de l’ordinateur en taille réelle.

Les tailles des saumons observés à la vitre de contrôle ont varié en 2019 de 51 cm à 92 cm avec une moyenne de 77 cm (Figure 68).

Année	Min de taille	Max de taille	Moyenne de taille
1993	60	90	73
1994	50	85	68
1995	48	83	66
1996	52	96	72
1997	50	88	67
1998	51	100	70
1999	47	99	64
2000	45	89	64
2001	42	95	59
2002	48	91	65
2003	55	103	78
2004	55	104	76
2005	55	93	77
2006	66	95	79
2007	53	101	77
2008	51	99	73
2009	51	97	77
2010	59	105	79
2011	62	102	84
2012	57	99	78
2013	62	101	81
2014	56	101	78
2015	53	102	78
2016	49	102	70
2017	63	95	77
2018	50	91	70
2019	56	100	79
Moyenne 1993 - 2002	49	92	67
Moyenne 2003 - 2018	56	99	77

**Figure 68 : Taille minimale, moyenne et maximale des saumons observés à Golfech entre 1993 et 2019**

Chez les saumons, les classes de taille les plus représentées au cours de cette saison 2019 sont les classes 75 – 80 cm et 80 - 85 cm qui correspondent respectivement à 38 % et 33 % des effectifs (Figure 69).



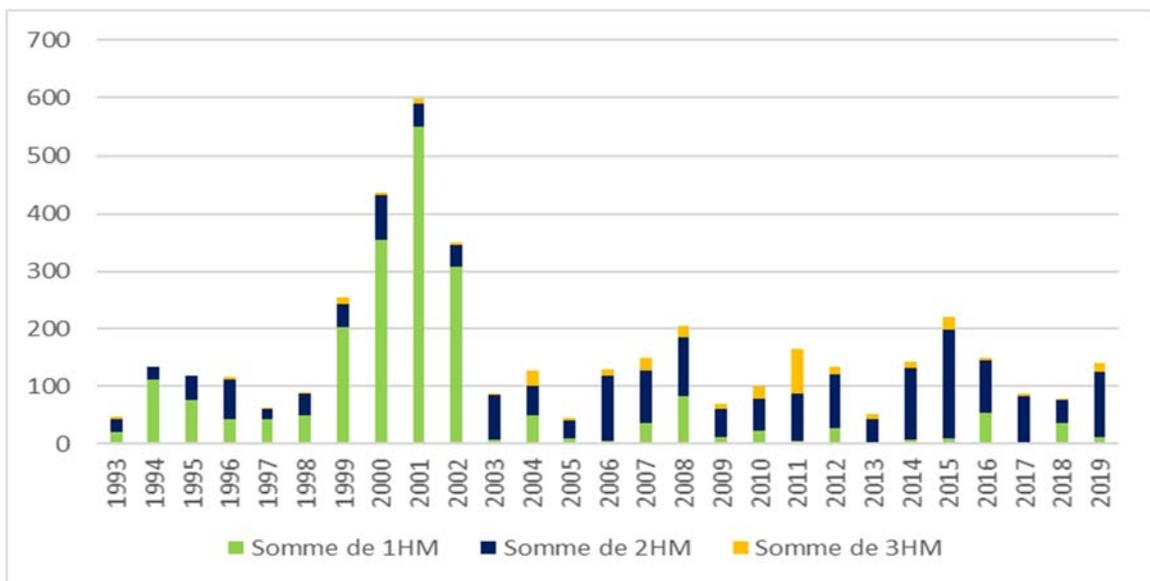
**Figure 69 : Comparaison des histogrammes des classes de taille moyennes de saumons à Golfech entre 1993 – 2002, 2003-2018 et celles observées en 2019**

Si l’on se réfère au rapport du CSP sur le saumon atlantique en France en 1993 (J.P. PORCHER, mars 1994) qui établit une relation entre la taille des poissons et l’âge en mer, les saumons dont la taille est inférieure à 75 cm auraient 1 hiver de mer, ceux dont la taille est supérieure à 75 cm auraient plusieurs hivers de mer (PHM). Cependant, il apparaît, après lecture d’écaillés, que des individus de taille inférieure à 75 cm mais migrant en début de saison, peuvent être des PHM. Ainsi, pour distinguer l’âge des saumons par rapport à la taille, nous avons pris en compte les données de l’association MIGRADOUR (David Barracou, com pers) qui a déterminé l’âge de 6 600 saumons par lecture d’écaillés et attribué une probabilité d’appartenance à l’une des 2 catégories (castillons / PHM) selon la taille des individus, indépendamment de sa période de migration. Le tableau suivant reprend ces données (Figure 70) :

	<70	70-75	75-80	>80
Castillons	99.64%	76%	6%	0%
PHM	0.36%	24%	94%	100%

**Figure 70 : Répartition entre castillons et PHM selon différentes classes de tailles sur le bassin de l’Adour (MIGRADOUR, com pers).**

En reprenant ces éléments et en l’appliquant aux 4 280 saumons ayant franchi Golfech depuis 1993, nous obtenons la répartition suivante (Figure 71) :



**Figure 71 : Répartition des 1 hiver de mer (1 HM, castillons), 2HM et 3 HM (plusieurs hivers de mer) à Golfech entre 1993 et 2019**

Globalement, sur les 4 280 saumons contrôlés et mesurés précisément (à +/- 5cm jusqu’en 2002 et +/- 2 cm à partir de 2003), 50 % seraient des individus ayant passé 1 seul hiver en mer. De plus, il est important de remarquer que l’augmentation du stock entre 1999 et 2002 est essentiellement due à l’augmentation du stock de castillons.

Sur ce graphique, deux périodes se dégagent nettement : entre 1993 et 2002, les effectifs de saumons sont essentiellement des castillons (80 % de 1HM). Ces individus de petite taille (< 75 cm) sont observés en fin de printemps – début d’été lorsque les conditions hydro-climatiques de la Garonne deviennent moins propices à une bonne migration de montaison (hausse des températures et chute des débits).

Depuis 2003, la proportion entre 1HM et PHM s’est inversée avec très peu de castillons mais une augmentation constante de PHM (pluri hivers de mer), certainement à mettre en relation avec les conditions hydro-climatiques de la Garonne mais pas seulement puisque, certaines années où de bonnes conditions étaient réunies (2010, 2013), il n’a pas été observé de bonnes remontées de castillons. Sur d’autres bassins, notamment l’Adour, ce phénomène est également observé mais dans une moindre mesure et il apparaîtrait que les castillons migreraient plus tardivement dans la saison (juillet – août), période non favorable à la migration sur notre bassin du fait des températures élevées rencontrées en été. Tout l’enjeu sur notre bassin est de permettre aux individus de migrer le plus rapidement possible vers le haut bassin afin qu’ils rencontrent des conditions de vie compatibles avec leur survie.

En 2019, sur les 141 saumons contrôlés à Golfech, 11 individus, ont été classés 1 HM, pour une taille moyenne de 65 cm. Parmi les 130 autres saumons, 16 ont été classés 3 HM, passés au mois de mars et avril avec respectivement une taille moyenne de 91.4 cm, le reste des effectifs (114) ayant 2 hivers de mer (moyenne de 79 cm).

Par ailleurs, depuis 2008, une étude génétique permettant d’évaluer la contribution des actions de repeuplement et la part de la reproduction naturelle dans le retour des géniteurs est en cours sur le bassin Garonne Dordogne. Dans ce cadre, un suivi génétique est effectué sur l’ensemble des géniteurs des sites de production d’œufs depuis 2008. De plus, des piégeages spécifiques avec prélèvements de tissus sont effectués sur les sites de piégeage de Golfech et Tuilières afin de caractériser le génotype de ces individus et de connaître ainsi leur origine naturelle ou artificielle, leur lieu d’élevage et les sites de déversement...

### **Stratégie et résultats de piégeage des saumons**

Suite à l’évaluation du programme saumon par le Groupe Migrateurs Garonne pendant l’année 2018 et à la réunion de restitution de cette évaluation du 26 septembre 2018, il a été validé que ce programme avait une finalité patrimoniale sur le territoire de l’Ariège avec pour objectif d’aboutir rapidement à une population acclimatée constituée d’un effectif viable génétiquement, le nombre de géniteurs optimum devant être précisé ultérieurement.

Pour ce faire, dans une première phase il s’agit :

- d’augmenter sensiblement la reproduction naturelle en concentrant les géniteurs sur l’Ariège avec un transfert d’un maximum de géniteurs depuis Golfech dès 2019.
- de réaliser une étude pour préciser les conditions de migrations sur la Garonne moyenne entre Golfech et le Bazacle en mesurant l’efficacité des dispositifs de franchissement.

Du fait des très courts délais pour réaliser un protocole d’étude et acheter le matériel nécessaire, l’année 2019 a été consacrée aux piégeages d’un maximum de saumons depuis Golfech avec transport sur l’Ariège et au calibrage de l’étude des conditions de migration du saumon sur la moyenne Garonne en réalisant des tests de marquage à Golfech (radio émetteurs) avec lâchers des individus quelques kilomètres en aval du Bazacle.

