

Etude des rythmes de migration au niveau des stations de contrôles de Golfech, Malause, du Bazacle et de Carbonne et de la reproduction de la Grande alose sur la Garonne en aval de Golfech

Année 2023

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



M I G A D O

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
LISTE DES FIGURES	5
INTRODUCTION.....	9
1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	11
2. GOLFECH (OCGOL23).....	12
2.1 Les ouvrages de franchissement	12
2.2 Les conditions environnementales	14
2.3 Le suivi de l'ascenseur à poissons.....	16
2.3.1 Fonctionnement de l'ascenseur à poissons.....	16
2.3.2 Le suivi vidéo	17
2.3.3 Bilan des passages	18
2.3.4 Diversité spécifique	19
2.4 Les grands salmonidés	20
2.4.1 La migration à Golfech	20
2.4.2 Le piégeage/transport	22
2.5 La grande alose	24
2.6 Le suivi de la rampe spécifique à anguilles	25
2.6.1 Fonctionnement de la rampe.....	25
2.6.2 Passages d'anguilles en 2023.....	26
2.6.1 Influence de la gestion de l'ascenseur sur l'efficacité de la rampe.....	27
2.6.2 Comptage automatique, efficacité	29
2.6.3 Biométrie.....	30
2.6.4 Marquage.....	32
2.7 La gestion du silure à Golfech.....	34
2.7.1 Le silure à Golfech	34
2.7.2 Comportement et évacuation dans le canal de transfert.....	35
2.7.3 Observation et pêches d'effarouchement en pied d'ouvrage	37
3. MALAUSE (OCMALA23).....	45
3.1 Historique.....	45
3.2 La rivière de contournement.....	45
3.3 Les conditions environnementales	47
3.4 Problèmes techniques et de conception :	47
3.4.1 Dysfonctionnement dû au colmatage :	47
3.4.2 Problèmes techniques récurrents :	49
3.5 Le suivi vidéo	50
3.5.1 Matériel	51
3.5.2 Eclairage.....	52

3.5.3	Fonctionnement du système vidéo	53
3.5.4	Bilan des passages	54
3.6	Le saumon atlantique.....	54
3.7	L'anguille européenne.....	56
3.8	Silures.....	58
3.9	Comportement des espèces au niveau des vitres de contrôle à Malause	59
3.10	Test d'éclairage à la lumière infra-rouge	61
4.	LE BAZACLE (OCBAZ23).....	62
4.1	La description de l'aménagement	62
4.2	Les conditions environnementales	63
4.3	Le suivi de la passe à bassins.....	65
4.3.1	Fonctionnement du dispositif de franchissement.....	65
4.3.2	Bilan des passages	66
4.4	Le saumon atlantique.....	66
4.5	Le silure	67
5.	CARBONNE (OCCARB23)	70
5.1	La description de l'aménagement	70
5.2	Les conditions environnementales	71
5.2.1	Fonctionnement du dispositif de franchissement.....	72
5.2.2	Bilan des passages	73
5.3	Le saumon atlantique.....	74
6.	BILAN TRANSVERSAL DES RESULTATS SUR LA GARONNE EN 2023.....	75
6.1	Les grands salmonidés	75
6.1.1	Le taux de transfert entre Golfech et le Bazacle	75
6.1.2	Etude de comportement du saumon sur le secteur Golfech - Toulouse.....	76
6.1.3	Suivi par radio-télémetrie du saumon atlantique en 2023 :.....	78
6.1.4	Suivi au droit de Golfech, saumons et holobiotiques :	80
6.1.5	Compilation des données de franchissement des saumons suivis entre 2019 et 2023 à Golfech et au Bazacle :.....	83
6.2	Evaluation du stock reproducteur de grande alose (OCALAG23).....	85
6.2.1	Stock reproducteur de la Garonne	85
6.2.2	Evaluation de la prédation par le silure et pêches de régulations	92
6.2.3	Population de grandes aloses du bassin Garonne/Dordogne.....	95
6.3	Les anguilles.....	96
6.3.1	Rythmes de migration entre Golfech et Malause	97
6.3.2	Comparaison des classes de tailles entre Golfech et Malause	98
6.4	Le silure	98
6.5	Les holobiotiques	99
6.5.1	Diversité spécifique	99
6.5.2	Espèces dominantes et abondance	101

6.5.3 Période d'observations.....	103
CONCLUSION	104
BIBLIOGRAPHIE.....	106

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Photographie subaquatique d'un saumon relâché sur l'Ariège.....	10
Figure 2 : Situation géographique des stations de contrôle à la montaison sur la Garonne ..	11
Figure 3 : Contexte géographique de l'usine hydroélectrique de Golfech	12
Figure 4 : Schéma vue aérienne de Golfech.....	12
Figure 5 : Schéma des deux entrées de l'ascenseur et de la rampe à anguilles	13
Figure 6 : Rythmes historiques de migration des espèces amphihalines à Golfech	14
Figure 7 : Evolution journalière du débit de la Garonne à Lamagistère (82) et de la température moyenne journalière en 2023 mis en relation avec des débits de référence (DOE = débit d'objectif d'étiage, DHE = débit hautes eaux).....	14
Figure 8 : Evolution mensuelle du coefficient d'hydraulicité à Lamagistère en 2023 (référence : 1967-2022).....	15
Figure 9 : Evolution mensuelle de l'écart à la moyenne de la température de l'eau à Golfech en 2023 (référence : 1993-2022)	15
Figure 10 : Répartition mensuelle du fonctionnement et des causes d'arrêt de l'ascenseur à poissons de Golfech en 2023	16
Figure 11 : Comparaison du pourcentage de fonctionnement et des causes d'arrêt de l'ascenseur à poissons en 2023 (gauche) et pendant la période de migration (01/02 au 31/07 ; droite).....	17
Figure 12 : Schéma du fonctionnement du vidéo-contrôle	18
Figure 13 : Capture d'écran de l'interface de dépouillement vidéo HIZKIA.....	18
Figure 14 : Nombre d'individus comptabilisés par espèce en 2023 à Golfech.....	19
Figure 15 : Evolution inter-annuelle des passages de grands salmonidés à Golfech.....	20
Figure 16 : Comparaison des rythmes de migration des saumons à Golfech pour les périodes 1993-2002, 2003-2022 et l'année 2023.....	21
Figure 17 : Evolution du nombre de saumons à Golfech par jour, mis en relation avec la température et le débit en 2023.....	21
Figure 18 : Représentativité des classes de tailles des saumons contrôlés à Golfech.....	22
Figure 19 : Destination des saumons passés par Golfech en 2023	23
Figure 20 : Evolution des passages de grandes aloses à Golfech en 2023	24
Figure 21 : Répartition des sexes de grandes aloses piégées à Golfech en 2023	25
Figure 22 : Evolution du nombre d'anguilles à Golfech depuis 1993.....	26
Figure 23 : Passages journaliers d'anguilles à Golfech en 2023.....	27
Figure 24 : Vue de la partie aval de la rampe à anguille, entrée 2 de l'ASP en service.....	28
Figure 25 : Influence de la gestion de l'ascenseur sur les passages d'anguilles en 2023	29
Figure 26 : Comparatifs compteur/comptage manuel en 2023.....	30
Figure 27 : Répartition des classes de tailles d'anguilles à Golfech en 2023	31
Figure 28 : Comparaison des tailles d'anguilles mesurées manuellement et mesurées à l'aide du compteur automatique.....	31
Figure 29 : comparaison de tailles d'anguilles mesurées automatiquement avec leur taille réelle	32
Figure 30 : Marquages et recaptures d'anguilles à Golfech en 2023	33
Figure 31 : Evolution des passages de silures à Golfech depuis 1993 (a) et au cours de l'année 2023 (b)	34
Figure 32 : Evolution du nombre de silures comptabilisé à Golfech les 20 dernières années	35
Figure 33 : Evolution du nombre de silures comptabilisés à Golfech de 2004 à 2023 en période de migration (février à juillet inclus).....	36
Figure 34 : Résumé des vidanges effectuées en 2023	37
Figure 35 : Illustration de l'accumulation de silures au pied de l'usine de Golfech et zones de comptages prédéfinies	38
Figure 36 : Résultats des observations de silures au pied de l'usine de Golfech	38

Figure 37 : Observations de silures en fonction de l'heure à Golfech en 2023.....	39
Figure 38 : Nombre de silures observés en fonction de la localisation à Golfech en 2023	39
Figure 39 : Moyenne de silures observés par semaine en pied d'ouvrage et au local de vidéo-contrôle de 2020 à 2023	40
Figure 40 : Récapitulatif des pêches effectuées en 2022 et 2023.....	41
Figure 41 : Observations et pêches silures en 2023 à Golfech	41
Figure 42 : Évolution de la CPUE sur les touches au cours des saisons 2022 et 2023.....	42
Figure 43 : Résumé du nombre d'individus marqués par type de marque (plusieurs marques possibles/individu).....	42
Figure 44 : Déplacements du silure 57742 marqué après capture à la ligne en aval de l'ascenseur le 9 mai 2022.....	43
Figure 45 : Vue des différentes parties fonctionnelles de la rivière de contournement de Malause	46
Figure 46 : Colmatage des grilles de prise d'eau de la passe à poissons de Malause.....	48
Figure 47 : Illustration des pertes de charges à la prise d'eau de la passe de Malause pendant la saison de migration 2023.....	48
Figure 48 : Photographies des infiltrations d'eau à Malause en 2023	49
Figure 49 : mauvais réglages des nettoyeurs de vitres automatiques.....	50
Figure 50 : Schéma du local de vidéo-contrôle de Malause.....	50
Figure 51 : Images issues des 3 caméras filmant la rive gauche du chenal de video-contrôle de Malause.....	51
Figure 52 : Schéma du fonctionnement du vidéo-contrôle de Malause.....	52
Figure 53 : Images de saumons obtenus via deux types d'éclairages (rétro-éclairage à gauche et direct à droite).....	53
Figure 54 : Bilan des individus par espèce ayant transités par la rivière de Malause en 2023	54
Figure 55 : Passage des saumons à Malause en fonction du débit turbiné à Golfech et du débit déversé au barrage (Débit TCC).....	55
Figure 56 : Evolution des passages d'anguilles à Malause en fonction du débit dans chaque bras de la Garonne (en haut) et de la température de l'eau en 2023.....	56
Figure 57 : Répartition des classes de tailles d'anguilles à Malause en 2023 (comparaison avec 2022)	57
Figure 58 : Répartition des heures de passages des anguilles à Malause en 2023.....	57
Figure 59 : Evolution journalière des passages de silures à Malause en 2023	58
Figure 60 : Comparaison de la somme des passages journalier de silures au niveau des 2 vitres de contrôle à Malause en 2023.....	58
Figure 61 : Préférence de chenal à la montaison et à la dévalaison des silures contrôlés à Malause en 2023.....	59
Figure 62 : Préférence de chenal à la montaison et à la dévalaison des espèces contrôlées à Malause en 2023 (hors ablettes et silures)	60
Figure 63 : Plan de la sortie piscicole de la rivière de Malause.....	60
Figure 64 : Influence de l'éclairage sur la sélection du chenal à la montaison et à la dévalaison des silures et des anguilles.....	61
Figure 65 : Vue de la chaussée du Bazacle à Toulouse	63
Figure 66 : Evolution journalière du débit de la Garonne mesuré à Portet-sur-Garonne (Banque hydro) et de la température moyenne journalière en 2023	63
Figure 67 : Evolution du coefficient d'hydraulicité de la Garonne à Portet-sur-Garonne en 2023.....	64
Figure 68 : Comparaison de l'évolution mensuelle de l'écart à la moyenne 1993-2022 de la température de l'eau au Bazacle en 2023	64
Figure 69 : Bilan du fonctionnement de la passe à poissons du Bazacle en 2023	65
Figure 70 : Nombre de poissons observés par espèce au Bazacle en 2023.....	66
Figure 71 : Evolution du nombre de saumons au Bazacle par jour, mis en relation avec la température et le débit en 2023.....	67
Figure 72 : Evolution du nombre de silures au Bazacle sur la période 1993 – 2023	68

Figure 73 : Comparaison de la répartition mensuelle des passages de silures au Bazacle entre la moyenne observée sur la période 2011 – 2022 et 2023	69
Figure 74 : Comparaison de la répartition mensuelle des passages de saumons et de silures au Bazacle en 2023.....	69
Figure 75 : La station de piégeage de Carbonne.....	70
Figure 76 : Evolution journalière du débit de la Garonne mesuré à Saint Vidian (Banque hydro) et de la température moyenne journalière à Carbonne en 2023	71
Figure 77 : Evolution du coefficient d'hydraulicité de la Garonne à St Vidian en 2023.....	71
Figure 78 : Comparaison de l'évolution mensuelle de l'écart à la moyenne 1993-2022 de la température de l'eau à Carbonne en 2023	72
Figure 79 : Bilan du fonctionnement de la passe à poissons de Carbonne en 2023	72
Figure 80 : Nombre de poissons observés par espèce à Carbonne en 2023.....	73
Figure 81 : Evolution journalière du nombre de saumons atlantiques à Carbonne en fonction des paramètres du milieu en 2023	74
Figure 82 : Evolution du taux de transfert des saumons sur la Garonne entre Golfech et le Bazacle entre 1994 et 2023.....	75
Figure 83 : marquage intra-gastrique d'un saumon à l'aide d'un émetteur radio couplé à une marque TIRIS.....	77
Figure 84 : Localisation des postes de réceptions des différentes marques sur la Garonne en 2023	78
Figure 85 : Schéma représentant le trajet des saumons suivis autour de Golfech en 2023 ..	79
Figure 86 : Schéma synthétique du comportement des 2 saumons ayant franchi le complexe Golfech/Malause en fonction du temps en 2023.....	80
Figure 87 : Evolution des poissons marqués en 2023 dans le système de franchissement de Golfech.....	81
Figure 88 : Bilan du suivi radio-télémetrie saumon à Golfech de 2019 à 2023.....	83
Figure 89 : Bilan du suivi radio-télémetrie saumon au Bazacle de 2019 à 2023	84
Figure 90 : Bull d'alose (© Didier Taillefer/Sméag)	85
Figure 91 : Modèle statistique sur la répartition des pontes au cours de la nuit (CASSOU-LEINS, 1985).....	86
Figure 92 : Localisation géographique des zones de frayères en aval de Golfech sur la Garonne	87
Figure 93 : Localisation des trois sites favorables à l'enregistrement des bulls.....	88
Figure 94 : Nombre de nuits suivies sur les différentes frayères d'aloses	88
Figure 95 : Nombre de ¼ d'heure suivies sur l'ensemble des frayères de grande alose en 2023	89
Figure 96 : Comparaison de la répartition nocturne de l'activité de ponte de la grande alose en 2023 au niveau des frayères en aval de Golfech avec celle estimée par Cassou-Leins en 1980	90
Figure 97 : Nombre de géniteurs en 2023 sur le Lot (Aiguillon) et la Garonne.....	90
Figure 98 : Evolution des débits à Lamagistère (source HydroPortail) et de la température à Malause (source MIGADO) au cours de la saison en lien avec l'activité de reproduction	91
Figure 99 : Nombre de silures capturés aux abords des frayères.....	92
Figure 100: Pourcentage d'attaque en fonction des sites et des années. En noir au-dessus des histogrammes : nombre de géniteurs cumulé sur les 6 ans. En vert : pourcentage moyen d'attaques.....	92
Figure 101 : Pourcentage d'attaque en fonction de la période. En bleu : première période sans prélèvement. En jaune : deuxième période avec prélèvement. Les chiffres en noir au-dessus des histogrammes correspondent au nombre de grandes aloses en reproduction sur la période considérée.....	93
Figure 102 : Évolution du pourcentage d'attaques en fonction de la saison (début de saison en gris et fin de saison en vert).....	94
Figure 103 : Rassemblement de silures en surface sur une frayère d'aloses pendant la période de reproduction des aloses.....	95

Figure 104 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin Garonne/Dordogne entre 1993 et 2023	96
Figure 105 : Rythmes de migration des anguilles à Golfech et à Malause en 2023	97
Figure 106 : Evolution des tailles d'anguilles au cours de la saison 2023 à Malause	97
Figure 107 : Répartition des classes de tailles d'anguilles entre Golfech et Malause en 2023	98
Figure 108 : Comparaison de la moyenne des passages de silures entre 2000-2022 et des passages observés en 2023 sur les stations de contrôle à la montaison de la Garonne.....	98
Figure 109 : Tailles des silures contrôlés aux vitres des stations de contrôle à la montaison de la Garonne en 2023.....	99
Figure 110 : nombre d'espèces différentes observées par station	100
Figure 111 : Evolution de la diversité spécifique observée au niveau de chaque station de la Garonne sur la période 1993 - 2023	100
Figure 112 : Représentativité des 5 espèces dominantes au sein des holobiotiques depuis le début des suivis.....	101
Figure 113 : Evolution de l'abondances des 5 espèces les plus représentées sur chaque station entre 1993 et 2023 (à partir de 2000 pour Carbone)	102
Figure 114 : Période d'observation des espèces holobiotiques à Golfech, au Bazacle et à Carbone entre 1993 et 2023.....	103

INTRODUCTION

La biodiversité ne cesse de chuter depuis de nombreuses années, tant au niveau national que mondial. Les populations de poissons et en particulier les migrateurs amphihalins ne font pas exception à la règle. Pourtant la particularité comportementale de ces espèces en fait de parfaits indicateurs de la qualité des milieux. Dès lors il paraît primordial de se mobiliser pour le maintien de leurs populations particulièrement touchées par la fragmentation des habitats. En effet, ces espèces ont des besoins très spécifiques en matière de reproduction, les obligeant à devoir parcourir de longues distances (en mer et en rivière) afin de compléter leur cycle de vie et donc de se reproduire.

En 1984, l'article L432-6, oblige les propriétaires et/ou exploitants d'obstacles à équiper leur dispositif d'ouvrages permettant le franchissement des espèces piscicoles (ces lois évolueront par la suite avec la Directive Cadre sur l'Eau de 2000 au niveau européen et la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques qui en découle en France en 2006). Sur la Garonne, 4 ouvrages principaux sont ainsi équipés pour la montaison et associés à des systèmes de contrôles gérés par MIGADO.

Le contrôle des espèces tant amphibiotiques qu'holobiotiques a 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 de retour d'expérience des opérations de restauration
- Et, de façon annexe, d'amélioration des techniques du génie piscicole (dispositifs de franchissement par exemple)

Ces contrôles impliquent des prérequis indispensables afin d'être effectués dans des conditions optimales tel que :

- La 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 interannuelles.
- Une recherche de données quantitatives, et donc le respect strict d'un protocole garantissant une saisie homogène et une bonne reproductibilité.

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

- Du **bilan de fonctionnement des dispositifs** de franchissement de Golfech, Malause, du Bazacle et de Carbonne en 2023
- 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
- Du **bilan sur les opérations de transport de géniteurs de saumons sur l'Ariège** après piégeage à Golfech en 2023, opérations optimisées depuis 2020 pour permettre l'accès aux frayères du bassin au plus grand nombre de saumons
- De l'**estimation du stock reproducteur de grande alose** observé sur les frayères situées en aval de l'usine hydroélectrique de Golfech en 2023
- Du **bilan du protocole** mis en place pour gérer les **silures** dans le dispositif de franchissement de **Golfech**

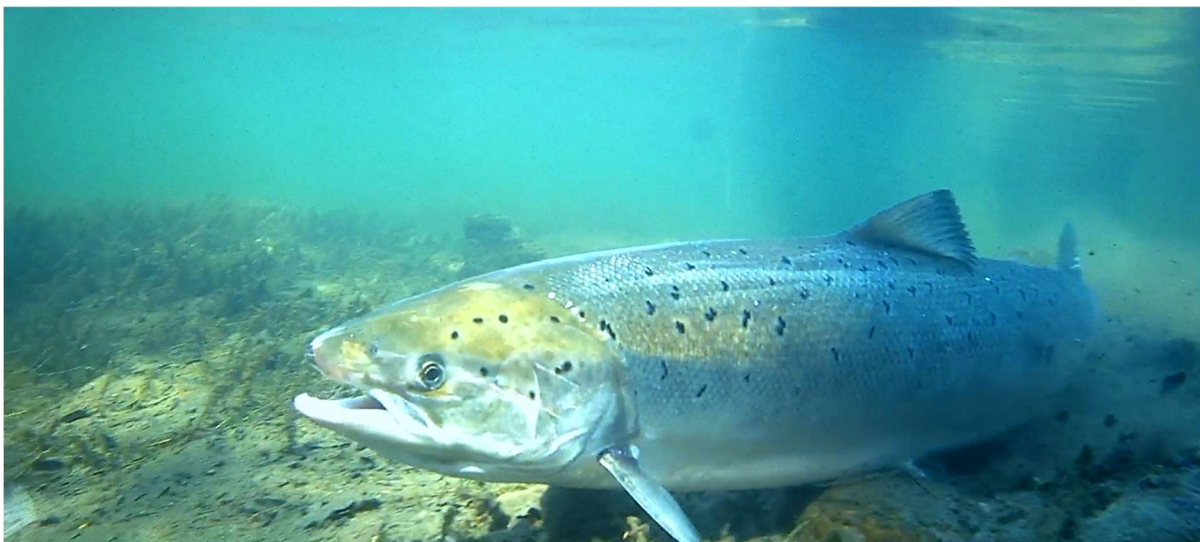


Figure 1 : Photographie subaquatique d'un saumon relâché sur l'Ariège

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Sur la Garonne, un premier contrôle est réalisé au niveau des stations de Golfech et Malause qui sont associés à deux types de dispositif de franchissement (l'ascenseur à poissons et la rivière mixte. Voir partie II). La colonisation par les espèces de tout le bassin amont dépend essentiellement du bon fonctionnement de ces ouvrages.

Une seconde station de contrôle est située 100 km en amont, au niveau de l'usine hydroélectrique du Bazacle (Toulouse), elle est couplée à une passe à bassin et à une 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 (Figure 2), premier ouvrage d'une série de 19 barrages non-équipés à l'heure actuelle, puis transportés sur les zones de reproduction les plus favorables du bassin.



Figure 2 : Situation géographique des stations de contrôle à la montaison sur la Garonne

Chaque année, depuis 1993 pour Golfech et le Bazacle, 2000 pour la station de Carbonne et depuis 2022 pour Malause, les données de passages de la faune piscicole 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.

2. GOLFECH (OCGOL23)

2.1 Les ouvrages de franchissement

L'aménagement hydroélectrique de Malause – Golfech, construit en 1973 et géré par EDF, se situe à environ 270km de la mer et constitue le premier obstacle à la migration sur la Garonne. Il se compose d'un barrage mobile, situé à Malause et court-circuitant une quinzaine de kilomètres de la Garonne (débit réservé entre 20 m³/s et 40 m³/s suivant les périodes de l'année) pour alimenter un canal d'amenée de 10 Km de longueur. Celui-ci permet d'alimenter l'usine de Golfech, équipée de trois groupes bulbes turbinant un débit maximal de 540 m³/s. L'ensemble du débit turbiné est restitué en Garonne par un canal de fuite de 2 Km de longueur (Figure 3).

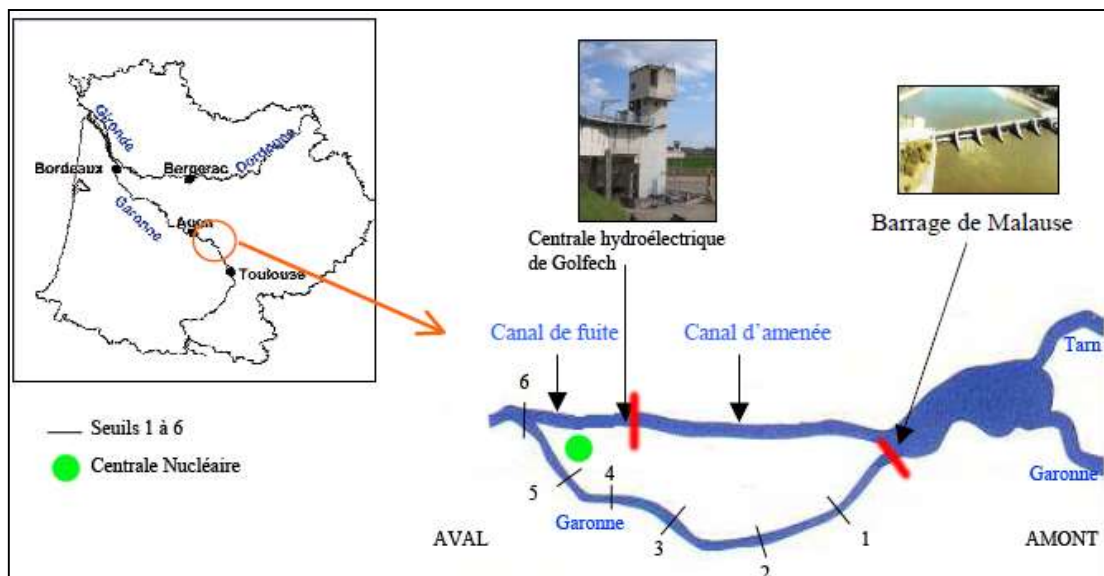


Figure 3 : Contexte géographique de l'usine hydroélectrique de Golfech

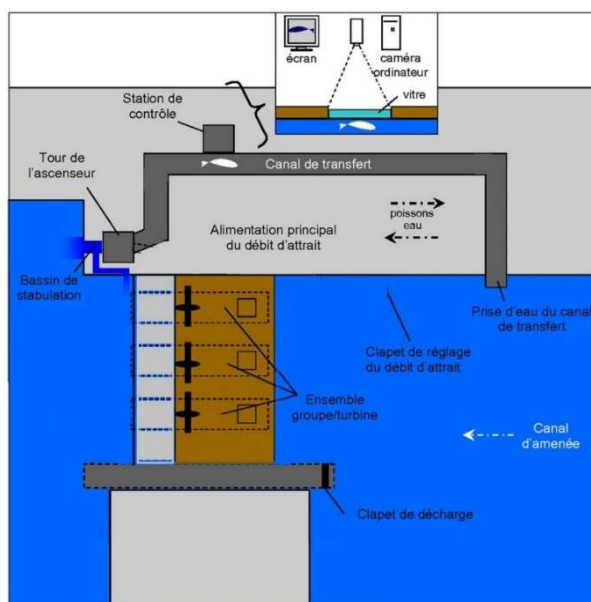


Figure 4 : Schéma vue aérienne de Golfech

En 1987, l'usine a été équipée d'une passe à poissons de type ascenseur couplé à une station de contrôle vidéo (géré depuis 1993 par MIGADO) ;

Figure 4).

Le principe de l'ascenseur consiste à capturer les poissons, préalablement attiré par une injection de débit, dans une cuve contenant une quantité d'eau adaptée à leur nombre. Cette cuve est ensuite remontée le long d'une tour au sommet de laquelle elle se déverse dans un canal dit de transfert qui permet le contournement de l'usine et l'accès des poissons ayant emprunté le dispositif à l'amont du complexe (canal d'amenée).

En parallèle, 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 (Figure 5). 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.

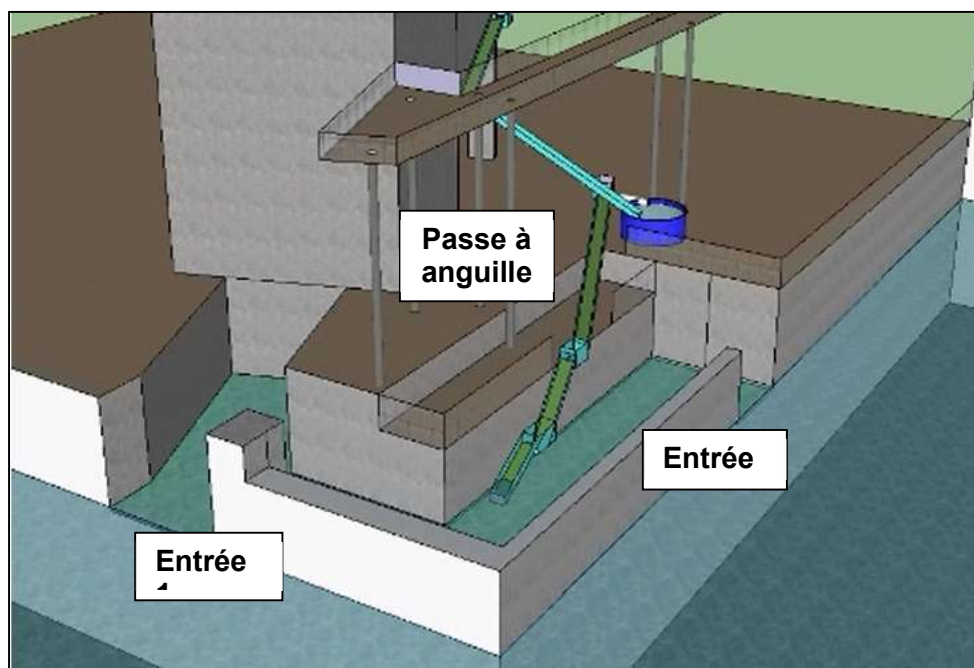


Figure 5 : Schéma des deux entrées de l'ascenseur et de la rampe à anguilles

La passe est équipée d'une plaque de PVC sur laquelle sont implantés des filaments synthétiques montés en touffes, espacées 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. Elle se compose 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 sont contraintes à tomber dans un bassin tampon de 4 m³ empêchant une éventuelle dévalaison ;
- La passe supérieure (ou amont) : constituée d'une rampe séparée par trois bacs de repos intermédiaires. Les anguilles, qui ont franchi la totalité de la passe, passent ensuite par un caisson dans lequel elle glisse sur une plaque en PVC et dans lequel des caméras permettent le comptage des individus par un système d'intelligence artificielle développé par HIZKIA. Après comptage ces anguilles rejoignent le canal de transfert par lequel elles pourront accéder à l'amont du complexe.

2.2 Les conditions environnementales

La progression des grands migrateurs dans un cours d'eau est fortement influencée par les conditions environnementales, notamment le débit et la température de l'eau.

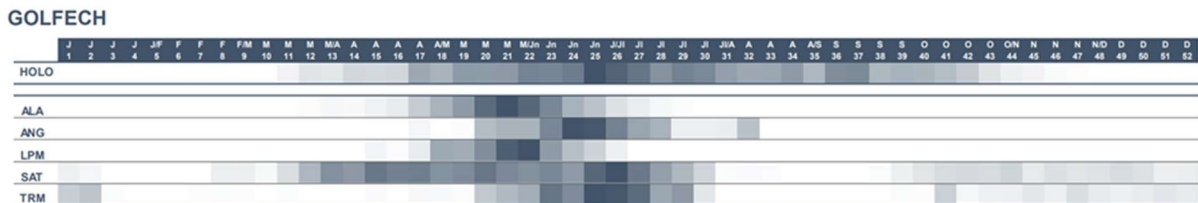


Figure 6 : Rythmes historiques de migration des espèces amphihalines à Golfech

Elles n'expliquent pas à elles seules les rythmes de migration, mais peuvent être des facteurs limitant ou facilitant la progression des individus, notamment pendant les périodes à enjeux (Figure 6). A noter que depuis 2002 les passages de saumons se font essentiellement entre les mois de mars et mai.

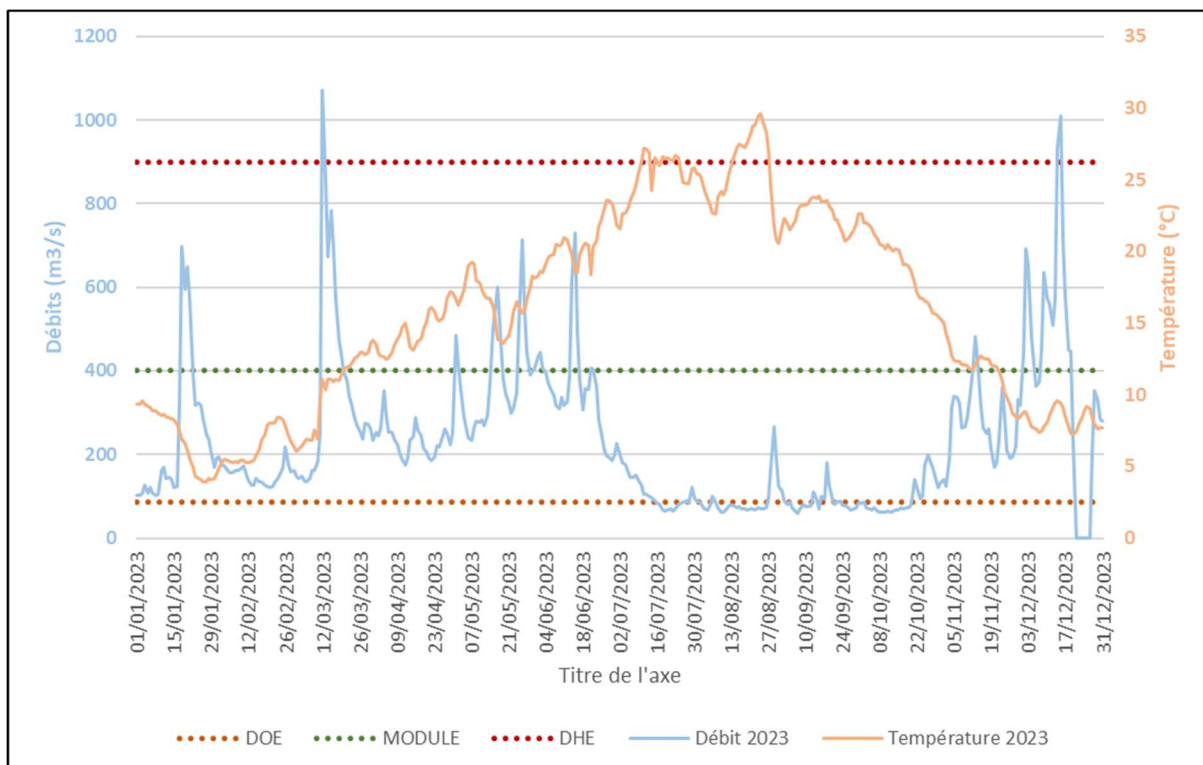


Figure 7 : Evolution journalière du débit de la Garonne à Lamagistère (82) et de la température moyenne journalière en 2023 mis en relation avec des débits de référence (DOE = débit d'objectif d'étiage, DHE = débit hautes eaux)

Le début de l'année a été marqué par de très faibles débits en début d'année avec une moyenne de 194m³/s entre le 1^{er} janvier et le 11 mars. Au cours de cette période un seul coup d'eau a été observé (du 17 au 28/01).

Une crue a eu lieu mi-mars avec un maximum de 1070 m³/s. Par la suite les débits se sont stabilisés autour de 300m³ avec toutefois d'importantes variations inter-journalières et ce jusqu'au début de l'été. A partir du mois de juillet le débit dans la Garonne a chuté fortement pour ne remonter que lors des mois de novembre et décembre. En parallèle, la température de l'eau n'a cessé d'augmenter depuis le milieu du mois de mars (10,4°C le 13/03) jusqu'à atteindre son maximum de 29°C le 25/08, avant de décroître jusqu'à atteindre 7,7°C le 31 décembre (Figure 7).

	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE
2023	243	153	350	235	383	356	111	89	86	96	275	502
Moyenne 1967-2022	555	636	546	559	574	391	182	116	136	209	318	446
Coefficient d'hydraulicité 2023	0,44	0,24	0,64	0,42	0,67	0,91	0,61	0,77	0,64	0,46	0,87	1,13

Figure 8 : Evolution mensuelle du coefficient d'hydraulicité à Lamagistère en 2023 (référence : 1967-2022)

La Figure 8, illustre le manque d'eau en début d'année avec des coefficients d'hydraulicité très faibles lors de périodes habituellement soumises à de nombreuses hausses de débits. Ce manque est préjudiciable pour les poissons migrateurs dont l'arrivée dans l'estuaire est guidée par le débit sortant des fleuves.

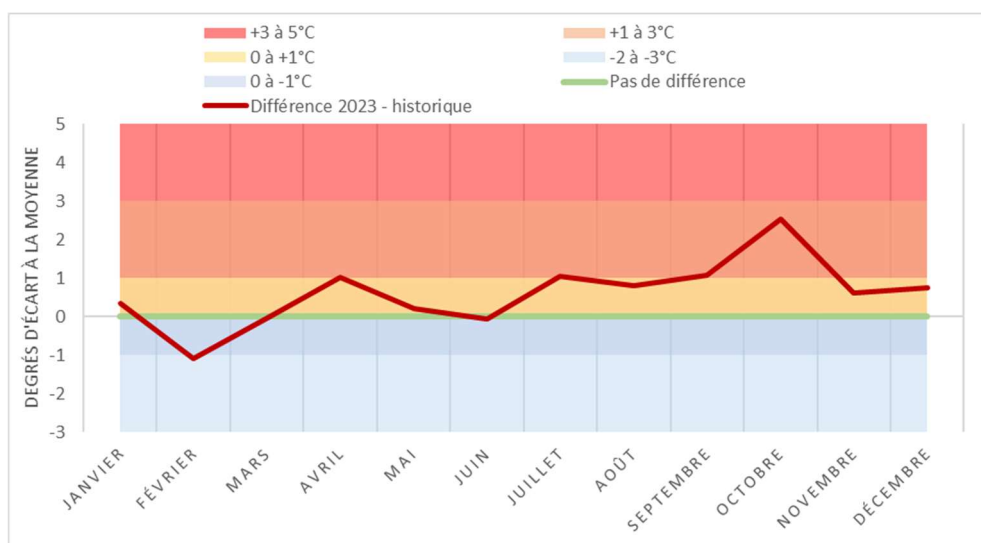


Figure 9 : Evolution mensuelle de l'écart à la moyenne de la température de l'eau à Golfech en 2023 (référence : 1993-2022)

La température de l'eau en 2023 quant à elle ne semble pas avoir été limitante pendant la période de migration. La grande majorité des poissons migrateurs transite à Golfech entre le mois de mars et le mois de juillet, or les écarts à la moyenne de la température cette année sont relativement faible au cours de cette période (Figure 9).

2.3 Le suivi de l'ascenseur à poissons

2.3.1 Fonctionnement de l'ascenseur à poissons

En théorie, les ouvrages sont conçus pour être utilisés toute l'année soit 8760 heures. Mais certaines conditions ne permettent pas leur fonctionnement. Depuis 1995, les arrêts de l'ascenseur sont systématiquement consignés dans un fichier et classés selon 4 catégories : Crue, Entretien, Volontaire et Panne. Certains arrêts, comme ceux dus aux crues, sont inéluctables et sont le fait même de la conception de l'ouvrage de franchissement qui ne peut fonctionner que 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.

ANNEE	Durée totale théorique	Durée de fonctionnement	Durée d'arrêt	Causes des arrêts				Observations
				Crue	Entretien	Volontaire	Panne	
2023								
Janvier	744h	298h	446h	00h00	446h00	00h00	00h00	
Février	696h	560h	136h	00h00	64h00	00h00	72h00	
Mars	744h	666h	78h	78h00	00h00	00h00	00h00	
Avril	720h	720h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Mai	744h	695h	48h	48h30	00h00	00h00	00h00	
Juin	720h	673h	47h	47h00	00h00	00h00	00h00	
Juillet	744h	744h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Août	744h	744h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Septembre	720h	633h	87h	00h00	00h00	00h00	87h00	Câble du chariot endommagé
Octobre	744h	00h	744h	00h00	00h00	00h00	744h00	
Novembre	720h	00h	720h	00h00	00h00	00h00	720h00	
Décembre	744h	08h	736h	00h00	616h00	00h00	120h00	
Total	8760h	5741h	3042h	173h30	1126h00	00h00	1743h00	
% Total		65,54%	34,46%	1,98%	12,85%	0,00%	19,90%	
% des arrêts				5,7%	37,0%	0,0%	57,3%	

Figure 10 : Répartition mensuelle du fonctionnement et des causes d'arrêt de l'ascenseur à poissons de Golfech en 2023

Ainsi sur les 8760 heures de fonctionnement théorique, l'ascenseur à poissons a fonctionné 5741 heures en 2023 (Figure 10). La fin de l'entretien annuel en janvier jusqu'à début février et en décembre, hors période de migration, représente une grosse part d'arrêt mais n'est pas la cause principale de non-fonctionnement cette année. En effet un problème d'usure sur le câble du chariot mobile a conduit à l'arrêt des cycles de l'ascenseur, ce problème est survenu après la période de migration (fin septembre) et a certainement eu peu d'impact pour les poissons migrateurs mais a très probablement bloqué de nombreux holobiotiques au pied de l'usine. Quelques arrêts ponctuels sont dus à des périodes de crues en début d'année et ont eu lieu pendant la période migration mais ces arrêts ont été très limités dans la durée.

