



**ETUDE DES RYTHMES DE MIGRATION DES ESPECES  
AMPHIBIOTIQUES ET HOLOBIOTIQUES DE LA GARONNE AU NIVEAU  
DE LA STATION DE CONTROLE DE GOLFECH AU COURS DE  
L'ANNEE 2013  
MPGOL13 – MPSATA13 – MPPSGO13**

Etude financée par :

L'Union Européenne  
L'Agence de l'Eau Adour-Garonne  
Electricité de France  
L'ENSAT

***Laurent CARRY***  
***Jean-Marie DELPEYROUX***  
***Stéphane BOSC***

***juin 2014***

actions MPGOL13 - MPSATA13 - MPPSGO13 / MI.GA.DO. 22G-14-RT



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





## RÉSUMÉ

---

Depuis 1987, année de sa mise en service, l'ascenseur à poissons de Golfech a fait régulièrement l'objet de contrôles d'efficacité. Un système d'analyse d'images permet de contrôler la totalité des poissons qui empruntent le système de franchissement.

En 2013, l'ascenseur à poissons de Golfech a fonctionné **73 %**, les arrêts étant principalement dus aux nombreuses crues de la Garonne pendant le printemps. Pendant toute la période de fonctionnement du dispositif, le système de surveillance a été opérationnel 100 % du temps.

Durant l'année 2013, **29 992** poissons ont été contrôlés, pour 16 espèces. Chez les grands migrateurs, **630** aloses ont été comptabilisées, **0** lamproies marines, **51** saumons, **2** truites de mer et **36 700** anguilles dont **3 300 estimées** au niveau de l'ascenseur à poissons

La grande alose, si l'on regarde l'évolution du stock reproducteur à l'échelle du bassin Garonne Dordogne, montre une évolution catastrophique du stock reproducteur, même si ce mauvais résultat était attendu du fait du nombre de géniteur estimé 5 ans auparavant.

Le nombre très faible de saumons contrôlés à Golfech est certainement à mettre directement en relation avec les nombreuses crues de la Garonne qui ont entraîné des arrêts successifs de l'ascenseur à poissons et ainsi grandement perturbé les rythmes de migrations de cette espèce.

De la même manière, la migration des anguilles a démarré tardivement mais sans conséquences sur le nombre d'individus contrôlés qui est dans la moyenne des observations sur ce site depuis 2002

L'absence de lamproies, après 2 années de très faibles passages est très inquiétant d'autant plus que cette espèce est quasiment le seul grand migrateur exploité par la pêche sur la partie aval des axes.

Une première approche de piégeage de smolts dans les puits anti vortex a été menée en 2013 afin d'appréhender l'impact d'une telle installation sur la population dévalante. L'année 2013 a été marquée par le test de différentes méthodes d'évaluation de cet impact en utilisant la méthode de marquage recapture.

Enfin, le faible nombre de saumons passé à la station de Golfech n'a pas permis de transporter des individus sur l'Ariège et ainsi amorcer une réelle reproduction naturelle sur ce cours d'eau qui présentent des habitats potentiellement très favorables à la ponte du saumon atlantique. L'opération sera reconduite en 2014.

Mots clefs : migrateurs, ascenseur à poissons, analyse d'image, aloses, saumons, lamproies, anguilles, silures

## SOMMAIRE

<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>I</b>
<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>II</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>III</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>PRESENTATION GENERALE .....</b>	<b>3</b>
1.1 SITE DE GOLFECH .....	3
1.2 DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT .....	4
1.3 DEROULEMENT DE L'ETUDE .....	8
1.3.1 <i>Recueil de paramètres.....</i>	8
1.3.2 <i>Moyen de contrôle .....</i>	8
1.3.3 <i>Conditions de contrôle.....</i>	9
1.3.4 <i>Limites de la méthode .....</i>	9
<b>2 BILAN DE FONCTIONNEMENT.....</b>	<b>10</b>
2.1 LE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT .....	10
2.1.1 <i>Bilan global.....</i>	10
2.1.2 <i>Régulation des entrées 1 et 2.....</i>	10
2.1.3 <i>Problèmes et améliorations diverses.....</i>	11
2.2 FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF VIDEO .....	11
2.3 INSTALLATION DES ANTENNES TIRIS PAR EDF R&D ET MARQUAGE DES POISSONS .....	12
2.3.1 <i>Installation des antennes .....</i>	12
2.3.2 <i>Marquage des poissons.....</i>	13
<b>3 BILAN DES PASSAGES .....</b>	<b>14</b>
3.1 CONDITIONS DE L'ENVIRONNEMENT .....	14
3.1.1 <i>Le débit en Garonne .....</i>	14
3.1.2 <i>La température de l'eau.....</i>	15
3.2 BILAN DES PASSAGES DE POISSONS .....	15
3.2.1 <i>Avertissement.....</i>	15
3.2.2 <i>Bilan général .....</i>	16
3.2.3 <i>Activité migratrice des espèces amphibiotiques .....</i>	16
3.2.4 <i>Les espèces holobiotiques .....</i>	45
3.2.5 <i>Le suivi des smolts dans les puits anti-vortex de Golfech .....</i>	47
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>52</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Site de l'usine hydroélectrique EDF de Golfech.....	3
Figure 2 : Schéma en vue aérienne du site hydroélectrique de Golfech et de la station de contrôle.....	4
Figure 3 : Schéma présentant les deux entrées de l'ascenseur à poissons de Golfech et la passe à anguilles.....	5
Figure 4 : Schéma d'ensemble du fonctionnement d'un ascenseur à poissons.....	6
Figure 5 : Vue du système de nettoyage automatique des vitres du local vidéo de Golfech installé en 2011.....	7
Figure 6 : Bilan de fonctionnement de l'ascenseur à poissons de Golfech en 2013.....	10
Figure 7 : Consignes de gestions des débits d'attrait de l'ascenseur à poissons de Golfech (ECOGEA).....	11
Figure 8 : Transpondeur TIRIS (Texas Instrument Radio Identification System).....	12
Figure 9 : Localisation des antennes de détection TIRIS à Golfech ( ).....	12
Figure 10 : Vue des antennes 1 (à gauche) et 2 (à droite) installées à Golfech en 2012.....	13
Figure 11 : Tableau de marquage Tiris à Golfech depuis 2006.....	13
Figure 12 : Comparaison des débits moyens mensuels à Golfech en 2013 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2012 (m <sup>3</sup> /s).....	14
Figure 13 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2013 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1993 et 2012.....	15
Figure 14 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Golfech entre 1993 et 2013.....	16
Figure 15 : Photos d'anguilles (en haut à gauche), saumons (en bas à gauche) et aloses (à droite) à la vitre de Golfech.....	16
Figure 16 : Répartition mensuelle des aloses contrôlées à Golfech entre 1993 et 2013.....	17
Figure 17 : Evolution des passages d'aloses à Golfech en 2013 en fonction du débit et de la température.....	18
Figure 18 : Tendence de la répartition mensuelle des aloses contrôlées à Golfech entre 1993 et 2013.....	19
Figure 19 : Evolution du stock reproducteur d'aloses sur la Garonne entre 1993 et 2013.....	20
Figure 20 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin Garonne Dordogne entre 1994 et 2013.....	21
Figure 21 : La passe à anguilles actuelle de Golfech. En A, la passe partie inférieure, en B, la passe partie supérieure.....	22
Figure 22 : Anguille serpentant à travers la structure de la rampe.....	22
Figure 23 : Schéma de la rampe à anguilles définitive.....	24
Figure 24 : Evolution des passages d'anguilles a Golfech entre 1992 et 2013.....	25
Figure 25 : Evolution journalière des passages d'anguilles à Golfech en 2013 en fonction du débit et de la température de la Garonne.....	26

