

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

Année 2021

L Carry, S. Gracia, W. Bouyssonnier, O. Menchi, P. Tardieu



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



2021 : 96 saumons contrôlés dont 75% entre les mois de avril et mai.

24 individus radiomarqués et relâchés à l'aval de Golfech.

37 saumons transportés sur l'Ariège

Très faible taux de transfert entre Golfech et Toulouse



Bonne disponibilité des dispositifs de franchissement. Protocole adapté pour optimiser le fonctionnement de la passe à anguilles de Golfech en période d'étiage.



467 Aloses à Golfech, mais tendance à la hausse du nombre de géniteurs estimés en aval de Golfech

0 lamproie!

La situation de ces deux espèces reste très alarmante sur le bassin.

Contexte de l'année

Ainsi, l'année 2021 s'inscrit dans une année particulièrement contrastée au niveau de Golfech avec des débits très faibles entre mars et juin (période de migration) et entre octobre et novembre et des débits soutenus lors des mois de janvier, février et décembre. La température de l'eau enregistrée à Golfech est légèrement supérieure à la moyenned e ces 30 dernières années jusqu'au mois de mai mais augmente rapidement dès le début du mois de juin du fait de la hausse rapide de la température de l'air et l'absence d'effet tampon liée à la fonte des de la neige sur le massif Pyrénéens.

Le bilan piscicole

Migrateurs Il est passé 467 aloses, à l'ascenseur à poissons de Golfech, un des plus faible effectif observé au niveau de Golfech. Le stock reproducteur sur l'ensemble du bassin Garonne Dordogne est estimé à 26900 géniteurs dont 15200 sur le bassin de la Garonne. Un individu a été contrôlé au Bazacle et aucun à Carbonne.

Les effectifs de saumons contrôlés à Golfech sont légèrement inférieurs à la moyenne de ces 18 dernières années (124 individus en moyenne sur la période 2003-2020) avec 96 individus observés. Plus de 90 % des individus ont été contrôlés avant la fin du mois de mai, et la population est globalement constituée à 95 % d'individus de plusieurs hivers de mer. Sur ces 96 individus, 37 individus ont été transportés sur l'Ariège pour permettre de favoriser la reproduction naturelle sur ce bassin. Par ailleurs, seulement 3 saumons ont franchi le barrage du Bazacle à Toulouse, soit 10 % des effectifs contrôlés à Golfech et ayant la possibilité de progresser vers l'amont (33). Ainsi en 2021, ce sont 40 saumons sur les 96 qui ont la possibilité de se reproduire, soit 42 % des effectifs.

Cette année, ce sont 36649 anguilles qui ont été comptabilisées comme ayant franchi la rampe spécifique. D'après les études des années précédentes sur ce site, 10 % d'anguilles auraient franchi l'obstacle par l'ascenseur à poissons : 3665 individus. Ainsi, il a été estimé à 40 300 le nombre d'anguilles ayant franchi l'ouvrage de Golfech en 2021, soit bien inférieur à la moyenne des années précédentes.

Aucune lamproie n'a été contrôlée à Golfech en 2021 et cette absence de lamproies depuis maintenant près de 10 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.

Bilan axes de travail / perspectives

Rivière de contournement de Malause : Le système de franchissement au niveau du barrage de Malause sera opérationnel dès mars 2022 et permettra la progression des individus qui se seront engagés dans le tronçon court-circuité de la Garonne, rendant potentiellement le plus transparent possible le complexe hydroélectrique de Golfech—Malause. MIGADO sera en charge des suivis biologiques au droit de cet obstacle avec l'installation d'une station de contrôle et la mise en place d'une système d'acquisition d'image mis au point par la société Hizkia.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	I
TABLE DES ILLUSTRATIONS	II
INTRODUCTION	1
1 PRESENTATION GENERALE	3
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 Recueil de paramètres.....	10
1.4.2 Moyen de contrôle.....	11
1.4.3 Conditions de contrôle.....	11
2 BILAN DE FONCTIONNEMENT	12
2.1 LE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT DE GOLFECH.....	12
2.2 LE FONCTIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE FRANCHISSEMENT DU BAZACLE.....	15
2.3 LE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT DE CARBONNE.....	17
3 CONDITIONS DE L’ENVIRONNEMENT	18
3.1 LE DEBIT DE LA GARONNE AU NIVEAU DES STATIONS DE CONTROLE.....	18
3.1.1 Le débit à Golfech.....	18
3.1.2 Le débit à Toulouse (Bazacle).....	20
3.1.3 Le débit à Carbonne.....	22
3.2 LA TEMPERATURE DE L’EAU DE LA GARONNE AU NIVEAU DES STATIONS DE CONTROLE.....	24
3.2.1 La température de l’eau à Golfech.....	24
3.2.2 La température de l’eau au Bazacle.....	25
3.2.3 La température de l’eau à Carbonne.....	26
4 BILAN DES PASSAGES DE POISSONS	28
4.1 BILAN GENERAL.....	28
4.2 ACTIVITE MIGRATRICE DES ESPECES AMPHIBIOTIQUES AU NIVEAU DE GOLFECH, DU BAZACLE ET DE CARBONNE ..	29
4.2.1 Migration de l’alose.....	32
4.2.2 Migration de l’anguille à Golfech.....	43
4.2.3 Migration de la lamproie.....	55
4.2.4 Migration des grands salmonidés.....	57
4.3 CALENDRIER DES MIGRATIONS A GOLFECH, AU BAZACLE ET A CARBONNE.....	72
4.4 LES ESPECES HOLOBIOTIQUES AU NIVEAU DE GOLFECH, DU BAZACLE ET DE CARBONNE.....	73
4.4.1 Le bilan des passages.....	73
CONCLUSION	82
BIBLIOGRAPHIE	84

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Situation géographique des stations de contrôle de montaison de la Garonne (Golfech, Bazacle et Carbone).....	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 Carbone	9
Figure 8 : Bilan de fonctionnement de l’ascenseur à poissons de Golfech en 2021.....	12
Figure 9 : Pourcentage d’arrêt et de fonctionnement de l’ascenseur à poissons de Golfech entre 1995 et 2021.....	13
Figure 10 : Pourcentage d’arrêt et de fonctionnement de l’ascenseur à poissons de Golfech entre 1995 et 2021 pendant la période de migration (15 février – 15 juillet).	14
Figure 11 : Bilan de fonctionnement des passes à poissons du Bazacle en 2021	15
Figure 12 : Pourcentage d’arrêt et de fonctionnement des passes à poissons du Bazacle entre 1993 et 2021.....	16
Figure 13 : Comparaison des débits moyens mensuels à Golfech en 2021 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2020 (m ³ /s).....	18
Figure 14 : Evolution hebdomadaire du débit de la Garonne en 2021 et comparaison avec la moyenne des 5 dernières années et du DOE (Débit d’objectif d’étiage à Lamagistère, 85 m ³ /s).....	19
Figure 15 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité de la Garonne à Golfech entre 1993 et 2021.....	19
Figure 16 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité hebdomadaires de la Garonne à Golfech entre 1993 et 2021 pendant la période de migration (semaine 9 à 30, mars – juillet)	20
Figure 17 : Comparaison des débits moyens mensuels au Bazacle en 2021 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2020 (m ³ /s).....	20
Figure 18 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité de la Garonne au Bazacle entre 1993 et 2021.....	21
Figure 19 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité hebdomadaires de la Garonne au Bazacle entre 1993 et 2021, pendant la période de migration (semaine 9 à 30, mars – juillet).....	21
Figure 20 : Comparaison des débits moyens mensuels à Carbone en 2021 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 2000 et 2020 (m ³ /s).....	22
Figure 21 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité de la Garonne à Carbone entre 1993 et 2021.....	22
Figure 22 : Evolution du coefficient d’hydraulicité moyen hebdomadaire de la Garonne en 2021 au niveau de Golfech, du Bazacle et de Carbone	23

Figure 23 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2021 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1993 et 2020.....	24
Figure 24 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2021 et de la température moyenne mensuelle enregistrée sur la période 1993 et 2020	24
Figure 25 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au Bazacle en 2021 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1994 et 2020.....	25
Figure 26 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au Bazacle en 2021 et de la température moyenne mensuelle enregistrées sur la période 1994 et 2020.....	25
Figure 27 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Carbone en 2021 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 2000 et 2020.....	26
Figure 28 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Carbone en 2021 et de la température moyenne mensuelle enregistrées sur la période 2000 et 2020.....	26
Figure 29 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au niveau de Golfech, du Bazacle (période 1993 – 2021) et de Carbone (2000 – 2021).....	27
Figure 30 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Golfech entre 1993 et 2021.....	29
Figure 31 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station du Bazacle entre 1993 et 2021	30
Figure 32 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Carbone entre 2000 et 2021 (pas de piégeage en 2021)	31
Figure 33 : Répartition mensuelle des aloses contrôlées à Golfech entre 1993 et 2021	32
Figure 34 : Evolution des passages journaliers d’aloses à Golfech en 2021 en fonction du débit et de la température.....	33
Figure 35 : Comparaison de la répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech entre 2021 et la moyenne observée sur la période 1993 - 2020 en fonction de classes de débit (pas de 50 m ³ /s)	34
Figure 36 : Comparaison de la répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech entre 2021 et la moyenne observée sur la période 1993 - 2020 en fonction de classes de température (pas de 2°C).....	34
Figure 37 : Bull d’alose (© Didier Taillefer/Sméag)	35
Figure 38 : Modèle statistique sur la répartition des pontes au cours de la nuit (CASSOU-LEINS, 1985)	35
Figure 39 : Localisation géographique des zones de frayères en aval de Golfech sur la Garonne.....	36
Figure 40 : Localisation des trois sites favorables à l’enregistrement des bulls.....	37
Figure 41 : Nombre de jours travaillés sur le projet de suivi de la reproduction de la grande alose sur la moyenne Garonne (MPALAG21) par le personnel de MIGADO en 2021.	37
Figure 42 : Nombre de nuits suivies sur les différentes frayères d’aloses	38
Figure 43 : Nombre de ¼ d’heure suivis sur l’ensemble des frayères de grande alose en 2021	38
Figure 44 : Comparaison de la répartition nocturne de l’activité de ponte de la grande alose en 2021 au niveau des frayères en aval de Golfech avec celle estimée par Cassou-Leins en 1980.....	39

Figure 45 : Frayères actives et nombre de géniteurs en 2021 sur le Lot (Aiguillon) et la Garonne	40
Figure 46 : Evolution des débits et de la température au cours de la saison en lien avec l’activité de reproduction	40
Figure 47 : Pourcentages d’attaques des bulls en fonction des frayères	41
Figure 48 : Evolution journalière des pourcentages d’attaques des bulls sur la frayère du canal de fuite (à droite) et sur les frayères plus en aval (à gauche) au cour de la saison.....	42
Figure 49 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin Garonne/Dordogne entre 1993 et 2021.....	42
Figure 50 : Relation entre le nombre d’aloses observées à Golfech et le nombre d’aloses observées au Bazacle entre 1993 et 2021	43
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).....	44
Figure 52 : Schéma de la rampe à anguilles définitive	45
Figure 53 : Photo du système de comptage vidéo Hizkia.	46
Figure 54 : Photo d’anguilles détectées par le système Hizkia à Golfech	46
Figure 55 : Efficacité du compteur automatique vidéo en 2021.....	47
Figure 56 : Comparaison des tailles d’anguilles estimées par le compteur et mesurées.....	48
Figure 57 : Une des nombreuses blennies qui a franchi la rampe à anguille de Golfech en 2021.....	49
Figure 58 : Franchissements d’anguilles à Golfech de 1993 à 2021	50
Figure 59 : Passages journaliers en fonction du débit et de la température de l’eau.....	51
Figure 60 : Pourcentages cumulés d’anguilles par semaine à Golfech en 2021.	51
Figure 61 : Fonctionnement du débit d’attrait de l’ascenseur à poissons en 2021.	52
Figure 62 : Pourcentage de passages horaires des anguilles à Golfech en 2020 et 2021. ...	53
Figure 63 : Répartition par classes de tailles des anguillettes à Golfech en 2021.....	54
Figure 64 : Répartition mensuelle des lamproies marines contrôlées à Golfech entre 1993 et 2021.....	55
Figure 65 : Evolution annuelle des passages de lamproies à Golfech depuis 1993. Comparaison avec Tuilières sur la Dordogne.....	55
Figure 66 : Evolution des passages annuels de grands salmonidés à Golfech entre 1993 et 2021.....	57
Figure 67 : Saumons observés à la vitre de contrôle de Golfech le 28/03 2021	57
Figure 68 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech entre 1993 et 2021	58
Figure 69 : Comparaison entre la répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech en 2021 et la moyenne des observations sur la période 1993-2002 et sur la période 2003 – 2020.....	58
Figure 70 : Evolution des passages journaliers de saumons à Golfech en 2021 en fonction du débit et de la température.	59
Figure 71 : Taille minimale, moyenne et maximale des saumons observés à Golfech entre 1993 et 2021.....	60

Figure 72 : Comparaison des histogrammes des classes de taille moyennes de saumons à Golfech entre 1993 – 2002, 2003-2020 et celles observées en 2021	60
Figure 73 : Répartition entre castillons et PHM selon différentes classes de tailles sur le bassin de l’Adour (MIGRADOUR, com pers).....	61
Figure 74 : Répartition des 1 hiver de mer (1 HM, castillons), 2HM et 3 HM (plusieurs hivers de mer) à Golfech entre 1993 et 2021.....	61
Figure 75 : Destination hebdomadaire des saumons contrôlés à Golfech en 2021.....	63
Figure 76 : Comparaison des passages horaires des saumons à Golfech entre la moyenne observée sur la période 2000-2020 et 2021	64
Figure 77 : Saumon (marqué avec un tag spaghetti) déversé sur l’Ariège en 2021	65
Figure 78 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés au Bazacle entre 1993 et 2021...	66
Figure 79 : Evolution du taux de transfert des saumons sur la Garonne entre Golfech et le Bazacle entre 1994 et 2021.	67
Figure 80 : Emetteur radio (ATS), (2) Tag prédation, (3) Pit tag Tiris.....	69
Figure 81 : Localisation des différents récepteurs télémétrie sur la Garonne en 2021	69
Figure 82 : Schéma synthétique du devenir des 24 saumons marqués à Golfech en 2021 et relâchés en aval de l’ascenseur à poissons	70
Figure 83 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Carbonne entre 2000 et 2021..	71
Figure 84 : Calendrier des migrations au niveau des 3 stations de contrôle en montaison de la Garonne.....	72
Figure 85 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière à Golfech entre 1993 et 2021.....	73
Figure 86 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière au Bazacle entre 1993 et 2021.....	73
Figure 87 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière à Carbonne entre 1993 et 2020 (pas de fonctionnement en 2021)	74
Figure 88 : Evolution des passages de silures à Golfech entre 1993 et 2021	75
Figure 89 : Saumon « effarouché » par un silure dans le canal de transfert de Golfech	75
Figure 90 : Schéma du canal de transfert de l’ascenseur à poissons de Golfech.	77
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.....	78
Figure 92 : Evolution hebdomadaire des passages de saumons et silures à Golfech en 2021	79
Figure 93 : Caractéristique des silures capturés lors des vidanges du canal de transfert en 2021.....	80
Figure 94 : Exemple de saisie des observations de silures au niveau des groupes de l’usine hydroélectrique de Golfech en 2021	80
Figure 95 : Evolution journalières (en %) du nombre de silures observés à l’aval de l’usine (Sil Groupe) et de ceux contrôlés au niveau de l’ascenseur à poissons (Sil ASP) en 2021 en fonction de la température de l’eau.	81

INTRODUCTION

Les contrôles des espèces tant amphibiotes 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.

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 Carbonne, 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 Carbonne, 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 Carbonne en 2021 ;
- 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 en 2021 ;

- 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 en 2021, opérations optimisées depuis 2020 pour permettre l’accès aux frayères du bassin au plus grand nombre de saumons.

Depuis 2019, 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)

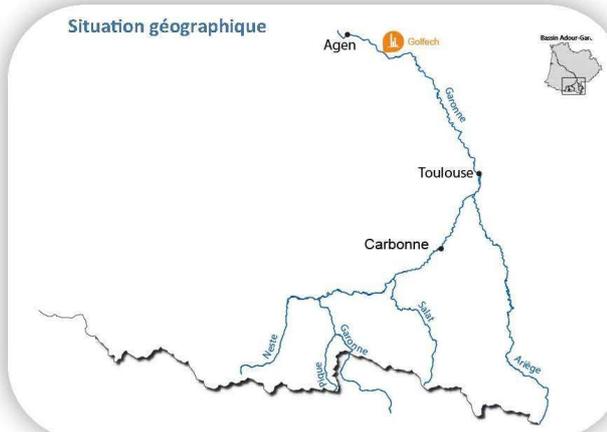
1.1 Site de Golfech

Station de Golfech Fiche descriptive

Caractéristiques de l'aménagement hydroélectrique

Nom du barrage : Malause
 Débit maximal turbinable (m^3/s) : 540
 Puissance maximale (KW) : 69000
 Type de turbine : 3 groupes bulbes
 Hauteur de chute (m) : 17
 Module (m^3/s) : 461
 Distance à la mer : 270 km

Situation géographique



Suivi biologique

Espèces migratrices contrôlées : Saumon, Lamproie marine, Alose, Anguille, Truite de mer
 Nombre d'espèces holobiotiques : 12
 Type de contrôle : vidéo SYSIPAP et piégeage
 Type de suivi : biométrie, prélèvement génétique, relevés paramètres du milieu, marquage, radiotélémetrie

Les dispositifs de franchissement

- Type de passe : ascenseur
 Débit d'attrait (m^3/s) : 3 à 8
 Date de mise en service : 1987
 Période de fonctionnement : 01 janvier au 31 décembre
 - Type de passe : passe à anguilles spécifique
 Date de mise en service : 2002
 Période de fonctionnement : 15 avril au 30 septembre

Schéma de la station

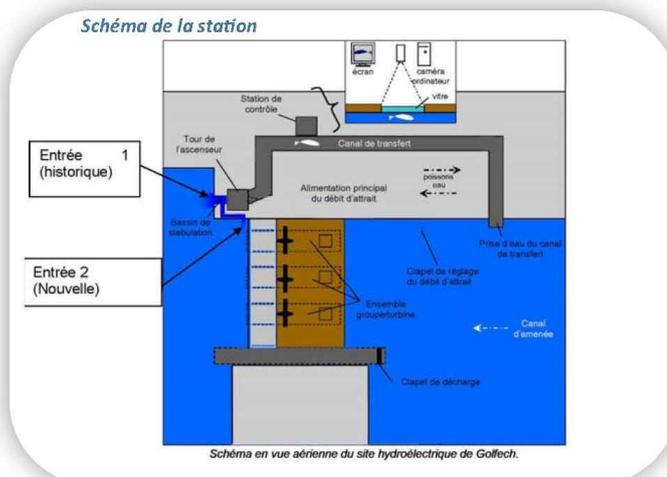


Figure 2 : Présentation synthétique du site de Golfech

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 m³/s et 20 m³/s suivant les périodes 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 m³/s. Le débit turbiné est restitué en Garonne par un canal de fuite de 2 Km de longueur (Figure 3).

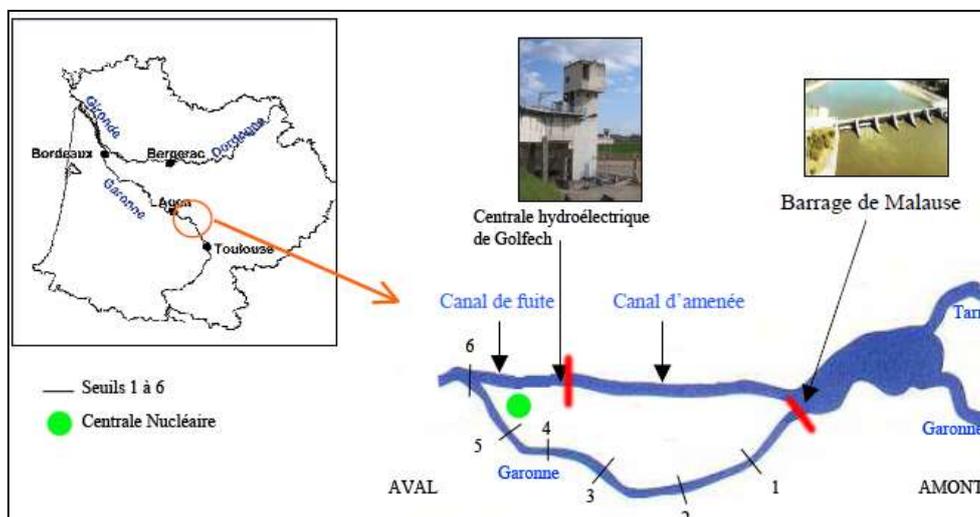


Figure 3 : Site de l'usine hydroélectrique EDF de Golfech

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 m³ et d'une partie haute (le canal de transfert) assurant le transit des poissons vers le canal d'amenée (Figures 3 et 4).

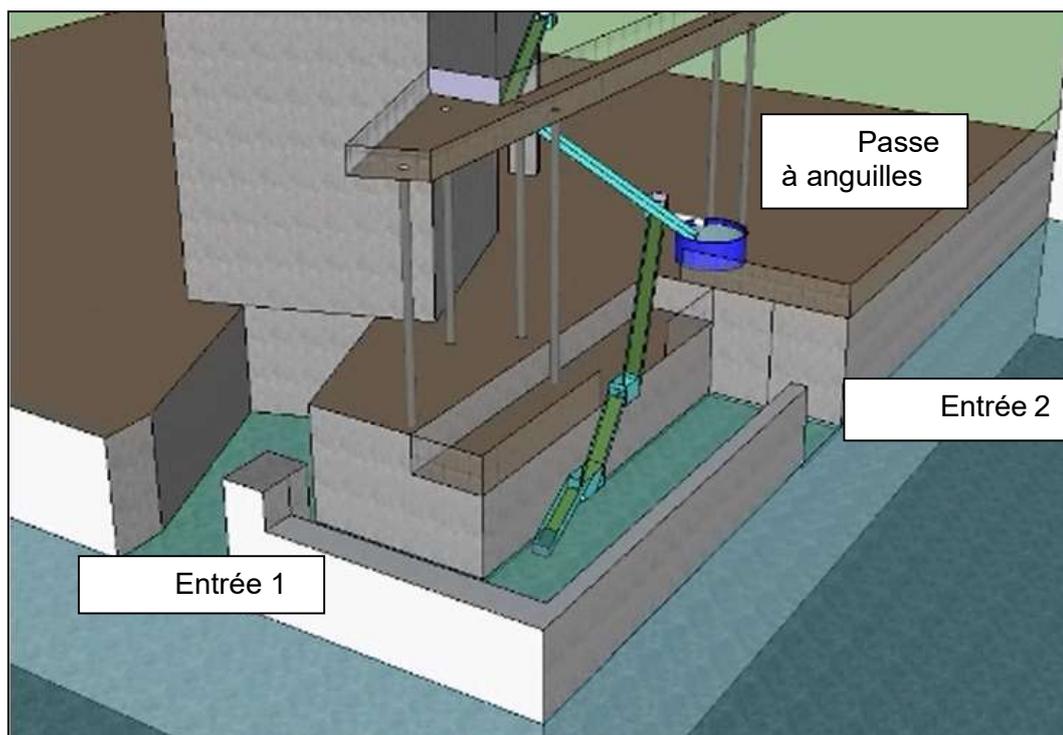


Figure 4 : Schéma présentant les deux entrées de l’ascenseur à poissons de Golfech et la passe à anguilles.

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 m³ 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 m³ 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

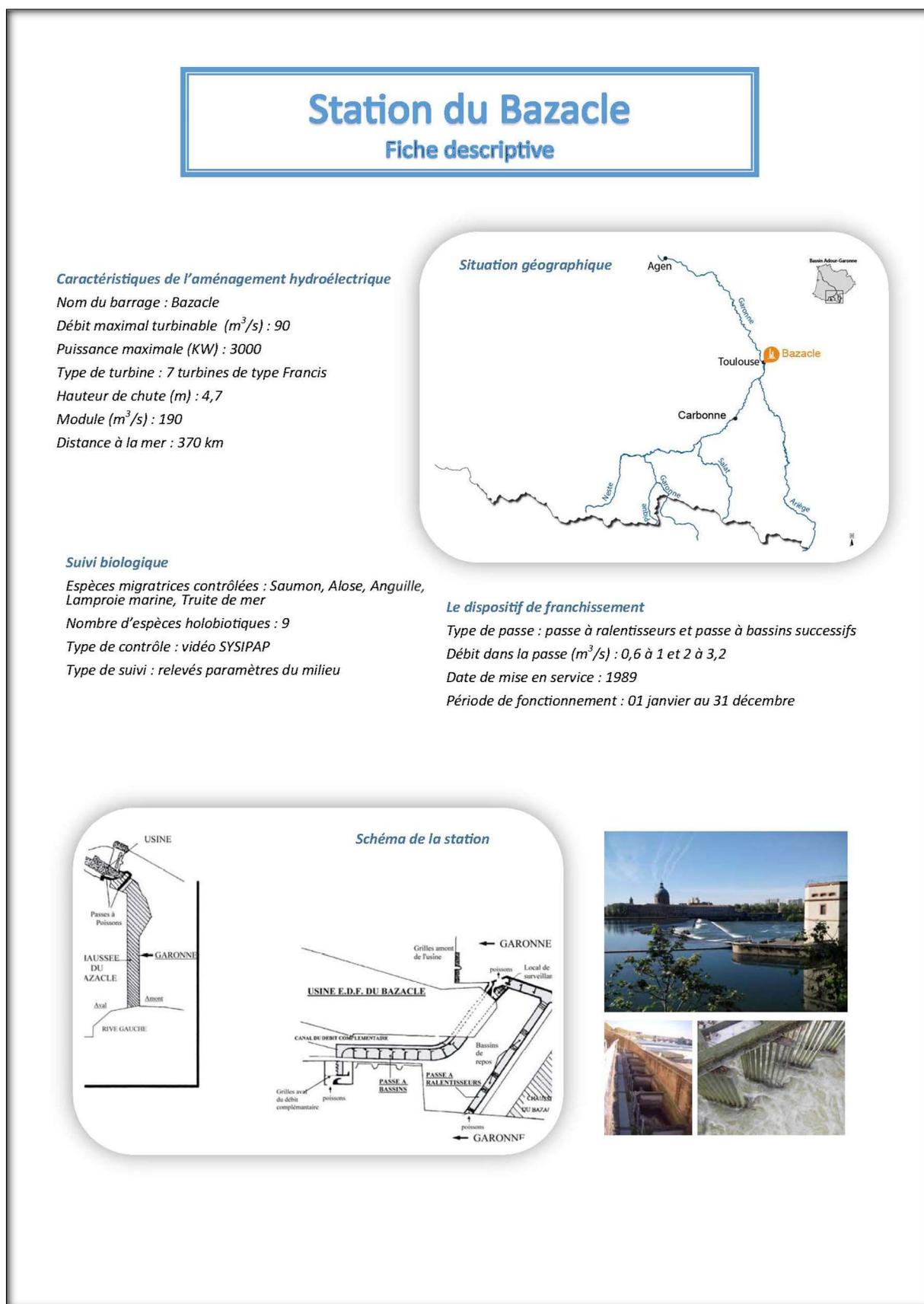


Figure 5 : Présentation synthétique du site du Bazacle

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 km², et le module au droit de l'ouvrage est de 187 m³/s.

En 1989, une passe à poissons à bassins successifs a été construite au niveau de la centrale hydroélectrique du Bazacle. 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 du 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

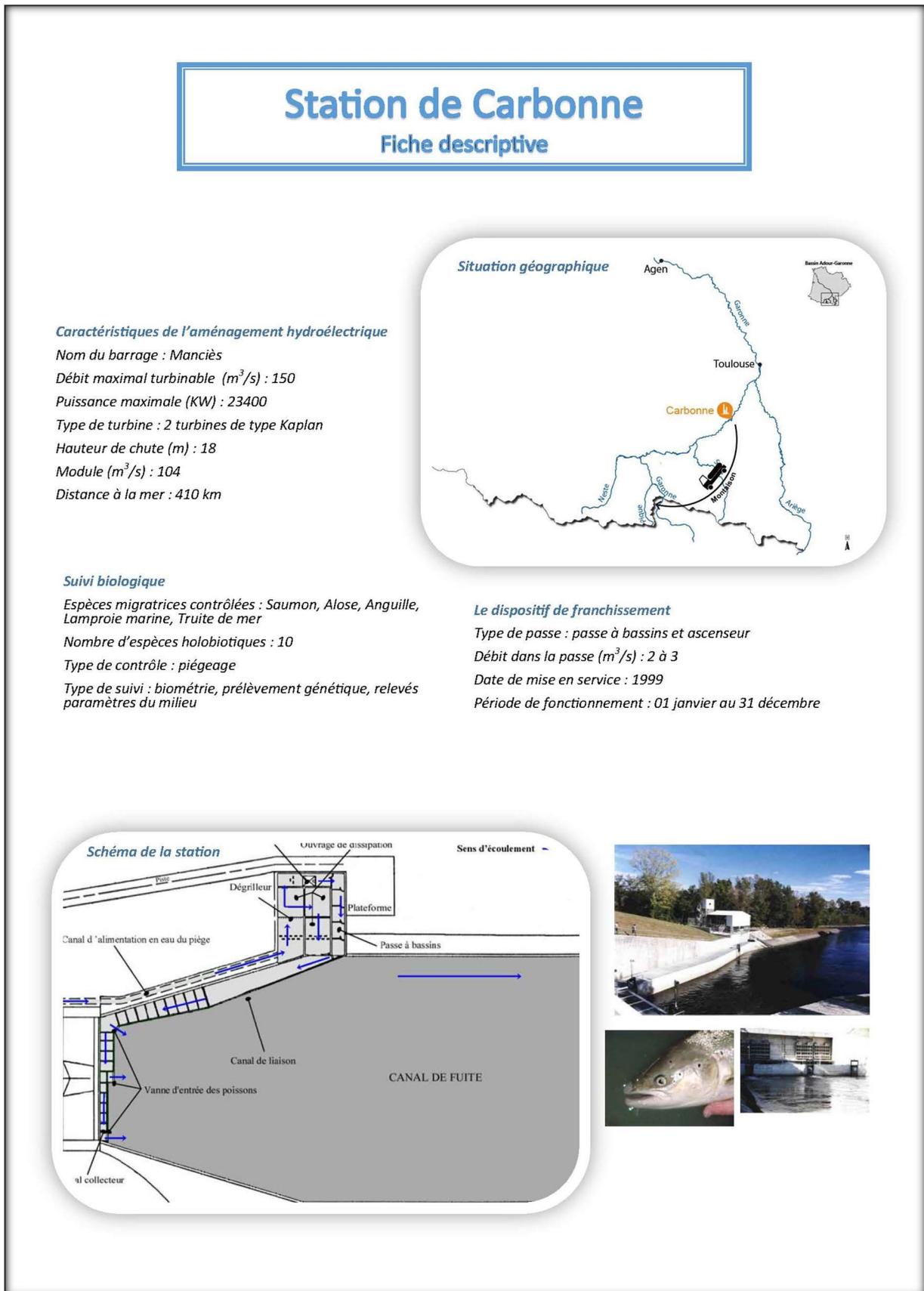


Figure 7 : Présentation synthétique du site de Carbone

L'aménagement hydroélectrique de Carbone est situé sur la Garonne à 410 km de l'océan pour un bassin versant d'environ 5250 km² 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 m³/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 (www.hydro.eaufrance.fr),

- 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 Carbone, 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).