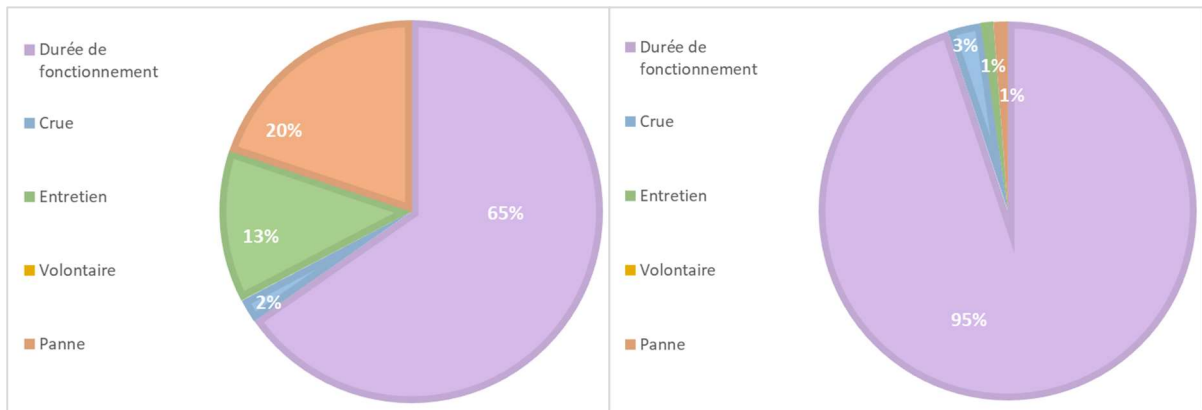


Figure 11 : Comparaison du pourcentage de fonctionnement et des causes d'arrêt de l'ascenseur à poissons en 2023 (gauche) et pendant la période de migration (01/02 au 31/07 ; droite)

2.3.2 Le suivi vidéo

Le vidéo-comptage est effectué à l'aide d'un système développé par HIZKIA informatique. Une caméra numérique filme la vitre en continu et un logiciel enregistre des séquences lorsqu'un mouvement est détecté (

Figure 12).

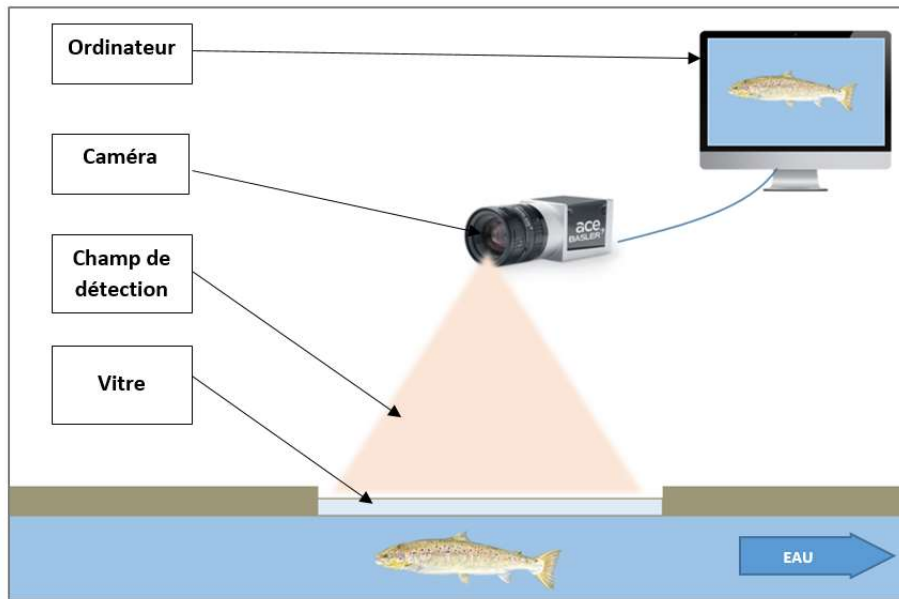


Figure 12 : Schéma du fonctionnement du vidéo-contrôle

L'ensemble des séquences sont envoyées sur un serveur à la fin de chaque journée et peuvent ainsi être analysées à distance à partir de n'importe quel poste (Figure 13). Elles sont également analysées par une intelligence artificielle qui permet d'appliquer des filtres et ainsi de réduire le temps de dépouillement ou de cibler certaines espèces si le besoin se présente. Les résultats des analyses effectuées sont elles aussi envoyées sur un serveur distant et permettent de récupérer l'ensemble des données à tout moment.

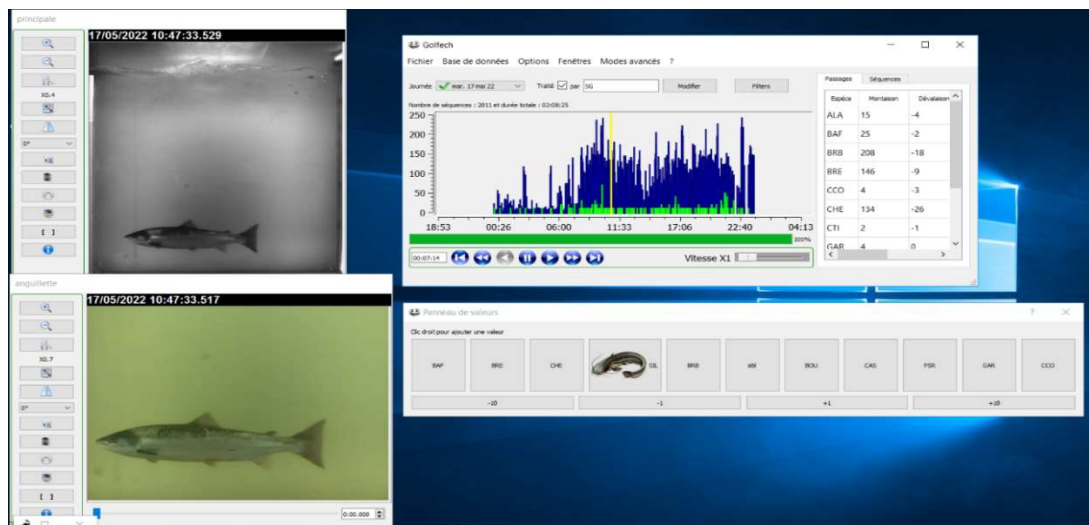


Figure 13 : Capture d'écran de l'interface de dépouillement vidéo HIZKIA

2.3.3 Bilan des passages

D'une manière générale, les passages de l'année 2023 à Golfech sont marqués par :

- Des effectifs très faibles de grandes aloses (291) au regard des stocks historiques,

- Une absence récurrente et alarmante de lamproies (543 en 2011 ; 401 en 2012 ; 5 depuis 2013),
- Un nombre de saumons alarmant, 14 individus contrôlés, l'année avec le plus faible effectif de montaison depuis sa réintroduction dans le fleuve,
- D'importants passages d'anguilles, surpassant les années précédentes et
- Une quantité de poissons holobiotiques comparable à l'historique.

MIGRATEURS			
Aloses	291	Anguilles	263 883
Lamproies marines	-	Saumons atlantique	14
Truites de mer	-		
NON-MIGRATEURS			
Ablettes	91 819	Goujons	-
Barbeaux	627	Mulets porc	-
Black-bass	10	Poissons chat	-
Blennies	1	Perches communes	2
Bouvières	136	Perches soleil	7
Brèmes bordelière	12 874	Pseudorasbora	1 600
Brèmes communes	1 969	Rotengles	1
Brochets	-	Sandres	2
Carassins	2	Silures	774
Carpes communes	31	Spiralins	2
Chevesnes	2 059	Tanches	-
Carpes amour	6	Truites fario	-
Gardons	1 711	Vandoises	1

Figure 14 : Nombre d'individus comptabilisés par espèce en 2023 à Golfech

2.3.4 Diversité spécifique

Au total 23 espèces différentes ont été contactées dans le système de franchissement de Golfech (Figure 1).

Le contrôle des migrations des espèces amphibiotiques a permis de mettre en évidence une activité migratoire parfois intense des populations.

Les cyprinidés constituent toujours la famille la plus représentée, avec notamment les brèmes, les chevesnes, les gardons, les bouvières et les ablettes (espèce la plus représentée).

Le changement de système d'acquisition à Golfech a permis d'améliorer 1) la détection des espèces mais permet également 2) de mieux les déterminer (spiralin ; vandoises ; blennies). Le nombre de ces individus n'est pas exhaustif car bien qu'ils soient plus facilement déterminables ils n'en restent pas moins de petites tailles et leur détection reste très liée à la turbidité de l'eau. Des carnassiers ont également pu être observés (quelques perches, sandres et blackbass).

2.4 Les grands salmonidés

2.4.1 La migration à Golfech

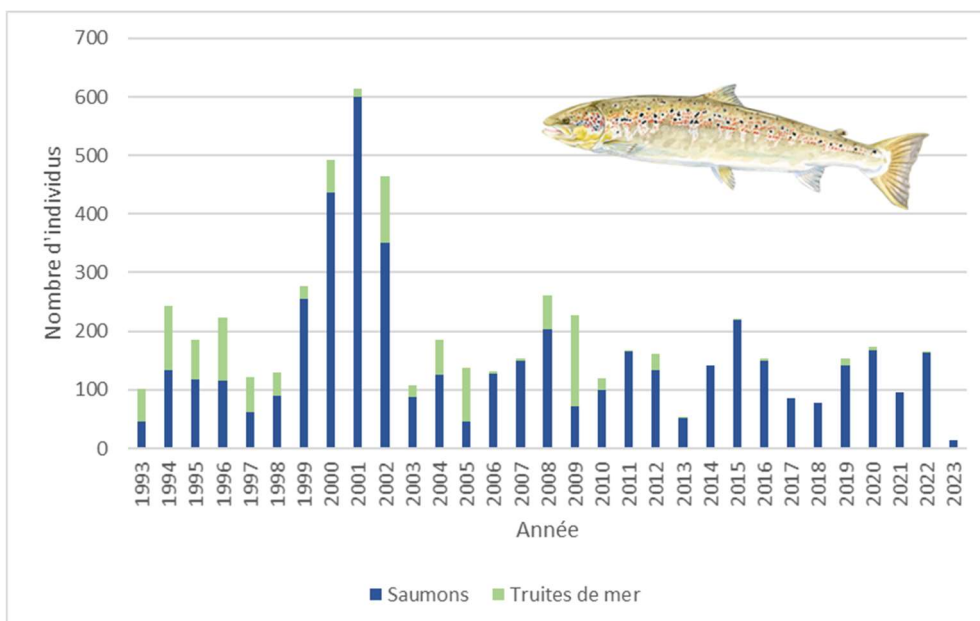


Figure 15 : Evolution inter-annuelle des passages de grands salmonidés à Golfech

L'année 2023 a vu très peu de saumons atlantiques franchir l'ascenseur à poissons de Golfech puisqu'un effectif de seulement 14 individus a été contrôlé. Pour rappel, en moyenne, 123 individus franchissent cet ouvrage chaque année entre 2003 - année à partir de laquelle on observe un changement dans la structure de la population avec une majorité de saumons de plusieurs hivers de mer - et 2022. Ces chiffres sont d'autant plus préoccupants qu'ils ont été observés sur l'ensemble de la façade atlantique. La truite de mer, quant à elle, reste anecdotique puisqu'elle n'est presque plus observée depuis 2013 sur le site de Golfech (Figure 15).

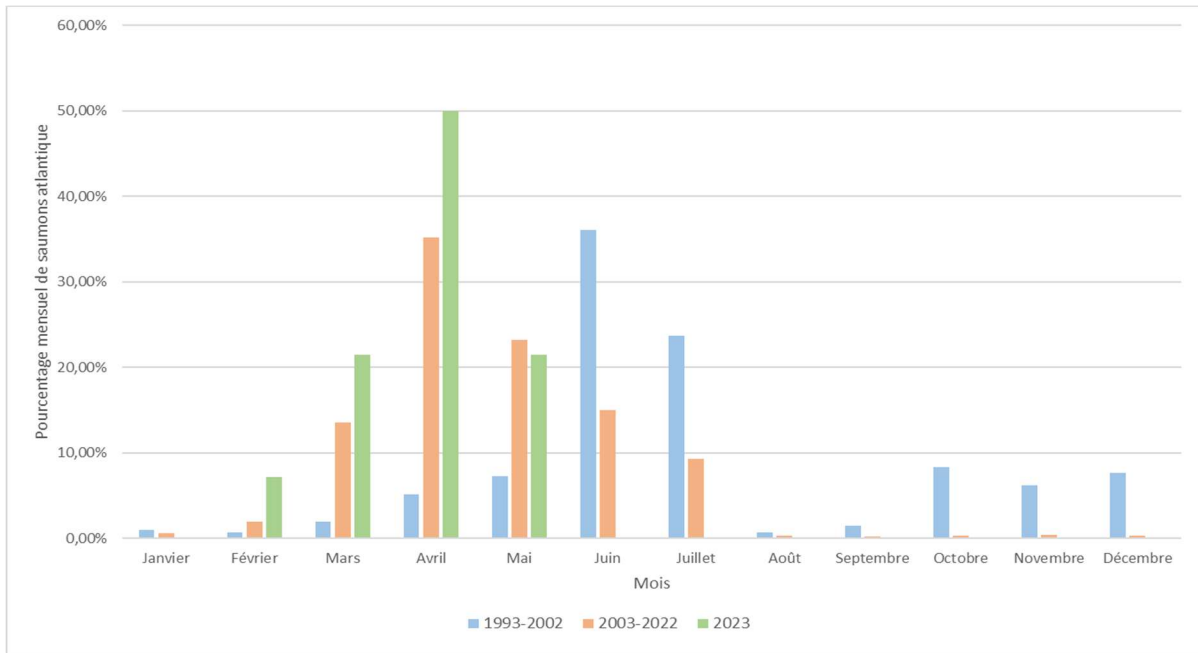


Figure 16 : Comparaison des rythmes de migration des saumons à Golfech pour les périodes 1993-2002, 2003-2022 et l'année 2023

Cette année bien que le nombre de saumons soit faible, la moitié d'entre eux sont passés au mois d'avril et la migration semble avoir suivi le schéma observé depuis 2003 (Figure 16).



Figure 17 : Evolution du nombre de saumons à Golfech par jour, mis en relation avec la température et le débit en 2023

Le premier saumon est arrivé à Golfech le 26 février pour une température de l'eau de 7.8°C et le dernier est passé le 15 mai peu de temps avant une augmentation des débits (Figure 17).

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. Ce changement s'observe non seulement à travers les périodes de franchissement mais également à travers les tailles des individus.

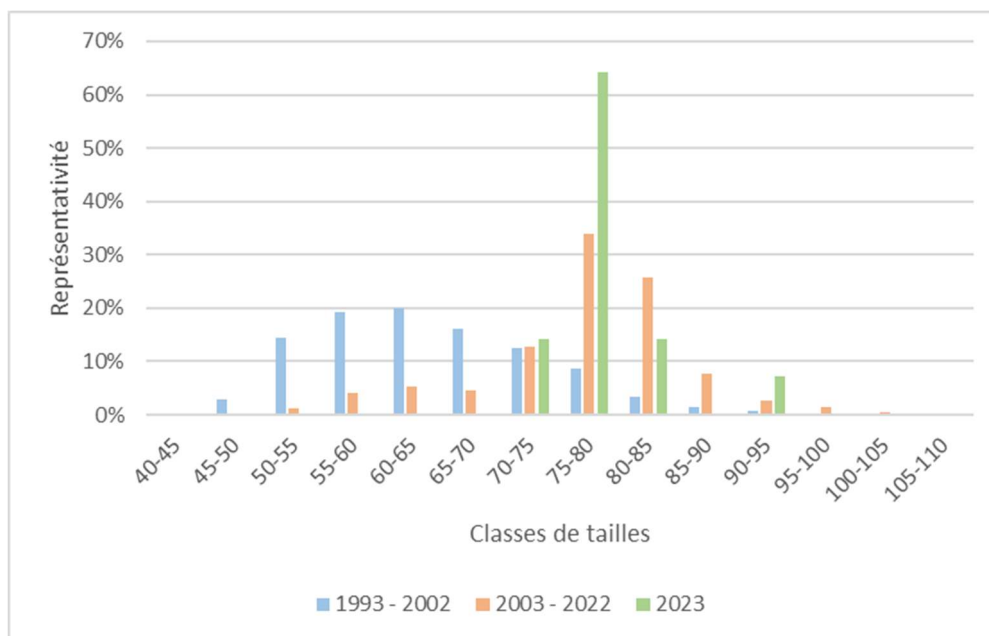


Figure 18 : Représentativité des classes de tailles des saumons contrôlés à Golfech

Depuis 1993 les saumons sont mesurés de façon systématique. Ainsi depuis 2003 les classes de tailles les plus représentées sont comprises en 70 et 85 cm. En cela l'année 2023 ne diffère pas de cette tendance (Figure 18) et l'ensemble des individus correspondent à des saumons ayant passés plusieurs hivers en mer.

2.4.2 Le piégeage/transport

À la suite de l'évaluation du programme saumon par le Groupe Migrateurs Garonne en 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.

Pour permettre de répondre aux objectifs fixés par les partenaires techniques et financiers, il a été décidé d'activer le piège de Golfech chaque jour de semaine entre 5h et 22h (94% des passages de saumons) puis de 8h à 20h le week-end.

En 2023, le temps de piégeage effectif est de 1837h et le temps de passage libre, de 683h entre le 27 février et le 11 juin.

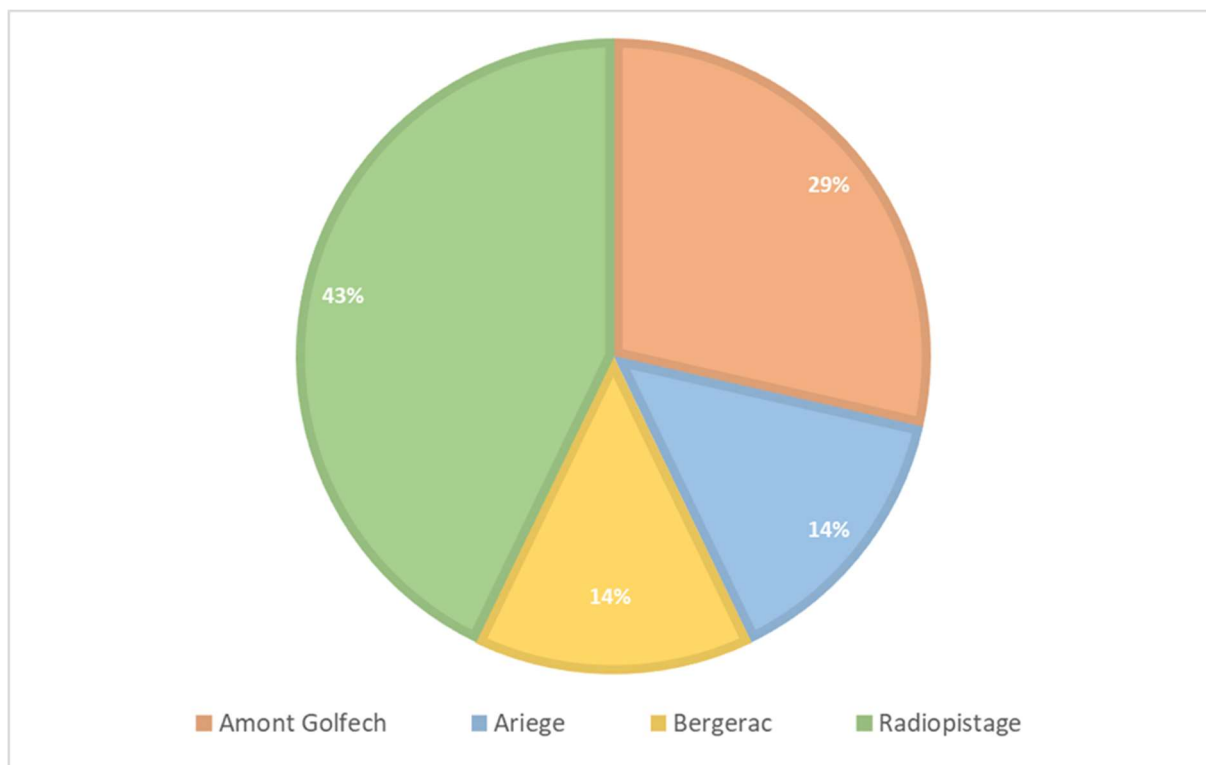


Figure 19 : Destination des saumons passés par Golfech en 2023

Sur les 14 saumons passés par Golfech, 10 ont été piégés (71%) : 2 ont été transportés sur l'Ariège (14%) et 6 individus ont été marqués pour l'étude radiotélémetrie et relâchés en aval de Golfech (43%) afin d'étudier leur comportement au droit des obstacles et sur le linéaire compris entre Golfech et le Bazacle. Par ailleurs, 2 saumons, dont l'état sanitaire a été jugé non satisfaisant (grosses blessures, écaillage important...) ont été transportés au centre de reconditionnement de Bergerac (14%) tel que préconisé dans l'arrêté préfectoral délivré par la DDT 82 (Figure 19).

Le protocole de piégeage (piège actif de 5h à 22h) mis en place au 27 février n'a pas permis de piéger le premier saumon passé fin février (dimanche 26 février). Un second saumon a échappé au piégeage en passant le weekend après 20h. Enfin les deux saumons restants ont été volontairement laissés libre en raison d'un temps de présence trop élevé dans la passe (>6h), pour favoriser leur transit vers Toulouse.

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 (depuis 2020) par le technicien avec pour objectif de décrire précisément l'état général du poisson 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'écaillés et de tissus (bouts de nageoires) sont effectués. Ces éléments seront analysés par les équipes en charge de la génétique des saumons sur notre bassin (MIGADO, Labogéna) afin d'évaluer la réussite du programme saumon. Enfin, une marque de type spaghetti est apposée sur la nageoire (dorsale ou adipeuse). Chaque marque possède son identifiant propre et pourra, en cas de capture accidentelle sur l'Ariège, permettre d'identifier le poisson afin de récolter d'éventuelles informations sur l'individu retrouvé.

2.5 La grande alose

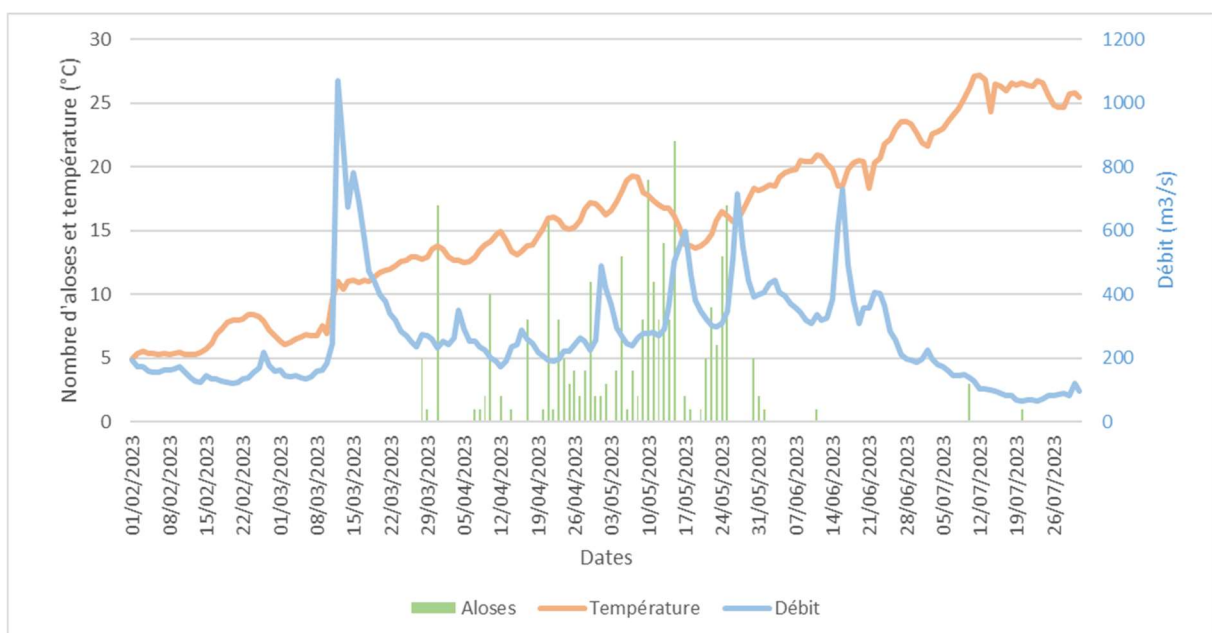


Figure 20 : Evolution des passages de grandes aloses à Golfech en 2023

Les aloses ont été présentes en très faibles effectifs à Golfech en 2023 puisque seulement 291 individus ont été contrôlés. Aucun pic ne se démarque cette année, les passages se sont faits par vagues successives dont la plus importante a eu lieu entre le 09 et le 15 mai avec 90 individus (Figure 20).

Comme chaque année depuis 2008 un piégeage d'aloses est effectué sur le site afin d'approvisionner la pisciculture de Bruch (gérée par MIGADO) en géniteurs pour la production d'alevins destinés au repeuplement sur le Rhin.

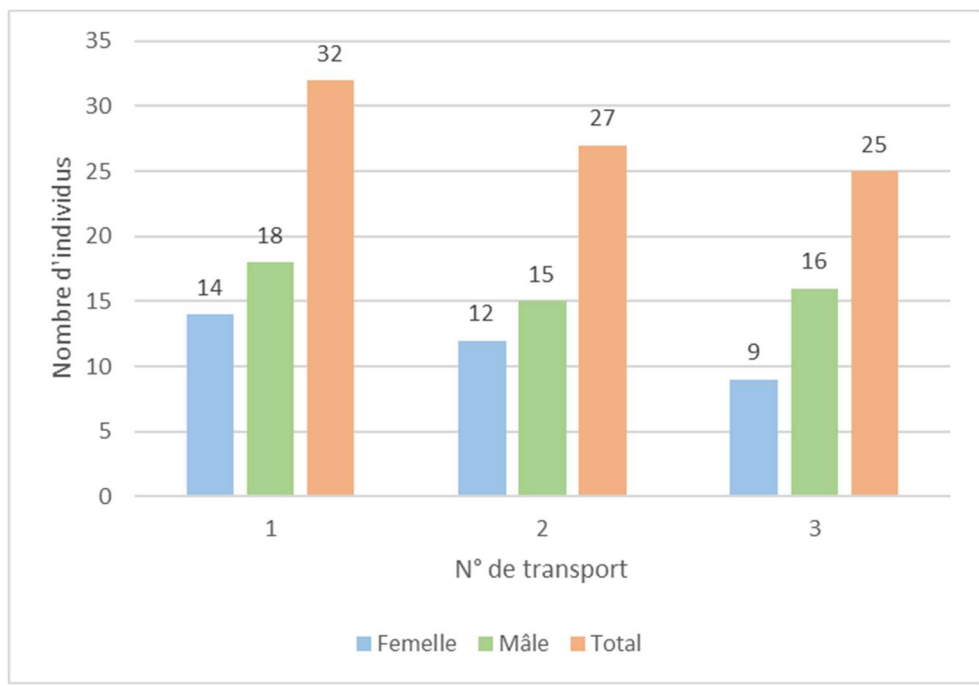


Figure 21 : Répartition des sexes de grandes aloses piégées à Golfech en 2023

En 2023, 84 grandes aloses ont ainsi été capturées et sexées (49 mâles pour 35 femelles) entre le 05 et le 25 mai. Depuis 2021 les mâles se font moins présents et l'obtention du ratio nécessaire entre les mâles et les femelles pour une reproduction optimale (en conditions d'élevage) (3M/2F) s'avère difficile. Des études sont en cours et devraient apporter un nouvel éclairage sur cette problématique.

2.6 Le suivi de la rampe spécifique à anguilles

2.6.1 Fonctionnement de la rampe

La rampe à anguilles a été mise en service le 20 avril et arrêtée le 17 octobre après plusieurs jours sans constater de passage significatif (< 5 depuis le 27/09). La première anguille a franchi l'obstacle le 2 mai.

2.6.2 Passages d'anguilles en 2023



Figure 22 : Evolution du nombre d'anguilles à Golfech depuis 1993

Au cours de l'année 2023, 253 544 individus ont été comptabilisés en amont de la rampe spécifique. Toutefois certaines anguilles empruntent l'ascenseur (lorsque celui-ci est en fonctionnement et représentent en moyenne 10% (études Migado 2011 à 2016) des passages issus de la rampe spécifique. **Au total, ce sont donc environ 264000 anguilles qui ont emprunté les ouvrages de franchissement de Golfech en 2023.** Cette année présente le meilleur résultat depuis le début des suivis sur la station (Figure 22).

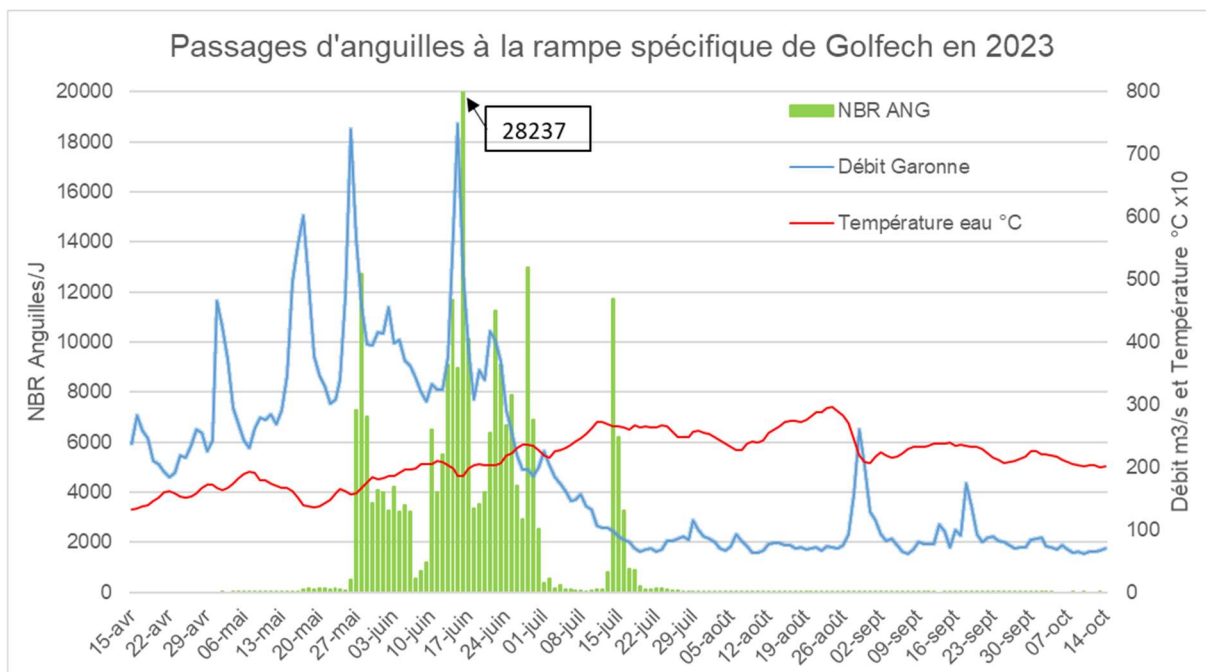


Figure 23 : Passages journaliers d'anguilles à Golfech en 2023

Cette saison, les franchissements ont eu lieu du 2 mai au 15 octobre mais plus de 95% des passages étaient concentrés entre le 26 mai et le 18 juillet pour un débit moyen journalier compris entre 740 et 70 m³/s et une température allant de 16 à 27°C. Le coup d'eau de fin mai a lancé la saison mais la plus forte affluence sur la rampe a été enregistrée le 16 juin pour une température de l'eau de 18,5°C et un débit de 514 m³/s. Par la suite, les débits soutenus du mois de juin ont permis une activité de colonisation intense et régulière. Les 2 premières semaines de juillet ont été calmes, certainement dû à la baisse de la température de l'eau du 30 juin au 1^{er} juillet (-2,5°C en 24h).

2.6.1 Influence de la gestion de l'ascenseur sur l'efficacité de la rampe

Pour rappel, l'entrée de la rampe à anguilles de Golfech est située dans le chenal de l'entrée 2 de l'ascenseur à poissons. En conditions normales l'entrée de la rampe est masquée par le courant transitant vers l'entrée 2 de l'ascenseur.



Figure 24 : Vue de la partie aval de la rampe à anguille, entrée 2 de l'ASP en service

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. Dans ces conditions, il est avéré depuis plusieurs années que les anguilles rencontrent 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 des anguilles) de diminuer ce débit d'attrait 4 nuits (1 nuit sur 2) par semaine de 22h à 5h du matin. Protocole réalisé jusqu'au 16 juin 2021.

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 et ainsi franchir l'obstacle, 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 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.

Au cours des 19 dernières années, 90 % des passages d'anguilles ont eu lieu entre les semaines 20 et 30. Cette période est considérée comme une base solide dans laquelle la gestion du débit d'attrait de l'ascenseur à poissons de Golfech doit être adaptée aux anguilles. En 2023, ce protocole a été mis en place du 5 mai au 28 juillet (semaines 18 à 30).

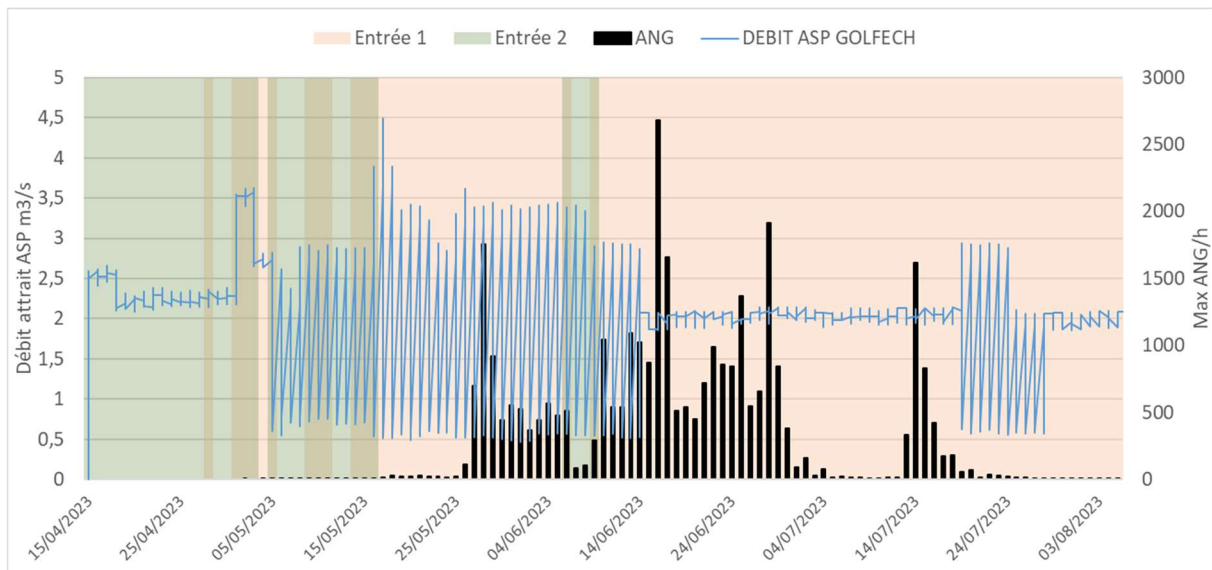


Figure 25 : Influence de la gestion de l'ascenseur sur les passages d'anguilles en 2023

La Figure 25 permet d'apprécier le fonctionnement du débit d'attrait ainsi que son influence sur les franchissements d'anguilles. Pour 2023, des périodes présentant de très fortes affluences horaires ont été enregistrées avec un débit d'attrait alterné (du 26 mai au 13 juin) mais aussi avec un débit fixe de 2m³/s (14 juin au 19 juillet). Ce constat va à l'encontre des observations des dernières années. L'explication de ce phénomène réside dans la gestion des entrées de l'ascenseur qui a été particulière en 2023. Les deux entrées de l'ascenseur ont été utilisées de façon alternée et non simultanément. **Ainsi, lorsque l'entrée 2 était fermée (entrée 1 en service, en orange sur la figure), l'aval de la rampe à anguilles se trouvait donc dans une zone calme. Son attractivité était de fait fortement améliorée. Dans ces conditions, l'alternance du débit d'attrait ne se justifie plus (cf. Figure 25, période du 14 juin au 19 juillet). A l'inverse, la mise en service de l'entrée 2 de l'ascenseur influence négativement le franchissement de la rampe par les anguilles et ce même lorsque le débit d'attrait est alterné (cf. : Figure 25 du 6 au 9 juin). Afin d'améliorer cette situation, une réflexion est menée pour 2024 afin de modifier et ou multiplier les accès à la rampe à anguilles.**

2.6.2 Comptage automatique, efficacité

Depuis 2021, le comptage des anguilles empruntant la rampe spécifique est effectué exclusivement par un dispositif développé par HIZKIA informatique. Il s'agit d'un caisson en sortie de passe par lequel vont transiter les individus. A l'intérieur du caisson, 2 caméras numériques sont installées et reliées à 2 ordinateurs différents. 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, couplé à une intelligence artificielle qui reconnaît les « anguilles ». Enfin, un rétro-éclairage 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.

DATE	HEURE DEBUT	HEURE DE FIN	DUREE (H)	COMPTAGE AUTO	COMPTAGE MANUEL	EFFICACITE
28/05/2023	02:00:00	02:05:00	00:05:00	101	101	100,00%
28/05/2023	02:20:00	02:30:00	00:10:00	258	260	99,23%
28/05/2023	02:35:00	02:40:00	00:05:00	112	112	100,00%
28/05/2023	03:20:00	03:25:00	00:05:00	124	125	99,20%
28/05/2023	05:00:00	05:30:00	00:30:00	744	748	99,47%
13/06/2023	04:00:00	04:05:00	00:05:00	71	71	100,00%
13/06/2023	04:05:00	04:10:00	00:05:00	92	89	103,37%
13/06/2023	04:10:00	04:15:00	00:05:00	98	97	101,03%
13/06/2023	04:15:00	04:20:00	00:05:00	98	99	98,99%
13/06/2023	04:20:00	04:25:00	00:05:00	95	95	100,00%
14/06/2023	04:30:00	04:35:00	00:05:00	81	81	100,00%
14/06/2023	04:35:00	04:40:00	00:05:00	83	84	98,81%
14/06/2023	05:30:00	05:35:00	00:05:00	42	43	97,67%
16/06/2023	00:00:00	00:05:00	00:05:00	79	79	100,00%
16/06/2023	01:05:00	01:10:00	00:05:00	127	128	99,22%
16/06/2023	02:05:00	02:10:00	00:05:00	161	161	100,00%
16/06/2023	04:00:00	04:05:00	00:05:00	226	226	100,00%
16/06/2023	04:05:00	04:10:00	00:05:00	210	211	99,53%
16/06/2023	04:10:00	04:20:00	00:10:00	454	455	99,78%
16/06/2023	22:00:00	22:05:00	00:05:00	98	98	100,00%
17/06/2023	01:30:00	01:35:00	00:05:00	136	136	100,00%
Bilan 2023			02:20:00	3490	3499	99,74%

Figure 26 : Comparatifs compteur/comptage manuel en 2023

Ce système en test sur Golfech depuis 2019, a fait chaque saison, depuis 2020, l'objet de calibrages afin de connaître sa réelle efficacité.

- En 2020, l'efficacité du comptage était de 102% ;
- En 2021, dans le but d'affiner les mesures de taille des individus, la zone filmée a été réduite mais cette manipulation a impacté l'efficacité, passant alors à 93.6%.
- En 2022, en accord avec le constructeur, un caisson mieux adapté et standardisé a été mis en place. Dans ces conditions fiabilisées, l'efficacité du système de comptage automatique des anguilles par vidéo (SYCAAV) était de 97%
- Pour l'année 2023, le système a été affiné et les résultats semblent être très satisfaisant puisque **l'efficacité totale s'élève à 99,7%** (Figure 26).

2.6.3 Biométrie

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 individu est donc mesuré de façon automatique. Cette année **251408** anguilles ont été mesuré par le système de comptage automatique.

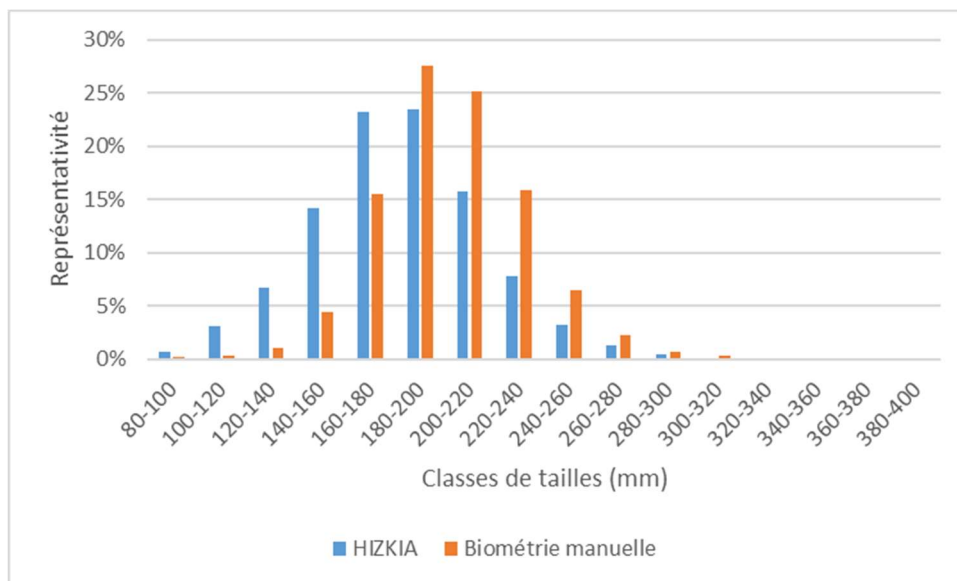


Figure 27 : Répartition des classes de tailles d'anguilles à Golfech en 2023

En 2023 des opérations de marquage ont été menées et les résultats des biométries (537 individus) montrent une sous-évaluation de la taille des individus mesurés automatiquement (Figure 27).