Figure 26 : Pourcentage de détection des anguilles passées dans le compteur automatique de Golfech en 2013. ....	27
Figure 27 : Relation entre le signal généré par le compteur et la taille des anguilles testées en 2013 à Golfech .....	27
Figure 28 : Distribution des tailles des anguilles à Golfech en 2013 après analyses des signaux du compteur automatique.....	28
Figure 29 : Comparaison de la distribution des classes de taille entre les données issues du compteur et les données issues de la biométrie quotidienne à Golfech en 2013.....	28
Figure 30 : Marquage d'une anguille (à gauche et plaque de détection installée à Golfech en 2013 (à droite) .....	29
Figure 31: Localisation des plaques de détection sur la rampe à anguilles à Golfech en 2013 (en rouge) .....	30
Figure 32: Nombre d'anguilles marquées entre 2004 et 2013 à Golfech.....	31
Figure 33: Nombre d'anguilles détectées par an depuis 2004 au niveau de Golfech .....	31
Figure 34: Taux de retour des anguilles marquées à Golfech depuis 2004.....	32
Figure 35 : Temps de franchissement de la rampe à anguilles en 2013 à Golfech. ....	32
Figure 36 : Evolution annuelle des passages de lamproies à Golfech depuis 1993. Comparaison avec tuilières sur la Dordogne. ....	33
Figure 37 : Zones de reproduction de la lamproie marine repérées entre 2006 et 2008 sur la Garonne entre Couthures sur Garonne et Golfech.....	34
Figure 38 : Evolution des passages annuels de grands salmonidés à Golfech entre 1993 et 2013.....	35
Figure 39 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech entre 1993 et 2013. ....	35
Figure 40 : Comparaison entre la répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech en 2013 et la moyenne des observations sur la période 1993-2012 et sur la période 2003 - 2012.....	36
Figure 41 : Comparaison des gammes de débits à Golfech entre 2013 et la moyenne observée sur la période 2003-2012. ....	37
Figure 42 : Comparaison des gammes de débits « utilisées » par les saumons sur la période 2003-2012 et 2013.....	37
Figure 43 : Taille minimale, moyenne et maximale des saumons observés à Golfech entre 1993 et 2013.....	38
Figure 44 : Comparaison des histogrammes des classes de taille moyennes de saumons à Golfech entre 2003-2012 et celles observées en 2013 .....	39
Figure 45 : Répartition entre castillons et PHM selon différentes classes de taille sur le bassin de l'Adour (MIGRADOUR, com pers).....	39
Figure 46 : Répartition 1 hiver de mer (1 HM) et plusieurs hivers de mer à Golfech entre 1993 et 2013.....	40
Figure 47 : Taux de transfert entre Golfech et Le Bazacle (Toulouse) entre 1994 et 2013 ...	41
Figure 48 : Caractéristiques des individus piégés et transportés au centre de reconditionnement de Bergerac en 2013.....	42
Figure 49 : Photo du système de piégeage de Golfech et vue d'un saumon piégé .....	43

Figure 50 : Vue aérienne (Google Earth) du lieu de déversement des saumons sur l’Ariège prévu en 2013.....	44
Figure 51 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivières à Golfech entre 1993 et 2013.....	45
Figure 52 : Répartition des espèces holobiotiques à Golfech en 2013 .....	45
Figure 53 : Prédation de lamproie marine (à gauche) et de grande alose (à droite) par le silure à Golfech en 2012.....	46
Figure 54 : Chasse et prédation de saumon atlantique par le silure à Golfech en 2012.....	46
Figure 55 : Filet carrelet suspendu au palan du pont grue de la centrale au-dessus d’un puits .....	48
Figure 56 : Vue en coupe au niveau d’un puits de turbine (d’après Boyer-Bernard 1991) ...	48

## INTRODUCTION

---

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

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

Ce qui implique :

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

Sur la Garonne, ce premier contrôle est réalisé au niveau de la station de Golfech qui est couplée au dispositif de franchissement (l'ascenseur à poissons). La colonisation par les espèces de tout le bassin amont dépend essentiellement du bon fonctionnement de cet outil.

Ainsi, depuis 1987, année de sa mise en service, l'ascenseur à poissons de Golfech a fait régulièrement l'objet de contrôles d'efficacité.

Le retour d'expérience acquis les années précédentes a permis de mieux gérer le dispositif et d'alléger ainsi le programme d'étude.

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

- du bilan de fonctionnement du dispositif de franchissement de Golfech en 2013 ;
- du bilan de fonctionnement de l'enregistrement vidéo et du système d'analyse d'images (moyen 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.

Par ailleurs, un bilan sera effectué sur les opérations de transport de géniteurs de saumons sur l'Ariège après piégeage à Golfech et sur le suivi des smolts au niveau des puits anti vortex de l'usine hydroélectrique.

## PRESENTATION GENERALE

### 1.1 Site de Golfech

L'aménagement hydroélectrique EDF de Golfech se compose d'un barrage mobile, situé à Malause, court-circuitant une quinzaine de kilomètres de la Garonne (débit réservé entre 10 m<sup>3</sup>/s et 20 m<sup>3</sup>/s suivant la période de l'année) pour alimenter par un canal d'amenée de 10 Km de longueur l'usine équipée de trois groupes bulbes turbinant un débit maximal de 540 m<sup>3</sup>/s. Le débit turbiné est restitué en Garonne par un canal de fuite de 2 Km de longueur (Figure 1).