Pour permettre un piégeage optimal des saumons à Golfech, il a été décidé d’employer un technicien supplémentaire sur le site de Golfech et de mettre en service le piège 7/7 de 5 h du matin à 22 h. En effet, l’étude des passages horaires des saumons à Golfech sur la période 2000 - 2018 montre que 92 % des individus passent entre 5 h et 22 h. Par ailleurs, piéger 24h/24 obligerait à embaucher 2 personnes supplémentaires sur le site afin d’assurer le travail et de compenser les temps de repos du personnel. Par ailleurs, du fait des risques de mortalité

lors des transports de saumons liés à la température de l'eau, notamment sur des longs trajets, il a été décidé d'arrêter les piégeages dès lors que la température de l'eau dépassait 23°C. Enfin, en cas de problèmes sanitaires et/ou blessures importantes, les individus étaient transportés au centre de reconditionnement de Bergerac.

Pour être transportés, les saumons sont anesthésiés avec de la benzocaïne à 10 % délivrée sous ordonnance par un vétérinaire. Le dosage est de 13 ml pour 40 L d'eau de la Garonne. Pendant l'anesthésie, une biométrie est effectuée sur chaque saumon (taille, longueur mâchoire), un état sanitaire est évalué par le technicien avec pour objectif de décrire précisément l'état général du saumon et les éventuelles blessures en les localisant. Une base de données est ainsi créée afin de normaliser cette prise de données. Une photo de chaque individu est réalisée et stockée.

destination SAT	Nombre de blessures						PREDATION	Total général
	0	1	2	3	4	5		
ariege	26	23	25	18	6	2		100
Bazacle		3	3		1			7
Bergerac		3	2	1				6
mort							1	1
Total général	26	29	30	19	7	2	1	114
Nombre totale de blessures	0	29	60	57	28	10		184
Nombre de blessures B0 (très légères) et B1 (légères)		16	28	29	15	6		51%
Nombre de blessures B2		11	25	22	12	4		40%
Nbre de blessures B3		2	7	6	1	0		9%
Total		29	60	57	28	10		100%

**Figure 72 : Nombre et importance des blessures observées sur les saumons piégés à Golfech en 2019.**

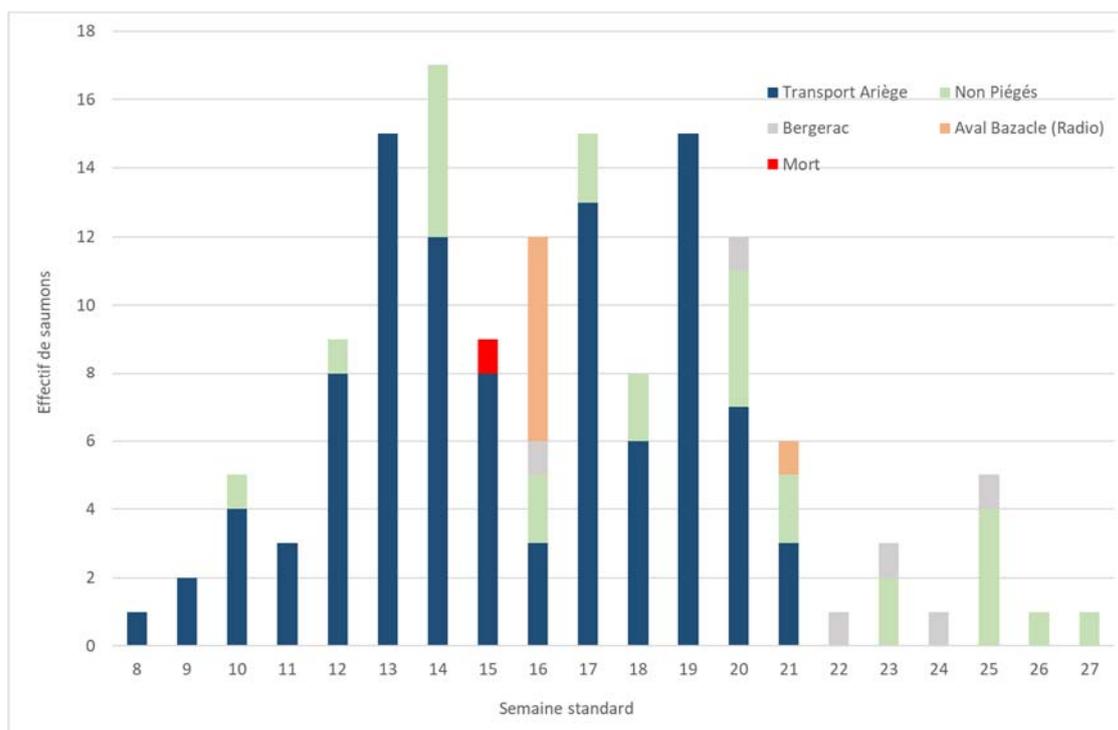
Sur les 114 saumons piégés, 26 ne présentaient aucune blessure, les 86 autres présentant entre 1 (29 inds) et 5 (2 inds) blessures. Ceci dit, dans 51 % des cas, les blessures étaient légères voire très légères (éraflures, nageoires légèrement abîmées) et non traumatisantes pour les saumons. Par contre, 74 saumons avaient des plaies plus importantes, parfois fraîches avec des chairs apparentes. Enfin, 16 individus avaient des plaies plus profondes. Bien entendu, ces critères restent une première étape et sont certainement très subjectifs. Il s'agira en 2020 de standardiser les critères d'évaluation, sur conseil de vétérinaires et/ou de scientifiques, afin d'avoir une vision plus objective de l'état sanitaire des individus.

Par ailleurs, lors des différentes vidanges du canal de transfert pour l'évacuation des silures (voir chapitre consacré), il a été remarqué une dégradation très importante de plaques métalliques pouvant occasionner des blessures telles que celles remarquées chez les saumons piégés. Il a été demandé de changer ces plaques en fin de saison lors de l'entretien annuel.



**Figure 73 : Comparaison de l'état sanitaire entre un saumon blessé (chair apparente) et un saumon sans blessures.**

Par ailleurs, des prélèvements d'écaillés et de tissus (bouts de nageoires) sont effectués. Ces éléments seront analysés par les équipes en charge de la génétique des saumons sur notre bassin (MIGADO, Labogéna) afin d'évaluer la réussite du programme saumon. Enfin, une marque de type spaghetti est apposée sur la nageoire (dorsale ou adipeuse). Chaque marque possède son identifiant propre et pourra, en cas de capture accidentelle sur l'Ariège, permettre d'identifier le poisson et donner ainsi des informations sur d'éventuels déplacements d'individus.



**Figure 74 : Passages hebdomadaires des saumons à Golfech et destination des individus après piégeage en 2019.**

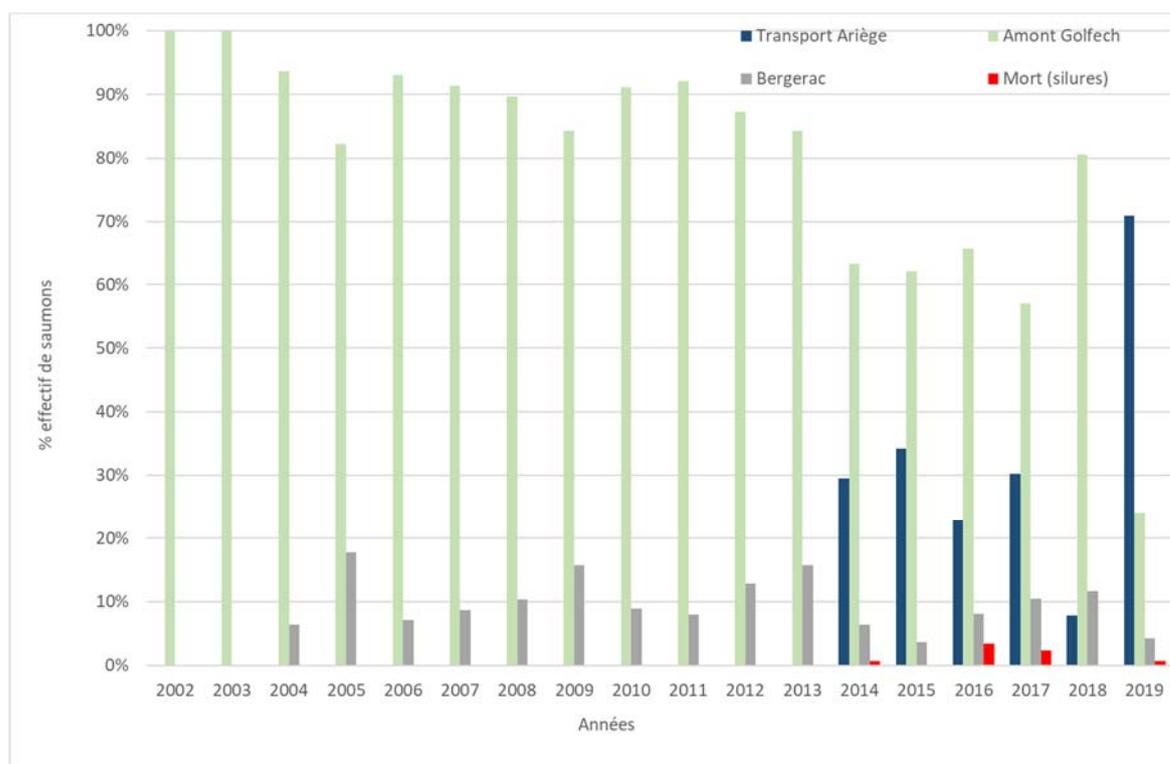
Sur les 141 saumons contrôlés à Golfech :