2 BILAN DE FONCTIONNEMENT

2.1 Le fonctionnement du dispositif de franchissement de Golfech

ANNEE 2021	Durée totale	Durée de fonctionnement	Durée d'arrêt	Causes de arrêts				Observations
				Crue	Entretien	Volontaire	Panne	
Janvier	744h	196h00	548h00	198h00	350h00	00h00	00h00	
Février	696h	260h00	436h00	422h00	00h00	14h00	00h00	crue et défaut grille ASP
Mars	744h	744h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Avril	720h	720h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Mai	744h	744h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Juin	720h	720h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Juillet	744h	744h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Août	745h	745h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Septembre	746h	746h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Octobre	747h	728h00	19h00	00h00	00h00	00h00	19h00	défaut carte ASP
Novembre	748h	748h00	00h00	00h00	00h00	00h00	00h00	
Décembre	749h	571h00	178h00	178h00	00h00	00h00	00h00	
Total	8847h	7666h	1181h	798h00	350h00	14h00	19h00	
% Total		86.65%	13%	9.02%	3.96%	0.16%	0.21%	
% des arrêts				67.6%	29.6%	1.2%	1.6%	

Figure 8 : Bilan de fonctionnement de l'ascenseur à poissons de Golfech en 2021

Sur les 8 784 heures de fonctionnement théorique, l'ascenseur à poissons a fonctionné 7666 h, soit environ 87 % du temps. Excepté à la fin de l'entretien annuel en janvier, hors période de migration, la majorité des arrêts sont dus à des périodes de crues, très importantes en début d'année (janvier, février, 3900 m³/s le 2 février) et fin d'année (décembre, 2400 m³/s le 11 décembre). Ces arrêts sont situés en dehors de la période de forte migration.

Par ailleurs, entre le 30 juin et le 30 septembre, le débit réservé dans le TCC passe à 40 m³/s contre 23 m³/s les autres mois de l'année. Ce protocole entraîne des contraintes fortes d'exploitation de l'usine hydroélectrique lors des périodes d'étiage sévère, notamment lorsque le débit passe sous la barre des 80 m³/s. En effet, dans ces conditions, l'usine n'est plus en capacité de turbiner les 40 m³/s transitant par le canal d'amenée. Or, il est nécessaire pour EDF de faire transiter constamment à minima 10 m³/s dans le canal de fuite du fait des contraintes liées au pompage de l'eau pour la centrale nucléaire. Il avait été envisagé en 2020 de faire transiter ces 10 m³/s par le clapet délivrant le débit d'attrait de l'ascenseur à poissons ce qui 1) répondait aux exigences d'EDF mais 2) annihilait toute efficacité de l'ascenseur à poissons et de la passe à anguilles (nombreuses turbulences) en détériorant potentiellement les installations du système de franchissement. Après plusieurs tests, il a été décidé de faire transiter ce débit par le clapet de déchargement situé en rive droite de l'usine hydroélectrique.

En 2021, cette situation (Q<80 m³/s) a été observée 1 fois au mois de juillet (le 27/07) et 15 fois au mois d'août et, pendant ces périodes, entre 3 et 25 m³/s ont été délivrés par le clapet tout en permettant aux installations de franchissement de fonctionner. L'ensemble des données de la répartition des débits par les groupes, le clapet rive droite et le barrage de Malause est envoyé régulièrement à MIGADO par le GU de l'usine hydro-électrique de Golfech.

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbone en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

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 inéluctables 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 m³/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%	0.0%
2019	65.6%	2.7%	30.8%	0.0%	0.9%
2020	57.0%	5.0%	25.0%	13.0%	0.0%
2021	86.5%	9.3%	4.0%	0.0%	0.2%
MOY	75.1%	8.6%	10.3%	4.7%	1.3%
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 2021

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbonne en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

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%
2020	80.0%	12.0%	0.0%	8.0%	0.0%
2021	99.1%	0.7%	0.0%	0.2%	0.0%
MOY	77.2%	9.1%	7.7%	4.5%	1.3%
MIN	41.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
MAX	99.1%	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 2021 pendant la période de migration (15 février – 15 juillet).

La Figure 10 montre que pendant la période de migration, les systèmes de franchissement ont fonctionné pendant près de 99 % du temps avec quasiment aucune panne ou autre intervention sur l’ascenseur à poissons. 2021 s’inscrit comme la meilleure année en termes de disponibilité de cet ouvrage de franchissement depuis 1993.

2.2 Le fonctionnement des dispositifs de franchissement du Bazacle

ANNEE 2021	Durée totale	Durée de fonctionnement	Durée d'arrêt	Cause des arrêts				Observations
				Crue	Entretien	Volontaire	Panne	
Janvier	744h00	418h00	326h00	0h00	326h00	0h00	0h00	entretien annuel
Février	696h00	514h00	182h00	0h00	182h00	0h00	0h00	entretien annuel
Mars	744h00	744h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Avril	720h00	720h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Mai	744h00	744h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Juin	720h00	720h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Juillet	744h00	744h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Août	744h00	744h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Septembre	720h00	720h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Octobre	744h00	744h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Novembre	720h00	720h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	
Décembre	744h00	650h00	94h00	94h00	0h00	0h00	0h00	
TOTAL	8784h00	8182h00	602h00	94h00	508h00	0h00	0h00	
% Total		93%	7%	1%	6%	0%	0%	
% des arrêts				16%	84%	0%	0%	

Figure 11 : Bilan de fonctionnement des passes à poissons du Bazacle en 2021

La passe à poissons du Bazacle a fonctionné 93 % du temps en 2021, avec une période d'entretien en début d'année perturbée par la crue de la Garonne et qui s'est prolongée jusqu'au 17 février. La migration des poissons n'a pas été perturbée par cette indisponibilité.

Années	Fonctionnement	Crue	Entretien	Arrêt volontaire	Panne
1993	92.42%	6.55%	0.55%	0.19%	0.02%
1994	97.22%	1.23%	0.00%	0.57%	0.70%
1995	91.41%	7.25%	0.00%	0.70%	0.37%
1996	88.03%	11.39%	0.00%	0.08%	0.77%
1997	96.96%	0.85%	0.00%	0.38%	1.54%
1998	93.93%	4.44%	0.00%	0.55%	0.81%
1999	92.28%	7.13%	0.00%	0.28%	0.03%
2000	93.65%	6.37%	0.00%	0.25%	0.00%
2001	86.73%	5.23%	0.00%	0.13%	7.64%
2002	83.35%	9.36%	1.13%	1.09%	4.78%
2003	90.08%	5.95%	3.15%	0.54%	0.00%
2004	92.29%	5.08%	2.63%	0.28%	0.00%
2005	96.29%	1.69%	0.89%	0.51%	0.07%
2006	95.29%	0.37%	3.47%	0.22%	0.38%
2007	93.58%	2.89%	2.76%	0.46%	0.03%
2008	95.14%	3.08%	0.88%	1.13%	0.05%
2009	90.06%	8.06%	1.14%	0.46%	0.00%
2010	93.27%	4.91%	0.97%	0.31%	0.28%
2011	93.14%	2.58%	3.16%	0.83%	0.02%
2012	87.57%	2.43%	4.39%	0.53%	5.36%
2013	77.20%	20.39%	2.08%	0.05%	0.00%
2014	90.96%	5.89%	2.78%	0.10%	0.00%
2015	89.77%	7.53%	2.22%	0.22%	0.00%
2016	95.47%	1.53%	2.92%	0.11%	0.24%
2017	96.53%	0.17%	2.79%	0.14%	0.09%
2018	79.19%	16.00%	4.17%	0.32%	0.05%
2019	89.90%	6.22%	3.88%	0.00%	0.00%
2020	89.74%	5.86%	4.41%	0.00%	0.00%
2021	93.15%	1.07%	5.78%	0.00%	0.00%
MOY	91.19%	5.57%	1.94%	0.36%	0.80%
MIN	77.20%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%
MAX	97.22%	20.39%	5.78%	1.13%	7.64%

Figure 12 : Pourcentage d’arrêt et de fonctionnement des passes à poissons du Bazacle entre 1993 et 2021

La Figure12 montre que le fonctionnement de 2021 est dans la moyenne des années précédentes. Si on ne considère que la période de migration, les passes ont fonctionné 93 % du temps.

2.3 Le fonctionnement du dispositif de franchissement de Carbone

La station de piégeage n’a pas fonctionné en 2021 du fait de l’installation d’une turbine au niveau du débit d’attrait du système de franchissement, ces travaux devaient être terminés en avril 2021 mais ont été retardés du fait d’un problème de conception observé lors des essais de mise en service. En accord avec EDF, il a été envisagé, dans un premier temps, de trouver une solution alternative temporaire en imaginant, par exemple, de refaire fonctionner le piège situé sur la passe à poissons du Ramier (Toulouse) et de transporter les éventuels individus capturés sur l’Ariège. Au-delà des gros investissements à effectuer pour remettre en état ce piège et compte tenu des faibles passages de saumons observés au Bazacle (3, Cf. chapitre dédié), il a été décidé conjointement de ne pas pallier ce dysfonctionnement et d’attribuer les hommes jours prévus de MIGADO sur le site de Carbone aux autres missions de l’association, notamment le piégeage intensif à Golfech et d’augmenter les suivis par radiopistage des saumons marqués à Golfech transitant sur la Garonne.

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 2021 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

QM mensuels	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOYENNE
1993	270	201	196	607	628	279	151	85	249	364	380	728	345
1994	974	1156	506	998	738	354	127	63	230	359	643	225	531
1995	614	829	718	340	360	227	113	70	197	152	217	654	374
1996	1070	937	631	464	568	263	144	113	129	350	614	1485	564
1997	769	455	243	155	220	137	115	154	121	110	207	491	265
1998	522	229	256	484	492	199	89	88	121	237	259	342	276
1999	559	557	452	443	990	277	110	122	123	207	477	531	404
2000	333	597	358	547	427	652	167	101	118	250	318	364	353
2001	553	505	586	575	615	248	214	85	89	131	143	119	322
2002	130	255	301	288	409	472	188	154	165	250	510	727	321
2003	632	947	641	387	351	228	66	55	117	126	310	691	379
2004	1349	572	539	712	924	332	119	91	92	116	178	251	440
2005	342	346	305	420	456	212	81	87	144	161	261	244	255
2006	331	466	707	349	228	86	62	60	162	227	148	168	250
2007	149	371	396	458	540	431	118	91	78	123	120	214	257
2008	487	241	303	708	508	535	172	84	84	90	381	509	342
2009	723	674	360	835	766	294	106	80	78	114	259	221	376
2010	476	472	358	347	591	410	160	90	85	153	307	301	313
2011	242	265	552	312	179	206	165	105	86	83	395	260	238
2012	371	241	211	396	658	281	104	74	70	170	179	335	257
2013	694	898	636	752	803	949	313	130	117	133	631	348	534
2014	928	829	749	569	456	351	246	197	135	146	256	512	448
2015	346	693	789	644	439	256	95	124	129	116	208	150	333
2016	323	607	509	439	421	400	149	87	93	127	249	188	299
2017	235	595	574	319	296	185	107	77	91	94	155	256	249
2018	1006	856	649	747	845	775	287	117	98	190	317	289	515
2019	288	635	241	284	345	227	98	93	82	189	523	1053	338
2020	454	354	680	381	593	348	109	82	112	280	209	602	350
2021	771	1121	323	201	279	184	138	97	127	121	204	634	350
MOYENNE 1993 - 2020	545	571	473	503	528	343	143	99	122	177	320	432	355

Figure 13 : Comparaison des débits moyens mensuels à Golfech en 2021 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2020 (m³/s).

Au niveau de Golfech (débits issus de la station de Lamagistère), les débits de la Garonne en 2021 sont extrêmement faibles, entre 40 à 60 % inférieurs à la moyenne 1993-2020 pendant toute la période de migration (mars – mi-juillet) après avoir été très importants en janvier et février.

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbone en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

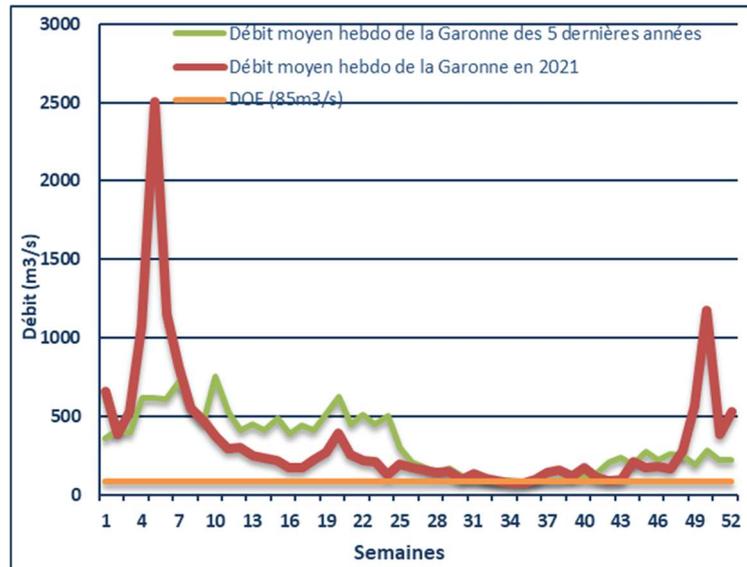


Figure 14 : Evolution hebdomadaire du débit de la Garonne en 2021 et comparaison avec la moyenne des 5 dernières années et du DOE (Débit d’objectif d’étiage à Lamagistère, 85 m³/s)

Coef_hydrau	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Coef_an
1993	0.50	0.35	0.41	1.21	1.19	0.81	1.05	0.86	2.05	2.06	1.19	1.69	0.97
1994	1.79	2.02	1.07	1.98	1.40	1.03	0.88	0.64	1.89	2.03	2.01	0.52	1.49
1995	1.13	1.45	1.52	0.68	0.68	0.66	0.79	0.70	1.62	0.86	0.68	1.51	1.05
1996	1.96	1.64	1.34	0.92	1.08	0.77	1.01	1.14	1.06	1.98	1.92	3.44	1.59
1997	1.41	0.80	0.51	0.31	0.42	0.40	0.80	1.55	0.99	0.62	0.65	1.14	0.75
1998	0.96	0.40	0.54	0.96	0.93	0.58	0.62	0.89	1.00	1.34	0.81	0.79	0.78
1999	1.03	0.97	0.96	0.88	1.88	0.81	0.77	1.23	1.01	1.17	1.49	1.23	1.14
2000	0.61	1.04	0.76	1.09	0.81	1.90	1.17	1.02	0.97	1.42	0.99	0.84	0.99
2001	1.01	0.88	1.24	1.14	1.16	0.72	1.50	0.86	0.73	0.74	0.45	0.27	0.91
2002	0.24	0.45	0.64	0.57	0.77	1.37	1.31	1.55	1.36	1.41	1.59	1.68	0.90
2003	1.16	1.66	1.36	0.77	0.66	0.67	0.46	0.55	0.96	0.72	0.97	1.60	1.07
2004	2.47	1.00	1.14	1.41	1.75	0.97	0.83	0.92	0.75	0.66	0.56	0.58	1.24
2005	0.63	0.61	0.65	0.84	0.86	0.62	0.57	0.88	1.19	0.91	0.82	0.57	0.72
2006	0.61	0.82	1.49	0.69	0.43	0.25	0.44	0.61	1.33	1.28	0.46	0.39	0.70
2007	0.27	0.65	0.84	0.91	1.02	1.26	0.83	0.91	0.64	0.70	0.38	0.49	0.72
2008	0.89	0.42	0.64	1.41	0.96	1.56	1.20	0.85	0.69	0.51	1.19	1.18	0.96
2009	1.33	1.18	0.76	1.66	1.45	0.86	0.74	0.81	0.64	0.64	0.81	0.51	1.06
2010	0.87	0.83	0.76	0.69	1.12	1.19	1.12	0.91	0.70	0.87	0.96	0.70	0.88
2011	0.44	0.46	1.17	0.62	0.34	0.60	1.15	1.06	0.71	0.47	1.23	0.60	0.67
2012	0.68	0.42	0.45	0.79	1.25	0.82	0.73	0.75	0.57	0.96	0.56	0.78	0.72
2013	1.27	1.57	1.35	1.50	1.52	2.77	2.18	1.31	0.96	0.75	1.97	0.81	1.50
2014	1.70	1.45	1.58	1.13	0.86	1.02	1.72	1.98	1.11	0.83	0.80	1.18	1.26
2015	0.63	1.21	1.67	1.28	0.83	0.75	0.67	1.25	1.06	0.65	0.65	0.35	0.94
2016	0.59	1.06	1.08	0.87	0.80	1.16	1.04	0.88	0.77	0.72	0.78	0.44	0.84
2017	0.43	1.04	1.21	0.63	0.56	0.54	0.75	0.78	0.75	0.53	0.49	0.59	0.70
2018	1.85	1.50	1.37	1.48	1.60	2.26	2.00	1.18	0.81	1.07	0.99	0.67	1.45
2019	0.53	1.11	0.51	0.56	0.65	0.66	0.68	0.93	0.68	1.07	1.63	2.44	0.95
2020	0.83	0.62	1.44	0.76	1.12	1.01	0.76	0.82	0.92	1.58	0.65	1.39	0.99
2021	1.42	1.96	0.68	0.40	0.53	0.54	0.96	0.98	1.04	0.68	0.64	1.47	0.99

Figure 15 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité de la Garonne à Golfech entre 1993 et 2021.

La Figure 15 montre, avec un code couleur, les coefficients d’hydraulicité enregistrés à Golfech sur la période 1993 – 2021 : 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 2021 s’inscrit dans une année particulièrement contrastée au niveau de Golfech avec des débits très faibles entre mars et juin et entre octobre et novembre et des débits soutenus lors des mois de janvier,

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbonne en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l'ouvrage de Golfech

février et décembre. Seule une légère augmentation des débits est observée entre le 10 et le 18 mai (maximum de 453 m³/s, soit le module au niveau de Golfech).

La Figure 16 reprend, selon le même principe, les coefficients d'hydraulicité mais au pas de temps hebdomadaire, pendant la période de migration, c'est-à-dire entre les semaines 9 et 30 (mars – juillet).

Coef_hydrau	fev mars			mars				avril				avril mai				mai juin				juin				juillet			
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
1993	0.37	0.40	0.34	0.45	0.47	0.61	0.76	1.17	1.93	1.63	1.05	1.06	1.17	0.88	0.70	0.70	1.05	1.01	1.08	1.25	0.82	1.01					
1994	1.38	1.15	1.00	0.98	0.82	1.75	2.97	1.71	1.72	1.24	1.26	1.91	1.28	1.04	1.01	0.70	0.86	1.94	1.19	0.84	0.67	0.59					
1995	2.93	2.24	1.24	1.17	0.89	0.73	0.59	0.55	0.78	0.56	0.61	0.81	0.72	0.69	0.61	0.60	0.70	0.78	0.93	0.90	0.71	0.55					
1996	1.97	0.99	1.42	1.42	1.38	1.15	0.75	0.90	0.79	0.96	1.37	1.14	0.94	0.80	0.89	0.54	0.74	0.83	0.82	1.21	0.76	1.15					
1997	0.58	0.50	0.48	0.56	0.46	0.37	0.31	0.25	0.24	0.38	0.45	0.48	0.40	0.36	0.38	0.29	0.48	0.57	0.84	0.91	0.69	0.74					
1998	0.32	0.37	0.78	0.66	0.52	0.54	1.28	1.29	1.54	0.89	0.80	0.56	0.58	0.67	0.55	0.48	0.55	0.69	0.60	0.48	0.64	0.64					
1999	0.94	1.10	0.86	0.81	0.96	0.68	0.65	1.02	1.04	1.61	1.83	1.87	2.36	1.15	0.96	0.66	0.61	0.74	0.69	0.71	0.75	0.77					
2000	0.89	0.66	0.59	0.63	1.01	0.98	0.81	1.14	1.31	0.85	0.88	0.81	0.64	0.73	0.83	4.14	1.49	1.17	1.10	1.07	1.39	1.09					
2001	0.64	0.97	1.72	1.32	1.29	1.12	1.75	0.96	0.78	1.25	1.22	1.13	1.05	0.75	0.63	0.78	0.74	0.74	1.46	1.46	1.88	1.31					
2002	0.71	0.72	0.60	0.69	0.44	0.58	0.79	0.55	0.44	0.45	1.01	0.80	0.80	0.68	2.28	1.29	0.96	0.90	0.73	1.17	2.37	1.13					
2003	1.53	1.87	1.14	1.06	0.84	0.88	0.76	0.75	0.70	0.60	0.69	0.54	0.61	0.88	0.81	0.55	0.62	0.56	0.46	0.47	0.41	0.45					
2004	0.73	0.81	1.67	1.39	1.13	1.46	0.88	1.05	1.78	2.52	1.92	1.46	1.34	1.04	0.99	0.87	0.92	1.01	0.98	0.86	0.73	0.66					
2005	0.51	0.41	0.54	0.99	0.81	0.64	0.71	0.94	0.96	0.81	0.65	1.10	0.90	0.69	0.61	0.57	0.63	0.72	0.58	0.63	0.46	0.49					
2006	0.56	1.59	2.25	1.33	1.23	0.97	0.72	0.61	0.48	0.37	0.53	0.49	0.37	0.47	0.34	0.44	0.33	0.42	0.35	0.40	0.48	0.51					
2007	1.10	0.84	0.67	0.84	0.83	0.91	0.79	1.31	0.71	0.85	0.91	0.85	1.14	1.42	1.51	1.14	1.07	0.97	0.93	0.94	0.64	0.75					
2008	0.31	0.30	0.56	0.73	1.41	1.22	1.15	1.75	1.43	0.78	0.73	0.74	0.87	2.06	1.58	1.55	1.40	1.43	1.36	1.39	1.03	0.90					
2009	0.68	0.79	0.75	0.83	0.67	0.68	1.66	1.89	2.12	1.88	1.42	1.40	1.33	0.92	0.98	0.75	0.86	0.79	0.83	0.70	0.73	0.61					
2010	0.77	0.72	0.61	0.79	0.89	0.93	0.74	0.54	0.56	0.96	1.44	1.20	0.84	0.79	0.82	1.20	1.82	1.42	1.25	1.11	0.76	1.30					
2011	0.76	0.51	1.92	1.64	0.90	0.91	0.68	0.46	0.44	0.35	0.40	0.32	0.29	0.38	0.76	0.48	0.59	0.59	0.48	0.84	1.03	2.50					
2012	0.41	0.39	0.36	0.60	0.46	0.45	0.54	0.83	1.10	1.16	0.92	0.76	2.25	1.07	0.92	0.73	0.80	0.65	0.94	0.72	0.52	0.63					
2013	0.81	1.28	1.18	1.52	1.94	2.18	1.54	1.37	0.90	1.23	1.17	1.39	1.75	3.30	2.26	1.96	3.53	2.38	2.41	2.09	2.01	2.05					
2014	1.64	1.99	1.12	1.22	1.40	1.58	1.19	0.93	0.90	0.89	0.85	0.68	0.86	1.05	0.97	0.81	0.85	1.73	1.71	1.95	1.36	1.61					
2015	3.13	1.76	1.20	1.32	1.42	1.35	0.85	1.28	1.45	1.17	0.85	0.75	0.65	0.54	0.61	0.85	1.00	0.65	0.64	0.51	0.66	0.81					
2016	1.04	1.16	1.08	1.15	0.82	1.05	0.94	0.84	0.72	0.44	0.83	0.94	0.81	1.36	1.21	0.85	1.15	1.04	1.02	1.19	0.80	1.15					
2017	0.59	1.77	1.07	0.97	1.26	1.00	0.64	0.52	0.40	0.42	0.59	0.60	0.56	0.62	0.70	0.38	0.36	0.69	0.83	0.68	0.66	0.76					
2018	1.17	1.20	1.30	1.38	1.74	1.30	2.29	1.39	1.02	1.12	1.53	1.95	1.48	1.95	2.11	2.89	1.98	1.73	1.71	1.41	3.21	1.86					
2019	0.53	0.48	0.52	0.58	0.43	0.51	0.59	0.57	0.58	0.46	0.49	0.52	0.99	0.85	0.72	0.55	0.69	0.62	0.60	0.67	0.56	0.91					
2020	1.07	2.30	1.28	1.08	0.75	0.61	0.50	0.71	1.07	0.78	1.26	1.81	0.81	0.55	0.85	1.37	1.03	1.03	0.87	0.70	0.60	0.76					
2021	0.86	0.69	0.59	0.77	0.56	0.51	0.45	0.34	0.29	0.35	0.49	0.74	0.54	0.46	0.51	0.31	0.70	0.86	0.92	0.97	1.05	0.85					

Figure 16 : Comparaison des coefficients d'hydraulicité hebdomadaires de la Garonne à Golfech entre 1993 et 2021 pendant la période de migration (semaine 9 à 30, mars – juillet)

La Figure 16 montre l'absence de coups d'eau pendant toute la période de migration avec des débits compris entre 30 et 70 % des valeurs observées sur la chronique 1993 - 2020.

3.1.2 Le débit à Toulouse (Bazacle)

QM mensuels	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOYENNE
1993	128	95	117	253	260	150	85	55	174	210	184	218	161
1994	284	383	274	462	391	232	105	53	71	84	131	90	213
1995	312	244	291	192	263	199	105	57	97	84	75	210	177
1996	191	261	239	290	337	215	128	89	77	122	242	448	220
1997	250	171	132	116	144	118	94	104	67	59	77	148	123
1998	143	90	155	206	260	154	59	70	87	175	158	209	147
1999	202	208	191	235	394	179	91	73	66	67	101	182	166
2000	111	242	136	203	228	414	115	87	64	95	94	103	158
2001	207	230	250	274	291	158	121	56	51	50	65	53	150
2002	62	113	169	183	329	294	155	128	103	118	217	270	178
2003	247	340	322	258	279	182	65	40	84	79	83	159	178
2004	449	182	192	293	393	243	101	52	50	55	86	126	185
2005	169	159	229	320	364	178	72	66	83	81	95	104	160
2006	103	104	250	176	159	70	51	42	75	75	67	63	103
2007	41	70	153	333	356	224	70	64	45	67	52	98	131
2008	142	78	140	272	236	305	131	62	58	53	156	165	150
2009	220	240	184	349	495	209	85	63	49	54	132	105	182
2010	158	143	152	176	391	273	120	69	55	78	142	114	156
2011	81	120	209	206	133	167	130	81	60	50	162	112	126
2012	132	108	135	225	297	157	67	49	44	88	80	151	128
2013	306	380	293	373	438	573	234	87	68	62	389	187	283
2014	392	305	332	351	328	295	163	115	57	54	50	163	217
2015	124	329	384	331	270	190	77	78	68	65	133	94	179
2016	123	224	217	232	216	155	92	56	48	50	90	55	130
2017	87	150	180	151	160	137	67	52	55	55	81	135	109
2018	276	426	263	353	503	435	185	78	65	66	69	81	233
2019	107	222	107	133	215	154	67	62	53	79	170	344	143
2020	251	103	246	239	294	179	76	55	68	165	102	212	157
2021	156	310	135	116	146	101	55	57	56	56	68	251	134
MOYENNE 1993 - 2020	186	204	212	257	301	223	104	69	69	84	124	157	166

Figure 17 : Comparaison des débits moyens mensuels au Bazacle en 2021 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2020 (m³/s)

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbonne en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

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	Coef_an
1993	0.69	0.47	0.55	0.99	0.86	0.67	0.82	0.79	2.51	2.52	1.48	1.39	0.97
1994	1.53	1.87	1.29	1.80	1.30	1.04	1.01	0.77	1.03	1.00	1.05	0.57	1.29
1995	1.68	1.19	1.37	0.75	0.87	0.89	1.01	0.82	1.40	1.00	0.60	1.34	1.07
1996	1.03	1.28	1.13	1.13	1.12	0.96	1.24	1.28	1.10	1.46	1.94	2.85	1.33
1997	1.35	0.84	0.62	0.45	0.48	0.53	0.91	1.50	0.97	0.70	0.62	0.94	0.74
1998	0.77	0.44	0.73	0.80	0.86	0.69	0.57	1.02	1.25	2.09	1.27	1.33	0.89
1999	1.09	1.02	0.90	0.92	1.31	0.81	0.87	1.06	0.95	0.80	0.81	1.16	1.00
2000	0.60	1.19	0.64	0.79	0.76	1.86	1.11	1.26	0.93	1.14	0.75	0.66	0.95
2001	1.12	1.12	1.18	1.07	0.97	0.71	1.16	0.80	0.74	0.60	0.52	0.34	0.91
2002	0.33	0.55	0.80	0.71	1.09	1.32	1.49	1.84	1.48	1.42	1.75	1.72	1.08
2003	1.33	1.66	1.52	1.00	0.93	0.82	0.62	0.58	1.22	0.95	0.67	1.01	1.07
2004	2.42	0.89	0.90	1.14	1.31	1.09	0.97	0.75	0.71	0.65	0.69	0.80	1.12
2005	0.91	0.78	1.08	1.25	1.21	0.80	0.69	0.95	1.19	0.97	0.76	0.66	0.96
2006	0.56	0.51	1.18	0.69	0.53	0.31	0.49	0.61	1.09	0.90	0.54	0.40	0.62
2007	0.22	0.34	0.72	1.30	1.18	1.01	0.68	0.93	0.65	0.81	0.42	0.62	0.79
2008	0.76	0.38	0.66	1.06	0.78	1.37	1.26	0.90	0.83	0.63	1.25	1.05	0.90
2009	1.18	1.18	0.87	1.36	1.65	0.94	0.82	0.90	0.71	0.65	1.06	0.67	1.10
2010	0.85	0.70	0.72	0.69	1.30	1.23	1.15	0.99	0.79	0.93	1.14	0.73	0.94
2011	0.44	0.59	0.98	0.80	0.44	0.75	1.25	1.16	0.86	0.59	1.30	0.71	0.76
2012	0.71	0.53	0.64	0.88	0.99	0.71	0.65	0.70	0.63	1.05	0.64	0.96	0.77
2013	1.65	1.86	1.38	1.46	1.45	2.57	2.25	1.25	0.97	0.75	3.13	1.19	1.70
2014	2.11	1.49	1.56	1.37	1.09	1.32	1.56	1.65	0.82	0.65	0.40	1.04	1.31
2015	0.67	1.61	1.81	1.29	0.90	0.85	0.74	1.12	0.97	0.78	1.07	0.60	1.08
2016	0.66	1.10	1.02	0.90	0.72	0.69	0.88	0.81	0.70	0.60	0.73	0.35	0.78
2017	0.47	0.73	0.85	0.59	0.53	0.62	0.64	0.75	0.79	0.65	0.65	0.86	0.66
2018	1.49	2.09	1.24	1.38	1.67	1.95	1.78	1.13	0.93	0.78	0.56	0.51	1.41
2019	0.58	1.09	0.50	0.52	0.72	0.69	0.64	0.90	0.76	0.95	1.37	2.19	0.86
2020	0.81	0.50	1.16	0.93	0.98	0.80	0.73	0.79	0.98	1.98	0.82	1.35	0.95
2021	1.38	1.52	0.63	0.45	0.49	0.45	0.53	0.82	0.81	0.67	0.55	1.60	0.81

Figure 18 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité de la Garonne au Bazacle entre 1993 et 2021.