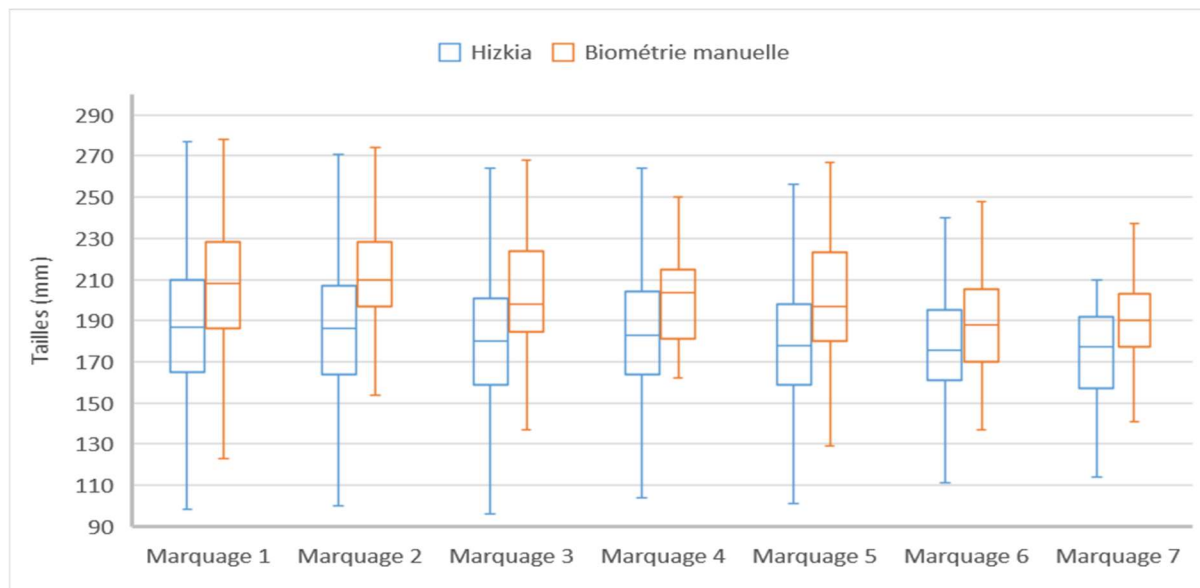
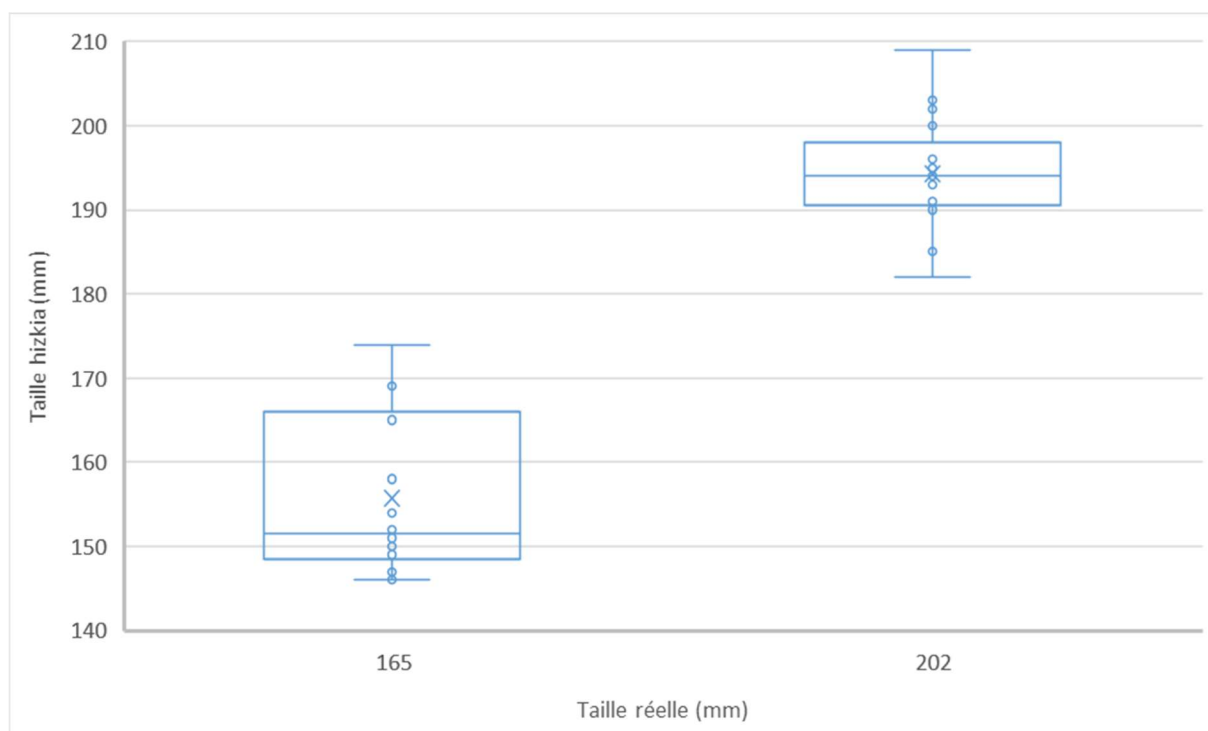


Figure 28 : Comparaison des tailles d'anguilles mesurées manuellement et mesurées à l'aide du compteur automatique

Cette observation, faite sur l'ensemble de la saison se confirme lorsque l'on compare les tailles des individus mesurés manuellement lors d'un marquage avec l'ensemble des individus du lot piégé, mesurés automatiquement (Figure 28).



	Taille_réelle	Médiane_Hizkia	Médiane - Réelle
Anguille 1	165	151,5	-13,5
Anguille 2	202	194	-8

Figure 29 : comparaison de tailles d'anguilles mesurées automatiquement avec leur taille réelle

Un test « témoin », avec 2 anguilles de taille connue respective de 165 et 202 mm passées 10 fois chacune devant la vidéo a été effectué le 22 juillet afin d'affiner la valeur de cette sous-évaluation. Les résultats présentés sur la Figure 29 montrent une erreur comprise entre +9 et -20 mm. **Les valeurs médianes estimées par l'outil automatique affichent une sous-évaluation de 8 à 13,5 mm par rapport à la réalité.** Ces tests seront reconduits avec plus d'individus en 2024 afin d'améliorer la qualité des mesures automatiques.

2.6.4 Marquage

En 2023, à l'image des années 2004 à 2018, des anguilles capturées en haut de la rampe ont été marquées puis relâchées en aval de l'ouvrage afin d'appréhender l'efficacité des systèmes de franchissement pour l'espèce. Ainsi, 499 individus ont été équipés de pit-tags (Biolog-id) de 8 ou 14mm en fonction de leur taille. Les marquages ont été répartis sur la saison.

Dates lâcher	Nbr ang marquées / secteur de lâcher				% RECAPTURES / secteur de lâcher			
	ASP	RD	RG	Total	ASP	RD	RG	Total
01-juin	50	50	50	150	38%	38%	40%	39%
06-juin		26	24	50		27%	33%	30%
13-juin		25	25	50		44%	52%	48%
22-juin		25	26	51		32%	31%	31%
27-juin		25	25	50		48%	16%	32%
12-juil		87		87		22%		22%
20-juil		61		61		2%		2%
Total	50	299	150	499	38%	26%	35%	30%

Figure 30 : Marquages et recaptures d'anguilles à Golfech en 2023

Parmi les 499 anguilles marquées, 149 soit 30% ont pu franchir à nouveau la rampe spécifique de Golfech dès 2023. Les marquages ont été échelonnés afin de limiter un éventuel effet « lot » ou « hydrologie ». De même, les individus équipés ont été déversés à plusieurs endroits afin d'appréhender les différentes conditions d'arrivée des poissons sur site. Le tableau précédent met en évidence une diminution des retours issus des marquages tardifs. Les zones de lâcher (et par conséquent d'arrivée des anguilles depuis l'aval ; rive droite ou rive gauche) ne semblent pas impacter le franchissement.

2.7 La gestion du silure à Golfech

2.7.1 Le silure à Golfech

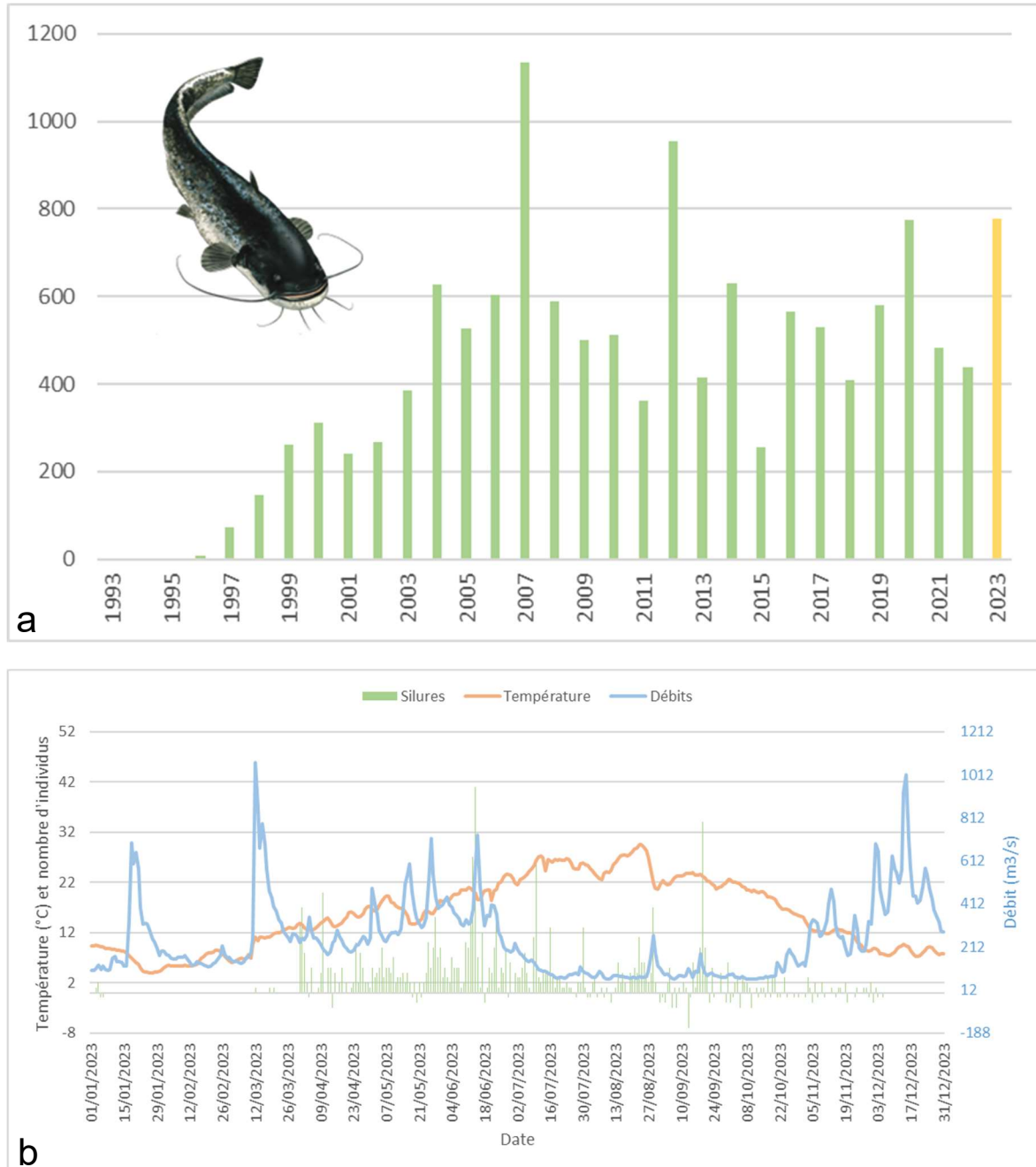


Figure 31 : Evolution des passages de silures à Golfech depuis 1993 (a) et au cours de l'année 2023 (b)

Cette année 777 silures ont emprunté le dispositif de franchissement de Golfech (Figure 31a). Le premier est arrivé à l'ascenseur le 12 mars soit plus d'un mois après la remise en service. Les passages ont commencé à s'intensifier fin mars, avec quelques pics le reste de la saison et une moyenne de 5 silures par nuit peut être observée entre fin mars et fin septembre (Figure 31b).

Plus de détails concernant la caractérisation de la population seront abordés dans la partie transversale, chapitre 6.4. Seules les actions effectuées à Golfech seront présentées en suivant.

2.7.2 Comportement et évacuation dans le canal de transfert

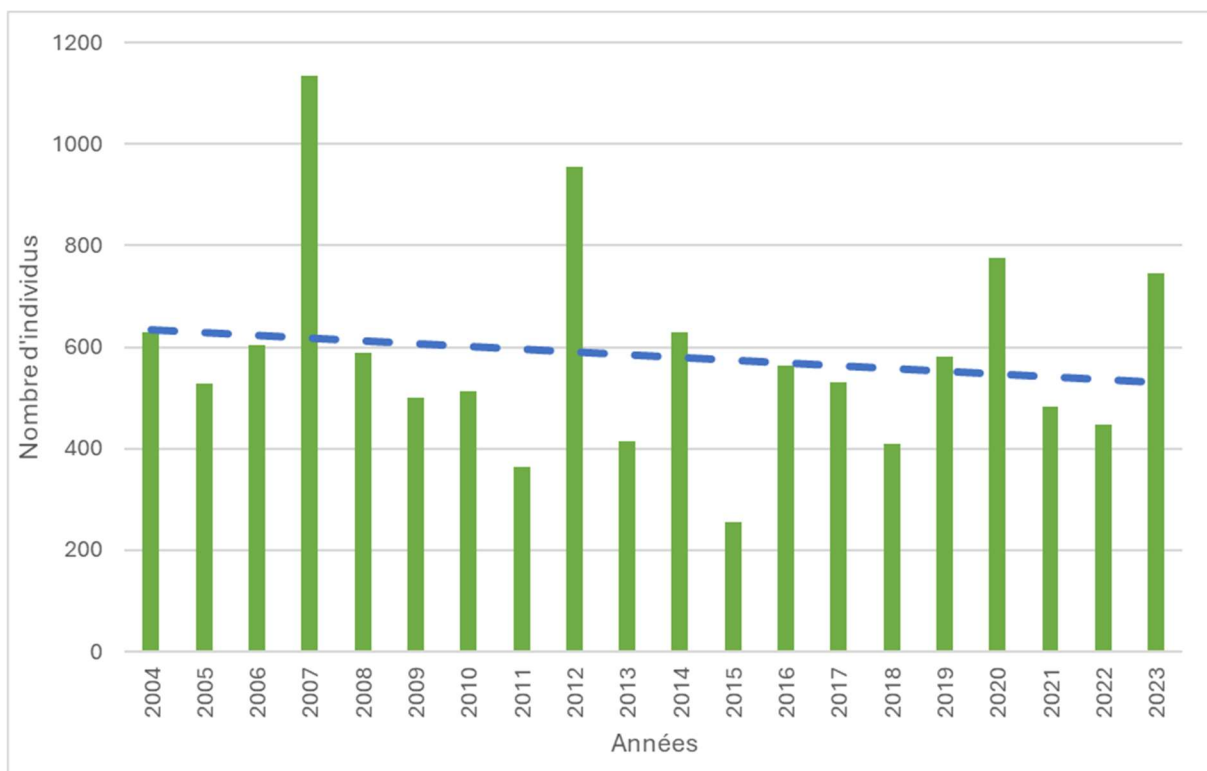


Figure 32 : Evolution du nombre de silures comptabilisé à Golfech les 20 dernières années

En prenant en compte les 20 dernières années de franchissements des silures sur Golfech, la Figure 32 montre une tendance stable et importante des effectifs contrôlés à Golfech sur cette période, avec en moyenne 581 individus par an (256 à 1134).

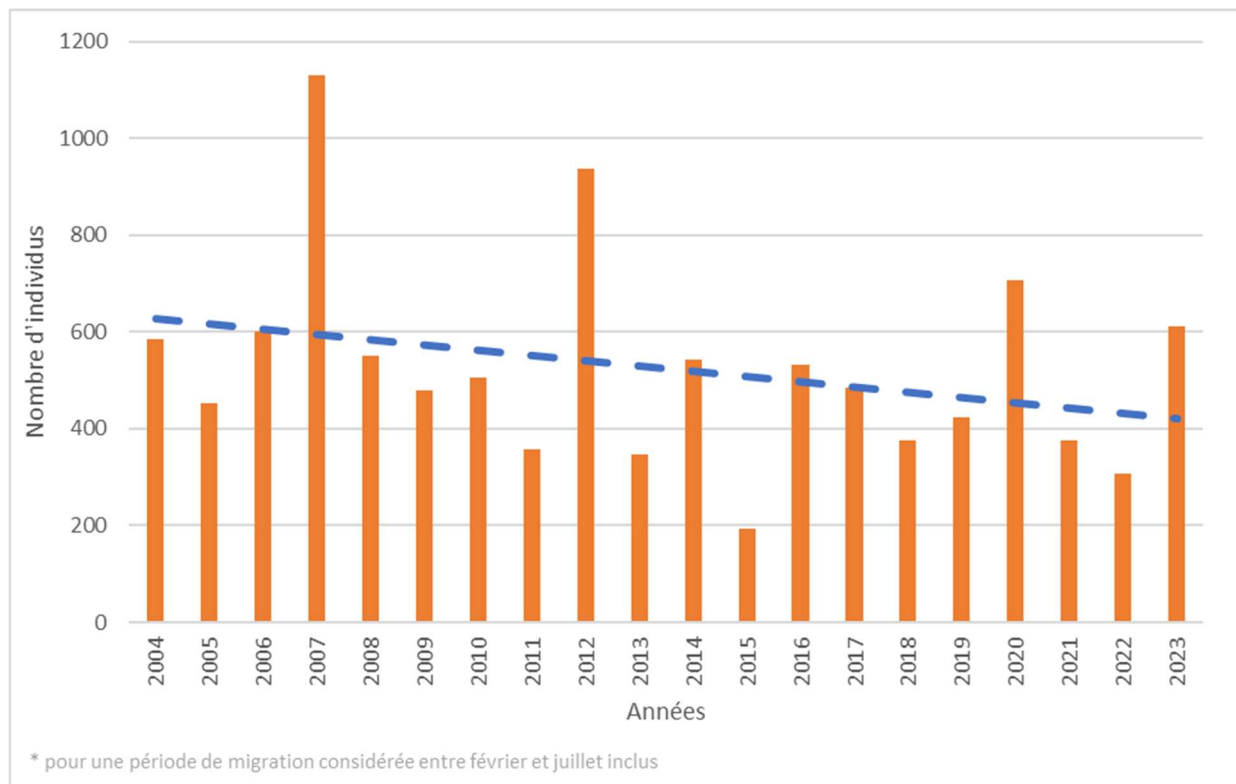


Figure 33 : Evolution du nombre de silures comptabilisés à Golfech de 2004 à 2023 en période de migration (février à juillet inclus)

En zoomant sur les individus présents pendant la période de migration (mars – juin) il apparaît que la fréquentation de l'aménagement par les silures au cours de cette période présente une tendance à la baisse au cours des 20 dernières années (Figure 33). Les passages semblent être plus répartis sur l'ensemble de l'année avec parfois de nombreux déplacements à la période automnale.

Depuis 2015 des actions d'enlèvement des silures dans le canal de transfert (validé par le PLAGEPOMI) sont effectuées lorsque des individus stagnent dans le système avec pour objectif de limiter le blocage lié à leur présence pour les autres espèces.

Date	Num_Vidange	Taille (cm)	Destination	Contenus	sexe	Transport
18/04/2023	1	206	Valorisation	Vide	M	20/04/2023
18/04/2023	1	127	Valorisation	Vide	F	20/04/2023
18/04/2023	1	185	Valorisation	Vide	F	20/04/2023
18/04/2023	1	209	Valorisation	Vide	M	20/04/2023
18/04/2023	1	220	Valorisation	Vide	M	20/04/2023
18/04/2023	1	176	Valorisation	Vide	F	20/04/2023
18/04/2023	1	205	Valorisation	Vide	M	20/04/2023
21/06/2023	2	210	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	212	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	203	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	207	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	203	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	223	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	202	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	161	Valorisation	Vide	F	23/06/2023
21/06/2023	2	207	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	234	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	228	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	200	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
21/06/2023	2	173	Valorisation	Vide	M	23/06/2023
Total	20					

Figure 34 : Résumé des vidanges effectuées en 2023

En 2023, 20 silures ont été évacués et valorisés par les pêcheurs professionnels. Ces 20 silures représentent 2.6% de l'ensemble des individus ayant emprunté l'ouvrage et leur taille moyenne est de 199.6 cm (Figure 34).

2.7.3 Observation et pêches d'effarouchement en pied d'ouvrage

2.7.3.1 Présence en pied d'ouvrages

Des accumulations parfois importantes de silures sont observées au pied de l'usine hydro-électrique de Golfech chaque année depuis le début des années 2000. Depuis 2020 des observations quotidiennes de silures sont effectuées à vue au pied de l'ouvrage et sont consignées.

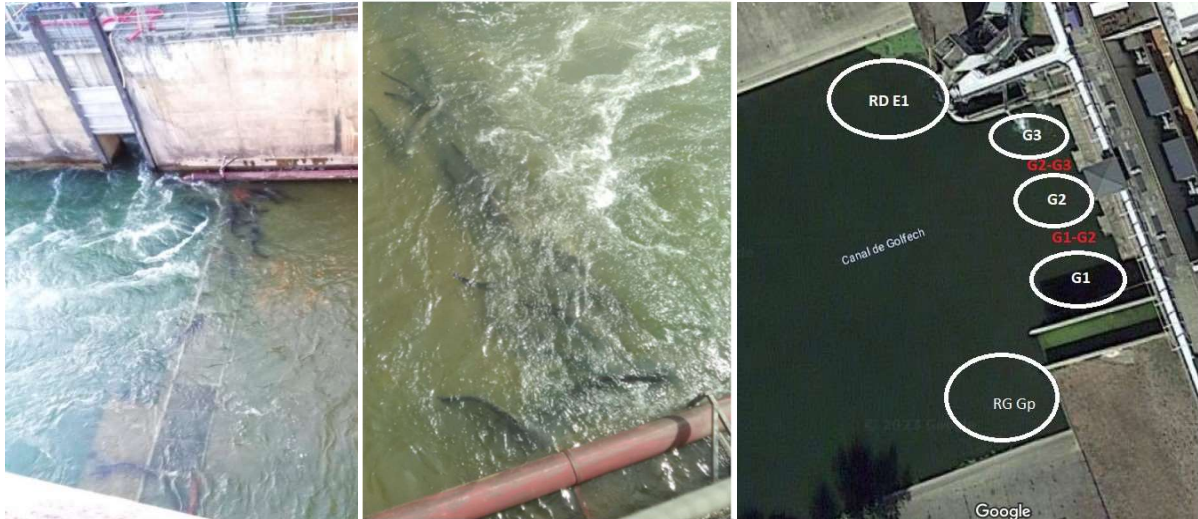


Figure 35 : Illustration de l'accumulation de silures au pied de l'usine de Golfech et zones de comptages prédéfinies

Seuls les silures vus (par zone ; Figure 35) sur une période d'environ 5 minutes sont enregistrés. Ces relevés bien que non-exhaustifs permettent en conservant la même méthode de comparer des situations entre elles.

	2020	2021	2022	2023
Moyenne journalière	5,3	6 ,4	5,2	4,9
Maximum journalier	52	33	43	24

Figure 36 : Résultats des observations de silures au pied de l'usine de Golfech

D'après les résultats présentés sur la Figure 36, il ne semble pas il y avoir de diminution de la fréquentation du site par les silures.

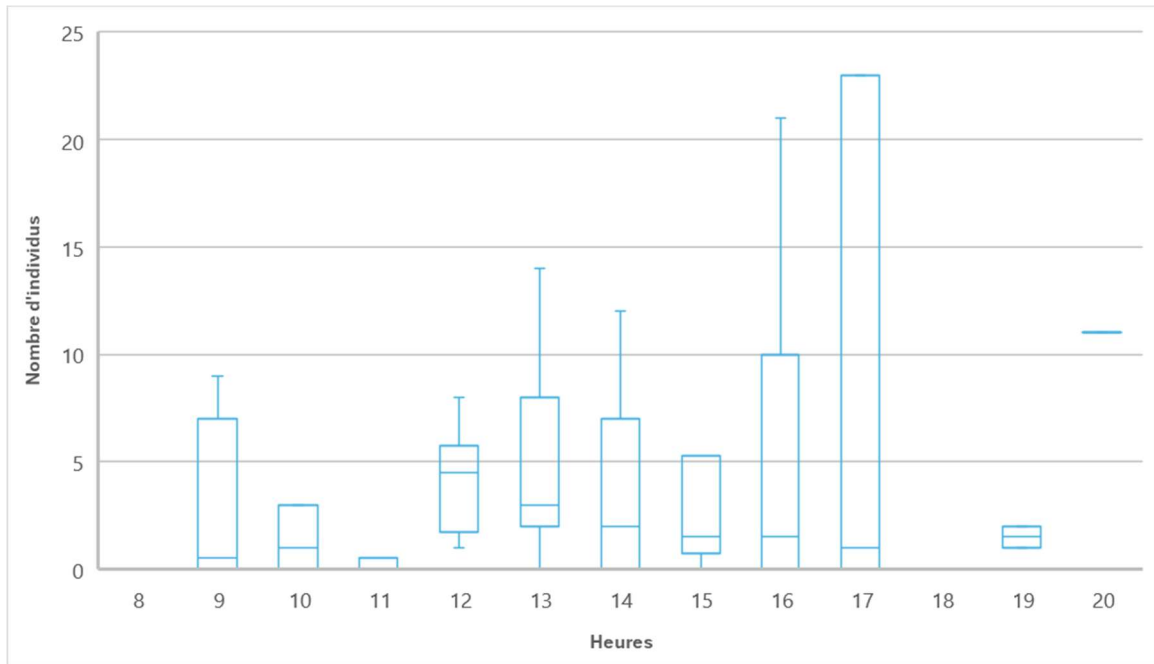


Figure 37 : Observations de silures en fonction de l'heure à Golfech en 2023

Sur le site de Golfech, la présence de silures est observée tout au long de la journée (pas/peu d'observations entre 21h et 7h en raison de la visibilité) avec peu de variation au cours de celle-ci si l'on observe la médiane (Figure 37). En revanche, la variation journalière semble, elle, importante.

Cette observation est confirmée par les résultats obtenus par l'implantation d'une caméra acoustique (Blueview) par EDF R&D au droit de l'entrée 1 entre le 11 avril et le 14 mai 2023 qui montre une fréquentation constante du site quel que soit l'heure de la journée (les résultats seront présentés ultérieurement dans un rapport EDF R&D).

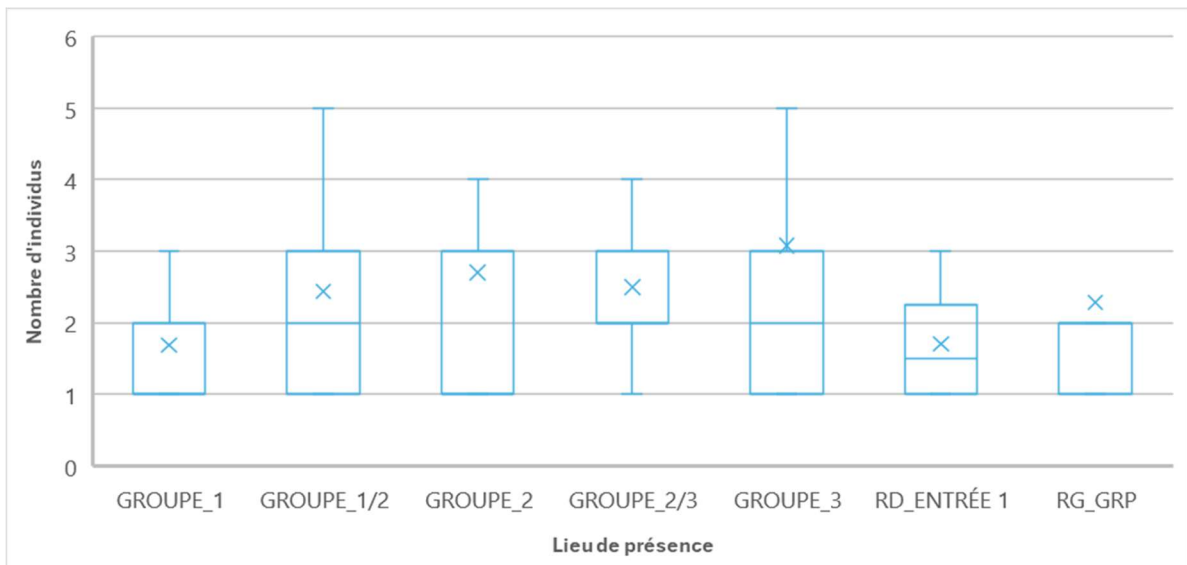


Figure 38 : Nombre de silures observés en fonction de la localisation à Golfech en 2023

Les zones de présence où les observations sont plus importantes se situent au niveau du rejet des turbines (Figure 38).

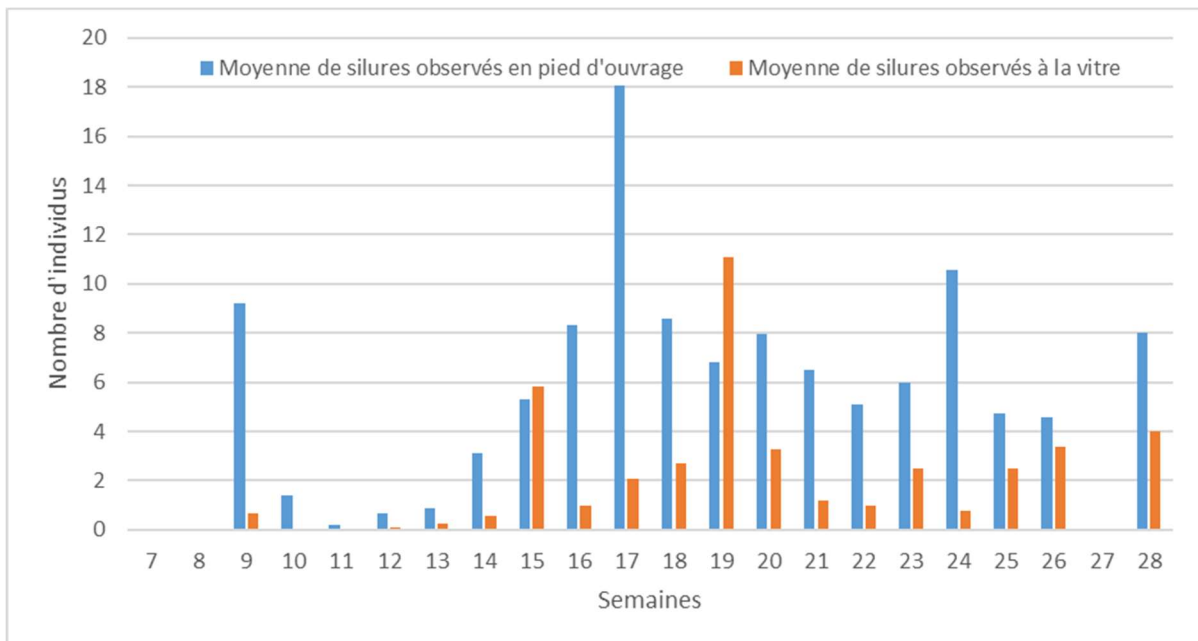


Figure 39 : Moyenne de silures observés par semaine en pied d'ouvrage et au local de vidéo-contrôle de 2020 à 2023

Un grand nombre de silures franchissent l'ouvrage mais une grosse proportion d'individus reste également en pied d'ouvrage (Figure 39). Ces deux comportements n'apparaissent pas vraiment corrélés. Entre 2020 et 2023, ces observations n'indiquent pas que la densité en aval de l'ouvrage conditionne la montaison de l'espèce.

2.7.3.2 Pêches d'effarouchement

En 2022, à la suite de ces observations récurrentes de silures au pied de l'ouvrage, une étude d'efficacité sur des pêches d'effarouchement a été mise en place avec pour objectifs **1)** de voir si le stress généré par un individu pris à la ligne faisait diminuer la fréquentation générale du site (sans sortir l'individu, hameçon « ouvrables ») et **2)** d'étudier le comportement de certains individus qui ont été sortis et marqués avec différents types d'émetteurs.

Elles ont été reconduites en 2023 et se sont déroulées pendant le pic de migration, c'est-à-dire entre le 3 avril et le 12 juillet. Les pêches ont eu lieu au droit des entrées du système de franchissement à minima 1 fois par semaine, de jour, à raison d'un temps de pêche par jour fixé à 4h maximum.

SAISON	NBR jours de peche	Durée de pêche	Nbr de touches	Nbr piqués	Nbr décroches	Nbr casses	nbr sortis
2022	28	40h10	170	104	53	38	15
2023	41	31h	124	102	67	33	1
Total général	69	81h10	294	206	120	71	16

Figure 40 : Récapitulatif des pêches effectuées en 2022 et 2023

En 2023, les pêches se sont déroulées du 3 avril au 12 juillet. 41 sessions de pêche ont été réalisées en 31h effectives (Figure 40). La période de l'action a pu être allongée, ainsi que le nombre d'interventions augmenté. Cependant, seul 1 homme/jour de technicien de la fédération du 31 a pu nous prêter main forte en 2023. 2 personnes MIGADO ont donc été mobilisées sur la quasi-totalité des sessions. Afin de maximiser la fréquence des pêches tout en limitant la charge de travail, la durée journalière de prospection a dû être réduite. 124 silures sont venues taquiner nos leurres (CPUE de 4 touches/h de pêche) et 102 ont été piqués. Enfin, seul un individu a été sorti pour marquage. Alors que le nombre de touches a été moindre en 2023, la CPUE reste du même ordre qu'en 2022 et sensiblement le même nombre d'individus ont été combattus. Le pourcentage de décrochages (objectif de l'opération) est meilleur en 2023 : 65,6% contre 54,8% en 2022. Ceci est à mettre en relation avec le retour d'expérience des opérateurs acquis en 2022 dans le choix d'un matériel adapté.

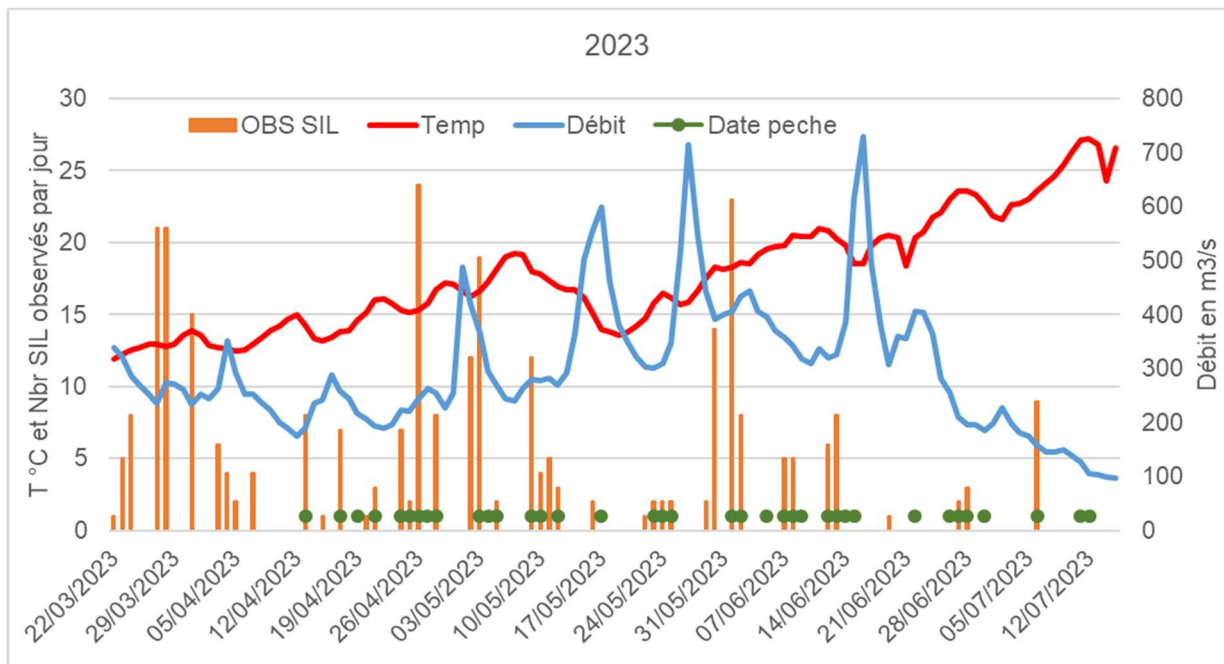


Figure 41 : Observations et pêches silures en 2023 à Golfech

Pour rappel, en 2022, les observations menées 15 mn avant et 15 mn après les pêches semblaient montrer un impact important de l'effarouchement sur les silures au pied de l'usine

de Golfech. Cependant, il semble que cet effet s'estompait assez vite dans le temps puisque des silures étaient à nouveau observés le lendemain des pêches.

La saison 2023 présente des différences notables par rapport à 2022. Les observations de silures ne présentent pas de tendance à la diminution au fur et à mesure de l'avancement des sessions de pêche d'effarouchement. Plusieurs pics de présence de silures au pied de l'ouvrage fin mars, fin avril et fin mai semblent indépendants de l'effarouchement. Une possible influence des variations de débit sur l'arrivée de nouveaux individus pourrait expliquer ce phénomène (Figure 41).

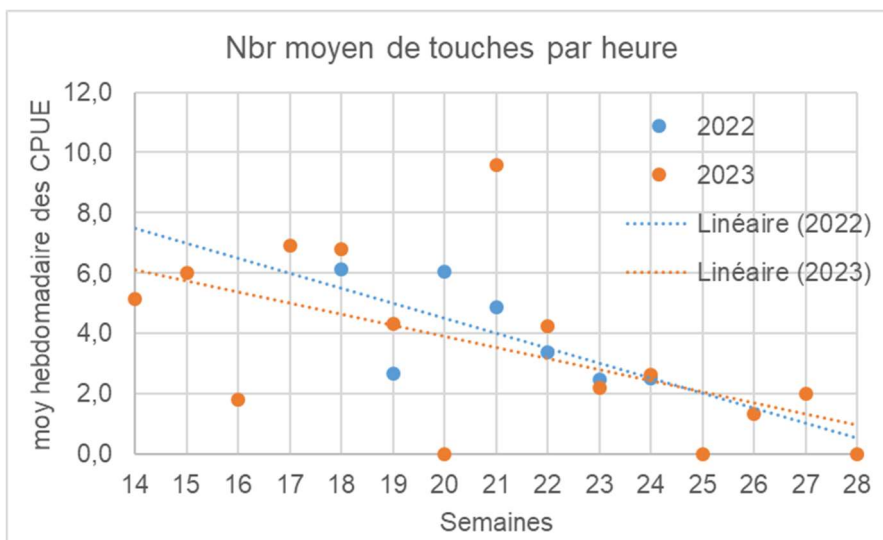


Figure 42 : Évolution de la CPUE sur les touches au cours des saisons 2022 et 2023

Le nombre moyen de touches horaires (CPUE hebdomadaire) semble diminuer au fur et à mesure de l'avancée de la saison, autant en 2022 qu'en 2023 (Figure 42). Ce constat est confirmé par les observations de terrain qui montrent que les silures deviennent de plus en plus difficilement capturables avec la répétition des pêches (comportement de fuite à proximité des leurres en fin de saison).

2.7.3.3 Suivi des individus marqués

En raison de la configuration du site, il est impossible de sortir de l'eau la totalité des individus capturés (adaptation du protocole avec hameçon favorisant la décroche).

SAISON	Marquage tris	Marquage spaghetti	Marquage acoustique
2022	14	11	7
2023	1		
Total général	15	11	7

Figure 43 : Résumé du nombre d'individus marqués par type de marque (plusieurs marques possibles/individu)

Grâce à la présence des techniciens fédéraux en 2022, plusieurs silures ont pu être sortis de l'eau, marqués par un technicien MIGADO puis relâchés au pied de l'usine. Cela a été plus compliqué en 2023, notamment à cause du faible nombre de captures à proximité de la rive droite (seul secteur où l'évacuation des poissons est possible).

Au total, 16 silures ont été marqués avec différentes techniques (Figure 43). Ils sont suivis depuis leur marquage, grâce à leurs émetteurs acoustiques. En effet, les retours de marques Tiris n'interviennent que lorsque les individus empruntent l'ascenseur et sont en cours d'analyse. Seulement deux retours de silures marqués par spaghetti nous ont été signalés à ce jour, un capturé dans les verveux des pêcheurs professionnels en aval du canal de fuite et un second pris par un pêcheur à la ligne.