- 100 ont été transportés sur l'Ariège, soit 71 % des individus. Ce très bon taux de capture est à mettre en relation avec le rythme de piégeage, 7j/7. Les plages horaires de piégeages, de 5 h à 22 h en semaine et de 8 h à 20 h le WE semblent adaptées aux passages des saumons.
- 1 saumon est mort prédaté par un silure en début de soirée et régurgité lors de la vidange du lendemain
- 6 saumons ont été piégés pour le centre de Bergerac, indépendamment de leur état sanitaire. En effet, les passages étant très faibles sur la Dordogne, il a été décidé au sein de MIGADO de capturer quelques individus pour le centre de Bergerac afin d'obtenir le nombre optimum d'individus sur ce site majeur pour le programme saumons.

date	1HM	2HM	3HM	HM	taille	adipeuse	Destination
22/04/2019	0	1		2	78	ad+	Bergerac
14/05/2019	0	1		2	73.44	ad+	Bergerac
03/06/2019	1	0		1	72.72	ad+	Bergerac
05/06/2019	0	1		2	82.08	ad+	Bergerac
15/06/2019	1	0		1	59.04	ad+	Bergerac
18/06/2019	1	0		1	66.24	ad+	Bergerac

**Figure 75 : Caractéristiques des individus piégés et transportés au centre de reconditionnement de Bergerac en 2019**

- 7 saumons ont été piégés et équipés d’émetteurs radio de type ATS afin de les transporter en aval du Bazacle et de suivre leur comportement au droit de cet obstacle.
- 27 saumons n’ont pas été piégés car soit passés dans la nuit (22 individus), soit passés lorsque la température de l’eau était supérieure à 23 °C (4 individus), soit échappés des piégeages lors de la remise en service du piège après vidange (1 individu).



**Figure 76 : Evolution des piégeages de saumons depuis 2002 (date de fabrication du piège) et destinations des individus capturés.**

A partir de 2014, il avait été décidé de transporter environ 30 % des individus pour les transporter sur l’Ariège et ainsi pallier le mauvais taux de transfert observé entre Golfech et le

Bazacle. Avec la réorientation du programme saumon et la volonté de vraiment favoriser la reproduction naturelle sur le bassin de l’Ariège, plus de 70 % des individus observés à Golfech en 2019 vont potentiellement pouvoir se reproduire dans de bonnes conditions.



Figure 77 : Saumon déversé sur l’Ariège

#### 4.2.4.2 Les suivis au Bazacle

Le suivi au niveau du Bazacle permet de calculer le taux de transfert des saumons entre Golfech et l’amont du Bazacle. En considérant, d’après l’étude de radiopistage du GHAAPPE (Croze, 2002 – 2006), que le franchissement du Ramier et/ou de la Cavaletade n’est pas vraiment problématique (87 % d’efficacité au Ramier), si bien sûr les conditions n’ont pas évolué, alors les saumons franchissant le Bazacle sont certainement des individus qui auront la possibilité soit d’être capturés à Carbone puis transportés sur les zones de reproduction, soit de migrer sur l’Ariège où les zones favorables sont nombreuses.

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	2	21
1994	0	0	0	0	0	10	21	0	3	13	8	0	55
1995	0	0	0	0	12	12	9	0	1	2	1	0	37
1996	1	0	0	1	19	21	13	0	0	5	1	0	61
1997	0	0	0	4	2	0	0	0	0	1	2	1	10
1998	1	0	0	4	8	17	1	0	1	3	1	1	37
1999	0	0	1	0	3	23	8	0	1	2	2	0	40
2000	0	0	1	4	12	8	32	3	2	8	3	0	73
2001	0	0	1	10	11	27	48	0	6	9	9	2	123
2002	0	2	4	9	6	24	22	8	11	24	8	3	121
2003	4	0	0	2	12	19	0	0	0	0	1	0	38
2004	0	0	0	1	4	11	16	0	0	1	0	0	33
2005	0	0	0	0	4	4	0	0	1	0	1	0	10
2006	0	0	0	13	21	13	0	0	0	0	0	0	47
2007	0	0	2	6	7	4	6	1	0	1	3	1	31
2008	0	0	4	13	26	9	14	0	2	3	2	0	73
2009	0	0	0	9	3	8	1	0	0	0	0	1	22
2010	0	0	2	7	1	8	4	1	0	0	0	1	24
2011	0	0	0	12	18	17	2	0	0	1	0	0	50
2012	0	0	1	5	2	7	5	0	0	1	0	0	21
2013	0	0	1	5	6	0	1	0	0	0	0	0	13
2014	0	0	0	0	9	3	2	0	0	0	0	0	14
2015	0	0	0	17	22	7	0	0	0	0	0	0	46
2016	0	0	0	9	20	1	6	0	0	1	0	0	37
2017	0	0	1	6	7	0	0	0	0	0	0	0	14
2018	0	0	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	8
2019	0	0	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0	8
Moyenne 1993-2018	0	0	1	5	9	10	8	1	1	3	2	0	41
Moyenne 2003-2018	0	0	1	7	10	7	4	0	0	1	0	0	30

Figure 78 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés au Bazacle entre 1993 et 2019

En 2019, seuls 8 saumons ont été contrôlés au Bazacle sur les 34 qui potentiellement pouvaient se présenter sur le site, c’est-à-dire non piégés et transportés depuis Golfech. Le nombre de saumons est très faible, le deuxième plus bas enregistré depuis le début des suivis au Bazacle.



Figure 79 : Saumon contrôlé au Bazacle en 2019

Années	Somme de 1hm Golfech	1HM sans les individus transportés (Ariège et Bergerac)	Somme PHM Golfech	PHM sans les individus transportés ou mort par prédation	Somme de 1HM Bazacle	Somme de PHM Bazacle	Taux de Transfert 1HM	Taux de Transfert PHM	taux de transfert Global
1994	112	112	22	22	41	14	37%	64%	41%
1995	76	76	41	41	11	26	14%	63%	32%
1996	42	42	73	73	22	39	52%	53%	53%
1997	42	42	20	20	4	6	10%	30%	16%
1998	49	49	41	41	16	21	33%	51%	41%
1999	202	202	53	53	29	11	14%	21%	16%
2000	354	354	82	82	46	27	13%	33%	17%
2001	550	550	49	49	89	34	16%	69%	21%
2002	309	309	42	42	80	41	26%	98%	34%
2003	7	7	81	81	5	23	71%	28%	32%
2004	50	49	76	69	16	17	33%	25%	28%
2005	10	9	35	28	2	8	22%	29%	27%
2006	6	4	122	115	0	47	0%	41%	39%
2007	37	35	116	102	3	28	9%	27%	23%
2008	82	75	122	108	16	57	21%	53%	40%
2009	11	11	59	48	1	21	9%	44%	37%
2010	22	21	79	71	3	21	14%	30%	26%
2011	6	6	159	146	0	50	0%	34%	33%
2012	27	26	106	90	5	16	19%	18%	18%
2013	2	2	49	41	0	13	0%	32%	30%
2014	8	8	134	82	2	12	25%	15%	16%
2015	10	4	209	132	0	46	0%	35%	34%
2016	53	40	96	44	7	30	18%	68%	44%
2017	1	1	85	44	0	14	0%	32%	31%
2018	36	31	41	31	0	8	0%	26%	13%
2019	11	8	130	26	0	8	0%	31%	24%
					1994-2018	Moyenne:	18%	41%	30%
				1994 - 2002	24%		54%	30%	
				2003 - 2018	15%		33%	29%	

Figure 80 : Evolution du taux de transfert des saumons sur la Garonne entre Golfech et le Bazacle entre 1994 et 2019.

La Figure 80 montre l'évolution du taux de transfert des saumons entre Golfech et l'amont du Bazacle. Le taux moyen varie entre 13 % et 53 % avec une moyenne de 30 % sur la période 1994 – 2018. En 2019, ce taux est de 24 %, soit légèrement inférieur à cette moyenne. Cependant, il est important de distinguer les individus selon leur âge de mer. En effet, on observe que les 2 voire 3 hivers de mer, qui migrent plus tôt dans la saison, ont un léger meilleur taux de transfert avec 43 % sur la période 1994 – 2018 et 31 % pour l'année 2019. Ceci dit, les améliorations faites sur le site, notamment dans la délivrance du débit d'attrait, devraient permettre d'obtenir des meilleurs résultats. Par ailleurs, les résultats du suivi par radiopistage fait par le GHAAPPE entre 2002 et 2006 montraient que l'efficacité du Bazacle était de 68 % environ mais que certains individus n'arrivaient pas à franchir l'environnement de la retenue de Malause (50 %). Par ailleurs, les études récentes sur le site de Golfech montraient également que depuis une dizaine d'années, la présence du silure pouvait engendrer des retards et surtout de la prédation en amont immédiat de la vitre de contrôle de Golfech, dans le canal de transfert (Boulêtreau et al., 2018).