Coef_hydrau	fév			mars			avril			mai			juin			juillet		
	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1993	0.51	0.52	0.50	0.64	0.56	0.89	0.97	1.25	0.90	0.94	0.73	0.87	0.95	0.81	0.69	0.54	0.73	0.78
1994	1.56	1.35	1.22	1.19	1.11	2.11	2.47	1.37	1.47	1.62	1.30	1.15	1.35	1.21	1.11	0.71	0.94	1.49
1995	1.63	2.03	1.33	1.12	0.90	0.83	0.79	0.67	0.72	0.68	0.80	0.98	0.95	1.04	0.88	0.75	0.80	1.01
1996	1.20	0.80	1.10	1.16	1.50	1.26	0.94	1.17	0.99	1.23	1.35	1.16	0.95	1.05	1.05	0.76	0.95	1.18
1997	0.57	0.62	0.63	0.68	0.55	0.51	0.45	0.40	0.39	0.58	0.46	0.50	0.42	0.50	0.54	0.42	0.52	0.76
1998	0.44	0.54	1.07	0.84	0.71	0.72	0.60	0.66	1.10	1.14	0.81	0.89	0.70	0.70	0.76	0.62	0.67	0.75
1999	0.99	0.94	0.93	0.87	0.80	0.83	0.79	0.95	1.06	1.21	1.24	1.51	1.36	1.08	0.91	0.69	0.69	0.78
2000	0.69	0.58	0.60	0.60	0.80	0.62	0.71	0.73	1.06	0.68	0.77	0.78	0.74	0.78	1.05	3.90	1.38	1.09
2001	0.75	1.12	1.48	1.11	1.20	1.20	1.53	0.84	0.82	0.97	1.00	1.10	0.86	0.80	0.71	0.71	0.66	0.70
2002	0.75	0.96	0.78	0.88	0.56	0.73	0.94	0.62	0.64	0.71	1.54	1.12	1.05	0.85	1.98	1.23	1.04	0.98
2003	1.91	1.95	1.36	1.14	1.05	1.10	1.02	1.01	0.88	0.94	0.87	0.77	1.00	1.15	0.91	0.73	0.75	0.75
2004	0.64	0.85	1.00	1.13	0.85	0.76	0.68	1.02	1.90	1.64	1.10	1.25	1.37	1.18	1.10	1.04	1.04	1.13
2005	0.61	0.55	0.97	1.81	1.36	1.00	1.14	1.39	1.39	1.26	0.90	1.51	1.24	1.01	0.83	0.72	0.78	0.88
2006	0.38	0.74	2.15	1.17	1.10	0.89	0.69	0.63	0.54	0.50	0.63	0.61	0.48	0.35	0.28	0.24	0.37	0.46
2007	0.55	0.67	0.54	0.79	1.03	1.17	1.06	2.01	1.08	1.20	1.12	1.12	1.37	1.26	0.85	0.85	0.82	0.75
2008	0.32	0.33	0.49	0.53	1.62	1.38	1.05	0.90	0.88	0.73	0.73	0.64	0.87	1.10	1.21	1.62	1.37	1.50
2009	0.74	0.85	0.97	0.99	0.72	0.69	1.51	1.49	1.72	1.69	1.60	1.67	1.77	1.20	1.08	0.81	0.94	0.79
2010	0.70	0.59	0.57	0.90	0.79	0.59	0.82	0.54	0.77	1.21	1.67	1.32	1.01	0.99	0.88	1.24	1.73	1.40
2011	1.02	0.65	1.28	1.16	0.91	1.15	0.91	0.60	0.60	0.50	0.53	0.39	0.37	0.52	1.00	0.60	0.73	0.65
2012	0.65	0.52	0.53	0.87	0.64	0.61	0.66	1.06	1.07	0.90	0.87	0.85	1.43	0.92	0.80	0.61	0.72	0.56
2013	0.96	1.44	1.27	1.28	1.87	1.67	1.39	1.67	1.09	1.35	1.36	1.25	1.49	2.65	2.04	2.09	3.63	2.42
2014	1.56	1.97	1.21	1.40	1.37	1.98	1.60	1.15	0.98	1.18	1.07	0.85	1.09	1.38	1.30	1.10	1.05	2.07
2015	4.38	1.92	1.33	1.35	1.67	1.30	1.00	1.40	1.35	1.27	1.01	0.85	0.70	0.64	0.77	0.92	1.07	0.75
2016	1.05	1.29	0.98	0.93	0.82	0.88	0.94	0.88	0.94	0.54	0.75	0.78	0.74	0.77	0.75	0.60	0.69	0.81
2017	0.49	1.03	0.87	0.78	0.86	0.79	0.65	0.56	0.44	0.42	0.56	0.55	0.55	0.66	0.84	0.49	0.43	0.59
2018	1.45	1.04	1.08	1.20	1.60	1.31	1.67	1.21	1.28	1.47	1.92	1.65	1.54	1.74	1.67	2.56	1.88	1.69
2019	0.61	0.52	0.53	0.51	0.38	0.44	0.45	0.68	0.52	0.43	0.49	0.52	1.23	0.99	0.76	0.58	0.69	0.66
2020	0.82	1.62	1.25	0.99	0.67	0.58	0.56	1.14	1.41	1.00	0.80	1.48	0.77	0.55	0.84	0.85	0.81	0.82
2021	0.78	0.62	0.59	0.69	0.57	0.57	0.49	0.37	0.39	0.46	0.50	0.57	0.44	0.46	0.46	0.31	0.50	0.53

Figure 19 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité hebdomadaires de la Garonne au Bazacle entre 1993 et 2021, pendant la période de migration (semaine 9 à 30, mars – juillet)

Les Figures 18 et 19 montrent les coefficients d’hydraulicité mensuels et hebdomadaires calculés au Bazacle en 2021. Ils reflètent parfaitement la particularité de l’année avec une absence de coup d’eau et des débits inférieurs de moitié au module !

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbone en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

3.1.3 Le débit à Carbone

QM mensuels	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOYENNE
2000	49	120	68	103	147	222	62	44	30	57	54	54	84
2001	100	124	149	158	198	100	85	37	31	24	40	28	90
2002	32	64	100	107	209	170	76	56	49	65	133	158	101
2003	132	150	177	152	172	114	35	19	56	47	59	94	100
2004	237	101	125	169	226	160	62	32	27	34	51	61	107
2005	88	70	130	173	250	113	40	37	44	41	47	52	90
2006	52	43	124	98	100	38	24	20	51	59	48	40	58
2007	24	37	96	210	208	123	39	37	26	40	29	53	77
2008	90	39	103	172	166	215	96	36	31	27	116	106	100
2009	138	148	136	244	349	147	54	30	29	38	105	82	125
2010	109	86	91	114	265	186	78	38	28	44	99	70	101
2011	48	73	137	127	96	110	92	48	32	28	127	76	83
2012	85	62	96	136	187	103	44	24	23	65	55	103	82
2013	201	251	198	233	289	413	157	57	45	44	274	122	190
2014	239	170	209	226	197	200	110	79	37	34	34	108	137
2015	83	213	240	198	165	110	48	51	45	41	100	53	112
2016	76	145	136	139	141	101	61	29	27	29	62	30	81
2017	50	102	105	87	106	92	40	28	33	33	53	89	68
2018	162	266	142	209	340	311	111	46	35	36	38	45	145
2019	63	138	73	90	151	105	42	37	29	49	113	223	93
2020	75	62	148	171	206	121	51	31	44	114	69	150	104
2021	160	180	79	65	93	62	31	32	32	34	41	186	83
MOYENNE 1993 - 2020	103	120	132	157	198	157	68	39	35	42	82	82	101

Figure 20 : Comparaison des débits moyens mensuels à Carbone en 2021 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 2000 et 2020 (m³/s).

Sans surprise, la même situation est retrouvée sur la Garonne au niveau de Carbone avec, une nouvelle fois, des débits très faibles entre mars et juillet.

Coef_hydrau	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Coef_an
2000	0.48	1.00	0.52	0.65	0.74	1.42	0.91	1.12	0.86	1.36	0.66	0.65	0.83
2001	0.98	1.03	1.13	1.01	1.00	0.64	1.25	0.95	0.87	0.58	0.49	0.34	0.88
2002	0.31	0.53	0.76	0.68	1.05	1.09	1.12	1.42	1.38	1.56	1.63	1.92	1.00
2003	1.29	1.25	1.35	0.96	0.87	0.72	0.51	0.48	1.58	1.12	0.72	1.14	0.99
2004	2.30	0.84	0.95	1.07	1.14	1.02	0.92	0.83	0.77	0.82	0.63	0.74	1.06
2005	0.85	0.58	0.99	1.10	1.26	0.72	0.60	0.94	1.23	0.98	0.58	0.63	0.89
2006	0.51	0.36	0.94	0.62	0.50	0.25	0.35	0.51	1.45	1.42	0.58	0.49	0.57
2007	0.23	0.31	0.73	1.34	1.05	0.79	0.58	0.93	0.72	0.97	0.35	0.65	0.76
2008	0.87	0.33	0.78	1.09	0.84	1.37	1.41	0.91	0.87	0.65	1.42	1.29	0.98
2009	1.35	1.23	1.04	1.55	1.76	0.94	0.80	0.77	0.82	0.90	1.28	0.99	1.23
2010	1.06	0.72	0.69	0.72	1.34	1.19	1.15	0.98	0.78	1.05	1.21	0.84	0.99
2011	0.47	0.61	1.04	0.81	0.49	0.70	1.36	1.22	0.91	0.66	1.56	0.92	0.82
2012	0.83	0.51	0.73	0.87	0.94	0.66	0.65	0.62	0.66	1.55	0.67	1.25	0.81
2013	1.96	2.09	1.50	1.48	1.46	2.64	2.31	1.45	1.29	1.06	3.35	1.48	1.88
2014	2.32	1.41	1.59	1.43	1.00	1.28	1.62	2.01	1.05	0.82	0.41	1.31	1.35
2015	0.80	1.77	1.82	1.26	0.83	0.70	0.71	1.29	1.26	0.99	1.22	0.65	1.11
2016	0.74	1.21	1.03	0.88	0.71	0.65	0.90	0.73	0.78	0.70	0.75	0.36	0.80
2017	0.49	0.85	0.80	0.55	0.53	0.59	0.59	0.71	0.92	0.79	0.64	1.08	0.67
2018	1.58	2.21	1.08	1.33	1.72	1.98	1.64	1.18	0.99	0.85	0.46	0.55	1.43
2019	0.61	1.15	0.55	0.57	0.76	0.67	0.62	0.94	0.81	1.18	1.37	2.70	0.91
2020	0.73	0.51	1.13	1.09	1.04	0.77	0.75	0.78	1.26	2.74	0.84	1.82	1.02
2021	1.56	1.50	0.60	0.41	0.47	0.39	0.45	0.81	0.92	0.80	0.50	2.26	0.82

Figure 21 : Comparaison des coefficients d’hydraulicité de la Garonne à Carbone entre 1993 et 2021

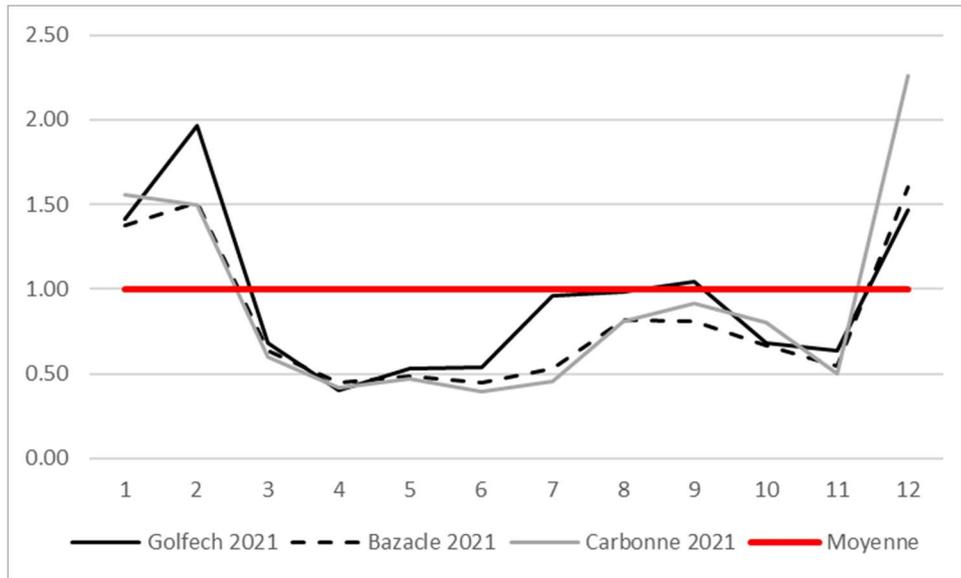


Figure 22 : Evolution du coefficient d’hydraulicité moyen hebdomadaire de la Garonne en 2021 au niveau de Golfech, du Bazacle et de Carbone

La Figure 22 résume la situation hydrologique de la Garonne en 2021 au niveau des trois stations de contrôle et montre particulièrement bien le faible régime hydraulique de la Garonne sur l’ensemble de son linéaire pendant toute la période de migration. A noter que la situation à Golfech est moins drastique pendant la période estivale du fait des apports non négligeables du Tarn (et de l’Aveyron) suite aux conditions météorologiques (pluie) pendant l’été.

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

TM mensuelles	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOYENNE
1993	7.8	8.5	13.6	14.9	17.7	23.8	24.3	26.6	21.8	15.4	12.8	10.0	16.4
1994	9.0	10.2	14.0	14.7	18.7	22.9	27.2	27.8	23.9	16.7	13.2	11.0	17.4
1995	8.7	10.6	11.1	15.5	19.2	23.6	27.2	27.6	22.8	18.7	16.4	9.7	17.6
1996	10.2	9.0	12.4	15.0	19.3	24.5	26.7	25.3	21.3	17.6	13.4	10.2	17.1
1997	9.9	11.2	14.0	17.6	23.5	23.8	25.4	27.2	23.2	21.2	13.6	10.0	18.4
1998	9.1	9.7	13.1	15.5	19.7	23.4	25.8	26.5	23.7	19.0	13.7	8.5	17.3
1999	8.6	9.1	11.9	15.3	19.1	23.0	25.8	25.9	25.0	20.2	14.8	8.1	17.2
2000	7.9	9.8	12.2	15.6	19.1	22.6	25.0	26.7	23.5	19.0	14.4	11.2	17.3
2001	8.6	9.5	14.0	14.6	21.2	25.0	26.0	27.2	25.1	19.6	15.6	9.6	18.0
2002	7.4	9.9	14.2	17.4	17.7	23.2	24.4	24.6	22.1	18.1	14.0	9.1	16.8
2003	8.9	8.3	11.2	16.3	17.3	25.4	27.4	30.8	25.4	20.5	12.0	9.7	17.8
2004	9.4	7.9	11.9	14.1	17.8	23.3	26.3	27.2	24.6	20.5	14.2	8.2	17.1
2005	8.1	7.5	12.3	16.3	18.5	25.8	27.2	26.4	24.5	18.8	17.0	7.0	17.5
2006	7.1	7.9	13.4	17.0	20.7	25.5	29.0	27.7	26.1	19.2	15.7	11.1	18.4
2007	9.4	10.1	12.0	17.7	19.7	22.5	24.5	25.7	22.7	19.6	11.7	10.1	17.1
2008	8.7	10.8	11.6	14.2	17.3	22.2	25.9	26.2	24.3	18.0	12.4	7.8	16.6
2009	7.4	8.7	12.2	14.8	17.8	24.4	26.8	28.9	24.4	20.4	14.8	10.0	17.6
2010	7.4	8.7	13.0	17.7	18.9	22.6	26.7	28.4	23.7	18.8	12.2	7.0	17.1
2011	7.7	9.2	12.4	17.5	22.4	23.6	26.1	28.0	25.4	21.4	14.8	10.5	18.3
2012	8.6	7.2	14.8	15.4	18.8	25.8	27.5	27.9	25.6	20.0	11.9	8.7	17.7
2013	8.3	8.7	11.7	14.5	15.7	16.7	24.6	26.0	24.1	21.6	16.5	7.1	16.3
2014	8.8	10.0	11.7	14.5	17.1	22.4	24.0	23.9	24.0	20.1	17.2	10.3	17.0
2015	7.3	7.8	11.2	15.3	18.7	25.3	28.7	27.1	25.9	18.1	15.6	9.0	17.5
2016	10.3	10.3	12.9	15.6	19.8	22.7	26.8	27.1	26.8	20.4	14.2	9.3	18.0
2017	6.7	9.6	13.3	16.4	22.1	29.3	27.2	27.4	25.4	19.3	14.8	7.1	18.2
2018	11.4	9.0	11.1	15.6	16.7	22.3	26.4	29.5	24.7	20.5	13.3	11.2	17.6
2019	6.5	9.9	13.6	15.7	20.2	26.1	30.3	27.5	24.2	21.3	14.7	10.1	18.3
2020	8.9	10.4	13.0	16.6	22.3	24.4	28.3	29.2	25.1	16.4	14.2	11.0	18.3
2021	10.0	11.1	13.5	16.3	19.3	26.4	26.4	25.7	25.1	20.2	15.0	8.0	18.1
MOYENNE 1993-2020	8.5	9.3	12.6	15.8	19.2	23.8	26.5	27.2	24.3	19.3	14.3	9.3	17.5

Figure 23 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2021 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1993 et 2020

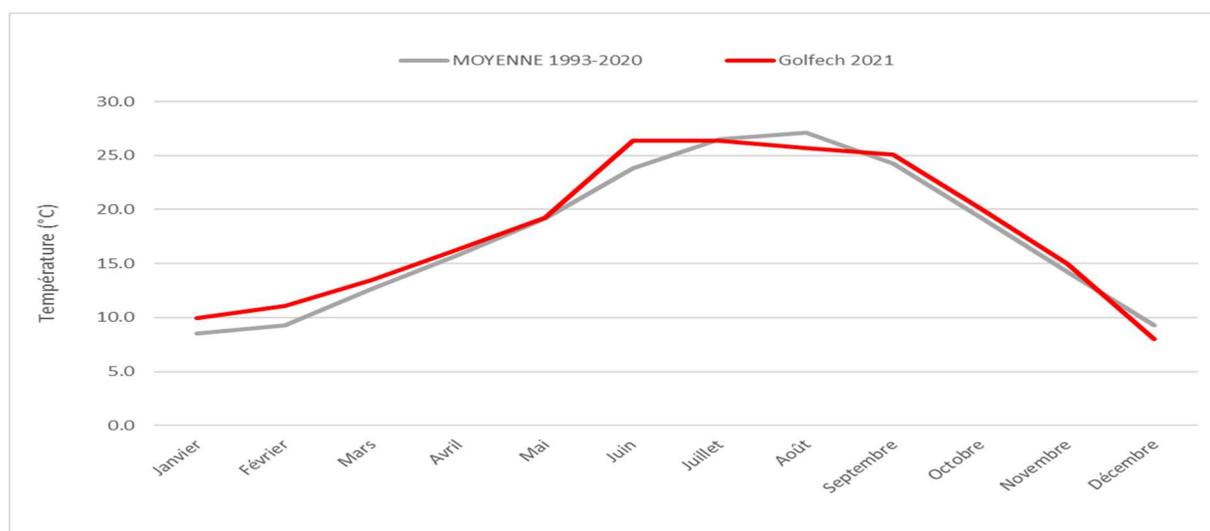


Figure 24 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2021 et de la température moyenne mensuelle enregistrée sur la période 1993 et 2020

Les Figures 23 et 24 montrent que la moyenne mensuelle de la température de l’eau en 2021 a toujours été supérieure à 1 °C entre janvier et fin mai, du fait des conditions

hydroclimatiques et des faibles débits. En juin, le phénomène s’accélère avec une augmentation rapide de ce paramètre du fait des températures de l’air et de l’absence de l’effet tampon observé tous les ans grâce à la fonte des neiges sur le massif pyrénéen. Ainsi, la température de l’eau atteint les 26.8 °C le 9 juin, température de l’eau classiquement à la mi-juillet sur cette portion de Garonne.

3.2.2 La température de l'eau au Bazacle

TM_mensuelles	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOYENNE
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	13.5
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	13.4
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	13.3
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	12.9
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	12.0
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	13.6
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	11.4
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	-	9.1
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	13.4
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	14.6
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	13.5
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	14.2
2020	7.1	9.4	10.4	13.0	15.4	17.5	22.6	23.9	20.0	12.2	10.5	7.7	14.1
2021	6.0	9.3	10.2	12.9	14.2	20.2	22.8	22.3	21.0	15.1	10.3	7.3	14.3
MOYENNE 1994 - 2020	6.5	7.1	9.5	11.6	13.5	17.2	21.3	22.3	19.4	14.8	9.8	6.9	13.0

Figure 25 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au Bazacle en 2021 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1994 et 2020

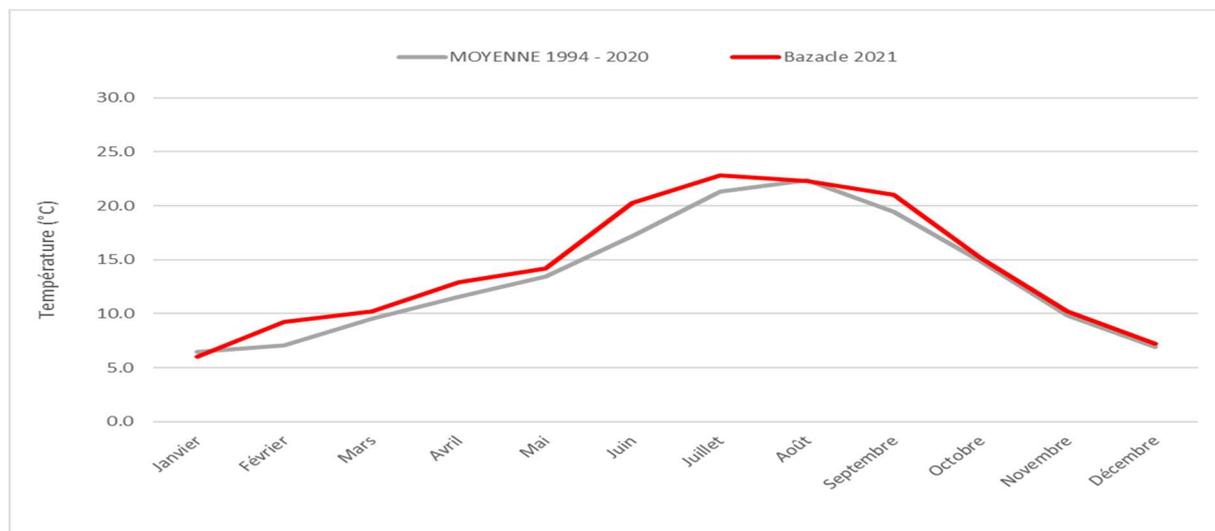


Figure 26 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au Bazacle en 2021 et de la température moyenne mensuelle enregistrées sur la période 1994 et 2020

La température de l’eau au Bazacle varie de la même manière qu’à Golfech en 2021 avec toutefois des valeurs journalières moins importantes. La valeur maximum est atteinte le 24 juillet avec 25.6°C (Figures 25 et 26).

3.2.3 La température de l’eau à Carbone

TM mensuelles	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOYENNE
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	12.6
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	12.1
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	12.1
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	13.5
2020	6.9	9.4	10.2	12.6	14.7	16.1	20.9	23.3	19.4	11.7	9.9	7.7	13.6
Carbone 2021	6.2	9.1	10.1	12.6	13.3	16.6	19.2	22.1	19.2	14.0	9.9	7.3	13.3
Moyenne 2000 - 2020	6.2	7.1	9.3	11.2	12.8	15.9	19.8	21.2	18.9	14.7	9.7	6.8	12.8

Figure 27 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Carbone en 2021 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 2000 et 2020

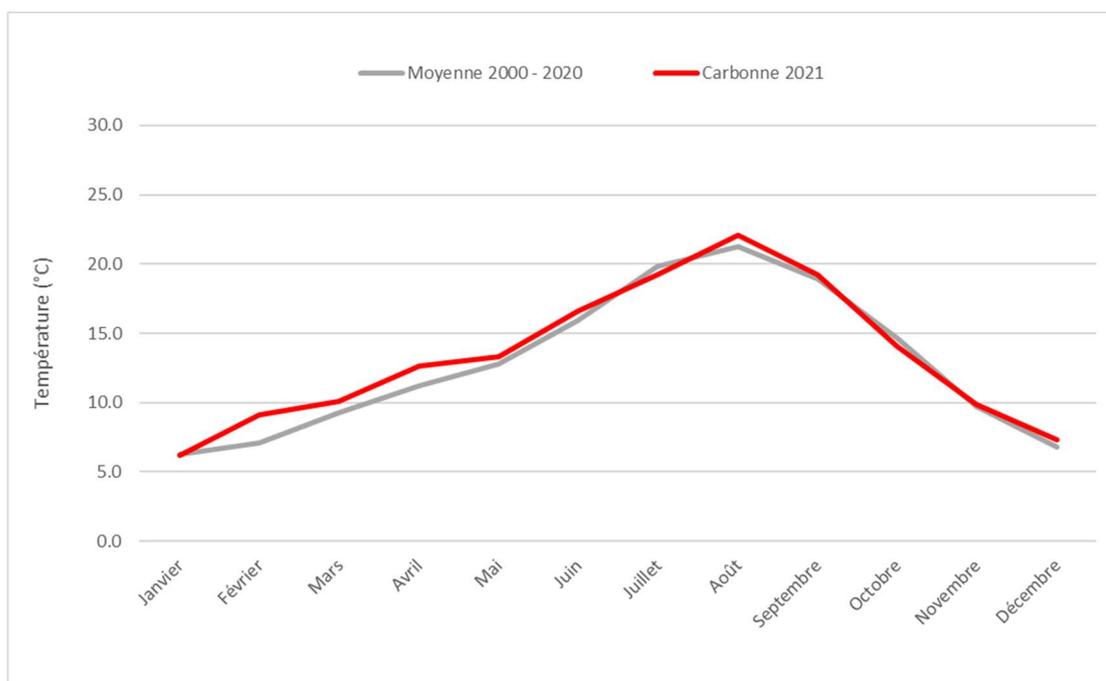


Figure 28 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Carbone en 2021 et de la température moyenne mensuelle enregistrées sur la période 2000 et 2020

La situation est identique à Carbonne, avec des températures plus fraîches pendant la période estivale même si en pic journalier, certaines valeurs observées étaient proches de 24°C le 21 juillet (Figures 27 et 28).

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 2021, comme l’Ariège ou le bassin du Tarn.

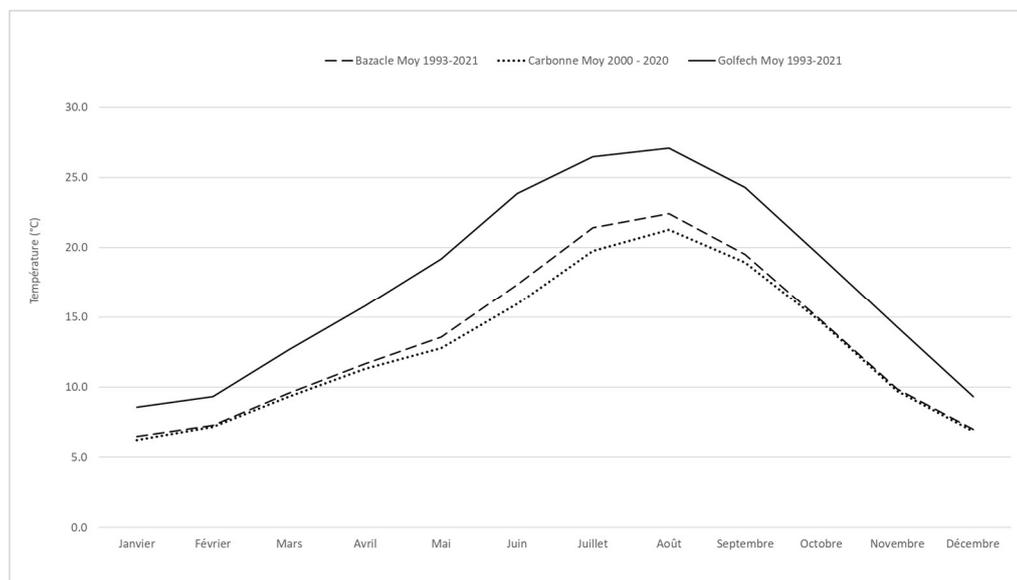


Figure 29 : Comparaison des températures moyennes mensuelles au niveau de Golfech, du Bazacle (période 1993 – 2021) et de Carbonne (2000 – 2021).

La Figure 29 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 2.5°C de plus en moyenne mensuelle au niveau de Golfech par rapport au Bazacle, la différence étant moindre entre cette dernière station et Carbonne (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 2021 à Golfech sont marqués par 1) des effectifs très faibles de grandes aloses (467) au regard des stocks historiques, 2) une absence récurrente et alarmante de lamproies (4), 3) un nombre de saumons, 96 individus contrôlés, en retrait par rapport aux effectifs contrôlés ces quinze dernières années (moyenne de 122 individus sur la période 2003 - 2020). En ce qui concerne l'anguille, 38 400 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 l'absence de truites de mer, espèce toutefois assez anecdotique sur ce site.

Du fait 1) de la stratégie de piégeage à Golfech et du transport sur l'Ariège d'un maximum de saumons décidé par le Groupe Migrateurs Garonne du COGEPOMI et 2) des effectifs très faibles d'aloses et de lamproies marines observés à Golfech, les effectifs de grands migrateurs au niveau du Bazacle sont bien évidemment très faibles. Ainsi, seulement 3 saumons ont été observés au Bazacle, le plus faible effectif contrôlé sur le site depuis la mise en service de la station alors même qu'une trentaine d'individus pouvaient potentiellement se présenter au niveau de l'ouvrage. On rappelle que la station de Carbonne n'était pas en service en 2021.

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

	Aloses	Anguilles	lamproies	Saumons	Truites 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
2020	364	54197	4	168	5
2021	467	38422	0	96	0
TOTAL	652286	1373070	53974	4544	1114

Figure 30 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Golfech entre 1993 et 2021

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbonne en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

	Aloses	Anguilles	lamproies	Saumons	Truites 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
2020	1	0	0	60	0
2021	0	3	0	3	0
TOTAL	79415	3032	5612	1130	614

Figure 31 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station du Bazacle entre 1993 et 2021

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbone en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

	Aloses	Anguilles	lamproies	Saumons	Truites de mer
2000	3	19	10	22	19
2001	36	41	5	41	12
2002	1	40	0	53	11
2003	6	594	434	13	0
2004	3	125	29	15	1
2005	1	183	2	4	2
2006	5	282	0	26	0
2007	0	44	2	9	1
2008	0	153	0	43	0
2009	0	176	0	12	5
2010	0	183	0	11	0
2011	0	194	0	22	0
2012	0	57	0	4	0
2013	0	105	0	1	0
2014	0	28	0	5	0
2015	0	49	0	20	0
2016	0	59	0	16	0
2017	0	131	0	5	0
2018	0	573	0	0	0
2019	0	327	0	9	0
2020	0	120	0	12	0
2021	0	0	0	0	0
TOTAL	55	3483	482	343	51

Figure 32 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Carbone entre 2000 et 2021 (pas de piégeage en 2021)

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	255	7	0	0	0	0	18554
1994	0	0	0	175	54754	28883	1997	4	0	0	0	0	85813
1995	0	0	0	1029	46080	36161	2354	0	0	0	0	0	85624
1996	0	0	0	2628	58074	31419	14585	0	0	0	0	0	106706
1997	0	0	0	509	66544	25822	5925	18	1	0	0	0	98819
1998	0	0	0	340	24591	22850	1293	0	0	0	0	0	49074
1999	0	0	1	1596	22917	11753	99	7	0	0	0	0	36373
2000	0	0	2	1233	24584.3	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	0	0	0	137
2019	0	0	2	203	782	643	0	0	0	0	0	0	1630
2020	0	2	16	119	180	39	8	0	0	0	0	0	364
2021	0	1	4	38	239	180	5	0	0	0	0	0	467
Moyenne 1993-2020	0	0	14	603	13140	8384	1134	4	0	0	0	0	23279

Figure 33 : Répartition mensuelle des aloses contrôlées à Golfech entre 1993 et 2021

En 2021, **467 aloses** ont emprunté l’ascenseur à poissons entre le 28 février (9^e semaine) et le 10 juillet (28^e semaine), ce qui est très faible, 3^e plus mauvais résultat sur la station depuis 1993. Il est observé une chute sensible des effectifs contrôlés depuis 1998, chute accentuée à partir de 2006 entraînant le moratoire sur cette espèce à partir de 2008. La moyenne des passages sur ces 12 dernières années n’est que de 1 700 individus (2008 – 2020) contre 42 000 aloses sur la période 1993 – 2007.

Les premiers individus ont été contrôlés au mois de février pour une température de l’eau avoisinant les 11°C. La Figure 34 (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. Avec ces faibles effectifs, il est très difficile de parler de pic de migration. Cependant, il est observé un maximum journalier de 61 individus le 8 juin, juste après le léger coup d’eau, lorsque la température de l’eau passe la barre des 20°C.