Les émetteurs acoustiques employés pour cette étude durent 3 ans et devraient être actifs jusqu'à 2025 et permettent de suivre les individus pendant plusieurs années.

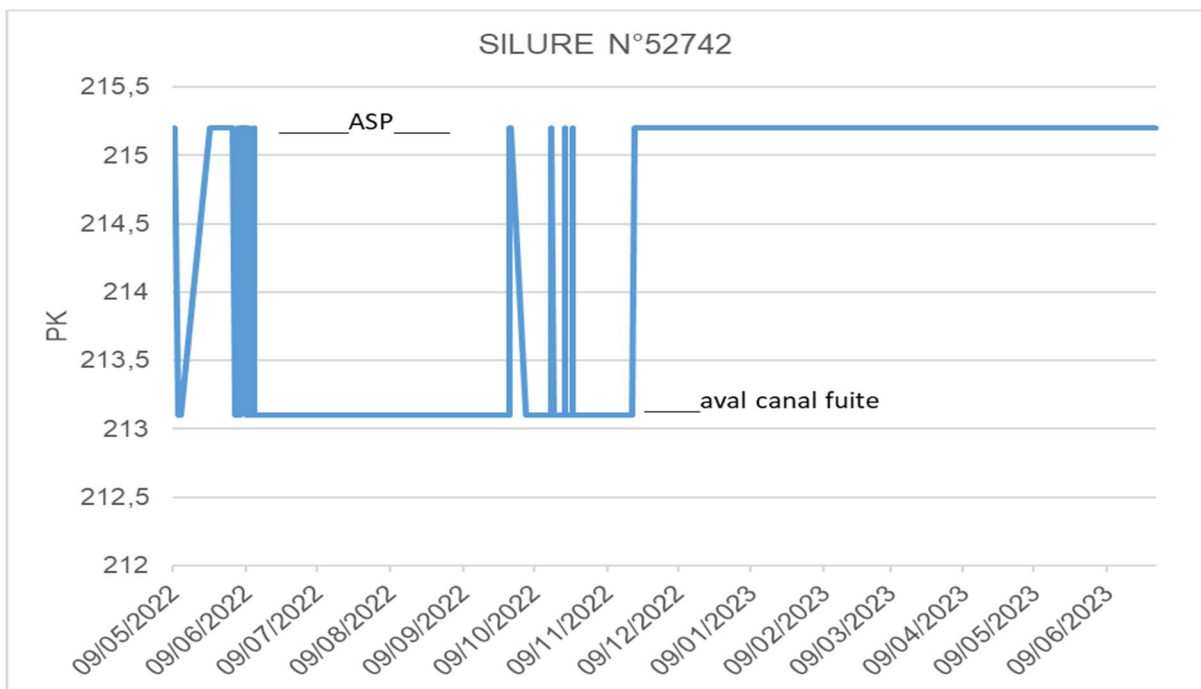


Figure 44 : Déplacements du silure 57742 marqué après capture à la ligne en aval de l'ascenseur le 9 mai 2022.

A titre d'exemple, la Figure 44 montre les déplacements d'un silure, capturé et marqué le 9 mai 2022 (silure n°57742), entre l'hydrophone situé à l'aval immédiat de l'ascenseur à poissons de Golfech et celui situé en aval du canal de fuite (2km en aval). Il est possible de distinguer une dévalaison immédiate à la suite de l'opération de capture /marquage (détection le 11 mai en aval du canal de fuite). Le silure semble avoir mis une quinzaine de jours pour revenir dans sa zone de capture au pied de l'usine (24 mai). Il a ensuite réalisé plusieurs allers retours entre l'amont et l'aval du canal de fuite (24 mai au 12 juin). En période estivale (12 juin au 29 septembre) ce poisson a séjourné en aval du canal de fuite. Il a de nouveau effectué plusieurs allées et venues entre les deux secteurs durant l'automne (29 septembre au 4 novembre 2022) avant de rester au pied de l'usine jusqu'à l'été 2023.

Dans cet exemple, la capture par pêche à la ligne a éloigné le silure de la zone de capture pendant plusieurs jours mais celui-ci a fini par s'y réinstaller.

Les autres silures marqués ont été suivis de la même façon. Aucune tendance claire ne ressort des comportements analysés. Tous les scénarios possibles se sont produits :

- 2 sont restés au pied du barrage
- 3 ont dévalé en aval du canal de fuite (+/- 2km) avec un retour en 6 à 15 jours
- 1 a dévalé de plus de 2 km et est revenu 1 an plus tard
- 1 a dévalé en aval d'Agen en 3 jours et n'est jamais revenu

La faible taille de cet échantillon ne permet pas de conclure sur le comportement des individus post-capture mais montre qu'au moins une part importante (5/7) de l'échantillon présente un comportement de fuite post-manipulation mais avec également une forte variabilité inter-individuelle.

2.7.3.4 A retenir ; améliorations / perspectives effarouchement :

- Cette opération d'effarouchement des silures par pêche à la ligne au pied d'un ouvrage afin de limiter la vulnérabilité des poissons migrateurs nous est apparue satisfaisante et réalisable du point de vue de la sécurité et de la technique. Technique qui s'améliore au fil des répétitions (augmentation du succès du décrochage des poissons).
- L'effet de cette pratique sur les migrateurs eux même semble difficilement quantifiable. Il apparaît plus pragmatique de juger du succès ou non de ces tests directement sur les prédateurs visés.
- En 2 saisons, pour seulement 71 h de pêche effective, beaucoup de silures (206 individus piqués) ont été impactés par l'opération.
- Si en 2022, la présence de silures dans la zone pêchée a diminué au cours de la saison traduisant un impact favorable de ces tests, 2023 montre un bilan plus nuancé avec des prédateurs qui semblent répondre à la pêche (fuite, diminution de la présence sur quelques jours) mais qui semblent avoir été remplacés par de nouveaux individus à la faveur de variations de débits. Le succès de cet effarouchement semble ainsi dépendant des conditions du milieu.
- Le suivi des individus marqués post capture à la ligne fait apparaître une fuite de la zone pour une part importante des individus (5 sur 7) mais reste à confirmer.

Afin de valider l'impact réel de ces pêches d'effarouchement des silures à la ligne sur Golfech, il conviendrait de :

- Poursuivre à minima une année supplémentaire afin de limiter le biais de conditions particulières.
- Programmer l'effarouchement plus en phase avec la période de migration (mars à fin juin plutôt qu'avril à mi-juillet).
- Appliquer une durée de pêche journalière constante de façon à mieux appréhender la CPUE (ex : 1h par jour).

- Intensifier le marquage acoustique post capture pour mieux juger de l'impact de l'opération sur les silures ainsi que mieux cerner les déplacements saisonniers autour du site.

Afin de limiter au maximum l'impact des silures sur les poissons migrateurs, dans une perspective de gestion et de protection à plus long terme au droit du barrage hydroélectrique de Golfech, il paraît opportun de réfléchir à un fonctionnement adapté pour l'avenir. **Le point crucial restant évidemment l'efficacité (taux et délai de franchissement) de l'ascenseur à poissons.** Dans le cas où ces tests d'effarouchement des silures s'avèreraient efficaces sur plusieurs années, une réflexion sur un protocole pérenne s'imposera.

Voici quelques hypothèses envisageables :

- Poursuite du protocole tel que proposé pour 2024.
- Adaptation du protocole en ciblant les périodes (jours) d'intervention (moins d'hommes/jour).
- Utiliser des outils de capture, effarouchement autonomes (leurres sur cordeaux, cordeaux appâtés, avec hameçons adaptés... ?).
- Mise au point d'une technologie d'effarouchement sélective (acoustique, reproduction signaux détresse silures... ?).
- Maximiser le franchissement des silures en modifiant la gestion actuelle du système de franchissement (chute, débit, ouverture nasse la nuit en période propice...).

3. MALAUSE (OCMALA23)

3.1 Historique

La problématique de continuité piscicole est un enjeu majeur sur l'axe migratoire Garonne. Le premier dispositif de franchissement mis en place au droit de la centrale hydroélectrique de Golfech date de 1987. Cependant, de nombreuses observations ont montré qu'un nombre non négligeable mais difficilement quantifiable de poissons (migrateurs ou non) pouvaient emprunter le tronçon court-circuité et se retrouver bloqué au pied du barrage de Malause. En 2017, après analyse de différents projets d'ouvrages de franchissement EDF et les services de l'Etat, mettent en commun leurs compétences dans l'objectif d'assurer la meilleure continuité écologique possible pour les poissons migrateurs du complexe de Golfech-Malause.

Le 28 janvier 2020, la signature d'un protocole d'accord entre, l'Agence de l'eau Adour-Garonne et l'Office français de la biodiversité (OFB) valide officiellement le projet. Les travaux du nouveau système de franchissement du barrage de Malause débutent en juin de la même année. Début mars 2022, la mise en service de l'ouvrage de franchissement piscicole associé à un système de contrôle vidéo est effective.

3.2 La rivière de contournement

La rivière de contournement du barrage de Malause constitue l'une des plus grandes rivières de contournement d'un barrage en France en termes de linéaire et de débit d'alimentation. Elle mesure 450 mètres de long, permet de franchir une hauteur de 8 mètres et possède un débit constant de 3m³/s. La conception de cet ouvrage de montaison, porté par le centre d'ingénierie hydraulique (CIH) d'EDF en partenariat avec le pôle éco-hydraulique R&D de l'OFB (Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse) a été basé sur un modèle réduit afin d'optimiser la progression des poissons dans le dispositif et de retenir les meilleurs choix techniques pour le dimensionnement de l'ouvrage. Les résultats obtenus après

l'achèvement des travaux montrent leur conformité avec ceux obtenus à partir du modèle réduit.



Figure 45 : Vue des différentes parties fonctionnelles de la rivière de contournement de Malause

L'ouvrage de montaison au barrage de Malause est constitué successivement d'amont en aval par les éléments suivants (Figure 45) :

- 1 : Un **ouvrage de prise d'eau** (sortie piscicole) localisé en rive gauche du canal d'amenée de l'usine (120 m environ à l'aval de sa prise d'eau sur la Garonne) et qui permet d'alimenter la rivière artificielle avec un débit constant de **3m³/s**.
- 2 : **Un local de comptage à double entrée** permettant le suivi de l'efficacité du dispositif. La largeur des chenaux est de 55 cm.
- 3 : **Une série de 7 bassins** successifs à double fente de 45 cm de large. La chute entre les bassins est de 20 cm, pour permettre le passage des petites espèces holobiotiques. Les bassins mesurent 4m de large et 5 m de long, leur profondeur moyenne est de 2,10 m. Des macro-rugosités sont fixées sur le fond des bassins pour faciliter la migration des anguilles et des autres espèces.
- 5 : **Une rivière de contournement d'une longueur totale de 450 m et de pente constante de 1.5 %** répétant un motif géométrique sur l'ensemble de son linéaire. Cette rivière permettra aux migrateurs de franchir une chute de 6.9 m.
- 4 : Un **ouvrage de raccordement aval** (entrée piscicole) au niveau duquel un **débit d'attrait** complémentaire de 10 m³/s est injecté via un groupe de restitution (turbine). On trouve également à ce niveau une vanne permettant de réguler une hauteur de chute à la sortie (25cm).

3.3 Les conditions environnementales

En raison de la proximité de l'ouvrage de Malause avec celui de Golfech, les conditions environnementales entre les deux sites sont identiques et ne seront donc pas réexpliquées dans cette partie.

3.4 Problèmes techniques et de conception :

3.4.1 Dysfonctionnement dû au colmatage :

Les organes du dispositif permettant la gestion autonome de la rivière de contournement n'ont présenté que peu de problèmes lors de leur seconde année de fonctionnement. La régulation de la hauteur de chute (à l'aval) semble également fonctionner correctement avec une moyenne de 27cm de différence entre la cote amont et aval (pour une consigne de 25cm).

Toutefois, un colmatage régulier des grilles à l'amont de la vanne de prise d'eau entraîne un blocage physique pour l'eau et pour les poissons qui diminue la fonctionnalité de l'ouvrage.



Figure 46 : Colmatage des grilles de prise d'eau de la passe à poissons de Malause

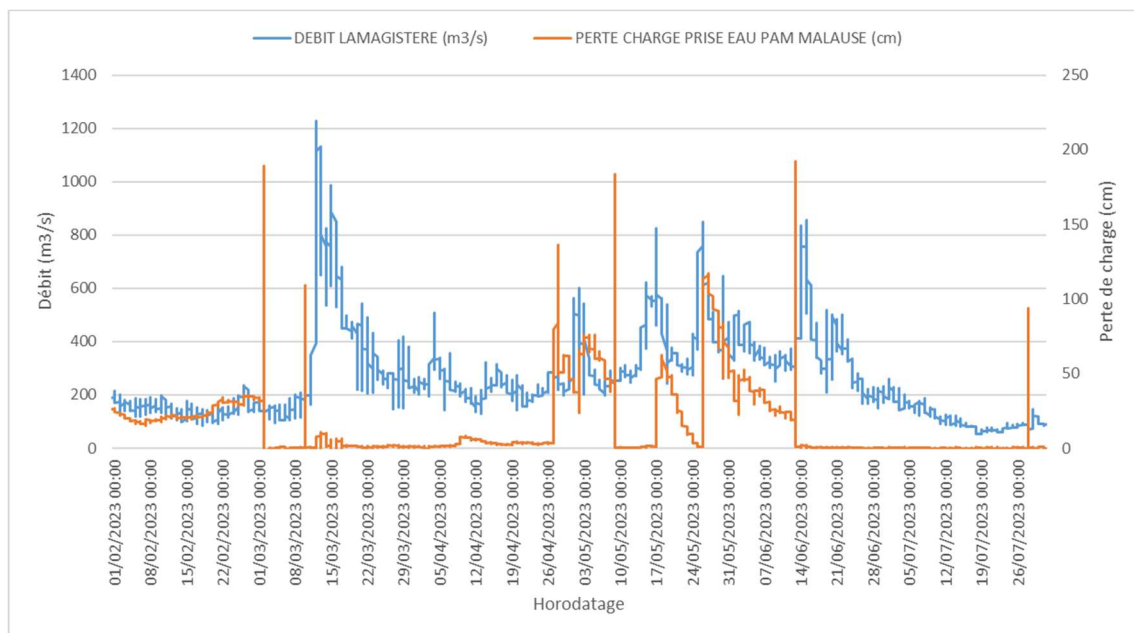


Figure 47 : Illustration des pertes de charges à la prise d'eau de la passe de Malause pendant la saison de migration 2023

La Figure 47 illustre ces pertes de charges au cours de la saison de migration (NB : peu de pertes hors de cette période). Les pics autour de 175cm correspondent à des fermetures de la passe pour entretien (décolmatage notamment).

Si le colmatage observé en début de saison s'est révélé peu impactant pour la faune piscicole, peu présente à ce moment-là, les colmatages successifs entre le 27 avril et le 13 juin sont intervenus à un moment crucial pour la migration et des altérations du comportement des poissons ont pu être constatées. Ainsi contrairement à l'année 2022 où les saumons n'ont

pas présenté de problème de franchissement (temps franchissement vitre 0 à 75 min, médiane 15 min), **en 2023 les 4 saumons (dont 1 marqué) qui ont tous emprunté la passe pendant cette période on fait de nombreux aller-retours devant les vitres accumulant du retard engendré par ce colmatage avec un maximum observé de 50 h.** Plusieurs interventions ont eu lieu avec l'aide de plongeurs, entraînant des coûts importants, une mobilisation du personnel du GU ainsi que des périodes d'indisponibilité de l'ouvrage.

Le problème a été identifié fin 2022 et exposé à EDF. Des investigations de EDF CIH ont eu lieu autour de cette problématique. Une solution comprenant une drome en amont de la prise d'eau de la passe est envisagée et devait être installée courant 2023. Début 2024, les travaux n'ont pas commencé. Cette évolution apparait primordiale pour la fonctionnalité de l'ouvrage.

3.4.2 Problèmes techniques récurrents :

D'autres problèmes n'ayant pas d'impact sur la fonctionnalité de la passe mais qui altèrent directement le suivi et la sécurité du site sont intervenus dès la mise en service de l'ouvrage en 2022.

3.4.2.1 Mauvaise étanchéité du local souterrain :



Figure 48 : Photographies des infiltrations d'eau à Malause en 2023

En premier lieu, la partie enterrée du local (où se situent les caméras) est soumise à des infiltrations d'eau provenant des locaux de rétro-éclairage depuis la mise en service de la passe. La solution n'a pas été trouvée à ce jour. **Des éléments électriques sont ainsi régulièrement immergés engendrant des risques pour le matériel et les personnes.** Les éclairages des vitres de contrôle ont de ce fait été condamnés une partie de la saison 2022 et début 2023. Le local ne peut recevoir des visiteurs dans ces conditions.

3.4.2.2 Nettoyeurs de vitres inefficaces :

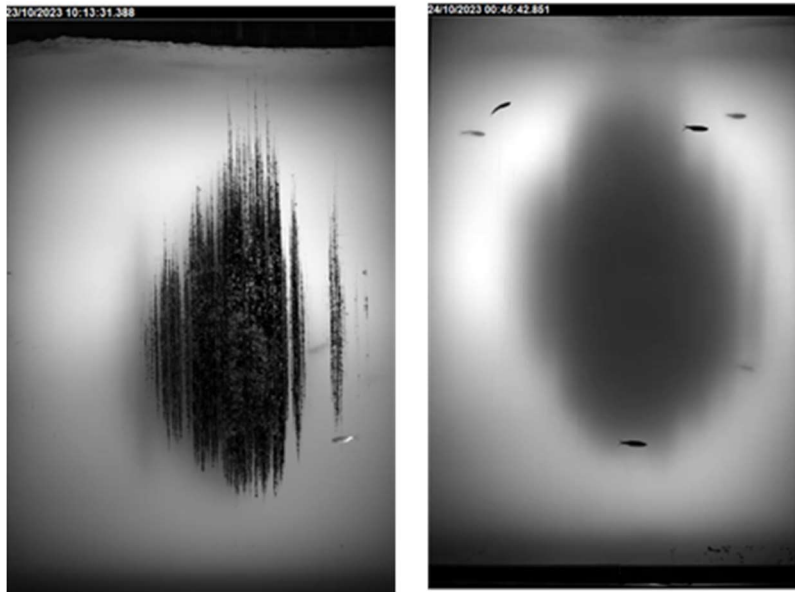


Figure 49 : mauvais réglages des nettoyeurs de vitres automatiques

Les nettoyeurs automatiques ne permettent qu'un nettoyage partiel des vitres de contrôle. Un réglage plus adapté est plus que nécessaire et doit impérativement être pris en compte rapidement. Ce dysfonctionnement altère la qualité du suivi vidéo mais entraîne aussi des vidanges dédiées qui impactent le franchissement (chaque vidange oblige les poissons présents dans la passe à repartir dans la rivière en aval du barrage). La détection des poissons par le logiciel d'acquisition est diminuée par la salissure des vitres. Il en va de même pour la détermination des espèces. **Ce mauvais réglage entraîne forcément une sous-évaluation des petits individus comme les anguillettes, espèce présentant un fort enjeu sur cet ouvrage.** Enfin, les nettoyages manuels ainsi que la difficulté de dépouillement des séquences vidéo lorsque la vitre est sale, engendrent un surcroît de travail pour l'association MIGADO.

3.5 Le suivi vidéo

Le local de vidéo-comptage est composé d'une chambre souterraine s'ouvrant sur 2 chenaux par des vitres de 220cm et de 2 chambres destinées à l'accueil du rétro-éclairage.

Les dimensions des vitres sont les suivantes :

- 1500 mm x 2200 mm pour les vitres de vidéo-comptage ;
- 1700 mm x 2200 mm pour les vitres des rétro-éclairages.

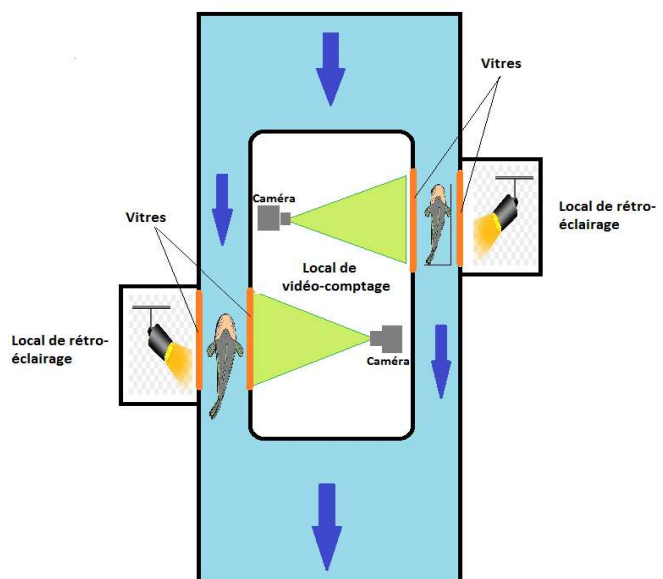


Figure 50 : Schéma du local de vidéo-contrôle de Malause

3.5.1 Matériel

L'installation et la mise en service du système de suivi par vidéo-contrôle a été effectué par la société SCIMABIO INTERFACE et le matériel a été fourni par la SCOP basque HIZKIA INFORMATIQUE.

Comme à Golfech, la solution logicielle Ibaï Begi choisie se compose d'un logiciel d'acquisition vidéo ainsi que d'un logiciel de dépouillement des images et d'un système d'alertes mails générés par le PC d'acquisition en cas de problèmes.

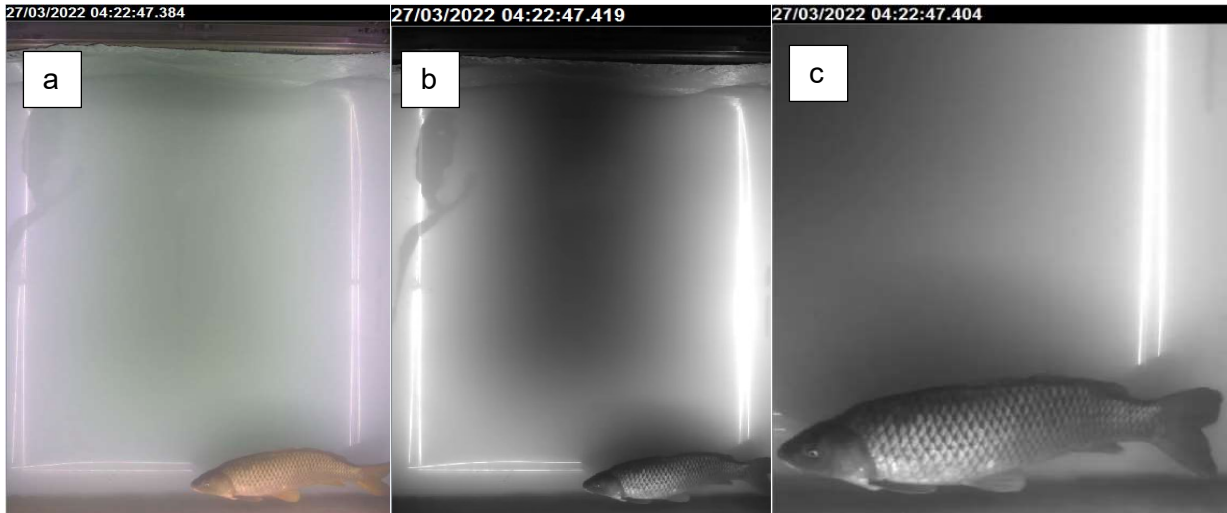


Figure 51 : Images issues des 3 caméras filmant la rive gauche du chenal de video-contrôle de Malause

Chaque chenal possède son ordinateur qui lui est propre et qui est raccordé à des caméras numériques industrielles (3 en rive gauche, 2 en rive droite) qui permettent le suivi des passages. Trois types de caméras sont utilisées :

- Une caméra principale couleur (rive gauche uniquement ; Figure 51a)
- Une caméra principale monochrome (rive gauche et droite ; Figure 51b)
- Une caméra « anguillettes » permettant de zoomer sur la partie benthique des vitres de comptage et jusqu'à 50cm au-dessus du radier (rive gauche et droite ; Figure 51c)

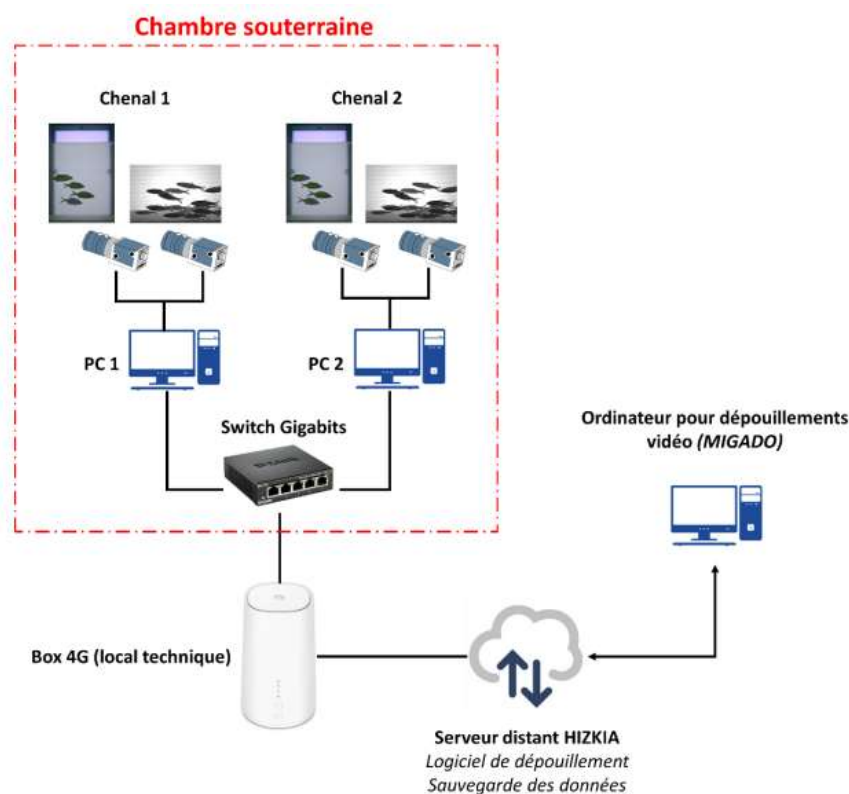


Figure 52 : Schéma du fonctionnement du vidéo-contrôle de Malause

Les images collectées sur site, sont envoyées à intervalles réguliers via internet sur un serveur distant. Ce serveur héberge de façon sécurisée, les vidéos, le logiciel ainsi que la base de données produite après visionnage des images. Les utilisateurs peuvent donc analyser les vidéos et ou récupérer les données à distance (Figure 52).

Une prise de contrôle à distance est configurée sur un ou plusieurs ordinateurs. Cela permet aux opérateurs de MIGADO et d'Hizkia de vérifier le bon fonctionnement des machines d'acquisition et l'occupation du disque mais aussi d'ajuster les réglages, voire de traiter un incident sans se déplacer sur site.

De plus, une sonde de température filaire permet une acquisition et une consultation en temps réel des données. La température est ainsi automatiquement associée aux passages de poissons et enregistrée en base de données. Les relevés de température sont également disponibles sur le serveur distant ; Ils sont consultables et téléchargeables pour toutes les personnes autorisées.

3.5.2 Eclairage

Afin d'obtenir une qualité d'image et de détection acceptables, les chenaux de visualisation des poissons sont éclairés.



Figure 53 : Images de saumons obtenus via deux types d'éclairages (rétro-éclairage à gauche et direct à droite)

A cet effet, des locaux de **rétro-éclairage** ont été prévus lors de la conception de l'ouvrage. Pour chaque chenal, des spots leds, ainsi qu'une plaque de diffusion de la lumière ont été disposés dans les puits de rétro-éclairage (éclairage face caméra, images en ombres chinoises, bon contraste en eaux turbides, couleur impossible ; Figure 53).

Avec l'évolution du matériel ces dernières années, et après plusieurs installations et tests concluants réalisés par MIGADO, **des rampes d'éclairages directs** sont venues compléter ce système dans le but d'améliorer la qualité des images, de faciliter la détermination des petits sujets, d'apprécier l'état sanitaire des poissons filmés ainsi que d'obtenir de meilleurs clichés pour la communication (éclairage côté caméra, couleur possible ; Figure 53).

Toutes les chambres de visualisations de poissons sont équipées à ce jour d'éclairage traditionnel. Or, certaines espèces plutôt benthiques adoptent des comportements lucifuges. Depuis plusieurs années, MIGADO s'intéresse à l'influence de la lumière au niveau des stations de contrôle (répulsion, attractivité, développement algal, qualité d'image...). À la suite de plusieurs échanges avec Hizkia, et grâce à l'évolution des capteurs des caméras noir et blanc, l'enregistrement dans l'infrarouge devient possible. Ainsi, afin d'améliorer les connaissances à ce sujet, EDF a intégré au cahier des charges de la mise en place du matériel de vidéo-comptage un éclairage infrarouge sur l'un des deux chenaux. Des spots de rétro-éclairage infra-rouges ainsi que des rampes d'éclairage directs infra-rouges viennent donc compléter les options de visualisation du chenal rive droite. Les premiers tests ont été menés en 2023.

3.5.3 Fonctionnement du système vidéo

La saison 2023 a pu être suivie dans sa totalité. Seule une coupure électrique (19h chenal rive droite et 5 h rive gauche) a perturbé l'enregistrement.

Ainsi, au cours de l'année 2023, les logiciels ont permis l'enregistrement de 824h de vidéo sur le chenal rive droite et 389h sur le chenal rive gauche soit un total de **1212 h de vidéo** sur la passe à montaison du barrage de Malause.

3.5.4 Bilan des passages

En 2023, **34470 poissons de 15 espèces différentes** ont été comptabilisés à la station de contrôle de Malause (Figure 54).

MIGRATEURS			
Aloses	-	Saumons atlantique	3*
Anguilles	633	Lamproies marines	-
Anguilles dévalantes	-1		
NON-MIGRATEURS			
Ablettes	25 655	Goujons	-
Barbeaux	433	Mulets porc	-
Black-bass	10	Poissons chat	-
Blénies	-	Perches communes	-
Bouvières	-16	Perches soleil	11
Brèmes bordelière	4 809	Pseudorasbora	-
Brèmes communes	366	Rotengles	-
Brochets	-	Sandres	8
Carassins	6	Silures	268
Carpes communes	111	Spirilins	-
Chevesnes	960	Tanches	-
Carpes amour	-	Truites fario	-
Gardons	1 215	Vandoises	-

* 3 saumons + 1 marqué à Golfech, lâché à l'aval et repassé par Malause

Figure 54 : Bilan des individus par espèce ayant transités par la rivière de Malause en 2023

Les cyprinidés, dont font partie les ablettes, les brèmes et les gardons, constituent l'ordre le plus représenté.

Enfin, on notera le passage de 3 saumons atlantiques et d'un saumon marqué à Golfech pour l'étude radiopistage qui ont franchi l'obstacle et donc les 5 seuils du tronçon court-circuité de la Garonne. Il en va de même pour les 633 anguilles comptabilisées.

Ces chiffres sont bien en dessous de ceux observés en 2022 (plus de 334 000) mais ne semblent pas alarmant. L'année 2022 étant la première année de mise en service il est cohérent d'y observer un grand nombre d'individus bloqués jusqu'alors au pied de l'ouvrage.

3.6 Le saumon atlantique

Au cours de l'année 2023 la rivière de contournement de Malause, a vu le passage de 4 saumons (3 + 1 marqué). Leur franchissement par l'ouvrage a eu lieu entre le 29 avril et le 15 mai.

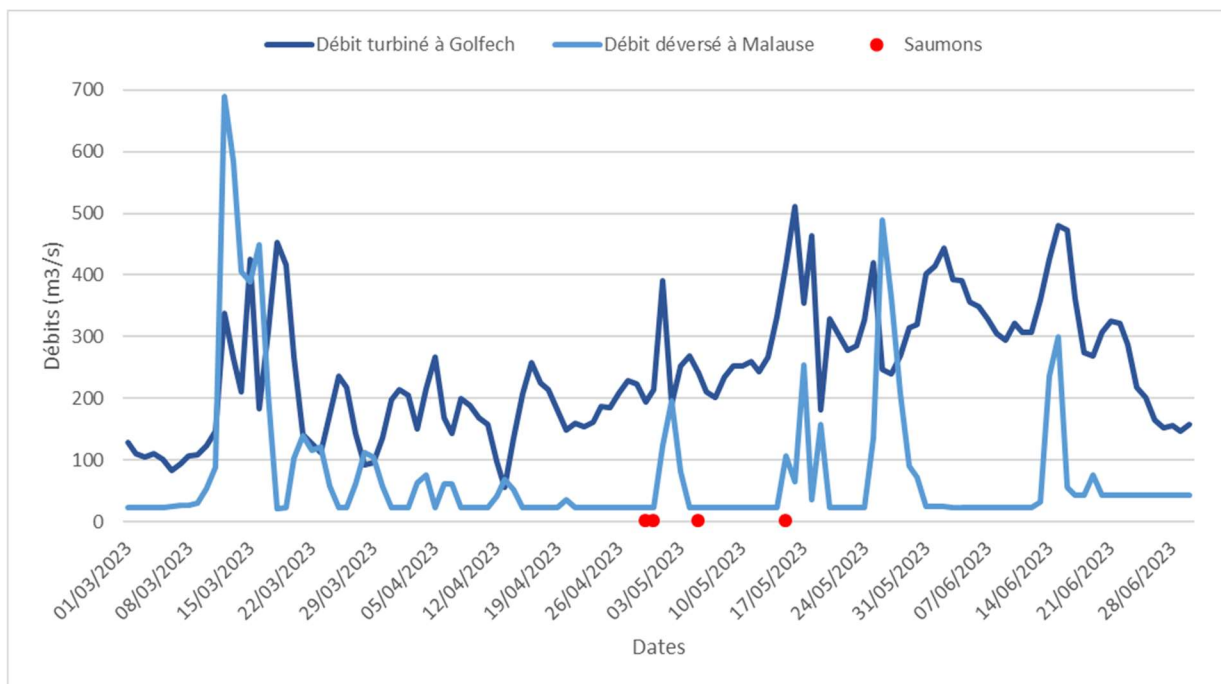


Figure 55 : Passage des saumons à Malause en fonction du débit turbiné à Golfech et du débit déversé au barrage (Débit TCC)

Le graphique ci-dessus (Figure 55) permet d'apprécier les conditions de débit dans le tronçon court-circuité (TCC) de la Garonne et le canal d'aménée de la centrale hydroélectrique au cours de la période de migration des saumons. Des déversements au barrage de Malause ont été enregistrés de façon régulière sur la période du 9 mars au 15 avril (max = 689.5 m³/s), puis de manière plus espacée entre le 30 avril et le 26 juin avec 4 événements (max respectifs = 195 m³/s ; 253.8 m³/s ; 489 m³/s ; 300 m³/s). Cependant, 3 poissons sur 4 ont été filmés alors que le débit du TCC était au minimum (env. 23m³/s).

Deux scénarios semblent se détacher :

- Le saumon du 5 mai a potentiellement été attiré par les déversements au barrage les 3 jours précédents sa détection. C'est également le cas du saumon du 15 mai, arrivé à Malause en fin d'après-midi (16h47) soit environ 9h après le début des déversements.
- Les passages des 2 autres saumons interviennent respectivement 16 et 17 jours après le dernier déversement significatif (3 fois le débit réservé soit 68m³/s) et pose donc la question du moment de leur engagement dans le tronçon court-circuité (lors des déversements ou bien au débit réservé). Le saumon marqué et relâché en aval de Golfech le 13/04 apporte en partie la réponse. Contrôlé à la vitre entre le 29/04 à 10h26 et le 30/04 à 14h19, il a été capté par nos enregistreurs radio au pied du barrage de Malause à partir du 28/04 15h07. Sa dernière détection en aval immédiat de l'ascenseur de Golfech datait du 26/04 à 20h48. Il a donc mis moins de 2 jours pour gravir le tronçon court-circuité avec un débit de l'ordre de 20m³/s.

3.7 L'anguille européenne

L'amorce de la migration de l'anguille a débuté relativement tôt à Malause avec l'apparition du premier individu le 9 avril suivi immédiatement par une trentaine d'individus entre le 10 et le 14 avril. Quelques pics sont observés par la suite mais la plus grande part de la migration s'est concentrée sur le mois de juin (56%). La dernière anguille a été comptabilisée le 26 août. Au total 633 anguilles ont emprunté la rivière de contournement de Malause. Il est important de noter que ces effectifs faibles ne sont pas exhaustifs, la qualité des images, médiocre sur la partie basse des vitres car non prise en compte par le système automatique de nettoyage, ne permet pas de comptabiliser l'ensemble des individus (Cf problèmes techniques, §3.5.2).

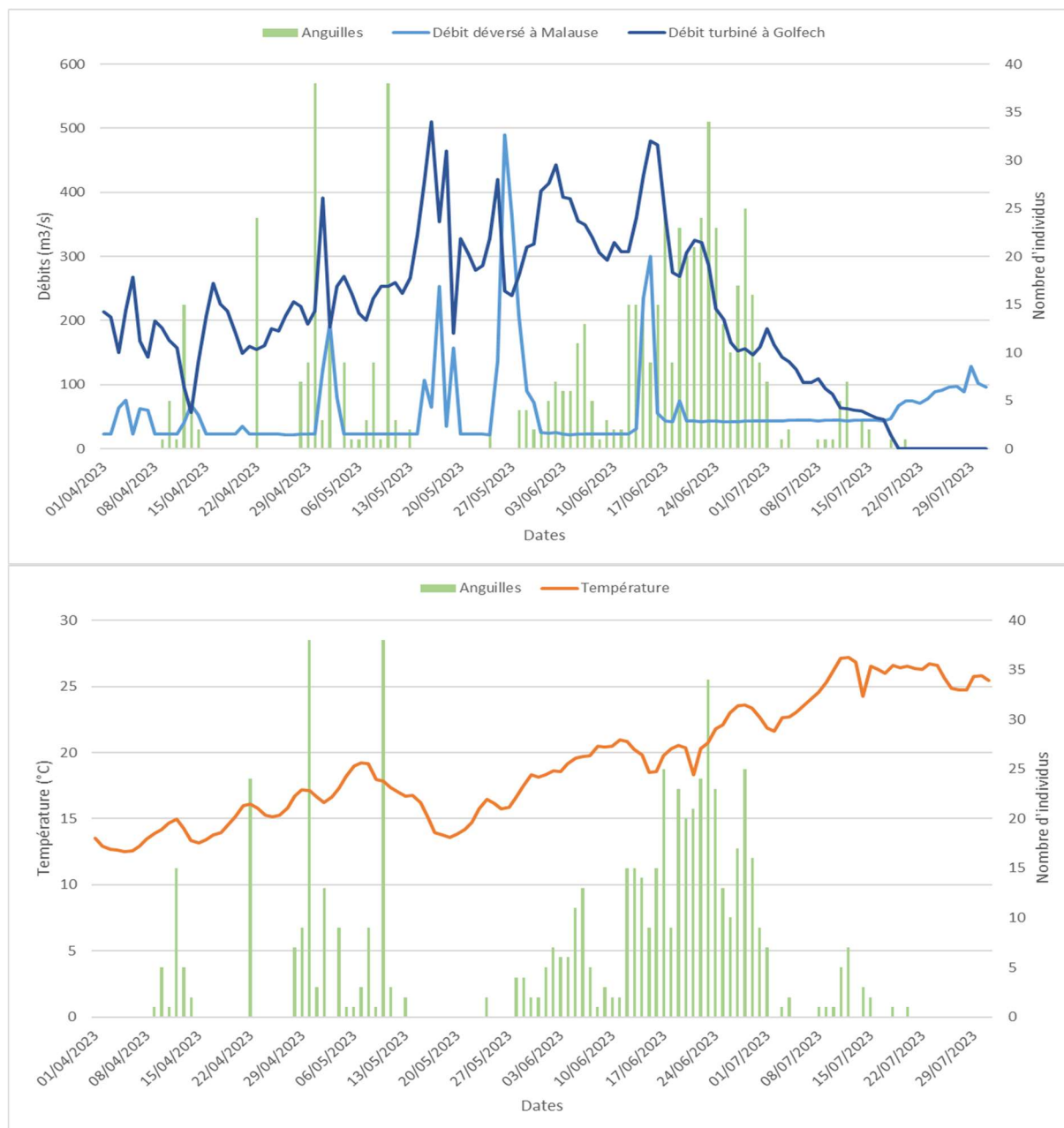


Figure 56 : Evolution des passages d'anguilles à Malause en fonction du débit dans chaque bras de la Garonne (en haut) et de la température de l'eau en 2023

Si les passages d'anguilles à Malause ne semblent pas être sous l'influence du débit il semble en revanche qu'ils soient influencés par les hausses de température comme le montre la Figure 56 où l'on observe qu'à chaque hausse de la température de l'eau correspond un pic plus ou moins fort de passages.