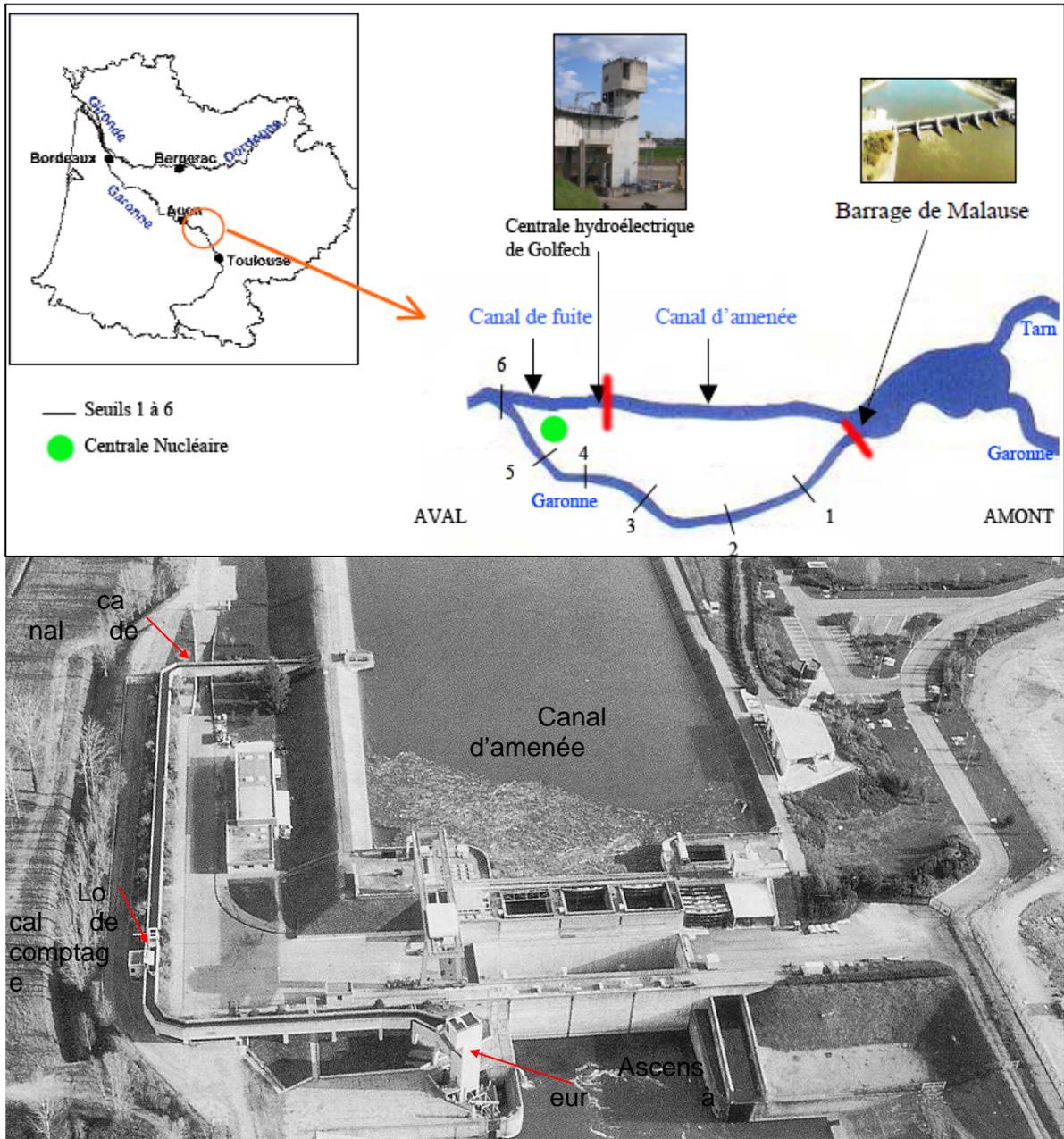
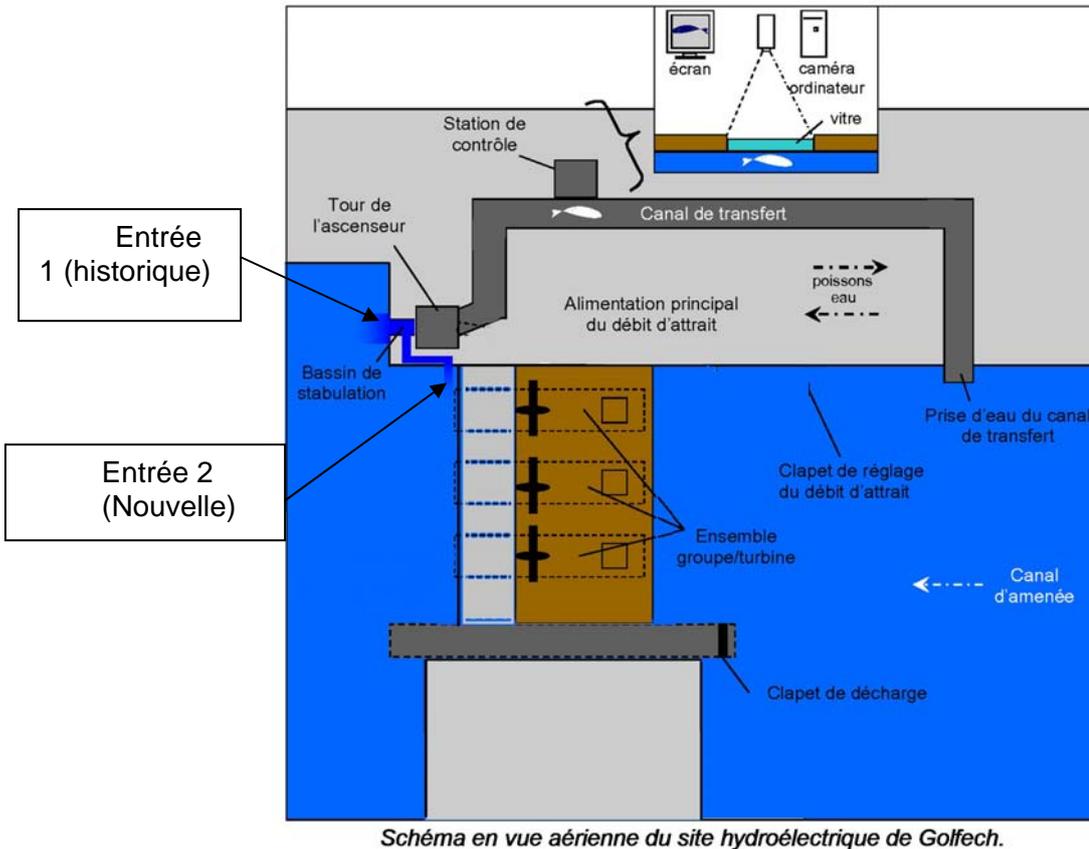