Ainsi, devant tant d'incertitudes concernant le comportement de migration du saumon entre Golfech et Toulouse, les membres du Groupe Migrateurs Garonne ont décidé d'initier une étude par radio télémétrie dont l'objectif est de 1) suivre la migration sur le tronçon Golfech Toulouse et 2) vérifier l'efficacité des dispositifs de franchissement. La décision ayant été prise fin 2018, l'année 2019 a été consacrée à quelques tests de faisabilité en marquant 7 saumons à Golfech et en les transportant à quelques kilomètres en aval du Bazacle (dans le tableau de la figure 79, ces 7 individus sont pris en compte pour le calcul du taux de transfert).

En parallèle, le site du Bazacle a été équipé de 3 postes fixes de détection des émetteurs :

- 1 antenne permettant de détecter un individu se présentant en aval de l'ouvrage (environ 200 m en aval de la passe),
- 1 antenne dans un des premiers bassins aval de la passe,
- 1 antenne dans le bassin amont de la passe à bassin, au droit de la vitre de contrôle.

Cette installation, sommaire, a été réalisée par MIGADO et le bureau d'étude ECOGEA, spécialisé dans ce type d'installation, lors de l'entretien annuel de la passe (février 2019).



**Figure 81 : Représentation schématique des zones de réception des antennes positionnées au Bazacle en 2019.**

Un premier lâcher de 6 saumons a été effectué le 23/04, individus piégés entre le 19 et le 22 /04. En effet, il avait été décidé de mutualiser le transport même si certains individus ont été stabulés 3 jours avant le marquage.

Les émetteurs radio, de Type ATS 1840 C ont une dimension de 52 mm de long et un diamètre de 17 mm. Ils sont équipés d'une antenne d'environ 27 cm et émettent dans une seule fréquence 48,611 Mhz en 2019. Ils sont de type codés, si bien que chaque individu marqué aura son propre code et pourra ainsi être identifié facilement.

Ils sont placés dans l'estomac des individus, juste derrière l'œsophage sous anesthésie (Benzoncaïne 10%, 13 ml dans 40 l d'eau). Cette technique est classiquement adoptée chez le saumon atlantique qui cesse de se nourrir lors de sa migration en eau douce. L'insertion gastrique ne nécessite aucune chirurgie et est donc considérée comme peu traumatisante pour les individus.

Ces 6 saumons ont été lâchés en aval du pont de Blagnac (D1) à 4 km en aval du Bazacle.

Sur ces 6 individus, lâchés le 23/4 à 12h00, 5 sont arrivés très rapidement au Bazacle, tous captés régulièrement et avec un signal puissant à 18 h. Par contre le 6<sup>e</sup> saumon a été détecté 1 fois le 24/4 500 m en aval du Pont des Catalans puis n'a jamais plus été retrouvé dans la zone d'étude :

- 1 saumon a franchi la passe à poisson le 24/04 à 10 h 19, soit 22 heures après le lâcher. Il a été détecté vers 6 h au droit de l'entrée (signal le plus fort) et à 9 h dans le 3<sup>e</sup> bassin. Il passe à la vidéo à 10 h 19 soit 1 h 20 pour franchir la quasi-totalité de la passe.
- 1 saumon a franchi la passe à poissons le 24/04 à 16 h 13, soit 28 heures après le lâcher. Il a été détecté à 14 h devant la passe et à 15 h dans le 3<sup>e</sup> bassin. Il met le même temps que le premier individu pour franchir la totalité des bassins.
- 1 saumon a franchi la passe à poissons le 24/04 à 19 h 39, soit 31 heures après le lâcher. Il a été détecté devant la passe pendant près de 3 heures, entre 12 h et 15 h, mais seulement à 18 h dans le 3<sup>e</sup> bassin aval. Par contre, il met le même temps que les autres pour franchir le reste de la passe, soit 1 h 30 environ.

Les 2 autres saumons se sont approchés régulièrement de la passe mais sans jamais la franchir. 1 saumon s'est approché le 24/04 à 15 h comme ceux qui ont franchi, puis s'est éloigné progressivement du site d'étude pour disparaître de la zone de réception. Quelques suivis manuels ont été réalisés en aval du Pont des Catalans jusqu'au pont de Blagnac mais il n'a jamais été retrouvé.

Le dernier saumon, code N°4, a eu un comportement plus atypique. En effet, il est reçu régulièrement entre le 23/04 et le 7 mai avec des périodes de présence au droit de la passe et des périodes de repli en dehors des zones de détection. Puis, à partir du 9 mai, il revient dans la zone de détection et reste présent jusqu'à la crue du 24 mai, dans la même zone, avec quasiment toujours le même nombre de détections par heure ! Ce comportement apparaît étrange et laisse à penser que soit le saumon est mort naturellement au droit de la passe, soit il s'est fait prédater par un silure avec expulsion de la marque par les voies naturelles après digestion. Ce phénomène a été observé sur la lamproie marine (Dordogne et Garonne) où après prédation et un comportement de va et vient au droit d'une fosse, les émetteurs se retrouvaient sans mouvements, expulsés au fond de l'eau. Il est bien entendu difficile d'affirmer qu'il y a eu prédation de ce saumon par un silure mais il faudra prendre en compte cet élément dans les suivis qui seront menés à partir de 2020.



#### 4.2.4.3 Les suivis à Carbone

Année	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	Total général
2000						6	7	4		3	1	1	22
2001						6	20	4	1	5	4	1	41
2002			1	5		6	5	12	8	14	2		53
2003					3	7	2					1	13
2004						6	8			1			15
2005						3					1		4
2006					11	9	1		2	3			26
2007						3	3			1	1	1	9
2008			2	9	18	1	5	1		4	2	1	43
2009				1		7					3	1	12
2010			1	3			3				1	3	11
2011				1	6	10	4			1			22
2012						2	2						4
2013				1									1
2014						1	4						5
2015					2	15	2				1		20
2016				2	9	3	2						16
2017					5								5
2018													
2019				1	4	2				1	1		9
Moyenne 2000-2018	0	0	1	3	8	6	5	5	4	4	2	1	18

**Figure 83 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Carbone entre 2000 et 2019**

En 2019, 9 saumons ont été piégés à Carbone, 6 pendant la période estivale et 2 le 31 octobre et le 1<sup>er</sup> novembre. Ces résultats sont surprenants au regard des passages observés au Bazacle avec seulement 8 saumons !

En effet, sur les 9 saumons piégés à Carbone, 5 étaient des individus capturés à Golfech et transportés sur l’Ariège au droit de Varilhes. Ils ont dévalé l’Ariège dans sa totalité puis ont repris une migration de montaison sur la Garonne jusqu’au piège de Carbone. Ils ont été identifiés grâce à la marque spaghetti apposée lors du piégeage à Golfech.

Piégeage Golfech	Transport Ariège	Piégeage Carbone	Transport Ariège	Transport Berger	Taille individus	N° marque spaghetti
5-avr.	08/04/2019	16/05/2019	17/05/2019		81.5	939
14-avr.	15/04/2019	29/05/2019	30/05/2019		80.4	820
21-avr.	23/04/2019	06/06/2019		07/06/2019	76.5	810
26-avr.	29/04/2019	10/06/2019		12/06/2019	79.5	858
28-avr.	30/04/2019	01/11/2019	05/11/2019		93.1	862

**Figure 84 : Historique des saumons piégés à Carbone ayant été transportés sur l’Ariège depuis Golfech en 2019**

Sur ces 5 saumons, 3 ont été retransportés sur l’Ariège à Varilhes comme préconisé par le Groupe Migrateurs Garonne. Par contre, 2 saumons piégés les 6 et 10 juillet ont été transportés à Bergerac du fait de quelques plaies observées sur leur corps.