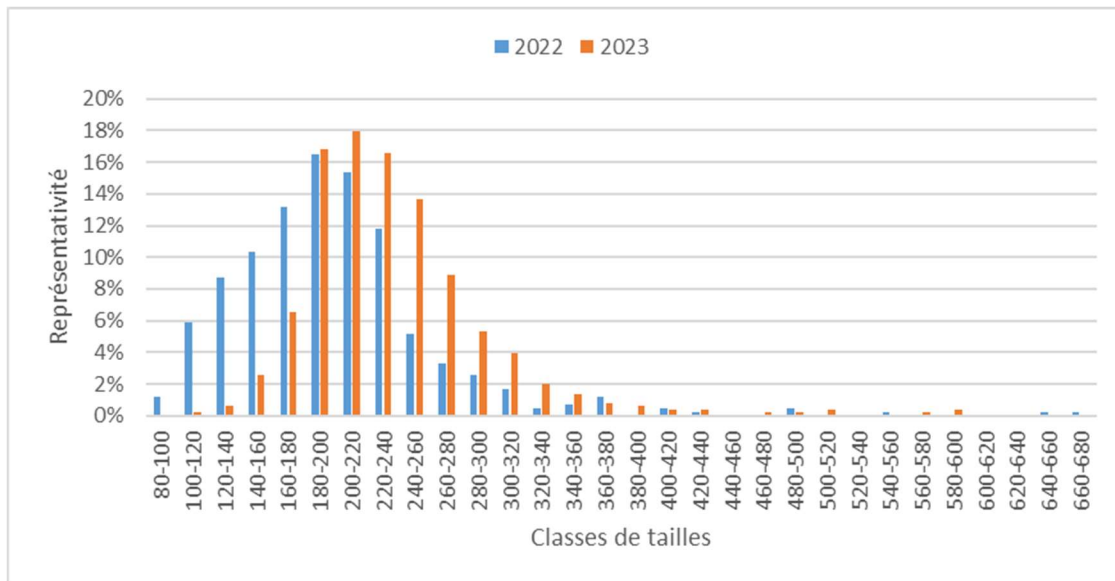


Figure 57 : Répartition des classes de tailles d'anguilles à Malause en 2023 (comparaison avec 2022)

Les tailles des individus sont comprises entre 110 et 591mm avec toutefois peu d'individus de grande taille. La majorité des effectifs mesurés est constituée d'individus entre 160 et 280mm (80%). A Malause, les anguilles doivent être mesurées manuellement. En 2023, 506 individus ont ainsi été mesurés (Figure 57). Cependant, un petit bémol peut être apporté à ce constat où les anguilles de 2023 apparaissent plus grandes qu'en 2022. En effet les mauvais réglages des nettoyeurs de vitres cette saison, en limitant la détection des plus petits individus, peuvent impacter ces mesures.

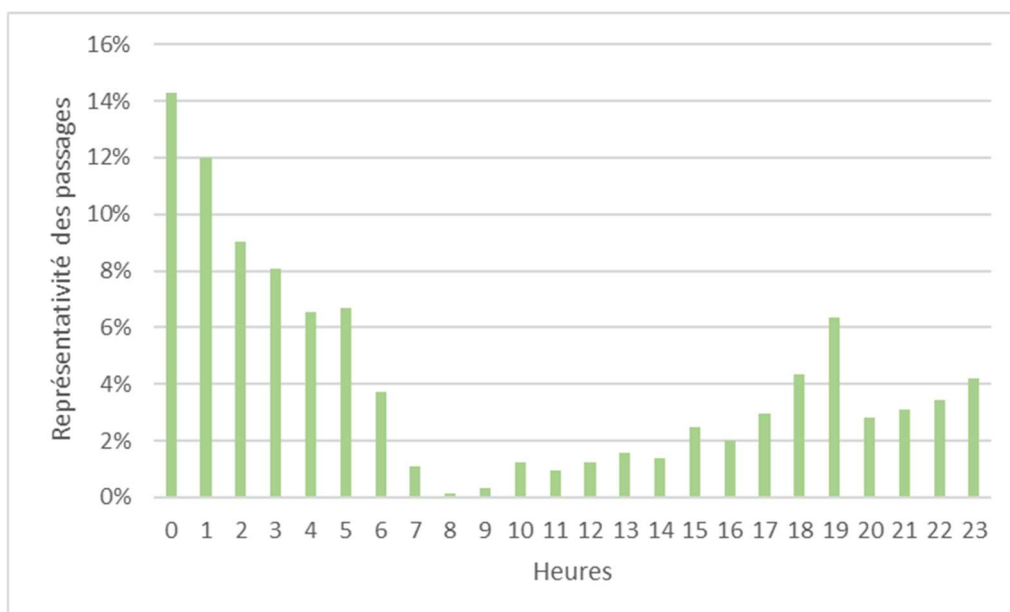


Figure 58 : Répartition des heures de passages des anguilles à Malause en 2023

En ce qui concerne les heures de passage de cette espèce, elles concordent avec les observations faites sur les autres sites et confirment l'activité nocturne des anguilles avec une répartition fortement majoritaire (76.5%) des heures de passage entre 19h et 6h (Figure 58).

3.8 Silures

En 2023, 267 silures ont été comptabilisés à Malause. Le premier est passé devant les vitres de contrôle le 2 mars et le dernier le 6 décembre. L'espèce ne semble pas montrer de difficultés majeures pour franchir l'ouvrage.

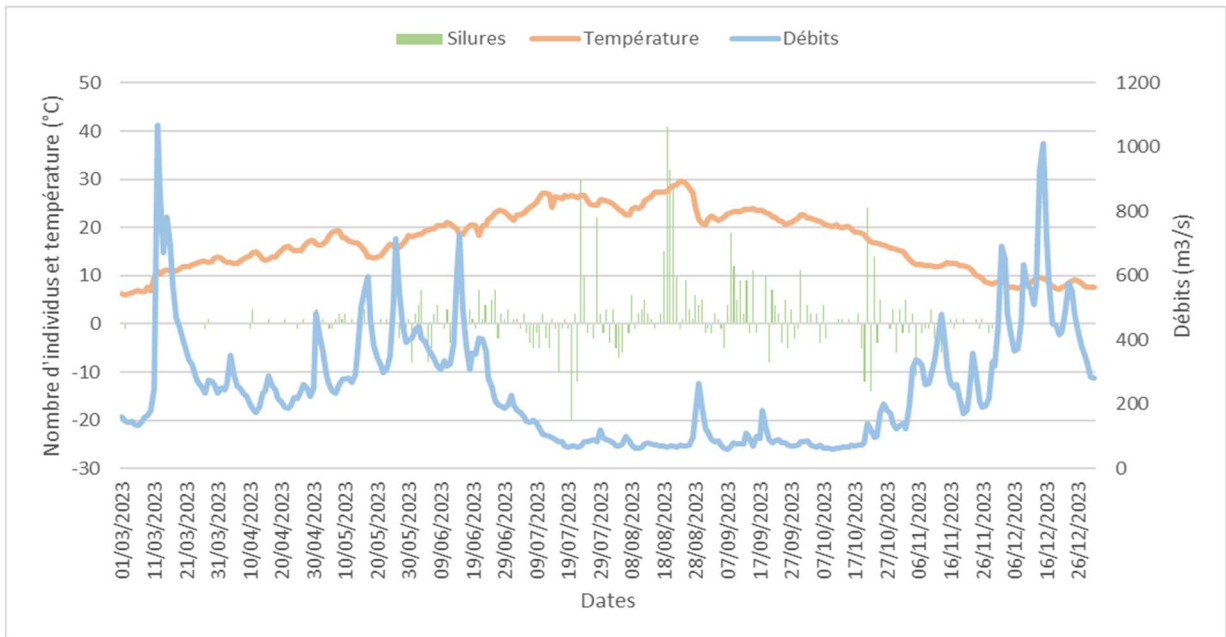


Figure 59 : Evolution journalière des passages de silures à Malause en 2023

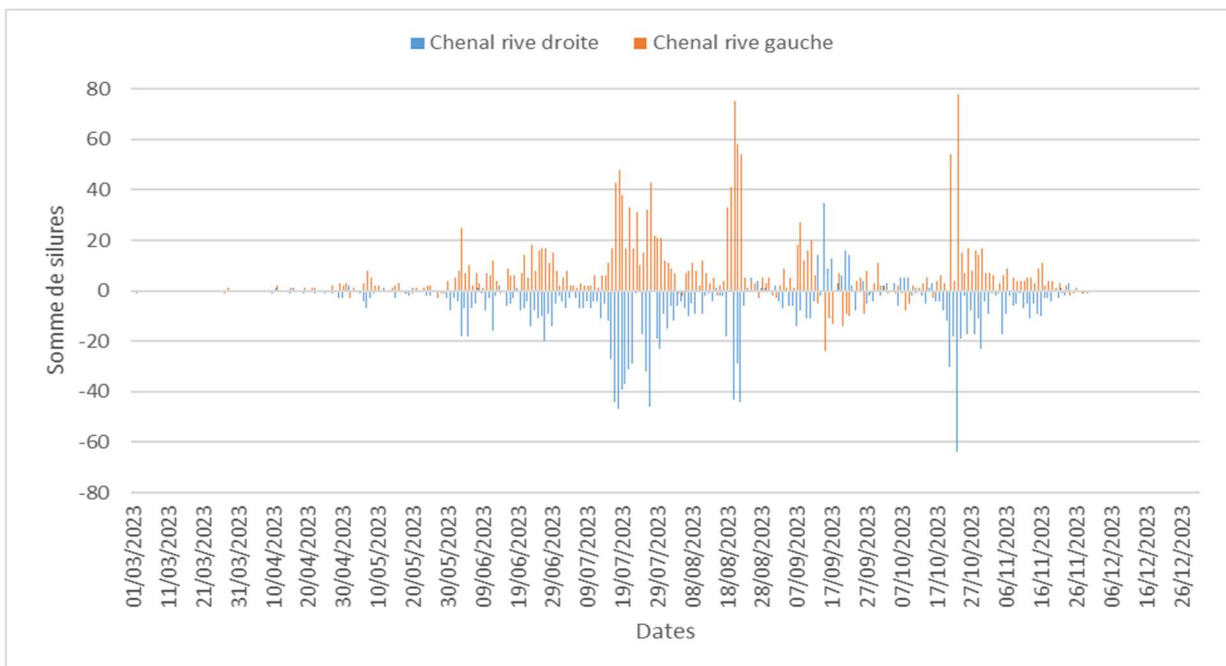


Figure 60 : Comparaison de la somme des passages journalier de silures au niveau des 2 vitres de contrôle à Malause en 2023

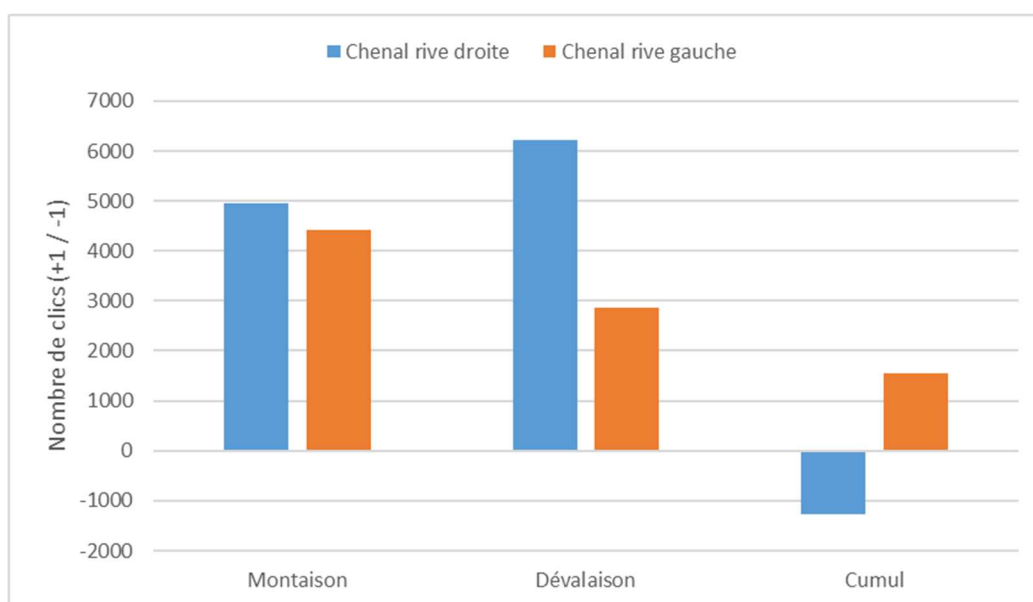


Figure 61 : Préférence de chenal à la montaison et à la dévalaison des silures contrôlés à Malause en 2023

Indépendamment du sens de passage, le chenal en rive droite semble être le plus fréquenté. Si à la montaison les silures semblent favoriser le chenal en rive droite, il semblerait qu'ils le favorisent en dévalaison également et même de façon plus importante qu'à la montaison. Le chenal rive gauche quant à lui présente une montaison plus importante que la dévalaison (Figure 61).

3.9 Comportement des espèces au niveau des vitres de contrôle à Malause

Afin de mieux appréhender le comportement de l'ichtyofaune dans le système de franchissement, la montaison et la dévalaison ont été évaluées sur les deux chenaux. Les résultats ne prennent en compte que la période de migration (01/02 au 31/07) période à laquelle le nombre de franchissements est le plus important.

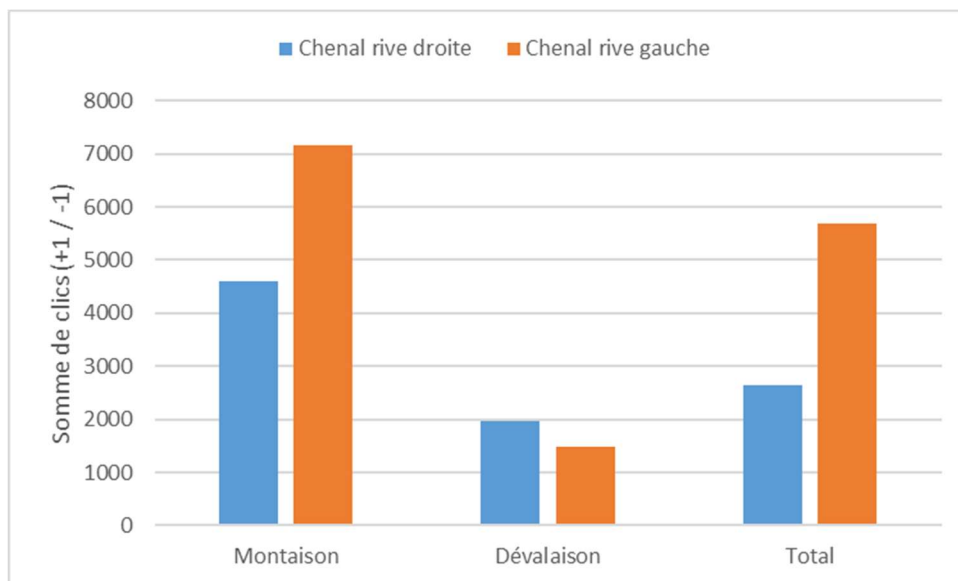


Figure 62 : Préférence de chenal à la montaison et à la dévalaison des espèces contrôlées à Malause en 2023 (hors ablettes et silures)

Lorsque l'on considère l'ensemble des espèces on observe une prédominance de la montaison sur le chenal rive gauche tandis que le chenal rive droite montre une plus forte dévalaison (Figure 62). Ces données ne prennent pas en compte les ablettes qui biaisent les résultats par leur nombre, de plus, cette espèce a tendance à stagner devant la vitre ce qui rends le comptage compliqué et non exhaustif. Les silures n'ont pas non plus été pris en compte (analyse déjà effectué ; Figure 61).

Ces résultats sont surprenants quant à ceux attendus (résultats similaires sur les deux chenaux) et confirment les premières observations faites en 2022. Le débit dans les deux chenaux a été évalué (OFB, pole éco-hydraulique de l'IMFT) à différents niveaux de la colonne d'eau et montre un débit constant de 1.5m³/s dans chaque chenal. Ces données sont conformes à celles obtenues sur le modèle réduit ayant servi de base à la conception même de la passe. La sortie piscicole de la passe présente un virage et la courantologie dans ce secteur pourrait exercer une influence sur le comportement des poissons.

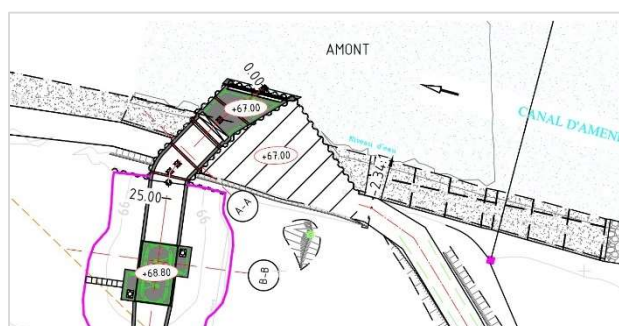


Figure 63 : Plan de la sortie piscicole de la rivière de Malause

3.10 Test d'éclairage à la lumière infra-rouge

En 2023, un test portant sur l'influence de l'éclairage a été mis en place sur Malause. Le chenal en rive droite dispose en effet d'éclairage direct et de rétro-éclairage dans le spectre du visible mais également dans le spectre de l'infra-rouge. Ainsi depuis le 15 février, une automatisation a été mise en place afin de changer de type de lumière chaque jour à minuit.

Les analyses suivantes ne prendront en compte que la période de migration et se feront donc du 15 février au 31 juillet. Au cours de cette période, l'éclairage dans le spectre du visible représente 49.7% du temps et l'infra-rouge, 50.3%. Pour chaque condition l'indice de Jacob a été calculé et permet d'apprécier la valeur d'évitement ou de préférence des individus pour les conditions testées sur une échelle allant de -1 (évitement strict) à +1 (préférence stricte).

		INDICE DE JACOB		
		Dévalaison	Montaison	Total
SILURES	Rive droite infrarouge	0,22	-0,01	0,01
	Rive droite visible	0,26	0,07	-0,04
	Rive gauche visible	-0,47	-0,03	0,01
ANGUILLES	Rive droite infrarouge	0,31	0,35	0,36
	Rive droite visible	0,10	0,12	0,12
	Rive gauche visible	-0,39	-0,53	-0,53

$$J_i = \frac{X_i - Y_i}{X_i + Y_i} \quad \begin{array}{l} X_i = \text{nombre d'individus observé pour une condition / total} \\ Y_i = \text{Fréquence de la condition} \end{array}$$

Figure 64 : Influence de l'éclairage sur la sélection du chenal à la montaison et à la dévalaison des silures et des anguilles

Les résultats ont montré que l'éclairage avait peu d'influence sur les espèces dans leur ensemble (résultats non présentés ici). Cependant si l'on considère le silure et l'anguille certains résultats semblent apporter des informations.

Les silures ne montrent pas de préférence à la montaison et ce indépendamment du type d'éclairage, en revanche pour la dévalaison, cette espèce semble emprunter préférentiellement la rive droite avec un indice similaire pour les deux types d'éclairage. Ce poisson « réputé » lucifuge, semble donc plus influencé par l'hydraulique que par la lumière. (Figure 64).

Pour les anguilles, le chenal rive droite est préférentiellement emprunté à la montaison et d'autant plus lorsque l'éclairage se situe dans l'infrarouge. Les dévalaisons, peu fréquentes cette saison, suivent la même tendance. L'effet du chenal semble à nouveau plus prégnant pour l'anguille. Cependant, contrairement à toutes les autres espèces qui paraissent insensibles aux différents types d'éclairages testés, **l'anguille semble répondre favorablement à l'infrarouge** (Figure 64).

Ces résultats seront à confirmer par la suite mais tendent à montrer que l'éclairage infrarouge pourrait être utilisé préférentiellement lors de la période de migration des anguilles.

Les passages observés à Malause en 2023 peuvent sembler très faibles si l'on fait la comparaison avec l'année 2022, cependant cela n'est pas surprenant, en effet comme nous l'avions mentionné dans le rapport précédent, les chiffres spectaculaires de 2022 sont dû en grande partie à l'ouverture d'une voie qui constituait dès lors une échappatoire pour de nombreux individus bloqués au pied du barrage jusqu'à présent. En 2023, les passages ne bénéficient plus ou peu de ce stock.

Il est tout de même important de notifier qu'un nombre de saumons égal à celui de 2022 (4, soit 22% en 2023 contre 2% en 2022 des saumons ayant franchi le complexe) a transité par ce système (dont 1 marqué). Les anguilles, sont, elles, moins présentes cette année mais sont plus enclines à coloniser l'ensemble du bassin via les affluents et n'ont pas d'obligation du point de vue biologique de transiter vers l'amont.

Cette année encore la majorité des individus semblent favoriser la rive gauche de la chambre de visualisation à la montaison et la rive droite à la dévalaison avec toutefois une influence non négligeable des silures sur ce dernier résultat. A l'heure actuelle aucune explication ne permet d'avancer des hypothèses quant à ce comportement.

Enfin, les tests concernant l'éclairage infra-rouge ne semblent pas montrer d'influence sur le déplacement des individus à travers l'ouvrage et ce quelle que soit l'espèce considérée hormis pour les anguilles pour les lesquelles la rive droite est toujours priorisée avec une intensification de cette priorisation en éclairage infrarouge.

4. LE BAZACLE (OCBAZ23)

4.1 La description de l'aménagement

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 d'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 65 : Vue de la chaussée du Bazacle à Toulouse

4.2 Les conditions environnementales

Les débits sont issus de la banque Hydro (<https://www.hydro.eaufrance.fr>) à la station de Portet-sur-Garonne, située une dizaine de km en amont de la chaussée du Bazacle, en aval de la confluence avec l'Ariège. Au niveau de cette station, le module annuel est de 186 m³/s. Par ailleurs, la passe à poissons du Bazacle se ferme automatiquement dès lors que les débits atteignent 350 m³/s (environ 2 fois le module).

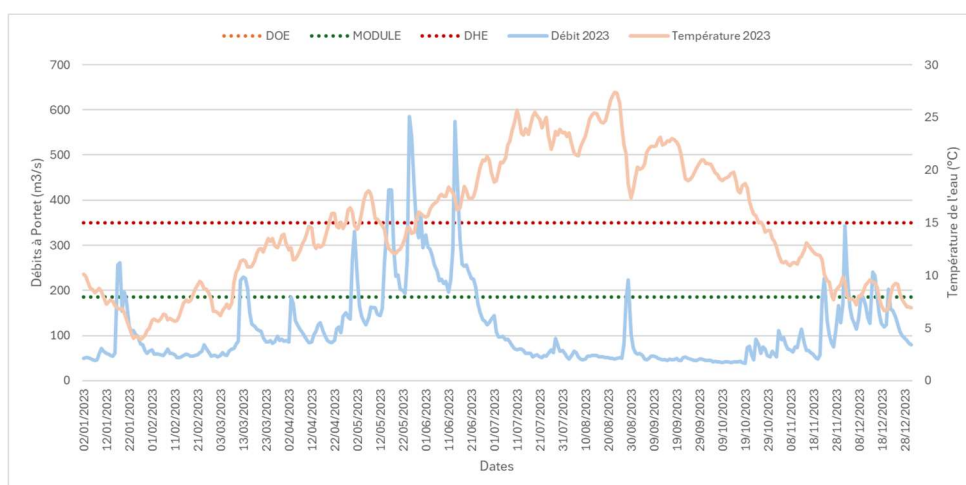


Figure 66 : Evolution journalière du débit de la Garonne mesuré à Portet-sur-Garonne (Banque hydro) et de la température moyenne journalière en 2023

La Figure 66 montre l'évolution du débit journalier de la Garonne à Portet-sur-Garonne en 2023. Cette année est caractérisée par un débit très faible jusqu'à début mai, entrecoupé de légers coups d'eau mais toujours inférieurs au module. Lors des mois de mai et juin, les débits augmentent sensiblement avec de fortes variations journalières (maximum de 580 m³/s les 25 mai et 14 juin). Par la suite, les débits chutent drastiquement pour atteindre des valeurs très faibles, en moyenne de 50 m³/s jusqu'à fin octobre.

En complément, la Figure 67, qui indique l'évolution du coefficient d'hydraulicité de la Garonne à Portet-sur-Garonne, permet de mettre en perspective le débit moyen mensuel de la Garonne en 2023 en le comparant avec la moyenne des débits observés entre 1993 et 2022. Ainsi, les débits du début d'année (4 premiers mois) sont 50 % plus faibles que la normale observée sur la période. Par ailleurs le mois de juin montre des débits supérieurs à la normale.

	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE
2023	91	59	104	119	262	242	74	66	50	52	92	153
Moyenne 1993-2022	205	203	209	258	292	198	95	66	69	84	126	158
Coefficient d'hydraulicité 2023	0.44	0.29	0.50	0.46	0.90	1.22	0.77	1.00	0.72	0.62	0.72	0.97

Figure 67 : Evolution du coefficient d'hydraulicité de la Garonne à Portet-sur-Garonne en 2023.

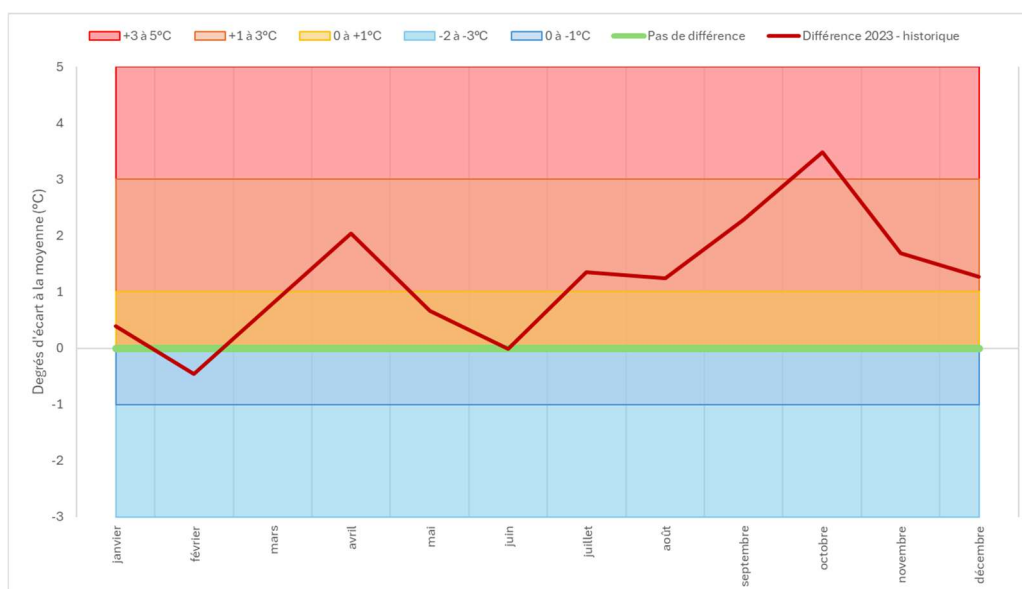


Figure 68 : Comparaison de l'évolution mensuelle de l'écart à la moyenne 1993-2022 de la température de l'eau au Bazacle en 2023

La température mensuelle de l'eau de la Garonne au niveau de Portet-sur-Garonne en 2023 est quasiment toujours supérieure à la moyenne observée sur la période 1993-2022, en relation avec les faibles débits observés en 2023, le tout associé à de très fortes températures de l'air dès le mois d'avril. La température de l'eau dépasse les 18°C fin avril et les 23 °C dès la fin du mois de juin. (Figure 68).

4.3 Le suivi de la passe à bassins

4.3.1 Fonctionnement du dispositif de franchissement

ANNEES 2023	Durée totale théorique	Durée de fonctionnement	Durée d'arrêt	Causes des arrêts				Observations
				Crue	Entretien	Volontaire	Panne	
Janvier	744h	563h	181h	00h00	181h00	00h00	00h00	
Février	696h	442h	254h	00h00	254h00	00h00	00h00	
Mars	744h	744h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Avril	720h	720h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Mai	744h	587h	157h	157h00	00h00	00h00	00h00	
Juin	720h	704h	16h	16h00	00h00	00h00	00h00	
Juillet	744h	744h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Août	744h	744h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Septembre	720h	720h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Octobre	744h	744h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Novembre	720h	720h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Décembre	744h	744h	00h	00h00	00h00	00h00	00h00	
Total	8784h	8176h	608h	173h00	435h00	00h00	00h00	
% Total		93.08%	6.92%	2.0%	5.0%	0.0%	0.0%	
% des arrêts				28.5%	71.5%	0.0%	0.0%	

Figure 69 : Bilan du fonctionnement de la passe à poissons du Bazacle en 2023

La passe à bassin du Bazacle a fonctionné correctement tout le long de la saison avec, au-delà de l'entretien annuel perturbé, 2 arrêts au mois de mai et juin pour crue. La chute située à l'entrée de la passe a toujours été mesurée entre 25 et 30 cm, valeurs favorables aux franchissements des poissons, toutes espèces confondues.

4.3.2 Bilan des passages

MIGRATEURS			
Aloses	0		Saumons atlantique 5
Anguilles	-4		Truites de mer
Lamproies marines			
NON-MIGRATEURS			
Ablettes	15919		Mulets porc
Barbeaux	1053		Ombres
Blennies			Poissons chat
Bouvières			Perches communes 0
Brèmes bordelière			Perches soleil 0
Brèmes communes	3279		Pseudorasbora
Brochets			Rotengles
Carassins	0		Sandres 0
Carpes communes	26		Silures 179
Chevesnes	999		Spirilins
Carpes amour			Truite arc-en-ciel
Gardons	204		Tanches 0
Goujons			Toxostomes
Grémilles			Truites fario
Loches de rivière			Vandoises
Mulets cabots			
Diversité spécifique :		9	

Figure 70 : Nombre de poissons observés par espèce au Bazacle en 2023

Au total 9 espèces différentes ont été observées dans le système de franchissement du Bazacle (Figure 70), ce qui correspond globalement aux observations des années précédentes. Les ablettes constituent la majorité des poissons contrôlés sur le site, comme chaque année. A noter, le nombre important de silures observé, 179, soit supérieur aux effectifs observés en 2022 et 6 fois plus que la moyenne calculée sur les 10 dernières années (29).

Parmi les grands migrateurs, 5 saumons ont été contrôlés en relation avec le faible nombre d'individus présents sur la Garonne (17 contrôlés à Golfech et Malause). L'absence d'anguilles, ne signifie pas que l'espèce est absente du site avec 1) potentiellement un franchissement de l'obstacle par la passe, la qualité des images ne permettant pas d'être exhaustif sur le dénombrement de cette espèce et 2) un nombre d'individus présent en aval de la chaussée du Bazacle, la passe à bassins, bien que multi-espèces, n'étant pas forcément le système de franchissement le mieux adapté pour l'anguille.

4.4 Le saumon atlantique

Les passages de saumons au niveau du Bazacle sont directement liés au nombre d'individus non piégés à Golfech. Ainsi, depuis 2019, année de début des piégeages intensifs à Golfech pour transport des individus sur l'Ariège, ce nombre est relativement faible (entre 20 et 30 % du stock contrôlé à Golfech) et explique le faible nombre de saumons observés au Bazacle.

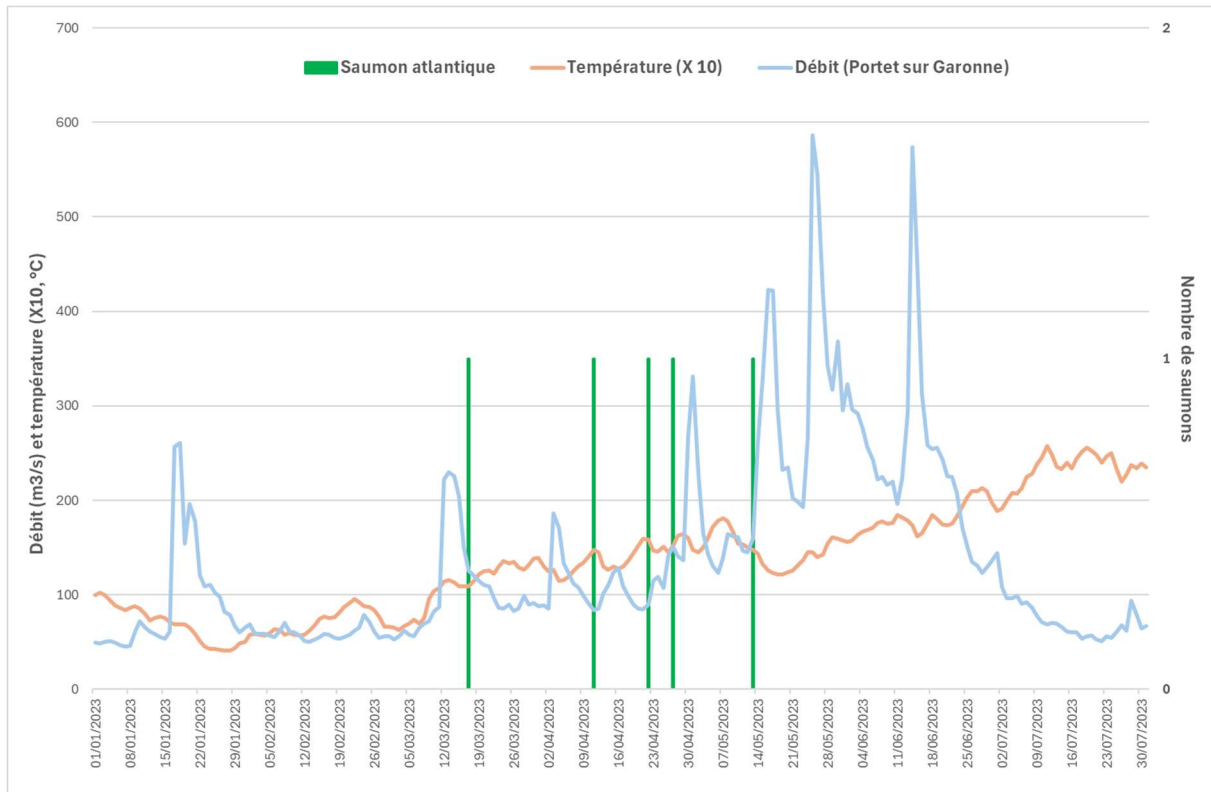


Figure 71 : Evolution du nombre de saumons au Bazacle par jour, mis en relation avec la température et le débit en 2023

L'analyse de ces passages ne peut être effectuée qu'en prenant en compte le passage des individus non piégés à Golfech. Ainsi, les éléments seront spécifiés dans le bilan transversal au chapitre 6.1 de ce rapport.

Les individus, tous 2 ou 3 hivers de mer, ont été contrôlés entre le 17 mars et le 13 mai, pour des températures de l'eau à Toulouse comprises entre 11 et 15 °C et un débit moyen de 122 m³/s, très inférieur au module (186 m³/s) pendant cette période. Les coups d'eau successifs de la deuxième partie du mois de mai et début juin puis la hausse des températures ont stoppé la migration même si le nombre potentiel de saumons en 2023 était très faible (9 sur 17 entre Golfech et Toulouse).

4.5 Le silure

En 2023, 179 silures ont été observés à la station de contrôle du Bazacle, soit 25 % de plus qu'en 2022, qui constituait déjà une année record (142 individus).

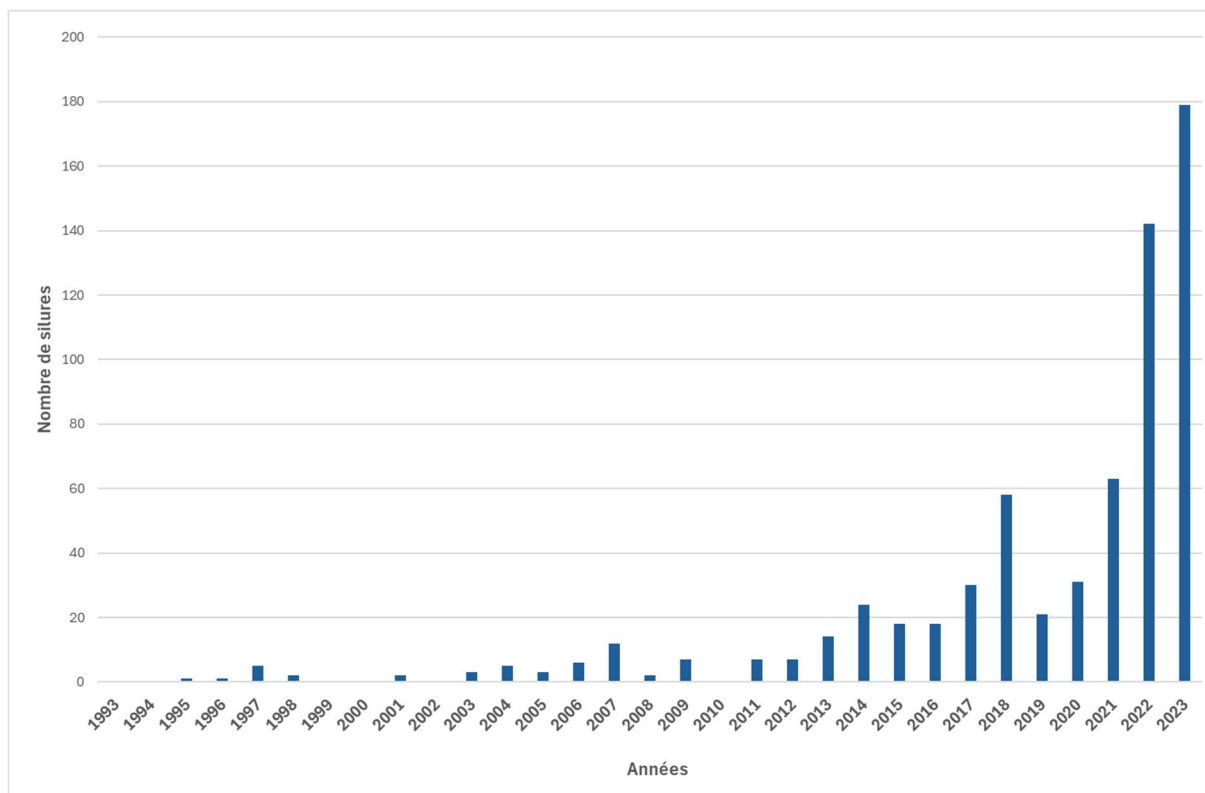


Figure 72 : Evolution du nombre de silures au Bazacle sur la période 1993 – 2023

Cette augmentation exponentielle du nombre d'individus sur ce site a déjà été observée à Golfech à la fin des années 2000.

Au-delà du nombre d'individus observés la Figure 73 compare en pourcentage, le nombre de silures observés par mois entre 2023 et la moyenne des 10 dernières années (2011 – 2022), années où les passages sont significatifs et en augmentation).

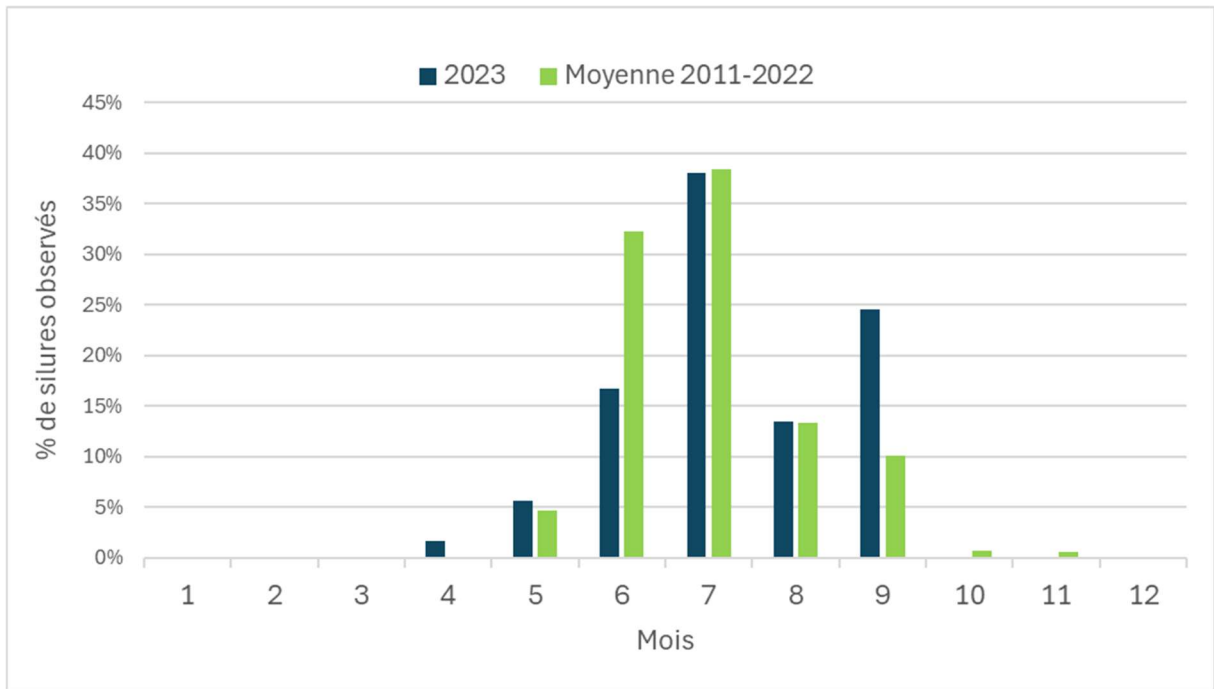


Figure 73 : Comparaison de la répartition mensuelle des passages de silures au Bazacle entre la moyenne observée sur la période 2011 – 2022 et 2023

Il apparait que la grande majorité des silures se présentent au Bazacle à partir du mois de mai et en 2023, les mois de juin et juillet représentent environ 50 % des observations. A noter également une reprise d'activité non négligeable au mois de septembre, certainement en relation avec la température de l'eau toujours très élevée en fin de période estivale.