Figure 1 : Site de l'usine hydroélectrique EDF de Golfech

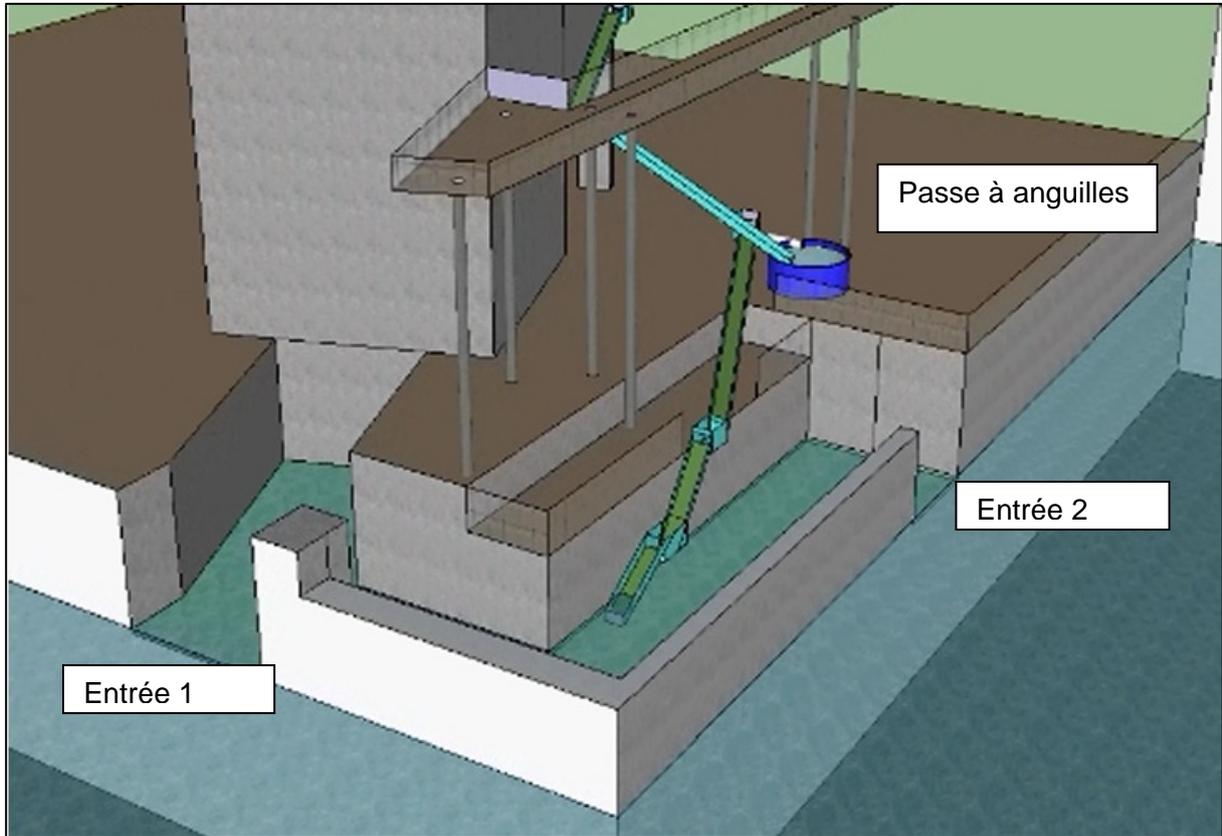
## 1.2 Dispositif de franchissement

Le principe de l'ascenseur consiste à capturer les poissons au pied d'un obstacle dans une cuve contenant une quantité d'eau appropriée à leur nombre puis à remonter cette cuve et à la déverser en amont. Il se compose d'une partie basse assurant l'attraction, la capture et la stabulation des poissons, d'une partie intermédiaire (la tour) supportant le dispositif de relevage de la cuve de 3.3 m<sup>3</sup> et d'une partie haute (le canal de transfert) assurant le transit des poissons vers le canal d'amenée (figure 2).



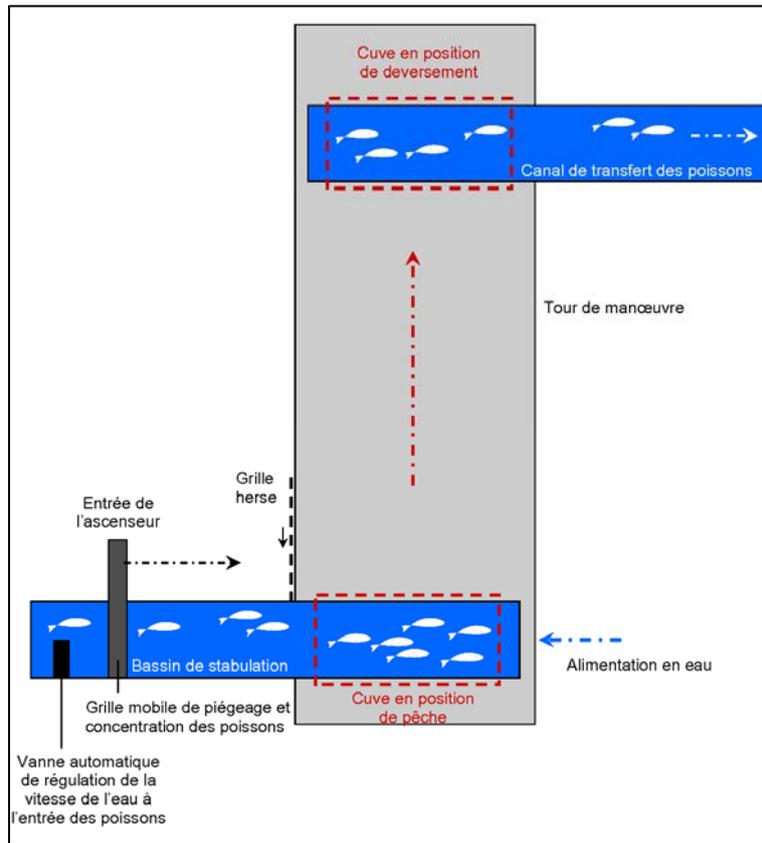
**Figure 2 : Schéma en vue aérienne du site hydroélectrique de Golfech et de la station de contrôle**

En 2011, une deuxième entrée a été créée au niveau de l'ascenseur à poissons afin d'optimiser le franchissement de l'usine hydroélectrique. Cette entrée est située au droit de la sortie des groupes de l'usine et le débit qui y transite est régulé par une vanne gérée par un automate.



**Figure 3 : Schéma présentant les deux entrées de l'ascenseur à poissons de Golfech et la passe à anguilles.**

Le fonctionnement de l'ouvrage, entièrement automatique, est régulé depuis cette année par un automate programmable assurant les fonctions mécaniques (mouvement de la grille de capture et de concentration des poissons, levage et déversement de la cuve). Il assure la régulation de l'alimentation en eau, de sa vitesse dans le canal de transfert ainsi que du dénivelé à l'entrée de la passe. En 2011, la gestion de ces paramètres a été modifiée et facilitée grâce à une nouvelle interface (écran tactile).



**Figure 4 : Schéma d'ensemble du fonctionnement d'un ascenseur à poissons**

La fréquence des remontées est réglable, la durée minimale entre deux cycles étant de 20 mn, la maximale de 120 mn. A noter tout de même que le nouveau programme permet des réglages intermédiaires mais, qu'en 2013, les consignes des années précédentes ont été conservées. Par ailleurs, les travaux au niveau de la 2ème entrée ont été également l'occasion pour EDF de rénover la centrale hydraulique pilotant le système de franchissement et ainsi permettre une fiabilisation de l'ouvrage.

Le suivi se fait au niveau d'une station de comptage qui est implantée sur le canal de transfert amont. Cette station se compose de :

- un dispositif de grilles déflectrices, disposé en travers du canal, qui ramène la section de passage de 2 m à 0.38 m ;
- une baie vitrée de 1.50 m de large sur 1.70 m de haut, placée sur une paroi du canal ;
- un local d'observation accolé à la vitre à l'intérieur duquel sont disposés les appareils d'enregistrement.

Un éclairage de la zone de comptage est assuré jour et nuit (rétro éclairage) pour pouvoir effectuer les comptages 24 heures sur 24.