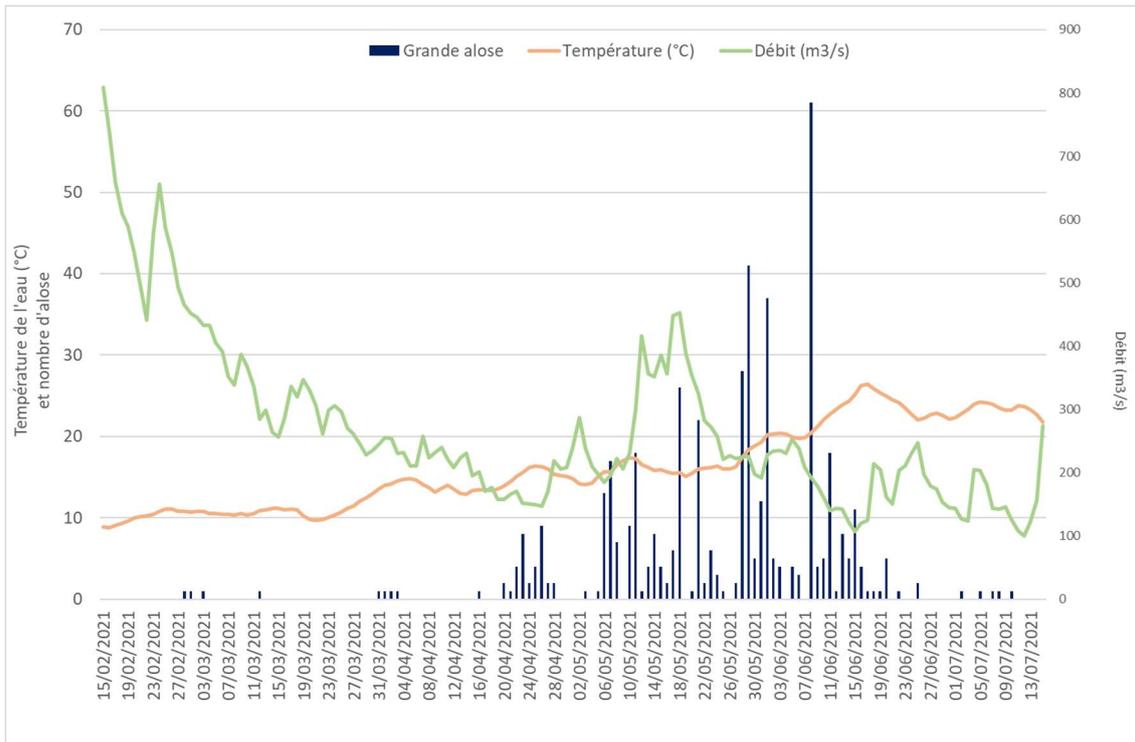


Figure 34 : Evolution des passages journaliers d’aloses à Golfech en 2021 en fonction du débit et de la température.

La Figure 35 montre la répartition des aloses observées à l’ascenseur à poissons de Golfech (%) en fonction de classes de débits en 2021. Il apparaît assez nettement que plus de 80 % des individus sont observés en 2021 pour des débits inférieurs à 300 m³/s, gamme de débits présente pendant plus de 80 % du temps sur la période de migration des aloses en 2021. La figure montre que, classiquement, les débits préférentiels pendant la migration de l’alose sur la période 1993 – 2020 sont compris entre 250 et 400 m³/s. En 2021, le pic de passage est observé pour des débits variant entre 150 et 250 m³/s.

Le même exercice a été fait avec les classes de températures (pas de 2°C). Ainsi, 80 % des individus empruntent l’ascenseur à poissons pour des températures moyennes de l’eau comprises entre 14 et 22 °C, gammes présentes 50 % du temps au niveau de Golfech en 2021.

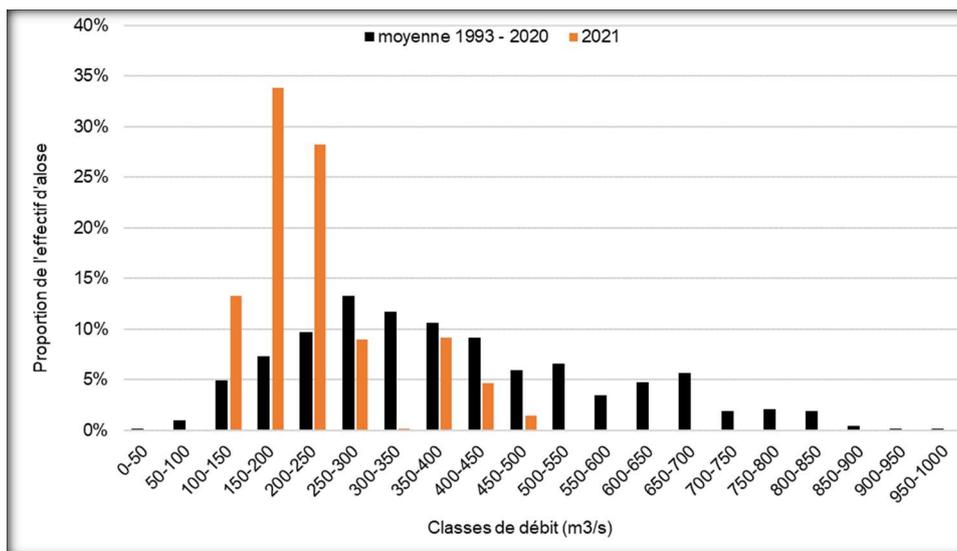


Figure 35 : Comparaison de la répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech entre 2021 et la moyenne observée sur la période 1993 - 2020 en fonction de classes de débit (pas de 50 m³/s)

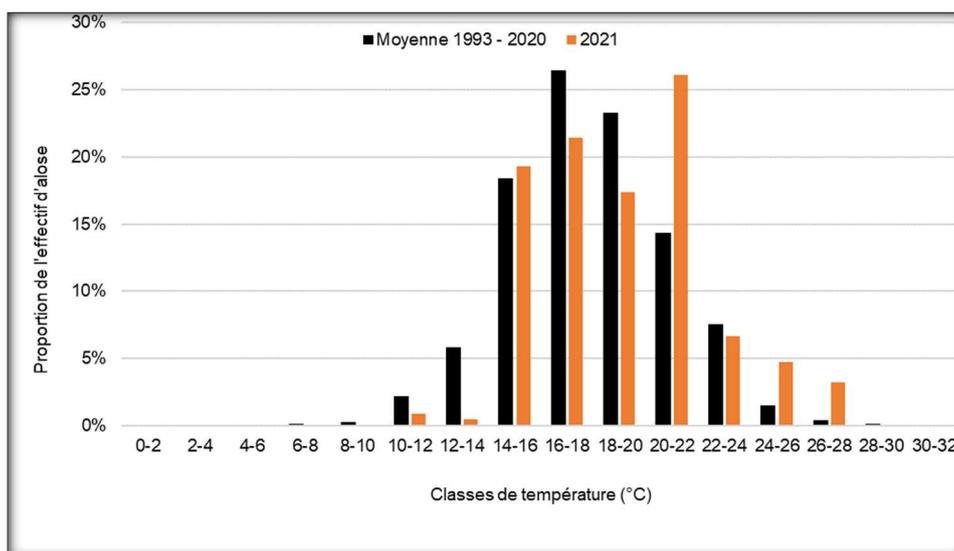


Figure 36 : Comparaison de la répartition des passages d’aloses (%) à l’ascenseur à poissons de Golfech entre 2021 et la moyenne observée sur la période 1993 - 2020 en fonction de classes de température (pas de 2°C)

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.

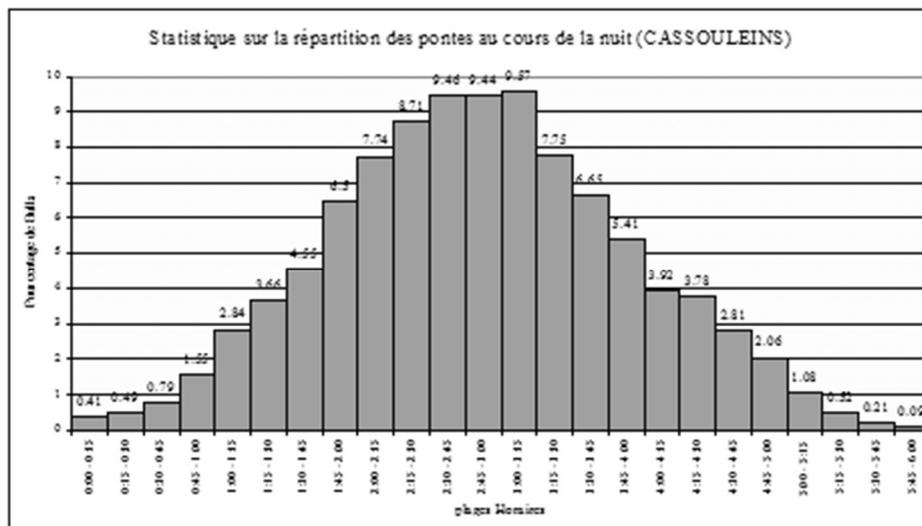


Figure 38 : Modèle statistique sur la répartition des pontes au cours de la nuit (CASSOU-LEINS, 1985)

Sur le bassin de la Garonne, le suivi de la reproduction de l’alose s’effectue chaque année sur les rives 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.

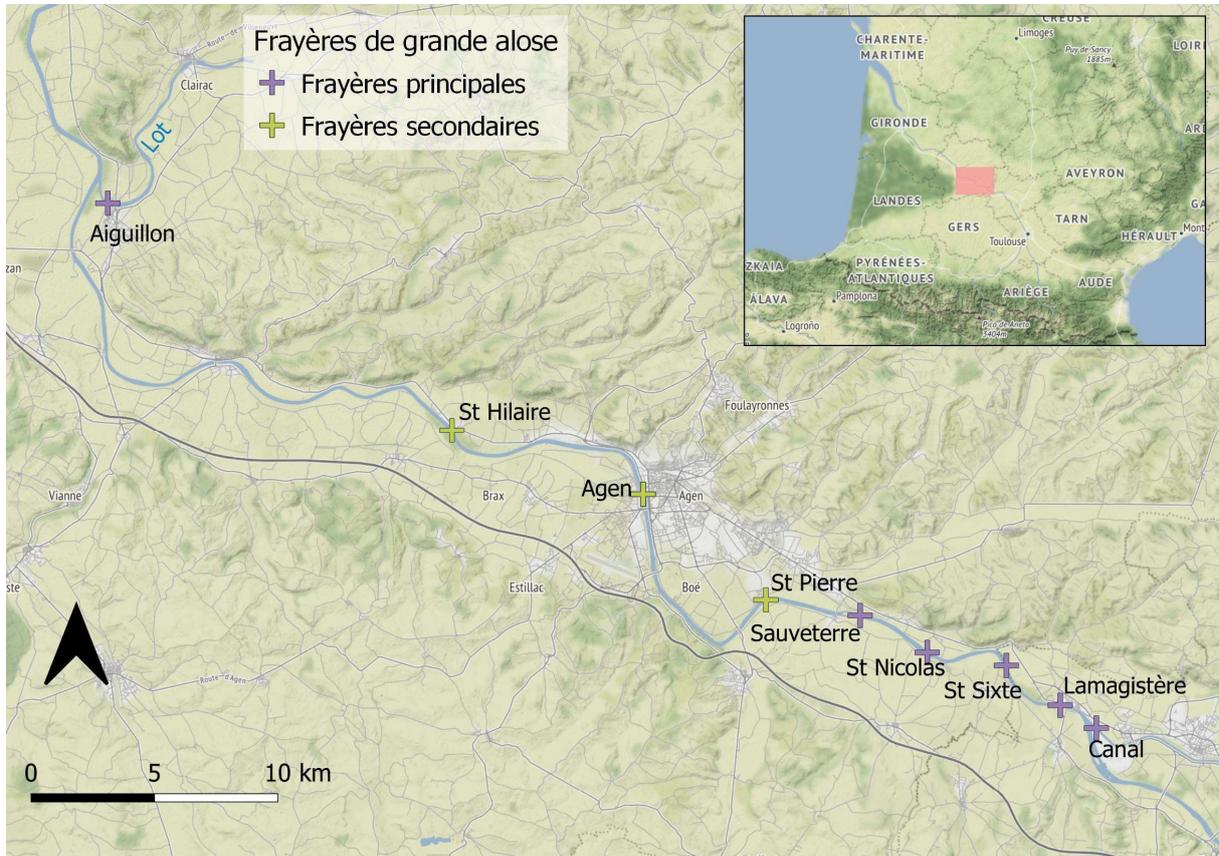


Figure 39 : Localisation géographique des zones de frayères en aval de Golfech sur la Garonne

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. Cette technique est uniquement utilisée pour le site du canal juste en aval de l’ascenseur sur trois points d’écoute (Figure 40). 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.

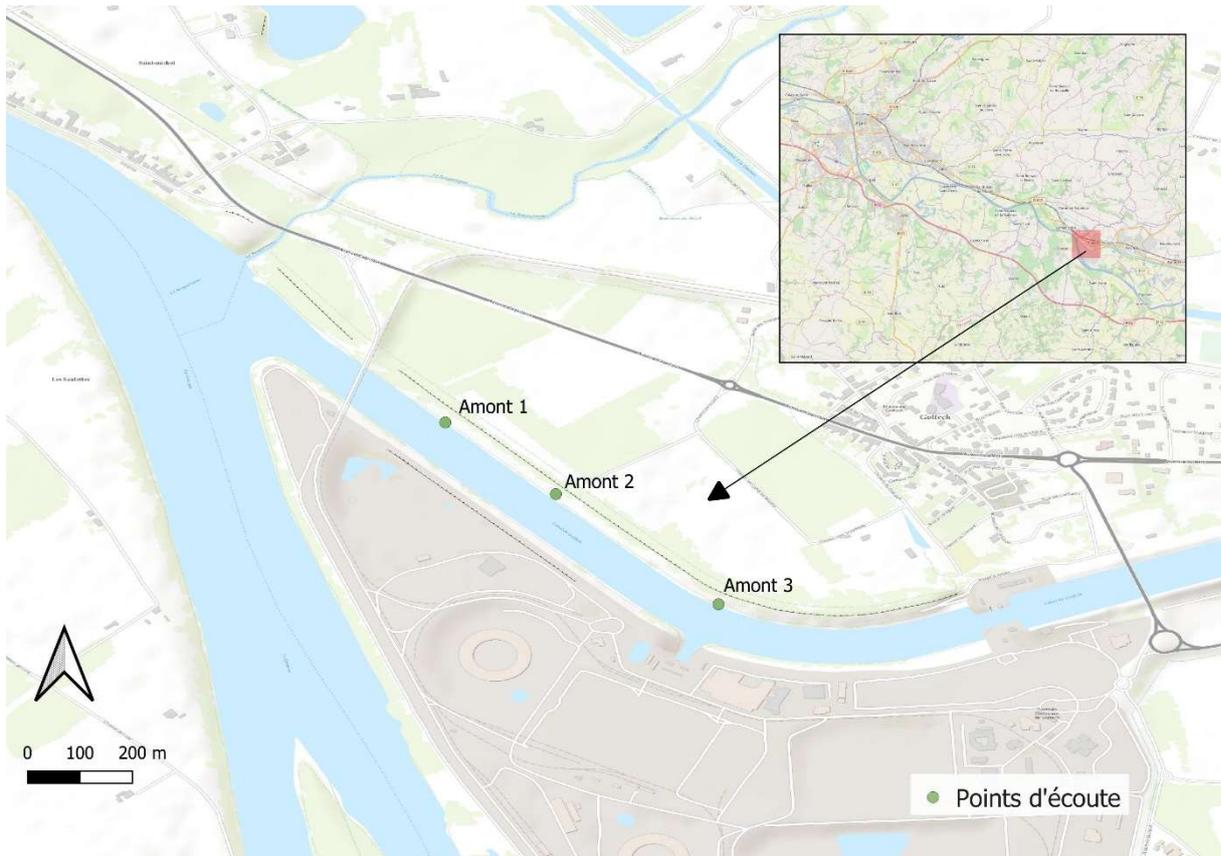


Figure 40 : Localisation des trois sites favorables à l’enregistrement des bulls

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, l’amont de St Sixte (Port de Bonneau) et du canal de fuite de la centrale hydroélectrique de Golfech, les autres frayères sont suivies par le personnel de la RNFA. Concernant le binôme de MIGADO, il est constitué d’un stagiaire et d’un CDD.

Personnel MIGADO	Jours sur le dossier
Chargé de mission	28
Technicien	34
Stagiaire	70
Personnel administratif	8

Figure 41 : Nombre de jours travaillés sur le projet de suivi de la reproduction de la grande alose sur la moyenne Garonne (MPALAG21) par le personnel de MIGADO en 2021.

Les premiers suivis (RNFA) ont débuté le 20 avril pour se terminer au 1er juillet. De l’activité a été observée (24 bulls) lors de la première nuit et aucune sur la dernière. Au total, 52 nuits (sur les 73 de la période considérée) ont été suivies par la RNFA et MIGADO.

Plusieurs sites sont prospectés par nuit par les différentes équipes. Ainsi, en moyenne 6 heures de présence par nuit ont été effectuées entre toutes les équipes sur le terrain.

Sites	Aiguillon	St Hilaire de Lusignan	Agen	Saint Pierre de Gaubert	Sauveterre Saint Denis	Saint Nicolas de la Balerm	Saint Sixte	Lamagistère	Canal de fuite
Nbre de nuits suivies	9	1	29	1	18	39	47	26	35

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

Au total, 1285 ¼ d’heures ont été contrôlés entre 23 h 00 et 6 h dont presque 80 % entre 00h45 et 3h45, 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 plus précisément possible le stock reproducteur d’aloses en aval de Golfech. Cette année, et en lien avec l’activité, trois frayères ont été plus régulièrement suivies : St Nicolas de la Balerm, St Sixte et le Canal de fuite.

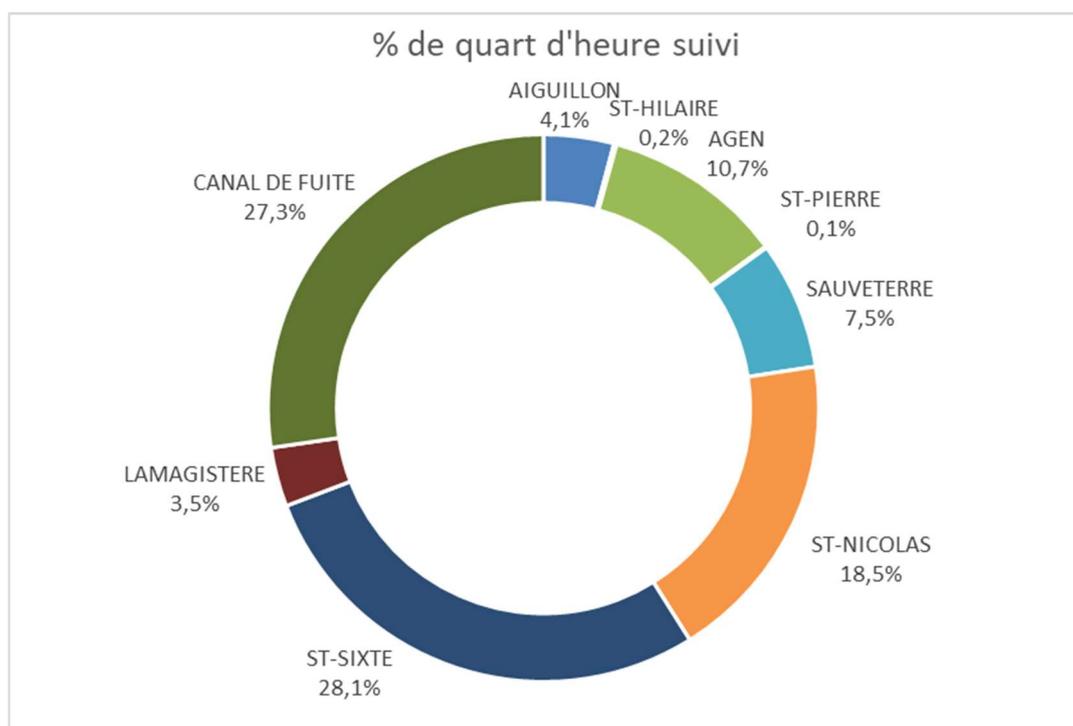


Figure 43 : Nombre de ¼ d’heure suivis sur l’ensemble des frayères de grande alose en 2021

La répartition de l’activité par ¼ d’heure propre à l’année 2021 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 (Figure 44), ceci dans le but d’avoir une extrapolation de la reproduction la plus fidèle possible :

- Du 20/04 au 01/06 : plus de 80 % de l’activité de ponte se situe entre 23 h 30 et 3 h 00 pour une température moyenne de la Garonne de 16°C (min 13,9 °C - max 20,2°C) et un débit moyen de 251 m³/s (min 147 m³/s - max 453 m³/s).
- Du 02/06 au 01/07 : la reproduction se décale légèrement avec 84 % de l’activité comprise entre 01 h 45 et 3 h 45. La température moyenne de la Garonne est de 22,8°C (min 19,7°C - max 26,4°C) et un débit moyen de 181 m³/s (min 107 m³/s - max 253 m³/s).

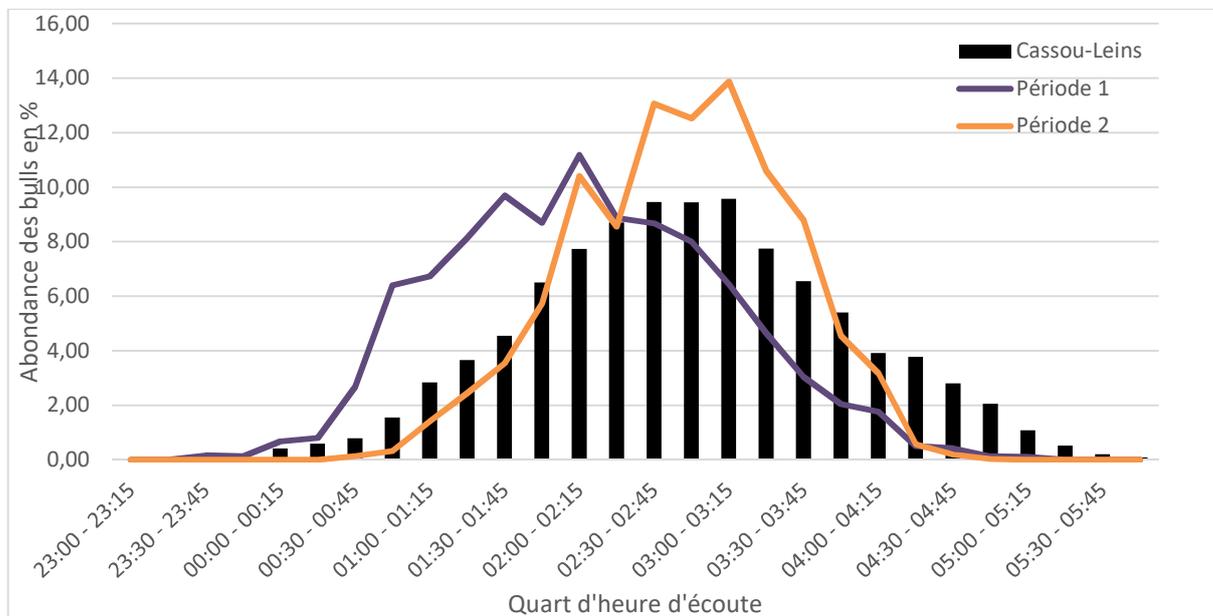


Figure 44 : Comparaison de la répartition nocturne de l’activité de ponte de la grande alose en 2021 au niveau des frayères en aval de Golfech avec celle estimée par Cassou-Leins en 1980

Au total, après extrapolation des données, **73 478 bulls** ont été estimés sur l’ensemble des frayères de la moyenne Garonne en 2021. 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 = Nbre de bulls et G = Nbre de géniteurs

Ainsi, le stock reproducteur estimé en aval de Golfech est de 14 696 grandes aloses. En ajoutant ce nombre aux 467 aloses de la station de contrôle de Golfech, on obtient **15163 géniteurs** sur la Garonne.

Sites	Aiguillon	Agen	Sauveterre Saint Denis	St Nicolas de la Balerme	Saint Sixte	Lamagistère	Canal de fuite
Nbre de géniteurs	2	51	465	1619	3343	386	8830

Figure 45 : Frayères actives et nombre de géniteurs en 2021 sur le Lot (Aiguillon) et la Garonne

Comme en 2020, la migration à Golfech est l’une des plus faibles migrations enregistrées avec seulement 467 individus et contraste avec le nombre d’individus en aval qui est en nette progression. Effectivement, avec 15163 grandes aloses sur la Garonne, il faut remonter à 2011 pour retrouver un effectif plus élevé. Cette année, les débits sont restés très bas tout au long de la saison de reproduction, seules deux petites augmentations de débit (début et mi-mai) ont ralenti l’activité mais avec une reprise très rapide (Figure 46). On peut donc considérer que les conditions de reproduction en 2021 ont été bonnes pour la reproduction avec au final uniquement deux journées (16 et 17 juin) avec une température supérieure à 26°C.

La répartition des géniteurs cette année est de nouveau marquée par une présence essentiellement à l’aval de Golfech (97%) et notamment avec presque 9 000 géniteurs en reproduction au niveau du canal de fuite. Un questionnement se pose donc sur le peu de passages à l’ascenseur de Golfech en lien avec la présence de nombreuses aloses à quelques centaines de mètres en aval de l’ouvrage. Les très faibles débits ainsi que la présence de nombreux silures en pied d’ouvrage pourraient peut-être expliquer ces faibles passages. Ensuite, plus classiquement, on retrouve en aval un nombre de géniteurs important sur St Sixte et St Nicolas de la Balerme. On pourra noter également quasiment aucune activité à Aiguillon sur le Lot, ce qui est à mettre en lien avec les faibles débits.

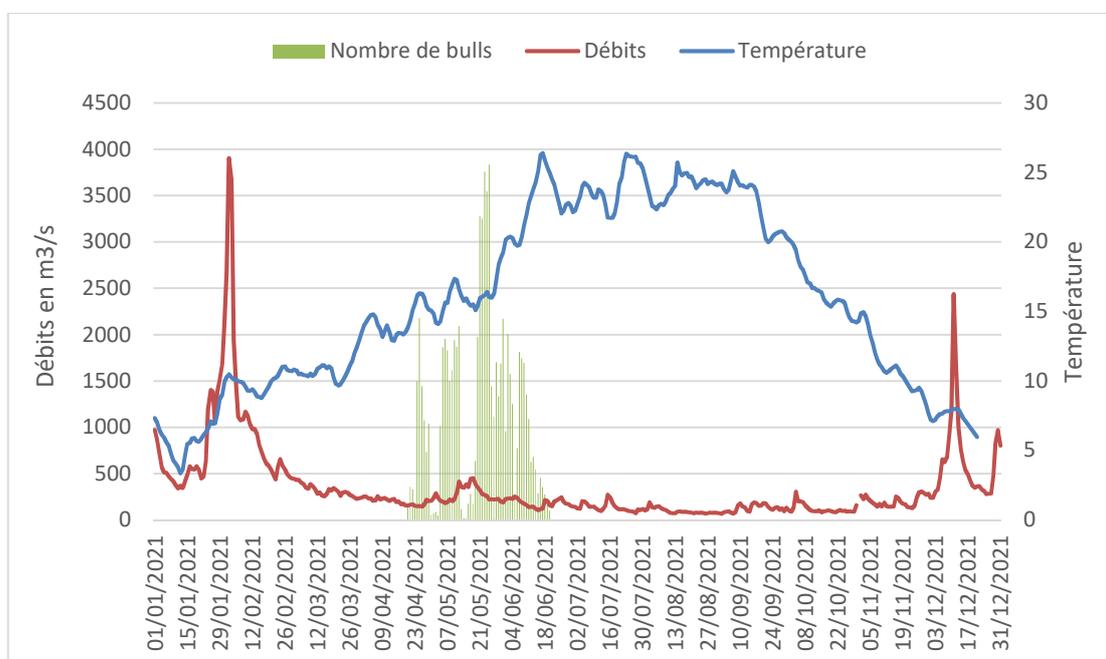


Figure 46 : Evolution des débits et de la température au cours de la saison en lien avec l’activité de reproduction

Prédation sur bull :

En 2021, la caractérisation de la prédation du silure sur les grandes aloses, et notamment sur les bulls, se poursuit en collaboration avec le Laboratoire ECOLAB de l’université Paul Sabatier de Toulouse. En parallèle, des pêches de régulation (AADPPED33 et SMEAG) au niveau du canal de fuite de Golfech et sur les frayères de Saint Sixte, Saint Nicolas et Sauveterre St Denis ont été réalisées. Lors de ces pêches, respectivement 353 et 209 silures ont été pêchés à Golfech et sur les frayères en aval (St Sixte, St Nicolas et Sauveterre St Denis).

Site d'écoute		% d'attaques des bulls
Canal	Aval pont	36,2%
	Amont pont	12,3%
Lamagistère		4,1%
St Sixte		6,1%
St Nicolas		3,8%
Sauveterre		2,6%

Figure 47 : Pourcentages d’attaques des bulls en fonction des frayères

Sur le site du canal, malgré les captures de silures, une forte prédation a été observée sur les bulls (Figure 47) avec des pourcentages moyen d’attaques de 36 % sur la partie aval du pont, ce qui est en adéquation avec les résultats de 2019 où, sur le même secteur, le nombre moyen d’attaques avait été estimé à 37 % (Boulêtreau S. et al, 2020) lors des écoutes. Ce pourcentage est une valeur minimale puisqu’il s’agit uniquement d’attaques de bulls comptées à « l’oreille » et, en réalité, certaines attaques ont lieu sans bruits spécifiques comme observé depuis le pont surplombant la frayère du canal lors des suivis vidéo. D’un autre côté, toutes les attaques ne sont pas conclues par la capture de l’alose. Sur les frayères plus en aval de St Sixte, St Nicolas et Sauveterre St Denis, lors des suivis (RNFA notamment), entre 3 et 6% des bulls sont attaqués. Ces valeurs sont proches de celles observées lors des années précédentes. Une tendance semble se dessiner avec une prédation nettement plus importante à proximité immédiate de Golfech, ce qui pourrait s’expliquer par un milieu plus anthropisé (entièrement chenalisé) et avec un potentiel blocage des individus en migration. Et *a contrario* sur les frayères plus en aval avec un profil d’écoulement naturel, la prédation serait moins prégnante.

Sur la Figure 48, on peut observer l’évolution des attaques au cours de la saison avec, en parallèle, les pêches de régulation effectuées sur ces mêmes zones. Sur les sites de St Sixte/St Nicolas/Sauveterre, les pêches de régulation ont été décalées pour débiter au 21 mai afin d’essayer d’observer un avant/après régulation sur les attaques de bulls. A première vue, on n’observe aucun d’impact de la régulation sur les attaques de bulls, avec même une légère tendance à l’augmentation, que ce soit sur la frayère du canal ou bien sur celles plus en aval. Plusieurs explications peuvent être avancées, comme un nombre très importants de silures sur ces zones et donc un effet de la régulation qui ne pourrait s’observer qu’avec de plus forts prélèvements. Il est aussi possible que les individus en chasse sur les frayères ne soient pas affectés par les pêches actuelles (au verveux en bordure) car avec une zone de repli différente.