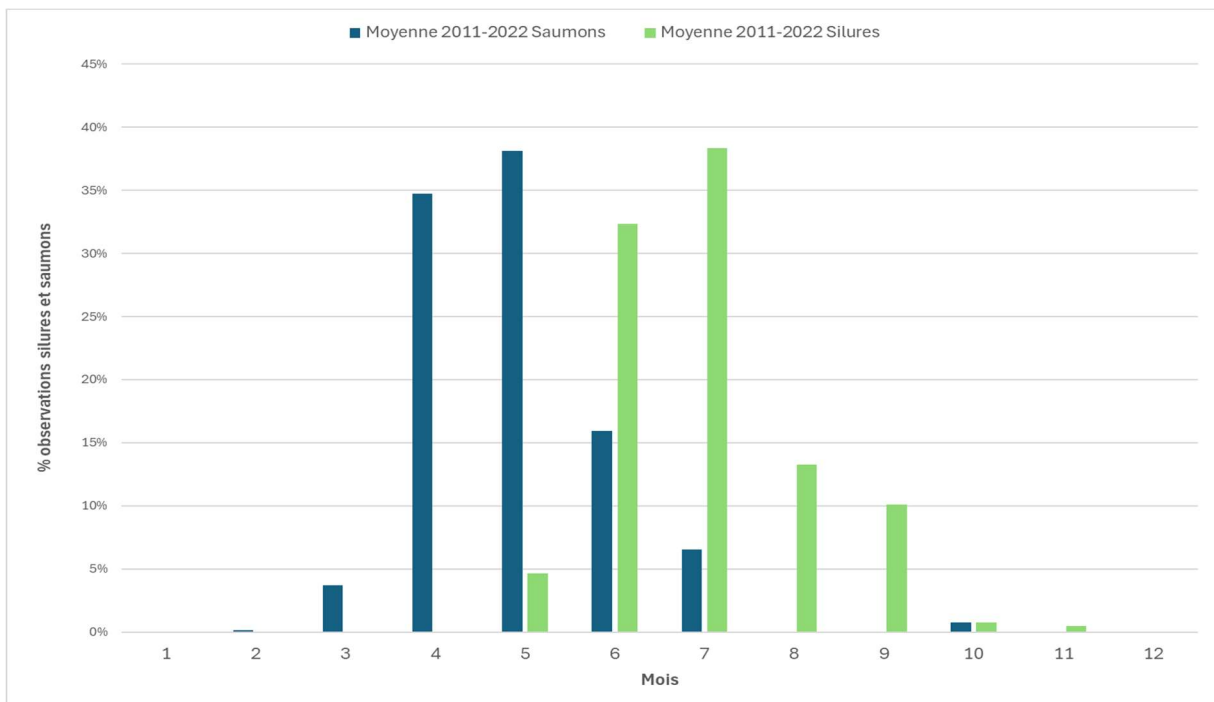


Figure 74 : Comparaison de la répartition mensuelle des passages de saumons et de silures au Bazacle en 2023

Enfin, la Figure 74 compare les périodes de passages des saumons et des silures au Bazacle en moyenne sur la période 2011 - 2023 et il est à noter une concomitance des observations de silures et de saumons non négligeables pendant le mois de juin, même si ces dernières années, les passages de saumons ont tendance à se décaler sur les mois de mars et avril.

5. CARBONNE (OCCARB23)

5.1 La description de l'aménagement

L'aménagement hydroélectrique de Carbone est situé sur la Garonne à 410 km de l'océan et constitue le réceptacle d'un bassin versant d'environ 5250 km². Il 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 Varilhès, 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.



Figure 75 : La station de piégeage de Carbone

5.2 Les conditions environnementales

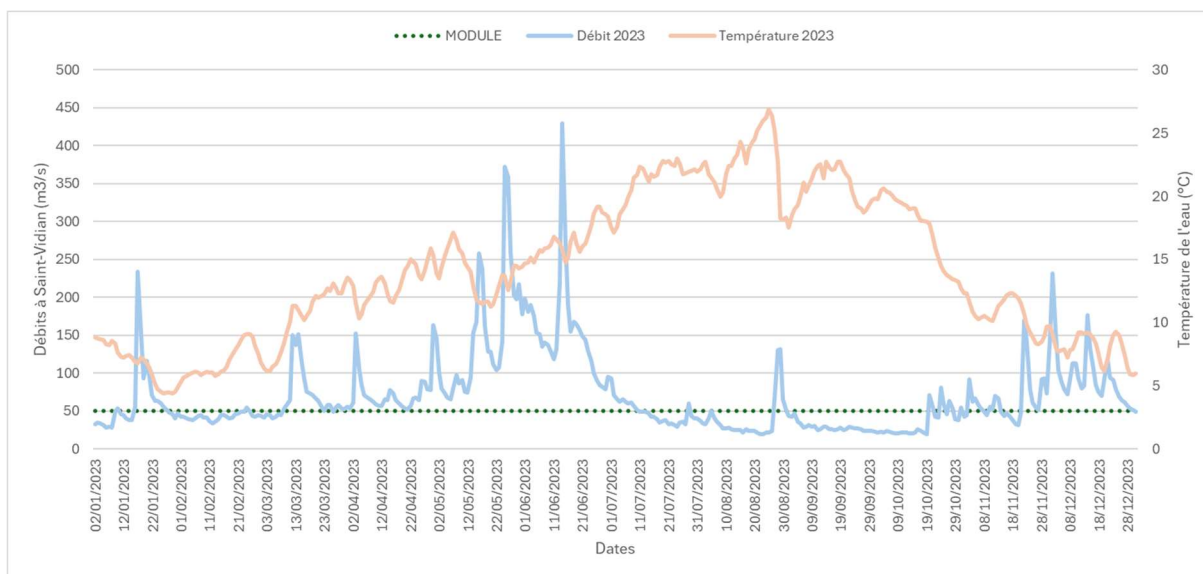


Figure 76 : Evolution journalière du débit de la Garonne mesuré à Saint Vidian (Banque hydro) et de la température moyenne journalière à Carbone en 2023

Les débits sont issus de la banque Hydro (<https://www.hydro.eaufrance.fr>) à la station de Saint Vidian, située en amont immédiat de la station de Carbone. Au niveau de cette station, le module annuel est de 104 m³/s.

	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE
2023	60	43	67	74	149	156	48	38	29	35	64	96
Moyenne 2000-2022	115	117	129	159	190	136	60	36	36	46	80	89
Coefficient d'hydraulicité 2023	0.52	0.37	0.52	0.47	0.78	1.14	0.81	1.06	0.82	0.75	0.80	1.07

Figure 77 : Evolution du coefficient d'hydraulicité de la Garonne à St Vidian en 2023.

Comme sur les autres stations de la Garonne, un déficit en eau est observé jusqu'à mi mai alors que les débits du mois de juin à décembre sont proches de la normale.

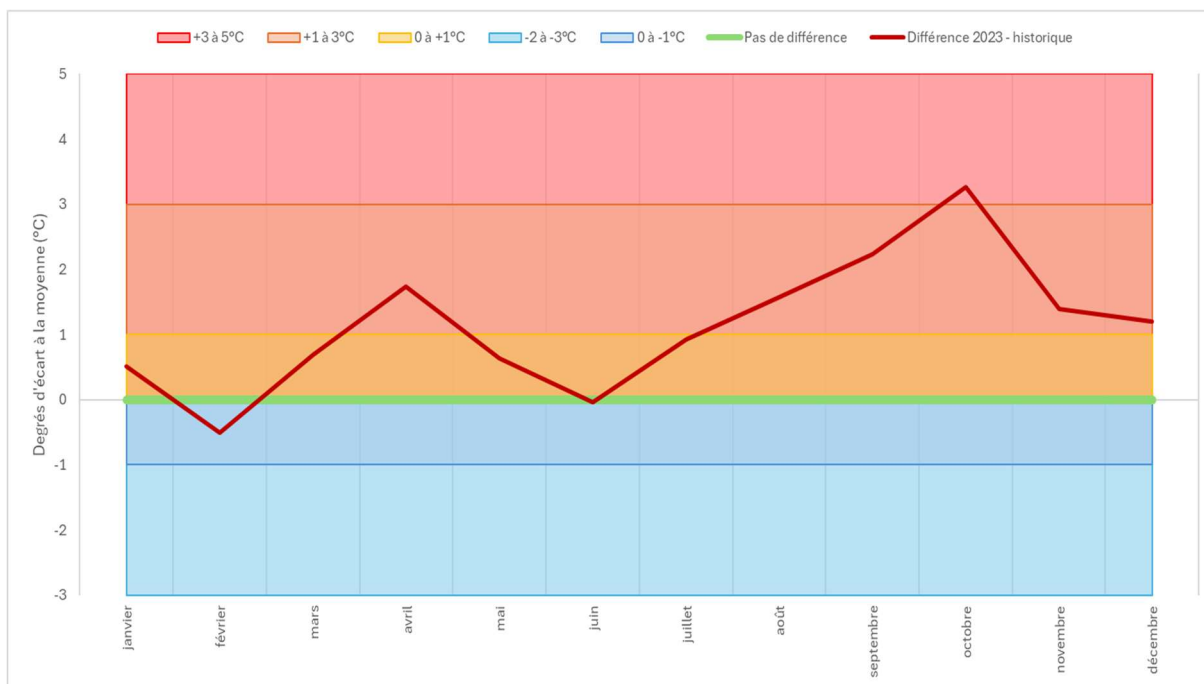


Figure 78 : Comparaison de l'évolution mensuelle de l'écart à la moyenne 1993-2022 de la température de l'eau à Carbonne en 2023

Comme sur les autres stations, la température de l'eau à Carbonne est supérieure de 1°C à 4°C pendant toute la saison. La température maximum, de 26.7 °C est atteinte le 25 août, un record sur cette station !

5.2.1 Fonctionnement du dispositif de franchissement

ANNEE 2023	Durée totale	Durée de fonctionnement	Durée d'arrêt	Cause des arrêts				Observations
				Crue	EntretienTravaux	Piégeage	Panne ou arrêt volontaire	
Janvier	744h00	713h00	31h00	00h00	00h00	31h00	00h00	
Février	672h00	594h00	78h00	00h00	52h00	26h00	00h00	Intervention treuil ascenseur
Mars	744h00	713h00	31h00	00h00	00h00	31h00	00h00	
Avril	720h00	690h00	30h00	00h00	00h00	30h00	00h00	
Mai	744h00	542h00	202h00	129h00	49h00	24h00	00h00	crue et entretien groupe débit attract
Juin	720h00	690h00	30h00	00h00	00h00	30h00	00h00	
Juillet	744h00	713h00	31h00	00h00	00h00	31h00	00h00	
Août	744h00	713h00	31h00	00h00	00h00	31h00	00h00	
Septembre	720h00	690h00	30h00	00h00	00h00	30h00	00h00	
Octobre	744h00	713h00	31h00	00h00	00h00	31h00	00h00	
Novembre	720h00	690h00	30h00	00h00	00h00	30h00	00h00	
Décembre	744h00	713h00	31h00	00h00	00h00	31h00	00h00	
TOTAL	8760h00	8174h00	586h00	129h00	101h00	356h00	00h00	
% Total		93.3%	6.70%	1.5%	1.2%	4.0%	0.0%	
% des arrêts				22%	17%	61%	0%	

Figure 79 : Bilan du fonctionnement de la passe à poissons de Carbonne en 2023

Le fonctionnement du piège de Carbonne (Figure 79) n'a été perturbé que par la crue du mois de mai et un entretien sur le nouveau groupe turbinant le débit d'attrait pendant le mois de mai.

5.2.2 Bilan des passages

CARBONNE			
MIGRATEURS			
Aloses	0		Saumons atlantique 2
Anguilles	90		Truites de mer
Lamproies marines			
NON-MIGRATEURS			
Ablettes	350		Mulets porc
Barbeaux	37		Ombres 0
Blennies			Poissons chat
Bouvières			Perches communes 0
Brèmes bordelière			Perches soleil 0
Brèmes communes	586		Pseudorasbora
Brochets			Rotengles 0
Carassins	8		Sandres 0
Carpes communes	27		Silures 93
Chevesnes	31		Spirilins
Carpes amour			Truite arc-en-ciel 0
Gardons	174		Tanches 0
Goujons			Toxostomes 0
Grémilles			Truites fario
Loches de rivière	0		Vandoises
Mulets cabots			
Diversité spécifique :	10		

Figure 80 : Nombre de poissons observés par espèce à Carbonne en 2023

5.3 Le saumon atlantique

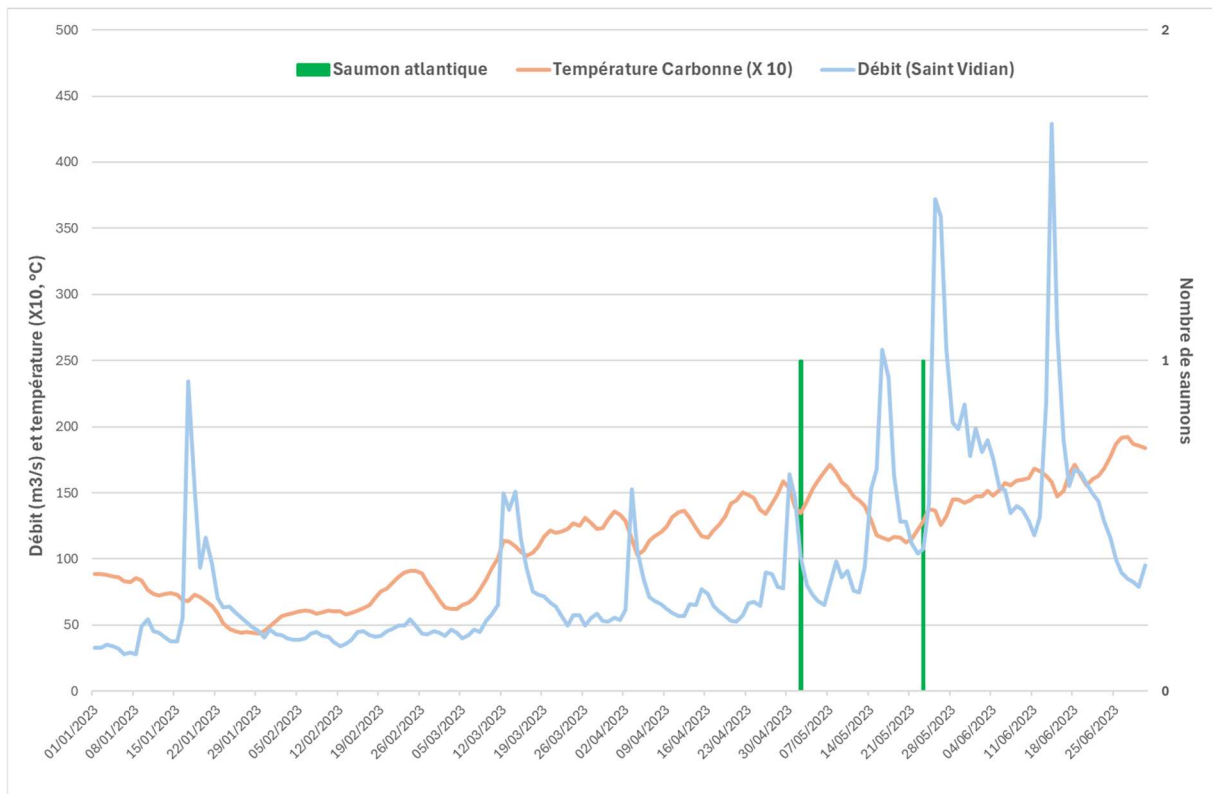


Figure 81 : Evolution journalière du nombre de saumons atlantiques à Carbone en fonction des paramètres du milieu en 2023

En 2023, 2 saumons ont été piégés à Carbone les 2 et 23 mai, sur les 5 observés au Bazacle (40 %). Aux vues des tailles (73 et 76 cm), ces 2 saumons seraient passés les 11 et 22 avril au Bazacle, soit quasiment 1 mois avant d'être piégé, ce qui est relativement long pour parcourir la distance séparant les 2 ouvrages. Ils sont passés tous les 2 après un coup d'eau (110 et 200 m³/s). Ces 2 individus ont été transportés sur l'Ariège (Varilhes) tel que préconisé par le Groupe Migrateurs Garonne.

6. BILAN TRANSVERSAL DES RESULTATS SUR LA GARONNE EN 2023

6.1 Les grands salmonidés

6.1.1 Le taux de transfert entre Golfech et le 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 à la reproduction sont accessibles. Cependant, sur cet axe, il reste des inquiétudes quant au franchissement de certains obstacles tels que le barrage d'Auterive où des saumons radiomarqués ont été observés à l'aval sans jamais le franchir.

En 2023, 5 saumons ont été contrôlés au Bazacle sur les 9 qui potentiellement pouvaient se présenter sur le site, c'est-à-dire les non piégés et transportés depuis Golfech (4) additionnés des 2 radiomarqués, lâchés en aval de Golfech ou Malause, qui ont refranchi les ouvrages et des 3 saumons passés à Malause. Parmi ces 5 individus, 1 seul étaient marqué sur les 2 potentiels.

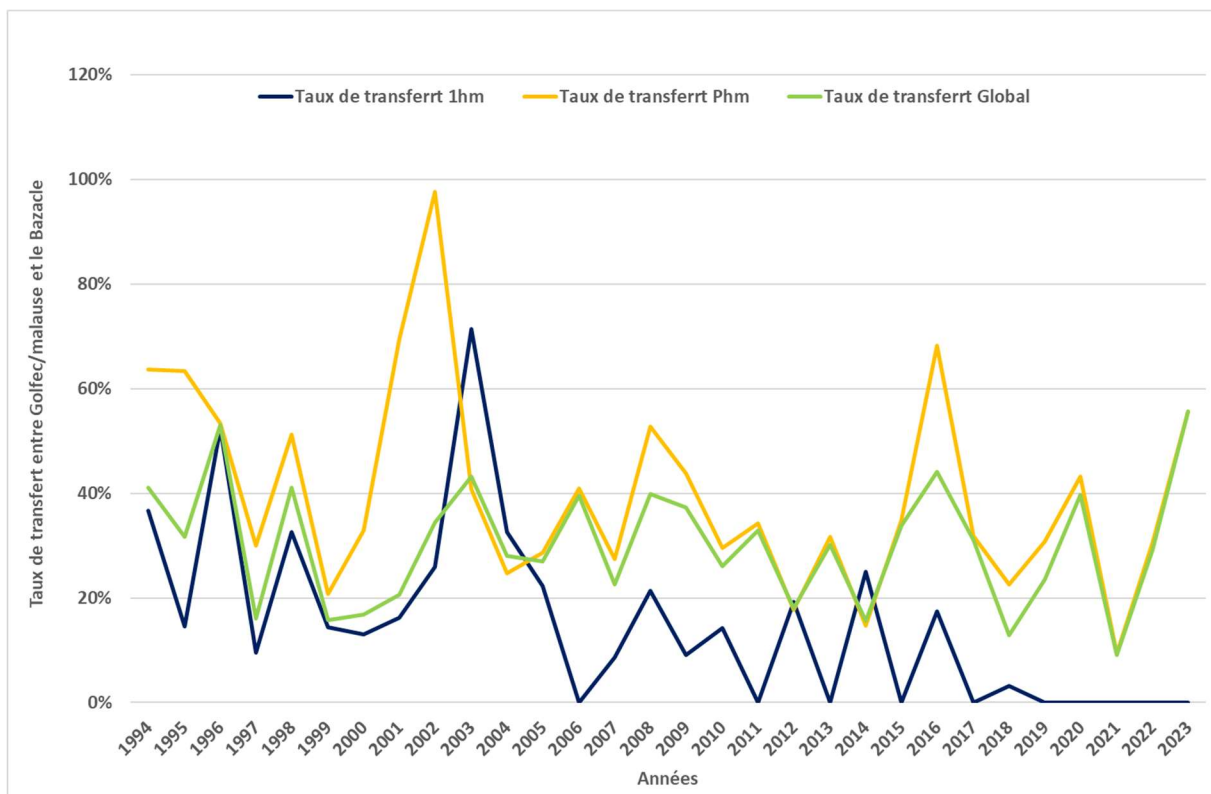


Figure 82 : Evolution du taux de transfert des saumons sur la Garonne entre Golfech et le Bazacle entre 1994 et 2023

La Figure 82 montre l'évolution du taux de transfert des saumons entre Golfech et l'amont du Bazacle. Le taux moyen varie entre 9 % et 56 % avec une moyenne de 30 % sur la période 1994 – 2022. En 2023, ce taux est de 56%, mais calculé sur uniquement 9 saumons. 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 39 % sur la période 1994 – 2022. 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 pour objectif permettre aux migrateurs de trouver plus facilement l'entrée du système de franchissement et, par conséquent, de perdre potentiellement moins d'énergie pour optimiser leur progression en amont de l'ouvrage. De plus, un dégrilleur, installé au niveau du débit d'attrait de la passe à poissons du Bazacle 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 2022, le régime hydraulique est faible voire très faible. Or, aucune amélioration ne se dessine ces récemment, 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. 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...) et l'étude actuelle du suivi du comportement du saumon sur la Garonne, en cours depuis 2020 et qui devrait s'achever en 2024, devrait pouvoir hiérarchiser ces facteurs de risques afin de proposer des éventuelles mesures de gestion. Par exemple, à la suite des deux premières années de suivi par radiopistage du saumon atlantique, des mesures concrètes d'améliorations simples de l'ascenseur à poissons, tant d'un point de vue purement fonctionnel (gestion du débit d'attrait, gestion des entrées, changement de certaines grilles) que d'un point de vue attractivité (gestion des groupes de l'usine hydroélectrique en fonction des débits), ont été proposés fin 2022, le suivi 2023 devant valider ces mesures. Les résultats du suivi 2023 couplés aux résultats des années précédentes sont résumés dans le paragraphe suivant mais font également l'objet d'un rapport technique complet (suivi du comportement du saumon atlantique sur la Garonne entre Golfech et l'amont du Bazacle en 2023, rapport MIGADO 2024, à paraître)

6.1.2 Etude de comportement du saumon sur le secteur Golfech - Toulouse

Ce chapitre résume les résultats de l'étude du comportement du saumon sur le secteur Golfech Toulouse (OCESG23) qui fait l'objet d'un rapport spécifique (rapport MIGADO, à paraître).

Faisant suite à l'observation récurrente du faible taux de transfert et devant tant d'incertitudes concernant le comportement de migration du saumon entre Golfech et Toulouse,

les membres du Groupe Migrateurs Garonne ont décidé d'initier une étude par radio télémétrie dont l'objectif est de **1)** suivre la migration sur le tronçon Golfech-Toulouse et **2)** vérifier l'efficacité des dispositifs de franchissement.

- **2019** : Test de faisabilité (7 saumons marqués, relâchés en aval du Bazacle)
- **2020** : Début de l'étude ; prise en compte de la dimension prédation ; suivi de 18 saumons en amont de Golfech ; cartographie des faciès d'écoulement Malause-Bazacle (Rapport ECOGEA-MIGADO disponible)
- **2021** : 2^{ème} année de l'étude ; 24 saumons marqués ; triple marquage : RFID, radio, acoustique-prédation entre le 31/03 et le 06/06 ; relâchés en aval de Golfech (Lamagistère)
- **2022** : 3^{ème} année de l'étude ; 26 saumons marqués ; même protocole que 2021 mais uniquement 50% avec du suivi de la prédation (50% acoustique classique)
- **2023** : 4^{ème} année de l'étude ; 6 saumons marqués ; même protocole que 2021 mais sans suivi acoustique



Figure 83 : marquage intra-gastrique d'un saumon à l'aide d'un émetteur radio couplé à une marque TIRIS

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

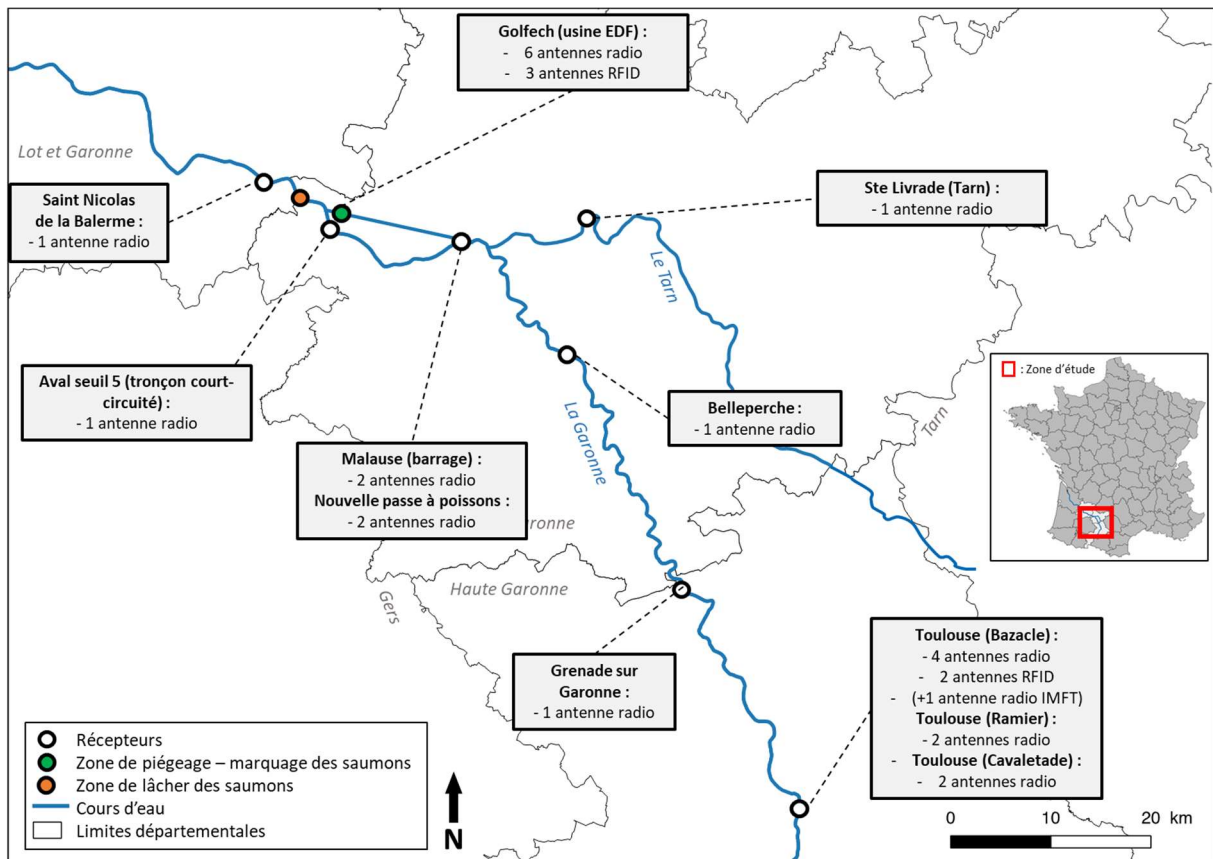


Figure 84 : Localisation des postes de réceptions des différentes marques sur la Garonne en 2023

Les résultats de ces opérations ont fait l'objet de nombreux échanges entre les membres du COPIL (OFB pôle écohydraulique, EDF CIH, EDF R&D, ECOGEA et MIGADO) dont la synthèse a fait l'objet d'une note envoyée en novembre 2022 à tous les partenaires Groupe Migrateurs Garonne. Au-delà des résultats partagés par tous les membres du COPIL, des préconisations concernant le protocole d'étude, l'amélioration du dispositif de franchissement de Golfech et la gestion de celui-ci ont été formulées.

6.1.3 Suivi par radio-téléométrie du saumon atlantique en 2023 :

En 2023, l'objectif de marquer 35 saumons pour ce suivi a dû être revu à la baisse en rapport avec le peu de migrants (14) sur la saison.

Dans ce contexte particulier, seuls 6 individus ont pu être équipés et suivis. Ces 6 saumons ont tous été marqués avec 2 types d'émetteurs (radio et RFID) et relâchés à Lamagistère, *PK GAR_211,4*, soit 3,5 km en aval de l'aménagement de Golfech. Les marquages de poissons se sont étalés entre le 09 avril 2023 et le 08 mai 2023. Le suivi de ces poissons a été effectué pour la majorité jusqu'au début du mois de juillet.

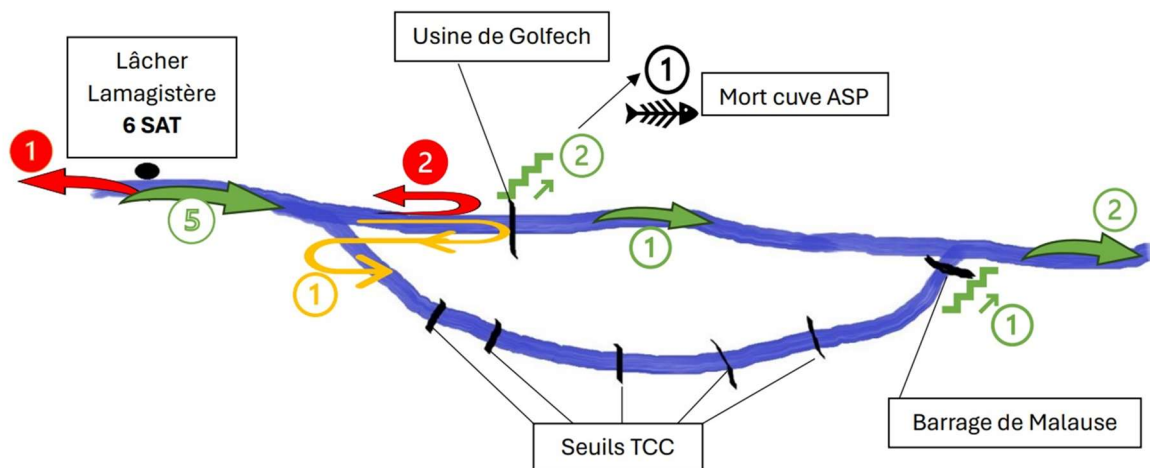


Figure 85 : Schéma représentant le trajet des saumons suivis autour de Golfech en 2023

Parmi les 6 individus, 5 ont repris leur migration vers l'amont et atteint le pied de l'ascenseur de Golfech. En effet, 1 individu n'a pas repris sa migration après le marquage et le lâcher, il a dévalé sans jamais revenir dans la zone d'étude.

Les 5 poissons détectés en aval de l'ascenseur, ont tous été enregistrés au moins à une des deux entrées de l'ascenseur. Mais seuls 2 ont réalisé au moins 1 incursion dans une des deux entrées. Concernant les 3 poissons qui n'ont pas réalisé d'incursions, après plusieurs tentatives vers l'usine, un a emprunté le tronçon court-circuité pour atteindre le barrage de Malause qu'il franchira en passant par la nouvelle rivière de contournement. Les deux autres, après plusieurs échecs au pied de l'usine, ont dévalé la Garonne en aval de Saint Nicolas de la Balerne (*PK GAR_205*).

Les 2 poissons ayant réalisé des incursions aux entrées (**48801_00** et **48801_02**) ont finalement emprunté l'ascenseur. Le poisson **48801_00** a franchi l'ouvrage de Golfech puis est arrivé jusqu'à l'usine du Bazacle à Toulouse. En revanche, le saumon **48801_02** n'a jamais atteint le canal de transfert. Ce poisson semble être mort sous la cuve de l'ascenseur.

Concernant les 2 poissons ayant franchi le complexe Malause-Golfech (**48801_00** via l'ascenseur de Golfech et **48801_03** par la passe de Malause), le premier est arrivé jusqu'à l'usine du Bazacle à Toulouse et l'a franchi rapidement. Ce poisson a ensuite été enregistré au pied de l'usine du Ramier mais sans parvenir à franchir par l'ouvrage de montaison. Il est resté 3 jours en aval de l'usine du Ramier puis n'a plus été retrouvé jusqu'à la fin du suivi. Le poisson **48801_03** a très rapidement été enregistré à Belleperche après son franchissement de Malause mais n'a jamais été enregistré à la station suivante de Grenade sur Garonne. Après plusieurs recherches en suivi manuel, le poisson a été retrouvé à Verdun sur Garonne (*PK GAR_272*) d'où il ne bougera plus jusqu'à la fin du suivi.

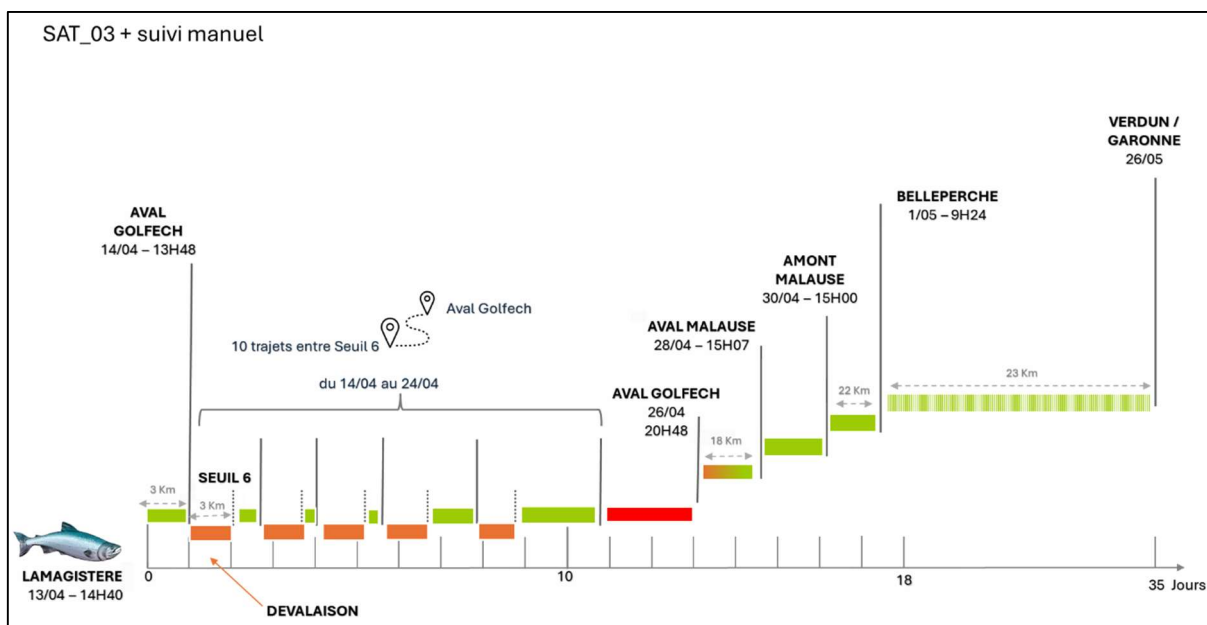
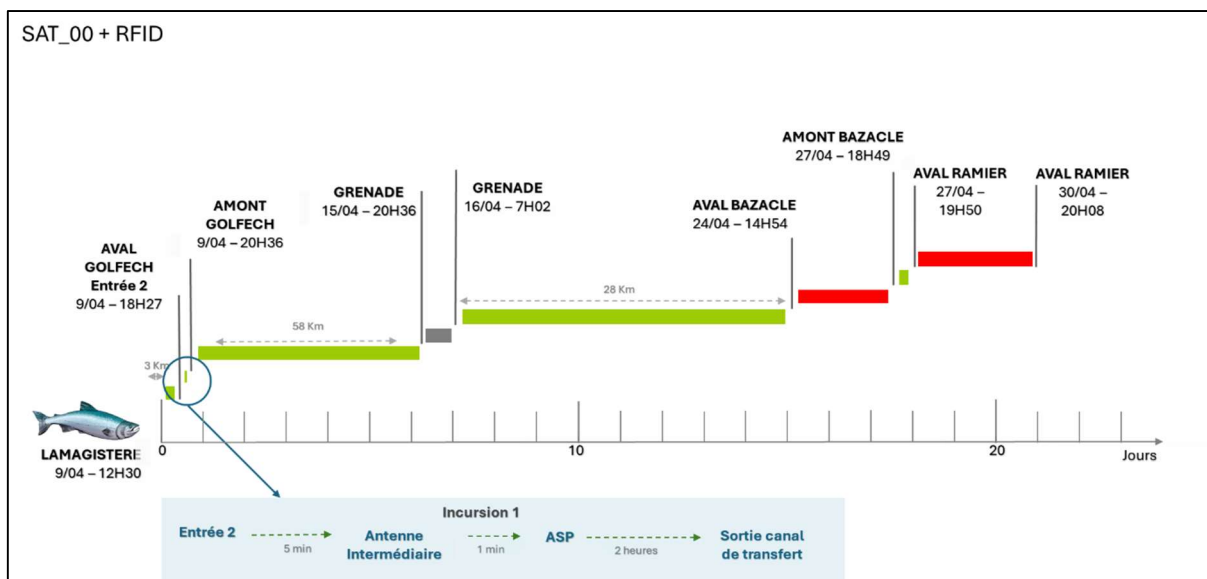


Figure 86 : Schéma synthétique du comportement des 2 saumons ayant franchi le complexe Golfech/Malause en fonction du temps en 2023.

6.1.4 Suivi au droit de Golfech, saumons et holobiotiques :

Cette saison, en accord avec le comité de pilotage, des poissons holobiotiques qui empruntent généralement les systèmes de franchissement dans les mêmes conditions que

les saumons ont aussi été équipés d'émetteurs. Ceci, dans le but de multiplier les données récoltées au niveau de l'ascenseur à poissons afin d'évaluer les modifications faites au niveau de la zone de piégeage aval. Mais aussi, de tester ces espèces de remplacement pour éviter de puiser à plus long terme dans la population de saumons migrants.

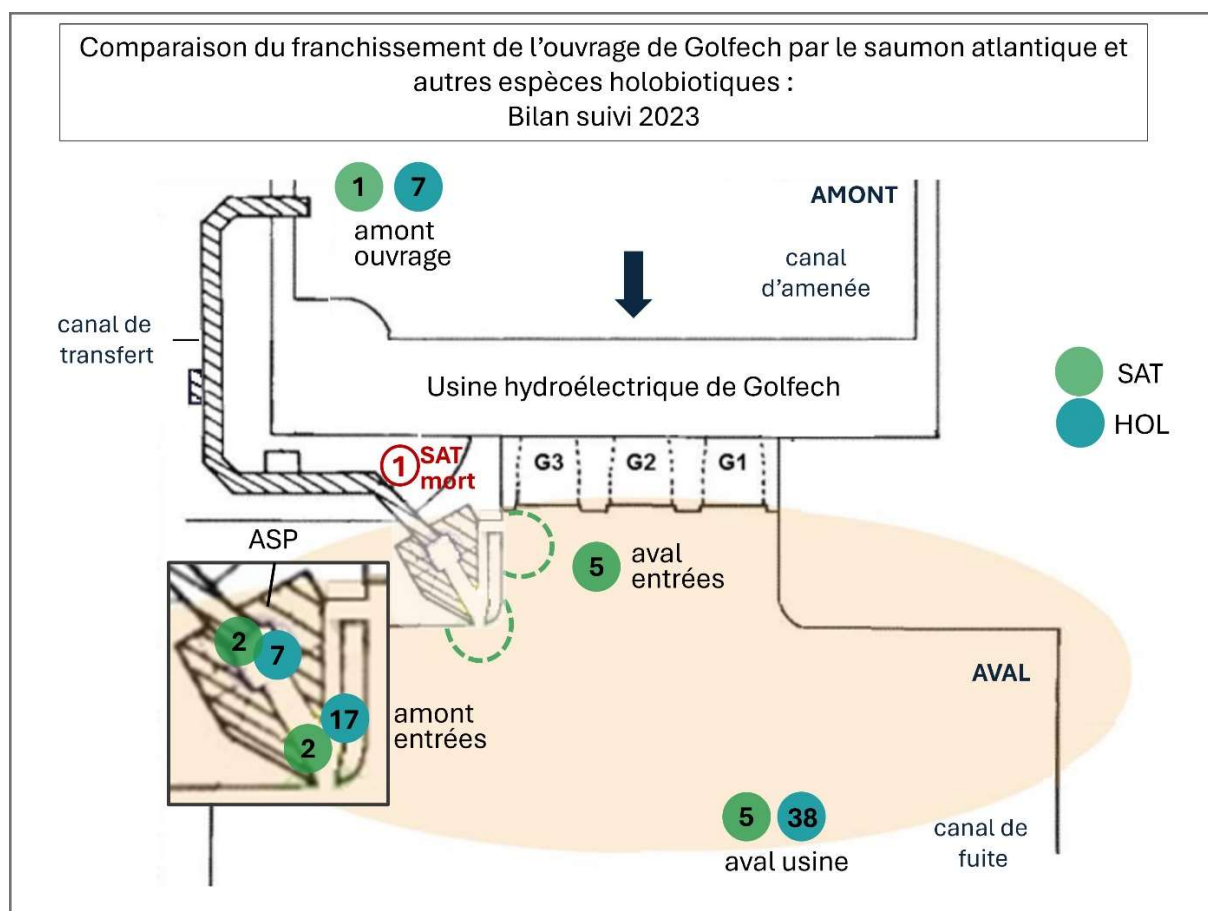


Figure 87 : Evolution des poissons marqués en 2023 dans le système de franchissement de Golfech

Comme évoqué ci-dessus, 5 des 6 saumons marqués sont venus prospecter au pied de l'usine hydroélectrique de Golfech. Dans le même temps, 38 poissons holobiotiques (7 barbeaux, 16 chevesnes et 15 brèmes) ont été équipés de marques TIRIS puis déversés en aval immédiat de l'usine en rive droite.