Enfin, EDF a installé en 2011 un système de nettoyage automatique des vitres et du rétroéclairage, facilitant grandement la maintenance des installations et optimisant la prise de données vidéo (figure 5). Cet appareil a fonctionné toutes l'année 2013 avec, sur certains mois (mai – juin), une utilisation intensive de l'ordre de 2 fois par jour. Robuste et efficace, il s'avère être aujourd'hui un outil incontournable pour permettre une acquisition vidéo de qualité.



**Figure 5 : Vue du système de nettoyage automatique des vitres du local vidéo de Golfech installé en 2011**

### 1.3 Déroutement de l'étude

#### 1.3.1 Recueil de paramètres

Selon la période de l'année, les paramètres suivants font l'objet de relevés systématiques une à deux fois par jour :

- les paramètres de fonctionnement de l'ascenseur (fréquence des remontées, nombre de remontées...), d'état de propreté des différentes grilles que comprend le dispositif. Les causes de dysfonctionnement ou de non fonctionnement sont également signalées.

- les paramètres de fonctionnement de l'usine (groupe en fonctionnement, débit moyen turbiné, côte aval...) : ces données sont fournies par les services E.D.F. (centrale de Golfech).

Les paramètres du milieu sont également relevés (température de l'eau, de l'air, turbidité, conductivité, oxygène, pH et débit en rivière) afin d'obtenir à long terme des séries chronologiques complètes et suffisamment longues qui pourraient permettre d'accéder à une meilleure connaissance des caractéristiques de migration des principales espèces. Ces données sont fournies par E.D.F. (CNPE Service Technique Laboratoire). Une sonde de température (NKE, Micrel) est installée dans le canal de transfert de l'ascenseur à poissons de Golfech afin de suivre au jour le jour l'évolution de ce paramètre fondamental pour la vie piscicole.

En 2013, l'ensemble des paramètres du système de franchissement est enregistré sur un ordinateur et les données sont accessibles après téléchargement par le personnel EDF. Les paramètres retenus, qui sont enregistrés au pas de temps horaire, sont les suivants : débit d'attrait (m<sup>3</sup>/s), débit canal de transfert (m<sup>3</sup>/s), débit entrée 1 et 2 (m<sup>3</sup>/s), position des vannes des entrées 1 et 2 (m, NGF) et hauteur de chute sur ces deux entrées (m).

#### 1.3.2 Moyen de contrôle

##### 1.3.2.1 Dispositif d'analyse d'image

L'exploitation du système vidéo CERBERE (magnétoscopes couplés à un analyseur d'images) peut s'avérer très lourde dès que le stock de migrateurs devient important. De ce fait, suite aux progrès récents réalisés dans le domaine de la vision assistée par ordinateur, il a semblé intéressant d'explorer la faisabilité d'une automatisation plus poussée et des recherches ont été entreprises dans le but de mettre au point un système informatique d'analyse d'images permettant le stockage des données sur un support numérique.

Cette recherche menée par le GHAAPE (CSP-CEMAGREF) en collaboration avec EDF (Direction des Etudes et Recherches) et le laboratoire d'électronique de l'ENSEEIHRT a fait l'objet d'une thèse de docteur-Ingénieur, soutenue le 19 janvier 1995 (CASTIGNOLLES, 1995).

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

Du fait de la fiabilité du système, le magnétoscope (AG-6730 de Panasonic) branché en parallèle au cas où l'ordinateur tomberait en panne, a été supprimé. Cependant, MIGADO s'est doté d'un système d'analyse d'images de secours qui peut être installé rapidement sur n'importe quel site géré par l'association, notamment à Golfech.

### 1.3.3 Conditions de contrôle

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

### 1.3.4 Limites de la méthode

L'identification et le dénombrement des poissons de petite taille (< 10 cm) et tout particulièrement des individus rasant le fond du canal (anguilles) sont pratiquement irréalisables. De même, les petites espèces se déplaçant en bancs, telles que les ablettes, ne peuvent être comptabilisées individuellement, le nombre retenu ne peut donc être qu'une estimation.

La discrimination de certains cyprinidés ne peut être faite à partir de la lecture vidéo. C'est pourquoi, gardons, rotengles, chevesnes, vandoises, brèmes bordelières de petite taille sont difficilement identifiables et ont été arbitrairement comptabilisés comme chevesnes, gardons ou brèmes. De plus, la différenciation entre saumon et truite de mer devient très difficile lorsque les individus sont de petites tailles (50-60 cm). Les caractéristiques qui permettent d'ordinaire de déterminer l'espèce sont moins flagrantes (aspect morphologique, taille de l'appendice caudal, position de la mâchoire...) et de ce fait des confusions sont possibles. Ainsi, seul le nombre de grands salmonidés total est fiable, la proportion entre truites de mer et saumons pouvant toutefois être très légèrement différente des chiffres annoncés.

Enfin, une forte turbidité de l'eau peut considérablement limiter la méthode en réduisant partiellement voire totalement les possibilités de discrimination des espèces ou de comptage des individus. En effet, même avec de bonnes conditions d'éclairage, un minimum de 70 cm au disque de Secchi est requis pour une bonne fiabilité du dispositif de comptage (Travade et Larinier, 1992).

## 2 BILAN DE FONCTIONNEMENT

### 2.1 Le fonctionnement du dispositif de franchissement

#### 2.1.1 Bilan global

ANNEE 2013	Durée totale	Durée de fonctionnement	Durée d'arrêt	Causes de arrêts				Observations
				Crue	Entretien	Volontaire	Panne	
Janvier	744h	374h00	370h00	07h00	362h00	01h00	00h00	
Février	696h	24h00	672h00	00h00	672h00	000h00	00h00	
Mars	744h	353h00	391h00	64h00	312h00	009h00	06h00	
Avril	720h	517h00	203h00	203h00	000h00	000h00	00h00	
Mai	744h	503h00	241h00	241h00	000h00	000h00	00h00	
Juin	720h	475h00	245h00	245h00	000h00	000h00	00h00	
Juillet	744h	744h00	00h00	00h00	000h00	000h00	00h00	
Août	744h	744h00	00h00	00h00	000h00	000h00	00h00	
Septembre	720h	720h00	00h00	00h00	000h00	000h00	00h00	
Octobre	744h	660h00	84h00	00h00	084h00	000h00	00h00	
Novembre	720h	573h00	147h00	147h00	000h00	000h00	00h00	
Décembre	744h	744h00	00h00	00h00	000h00	000h00	00h00	
<b>Total</b>	<b>8784h</b>	<b>6431h</b>	<b>2353h00</b>	<b>907h00</b>	<b>1430h00</b>	<b>10h00</b>	<b>06h00</b>	
<b>% Total</b>		<b>73%</b>	<b>27%</b>	<b>10%</b>	<b>16%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	
<b>% des arrêts</b>				<b>38.5%</b>	<b>60.8%</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.3%</b>	

Figure 6 : Bilan de fonctionnement de l'ascenseur à poissons de Golfech en 2013

Sur les 8 784 heures de fonctionnement théorique, l'ascenseur à poissons a fonctionné 7984 h, soit environ 73 % du temps. L'ouvrage a été arrêté du 17 janvier au 13 mars du fait de l'entretien annuel qui a été grandement perturbé par les nombreux coups d'eau (impossibilité de mettre « à sec » la partie basse de l'ASP). Les arrêts exclusivement dus aux crues représentent près de 40 % du non fonctionnement du système de franchissement.