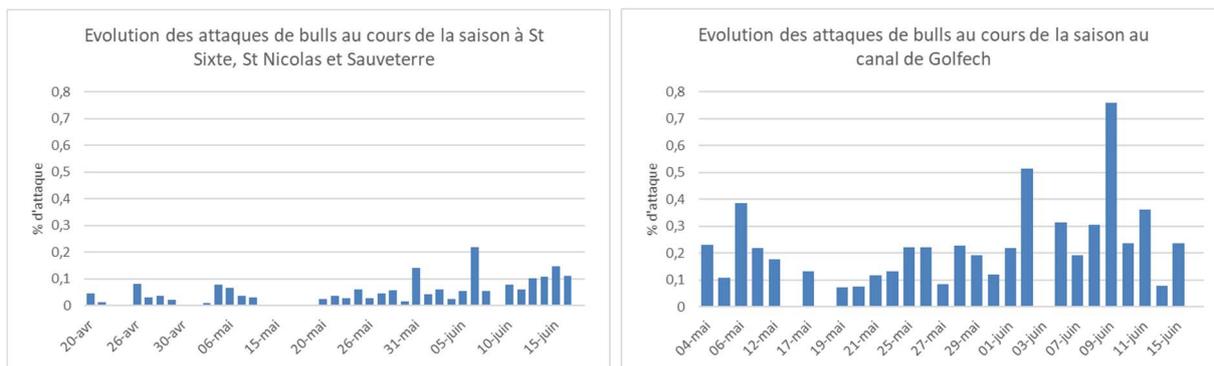


Figure 48 : Evolution journalière des pourcentages d’attaques des bulls sur la frayère du canal de fuite (à droite) et sur les frayères plus en aval (à gauche) au cours de la saison

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, 536 individus ont franchi Tuilières qui se rajoutent aux 11 204 individus en reproduction sur le secteur aval Tuilières.

Ainsi, les résultats de 2021 donnent une estimation du stock reproducteur à **26 903 géniteurs**. Une nette augmentation est donc observée par rapport aux années précédentes avec 10 000 géniteurs de plus qu’en 2020. Il sera donc intéressant de voir si la tendance se poursuit car les effectifs restent tout de même à des valeurs extrêmement faibles au 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.

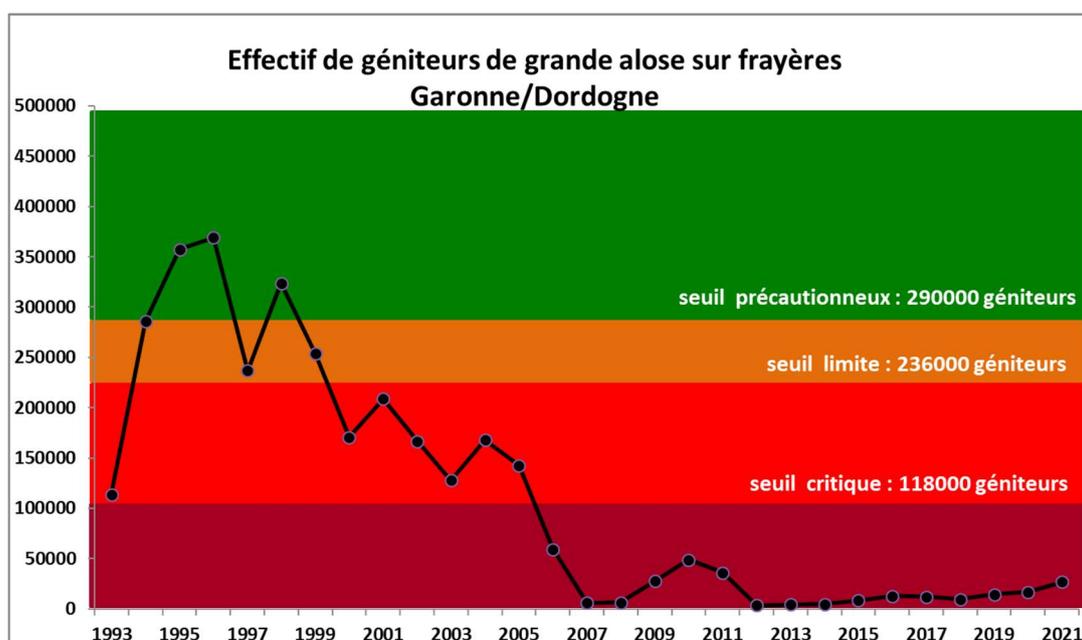


Figure 49 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin Garonne/Dordogne entre 1993 et 2021

La Figure 49 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 16 ans largement en dessous du seuil critique de 118 000 individus, seuil basé sur la relation stock-recrutement (S-R) définie par Rougier (2010).

4.2.1.3 Le suivi au Bazacle et à Carbonne

Aucune alose n’a été observée au Bazacle en 2021. Le passage de cette espèce à ce niveau de la Garonne est fortement dépendant des effectifs observés à Golfech.

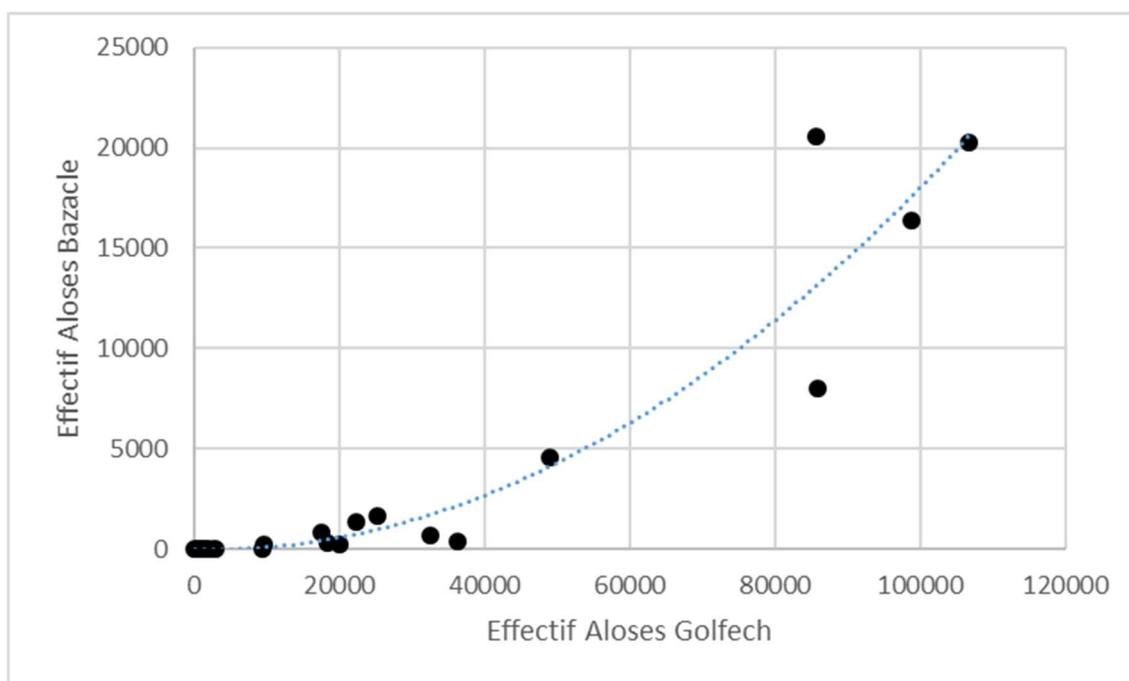


Figure 50 : Relation entre le nombre d’aloses observées à Golfech et le nombre d’aloses observées au Bazacle entre 1993 et 2021

La Figure 50 montre assez nettement que tant qu’environ 10 000 aloses ne sont pas comptabilisées à Golfech, quasiment aucun n’individu ne parvient à migrer en amont de Toulouse. Cette figure montre également qu’il faut attendre 20 000 individus contrôlés à Golfech pour que les effectifs contrôlés au Bazacle deviennent relativement importants.

4.2.2 Migration de l’anguille à Golfech

4.2.2.1 Le système de franchissement et le contrôle des individus

L’ascenseur à poissons de Golfech, comme la plupart des dispositifs de ce type, étant peu fonctionnel pour l’anguille (espacement des grilles de la nasse, débit d’attrait important...), une passe expérimentale a été installée dans l’enceinte de l’ascenseur en 2002, complétée en 2008 par un dispositif complet et définitif permettant aux individus de franchir totalement

l’ouvrage. Depuis cette date, un suivi par piégeage est effectué régulièrement pour échantillonner la population migrante (biométrie, état sanitaire, dénombrement...). Cependant, afin d’avoir un comptage exhaustif des anguilles sur ce site, un compteur à résistivité a été installé à la sortie de la passe.

L’ouvrage mesure 45 m de long et est composé de 3 parties :

- Une partie aval d’environ 15 m.
- Un bassin tampon.
- Une partie amont d’environ 30 m.
-

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 *a 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.



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).

Cette rampe, inclinée à 35° permet de franchir les 17 m de hauteur du barrage. A l’amont, un bac vivier de 1 m³ permet de réceptionner les anguillettes ayant franchi le système. Elles peuvent être piégées à ce niveau ou libres.

La passe est équipée de plaques de PVC sur lesquelles 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.

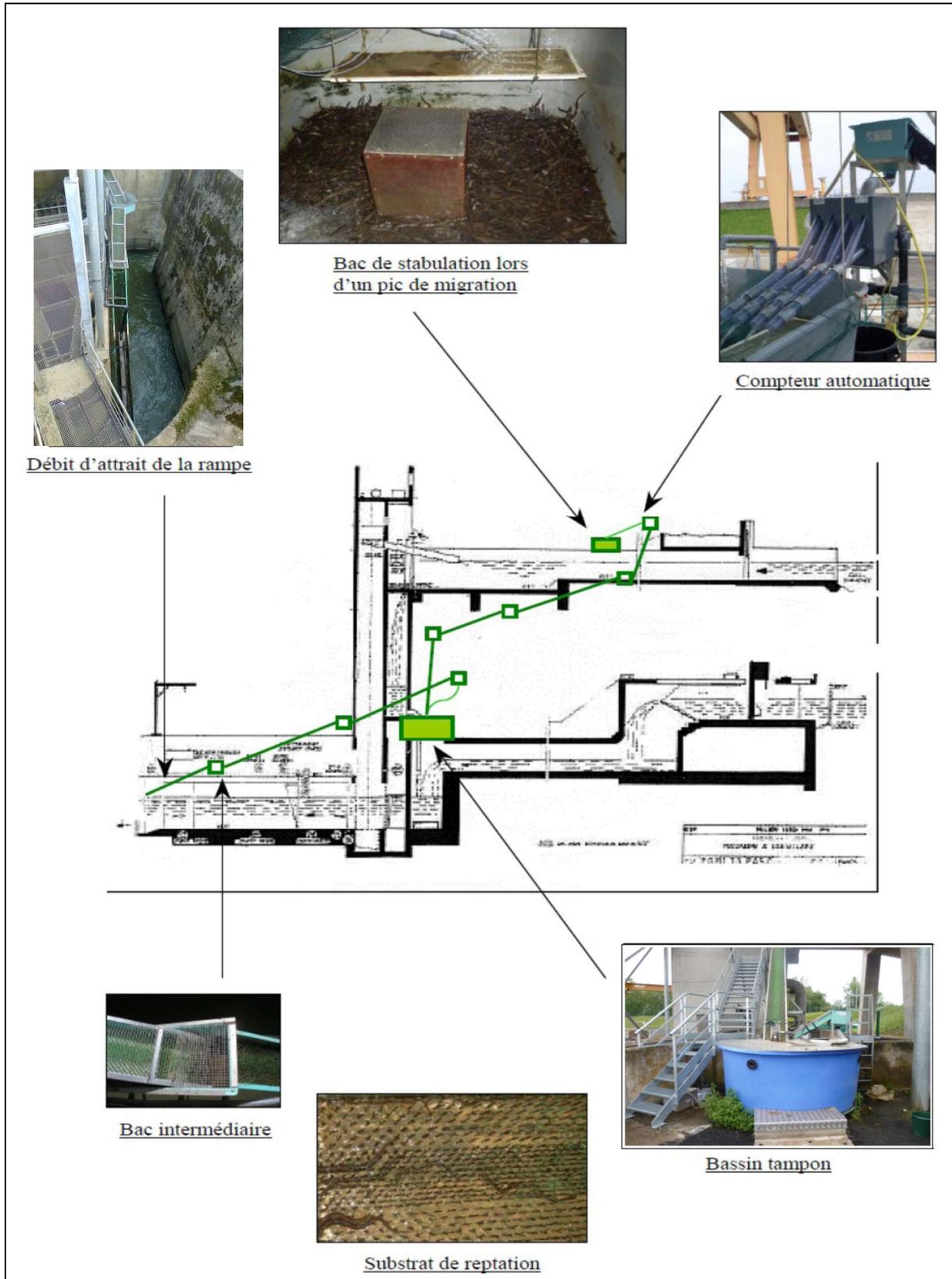


Figure 52 : Schéma de la rampe à anguilles définitive

- Le comptage automatique par vidéo « deep learnig »

La SCOP « Hizkia », spécialisée dans l’analyse vidéo et la base de données, a développé un système de comptage automatique adapté aux anguillettes en migration. Le site de Golfech a été choisi depuis 2019 comme site pilote du fait des importants passages enregistrés lors des pics de migration. Du fait des résultats de 2020, le compteur a résistivité a été abandonné sur le site et le système Hizkia a fonctionné en continu lors de la saison 2021.



Figure 53 : Photo du système de comptage vidéo 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 blanc 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 infra-rouge permet d’optimiser la qualité des images enregistrées tout en limitant le développement algal ainsi que la présence d’insectes au droit des caméras.

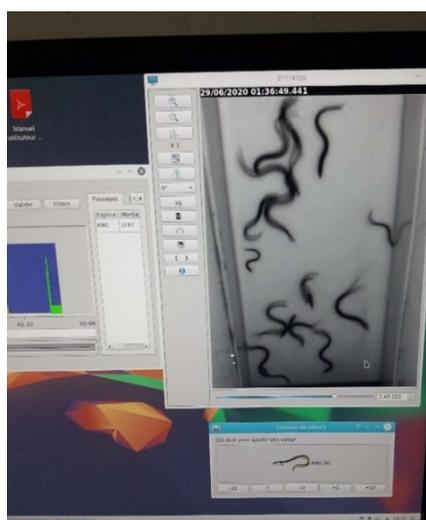


Figure 54 : Photo d’anguilles détectées par le système Hizkia à Golfech

- Résultats et efficacité des comptages :

DATE	HEURE DEBUT	HEURE FIN	COMPTAGE CONTINU	DONNEES BRUTES COMPTAGE AUTO	EFFICACITE
06/07/2021	23:00:00	23:59:30	174	173	99,4%
07/07/2021	01:00:00	01:30:00	710	644	90,7%
07/07/2021	23:00:00	23:30:00	235	227	96,6%
08/07/2021	01:00:00	01:30:00	264	248	93,9%
08/07/2021	03:00:00	03:30:00	389	359	92,3%
08/07/2021	05:00:00	05:30:00	241	234	97,1%
			2013	1885	93,6%

Figure 55 : Efficacité du compteur automatique vidéo en 2021.

Depuis 2020, en plus des comptages automatiques, une caméra et un ordinateur dédiés, ont filmé et enregistré la totalité de la saison 24H/24H. Ceci, dans le but de vérifier les comptages automatiques sans perturber la migration. Cette stratégie peut permettre d’éviter les piégeages et manipulations qui concentrent les individus, augmentent le stress, les risques de pathologie et modifient le comportement nocturne de l’animal (lâchers diurnes après manipulations).

La Figure 55 rend compte de l’efficacité du compteur automatique vidéo. Celle-ci a été analysée grâce au dépouillement de plusieurs plages horaires enregistrées en continu lors des nuits de fortes affluences.

Dans ces conditions, ce système s’est révélé moins efficace qu’en 2020, avec un taux d’erreur de près de 6 % contre 2 % la saison précédente.

Ce taux d’erreur a augmenté du fait de la modification de l’emplacement de la caméra en début de saison afin d’affiner l’estimation des tailles. Malheureusement, le capotage du système étant réduit, ce changement a entraîné la réduction de la longueur du champ de vision de la caméra et a ainsi impacté la capacité de détection et/ou d’analyse du logiciel. Le résultat est tout de même satisfaisant mais il a été convenu avec la SCOP HIZKIA, fournisseur du matériel, d’améliorer le système pour une fabrication optimum et en série. La partie physique du système sera ainsi remplacée en 2022. L’objectif étant de conserver l’efficacité du comptage obtenue en 2020 (2 % d’erreurs vérifiés jusqu’à 10000 individus par heure) couplée à une estimation des tailles fiable, au plus proche de la réalité.

- Estimation des tailles :

Le logiciel de comptage vidéo suit le déplacement de l’anguille en la mesurant X fois. Il moyenne ensuite un nombre de pixels par poisson. Le développeur a mis au point une équation en fonction de l’objectif de la caméra et de son positionnement par rapport au support de reptation des anguilles. Chaque animal est donc mesuré de façon automatique.

Après modification de l’emplacement des caméras, il a fallu étalonner le compteur automatique afin d’obtenir des données suffisantes pour permettre le calcul automatique de la taille des individus. Une centaine d’individus a ensuite été mesurée manuellement et automatiquement afin de valider l’équation finale.

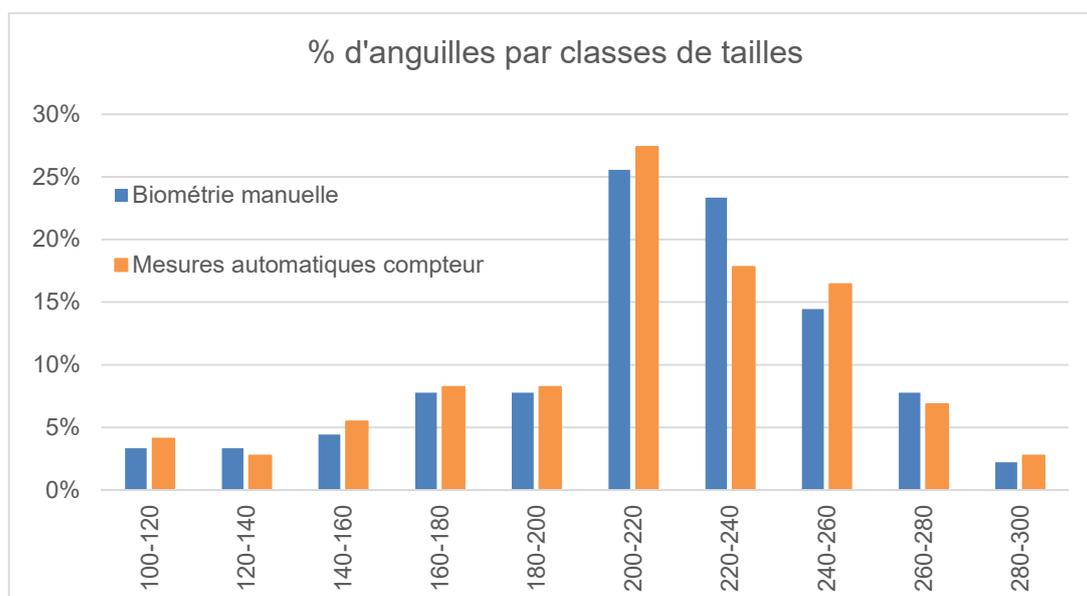


Figure 56 : Comparaison des tailles d’anguilles estimées par le compteur et mesurées.

La Figure 56 compare la répartition des tailles estimées par le système vidéo automatique avec la référence obtenue par biométrie manuelle. L’estimation des tailles grâce au logiciel affiche une répartition très proche de la réalité et représentative de la totalité des classes de tailles de l’échantillon.

- Entretien du système de comptage :

Le développement de micro-algues sur les parois du support de reptation des anguilles est le paramètre ayant le plus d’impact sur l’efficacité de la détection des individus ainsi que sur l’estimation de leur taille. **Un nettoyage hebdomadaire est nécessaire au bon fonctionnement de l’outil.** Afin de faciliter cette opération, le capot du compteur a été modifié par MIGADO pour rendre plus accessible la zone à nettoyer. **Cette donnée sera prise en compte pour la réalisation du nouveau support du système vidéo.**

- Influence de l’éclairage :

En 2020, le compteur vidéo a fonctionné avec un éclairage direct led blanc standard. La détection a été efficace tout au long du suivi. Cependant, entre chaque nettoyage, des algues vertes se développaient abondamment sur le support et de nombreux insectes accompagnés de leurs prédateurs (araignées) colonisaient le caisson du compteur perturbant alors la détection. L’installation pour 2021 d’un éclairage led infra-rouge a permis de pallier ce

problème. L'efficacité de détection est restée bonne et le rendu visuel à la caméra inchangé. Par ailleurs, le développement algal a été fortement impacté. Sous l'influence de l'éclairage infra-rouge, les algues vertes ont été remplacées par des algues rouges au développement plus lent et dont le nettoyage est plus aisé. L'impact de ces algues sur l'efficacité de la détection est moindre qu'avec un éclairage standard. De plus, les animaux ne distinguant pas l'infra-rouge, aucune colonisation d'insectes ou d'araignées n'est apparue au cours de la saison. **L'éclairage infra-rouge est donc à privilégier sur ce type d'installations (le nouveau support prévu en 2022 sera doté d'un rétro-éclairage infra-rouge).**

- Cas exceptionnel 2021 : les Blennies fluviatiles :



Figure 57 : Une des nombreuses blennies qui a franchi la rampe à anguille de Golfech en 2021.

Chaque année, quelques blennies sont aperçues dans les bassins de la rampe à anguilles. **En 2021, ce sont plusieurs centaines d'individus qui ont réussi à gravir cet ouvrage.** Beaucoup ont été observées dans le bassin amont et plusieurs d'entre elles ont été enregistrées par le système vidéo et comptabilisées en anguilles. Il est difficile d'en connaître le nombre exact (200 à 300). L'intelligence artificielle développée pour la reconnaissance des anguillettes n'était pas préparée à ce cas de figure. Ainsi, il a fallu déterminer ces blennies sur le logiciel de dépouillement afin de renommer la bonne espèce à l'individu comptabilisé anguille par le logiciel. Pour la saison suivante, le développeur devrait intégrer cette donnée au logiciel afin « d'entraîner » l'intelligence artificielle.

- Gestion des données :

Le compteur vidéo est relié à internet. Les images enregistrées sont stockées puis analysées sur un serveur distant. Les données de la nuit sont disponibles chaque matin à partir de 7h sur une base de données accessible via internet grâce à un code sécurisé. Les données sont archivées et sauvegardées à un format adapté et ne nécessitent pas de retraitement de la part de l'utilisateur.

- Moyens nécessaires au fonctionnement :

Le système vidéo fonctionne avec une liaison internet de bonne qualité qui requiert un abonnement tout au long de la durée d'utilisation. Enfin, en sus de l'acquisition ou de la location du matériel, une redevance annuelle est demandée par le fournisseur HIZKIA. Celle-ci inclut la formation des utilisateurs, une assistance permanente, la mise à jour des logiciels ainsi que le stockage des données.

4.2.2.2 Résultats des passages d'anguilles en 2021 au niveau de Golfech

- Période de fonctionnement :

Pour la saison **2021**, la rampe spécifique à anguilles a été **mise en service le 19 avril**. La première anguille a franchi le système le 26 avril.

La **saison a été clôturée le 15 octobre** après plus de 15 jours sans aucun passage (dernière anguille passée le 23 septembre).

- Bilan des franchissements :

Cette année, ce sont **36649** anguilles qui ont été comptabilisées comme ayant franchi la rampe spécifique. D'après les études des années précédentes sur ce site, 10 % d'anguilles auraient franchi l'obstacle par l'ascenseur à poissons : **3665** individus.

Ainsi, la population d'anguilles estimée ayant franchi l'aménagement de Golfech est de **40314** individus en 2021.

- Comparatif interannuel :

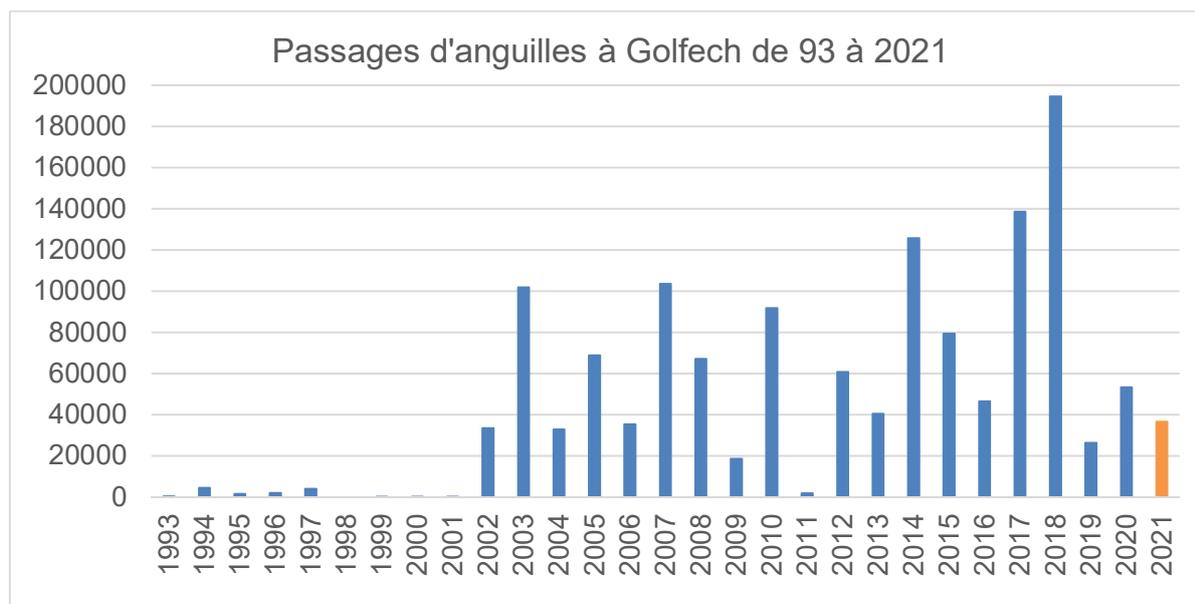


Figure 58 : Franchissements d'anguilles à Golfech de 1993 à 2021

Depuis la mise en service de la rampe spécifique à anguilles en 2002, la moyenne annuelle des passages sur le site avoisine les 70 000 individus. Le maximum enregistré date de 2018 avec 194000 anguillettes observées. **Avec seulement 40 314 passages, 2021 se situe dans une année de plutôt faibles passages au niveau de Golfech.**

- Influence du débit et de la température :

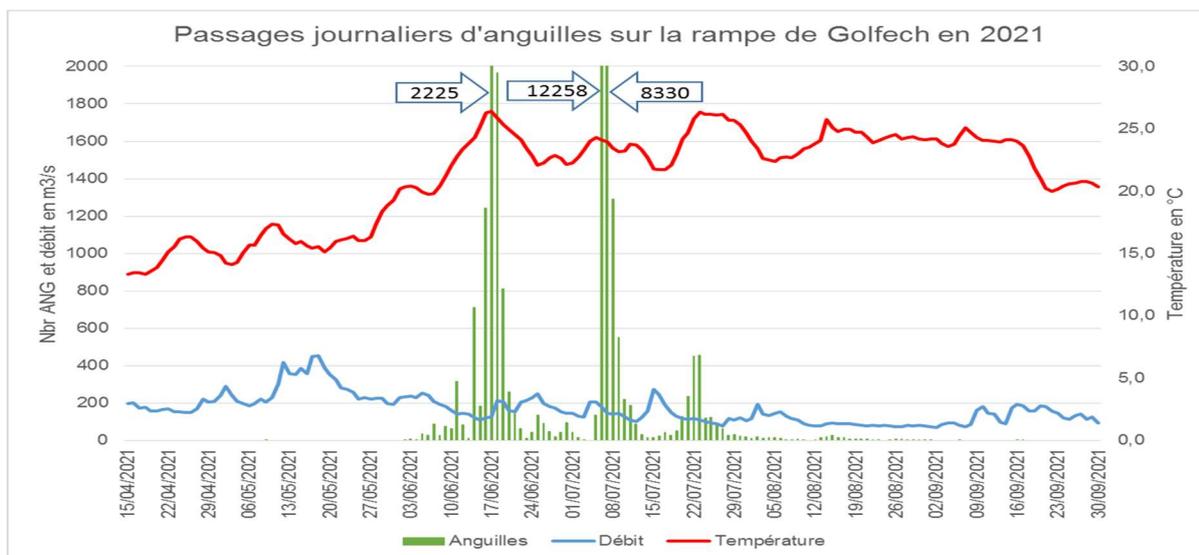


Figure 59 : Passages journaliers en fonction du débit et de la température de l’eau.

La Figure 59 fait apparaître un réel démarrage de la migration avec l’enregistrement de 313 anguilles le 11 juin pour un débit de 140 m³/s et une température de 22.8°C.

Les franchissements ont été significatifs seulement du 10 juin à fin juillet avec 3 pics de passages concomitants à des hausses de températures dues à la météo. Pics de courtes durées car les gradients de température positifs n’ont guère duré plus de 4 jours. Les débits bas et stables de la saison ont peu influencé la migration.

La nuit du 6 au 7 juillet a présenté la plus forte affluence de la saison avec 12 258 anguillettes comptabilisées pour une température moyenne de l’eau de 24,1°C et un débit moyen journalier de 180 m³/s (mêmes conditions que lors du pic de franchissement en 2020). Le lendemain, 8330 individus ont encore gravi la rampe. **Ainsi, plus de la moitié des passages de la saison (20588/36649 sur la rampe) ont été enregistrés durant ces deux nuits.**

- Evolution hebdomadaire des passages d'anguilles en 2021 :

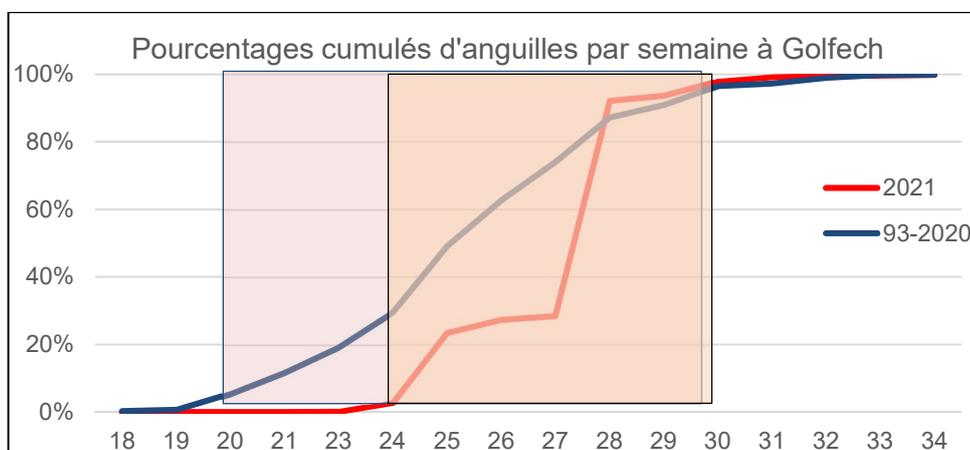


Figure 60 : Pourcentages cumulés d’anguilles par semaine à Golfech en 2021.

Comme le fait apparaître la Figure 60, la saison 2021 a été bien plus courte que la moyenne des saisons précédentes. 90 % des franchissements ont eu lieu en 6 semaines (de la semaine 24 à la semaine 30) contre 10 semaines les années moyennes. Le décalage de 4 semaines s’est produit en début de saison à la faveur d’un débit et d’une turbidité plutôt faibles. Cependant, la majorité des passages ont été, comme les années antérieures, enregistrés des semaines 24 à 28.