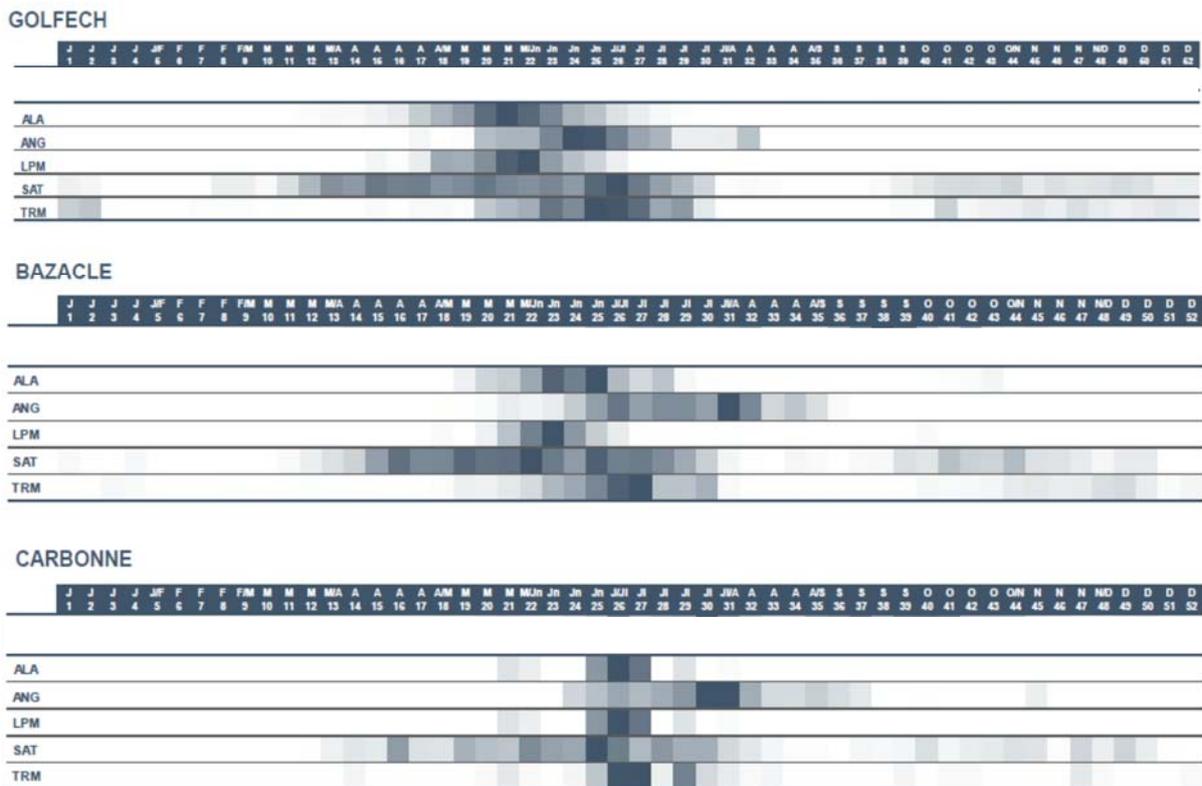
Ce phénomène est peut-être dû au fort caractère de homing développé par cette espèce. Des prélèvements génétiques ont été réalisés sur ces saumons et les résultats diront s’ils proviennent du repeuplement et, le cas échéant, s’ils ont été déversés sur le bassin amont de la Garonne.

Par ailleurs, un saumon radiomarké a été piégé le 15 mai à Carbone. Il avait été piégé à Golfech le 22 avril, transporté le 23 au pont de Blagnac et avait franchi le Bazacle le 24/04 à 16h13. Il aura mis 3 semaines pour parcourir les 40 km qui séparent le Bazacle du piège de Carbone, soit environ 2 km par jour en moyenne sachant qu’il a dû franchir 2 obstacles avant d’être capturé (Le Ramier ou la Cavaletade puis Carbone). Il a été transporté sur l’Ariège le 17 mai.

Les 3 autres saumons sont issus des 5 observés au Bazacle et non marqués, soit un taux de transfert de 60 % entre ces 2 stations, ce qui est dans la moyenne des années passées.

Il est important aussi de signaler le passage de 2 individus à Carbone pendant la période automnale, ce qui montre bien que les saumons peuvent survivre aux températures estivales de l’eau dès lors qu’ils ont franchi Toulouse.

### 4.3 Calendrier des migrations à Golfech, au Bazacle et à Carbone



**Figure 85 : Calendrier des migrations au niveau des 3 stations de contrôle en montaison de la Garonne.**

La Figure 85 permet de visualiser les périodes à enjeux pour les différentes espèces migratrices au niveau des trois sites. Elle permet de voir également le décalage dans le temps de ces périodes entre les différentes stations avec toutefois une période à forts enjeux ciblée entre les mois de mars et juillet, voire aout pour la station de Carbone.

#### 4.4 Les espèces holobiotiques au niveau de Golfech, du Bazacle et de Carbone

##### 4.4.1 Le bilan des passages

Nom commun		Ablettes	Barbeaux	Black-bass	Brèmes	Brochets	Carassins	Carpes	Chevesnes	Gardons	Perches	Sandres	Silures	Truite Fario
1993	E S P E C E S	336	2262	2	4387	7	5	21	16	0	16	20	0	19
1994		6285	4172	5	8752	1	31	40	63	52	285	118	0	15
1995		13489	2616	76	12802	3	25	38	0	7	13	336	3	31
1996		2818	2349	10	5048	2	19	64	2	1	2	151	9	22
1997		37624	690	16	2265	4	4	30	187	9	7	14	71	38
1998		26052	1706	5	7111	1	26	31	1257	2457	0	8	146	67
1999		22003	605	20	4168	10	524	26	2131	2897	0	8	260	53
2000		23150	1405	24	3539	14	317	20	1477	2336	0	15	310	42
2001		12488	1845	7	3472	3	103	18	1803	1856	0	11	242	30
2002		21091	572	9	12724	3	102	7	930	1665	0	7	266	90
2003		49670	527	47	11727	5	19	13	1221	8406	0	30	386	27
2004		116914	1178	48	21415	21	154	41	3947	2289	0	39	628	9
2005		60563	801	44	5191	16	-6	7	2844	3230	0	25	526	5
2006		25772	217	10	5588	6	55	11	1007	3431	0	16	603	2
2007		49759	365	0	13864	0	2	61	1318	892	0	57	1134	0
2008		53656	731	2	24385	2	189	76	1802	104	0	8	589	2
2009		124508	618	25	9914	1	8	29	402	213	0	41	499	1
2010		13787	672	0	19343	3	0	26	935	108	0	9	513	0
2011	29114	196	3	8075	2	2	4	922	1416	0	9	363	0	
2012	14639	491	0	27179	2	39	62	1169	1967	0	3	956	1	
2013	10882	511	0	5554	1	761	23	811	5904	0	17	416	0	
2014	70174	559	1	7828	0	0	24	690	47	0	3	629	1	
2015	140052	2218	0	42592	0	1	78	1432	0	0	54	256	0	
2016	43398	2021	16	19218	0	1	40	2015	2047	0	20	564	0	
2017	35213	1862	0	10347	2	0	31	1360	1708	0	21	530	1	
2018	79871	773	0	16550		1	33	4984	9184	0	9	409	0	
2019		37576	1089	16	8510	0	7	20	771	2891	0	9	581	0

Figure 86 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière à Golfech entre 1993 et 2019.

annee	ABL	BAF	BBG	BRE	BRO	CAS	CCO	CHE	GAR	PER	PES	PCH	SAN	SIL	TAN	TRT	VAN
1993	11056	9029	0	2640	0	0	6	23	988	0	0	1	0	0	0	1	0
1994	14591	2676	0	1372	0	1	15	49	1905	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	102426	5257	1	2628	0	0	7	49	4204	0	0	0	0	1	1	5	0
1996	5396	6018	1	1124	1	1	19	43	1915	1	0	0	0	1	1	9	3
1997	11226	2182	0	4121	0	0	11	37	10037	0	0	0	0	5	0	4	2
1998	2590	1213	1	2503	0	0	26	128	2171	1	0	0	0	2	0	8	14
1999	12694	680	0	2001	0	-5	10	39	3188	0	0	0	0	0	2	6	3
2000	64907	2907	0	3273	0	1	40	62	11457	5	0	0	-1	0	4	9	5
2001	11293	454	1	1965	0	-1	15	51	1977	0	0	0	0	2	1	7	8
2002	25268	854	0	2763	0	-2	32	33	1655	0	0	1	0	0	0	9	40
2003	10707	747	1	1890	0	0	38	42	1501	0	1	0	0	3	0	15	42
2004	11850	1433	0	1250	0	0	38	77	7815	1	0	0	0	5	1	4	82
2005	6158	2098	0	3055	0	0	30	221	1073	0	0	0	0	3	0	5	4063
2006	33022	1271	0	4387	0	0	37	169	421	1	0	0	0	6	0	6	326
2007	104619	1419	0	3818	0	0	35	288	1796	0	0	0	0	12	0	0	75
2008	53179	1450	1	1016	0	0	16	220	354	0	0	0	0	2	0	2	34
2009	167321	1410	4	1232	0	0	61	142	979	0	0	1	0	7	0	1	112
2010	22213	4116	0	2347	0	0	18	226	1596	0	0	0	0	0	1	1	121
2011	15959	7262	0	3561	0	0	7	269	697	0	0	0	0	7	0	1	138
2012	50713	7054	0	5082	0	0	6	557	4965	0	0	0	0	7	0	0	191
2013	90534	3768	0	2362	0	0	16	249	3011	0	0	0	0	14	0	0	6
2014	157980	10653	0	2202	0	0	26	410	599	0	0	0	0	24	0	2	63
2015	34872	18539	1	1820	0	0	33	206	267	0	0	0	0	18	0	0	74
2016	44918	14801	2	3676	0	0	19	689	941	0	0	0	0	18	0	0	5
2017	79000	24190	0	2172	0	0	2	1185	543	0	0	0	0	30	2	0	70
2018	136413	26851	0	6784	0	0	12	178	514	0	0	0	0	58	0	0	147
2019	10884	1529	0	1984	0	1	3	472	0	0	0	0	0	21	0	0	0

Figure 87 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière au Bazacle entre 1993 et 2019