#### 2.1.2 Régulation des entrées 1 et 2

Ce paramètre est déterminant pour le bon fonctionnement de l'ascenseur. Il conditionne totalement son efficacité. Asservie au niveau aval, grâce à plusieurs capteurs, chaque vanne régule en fonction de l'autre, l'une étant « maitre » et l'autre « esclave ». Par ailleurs, suites aux différents tests effectués par ECOGEA et le CIH en 2012, une nouvelle campagne de mesure a été effectuée par ECOGEA le 31 mars 2013 afin de compléter le jeu de données dans des conditions de forts débits.

La synthèse de tous ces tests a été publiée dans une note remise en réunion par ECOGEA à EDF et MIGADO. Il en découle une liste de préconisations à prendre en compte pour une bonne gestion de l'ouvrage de franchissement. Celles-ci sont fonction du débit de la Garonne et/ou de la cote aval mesurée au droit de l'usine. La figure 7, tirée de cette note, reprend les consignes à respecter suivant plusieurs configurations :

Niveau aval (m NGF)	Consignes avec les deux entrées ouvertes				Consigne débit avec une seule entrée ouverte
	Vanne entre bassin tranquillisation et bassin latéral au chenal E2	Consigne Pilotage Entrée	Consigne Chute aval	Consigne débit	
< 47.65	Fermée partiellement (à vérifier)	E1	0.25 m	3 m <sup>3</sup> /s (à vérifier)	2 m <sup>3</sup> /s (à vérifier)
47.65 – 48.05	Ouverte 100% (à vérifier)			4 m <sup>3</sup> /s (à vérifier)	2.5 m <sup>3</sup> /s (à vérifier)
48.05 – 48.40	Ouverte 100%			5 m <sup>3</sup> /s	3.5 m <sup>3</sup> /s
48.40 – 48.80	Ouverte 100%			6 m <sup>3</sup> /s	4 m <sup>3</sup> /s
48.80 – 49.15	Ouverte 100%			7 m <sup>3</sup> /s	5.5 m <sup>3</sup> /s
> 49.15	Ouverte 100%			8 m <sup>3</sup> /s	6 m <sup>3</sup> /s

Figure 7 : Consignes de gestions des débits d'attrait de l'ascenseur à poissons de Golfech (ECOGEA)

### 2.1.3 Problèmes et améliorations diverses

Le système d'aide au nettoyage de la grille située en amont du canal de transfert a fonctionné correctement en 2013. Les apports en corps flottants, importants et constants pendant les épisodes de crue printanière, ont montré l'importance d'un tel système. A noter que ce système n'est pas automatisé mais déclenché manuellement afin d'éviter tout risque de mortalité lors de la sortie des poissons par le canal de transfert.

## 2.2 Fonctionnement du dispositif vidéo

En 2013, le dispositif vidéo couplé au système d'analyse d'images a permis de suivre 100 % des passages. Un technicien de MIGADO est employé à plein temps sur la station ce qui permet de pallier, voire d'anticiper, les hypothétiques pannes d'enregistrement.

## 2.3 Installation des antennes TIRIS par EDF R&D et marquage des poissons

### 2.3.1 Installation des antennes

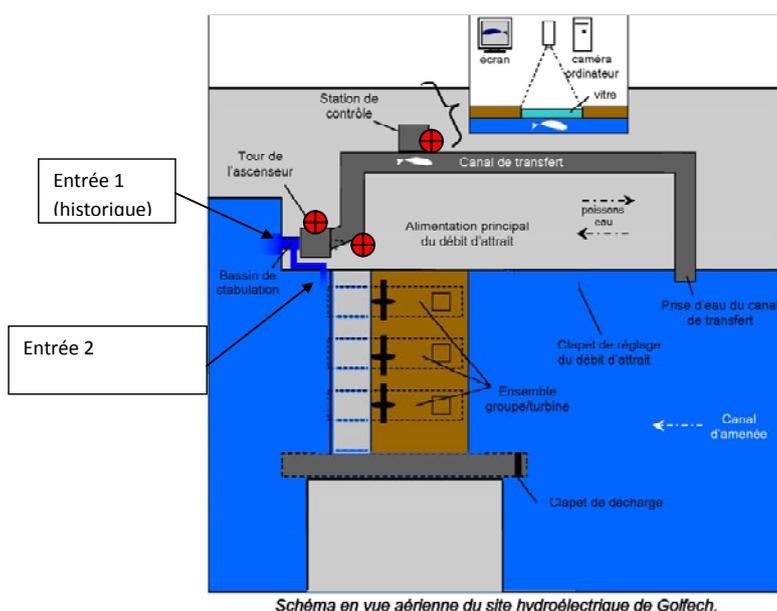
Suite à l'ouverture de cette nouvelle entrée, il a été décidé en groupe technique Garonne de tester son efficacité en utilisant la technique RFID (Radio Fréquence Identification). Cette technologie permet de détecter des poissons préalablement marqués avec des transpondeurs miniaturisés. Le transpondeur est lu lors de son passage à proximité d'une antenne de détection. Un système de lecture autonome a été développé par la société CIPAM à la demande de l'ONEMA.

Les marques sont basées sur l'utilisation d'identifiant passif ne comportant pas de source d'alimentation autonome et s'alimentant grâce à l'énergie produite par les antennes de détection (courant induit) ce qui leur confère une durée de vie extrêmement importante. Elles se présentent sous forme de petites ampoules de verre cylindriques et étanches faciles à insérer à un individu. Elles mesurent 32 mm, ont un diamètre de 4 mm et contiennent un circuit intégré et une bobine constituant l'antenne (figure 8).



**Figure 8 : Transpondeur TIRIS (Texas Instrument Radio Identification System)**

Sur le site de Golfech, 3 antennes de détection ont été installées en 2012 par EDF R&D. Leur localisation est mentionnée sur la figure 9.



*Schéma en vue aérienne du site hydroélectrique de Golfech.*

**Figure 9 : Localisation des antennes de détection TIRIS à Golfech ( ● )**



Figure 10 : Vue des antennes 1 (à gauche) et 2 (à droite) installées à Golfech en 2012.

### 2.3.2 Marquage des poissons

En 2013, Seulement 4 silures ont été marqués TIRIS. L'opération de recapture étant fortement perturbée par les arrêts successifs de l'ouvrage de franchissement, seulement 4 silures ont été détectés en 2013 au niveau des 2 entrées de l'ascenseur à poissons : 2 au niveau des entrées 1 et 2 au niveau des 2 entrées. Sur ces 4 individus, 3 avaient été marqués en 2006 et 1 en 2012.

Au total, 153 individus ont été marqués depuis 2006 pour 6 espèces.

Espèces	2006	2007	2012	2013	Total général
barbeau			17		17
chevène			7		7
Lamproie	30	15			45
mulet			2		2
Silure	45		23		68
silure fosse				2	2
silure piège				2	2
Brême			10		10
Total général	75	15	59	4	153

Figure 11 : Tableau de marquage Tiris à Golfech depuis 2006.