- Gestion du débit d’attrait de l’ascenseur à poissons :

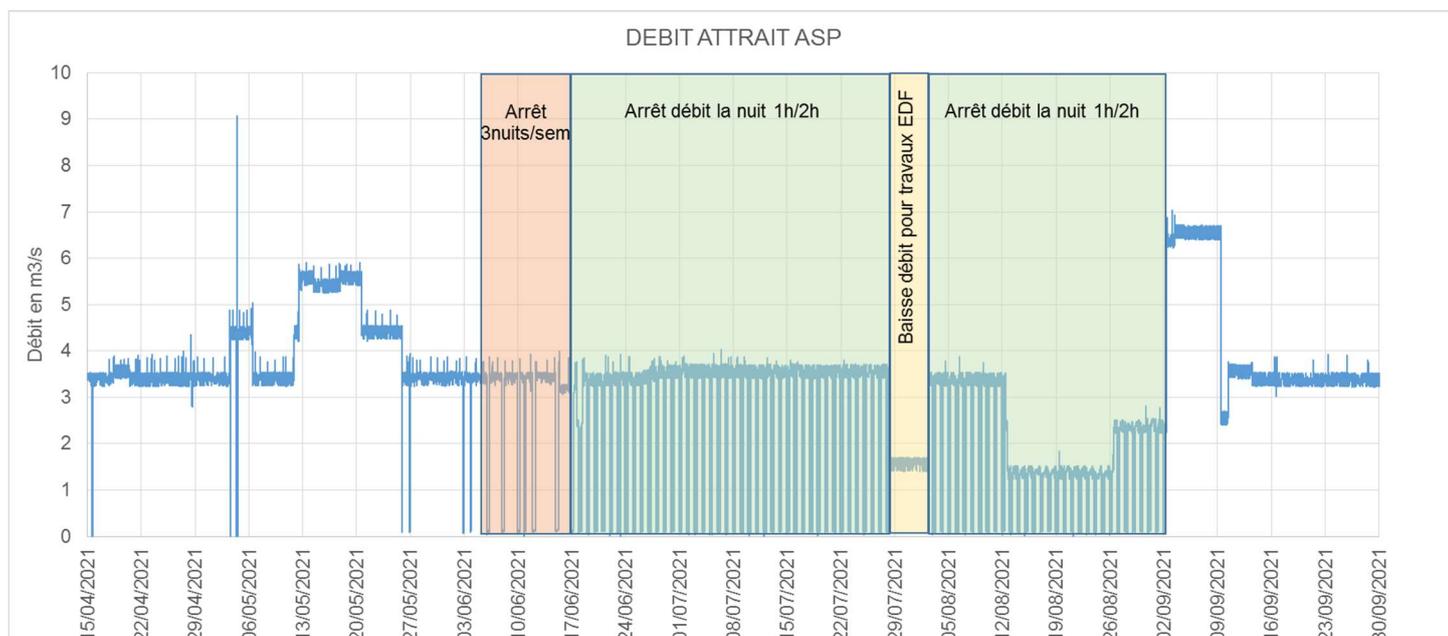


Figure 61 : Fonctionnement du débit d’attrait de l’ascenseur à poissons en 2021.

La Figure 61 fait apparaître les variations du débit d’attrait aux entrées de l’ascenseur à poissons et de la rampe à anguilles.

Depuis plusieurs saisons, lorsque les migrations sont effectives, un protocole alterné de délivrance du débit d’attrait est mis en place. Ce débit est réglé par un technicien MIGADO en fonction du niveau d’eau de la Garonne (de 3 à 7 m³/s) afin d’attirer les poissons dans l’enceinte de l’ascenseur. Malheureusement, dans ces conditions, il est avéré depuis plusieurs années que les anguilles ont des difficultés à localiser le faible débit (quelques litres/s) de la rampe spécifique et donc à emprunter cet ouvrage.

Les années précédentes, il avait été décidé (afin de perturber le moins possible la migration des autres espèces et d’améliorer les franchissements d’anguilles) de diminuer ce débit d’attrait 4 nuits (1 nuit sur 2) par semaine de 22h à 5h du matin. Protocole réalisé du 6 au 16 juin 2021 (voir fig 61).

Cette mesure, spécifique au site de Golfech, s’avérait très favorable à l’espèce mais affichait des disparités d’une nuit sur l’autre. En contrepartie, l’influence était inverse vis-à-vis des silures impliquant des nuits sans franchissement. **Dans un but d’uniformiser les passages de toutes les espèces tout en permettant aux anguilles de trouver la rampe, il a été choisi au cours de la saison 2021 d’ouvrir et de fermer le débit d’attrait alternativement toutes les heures de nuit de 22h à 6h.** Ce protocole a été mis en place du 16 juin au 2 septembre 2021 avec succès puisque les anguilles et les silures franchissent de

façon plus régulière. Les passages dépendent désormais uniquement des conditions de migration et non plus de la nuit avec ou sans débit d’attrait. Les fluctuations horaires de ce débit sont lissées par la longueur de rampe à gravir et ont apparemment peu d’impact sur la répartition horaire des individus en haut de la rampe.

A noter que cette mesure est restée en vigueur jusqu’au 2 septembre alors que la migration des anguillettes a quasiment pris fin les derniers jours de juillet. Afin de moins solliciter les organes de gestion des débits et d’impacter encore moins les autres espèces, il conviendrait à l’avenir de restreindre cette mesure au minimum. Au cours des 18 dernières années, 90 % des passages d’anguilles ont eu lieu entre les semaines 20 et 30. Cette période devrait être considérée comme une base solide dans laquelle la gestion du débit d’attrait de l’ascenseur à poissons de Golfech sera adaptée aux anguilles.

- Passages horaires :

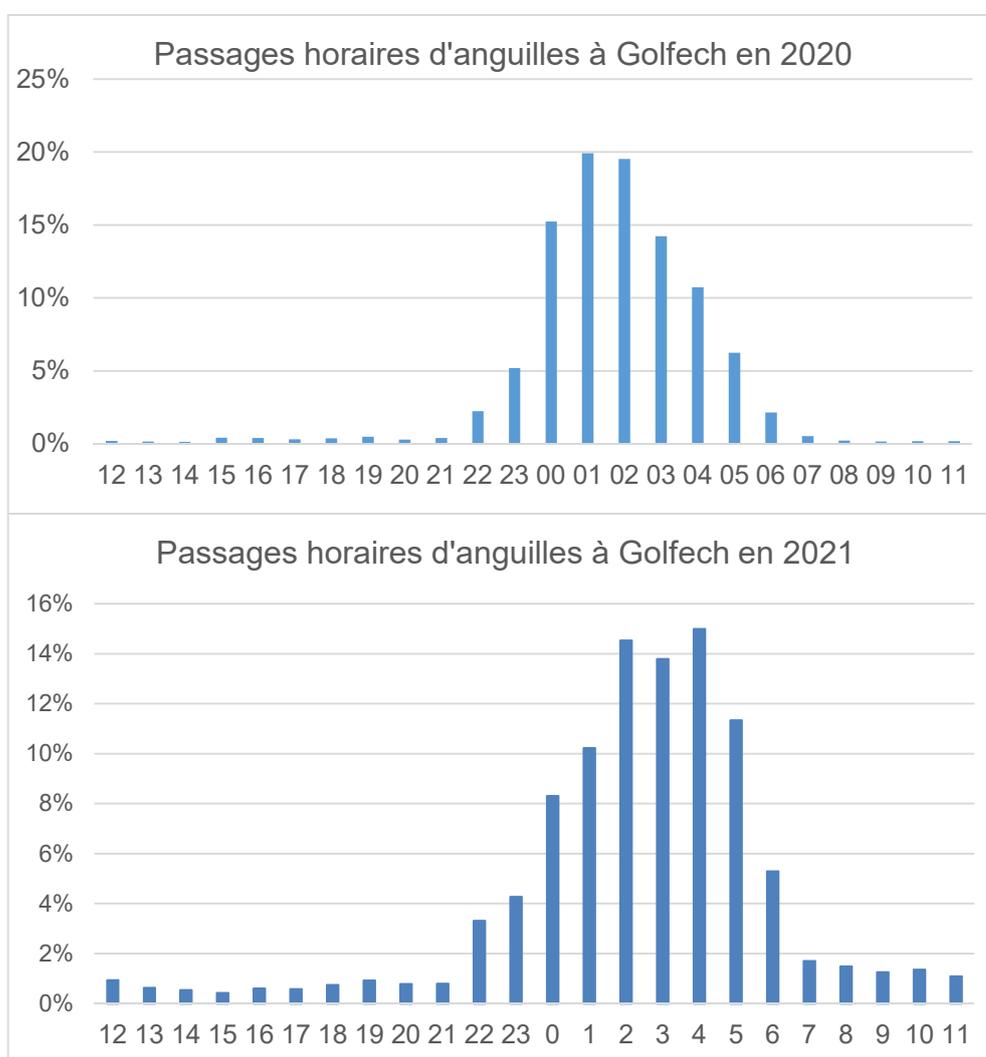


Figure 62 : Pourcentage de passages horaires des anguilles à Golfech en 2020 et 2021.

De la même façon que les années précédentes, la quasi-totalité des migrations ont lieu la nuit. 90 % des passages étaient enregistrés entre 23 h et 6 h du matin en 2020 contre 85 % entre 22h et 7h en 2021. Le débit d’attrait de l’ascenseur était en service les heures impaires et à l’arrêt les heures paires. Les enregistrements en hauts de la rampe ont été continus quelles que soient les conditions en aval.

- Biométrie des individus migrants en 2021 :

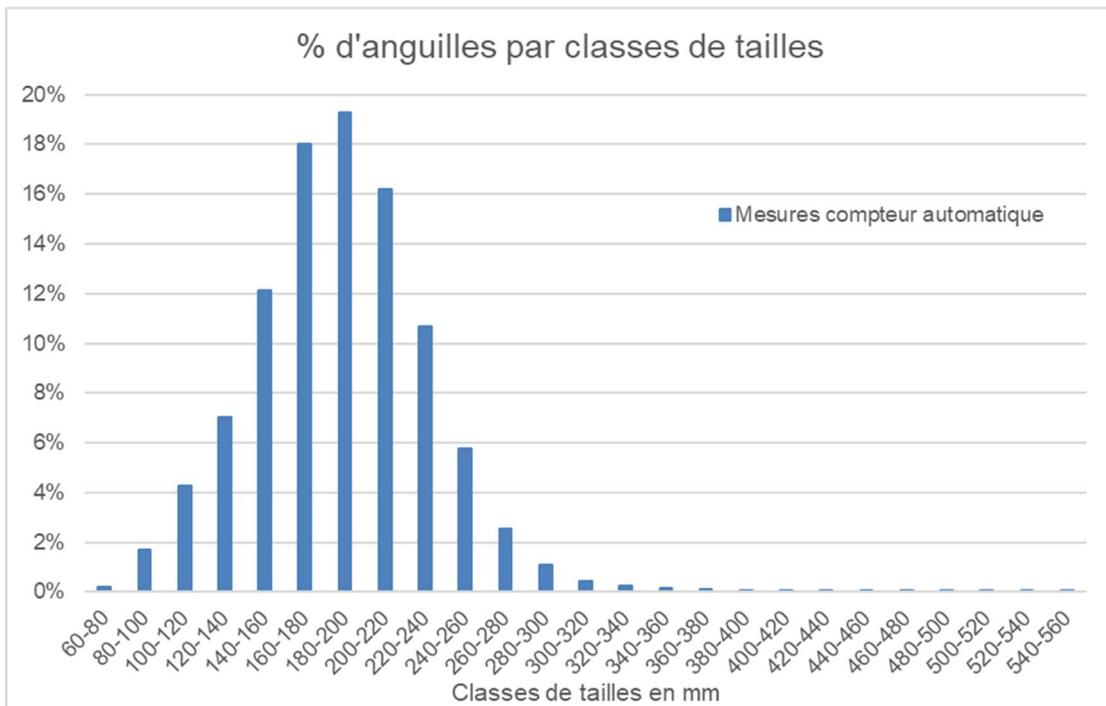


Figure 63 : Répartition par classes de tailles des anguillettes à Golfech en 2021.

En 2021, les tailles de 33 786 anguilles ont été prises en comptes sur Golfech grâce au logiciel vidéo). Les anguillettes présentent des tailles comprises entre 70 et 557 mm. La moyenne est de 187.3 mm et la médiane 186 mm

Ces estimations de tailles sont fiables et représentatives de la population migrante de la saison. Cependant, la totalité des blennies n'a pu être exclue des analyses. Elles ont probablement légèrement influencé à la baisse les mesures de 2021.

En 2022, une attention particulière sera apportée à la présence de blennies au niveau de la rampe à anguilles afin d'améliorer le système de comptage (discrimination des espèces) et en vérifiant régulièrement les tailles calculées.

En tout état de cause, le système Hizkia a drastiquement amélioré la gestion de l'espèce sur le site en permettant un comptage fiable, une estimation précise de la taille des individus tout en fiabilisant la donnée (stockage et bancarisation). Par ailleurs, le système de double caméra permet également de ne quasiment plus manipuler les individus pour effectuer des comptages manuels de vérifications : un visionnage manuel des séquences enregistrées remplace ce piégeage et évite ainsi de perturber la migration des anguilles à Golfech.

Au Bazacle, les anguilles sont visionnées par le système SYSIPAP. La détection des individus n'est pas fiable à 100 % du fait de la taille. Cependant, la présence observée sur le site est anecdotique (3 anguilles comptabilisées) et ne révèle certainement pas les effectifs réels présents au droit de l'obstacle.

4.2.3 Migration de la lamproie

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total général
1993	0	0	0	0	994	1090	2	0	0	0	0	0	2086
1994	0	0	0	0	44	62	1	0	0	0	0	0	107
1995	0	0	0	1	506	214	20	0	0	0	0	0	741
1996	0	0	0	14	2065	303	0	0	0	0	0	0	2382
1997	0	0	0	97	523	43	0	0	0	0	0	0	663
1998	0	0	0	6	1160	451	1	0	0	0	0	0	1618
1999	0	0	0	13	35	174	0	0	0	0	0	0	222
2000	0	0	0	17	560	212	0	0	0	0	0	0	789
2001	0	0	0	6	142	71	0	0	0	0	0	0	219
2002	0	0	0	29	890	3090	138	0	0	0	0	0	4147
2003	0	0	0	342	7279	10723	0	0	0	0	0	0	18344
2004	0	0	0	26	1738	1058	12	0	0	0	0	0	2834
2005	0	0	2	60	1333	735	2	0	0	0	0	0	2132
2006	0	0	20	18	388	8	0	0	0	0	0	0	434
2007	0	0	0	75	3718	1829	4	0	0	0	0	0	5626
2008	0	0	0	3	15	1	0	0	0	0	0	0	19
2009	0	0	0	2	3387	5597	4	0	0	0	0	0	8990
2010	0	0	0	0	1539	132	1	0	0	0	0	0	1672
2011	0	0	0	163	377	2	1	0	0	0	0	0	543
2012	0	0	0	0	381	20	0	0	0	0	0	0	401
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne 1993-2020	0	0	1	31	967	922	7	0	0	0	0	0	1928

Figure 64 : Répartition mensuelle des lamproies marines contrôlées à Golfech entre 1993 et 2021

En 2021, aucune lamproie marine 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.

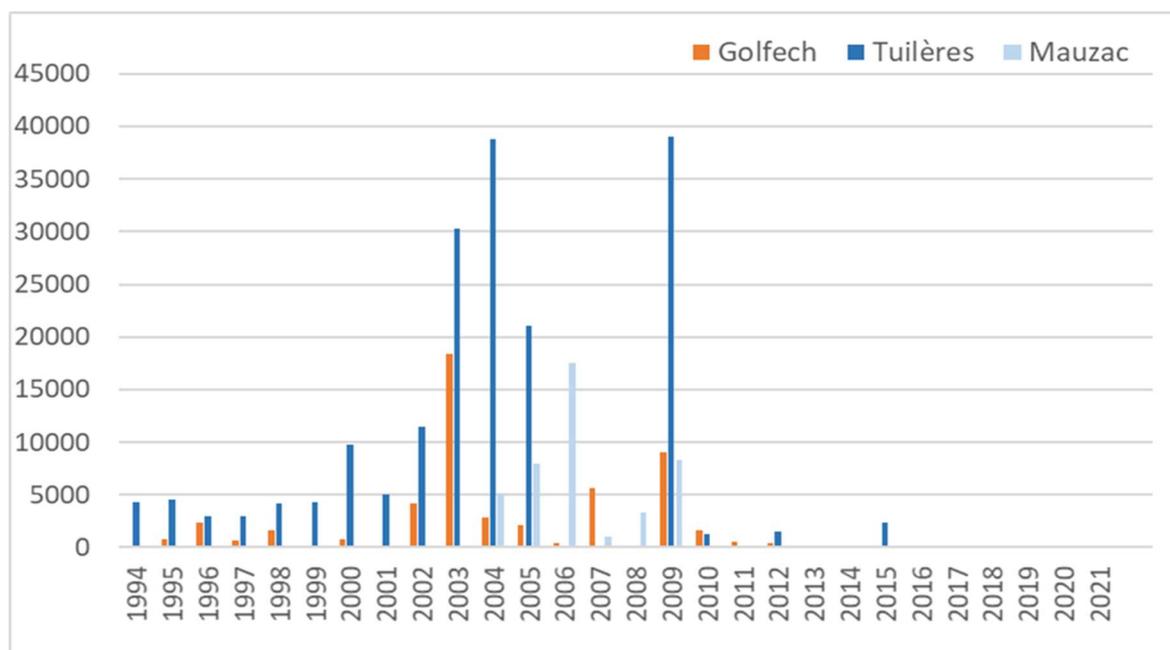


Figure 65 : Evolution annuelle des passages de lamproies à Golfech depuis 1993. Comparaison avec Tuilières sur la Dordogne.

Cette espèce représente un intérêt patrimonial et économique majeur sur le bassin Gironde – Garonne – Dordogne. Ses effectifs ont globalement augmenté dans les années 2000, 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 amateurs.

Depuis maintenant plus de 10 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 Garonne 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 apparait comme extrêmement important au regard de l'état actuel de la population. Cette étude a fait l'objet d'un article scientifique accepté dans la revue Nature, rédigé conjointement par MIGADO et le laboratoire ECOLAB de l'université Paul Sabatier de Toulouse : *High predation of native sea lamprey during spawning migration*, Boulêtreau et al, 2020. En 2021, un suivi similaire sur les 2 axes a été à nouveau réalisé avec les mêmes résultats, à savoir une prédation très forte (entre 80 et 90 %) et très rapide (entre 7 et 20 jours après le lâcher).

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 (débit des 2 cours d'eau très faible pendant la période de migration) des 2 années pourraient également expliquer pourquoi la mortalité de la lamproie liée à la prédation était si élevée et si rapide.

Lors du COGEPOMI plénier du 5 février 2020, il a été proposé et validé le transport d'un échantillon de la population migrante sur 2 axes où la prédation par le silure serait potentiellement faible voire nulle : le Ciron sur le bassin de la Garonne (1000 individus) et la Dronne sur le bassin Dordogne (2000 individus). En 2021, les suivis sur ces 2 axes ont été réalisés par MIGADO sur un échantillon de la population transférée, à savoir 10 individus sur le Ciron et 20 sur la Dronne. Le protocole et les résultats font l'objet d'un rapport spécifique (*Suivi de la lamproie marine sur le bassin de la Garonne et de la Dordogne*, MIGADO 2022, à paraître).

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

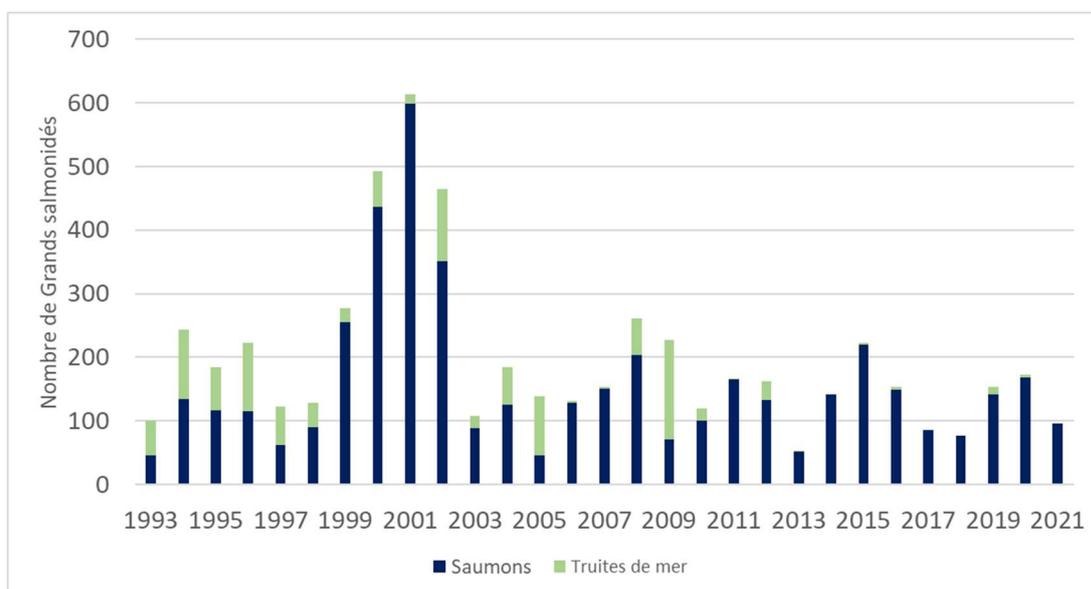


Figure 66 : Evolution des passages annuels de grands salmonidés à Golfech entre 1993 et 2021.

La Figure 66 indique que l’année 2021 montre une diminution sensible du nombre de saumons atlantiques (96) par rapport aux 2 années précédentes, légèrement en dessous de la moyenne enregistrée depuis 15 ans (125 individus) et l’absence de truite de mer, espèce que l’on observe quasiment plus sur le site de Golfech.



Figure 67 : Saumons observés à la vitre de contrôle de Golfech le 28/03 2021

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	5	1	0	16	13	5	46
1994	4	0	0	0	0	28	42	0	13	29	10	8	134
1995	1	0	0	6	23	60	12	0	0	8	3	4	117
1996	0	2	0	17	40	24	19	0	0	10	3	0	115
1997	1	0	0	10	4	4	11	0	0	8	18	6	62
1998	0	0	0	9	24	20	7	0	1	10	2	17	90
1999	4	0	9	11	11	138	25	0	1	14	12	30	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	0	0	0	77
2019	0	3	29	58	39	11	1	0	0	0	0	0	141
2020	0	3	14	113	13	21	4	0	0	0	0	0	168
2021	0	1	16	42	28	9	0	0	0	0	0	0	96
Moyenne 1993-2020	1	2	12	30	25	41	27	1	1	7	5	6	159
Moyenne 2003-2020	1	2	16	41	30	20	13	0	0	0	1	0	125

Figure 68 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech entre 1993 et 2021

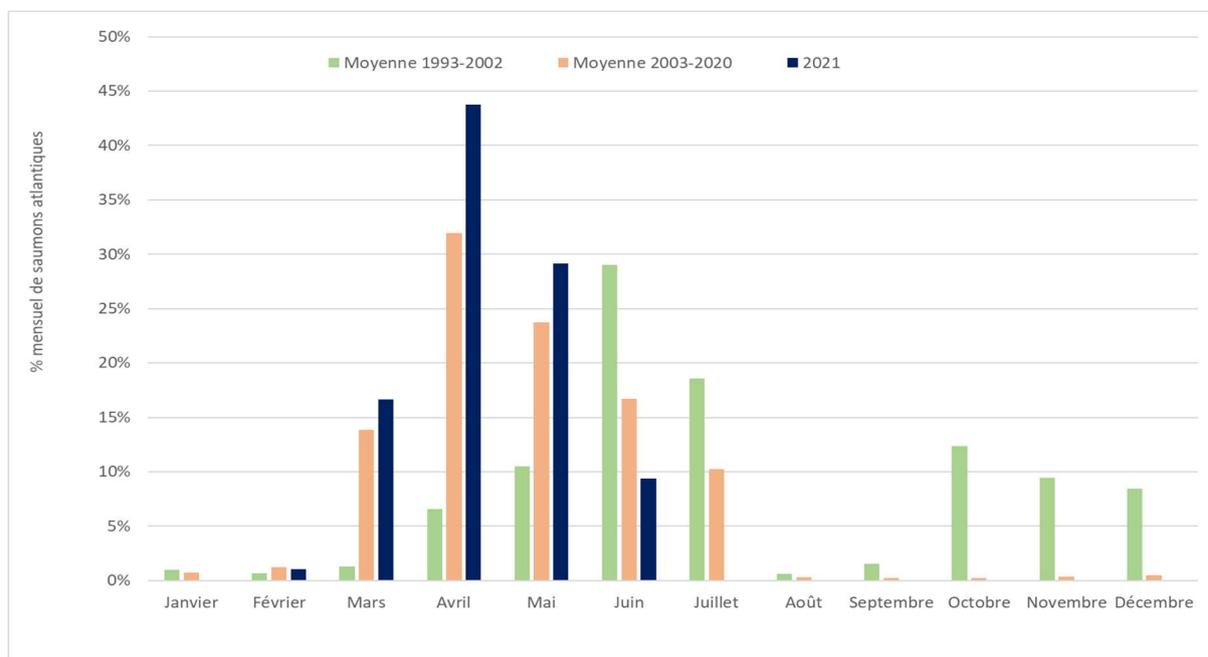


Figure 69 : Comparaison entre la répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech en 2021 et la moyenne des observations sur la période 1993-2002 et sur la période 2003 – 2020

Les Figures 68 et 69 montrent que la migration de 2021 est marquée par une concentration des passages lors des mois d’avril et mai (75 % des individus recensés contre 53 % sur la période 2003-2020). Par contre, les passages au mois de juin sont très faibles et marquent l’arrêt de la migration, à mettre en relation avec l’hydrologie, très faible toute la saison, et la hausse brutale de la température de l’eau à partir du 10 juin. La Figure 73 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.

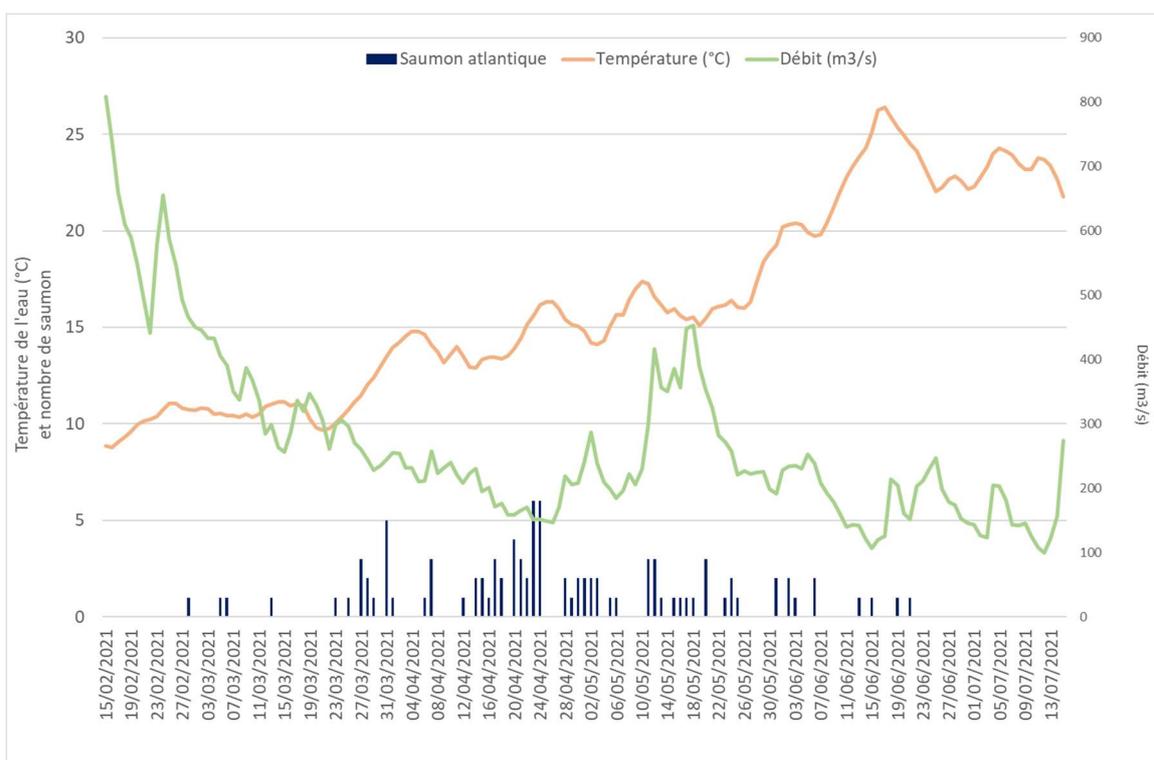


Figure 70 : Evolution des passages journaliers de saumons à Golfech en 2021 en fonction du débit et de la température.

Le premier individu a été observé le 28 février pour une température de l’eau moyenne journalière de 10.7°C. La saison est caractérisée par une absence de pic de migration, avec des passages faibles mais réguliers entre le 23 mars et le 26 mai. Ce phénomène, rarement observé à Golfech, est certainement à mettre en relation avec les faibles débits chutant drastiquement entre fin février et fin avril pour atteindre des valeurs historiquement basses, de l’ordre de 150 m³/s.

Caractérisation de la population

Les 96 saumons comptabilisés ont, comme depuis plusieurs années, fait l’objet d’une estimation de taille dont la précision a été évaluée à ± 2 cm contre ± 5 cm les années précédentes. En effet, depuis 2002, un grand nombre de poissons ont été mesurés pendant les opérations de piégeage et il a ainsi 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 2021 de 60 cm à 98 cm, avec une moyenne de 80 cm (Figure 71).

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
2020	50	93	75
2021	60	98	80
moyenne 1993 - 2002	49	92	67
moyenne 2003 - 2020	56	99	77

Figure 71 : Taille minimale, moyenne et maximale des saumons observés à Golfech entre 1993 et 2021

Chez les saumons, les classes de taille les plus représentées au cours de cette saison 2021 sont les classes 75 – 80 cm et 80 – 85 cm qui correspondent respectivement à 34 % et 46 % des effectifs (Figure 72).

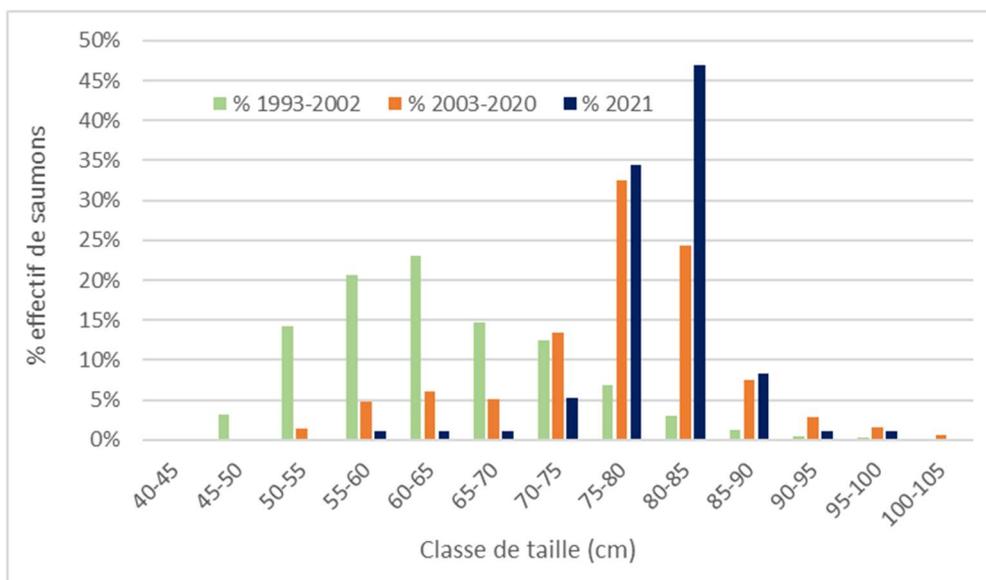


Figure 72 : Comparaison des histogrammes des classes de taille moyennes de saumons à Golfech entre 1993 – 2002, 2003-2020 et celles observées en 2021

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 73) :

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

Figure 73 : 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 4 544 saumons ayant franchi Golfech depuis 1993, nous obtenons la répartition suivante (Figure 74) :

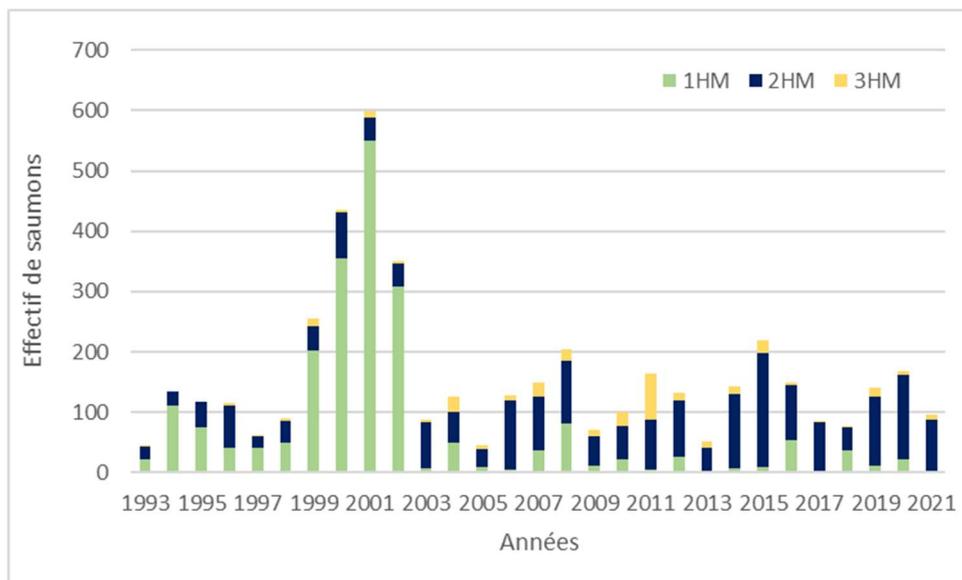


Figure 74 : Répartition des 1 hiver de mer (1 HM, castillons), 2HM et 3 HM (plusieurs hivers de mer) à Golfech entre 1993 et 2021

Globalement, sur les 4544 saumons contrôlés et mesurés précisément (à +/- 5 cm 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 2021, sur les 96 saumons contrôlés à Golfech, 3 individus, ont été classés 1 HM, pour une taille moyenne de 63 cm. Parmi les 93 autres saumons, 9 ont été classés 3 HM, passés au mois de mars et avril avec respectivement une taille moyenne de 88.26 cm, le reste des effectifs (84) ayant 2 hivers de mer (moyenne de 79.8 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...