Nom commun	Ablette	Barbeau	Black-Bass	Brème	Carpe	Chevesne	Gardon	Goujon	Grémille	Ombre	Perche	Sandre	Silure	Truite arc-en-ciel	Toxostome	Truite fario
ESPECES DE RIVIERE																
2000	22969	406	1	3784	5	49	1263	1044	1	1	5	1		5	1393	168
2001	20135	2624	1	1257	3	3	537	3506	5	5	1		2	9	136	185
2002	2475	190		598	4	1	58	465	10	5	1		1	28	3	138
2003	8435	90		336	2	1	153	3948	1	5	9		10	13		141
2004	3231	102		979	5	3	135	891	35	1		1	5	2	9633	92
2005	3655	409	1	1548	7	17	213	4623	3	1	2		5	12	2277	97
2006	4863	487		3286	4	13	84	4955	1		11		23	9	7235	31
2007	5163	1734		390	15	15	46	101	19				23	1	815	25
2008	4372	628		244	2		52	1394			2		53	1	323	44
2009	1712	296		638	5	34	125	617					17	5	1180	59
2010	571	766		286		8	257	121					11	1	662	47
2011	2343	1463		2614	2	11	151	1151			3		17	2	110	57
2012	25	20		720	5	13	45	122					17		11	20
2013	470	66		62	1	5	10	10					18		20	2
2014	1414	636		92	3	23	657	525					20		4	4
2015	1190	279		35	8	17	335	1723					16		100	10
2016	3658	589		142		10	735	1175					6	1	610	3
2017	1743	1125		316		51	297	437					9	1	323	5
2018	2129	1581		482	2	95	406	622					29		267	8
2019	2622	2445		420		118	513	705					13		450	7
Total	93175	15936	3	18229	73	487	6072	28135	75	18	34	2	295	90	25552	1143

**Figure 88 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière à Carbone entre 1993 et 2019**

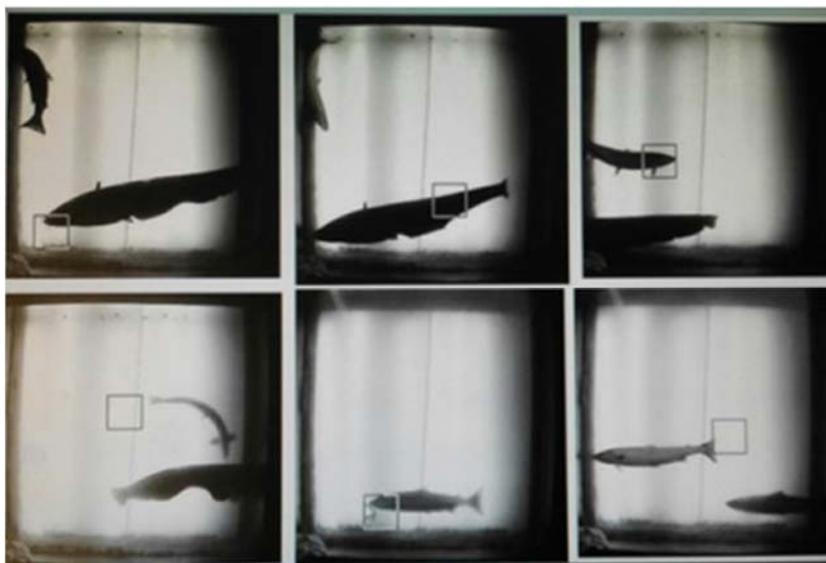
Le contrôle des migrations des espèces amphibiotiques a permis de mettre en évidence sur toutes les stations de contrôle une activité migratoire parfois intense chez les espèces holobiotiques.

Les cyprinidés constituent toujours la famille la mieux représentée, avec notamment les brèmes, les chevesnes, les gardons et les ablettes (espèce la plus représentée sur les 3 stations de contrôle). A noter toutefois l’absence de gardons au Bazacle pour la première année.

#### 4.4.2 La gestion du silure à Golfech en 2019 :

En 2019, la population de silures reste très significative avec 409 individus contrôlés alors même que l’ascenseur à poissons a été arrêté à de nombreuses reprises. Le silure a été étudié par MIGADO, notamment par radiopistage entre 2006 et 2008, afin de mieux comprendre son comportement au droit de l’obstacle. Les premiers résultats de l’étude montraient des déplacements quotidiens et réguliers entre la sortie du canal de fuite et l’ascenseur à poissons pendant toute la saison de migration sans toutefois pouvoir démontrer la raison de ces déplacements.

Cependant, depuis 2010, il a été observé dans le canal de transfert une forte prédation sur toutes les espèces migratrices avec certains comportements de chasse spectaculaires vis-à-vis du saumon atlantique. Au-delà de la prédation, la présence du silure dans le canal de transfert impose un changement de comportement des espèces migratrices et notamment du saumon atlantique. En effet, alors que cette espèce avait tendance à circuler rapidement dans cet espace de transition entre l’ascenseur à poissons et le canal d’aménée de la centrale hydroélectrique, les images montrent que certains individus peuvent mettre jusqu’à 48 h pour sortir du système lorsque le silure est présent dans ce canal (Figure 51).



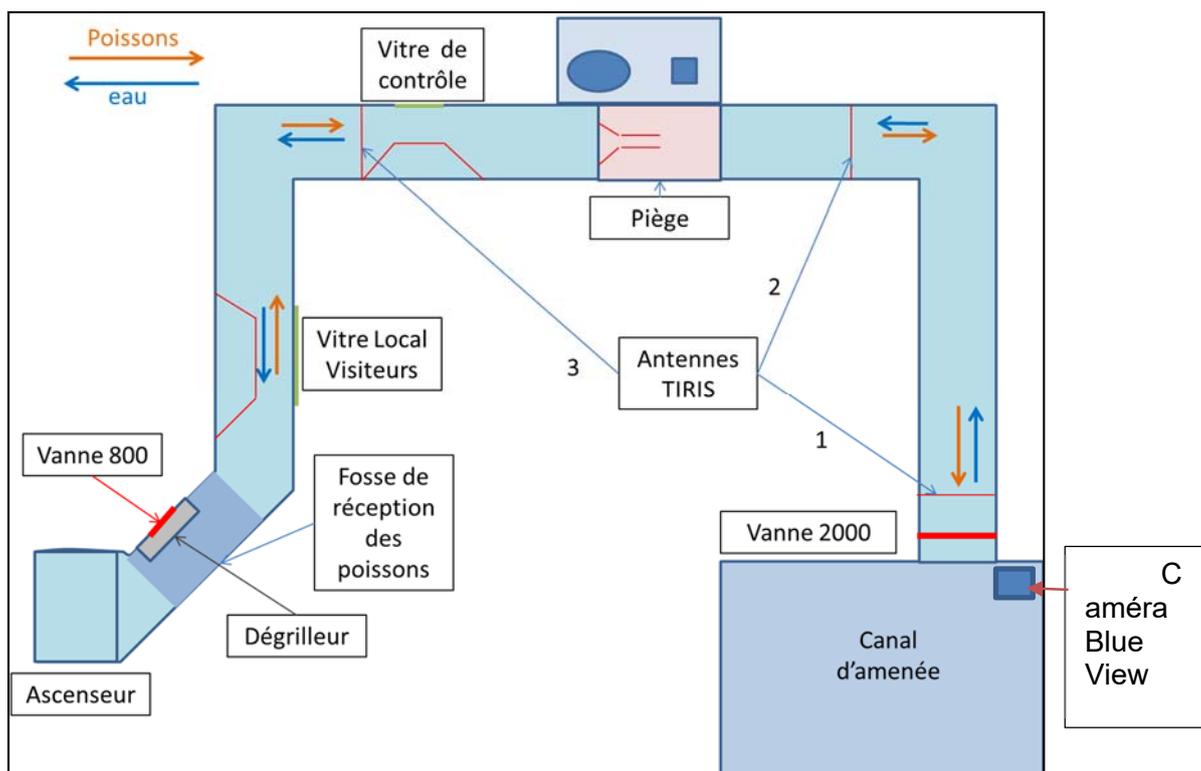
**Figure 89 : Saumon « effarouché » par un silure dans le canal de transfert de Golfech**

Enfin, lors de vidanges du canal de transfert de l'ascenseur à poissons, il a été retrouvé des saumons morts après régurgitation par certains silures.

Ainsi, fin 2015, il a été proposé un protocole d'enlèvement des silures à Golfech afin de mettre un place une gestion simple, efficace et partagée, qui permette de limiter la présence des silures dans le dispositif de franchissement et donc leur impact, tout en garantissant un fonctionnement optimal du dispositif, la migration des poissons et la possibilité de manipulation des espèces pour les études en cours (piégeage et transport de saumons et d'aloses). En effet, pendant les mois d'avril à juin, saumons, aloses et silures se retrouvent potentiellement ensemble dans le dispositif de franchissement.

Ainsi, le protocole de gestion des silures a été mis en place en 2016 avec pour objectifs :

- de vidanger le canal de transfert 1 jour sur 2 le matin (8 h) et de sortir les silures « stagnant » en les évacuant par une goulotte de vidange à l'aval en les ayant préalablement marqués à l'aide d'une marque RFID (Tiris) et en ayant vérifié les contenus stomacaux ;
- de vérifier que tous les saumons contrôlés à la vitre de visualisation sortent du canal de transfert à l'aide d'une caméra acoustique de type Blue View située au droit de la sortie du canal de transfert.