ESPECES	AVAL USINE	DETECTION ENTREES	ANT BASSIN STABULATION	CANAL TRANSFERT
SAT	5	2	2	1
BAF	7	3	2	2
CHE	16	6	3	3
BRE	15	8	2	2
GLOBAL	43	19	9	8

- 19 poissons / 43 détectés aux antennes des entrées
- 9 détectés dans le bassin de stabulation
- 8 franchissements (1 saumon mort dans la cuve de l'ascenseur à poissons)
- 56% des poissons présents en aval n'ont pas prospecté dans les entrées ASP
- 47% des poissons entrés dans le système ont franchi les portes de la nasse
- 100% des SAT contre seulement 25% pour les brèmes
- Seulement 40% des SAT présents sont entrés dans le système et ont « franchi »
- Des holobiotiques n'ont pas franchi les portes de la nasse
- 55% de ceux qui sont entrés y compris SAT sont ressortis puis rentrés à nouveau et ont tous franchi
- Pas assez de poissons marqués pour statuer
- Comportement SAT / Holobiotiques proche

L'ensemble de ces informations sont précieuses et permettent d'améliorer autant que faire se peut l'efficacité de l'ascenseur à poissons avec 2 prérogatives :

- Améliorer l'attractivité des individus afin de leur permettre de rentrer dans le système via les 2 entrées
- Faciliter le franchissement des individus ayant pénétré dans le système en leur évitant une ressortie synonyme d'échec.

6.1.5 Compilation des données de franchissement des saumons suivis entre 2019 et 2023 à Golfech et au Bazacle :

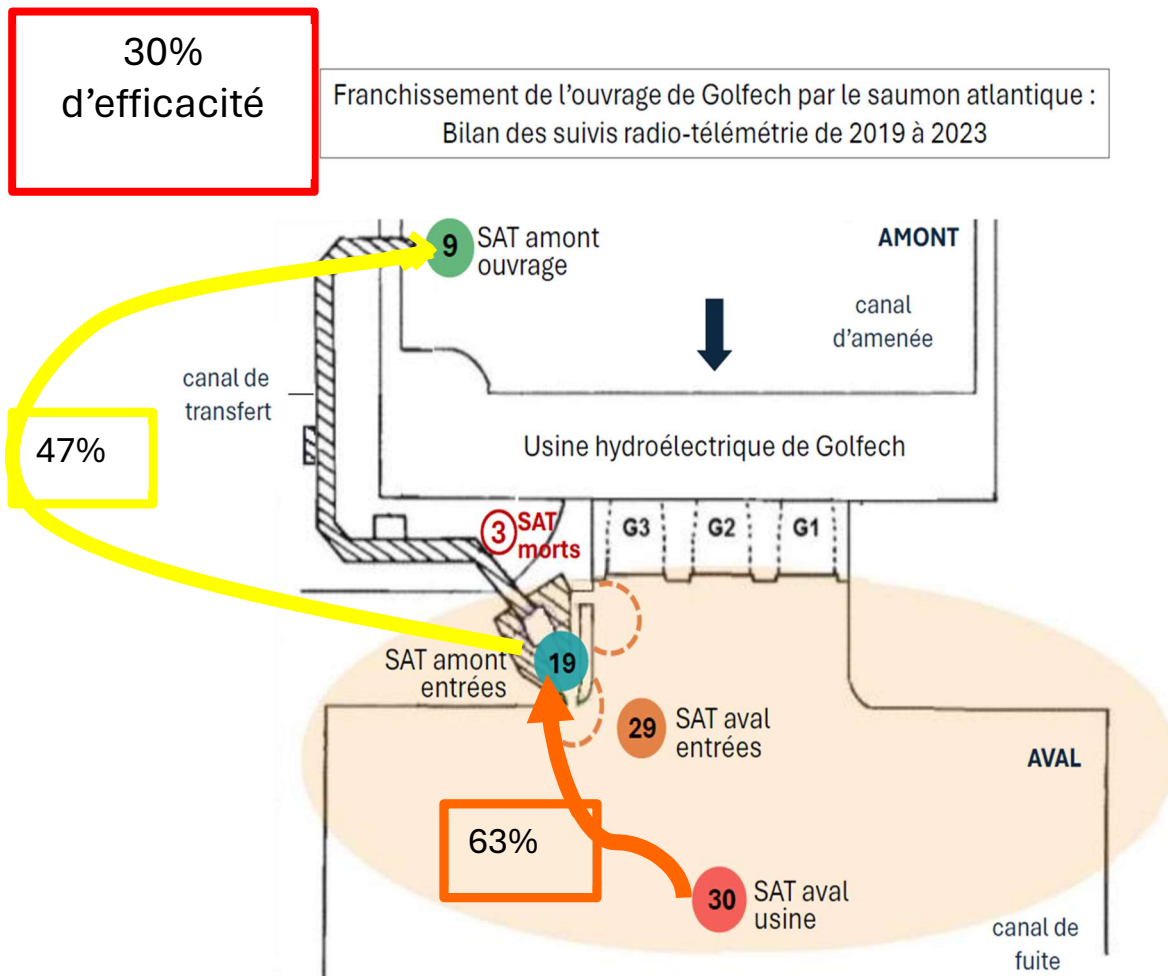


Figure 88 : Bilan du suivi radio-télémetrie saumon à Golfech de 2019 à 2023

Depuis le début du suivi en 2019 et plus précisément les premiers lâchers en aval de Golfech en 2021, 30 saumons marqués sont revenus apporter des informations au niveau de l'usine hydro-électrique de Golfech :

- Seulement 19/30 : 63 % ont prospecté dans les entrées et pénétré dans le système de franchissement.
- Seulement 9/19 : 47 % de ceux qui y ont pénétré dans l'enceinte de l'ascenseur ont pu franchir l'aménagement par l'ascenseur à poissons.
- 3 sont morts dans le système.

Si l'on fait abstraction des individus morts dont la cause pourra être évitée avec de simples améliorations, la problématique au niveau de Golfech est de 2 ordres :

- L'attractivité dans le système de franchissement (augmenter le taux de 63 % et ainsi la perte de près de 40 % des individus)

- Le franchissement une fois rentré dans le système (augmenter le taux de 47 % et ainsi éviter la ressortie de près de 50 % des individus.

Le système de franchissement de Golfech présente une efficacité globale de 30% pour l'échantillon de saumons suivis entre 2021 et 2023.

La plupart des améliorations faites à ce jour au niveau de l'ascenseurs à poissons sont destinées à améliorer le taux de franchissement des individus qui ont prospecté au niveaux des entrées et sont rentrés dans le système en améliorant les écoulements dans l'enceinte de l'ascenseur, en alternant le fonctionnement des entrées pour éviter au maximum une ressortie... .

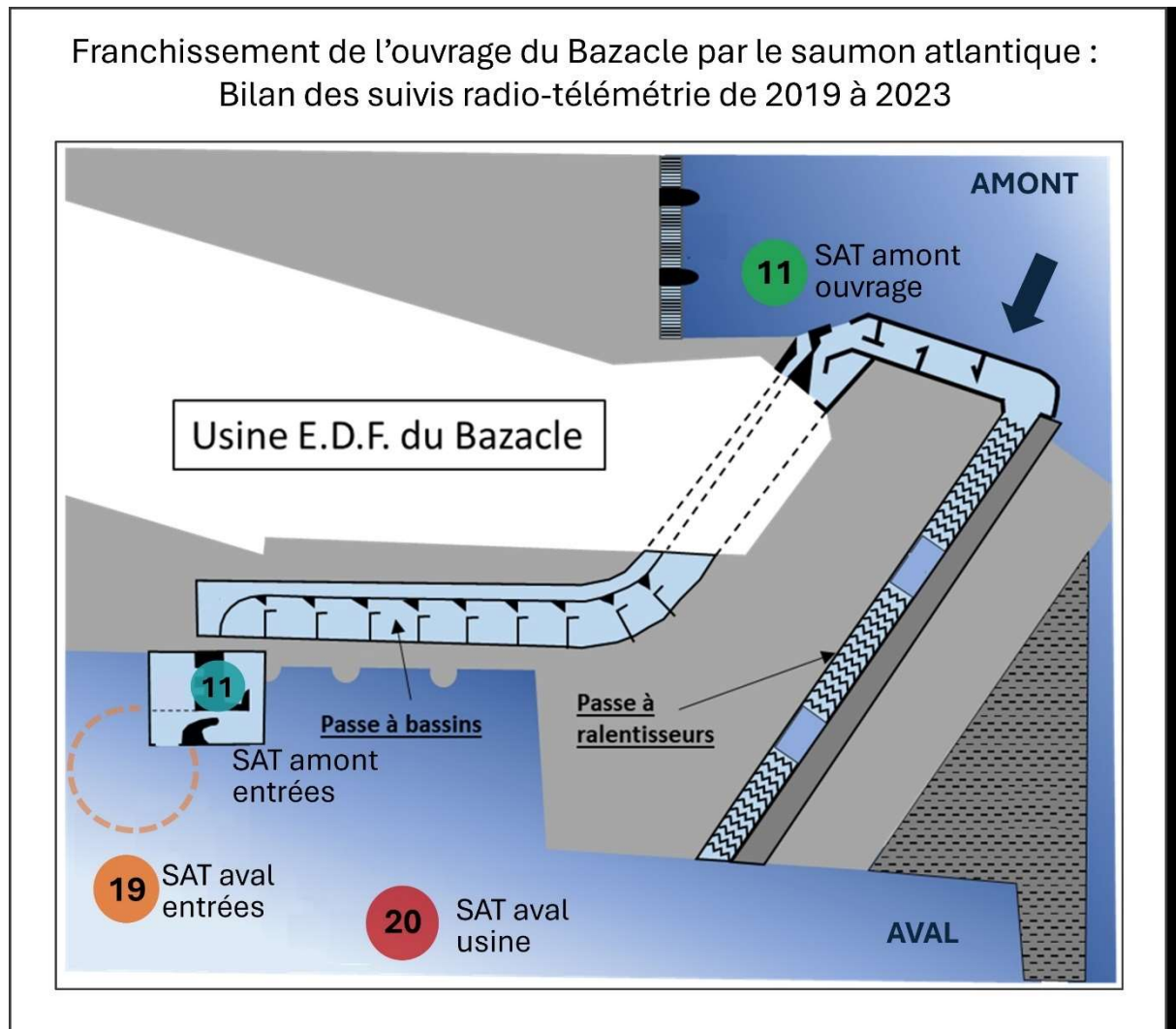


Figure 89 : Bilan du suivi radio-télémetrie saumon au Bazacle de 2019 à 2023

Depuis le début du suivi, 20 saumons marqués sont revenus apporter des informations au niveau du barrage du Bazacle. Sur ces 20 individus, 19 se sont approchés de l'entrée de la passe à bassins mais seulement 11/20 (55 %) ont prospecté dans les entrées du système de franchissement. Cependant, ces 11 individus ont tous pu franchir l'aménagement par la passe à bassins (100 %).

Le système de franchissement du Bazacle présente une efficacité de 55% pour l'échantillon de saumons suivis entre 2019 et 2023.

6.2 Evaluation du stock reproducteur de grande alose (OCALAG23)

6.2.1 Stock reproducteur de la Garonne

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" avec 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 90).



Figure 90 : Bull d'alose (© Didier Taillefer/Sméag)

La durée de ponte s'étend de vingt-trois heures à six 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 91).

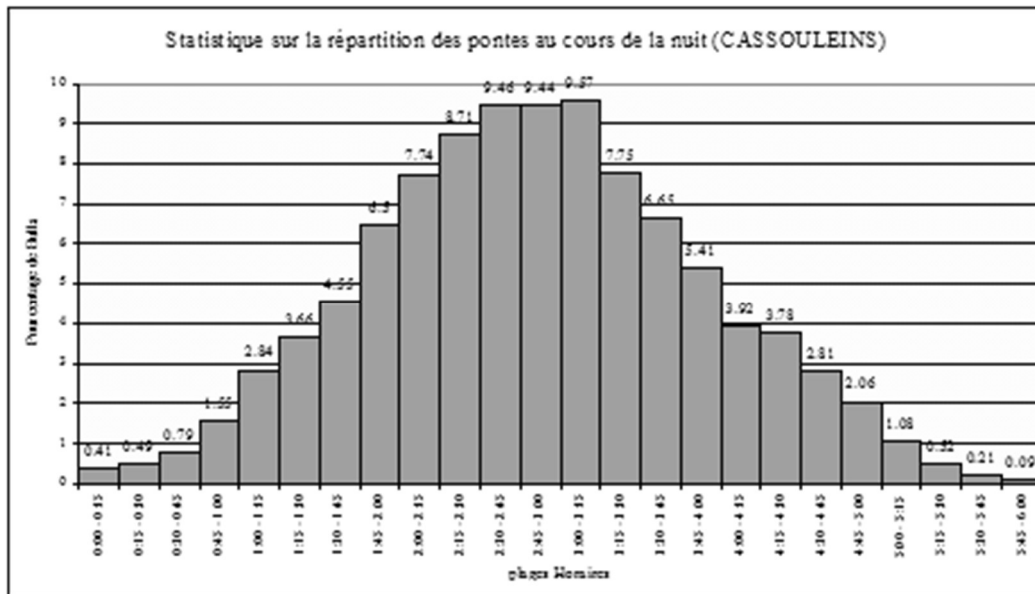


Figure 91 : Modèle statistique sur la répartition des pontes au cours de la nuit (CASSOULEINS, 1985)

Sur le bassin de la Garonne, le suivi de la reproduction de l'aloise s'effectue chaque année sur les rives de la Garonne (principalement) et du Lot à Aiguillon en collaboration avec la Réserve Naturelle de la Frayère d'Alose (RNFA). 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 92). 3 autres frayères secondaires sont également suivies. Des prospections sont également faites de manière très ponctuelle sur le tronçon court-circuité (TCC) de la Garonne (complexe Malause-Golfech) au niveau du seuil 5 et au droit du barrage de Malause.

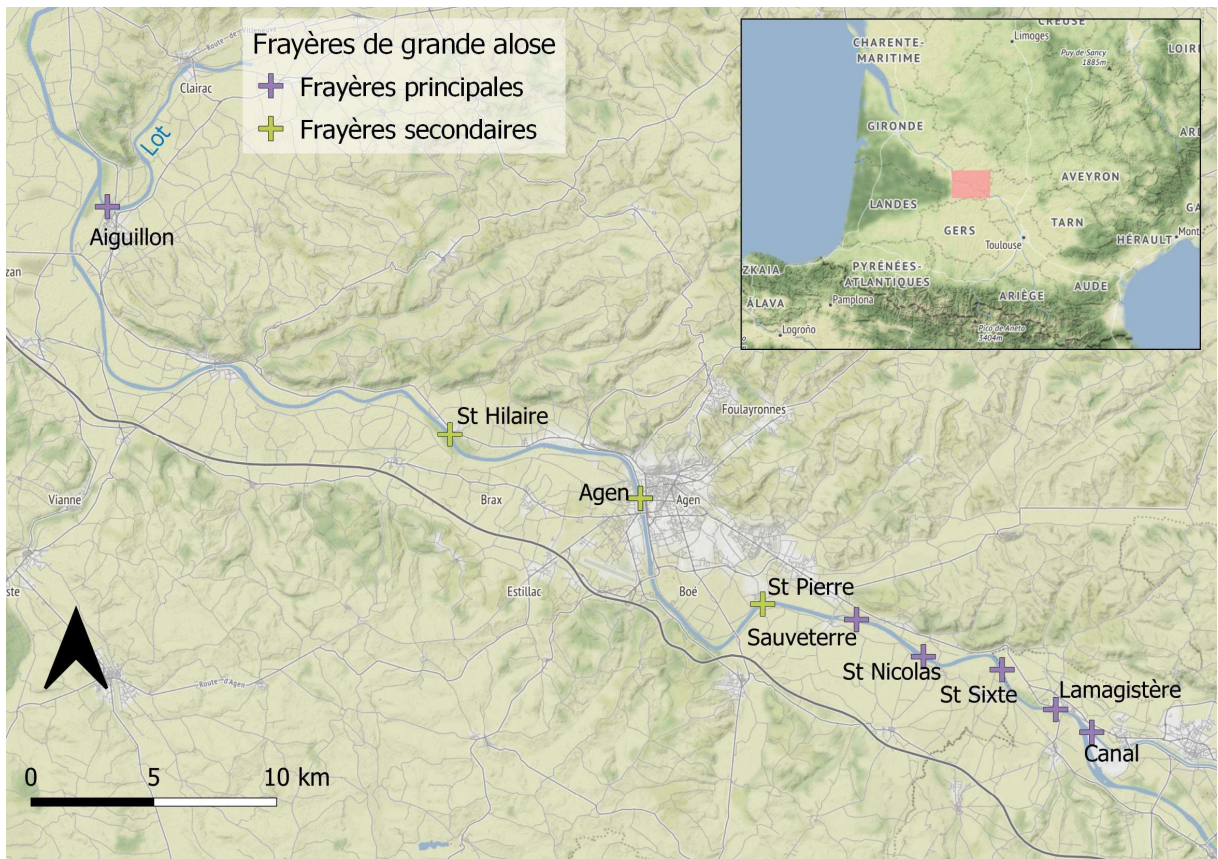


Figure 92 : Localisation géographique des zones de frayères en aval de Golfech sur la Garonne

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 à récupérer les enregistrements pour un dépouillement ultérieur. Cette technique est surtout utilisée pour le site du canal juste en aval de l'ascenseur sur trois points d'écoute (Figure 93). 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.

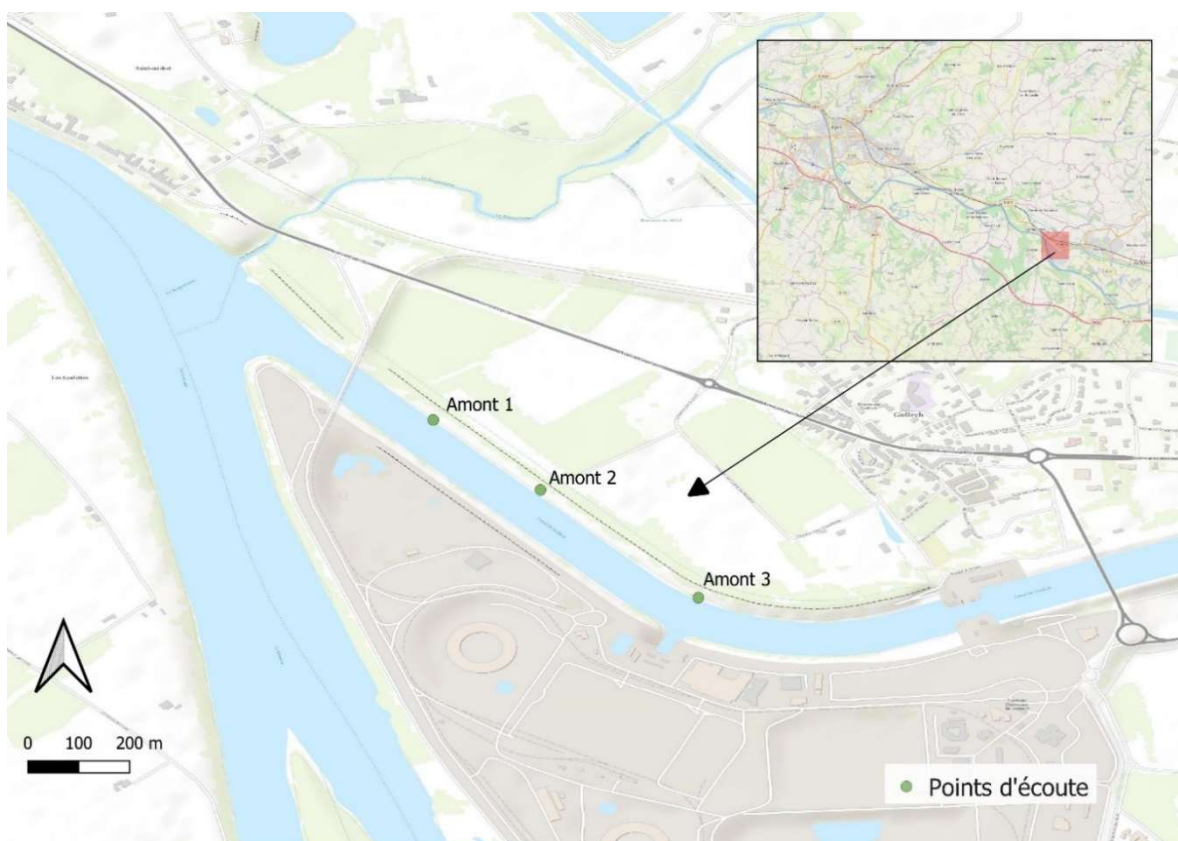


Figure 93 : Localisation des trois sites favorables à l'enregistrement des bulls

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.

Les premiers suivis (RNFA) ont débuté le 20 avril pour se terminer au 5 juillet. La première activité (8 bulls sur tous les sites confondus) a été observée lors de cette première nuit et la dernière le 27 juin (1 bull). Au total, 48 nuits (sur les 77 de la période de prospection) ont été suivies par la RNFA et MIGADO. Plusieurs sites sont prospectés par nuit par les différentes équipes. Ainsi, en moyenne 4h30 de présence par nuit ont été effectuées entre toutes les équipes sur le terrain. A cela se rajoute les enregistrements par la pose de micro.

Sites	Aiguillon	St Hilaire de Lusignan	Agen	Saint Pierre de Gaubert	Sauveterre Saint Denis	Saint Nicolas de la Balerne	Saint Sixte	Lamagistère	Canal de fuite	TCC
Nbre de nuits suivies	14	14	39	0	12	29	37	13	26	1

Figure 94 : Nombre de nuits suivies sur les différentes frayères d'aloses

Au total, 1076 $\frac{1}{4}$ d'heures ont été contrôlés en écoute directe entre 23h30 et 5h30, dont presque 80 % entre 00h45 et 4h00, 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. A cela se rajoute 279 $\frac{1}{4}$ d'heures d'enregistrement (69h45) répartis sur 2 sites en amont du pont du nucléaire et le site de Bonneau (frayère de St Sixte). Ils permettent de suivre de manière précise et simultanément l'activité de reproduction sur ces sites. Deux micros enregistreurs ont été utilisés cette année.

Cette année, 5 frayères ont été plus régulièrement suivies : Agen, Aiguillon, St Nicolas de la Balermie, St Sixte et le Canal de fuite. Cette dernière affiche un effort d'échantillonnage important en lien avec la pose d'enregistreurs.

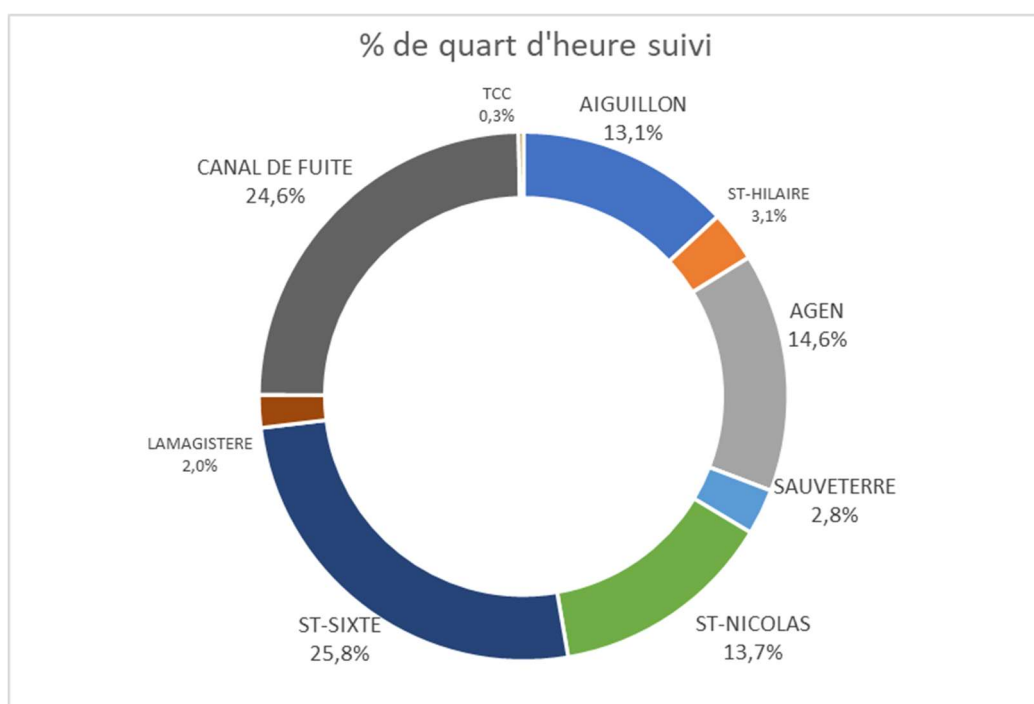


Figure 95 : Nombre de $\frac{1}{4}$ d'heure suivis sur l'ensemble des frayères de grande alose en 2023

La répartition de l'activité par $\frac{1}{4}$ d'heure propre à l'année 2023 a pu être établie et comparée à celle observée par Cassou-Leins dans le milieu des années 80. Cette année, 3 courbes ont été utilisées afin de suivre au mieux l'activité de reproduction (Figure 96).

- Période 1 : le début de saison du 20 avril au 8 mai ; la courbe montre un net décalage en début de nuit (1h du matin).
- Période 2 : le milieu de saison du 9 mai au 31 mai ; l'activité est tardive avec un décalage dans la nuit (3h15 du matin).
- Période 3 : la fin de saison du 1 juin au 5 juillet ; l'activité se situe plus en milieu de nuit vers 2h30.

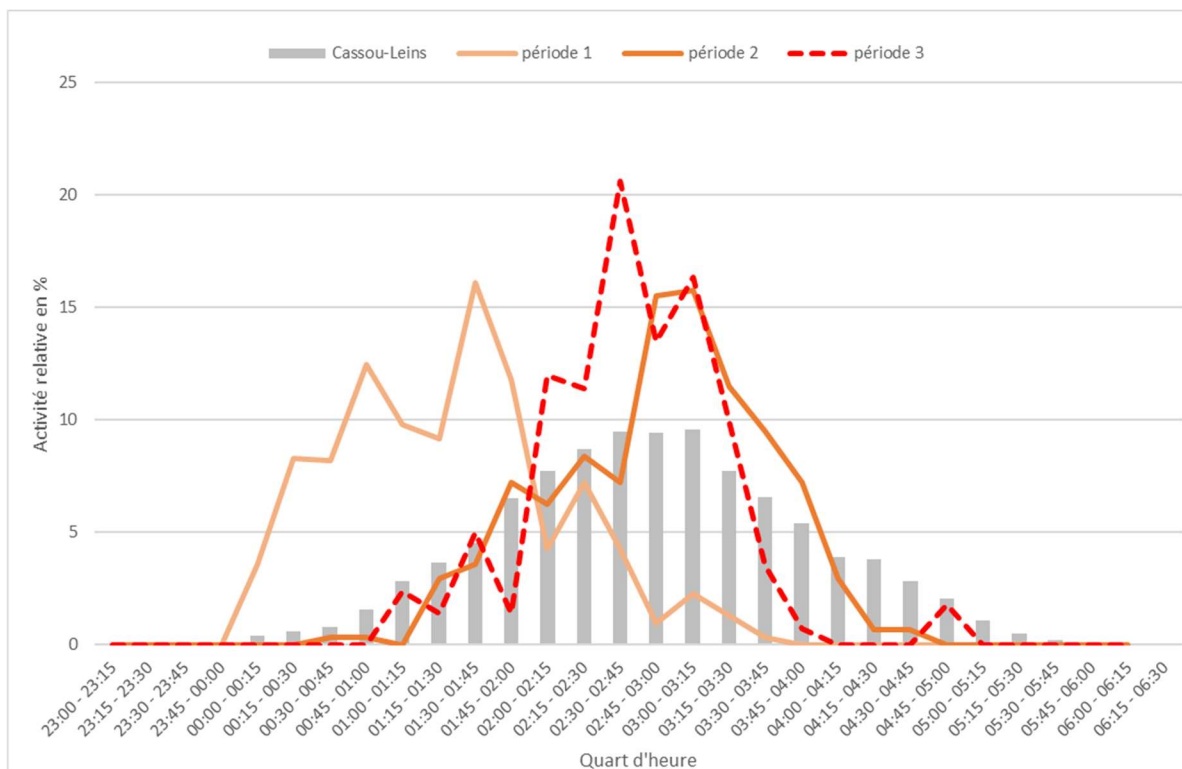


Figure 96 : Comparaison de la répartition nocturne de l'activité de ponte de la grande alose en 2023 au niveau des frayères en aval de Golfech avec celle estimée par Cassou-Leins en 1980

Au total, après extrapolation des données, **2 702 bulls** ont été estimés sur l'ensemble des frayères de la moyenne Garonne en 2023. Il est ensuite possible d'en déduire le nombre de géniteurs présents sur les frayères étudiées (G) à l'aide de la formule ci-dessous. Et 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 540 grandes aloses. En ajoutant ce nombre aux 291 aloses de la station de contrôle de Golfech, on obtient **831 géniteurs** sur la Garonne.

Sites	Aiguillon	St Hilaire de Lusignan	Agen	Sauveterre Saint Denis	St Nicolas de la Balerme	Saint Sixte	Lamagistère	Canal de fuite
Nbre de géniteurs	69	5	12	43	148	226	12	25

Figure 97 : Nombre de géniteurs en 2023 sur le Lot (Aiguillon) et la Garonne

Malheureusement, cette année encore, la migration à Golfech est la deuxième plus faible migration enregistrée depuis la mise en place de la station de contrôle avec seulement 291 individus. Ces faibles passages sont à mettre en relation avec les très faibles effectifs présent cette année sur la Garonne puisque que 2023 constitue également la deuxième plus faible reproduction observée en aval de Golfech depuis le début des suivis. Le peu de géniteurs s'étant essentiellement reproduit sur la frayère de St Sixte et de St Nicolas de la Balerne. Une petite quantité s'est également reproduit sur le Lot en aval d'Aiguillon en lien avec les assez forts débits de cette année.

Cette année est marquée hydrologiquement par 4 augmentations notables des débits au cours de la saison de reproduction (Figure 98). Des valeurs moyennes journalières supérieures au module à Lamagistère (386 m³/s) ont été observées très régulièrement tout au long du suivi. Ces augmentations de débits sont accompagnées par de nombreuses chutes de température qui stoppe l'activité de reproduction. Ces arrêts sont facilement observables dans la figure ci-dessous. D'autant plus que la température moyenne du mois de mai (16,5°C) peut être considéré comme plutôt basse vis-à-vis des conditions favorables à la reproduction (idéalement entre 18 et 22°C et avec une augmentation progressive des températures). Ainsi, les conditions de débits et de température ont été particulièrement défavorables à la reproduction cette année.

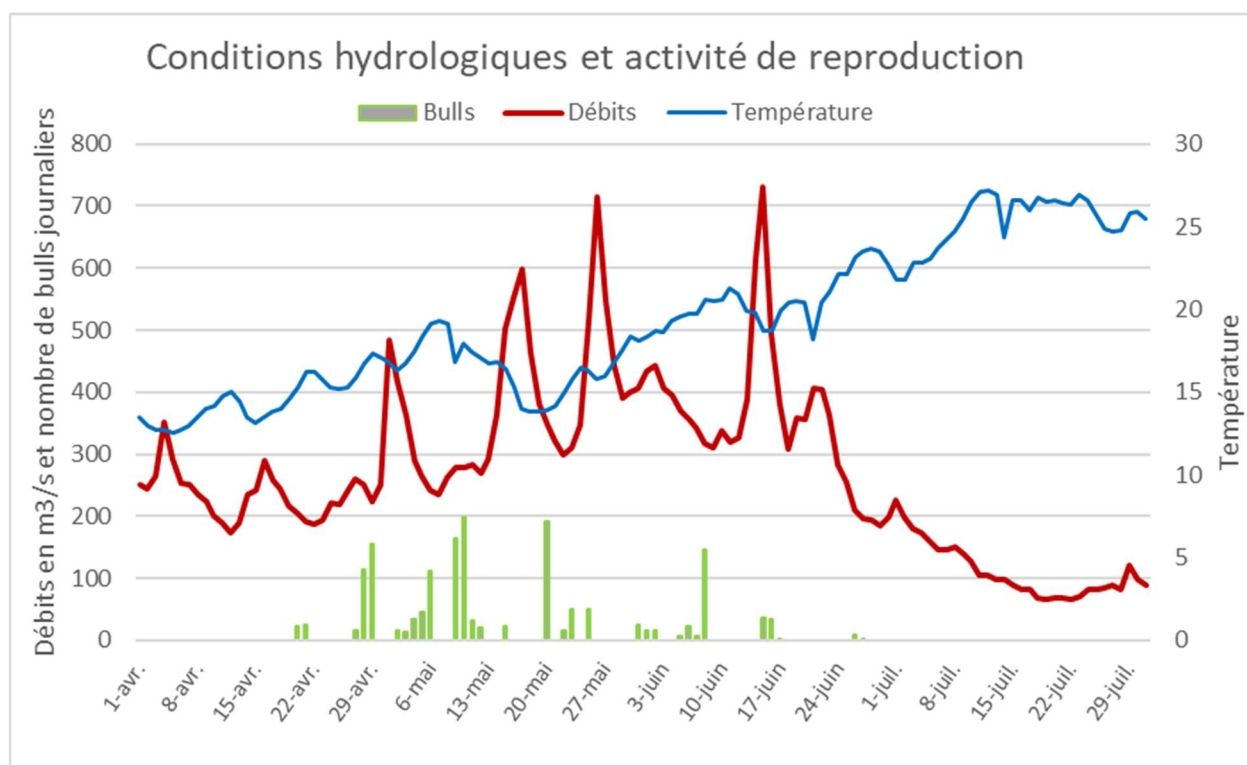


Figure 98 : Evolution des débits à Lamagistère (source HydroPortail) et de la température à Malause (source MIGADO) au cours de la saison en lien avec l'activité de reproduction

6.2.2 Evaluation de la prédation par le silure et pêches de régulations

En 2023, 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) ont été réalisées au niveau du canal de fuite de Golfech et sur les frayères de Sauveterre St Denis, St Nicolas de la Balerne. Au cours de l'analyse il est considéré que les années 2018, 2019 et 2020 constituent des années sans pêche. Effectivement même si des premières pêches ont été mises en place en 2018 et 2019, il s'agissait surtout de tests des engins sur un nombre restreint de frayères sur un temps limité. Les années 2021, 2022 et 2023 sont les années avec pêche. L'effort de pêche est relativement constant sur les frayères du Canal de fuite, St Nicolas de la Balerne et Sauveterre Saint Denis. Ainsi au vu du positionnement des verveux, la frayère de St Sixte située plus en amont de la zone de pêche est considérée comme site témoin sans pêche.

Site	Silures capturés en 2021	Silures capturés en 2022	Silures capturés en 2023	Total
Saint-Sixte	209	233	228	670
Golfech	353	592	718	1663

Figure 99 : Nombre de silures capturés aux abords des frayères. « Saint Sixte » correspondant donc aux frayères St Nicolas/Sauveterre et Golfech pour la frayère du canal de fuite.

De manière globale sur l'ensemble des frayères et sur l'ensemble des six années, la prédation moyenne observée lors des écoutes de bulls se situe autour de 8% (1942 attaques sur les 24 602 bulls entendus). Elle varie selon les frayères de 3% à Saint Nicolas et Sauveterre, 5,4% à Saint-Sixte à 15% dans le site du canal de fuite. Il semblerait que l'importance des attaques soit liée au nombre de géniteurs présents, c'est à dire plus il y a de grandes aloses présentes sur la frayère et plus les attaques de bulls sont nombreuses.

On ne remarque pas d'effet majeur de la pression de pêche car effectivement le site du Canal de fuite où le nombre de silures enlevé est le plus important (1663 sur 3 ans) présente paradoxalement le plus grand pourcentage d'attaques.

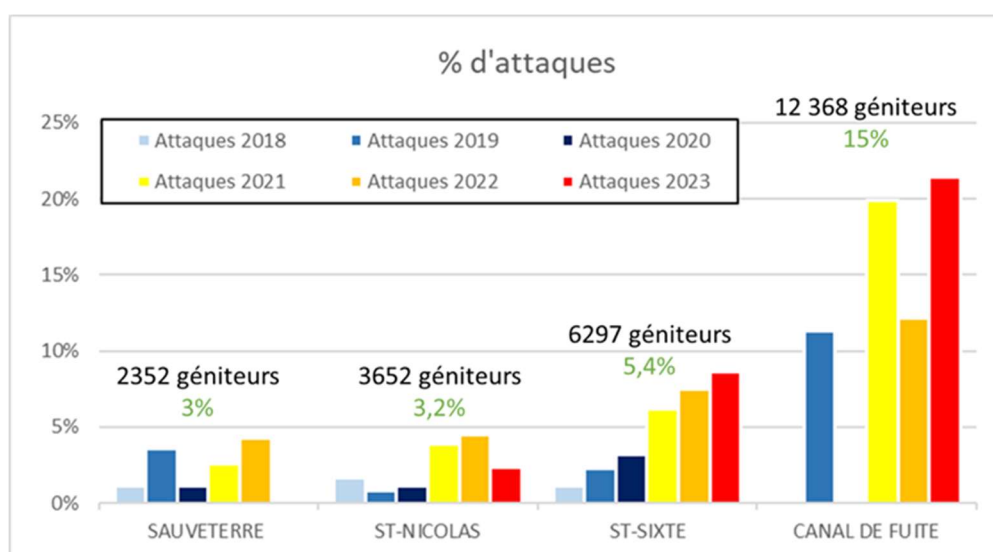


Figure 100: Pourcentage d'attaque en fonction des sites et des années. En noir au-dessus des histogrammes : nombre de géniteurs cumulé sur les 6 ans. En vert : pourcentage moyen d'attaques

L'observation des pourcentages d'attaques entre la première période considérée sans prélèvement (2018-2020) et la deuxième avec pêche (2021-2023) montre une augmentation de la prédation sur tous les sites entre la première et la deuxième période. Ceci est en contradiction avec les résultats escomptés. Ainsi on s'aperçoit comme précédemment que la prédation a augmenté lors de la deuxième période certainement en faveur d'un nombre de grandes aloses présentes sur frayère plus important. Autrement dit l'influence du nombre d'individus de grande alose est potentiellement supérieure à l'impact des prélèvements sur la prédation.

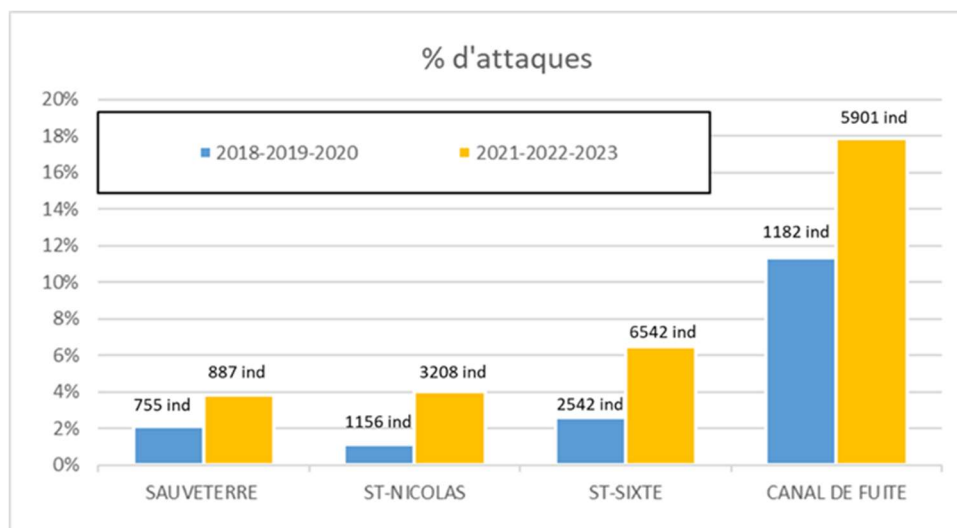


Figure 101 : Pourcentage d'attaque en fonction de la période. En bleu : première période sans prélèvement. En jaune : deuxième période avec prélèvement. Les chiffres en noir au-dessus des histogrammes correspondent au nombre de grandes aloses en reproduction sur la période considérée.