Enfin, sur les 96 individus contrôlés, 10 étaient marqués par ablation d’adipeuse. Ces saumons ont été marqués au stade smolts en 2019.

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.

En 2021, 37 saumons sur les 96 ont été transportés sur l’Ariège et 24 individus ont été équipés d’émetteurs et en aval de Golfech pour étudier leur comportement au droit des obstacles et sur le linéaire compris entre Golfech et le Bazacle. Par ailleurs, 5 saumons, dont l’état sanitaire a été jugé non satisfaisant (grosses blessures, écaillage important...) ont été transportés au centre de reconditionnement de Bergerac tel que préconisé dans l’arrêté préfectoral délivré par la DDT 82. Enfin, 1 individu a été prédaté par 1 silure dans le canal de

transfert avant d’avoir pu effectuer une vidange de ce canal permettant d’évacuer les silures causant un désordre biologique.

Pour être transportés, les saumons sont anesthésiés avec de la tricaine à 10 % délivrée sous ordonnance par un vétérinaire. Le dosage est de 18 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.

Par ailleurs, des prélèvements d’écailles 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.

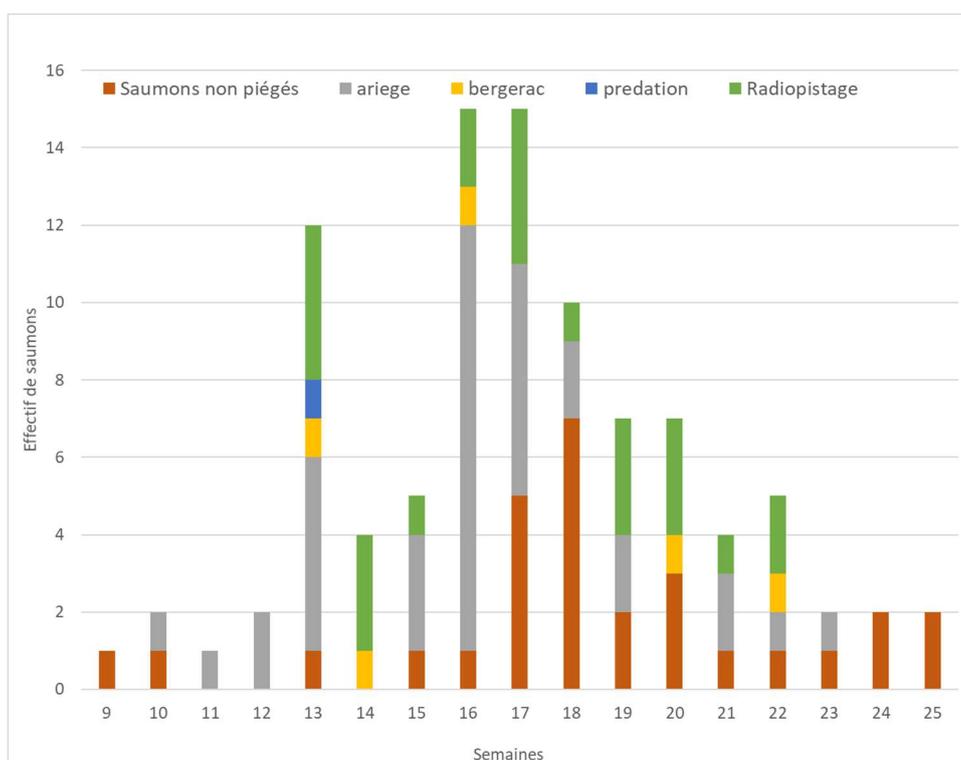


Figure 75 : Destination hebdomadaire des saumons contrôlés à Golfech en 2021

La Figure 75 montre la destination des saumons contrôlés à Golfech en 2021.

En synthèse, sur les 96 saumons contrôlés à Golfech :

- 37 ont été transportés sur l’Ariège, soit 39 % des individus.
- 24 individus ont été équipés d’émetteurs radio et prédation (étude radiopistage) et relâchés en aval de Golfech (25 %)

- 5 saumons ont été transportés au centre de reconditionnement de Bergerac du fait de leur état sanitaire (blessures), soit 5 %
- 1 saumon a été prédaté dans le canal de transfert (1 %)
- 29 individus n’ont pas été piégés (30 %)

Pour permettre de répondre aux objectifs fixés par les partenaires techniques et financiers, à savoir capturer le maximum de saumons et les transporter sur l’Ariège, il a été décidé d’activer le piège de Golfech entre 5h et 22h. En effet, l’analyse de la série chronologique des passages horaires des saumons à Golfech sur la période 2000-2020 montre que 92 % des individus franchissent Golfech dans cette plage horaire. Par ailleurs, un piégeage de nuit est fastidieux sur le site (voire impossible) du fait du passage des silures qui, par leur comportement, peuvent bloquer l’accès à la nasse de piégeage. Cependant, la Figure 76, qui compare les pourcentages horaires des effectifs de saumons contrôlés à Golfech entre 2021 et la moyenne observée sur la période 2000-2020, montre qu’en 2021, près de 20 % des individus sont passés en dehors de la période de piégeage et 50 % entre 22h et 8h. Ainsi, sur les 96 saumons, 19 ont échappé au piégeage du fait de leur passage nocturne.

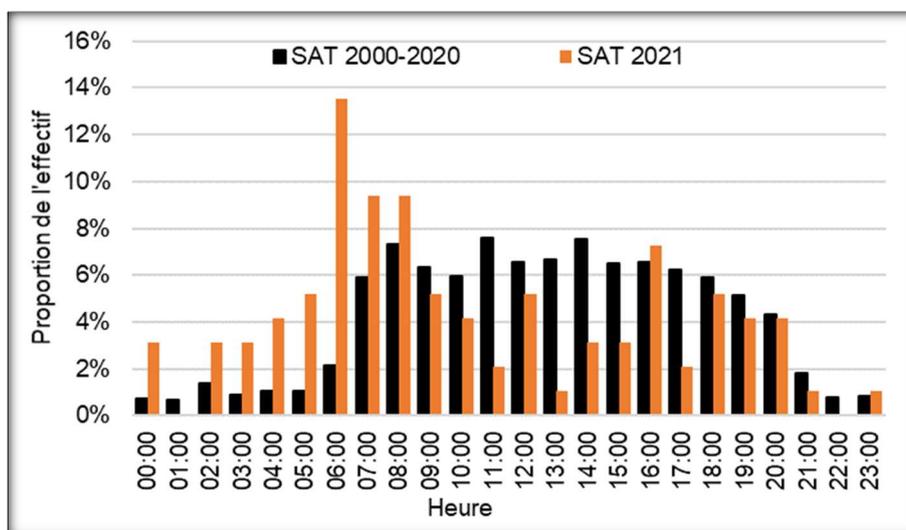


Figure 76 : Comparaison des passages horaires des saumons à Golfech entre la moyenne observée sur la période 2000-2020 et 2021

Enfin, les 4 derniers saumons, passés après le 13 juin, n’ont pas été piégés du fait de la température de l’eau supérieure à 23 °C, température jugée trop importante pour un transport dans de bonnes conditions.

Ainsi, en 2021, le protocole de piégeage n’a pas permis de capturer 23 saumons sur les 29 non piégés. Les 6 autres individus ont échappé au piégeage soit parce qu’ils sont passés juste après la remise en eau du canal de transfert après une vidange (2), soit car passés juste avant (3) ou juste après (1) l’armement du piège. Pour pallier ce fonctionnement, une vigilance toute particulière sera apportée lors des vidanges du canal de transfert avec armement du piège avant remplissage du canal et, en fonction des observations, l’amplitude horaire des piégeages sera augmentée.

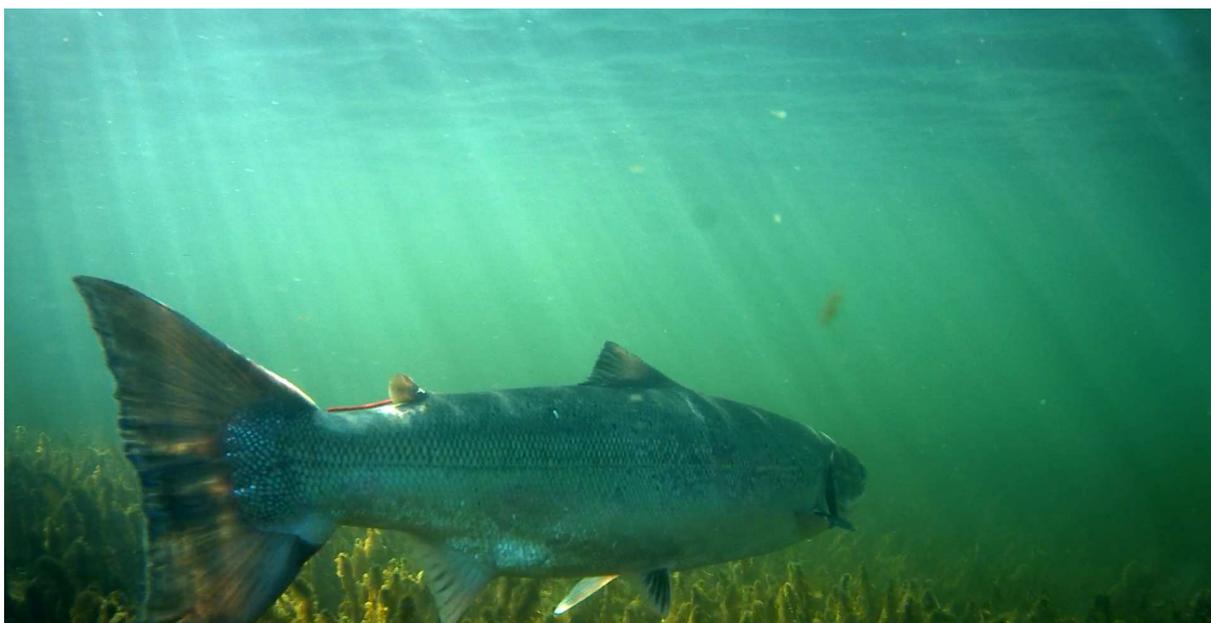


Figure 77 : Saumon (marqué avec un tag spaghetti) déversé sur l’Ariège en 2021

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 Carbonne puis transportés sur les zones de reproduction, soit de migrer sur l’Ariège où les zones favorables sont nombreuses.

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbonne en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

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
2020	0	1	0	42	10	7	0	0	0	0	0	0	60
2021	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Moyenne 1993-2020	0	0	1	7	9	9	8	0	1	3	2	0	40
Moyenne 2003-2020	0	0	1	9	10	7	3	0	0	0	0	0	29

Figure 78 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés au Bazacle entre 1993 et 2021

En 2021, seulement 3 saumons ont été contrôlés sur les 33 qui potentiellement pouvaient se présenter sur le site, c’est-à-dire les non piégés et transportés depuis Golfech additionnés des 4 radiomarkés, lâchés en aval de Golfech et qui ont refranchi l’ouvrage. Parmi ces 3 individus, 1 était marqué.

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbone en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

Années	Somme de 1hm Golfech	1HM sans les individus transportés (Ariège et Bergerac) + mort	Somme PHM Golfech	PHM sans les individus transportés (Ariège et Bergerac) + mort+non repassés après marquage	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%	63.64%	41%
1995	76	76	41	41	11	26	14%	63.41%	32%
1996	42	42	73	73	22	39	52%	53.42%	53%
1997	42	42	20	20	4	6	10%	30.00%	16%
1998	49	49	41	41	16	21	33%	51.22%	41%
1999	202	202	53	53	29	11	14%	20.75%	16%
2000	354	354	82	82	46	27	13%	32.93%	17%
2001	550	550	49	49	89	34	16%	69.39%	21%
2002	309	309	42	42	80	41	26%	97.62%	34%
2003	7	7	81	81	5	33	71%	40.74%	43%
2004	50	49	76	69	16	17	33%	24.64%	28%
2005	10	9	35	28	2	8	22%	28.57%	27%
2006	6	4	122	115	0	47	0%	40.87%	39%
2007	37	35	113	102	3	28	9%	27.45%	23%
2008	82	75	122	108	16	57	21%	52.78%	40%
2009	11	11	59	48	1	21	9%	43.75%	37%
2010	22	21	79	71	3	21	14%	29.58%	26%
2011	6	6	159	146	0	50	0%	34.25%	33%
2012	27	26	106	90	5	16	19%	17.78%	18%
2013	2	2	49	41	0	13	0%	31.71%	30%
2014	8	8	134	82	2	12	25%	14.63%	16%
2015	10	4	209	132	0	46	0%	34.85%	34%
2016	53	40	96	44	7	30	18%	68.18%	44%
2017	1	1	85	44	0	14	0%	32%	31%
2018	36	31	41	31	1	7	3%	23%	13%
2019	11	8	130	26	0	8	0%	31%	24%
2020	21	12	147	139	0	60	0%	43%	40%
2021	3	1	93	32	0	3	0%	9%	9%
					1994-2021	Moyenne:	16%	40%	29%
					1994 - 2002		24%	54%	30%
					2003 - 2021		14%	33%	29%

Figure 79 : Evolution du taux de transfert des saumons sur la Garonne entre Golfech et le Bazacle entre 1994 et 2021.

La Figure 79 montre l'évolution du taux de transfert des saumons entre Golfech et l'amont du Bazacle. Le taux moyen varie entre 9 % et 53 % avec une moyenne de 30 % sur la période 1994 – 2021 et 2003 - 2021. En 2021, ce taux est de 9 %, soit le plus faible taux observé entre ces 2 stations et peut s'expliquer en partie par les très faibles débits transitant sur la Garonne en 2021. Par ailleurs, 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 40 % sur la période 1994 – 2021. Cependant, ces taux ne progressent pas réellement malgré des améliorations constantes faites au niveau des dispositifs de franchissement.

La deuxième entrée de l’ascenseur à poissons de Golfech, mise en service en 2012 avait 2 objectifs :

- permettre aux migrateurs de trouver plus facilement l’entrée du système de franchissement et, par conséquent, perdre potentiellement moins d’énergie pour optimiser leur progression en amont de l’ouvrage ;
- augmenter le nombre d’individus qui auraient des difficultés à trouver l’entrée historique de l’ascenseur à poissons.

Le dégrilleur installé au niveau du débit d’attrait de la passe à poissons en 2012 permet de délivrer le débit complémentaire tel que préconisé par les concepteurs.

Ainsi, indépendamment des incertitudes soulevées par l’étude de Croze (2002 – 2006) sur les difficultés potentielles constatées sur le tronçon Malause- aval Bazacle, il aurait été normal voire logique de constater une amélioration du taux de transfert à partir de 2013. Et ce d’autant plus que les saumons migrant sur la Garonne depuis près de 15 ans sont essentiellement des PHM, individus présents entre février et juin, période où les débits de la Garonne sont plutôt favorables à la migration, même si certaines années, comme 2021, le régime hydraulique est faible voire très faible. Or, aucune amélioration ne se dessine ces dernières années, avec un taux de transfert global qui stagne autour de 30 %. Différentes études au niveau de Golfech ont montré que la présence du silure au droit du système de franchissement de Golfech pouvait s’avérer très préjudiciable à la migration de cette espèce avec en 2016 environ 30 % des saumons prédatés dans le canal de transfert entre fin avril et fin mai (voire chapitre silure). Une gestion de cette espèce est réalisée tous les ans depuis 2017, limitant fortement la prédation mais là encore, aucun impact sur le transfert des saumons ne se fait réellement sentir. Il est convenu que les problèmes pouvant impacter la migration du saumon sur la Garonne sont d’origine multifactorielle (débits, températures, prédation, pollution, habitat...) mais aucune étude n’a pu hiérarchiser ces facteurs de risques afin de proposer des éventuelles mesures de gestion.

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 aval immédiat 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.

En 2020, il a été décidé de mener cette étude dans sa globalité en prenant en compte la dimension prédation (tags prédation) et en cartographiant les faciès d’écoulement sur le tronçon Malause – Toulouse. Un rapport dédié à cette étude a été réalisé par MIGADO et le bureau d’études ECOGEA pour présenter précisément le protocole d’étude ainsi que les différents résultats obtenus. Dans le présent rapport, seuls les principaux résultats sont présentés car les stations de contrôle de Golfech et du Bazacle sont des sites clés d’observation.

En 2021, pour la deuxième année, 24 saumons ont été équipés de radio-émetteurs, de tags prédation et de pit tag Tiris (marques passives), Figure 80. Ces individus, piégés du 31 mars au 6 juin, ont tous été relâchés en aval de Golfech (St Sixte ou Lamagistère).

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbonne en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

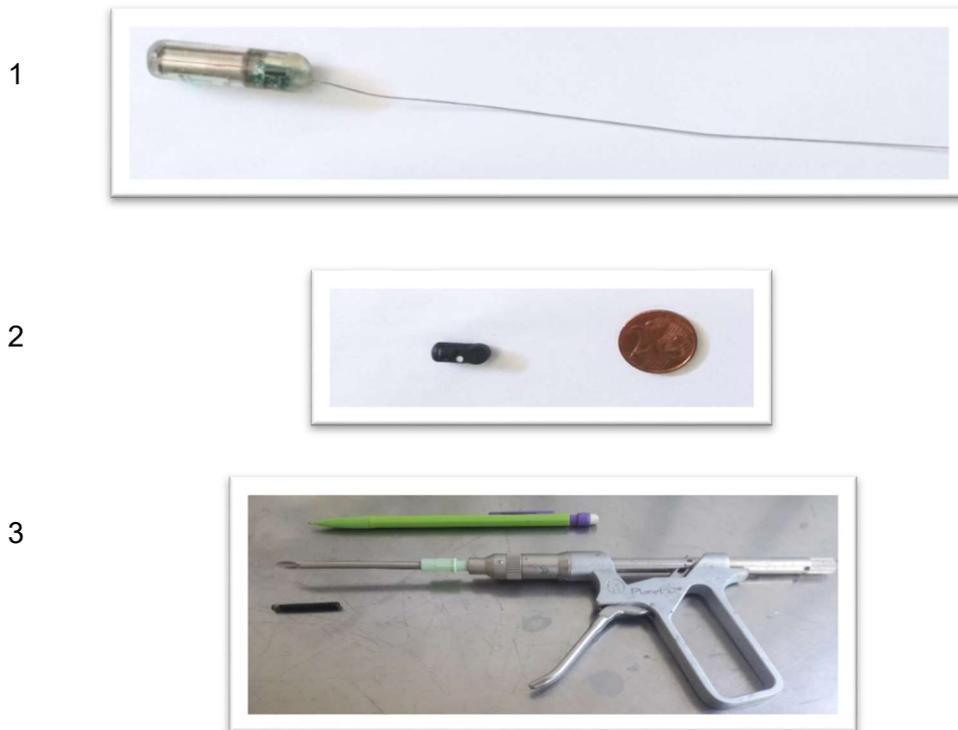


Figure 80 : Emetteur radio (ATS), (2) Tag prédation, (3) Pit tag Tiris

Les suivis ont été réalisés à l’aide d’un réseau de récepteurs automatiques (Radio, acoustique et antenne Tiris), décrit sur la Figure 81, complétés par de nombreux suivis manuels effectués en voiture, en bateau ou à pied le long de la berge.

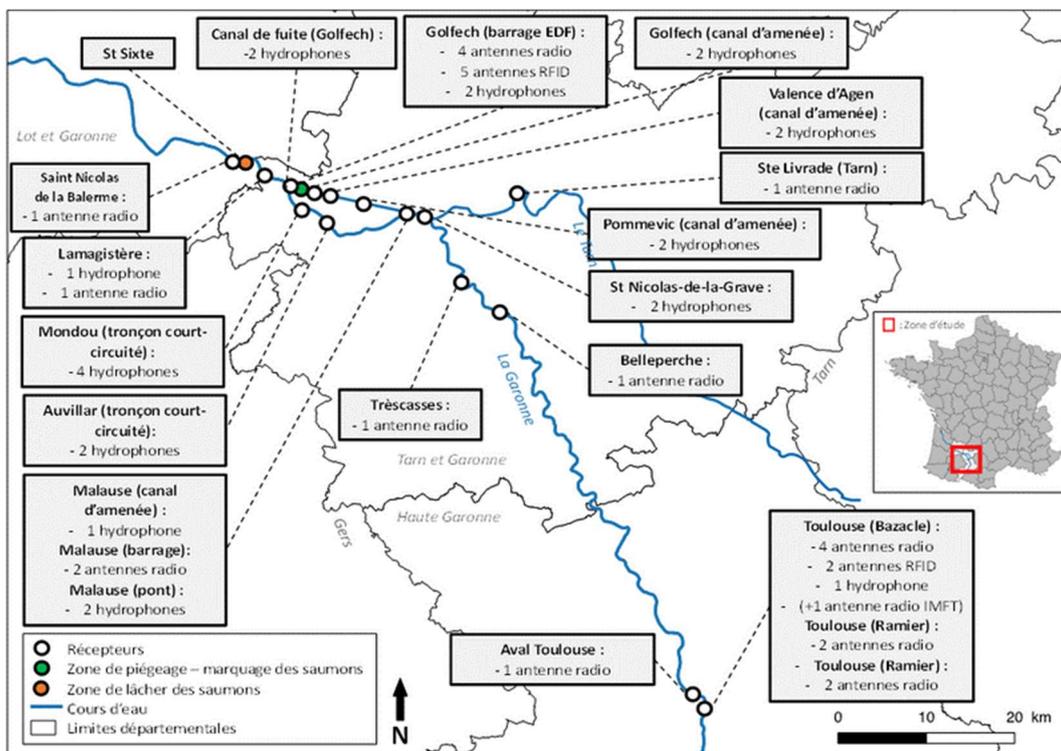


Figure 81 : Localisation des différents récepteurs télémétrie sur la Garonne en 2021

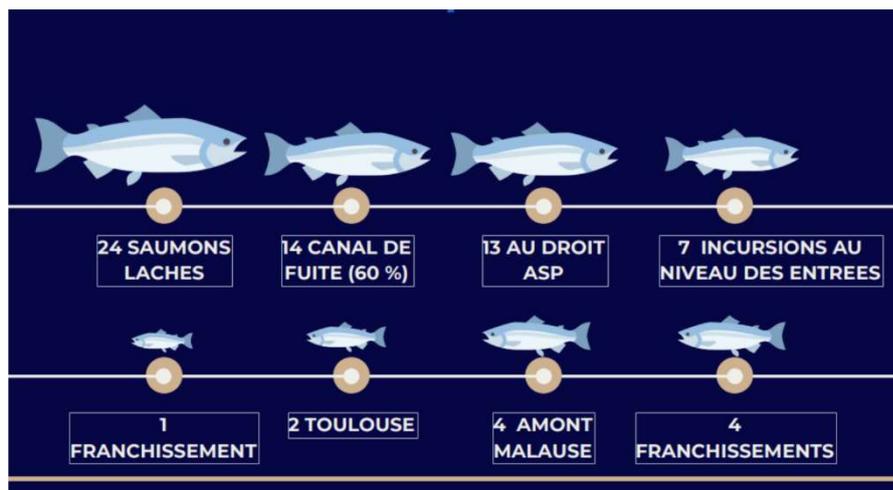


Figure 82 : Schéma synthétique du devenir des 24 saumons marqués à Golfech en 2021 et relâchés en aval de l’ascenseur à poissons

Sur les 24 saumons, 14 individus se sont représentés dans le canal de fuite de l’usine hydroélectrique dont 13 ont migrés jusque l’ascenseur à poissons. Le temps de prospection dans le canal est relativement long, compris entre 0 et 21 jours. Parmi ces 13 individus, seulement 7 ont été détectés au niveau des entrées pour seulement 4 franchissements. Ces 4 individus ont mis entre 8 et 21 jours pour franchir l’obstacle une fois détectée à l’aval du canal de fuite. Ces 4 saumons ont très rapidement migré jusqu’à Malause (en moyenne 10 h pour faire ces 11 km) et 2 sont parvenus jusqu’au Bazacle à Toulouse. Les 2 autres se sont arrêtés respectivement à 30 et 10 km du Bazacle, dans des zones dépourvues d’obstacles à priori sans difficultés pour progresser (Figure 82).

Sur les 2 saumons arrivés au Bazacle, 1 seul a franchi l’obstacle en 12 jours et 3 jours plus tard a franchi le complexe du Ramier en empruntant la passe de la Cavaletade sur le bras inférieur de la Garonne. Il a été ensuite retrouvé en aval de Carbonne le 9 juin. L’autre individu, après plusieurs détections au niveau de l’entrée de la passe à poissons, s’est replié en aval de la chaussée avant de repartir vers l’amont, en rive gauche et finir sa vie (plus de mouvements après le 10 juin) en aval de la chaussée rive gauche, c’est-à-dire sur la rive opposée à la passe à poissons.

Enfin, les individus étant tous équipés de tag prédation, il a été possible d’estimer l’impact du silure sur la migration de l’échantillon marqué. Sur les 24 individus, 2 se sont fait prédater en aval du canal de fuite alors qu’ils étaient actifs et en prospection entre le seuil 6, l’aval du canal et le seuil 5. Ce secteur est désormais connu pour être le lieu d’une accumulation forte de silures, individus impactant fortement la reproduction de la grande alose par attaque, effarouchement voire prédation. Parallèlement à cette prédation sur des individus actifs, 10 autres saumons se sont fait prédater mais il semblerait que cette prédation se soit effectuée sur des individus faibles puisque tous avaient un comportement de dévalaison (plus de 100 km pour certains). Ainsi, cette prédation avérée n’est pas considérée comme une cause de perturbation de la migration mais plutôt comme une conséquence soit i) d’une faiblesse des individus après marquage car ayant directement dévalé après le transport (6/11) soit ii) d’une fatigue après avoir séjourné longuement dans le canal de fuite et/ou au pied de l’usine sans pour autant franchir l’obstacle entraînant un phénomène de dévalaison.

L’ensemble de ces éléments seront détaillés dans le rapport consacré à cette étude où les perspectives de suivis 2021 seront également exposées.

4.2.4.3 Les suivis à Carbone

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total général
2000	0	0	0	0	0	6	7	4	0	3	1	1	22
2001	0	0	0	0	0	6	20	4	1	5	4	1	41
2002	0	0	1	5	0	6	5	12	8	14	2	0	53
2003	0	0	0	0	3	7	2	0	0	0	0	1	13
2004	0	0	0	0	0	6	8	0	0	1	0	0	15
2005	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	4
2006	0	0	0	0	11	9	1	0	2	3	0	0	26
2007	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1	1	1	9
2008	0	0	2	9	18	1	5	1	0	4	2	1	43
2009	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	3	1	12
2010	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	1	3	11
2011	0	0	0	1	6	10	4	0	0	1	0	0	22
2012	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
2013	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2014	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	5
2015	0	0	0	0	2	15	2	0	0	0	1	0	20
2016	0	0	0	2	9	3	2	0	0	0	0	0	16
2017	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	1	4	2	0	0	0	1	1	0	9
2020	0	0	0	0	6	4	2	0	0	0	0	0	12
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne 2000-2020	0	0	0	1	3	4	3	1	1	2	1	0	16
Moyenne 2003-2020	0	0	0	1	4	4	2	0	0	1	1	0	13

Figure 83 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Carbone entre 2000 et 2021

En 2021, la station de Carbone n’a pas fonctionné du fait des travaux de mise en place d’une turbine au niveau du débit d’attrait (3 m³/s). Du fait du faible de nombre de saumons observés au Bazacle, l’impact de ces travaux a été très limité pour cette espèce et pour les migrateurs en général. A noter toutefois que le saumon marqué contrôlé au Bazacle le 30 mai a été détecté le 9 juin en aval de Carbone. Le devenir de ce poisson est inconnu puisque les suivis par radiopistage n’ont pas permis de le suivre sur l’ensemble du linéaire accessible (aval Carbone, Ariège).

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

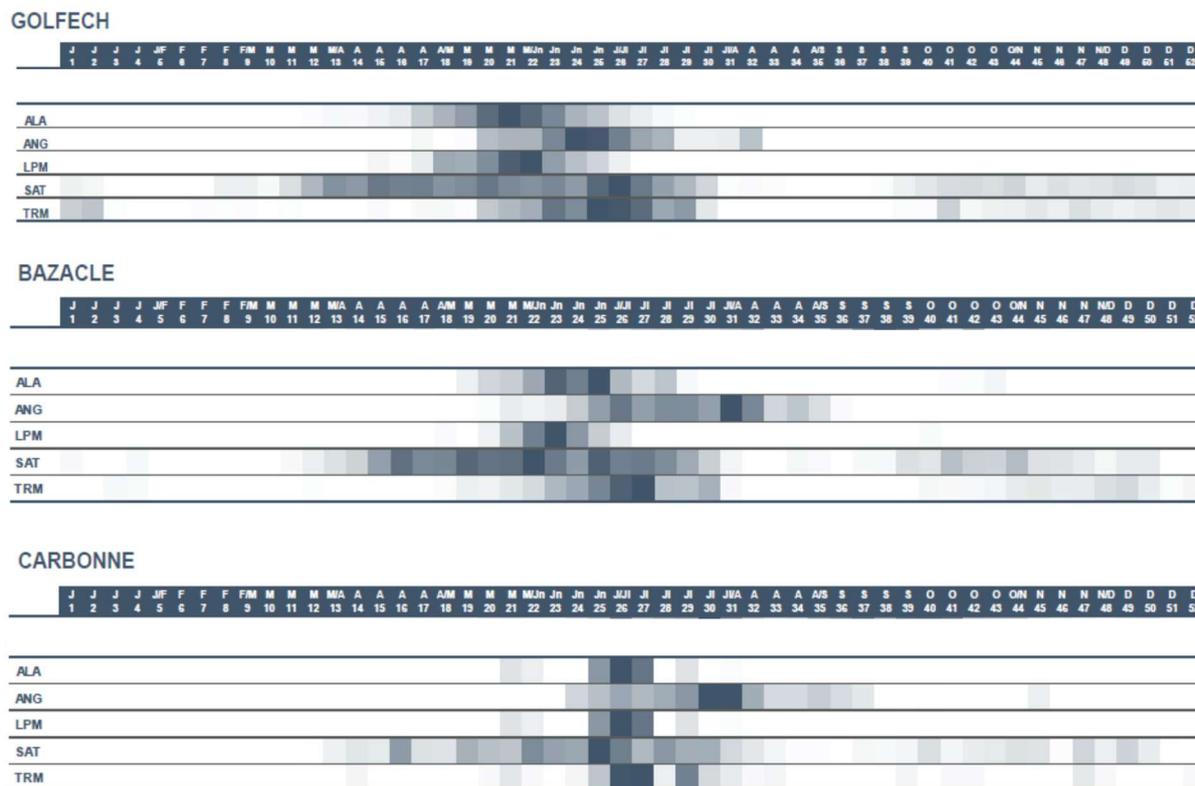


Figure 84 : Calendrier des migrations au niveau des 3 stations de contrôle en montaison de la Garonne.