**Figure 90 Schéma du canal de transfert de l'ascenseur à poissons de Golfech.**

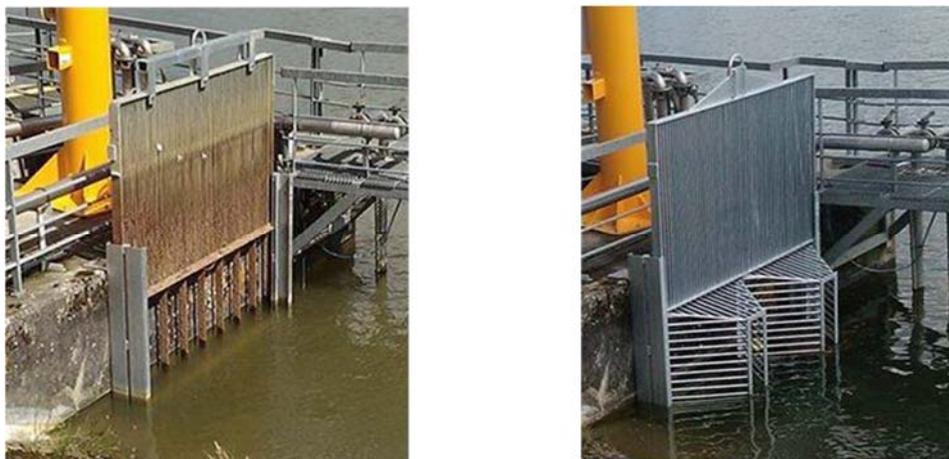
Les principaux résultats ont montré que 1) 4 saumons ont été prédatés dans le canal par des silures stagnants dans le canal lors d'une journée sans vidange après être montés par l'ascenseur la nuit précédente, 2) que 30 % des saumons observés à la vitre de contrôle ne sont pas sortis du canal, certainement prédatés par des silures revenant dans ce dispositif par l'amont et 3) des individus marqués et relâchés à l'aval réempruntaient l'ascenseur à poissons pendant la saison (3/48).

Au vu de ces résultats, il a été décidé en 2017 de reconduire cette gestion en modifiant le protocole :

- La vidange du canal de transfert est effectuée tous les jours ouvrables, voire le week-end en fonction des migrations ;
- Les silures capturés lors de ces vidanges sont placés en stabulation avant d'être donnés à des pêcheurs professionnels habilités à les valoriser ;
- La sortie du canal de transfert est filmée avec une caméra acoustique mise en place par EDF R&D.

Par ailleurs, afin d'éviter le retour de silures dans le canal de transfert par l'amont, EDF CIH (en collaboration avec l'AFB et MIGADO) a travaillé pour modifier la grille située à l'amont de ce canal. La solution retenue a été d'installer une grille équipée de barreaux verticaux espacés de 5 cm sur laquelle sont fixés 2 cônes anti-retour sur le modèle de celui existant au niveau du piège à saumons/aloses situé dans le canal de transfert. En effet, son dimensionnement a montré par le passé qu'il permettait le passage de tous les poissons et qu'il empêchait les silures de l'emprunter dans le sens « amont – aval », jouant le rôle d'anti

retour. L'ouverture terminale de cette nasse a été fixée à 18 cm de largeur. Par ailleurs, une potence équipée d'un treuil a été installée par EDF UPSO et le GU de Golfech pour faciliter son nettoyage.



**Figure 91 : Photo de l'ancienne grille située à l'amont du canal de transfert (gauche) et nouvelle grille « anti-retour » mise en place sur le site de Golfech en amont du canal de transfert en 2017.**

Résultats 2017 : sur les 52 vidanges effectuées, 67 silures ont été capturés et valorisés, soit 12 % des individus observés (550). Malheureusement, la grille anti retour n'ayant pu être installée en début de saison, 3 saumons se sont fait prédater (retrouvés dans les contenus stomacaux).

Ainsi, en 2018, le même protocole a été reconduit avec mise en place de la grille anti retour en amont du canal de transfert dès le début de saison.

Résultats 2018 :

Au total, 35 vidanges ont été réalisées du 18/04 au 11/07 dont 20 sans silures capturés. 47 individus ont été capturés et valorisés sur les 409 observés dans la passe à poissons.

Les contenus stomacaux sur ces individus ont été effectués systématiquement. 65 % des estomacs se sont révélés vides. Les autres contenaient essentiellement des brèmes ou autres poissons indéterminés (digestion) mais aucun migrateur n'a été observé lors de ces opérations. Par ailleurs, la grille anti retour a été testée durant toute l'année et il a été mis en évidence que les silures, même de grandes tailles (> 2 m) pouvaient sortir sans problèmes du canal de transfert.

Résultats 2019 :

Au total, 35 vidanges ont été réalisées entre le 1<sup>er</sup> avril et le 26 juin. Sur les 581 silures observés en 2019, 52 ont été capturés et valorisés.

Grâce aux tests réalisés en 2018 qui montraient qu'il y avait 60 % de chances de ne pas avoir de silures « stagnant » si le nombre d'individus observés à la vitre de contrôle était inférieur à 3, le nombre de vidanges dans la saison a pu être optimisé.



Figure 92 : Comparaison du nombre de silures valorisés par rapport au nombre d’individus observés à Golfech entre 2016 et 2019

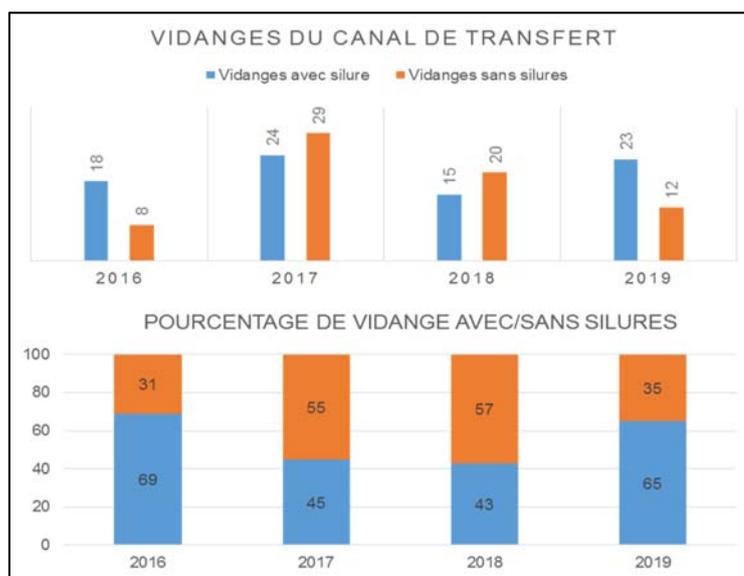
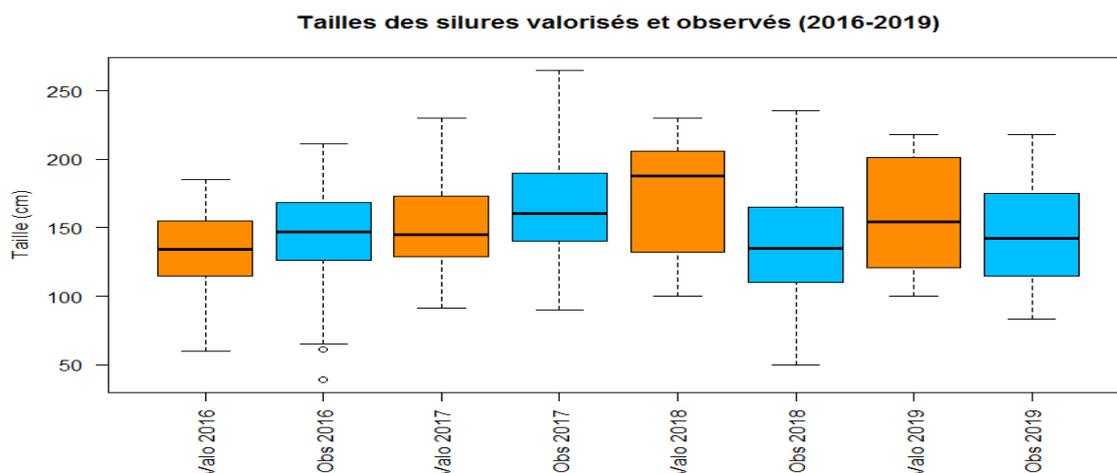


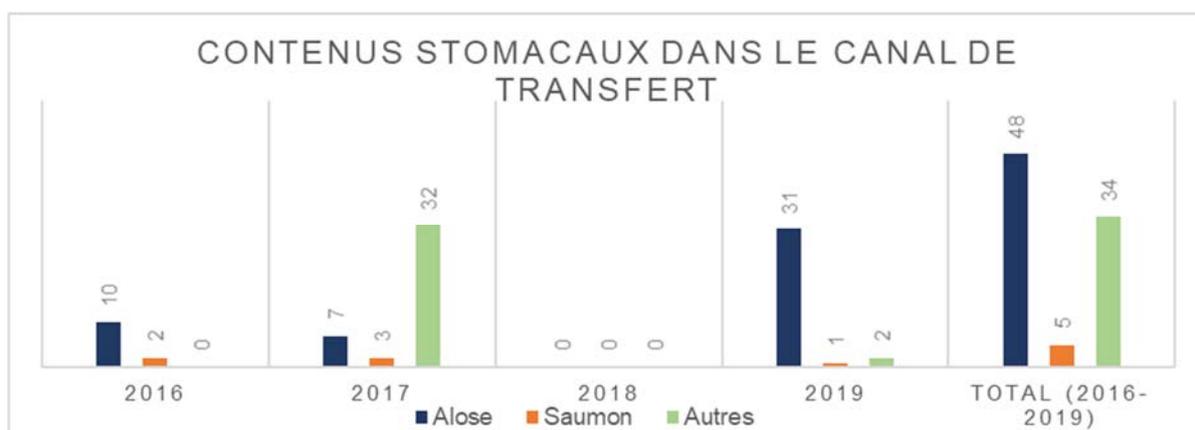
Figure 93 : Comparaison du nombre de vidanges effectuées avec et sans silures sur la période 2016 – 2019.