Il est également possible d'observer l'évolution de la prédation au cours de la période de reproduction. Effectivement il est fréquent que la période de reproduction s'étale de la mi-avril jusqu'à la fin juillet. Il est donc possible de réaliser une analyse dichotomique de la prédation sur la période avril-mai puis juin-juillet et uniquement sur les années présentant de la pêche de régulation (2021-2023). Concernant le jeu de données en question on s'aperçoit que sur 3 sites sur 4 la prédation augmente au cours de la saison. C'est une tendance qui avait déjà été observée dans l'étude de 2019 réalisée à Golfech. Il est peut-être à mettre en lien avec une adaptation progressive des silures au cours de la saison à venir sur les frayères afin de prédateur les aloses lors de la reproduction. Ainsi sur la frayère de St Nicolas et du Canal de fuite malgré les prélèvements la prédation augmente au cours de la saison. Seule la frayère de Sauveterre également concernée par la pêche montre une tendance inverse. Il est donc possible d'envisager un effet de la pêche sur ce secteur. Les données de pêches montrent un nombre de captures proche sur les 3 années de prélèvements, cependant une tendance significative à la baisse des tailles des silures est quand même observée sur ce secteur (177 cm en 2021 à 156 cm en 2023).

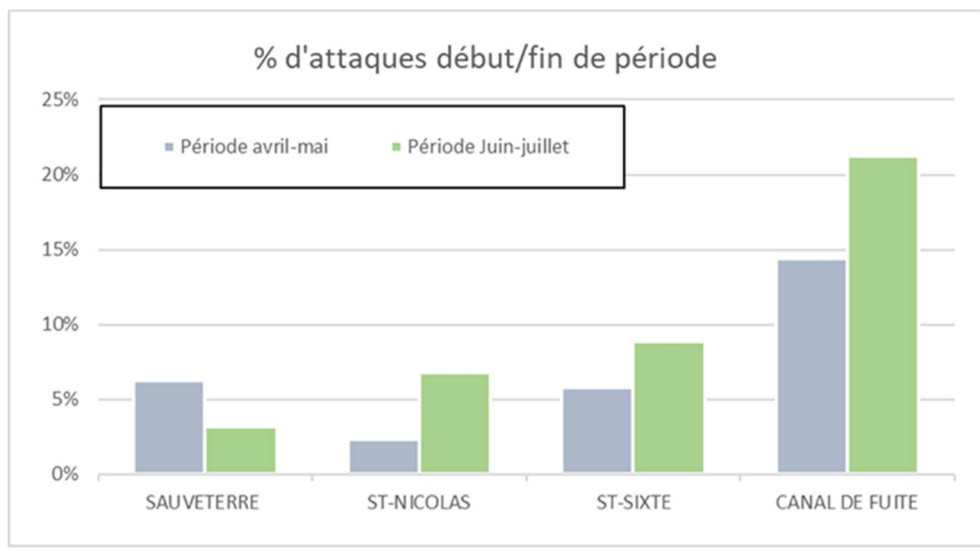


Figure 102 : Évolution du pourcentage d’attaques en fonction de la saison (début de saison en gris et fin de saison en vert).

La baisse du pourcentage de ces très gros silures capturés à « Saint sixte » ne semble donc pas se traduire par une baisse locale sur les attaques de « bulls » d’aloses.

Concernant ces attaques, deux points sont à nuancer. Le premier correspond au fait que la comptabilisation de l’attaque d’un bull n’est pas forcément synonyme de la prédation de l’alose par le silure. Effectivement il est pour l’instant impossible de connaître le succès de l’attaque, les conditions de vision sous la surface étant trop limitées. Néanmoins même si la prédation n’a pas lieu, il n’en demeure pas moins que l’acte de reproduction est stoppé. Le second point à nuancer est que l’évaluation de la quantité de bulls attaqués se base sur des bulls entendus avec une sous-estimation des attaques réelles comme expliqué précédemment.

La proportion des attaques étant directement liée tout d’abord au nombre de bulls et dans un second temps au site, la comparaison inter annuelle de la prédation est donc soumise à la variabilité de la population de grande alose. Celle-ci ayant variée de près d’un facteur 30 entre 2023 et 2021. De manière plus spécifique, certaines frayères comme celle du Canal peuvent être complètement délaissées (2018 et 2020) certaines années alors que la prédation y est très forte quand de la reproduction est observée.

De manière générale on observe ainsi une accentuation des attaques au niveau de la frayère du Canal avec des valeurs systématiquement au-dessus de 10% alors qu’elles sont plus proches des 5% sur les frayères plus en aval. Ceci est peut-être à mettre en lien avec la configuration du site c’est-à-dire à l’aval immédiat d’un ouvrage avec une grande profondeur d’eau. Les sites plus en aval correspondent davantage à une frayère naturelle c’est-à-dire une accélération de courant en amont d’un radier avec de faibles profondeurs d’eau. Sur la Dordogne, cette année (2023) une analyse plus fine de 5400 bulls enregistrés lors de la reproduction a montré un taux de prédation légèrement supérieur à 5%. Sur cet axe, les frayères étudiées présentent également un profil relativement naturel comme celles de St Sixte, St Nicolas ou Sauveterre.



Figure 103 : Rassemblement de silures en surface sur une frayère d'aloses pendant la période de reproduction des aloses

6.2.3 Population de grandes aloses du bassin Garonne/Dordogne

L'alose présentant un homing de bassin, elle doit être gérée à l'échelle du bassin Garonne-Dordogne. Sur la Dordogne, cette année, 35 individus ont franchi Tuilières qui se rajoutent aux 13 684 individus en reproduction sur le secteur aval Tuilières.

Ainsi, les résultats de 2023 donnent une estimation du stock reproducteur à **14550 géniteurs**. On note ainsi une nette différence de fréquentation entre les deux axes cette année avec une reproduction beaucoup plus intense sur la Dordogne. En bilan, la population de grandes aloses sur le bassin Garonne/Dordogne en 2023 se situe dans la moyenne des 5 dernières années avec 16 000 géniteurs. 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.

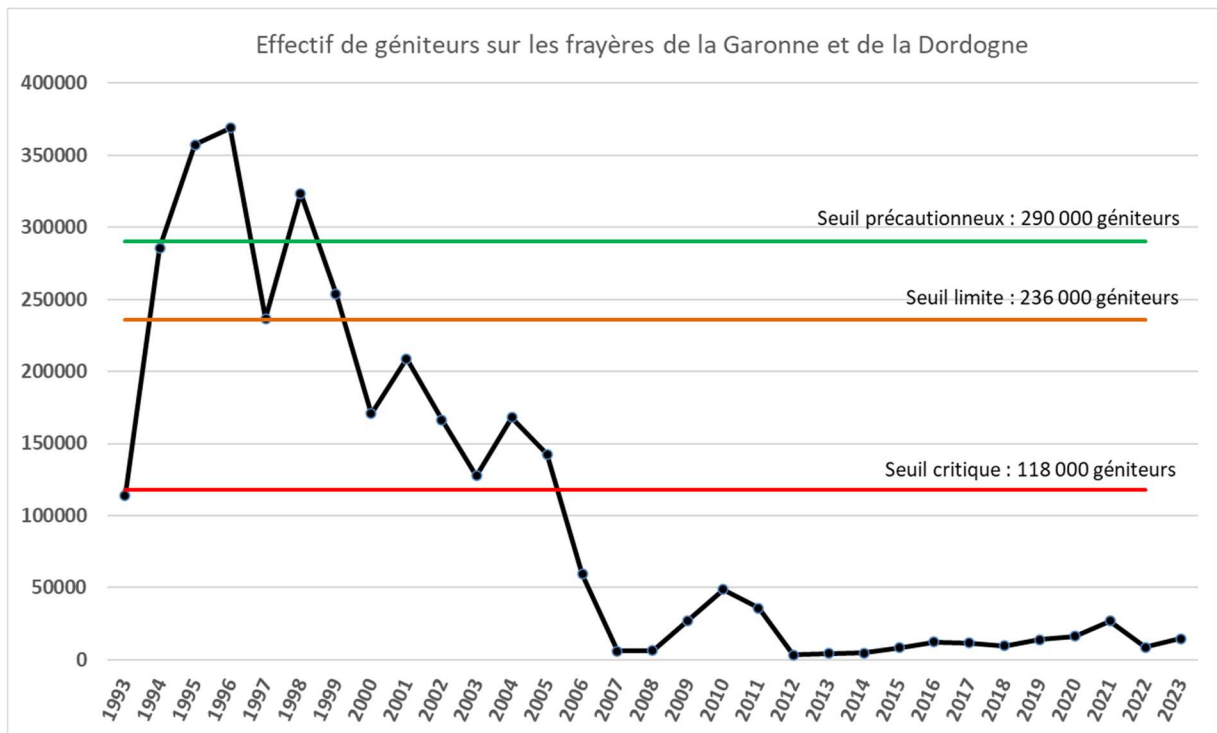


Figure 104 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin Garonne/Dordogne entre 1993 et 2023

La Figure 104 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 18 ans largement en dessous du seuil critique de 118 000 individus, seuil basé sur la relation stock-recrutement (S-R) définie par Rougier (2010).

6.3 Les anguilles

La migration des anguilles a été suivie à l'usine hydroélectrique de Golfech ainsi qu'au barrage de Malause. Les individus détectés à Malause ont emprunté le tronçon court-circuité de Golfech et franchi les 5 seuils. Il paraît donc intéressant de comparer la fréquentation de ces deux sites ainsi que la taille des individus migrants.

6.3.1 Rythmes de migration entre Golfech et Malause

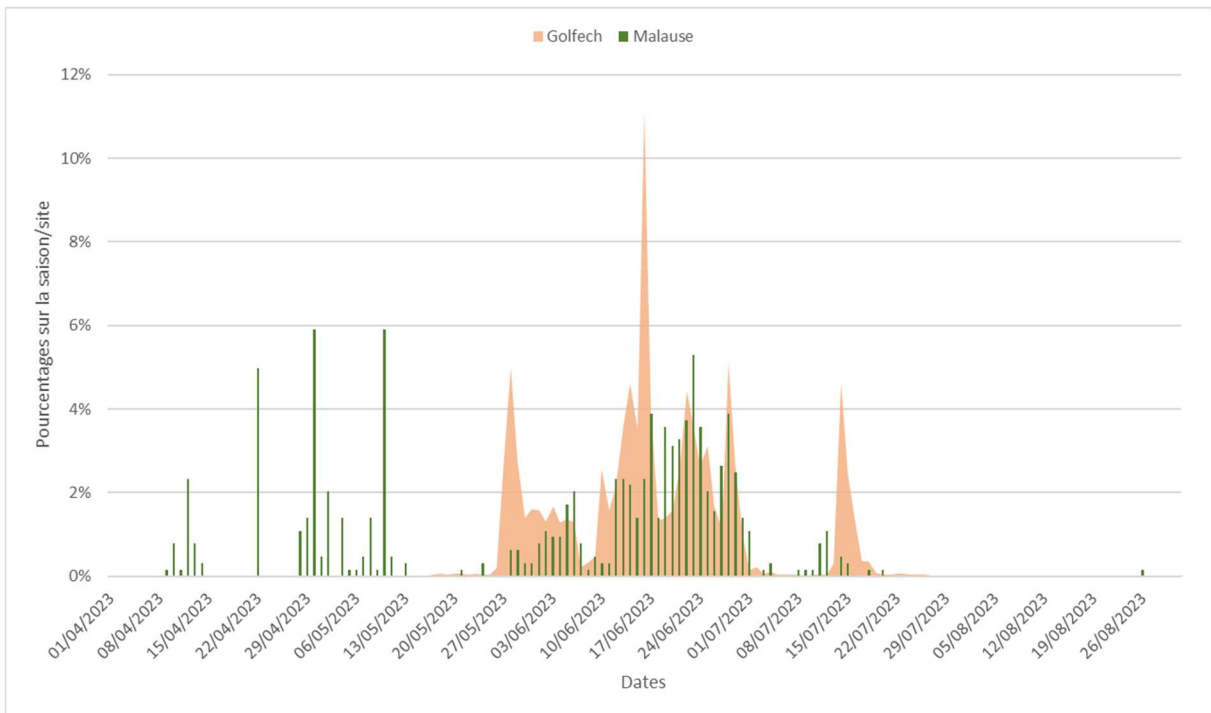


Figure 105 : Rythmes de migration des anguilles à Golfech et à Malause en 2023

La Figure 105 fait état de la représentativité des passages journaliers d'anguilles à Golfech et à Malause au cours de la saison 2023. A partir du 27 mai, date des premiers franchissements significatifs à Golfech, les pics de migration apparaissent similaires sur les deux sites avec un décalage de 2 semaines et dans des proportions différentes. En revanche, l'activité était beaucoup plus précoce à Malause avec des passages réguliers entre le 10 avril et le 13 mai alors que très peu d'anguilles étaient enregistrées à Golfech dans le même temps (136 entre le 8 et le 13 mai).

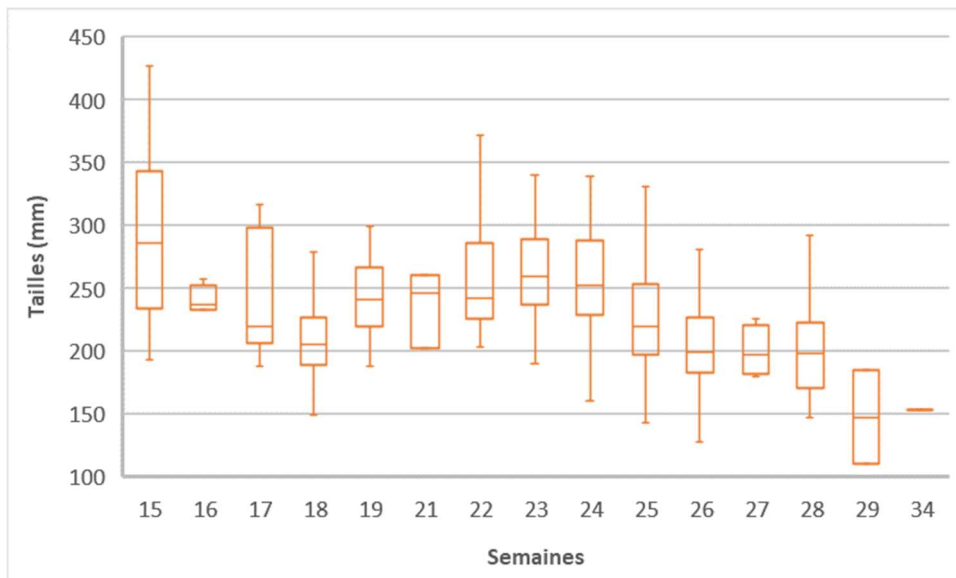


Figure 106 : Evolution des tailles d'anguilles au cours de la saison 2023 à Malause

La Figure 106 présente l'évolution des tailles des anguilles mesurées à Malause au cours de la saison 2023. Leur taille plutôt supérieure à la moyenne de la saison lors des premières semaines conforte l'hypothèse selon laquelle ce comportement précoce à Malause pourrait être attribué à des individus bloqués au pied du barrage depuis plusieurs années.

6.3.2 Comparaison des classes de tailles entre Golfech et Malause

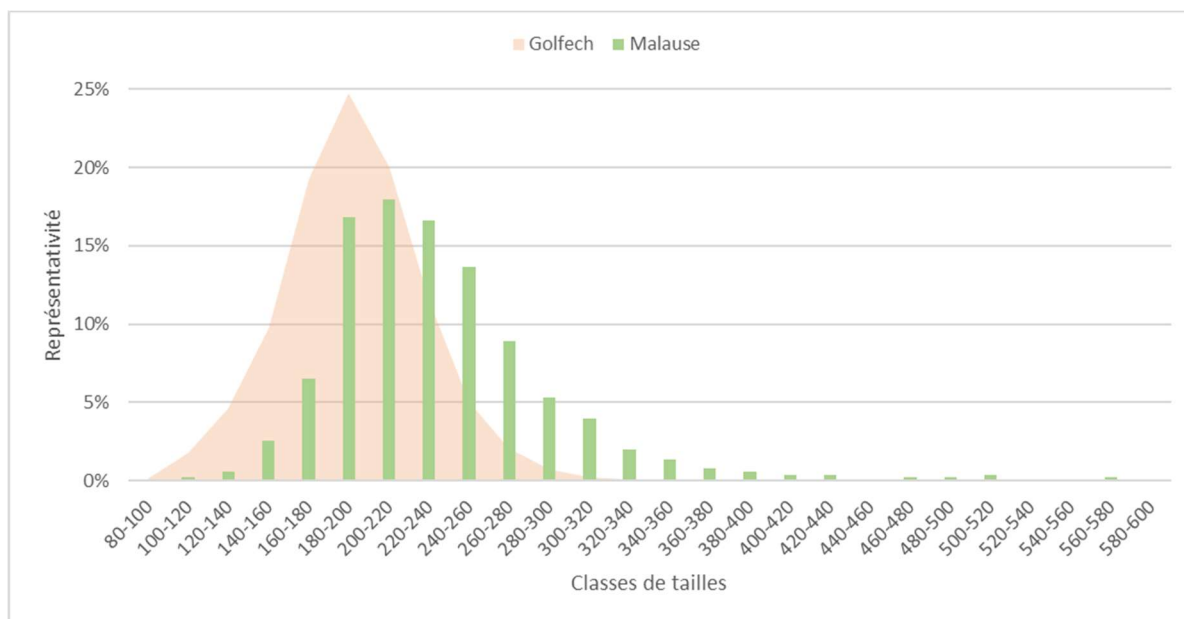


Figure 107 : Répartition des classes de tailles d'anguilles entre Golfech et Malause en 2023

Après réajustement des tailles obtenues via le compteur automatique de Golfech, il apparaît que les classes de tailles les plus représentées à Malause sont légèrement supérieures à celle de Golfech. Ces résultats sont très probablement dus à la difficulté de détection des petits individus à Malause (à l'acquisition et au dépouillement) en raison de la conception même de l'ouvrage et renforcée par la mauvaise visibilité au vidéo-contrôle en raison de l'encrassement des vitres lié à un mauvais fonctionnement des nettoyeurs automatiques.

6.4 Le silure

	Golfech	Malause	Bazacle	Carbonne
Moyenne 2000-2022	510		21	16
2023	777	268	179	93

Figure 108 : Comparaison de la moyenne des passages de silures entre 2000-2022 et des passages observés en 2023 sur les stations de contrôle à la montaison de la Garonne

Au regard des passages historiques, l'année 2023 présente un nombre de silures comptabilisés à Golfech légèrement supérieur à l'historique tout en restant relativement stable tandis qu'au Bazacle le nombre d'individus contrôlés est 8,5 fois supérieur à la moyenne historique et 5 fois supérieur à Carbone.

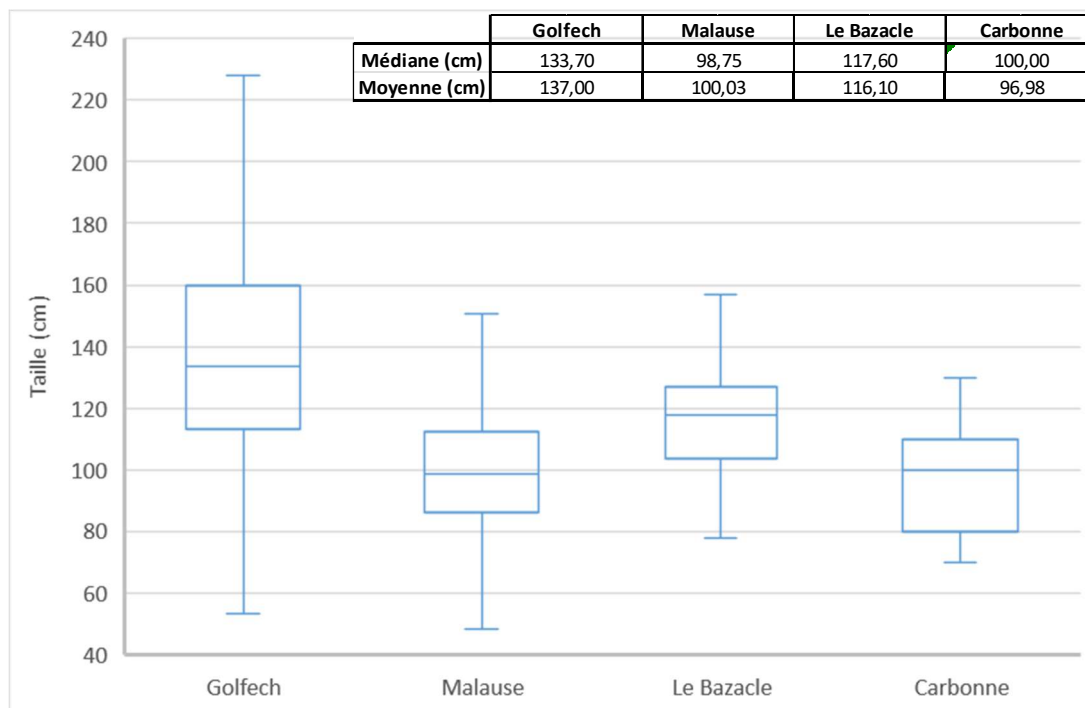


Figure 109 : Tailles des silures contrôlés aux vitres des stations de contrôle à la montaison de la Garonne en 2023

Bien que les sites de Golfech et Malause soit très proches géographiquement parlant, le contexte au pied des deux ouvrages est radicalement différent. Ainsi, on observe une différence de tailles entre les sites avec des tailles d'individus plus faibles à Malause qui peut s'expliquer par l'évacuation d'un stock présent à l'aval.

En remontant sur le bassin, la taille des individus observés diminue selon un gradient d'éloignement à l'estuaire. Ces différences de tailles s'expliquent par la température de l'eau, plus faible en amont, qui limite la croissance des silures.

6.5 Les holobiotiques

6.5.1 Diversité spécifique

Sur l'ensemble du bassin de la Garonne, après regroupement des 4 stations de contrôle, ce sont 39 espèces différentes (5 migratrices et 34 holobiotiques) qui ont été observées entre 1993 et 2023 (Figure 110).

	Gofech	Malause	Le Bazacle	Carbonne	Nombre d'espèces différentes total
Nombre d'espèces 93-2023	32	19	18	24	39
Nombre d'espèce maximum pour une année entre 93 et 2022	28	19	18	24	
Nombre d'espèces 2023	22	16	11	11	23

Figure 110 : nombre d'espèces différentes observées par station

Sur la station de Golfech, depuis le début des suivis en 1993, 32 espèces différentes ont été observées avec un maximum de 28 espèces en 2022 lié au système d'acquisition plus performant que les années précédentes. En 2023, 22 espèces ont été contrôlés. A Malause 16 espèces ont été observées contre 19 l'année précédente (ouverture de la passe en 2022).

Au niveau du Bazacle, à Toulouse, 18 espèces différentes ont pu être comptabilisées depuis 1993. La diversité maximum annuelle est également de 18 espèces (en 1996) pour une moyenne de 13 espèces par années. En 2023, 11 espèces ont été observés.

A Carbonne, comme au Bazacle, le nombre d'espèce différentes comptabilisées sur une année et sur l'ensemble de la période de suivi est le même et s'élève à 24 espèces. Le nombre d'espèce moyen par année est lui de 14 espèces, avec un nombre de 23 espèces observés cette année.

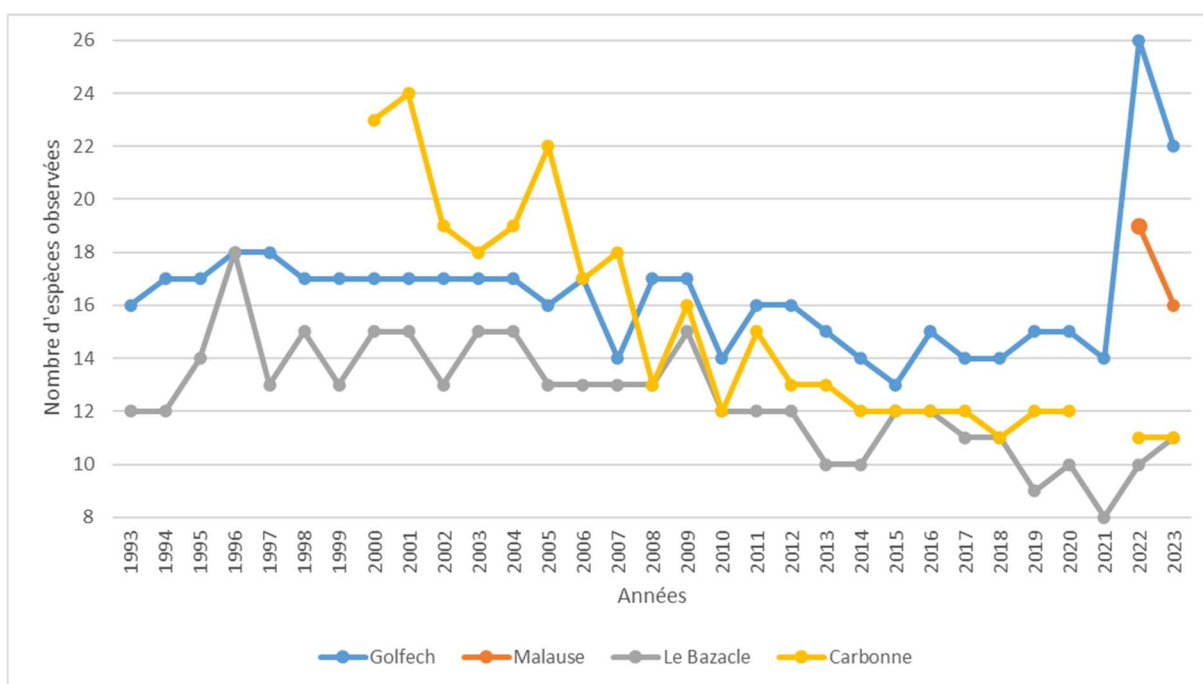


Figure 111 : Evolution de la diversité spécifique observée au niveau de chaque station de la Garonne sur la période 1993 - 2023

L'évolution du nombre d'espèces observée sur les stations semble montrer une tendance à la disparition de certaines espèces, ce constat semble d'autant plus important sur l'amont de la Garonne. Cependant, une perte de diversité n'est pas nécessairement négative et dépend des espèces impactées (natives ou introduites). Ce constat est moins important sur Golfech et Malause et ce en raison du nouveau système d'acquisition qui permet de mieux déterminer les espèces.

6.5.2 Espèces dominantes et abondance

Les 5 espèces dominantes au sein des espèces holobiotiques ont été extraites des données recueillies depuis 2000 sur l'ensemble des stations.

	GOLFECH	BAZACLE	CARBONNE
Ablette	73%	81%	49%
Barbeau	2%	10%	8%
Brème	18%	5%	1%
Chevesne	2%	1%	
Gardon	4%	4%	
Goujon			15%
Toxostome			13%
Total	98%	100%	87%

Figure 112 : Représentativité des 5 espèces dominantes au sein des holobiotiques depuis le début des suivis.

De Golfech au Bazacle, les espèces les plus observées sont identiques. En revanche à Carbone, si les trois espèces principales sont les mêmes que sur les autres sites, les chevesnes et les gardons ne représentent pas une grosse proportion des observations, ils sont remplacés par les goujons et les toxostomes. A noter qu'aucune de ces sept espèces n'a été introduite.

L'évolution de l'abondance de ces espèces peut être utilisées comme un indice afin de déceler une tendance générale de l'évolution de l'abondance des espèces holobiotiques à différents niveaux de la Garonne et ainsi donner une idée de l'état général des populations.

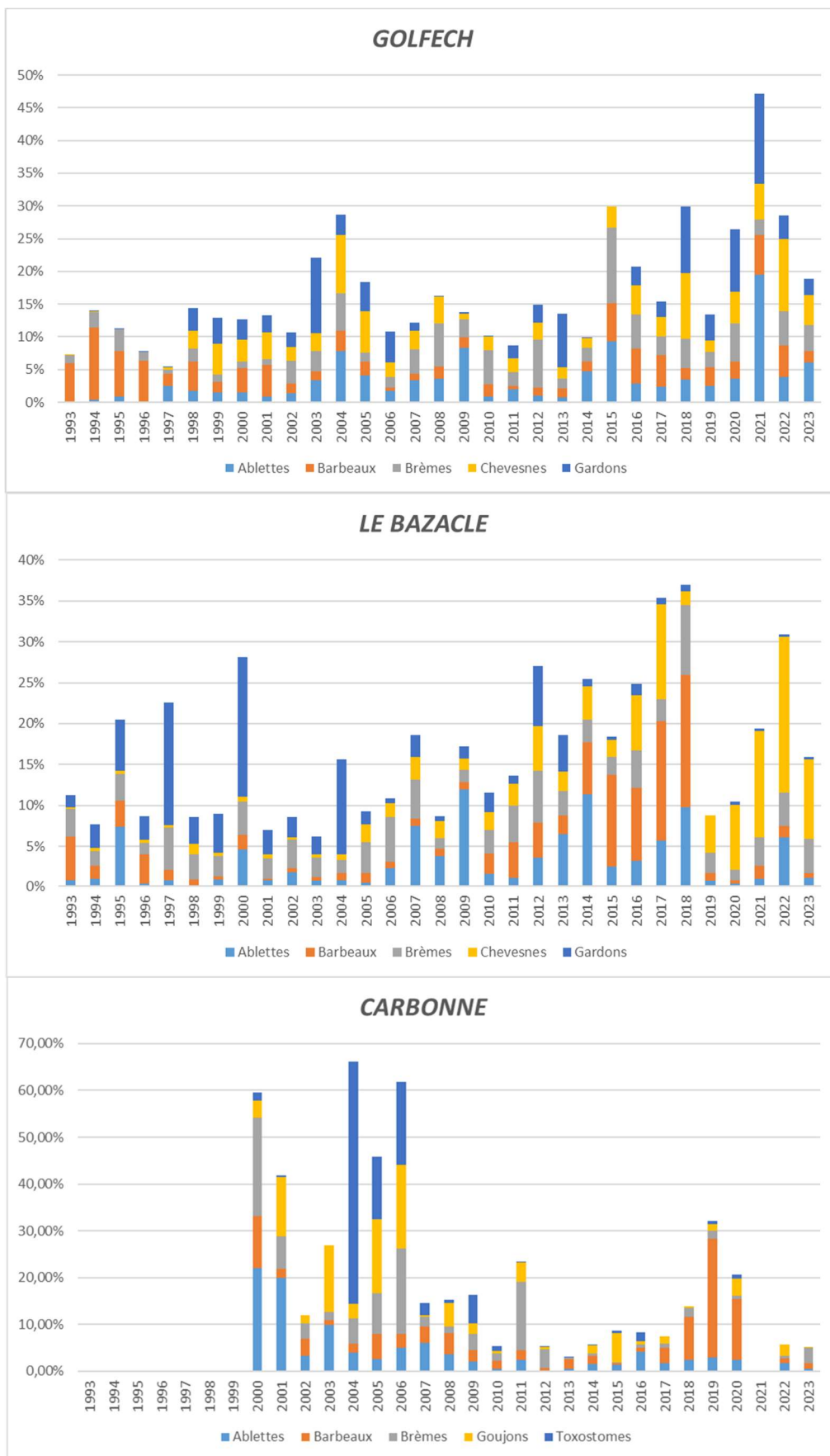


Figure 113 : Evolution de l'abondances des 5 espèces les plus représentées sur chaque station entre 1993 et 2023 (à partir de 2000 pour Carbone)

La Figure 113 montre l'évolution du rapport à la moyenne des 5 espèces dominantes contrôlées aux différentes stations chaque année. Au niveau de **Golfech**, une grande variabilité interannuelle est observée mais aucune tendance ne se dessine quelle que soit l'espèce considérée. Au global, les populations semblent en légère hausse depuis 2015 par rapport à la moyenne historique.

Au **Bazacle**, on observe une diminution progressive des gardons au profit des chevesnes tandis que les populations de brèmes semblent stables. Le barbeau, qui était bien représenté dans les années 2010 a vu sa représentativité diminuer de façon importante à la vitre de contrôle. L'ablette, quant à elle, semble avoir un comportement atypique et cyclique depuis 2006, uniquement observé sur ce site. En effet, on observe depuis cette année-là une augmentation des effectifs contrôlés durant 4 années puis une chute brutale. Ce cycle a été observé à 3 reprises. Cependant, à chacun des « cycles », une tendance à la diminution est observée.

A **Carbonne**, on observe une diminution importante de l'ensemble des populations depuis 2007 et certaines espèces, comme le barbeau, qui semblait reprendre de l'importance entre 2014 et 2019 se sont finalement à nouveau affaiblies. A noter toutefois qu'en 2021, la station n'a pas fonctionné et qu'en 2022 elle a fonctionné très peu de temps comparativement aux années précédentes. Au global, les populations semblent être en difficulté depuis la fin des années 2000.

A noter, que ce document traite pour chaque site des poissons contrôlés dans le système de franchissement et que le fonctionnement ou la disponibilité de celui-ci peut différer d'une année à l'autre et donc impacter les effectifs annuels.

6.5.3 Période d'observations

L'abondance des espèces à elle seule ne permet pas d'illustrer les déplacements parfois importants des holobiotiques, les périodes de déplacement apportent également des informations. Ainsi, les périodes d'observations des 5 espèces considérées comme dominantes sur chacun des sites ont été étudiées.

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
GOLFECH	1993-2022	0,02%	0,05%	0,82%	5,51%	11,15%	15,51%	19,73%	15,50%	22,55%	7,43%	1,60%	0,13%
	2023	0,02%	0,21%	0,46%	1,92%	14,63%	27,12%	31,52%	13,44%	10,51%	0,11%	0,06%	0,00%
LE BAZACLE	1993-2022	0,00%	0,00%	0,60%	1,35%	2,51%	8,75%	15,54%	11,19%	49,12%	10,54%	0,38%	0,00%
	2023	0,00%	0,00%	0,51%	6,48%	4,82%	2,92%	25,13%	14,21%	32,69%	12,62%	0,33%	0,28%
CARBONNE	1993-2022	0,02%	0,06%	0,05%	0,15%	2,67%	6,39%	27,37%	13,42%	25,02%	21,56%	3,11%	0,18%
	2023	0,00%	0,00%	1,87%	8,15%	4,27%	0,00%	15,76%	19,03%	25,71%	21,54%	3,67%	0,00%

Figure 114 : Période d'observation des espèces holobiotiques à Golfech, au Bazacle et à Carbonne entre 1993 et 2023

Les périodes d'observations d'holobiotiques semblent comparables aux observations historiques sur l'ensemble des sites. On notera toutefois de faibles proportions d'observations en 2023 à partir du mois de septembre à Golfech, ces chiffres étant directement liés au fonctionnement de l'ascenseur (en panne à partir de mi-septembre).

L'absence de pourcentages en juin à Carbonne ne correspond pas à une absence d'individus mais au passage d'espèces non dominantes sur le site (anguilles, chevesnes et silures) et donc non considérées dans ce tableau.

CONCLUSION

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

En 2023, les ouvrages de franchissements ont fonctionné quasiment à 100 % du temps pendant la période de migration (février – juillet) exceptés les quelques arrêts du fait des légères crues au mois de d'avril est mai.

Durant l'année 2023, 20 espèces différentes ont été recensées dont 3 grands migrateurs amphihalins (saumon, anguille, grande alose). Les systèmes de video-contrôle Hizkia installés à Golfech et à Malause permettent d'optimiser la visualisation des espèces et le dépouillement à distance des séquences enregistrés même si à Malause, la qualité des images est dégradée par moment du fait de mauvais réglages du nettoyeur de vitre automatique, problèmes qui seront résolus en 2024. Il est également important de signaler que la diversité spécifique a tendance à diminuer sur les stations du Bazacle et de Carbonne depuis la mise en service des stations de contrôle (1993 pour Bazacle et 2000 pour Carbonne).

Les effectifs de grandes alooses sur le site de Golfech sont très faibles (291), représentatifs d'une très faible fréquentation de l'espèce sur l'axe Garonne puisque l'estimation du stock reproducteur en aval de Golfech est de 831 individus sur l'ensemble des frayères de de la Garonne. Les résultats de 2023 donnent une estimation du stock reproducteur à l'échelle du bassin Garonne Dordogne de **14550 géniteurs dont la majorité sur l'axe Dordogne**. Ainsi, ce stock reproducteur est dans la moyenne des 5 dernières années avec 16 000 géniteurs. 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.

Les effectifs de saumons contrôlés à Golfech/Malause s'effondrent en 2023 avec seulement 17 individus (14 à Golfech, 3 à Malause) comparés à la moyenne de ces 20 dernières années (125 individus en moyenne sur la période 2003-2022). Cette violente chute des effectifs a été observée sur l'ensemble des bassins français en 2023, notamment sur la Dordogne, la Loire et le bassin de l'Adour. Sur ces 17 saumons, 2 ont été transportés sur l'Ariège pour permettre de favoriser la reproduction naturelle sur ce bassin, 2 transportés au centre de reconditionnement de Bergerac, et 6 ont été marqués (télémétrie) puis lâchés à l'aval de Golfech dont 2 ont franchi le complexe Golfech/Malause (1 par Golfech et 1 par Malause). Ainsi, 9 individus ont transité sur le tronçon Amont Golfech/Malause – Bazacle (4 non piégés à Golfech, 3 à Malause et 2 marqués repassés en amont). Parmi ces individus, 5 saumons ont franchi le barrage du Bazacle à Toulouse dont 1 marqué, soit 56 % des effectifs contrôlés à Golfech/Malause. Ainsi, en 2023, ce sont 7 saumons sur les 17 qui ont la possibilité de se reproduire (5 au Bazacle + 2 transportés) soit 41 % des effectifs. Ces chiffres sont anecdotiques aux regards des effectifs, et bien éloignés des objectifs de restauration de cette population sur l'axe. Enfin, l'étude des conditions de migration des saumons sur la Garonne s'est poursuivie en 2023 et malgré le faible nombre de poissons marqués (6), leur comportement au droit de Golfech ont permis d'obtenir quelques informations supplémentaires pour optimiser le système de franchissement, notamment en proposant d'améliorer les écoulements dans l'enceinte de l'ascenseur à poissons et en gérant l'ouvrage en alternant l'ouverture des entrées en fonction du fonctionnement des groupes de l'usine hydroélectrique. Du fait du faible nombre d'individus marqués et de l'importance de compléter le jeu de données, il est proposé de poursuivre une année des plus l'étude de radiotélémétrie. Les enjeux sont considérables, le bon franchissement de Golfech/Malause conditionnant en partie la réussite du plan de restauration du saumon sur la Garonne.

En 2023, ce sont 253544 anguilles qui ont été comptabilisées comme ayant franchi la rampe spécifique de Golfech. D'après les études des années précédentes sur ce site, 10 %

d'anguilles auraient franchi l'obstacle par l'ascenseur à poissons : 17170 individus. Ainsi, il a été estimé à **264000 le nombre d'anguilles ayant franchi l'ouvrage de Golfech en 2023**, soit, et de loin, la meilleure année de migration. Par ailleurs, près de 90 % ont pu être mesurés sans manipulation grâce au système de comptage automatique mis en place sur la station depuis 2 ans (Hizkia). A Malause, seulement 663 individus ont été observés lors de cette deuxième année de contrôle, effectif très faible comparé à 2022 où 9000 anguilles avaient été comptabilisées. Au-delà des résultats, les effectifs sur ce site en 2023 sont certainement sous évalués du fait de la qualité d'observation (turbidité, mauvais nettoyage des vitres)

Aucune lamproie n'a été contrôlée à Golfech en 2023 et cette absence de lamproies depuis maintenant plus de 10 ans est très alarmante. Les résultats des mesures de transferts d'individus, réalisés depuis 2021 sur le bassin du Ciron sont encourageants mais ne suffiront pas à eux seuls de préserver cette espèce. D'autres mesures doivent accompagner ces transferts, notamment en permettant aux lamproies marines de se reproduire dans de bonnes conditions sur les axes principaux en aval des premiers barrages. Les transferts d'individus sur les zones de reproduction seront reconduits en 2024 sous couvert d'un arrêté de pêche expérimentale, la pêche commerciale et de loisirs devant être interdite en 2024. Pour rappel, l'espèce a été déclassée en espèce en danger par l'UICN au niveau national depuis 2019.

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 faible des saumons et de très faibles effectifs de grande alose au niveau de l'ascenseur à poissons. Ainsi, en 2023, seulement 20 silures ont été capturés dans le canal de transfert sur les 777 individus observés à Golfech. Parallèlement, des tests d'effarouchement au droit des entrées de l'ascenseur à poissons de Golfech ont été effectués avec la collaboration active des fédérations de pêche locales et un protocole établi conjointement entre MIGADO et l'université Paul Sabatier (laboratoire EDB). Ces premiers tests effectués à partir de la mi-mai sont encourageants mais devront être reconduits en 2024 pour permettre de conclure sur l'efficacité d'une telle pratique.

Opération financée par :



Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional



Association MIGADO

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

www.migado.fr -    

BIBLIOGRAPHIE

BARTOLINI, T., BUTAIL, S. & PORFIRI, M. Temperature influences sociality and activity of freshwater fish. *Environ Biol Fish* 98, 825–832 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0318-8>

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

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., 2023. 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 Carbonne au cours de l'année 2022. Rapport MI.GA.DO

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

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

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

COURRET D., RICHARD S., MATAIX V., ROY R., LAGARRIGUE T., CARRY L., GRACIA S., 2022. Proposition de nouvelles consignes de gestion de l'ascenseur à poissons de Golfech pour en améliorer l'efficacité.

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 anguillettes –Site hydroélectrique de Tuilières sur la Dordogne (24). Rapport GHAAPPE RA99.04/MIGADO G14.99.RT. 28p + annexes.

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

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