La Figure 84 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

	ABL	BAF	BBG	BRB	BRE	BRO	CAS	CCO	CHE	CTI	GAR	GOU	PER	PCH	ROT	SAN	SIL	SPI	TAC	TAN	trt	VAN
1993	336	2262	2	0	4387	7	5	21	16	0	0	0	0	16	0	20	0	0	0	0	0	0
1994	6285	4172	5	0	8752	1	31	40	63	0	52	0	0	285	0	118	0	0	0	0	0	0
1995	13489	2616	76	0	12802	3	25	38	0	0	7	0	0	13	0	336	3	0	0	0	0	0
1996	2818	2349	10	0	5048	2	19	64	2	0	1	0	0	2	0	151	9	0	0	0	0	0
1997	37624	690	16	0	2265	4	4	30	187	0	9	0	0	7	0	14	71	0	0	0	0	0
1998	26052	1706	5	0	7111	1	26	31	1257	0	2457	0	0	0	0	8	146	0	0	0	0	0
1999	22003	605	20	0	4188	10	524	26	2131	0	2897	0	0	0	0	8	260	0	0	0	0	0
2000	23150	1405	24	0	3539	14	317	20	1477	0	2336	0	0	0	0	15	310	0	0	0	0	0
2001	12488	1845	7	0	3472	3	103	18	1803	0	1856	0	0	0	0	11	242	0	0	0	0	0
2002	21091	572	9	0	12724	3	102	7	930	0	1665	0	0	0	0	7	266	0	0	0	0	0
2003	49670	527	47	0	11727	5	19	13	1221	0	8406	0	0	0	0	30	386	0	0	0	0	0
2004	116914	1178	48	0	21415	21	154	41	3947	0	2289	0	0	0	0	39	628	0	0	0	0	0
2005	60563	801	44	0	5191	16	-6	7	2844	0	3230	0	0	0	0	25	526	0	0	0	0	0
2006	25772	217	10	0	5588	6	55	11	1007	0	3431	0	0	0	0	16	603	0	0	0	0	0
2007	49759	365	0	0	13864	0	2	61	1318	0	892	0	0	0	0	57	1134	0	0	0	0	0
2008	53656	731	2	0	24385	2	189	76	1802	0	104	0	0	0	0	8	589	0	0	0	0	0
2009	124508	618	25	0	9914	1	8	29	402	0	213	0	0	0	0	41	499	0	0	0	0	0
2010	13787	672	0	0	19343	3	0	26	935	0	108	0	0	0	0	9	513	0	0	0	0	0
2011	29114	196	3	0	8075	2	2	4	922	0	1416	0	0	0	0	9	363	0	0	0	0	0
2012	14639	491	0	0	27179	2	39	62	1189	0	1967	0	0	0	0	3	956	0	0	0	0	0
2013	10882	511	0	0	5554	1	761	23	811	0	5904	0	0	0	0	17	416	0	0	0	0	0
2014	70174	559	1	0	7828	0	0	24	690	0	47	0	0	0	0	3	629	0	0	0	0	0
2015	140052	2218	0	0	42592	0	1	78	1432	0	0	0	0	0	0	54	256	0	0	0	0	0
2016	43398	2021	16	0	19218	0	1	40	2015	0	2047	0	0	0	0	20	564	0	0	0	0	0
2017	35213	1862	0	0	10347	2	0	31	1360	0	1708	0	0	0	0	21	530	0	0	0	0	0
2018	52902	652	1	0	16352	0	1	33	4465	0	7410	0	0	0	0	9	409	0	0	0	0	0
2019	37576	1089	16	0	8510	0	7	20	771	0	2891	0	0	0	0	9	581	0	0	0	0	0
2020	54104	999	47	0	21328	1	294	113	2156	0	6965	0	0	0	0	0	774	0	0	0	0	0
2021	291741	2292	52	3774	9004	0	18	23	2426	24	10038	5	0	0	1	69	483	3	4	1	0	2

Figure 85 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière à Golfech entre 1993 et 2021.

	ABL	BAF	BBG	BRE	BRO	CAS	CCO	CHE	GAR	PER	PCH	SAN	SIL	TAN	trt	VAN
1993	11056	9029	0	2640	0	0	6	23	988	0	1	0	0	0	1	0
1994	14591	2676	0	1372	0	1	15	49	1905	0	0	0	0	0	0	0
1995	102426	5257	1	2628	0	0	7	49	4204	0	0	0	1	1	5	0
1996	5396	6018	1	1124	1	1	19	43	1915	1	0	0	1	1	9	3
1997	11226	2182	0	4121	0	0	11	37	10037	0	0	0	5	0	4	2
1998	2590	1213	1	2503	0	0	26	128	2171	1	0	0	2	0	8	14
1999	12694	680	0	2001	0	-5	10	39	3188	0	0	0	0	2	6	3
2000	64907	2907	0	3273	0	1	40	62	11457	5	0	-1	0	4	9	5
2001	11293	454	1	1965	0	-1	15	51	1977	0	0	0	2	1	7	8
2002	25268	854	0	2763	0	-2	32	33	1655	0	1	0	0	0	9	40
2003	10707	747	1	1890	0	0	38	42	1501	0	0	0	3	0	15	42
2004	11850	1433	0	1250	0	0	38	77	7815	1	0	0	5	1	4	82
2005	6158	2098	0	3055	0	0	30	221	1073	0	0	0	3	0	5	4063
2006	33022	1271	0	4387	0	0	37	169	421	1	0	0	6	0	6	326
2007	104619	1419	0	3818	0	0	35	288	1796	0	0	0	12	0	0	75
2008	53179	1450	1	1016	0	0	16	220	354	0	0	0	2	0	2	34
2009	167321	1410	4	1232	0	0	61	142	979	0	1	0	7	0	1	112
2010	22213	4116	0	2347	0	0	18	226	1596	0	0	0	0	1	1	121
2011	15959	7262	0	3561	0	0	7	269	697	0	0	0	7	0	1	138
2012	50713	7054	0	5082	0	0	6	557	4965	0	0	0	7	0	0	191
2013	90534	3768	0	2362	0	0	16	249	3011	0	0	0	14	0	0	6
2014	157980	10653	0	2202	0	0	26	410	599	0	0	0	24	0	2	63
2015	34872	18539	1	1820	0	0	33	206	267	0	0	0	18	0	0	74
2016	44918	14801	2	3676	0	0	19	689	941	0	0	0	18	0	0	5
2017	79000	24190	0	2172	0	0	2	1185	543	0	0	0	30	2	0	70
2018	136413	26851	0	6784	0	0	12	178	514	0	0	0	58	0	0	147
2019	10884	1529	0	1984	0	1	3	472	0	0	0	0	21	0	0	0
2020	4083	888	0	1005	0	0	20	817	232	0	0	0	31	1	0	0
2021	14344	2659	0	2738	0	0	0	1329	221	0	0	0	63	0	0	0

Figure 86 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière au Bazacle

entre 1993 et 2021

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
2020	1855	402		125		5	49	990					14	1	140	6
Total	95030	16338	3	18354	73	492	6121	29125	75	18	34	2	309	91	25692	1149

Figure 87 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivière à Carbone entre 1993 et 2020 (pas de fonctionnement en 2021)

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 que sur le site de Golfech, des améliorations sensibles ont été faites en 2021 sur la qualité de l'éclairage en ajoutant un flux lumineux composé d'un ruban de leds permettant de mieux discriminer les espèces. Ce changement améliore i) la détection des espèces par le logiciel SYSIPAP mais permet également ii) de mieux voir les individus « en direct » lors de passages devant la vitre. Ainsi, quelques spirilins, truites arc-en-ciel, vandoises et gougeons ont été déterminés pour la première fois à Golfech. Le nombre de ces individus n'est pas exhaustif car ils sont vus en direct mais impossibles à discriminer avec le logiciel SYSIPAP.

La gestion du silure à Golfech en 2021 :

En 2021, la population de silures à Golfech reste significative avec 483 individus contrôlés à la vitre de la station de contrôle (figure 88). 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.

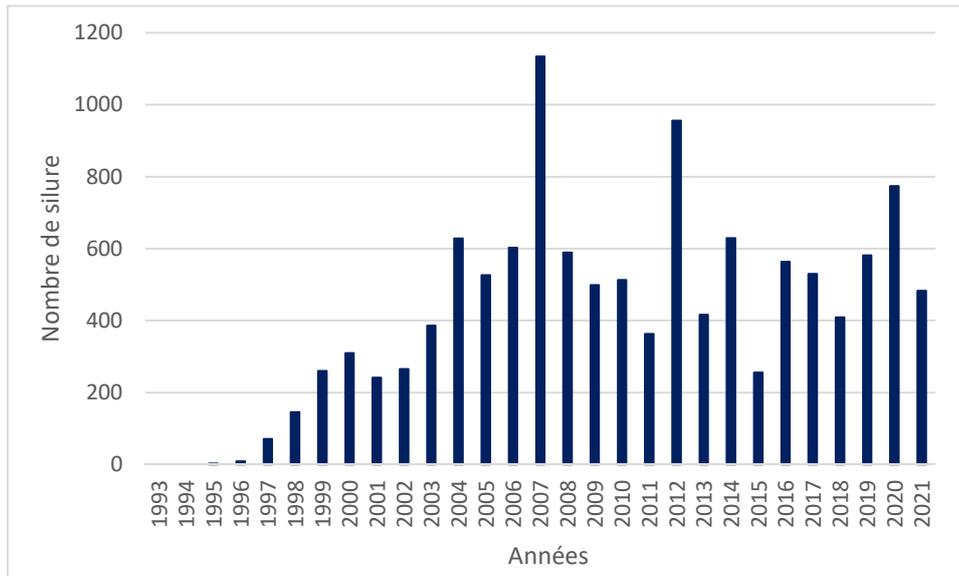


Figure 88 : Evolution des passages de silures à Golfech entre 1993 et 2021

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’amenée 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 89).

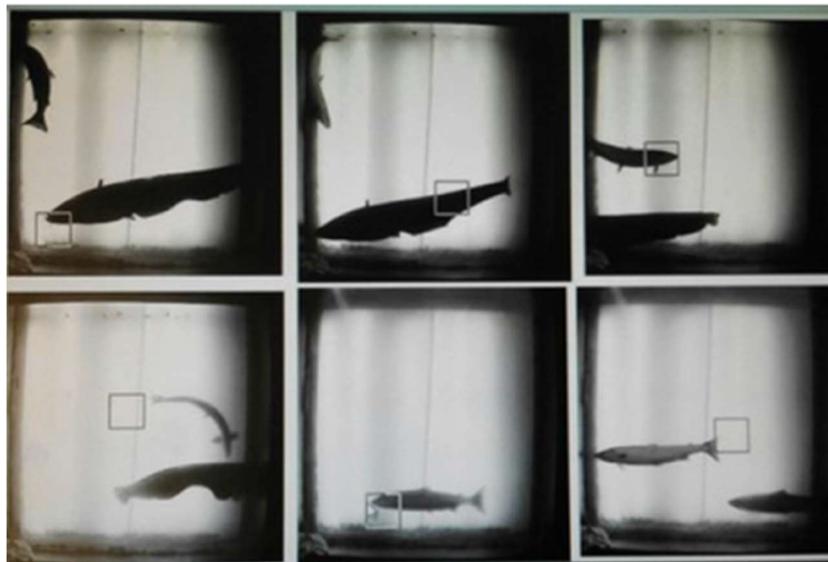


Figure 89 : Saumon « effarouché » par un silure dans le canal de transfert de Golfech

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.

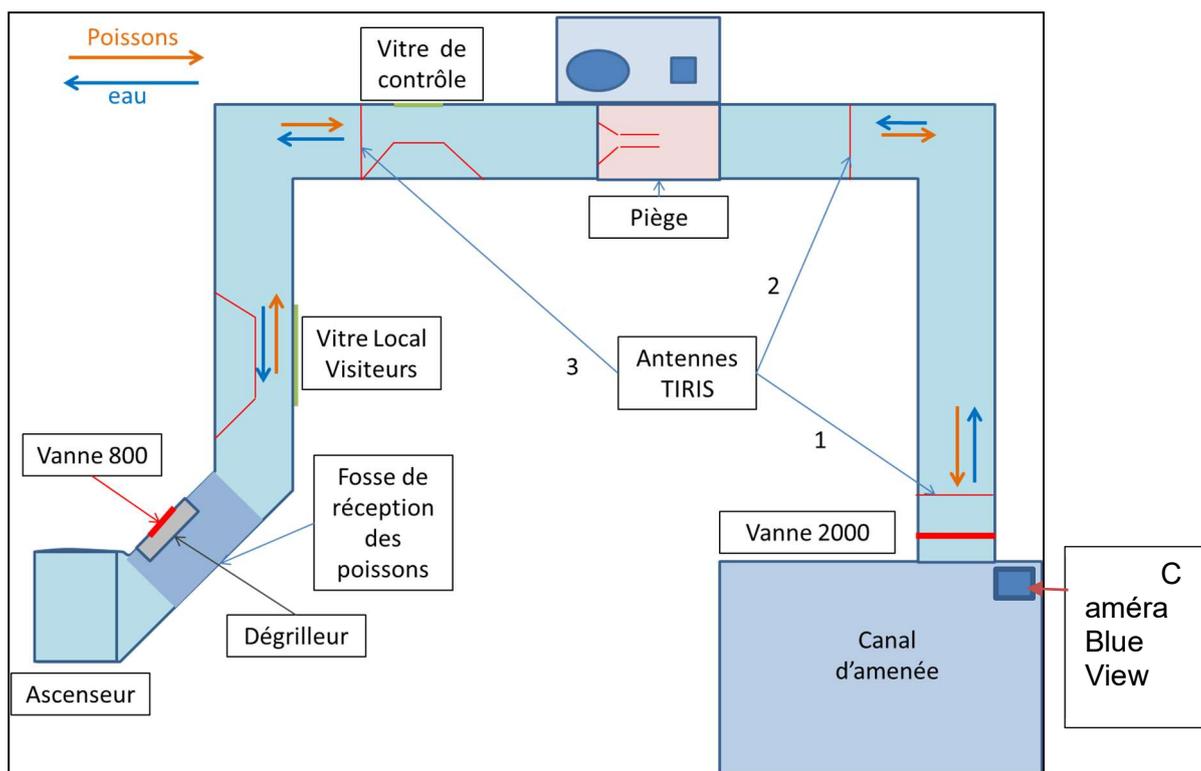


Figure 90 : Schéma du canal de transfert de l'ascenseur à poissons de Golfech.

Les principaux résultats ont montré que 1) 4 saumons ont été prédatés dans le canal de transfert par des silures stagnant dans le système de franchissement 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.

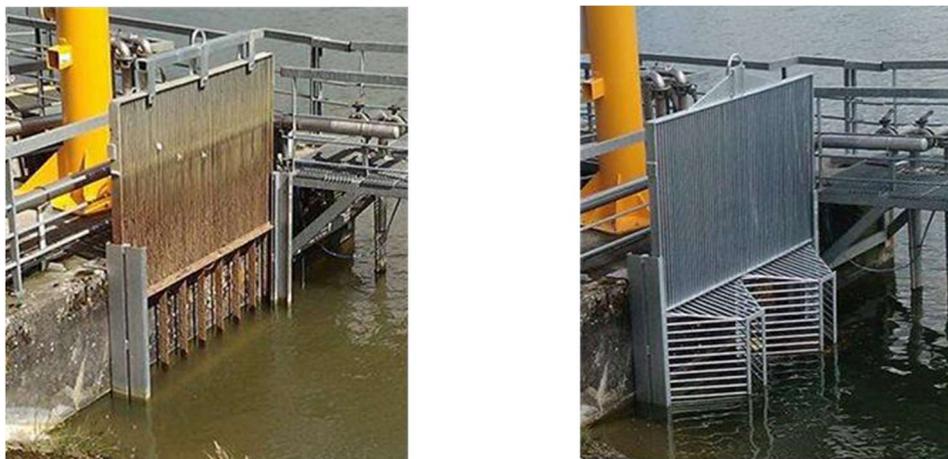


Figure 91 : Photo de l'ancienne grille située à l'amont du canal de transfert (gauche) et nouvelle grille « anti-retour » mise en place sur le site de Golfech en amont du canal de transfert en 2017.

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^{er} 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.

Résultats 2020

Entre le 15 mars et le 15 juillet 2020, date de fin des opérations de gestion du silure dans le canal de transfert, seulement 8 vidanges du canal de transfert ont été effectuées. En effet, entre le 17 mars et le 11 mai, les équipes de MIGADO ont fonctionné en effectifs réduits du fait du confinement imposé par la crise sanitaire liée au covid-19.

Résultats 2021

Entre le 15 mars et le 15 juillet 2020, date de fin des opérations de gestion du silure dans le canal de transfert, seulement 9 vidanges du canal de transfert ont été effectuées. Ce faible nombre est à mettre en relation avec le faible nombre de silures observés en 2021 pendant la période (356) et leur comportement, en grande partie sans stagnation dans le canal.

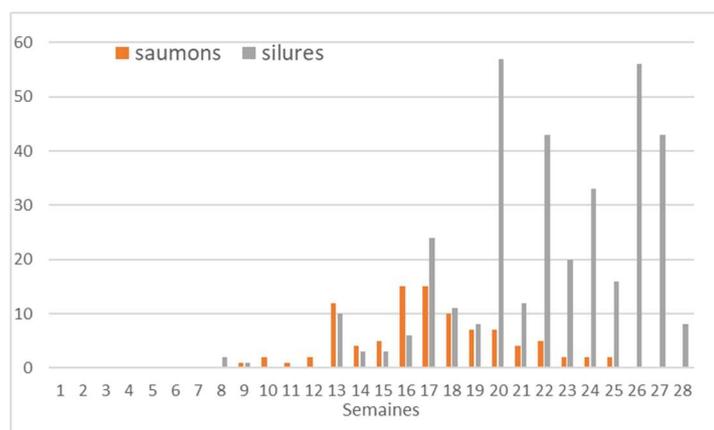


Figure 92 : Evolution hebdomadaire des passages de saumons et silures à Golfech en 2021

La Figure 92 montre que 85 % des saumons passent entre la semaine 9 et la semaine 20 alors que dans le même temps, seulement 30 % des silures sont observés (120). La tailles des individus observés est comprise entre 85 et 220 cm

Entre le 15 mars et le 15 juillet, seulement 9 vidanges ont été effectuées. En effet, le retour d’expérience des années précédentes permet de mieux cibler la réelle nécessité d’intervenir dans le canal de transfert en tenant compte du nombre de silures présents dans la passe, le nombre d’allers-retours observés pendant la nuit (avec reconnaissance des individus) et le nombre de migrateurs présents dans le système.

Au total, en 2021, seulement 19 silures ont été capturés et valorisés par les pêcheurs professionnels sur les 356 individus ayant emprunté le dispositif de franchissement entre le 15 mars et le 15 juillet, soit 5 % des individus. La taille des individus valorisés est comprise entre 110 et 217 cm, représentatif des tailles observées sur l’ensemble de la cohorte observée.

La Figure 93 précise la taille des individus, la date de capture et le cas échéant les contenus stomacaux.

MIGADO – Etude des rythmes de migration aux stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbone en 2021 et suivi de la reproduction de la grande alose en aval de l’ouvrage de Golfech

Date	Vidange	Num_Vidange	Date_captu	Date_Sort	Taille	Destination	CS	sexe	ALA CANA	SIL_vitre
30/03/2021	oui	1	30/03/2021	04/04/2021	123	valorisation	1 écrevisse morceaux	M		4
30/03/2021	oui	1	30/03/2021	04/04/2021	110	valorisation	1 petit cyp aretes	M		4
30/03/2021	oui	1	30/03/2021	04/04/2021	150	valorisation	1 SAT 82cm AD-	F		4
30/03/2021	oui	1	30/03/2021	04/04/2021	160	valorisation		M		4
01/04/2021	oui	2	01/04/2021	04/04/2021	133	valorisation	vide	F		
01/04/2021	oui	2	01/04/2021	04/04/2021	131	valorisation	vide	M		
23/04/2021	oui	3	23/04/2021	28/04/2021	212	valorisation	vide	M		5
23/04/2021	oui	3	23/04/2021	28/04/2021	183	valorisation	vide	M		5
23/04/2021	oui	3	23/04/2021	28/04/2021	163	valorisation	vide	F		5
27/04/2021	oui	4	27/04/2021	28/04/2021	217	valorisation	vide	M	6	0
27/04/2021	oui	4	27/04/2021	28/04/2021	135	valorisation	vide	F	6	0
06/05/2021	oui	5	05/05/2021	06/05/2021	210	valorisation	CHE	M	0	0
12/05/2021	oui	6	12/05/2021	16/05/2021	204	VALORISATION	2 ALA	M		7
21/05/2021	oui	7	21/05/2021	24/05/2021	208	valorisation	2ALA	M		4
21/05/2021	oui	7	21/05/2021	24/05/2021	155	valorisation	vide	M		4
21/05/2021	oui	7	21/05/2021	24/05/2021	159	valorisation	vide	F		4
11/06/2021	oui	8	11/06/2021	15/06/2021	190	valorisation	vide	F	10	1
11/06/2021	oui	8	11/06/2021	15/06/2021	110	valorisation	vide	I		1
15/06/2021	oui	9	15/06/2021	15/06/2021	203	valorisation	vide	F		
15/06/2021	oui	9	15/06/2021	15/06/2021	174	valorisation	1 BAF	F		

Figure 93 : Caractéristique des silures capturés lors des vidanges du canal de transfert en 2021

Enfin, il a été mis en place depuis cette année un protocole permettant de bancariser les observations de regroupement de silures au droit de la sortie des groupes de l’usine hydroélectrique ainsi qu’au niveau des entrées de l’ascenseur à poissons. Ces observations permettent notamment de comparer le nombre d’individus vus en aval de l’usine avec ceux observés au niveau de la vitre de contrôle et, le cas échéant, d’anticiper une présence forte dans le canal de transfert et par conséquent une éventuelle vidange.

Date	Mois	Heure	H	Nombre de silures suivant les lieux d'observation						RD entrée 1	Total
				Groupe1	Groupe1_2	Groupe2	Groupe2_3	Groupe3			
19/02/2021	2										
20/02/2021	2										
21/02/2021	2										
22/02/2021	2										
23/02/2021	2										
24/02/2021	2	9:00	9	0	0	1	1	1	1	4	
25/02/2021	2	10:00	10	1	0	7	2	3	1	14	
26/02/2021	2	10:00	10	3	2	11	3	4	0	23	
27/02/2021	2	16:00	16	0	1	0	0	0	0	1	
28/02/2021	2		0	0	0	0	0	0	0	0	
01/03/2021	3	15:00	15	0	0	0	0	1	0	1	

Figure 94 : Exemple de saisie des observations de silures au niveau des groupes de l’usine hydroélectrique de Golfech en 2021

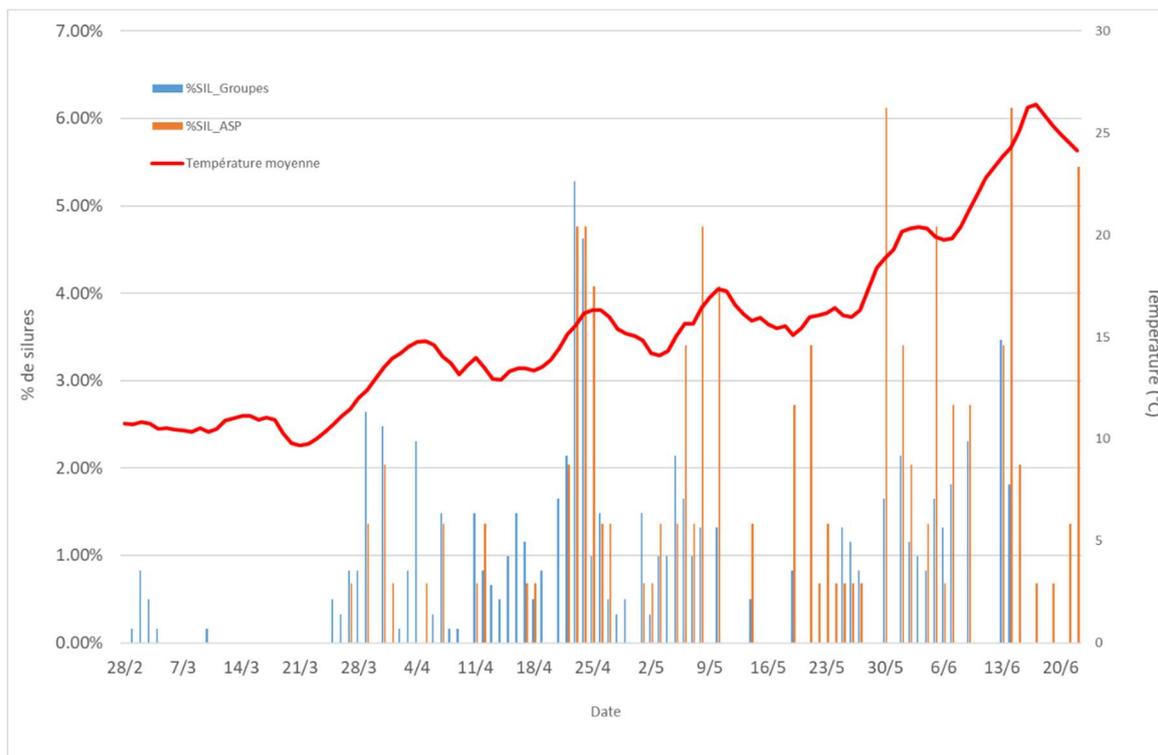


Figure 95 : Evolution journalières (en %) du nombre de silures observés à l’aval de l’usine (Sil Groupe) et de ceux contrôlés au niveau de l’ascenseur à poissons (Sil ASP) en 2021 en fonction de la température de l’eau.

Globalement, la Figure 95 montre deux périodes distinctes. Tant que la température de l’eau n’atteint pas les 15 °C, il n’existe pas de relation entre le nombre de silures en aval de l’usine et le nombre de silures franchissant l’obstacle, avec toutefois une accumulation qui peut être importante au droit des groupes dès la fin du mois de février même si en 2021, cette accumulation est plus prégnante lorsque la température de l’eau passe la barre des 10 °C. Dès que la température de l’eau passe régulièrement les 15 °C (23 avril en 2021), la relation s’affine voire s’inverse avec, en pourcentage, des passages de silures importants au niveau de l’ascenseur à poissons lorsque le nombre d’individus présents à l’aval est fort.

Ainsi, il apparaît que pour le silure, les observations faites à la vitre de contrôle ne sont pas forcément représentatives du nombre de silures présents au droit du système de franchissement lorsque la température de l’eau est relativement fraîche, présence qui peut éventuellement s’avérer problématique alors que la période de migration a déjà débuté pour certaines espèces, notamment le saumon atlantique et la grande alose.

En 2022, MIGADO, en collaboration avec l’université Paul Sabatier et les fédérations de pêche, testera une méthode d’effarouchement au droit des entrées de l’ascenseur à poissons, notamment l’entrée 2 pour tenter d’appréhender une éventuelle problématique de cette accumulation au niveau du système de franchissement. Ainsi des pêches à la ligne successives avec remise à l’eau des individus seront testées pendant toute la période de migration, avec marquage d’un échantillon de la population capturée (marquage acoustique). Les individus marqués pourront être suivis grâce au maillage fin de récepteurs présents au droit de Golfech.

CONCLUSION

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

En 2021, les ouvrages de franchissements ont fonctionné à 87 %, 93 % et 0 % du temps respectivement à Golfech, au Bazacle et à Carbone. Cependant, pendant la période de migration (février – juillet), le fonctionnement des dispositifs est nettement supérieur avec 99 % à Golfech et 100 % au Bazacle. La station de Carbone n’a pas fonctionné en 2021 du fait du retard lors de l’installation d’un groupe au niveau du débit d’attrait.

Durant l’année 2021, une vingtaine d’espèces ont été recensées dont 3 grands migrateurs amphihalins. A noter la présence de spirilins et de brèmes bordelières au niveau de Golfech, espèces observées pour la première fois sur ce site du fait des améliorations faites au niveau de l’éclairage de la vitre et qui permettent une meilleure discrimination des espèces.

Le suivi de la reproduction de l’alose, 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. Il est passé 467 individus, à l’ascenseur à poissons de Golfech, un des plus faibles effectifs observés au niveau de Golfech. Le stock reproducteur sur l’ensemble du bassin Garonne Dordogne est estimé à 26900 géniteurs dont 15200 sur le bassin de la Garonne. Aucun individu n’a été contrôlé au Bazacle. Bien que faible, ce stock reproducteur est le plus élevé depuis 2011.

Les effectifs de saumons contrôlés à Golfech sont légèrement inférieurs à la moyenne de ces 18 dernières années (124 individus en moyenne sur la période 2003-2020) avec 96 individus observés. Plus de 90 % des individus ont été contrôlés avant la fin du mois de mai, et la population est globalement constituée à 95 % d’individus de plusieurs hivers de mer. Sur ces 96 individus, 37 individus ont été transportés sur l’Ariège pour permettre de favoriser la reproduction naturelle sur ce bassin. Par ailleurs, seulement 3 saumons ont franchi le barrage du Bazacle à Toulouse, soit 10 % des effectifs contrôlés à Golfech et ayant la possibilité de progresser vers l’amont (33). Ainsi en 2021, ce sont 40 saumons sur les 96 qui ont la possibilité de se reproduire, soit 42 % des effectifs. Enfin, l’étude des conditions de migration des saumons sur la Garonne s’est poursuivie en 2021 et 24 individus ont été piégés, marqués et lâchés en aval de Golfech. Sur ces 24 saumons, 4 ont refranchi le barrage de Golfech, 2 sont parvenus au droit du Bazacle et 1 a emprunté la passe à poissons pour poursuivre sa route jusqu’à Carbone. Un rapport détaillé spécifique à cette étude reprend le comportement général et individuel des effectifs marqués (Rapport MIGADO MPPEG21, à paraître).

Cette année, ce sont 36649 anguilles qui ont été comptabilisées comme ayant franchi la rampe spécifique. D’après les études des années précédentes sur ce site, 10 % d’anguilles auraient franchi l’obstacle par l’ascenseur à poissons : 3665 individus. Ainsi, il a été estimé à **40 300 le nombre d’anguilles ayant franchi l’ouvrage de Golfech en 2021**, soit bien inférieur à la moyenne des années précédentes.

Aucune lamproie n’a été contrôlée à Golfech en 2021 et cette absence de lamproies depuis maintenant près de 10 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, a été moins prégnante sur le site, certainement en raison d’une migration très précoce des saumons (ou

plutôt une très faible migration d’individus en mai et juin) et de très faibles effectifs de grande alose au niveau de l’ascenseur à poissons. Ainsi, en 2021, seulement 19 silures ont été capturés dans le canal de transfert, soit 5 % des effectifs présents avant le 15 juillet (356). Pour rappel, entre 2016 et 2019, la moyenne des effectifs de silures capturés et valorisés était de 12 % des individus observés sur le site et seulement de 2 % en 2020.

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 GHAPPE RA05.01, 101 p.

BOULÉTREAU S., CARRY L., MEYER E. *et al.* High predation of native sea lamprey during spawning migration. *Sci Rep* **10**, 6122 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62916-w>

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.

BOUYSSONNIE W., CARRY L. GRACIA S., MENCHI O., 2021. Etude des rythmes de migration des espèces amphibiotiques et holobiotiques de la Garonne au niveau des stations de contrôle de Golfech, du Bazacle et de Carbone au cours de l'année 2020. 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 GHAPPE RA00.02 / MI.GA.DO. G14-00-RT, 64 p.

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 GHAPPE RA99.04/MIGADO G14.99.RT. 28p + annexes.

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

Opération financée par :



UNION EUROPÉENNE



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 - mail : contact@migado.fr

www.migado.fr



YouTube

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.