La Figure 92 montre assez clairement qu’en 2019, le nombre de vidanges a été optimisé avec seulement 35 % des opérations sans capture de silures. Il est important de limiter ces opérations car 1) elles sont fastidieuses (poids et tailles des individus), relativement chronophages (environ 2 h) et peuvent pénaliser la migration des autres espèces qui vont être désorientées par ces changements du débit dans le canal de transfert.



**Figure 94 : Boîtes à moustaches des tailles des silures observés et stagnants, sur la période (2016-2019)**

Ces silures, qu'ils soient stagnants ou qu'ils aient franchi le local de comptage, mesurent 153 cm en moyenne. Il n'y a que peu de différences de tailles entre les silures stagnants et les autres individus observés, ce qui laisse penser que ce comportement de stagnation ne dépend pas de la taille des silures.



**Figure 95 : Contenus stomacaux effectués sur les silures valorisés sur la période 2016 – 2019.**

En 2019, 31 aloses et 1 saumon ont été retrouvés dans les contenus stomacaux des silures valorisés. Ce nombre important d'aloses est à mettre en relation avec le nombre d'aloses ayant franchi l'obstacle cette année (1630). La prédation a eu lieu lorsque les passages étaient relativement importants (environ 50 aloses/jour). Cependant, cette forte prédation peut aussi être le résultat de la mise en place du piège en continu pour capturer des saumons. En effet, les aloses, qui migrent en fin d'après-midi et qui vont hésiter à rentrer dans le piège, vont avoir tendance à faire « demi-tour » en se laissant dévaler dans le canal de transfert. Si des silures empruntent l'ascenseur à poissons en début de soirée, ils vont être au contact de ces aloses et pourront en prédater facilement. Ainsi, en 2020, pendant la période de migration des aloses, il sera préconisé de laisser le piège hors d'eau, prêt à être baissé si un saumon se présente. Ce protocole pourra être mis en place dès lors que la migration des aloses est importante, c'est-à-dire lorsque les observations montrent plus de 50 aloses/jour.

## CONCLUSION

---

Depuis 1993, la faune piscicole qui emprunte les passes à poissons de Golfech et du Bazacle est suivie chaque année. La station de Carbonne est, quant à elle, suivie depuis 2000.

En 2019, les ouvrages de franchissements ont fonctionné à 66 %, 90 % et 87 % du temps respectivement à Golfech, au Bazacle et à Carbonne.

Durant l'année 2019, une quinzaine d'espèces ont été recensées dont 4 grands migrateurs amphihalins. A noter la présence de goujons et de toxostomes au niveau de Carbonne, espèces absentes des autres sites.

Le suivi de la reproduction de l'alse, réalisé sur les deux axes Garonne et Dordogne, montre encore cette année une forte tendance à la baisse du stock reproducteur même si ce mauvais résultat était attendu du fait du nombre de géniteurs estimé 5 ans auparavant. Cependant, il est passé 1630 individus, soit environ 1/3 du stock reproducteur, à l'ascenseur à poissons de Golfech, le plus fort effectif depuis 2011. Aucun individu n'a été contrôlé au Bazacle et par conséquent, à Carbonne.

Les effectifs de saumons contrôlés à Golfech sont légèrement supérieurs à la moyenne de ces 15 dernières années (121 individus) avec 141 individus observés. Plus de 60 % des individus ont été contrôlés avant le mois de mai, et la population est globalement constituée à 92 % d'individus de plusieurs hivers de mer. Suite à la réorientation du programme saumon sur la Garonne, 70 % de ces 141 saumons (100) ont été transportés sur l'Ariège afin de favoriser la reproduction naturelle sur ce bassin. Parallèlement, le protocole d'une étude permettant d'appréhender le comportement des saumons entre Golfech et Toulouse a été réalisé. Des premiers tests de radiopistages ont été effectués en marquant des saumons à Golfech (7) et en les lâchant en aval du Bazacle. 3 d'entre eux ont franchi la passe à poissons et, au total, ce sont 8 saumons qui ont été contrôlés dans la passe à poissons du Bazacle, soit un taux de transfert de 31 %, dans la moyenne des années antérieures. A Carbonne, de manière surprenante, 9 saumons ont été capturés, dont 5 issus du stock transporté sur l'Ariège depuis Golfech ! A noter qu'en 2019, 7 des saumons capturés à Carbonne ont été transportés à Varilhes (Ariège) suite aux préconisations du Groupe Migrateurs Garonne.

Cette année, la migration des anguilles est relativement faible avec environ 26300 individus contrôlés à Golfech dont 90 % par la passe spécifique, 26 au Bazacle et 327 à Carbonne où l'espèce est bien représentée pour la deuxième année consécutive.

L'absence de lamproies depuis maintenant trois ans est très alarmante d'autant plus que cette espèce est quasiment le seul grand migrateur exploité par la pêche aux engins sur la partie aval des axes. L'espèce a été déclassée en espèce en danger par l'UICN au niveau national.

Enfin, la problématique silure, qui se traduit par des perturbations de la migration des aloses et des saumons dans le canal de transfert de l'ascenseur à poissons, est toujours aussi prégnante sur le site. Après avoir mis en place un protocole de gestion de cette espèce en 2016 sur le site de Golfech qui avait permis de montrer l'impact réel de cette espèce sur les saumons (effarouchement et 30 % de prédation !), le protocole a été reconduit en 2017 et 2018. Suite aux préconisations de MIGADO et l'AFB, l'installation d'une grille anti retour à l'amont du canal de transfert couplée à des vidanges quotidiennes pour évacuer les silures « stagnants » dans le canal ont permis de limiter fortement l'impact de cette espèce sur les migrateurs. En 2019, 52 silures sur 581 ont été capturés et valorisés par la pêche professionnelle pour 35 vidanges du système de franchissement.

## BIBLIOGRAPHIE

---

BARRACOU D., Communication personnelle.

BAU F., BREINIG T., JOURDAN H., CROZE O., 2005. Suivi par radiopistage de la migration anadrome du saumon atlantique sur la Garonne en amont de Golfech. Deuxième campagne (suivi 2003). Rapport GHAAPPE RA05.01, 101 p.

BOYER-BERNARD S., 1991. Contribution à la définition de dispositifs d'évitement des centrales hydroélectriques pour les juvéniles de poissons migrateurs. Thèse de doctorat : Sciences agronomiques : Toulouse, INPT : 1991.

CARRY L., BOUYSSONNIE W., TARDIEU P., OTALORA B., 2019. Etude des rythmes de migration des espèces amphibiotiques et holobiotiques de la Garonne au niveau de la station de contrôle de Golfech au cours de l'année 2018. Rapport MI.GA.DO

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1996. Etude des rythmes de migration des espèces amphibiotiques et holobiotiques de la Garonne au niveau de la station de contrôle de Golfech au cours de l'année 1995. Rapport MI.GA.DO., 25 p. + annexes.

CASTIGNOLLES, 1995. Automatisation du comptage et de la reconnaissance des espèces dans les passes à poissons par l'analyse de séquences d'images. Thèse doctorat, INP Toulouse, 167 p.

CHANSEAU M., DARTIGUELONGUE J., LARINIER M., 2000. Analyse des données sur les passages enregistrés aux stations de contrôle des poissons migrateurs de Golfech et du Bazacle sur la Garonne et de Tuilières sur la Dordogne. Rapport GHAAPPE RA00.02 / MI.GA.DO. G14-00-RT, 64 p.

DARTIGUELONGUE J., 2019. Contrôle du fonctionnement des passes à poissons installées au Bazacle. Suivi de l'activité ichthyologique en 2018. Rapport MIGADO.

PORCHER J.P., 1994. Le saumon atlantique en France en 1993. Captures par les pêcheurs et professionnels en eau douce. Eléments de connaissance et de gestion des stocks. Rapport CSP, 48 p.

VOEGTLE B., LARINIER M., 1999. Etude sur les capacités de franchissement des anguilletes –Site hydroélectrique de Tuilières sur la Dordogne (24). Rapport GHAAPPE RA99.04/MIGADO G14.99.RT. 28p + annexes.

Site internet : <http://www.eaufrance.fr>

***Les données figurant dans ce document ne pourront être exploitées de quelque manière que ce soit, sans l’autorisation écrite préalable de MI.GA.DO. et de ses partenaires financiers.***

## Opération financée par :



Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional



**Association MIGADO**

18 Ter Rue de la Garonne - 47520 LE PASSAGE D'AGEN - Tel : 05 53 87 72 42

www.migado.fr -  