### 3 BILAN DES PASSAGES

#### 3.1 Conditions de l'environnement

##### 3.1.1 Le débit en Garonne

Années	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1993	270	201	196	607	628	279	151	85	249	364	380	728
1994	974	1156	506	998	738	354	127	62	230	359	643	225
1995	614	829	718	340	360	227	113	70	197	152	217	654
1996	1070	937	631	464	568	263	144	113	129	350	614	1485
1997	769	455	243	143	220	137	115	141	117	110	207	491
1998	522	229	256	484	492	199	96	104	128	237	259	342
1999	559	557	452	443	990	277	110	122	123	207	477	531
2000	333	597	358	547	427	652	167	101	118	250	318	364
2001	553	505	586	575	615	248	214	85	89	131	143	119
2002	130	255	301	288	409	472	188	154	165	250	510	727
2003	632	947	641	387	351	228	66	55	117	126	310	691
2004	1349	572	539	712	924	332	119	91	92	116	178	251
2005	342	346	305	420	456	212	81	87	144	161	261	244
2006	331	466	707	349	228	86	62	60	162	227	148	168
2007	149	371	396	458	540	431	118	91	78	123	120	214
2008	487	241	303	708	508	535	172	84	84	90	381	509
2009	723	674	360	835	766	294	106	80	77	114	259	221
2010	476	472	358	347	591	410	160	90	85	153	307	301
2011	242	265	552	312	179	206	165	105	86	83	395	260
2012	371	240	211	396	658	281	104	74	70	170		
Moyenne 1993-2012	545	516	431	491	532	306	129	93	127	189	323	449
2013	693	897	636	752	803	949	313	130	117	120	631	348

**Figure 12 : Comparaison des débits moyens mensuels à Golfech en 2013 et des débits moyens mensuels enregistrés entre 1993 et 2012 (m3/s).**

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

La comparaison entre les débits (Figure 12) mensuels moyens enregistrés à Golfech depuis 1993 (débits moyens mensuels entrants, correspondant aux débits arrivant dans la retenue de Malause en provenance de la Garonne et du Tarn) montre que l'année 2013 est marquée par des débits extrêmement soutenus pendant les 7 premiers mois de l'année avec des coefficients d'hydraulicité compris entre 1.5 et 3 (juin). L'année a été marquée par 6 crues (janvier février, avril, 2 en juin et novembre) avec des débits moyens journaliers enregistrés lors de ces épisodes compris entre 1500 et 3200 m3/s. Il est également important de signaler que le débit de la Garonne à Golfech a été supérieure au débit turbiné maximum (550 m3/s) 55 % du temps sur l'ensemble de l'année, pourcentage élevé à 80 % si l'on ne tient compte que de la période théorique de forte migration (mars – juillet). Il est également rappelé que l'ascenseur à poissons ne peut fonctionner pour des débits supérieurs à 900 m3/s.

### 3.1.2 La température de l'eau

Années	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1993	6.5	7.5	9.7	13.0	15.6	20.7	22.8	24.6	19.6	13.5	9.6	8.5
1994	7.6	7.7	11.7	11.0	16.0	19.5	25.0	25.6	20.0	15.1	11.8	9.1
1995	6.4	9.3	9.7	13.2	16.3	19.2	25.3	25.6	19.4	17.4	11.5	8.3
1996	9.3	7.2	9.7	13.2	15.8	20.8	23.3	23.6	19.3	14.7	10.7	9.0
1997	6.8	8.9	12.7	16.0	18.7	21.9	22.3	25.5	21.9	18.3	11.3	8.2
1998	7.8	8.3	11.3	13.0	16.6	20.5	24.4	24.4	20.7	15.0	9.7	6.4
1999	7.3	6.6	10.4	13.3	15.9	20.3	24.9	25.1	22.8	16.4	10.2	7.0
2000	5.8	8.3	11.0	12.9	17.4	19.7	23.0	24.6	21.8	15.4	11.0	9.5
2001	7.9	8.3	11.4	12.7	15.6	21.5	22.9	25.2	20.3	18.0	10.4	5.4
2002	5.5	8.4	11.7	13.8	15.2	19.2	21.6	22.1	20.0	15.4	11.1	8.2
2003	5.6	5.9	6.3	12.9	15.0	22.2	25.5	28.1	21.1	15.7	10.9	7.8
2004	7.0	7.0	8.6	11.7	14.6	19.9	23.4	25.1	22.4	18.0	10.1	7.4
2005	6.1	5.3	8.4	12.6	15.9	21.6	24.8	23.7	21.0	17.0	11.3	5.0
2006	5.7	6.3	9.6	14.6	18.1	23.5	27.6	23.7	21.9	17.1	13.3	7.5
2007	6.8	7.9	10.5	14.1	16.2	19.8	23.0	23.7	21.3	16.3	9.8	7.1
2008	7.1	7.7	9.8	12.0	16.3	17.8	22.5	24.0	20.9	16.1	10.1	6.5
2009	4.8	6.3	9.8	11.7	14.8	20.0	24.7	26.0	21.8	17.2	11.7	7.0
2010	5.2	5.5	9.2	14.2	14.8	18.4	24.3	23.6	21.3	15.2	10.3	5.3
2011	5.7	6.9	10.0	15.4	20.0	20.1	22.3	24.3	22.9	17.7	12.2	8.7
2012	7.3	3.5	10.6	12.8	15.7	21.0	24.4	26.5	22.2	17.1	10.7	7.4
Moyenne 1993-2012	6.6	7.1	10.1	13.2	16.2	20.4	23.9	24.7	21.1	16.3	10.9	7.5
2013	6.2	6.6	9.2	12.0	13.3	15.3	22.1	24.5	21.0	19.7	10.8	5.9

**Figure 13 : Comparaison des températures moyennes mensuelles à Golfech en 2013 et des températures moyennes mensuelles enregistrées entre 1993 et 2012**

Globalement, comme le montre la Figure 13, le régime thermique de la Garonne en 2013 montre des températures moyennes inférieures à celle enregistrées les années précédentes avec notamment des mesures inférieures de 3 à 5 ° C pendant les mois de mai et juin. Les forts débits couplés au faible ensoleillement sont à l'origine de ce phénomène. La température de l'eau est enregistrée automatiquement toutes les heures grâce à une sonde de type NKE (micrel) qui est située à environ 1.2 m sous le niveau de l'eau, dans le canal de transfert de l'ascenseur à poissons de Golfech, canal alimenté en permanence par un débit constant de 0.44 m<sup>3</sup>/s et des vitesses de l'ordre de 0.17 m/s.

## 3.2 Bilan des passages de poissons

### 3.2.1 Avertissement

Le bilan général des passages des différentes espèces de poissons, qu'elles soient migratrices ou non, doit être relativisé par les remarques suivantes :

- les passages annoncés sont toujours les valeurs minimales enregistrées, sachant que des individus peuvent échapper au contrôle de l'observateur (turbidité de l'eau trop élevée, espèces de petites tailles non détectées à la vidéo ou passant derrière le dispositif de contrôle....),

- seuls les résultats obtenus à partir de 1991 peuvent être objectivement comparés. En effet, la station de contrôle de Golfech n'a été suivie sur la totalité de l'année que depuis la saison 1991, les années précédentes n'ayant fait l'objet que d'un suivi partiel,

- les effectifs observés en 1993, et dont il est fait référence dans le tableau 3, sont vraisemblablement sous-estimés par rapport aux passages réellement effectués en raison de la très forte turbidité de l'eau enregistrée cette année-là.

### 3.2.2 Bilan général

D'une manière générale, les passages de l'année 2013 sont extrêmement faibles certainement du fait des conditions hydroclimatiques défavorables. En effet, on observe toujours des effectifs d'aloses catastrophiques avec 630 individus et un nombre de grands salmonidés anormalement bas avec 53 individus dont 51 saumons atlantiques. Par ailleurs, l'absence de lamproies est particulièrement inquiétante, inconcevable il y a encore quelques années. En ce qui concerne l'anguille, 36700 sujets ont franchi l'obstacle, effectifs dans la moyenne des années précédentes.

### 3.2.3 Activité migratrice des espèces amphibiotiques

Nom commun	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>GRANDS MIGRATEURS</b>																					
Aloses	18554	85813	85624	106706	98819	49074	36373	32584	25277	17460	22269	19993	18306	9671	2979	1464	1856	9473	2794	733	630
Anguilles**	288	4482	1460	2009	3986	164	59	49	18	30778	101943	32840	68200	36000	103592	61000	18900	81000	1681	54 276	36 700
Lamproie	2086	107	741	2382	663	1618	222	789	219	4147	18344	2834	2132	434	5626	19	8990	1672	543	401	0
Muge	3486	9633	2641	8568	3583	9505	8571	11293	11417	12793	2637	5266	3718	602	1302	516	262	203	75	130	1
Saumon atlantique	46	134	117	115	62	90	255	436	599	351	88	126	45	128	150	204	70	101	165	133	51
truite de mer	55	109	68	108	60	65	22	56	15	114	22	59	93	3	4	57	156	19	2	29	2
Salmonidés ind	31	6	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total salmonidés	132	249	189	226	122	155	241	492	614	465	110	185	138	131	154	261	226	120	167	162	53

\*\* : depuis 2002, anguilles ascenseur + anguilles passe spécifique

**Figure 14 : Bilan annuel des passages de poissons migrateurs au niveau de la station de Golfech entre 1993 et 2013**



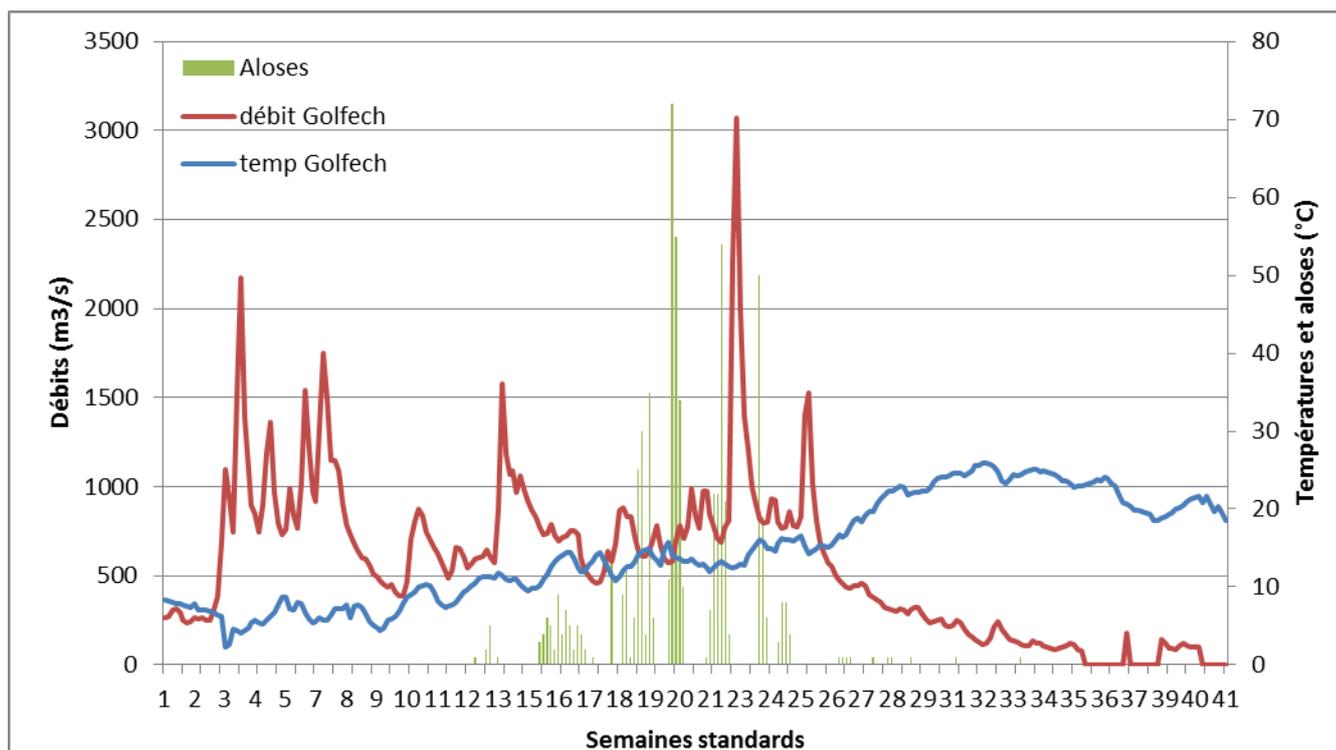
**Figure 15 : Photos d'anguilles (en haut à gauche), saumons (en bas à gauche) et aloses (à droite) à la vitre de Golfech.**

## 3.2.3.1 Migration de l'alose

Mois	mars	avril	mai	juin	juillet	Total général
1993	0	6	5922	12364	255	18554
1994	0	175	54754	28883	1997	85813
1995	0	1029	46080	36161	2354	85624
1996	0	2628	58074	31419	14585	106706
1997	0	509	66544	25822	5925	98819
1998	0	340	24591	22850	1293	49074
1999	1	1596	22917	11753	99	36373
2000	2	1233	24584.3	5548	1217	32584.3
2001	33	520	10986	11715	2020	25277
2002	0	54	5677	10667	1056	17460
2003	0	127	4623	17475	44	22269
2004	6	788	10564	8089	472	19993
2005	0	503	9448	8202	153	18306
2006	22	653	7740	1198	57	9671
2007	10	1022	1435	444	65	2979
2008	7	292	896	240	27	1464
2009	0	148	1092	609	7	1856
2010	52	3267	5116	955	13	9403
2011	16	586	1985	194	12	2794
2012	14	60	490	156	13	733
2013	9	72	441	101	6	630
% mensuel	0%	2%	56%	36%	5%	100%

Figure 16 : Répartition mensuelle des aloses contrôlées à Golfech entre 1993 et 2013.

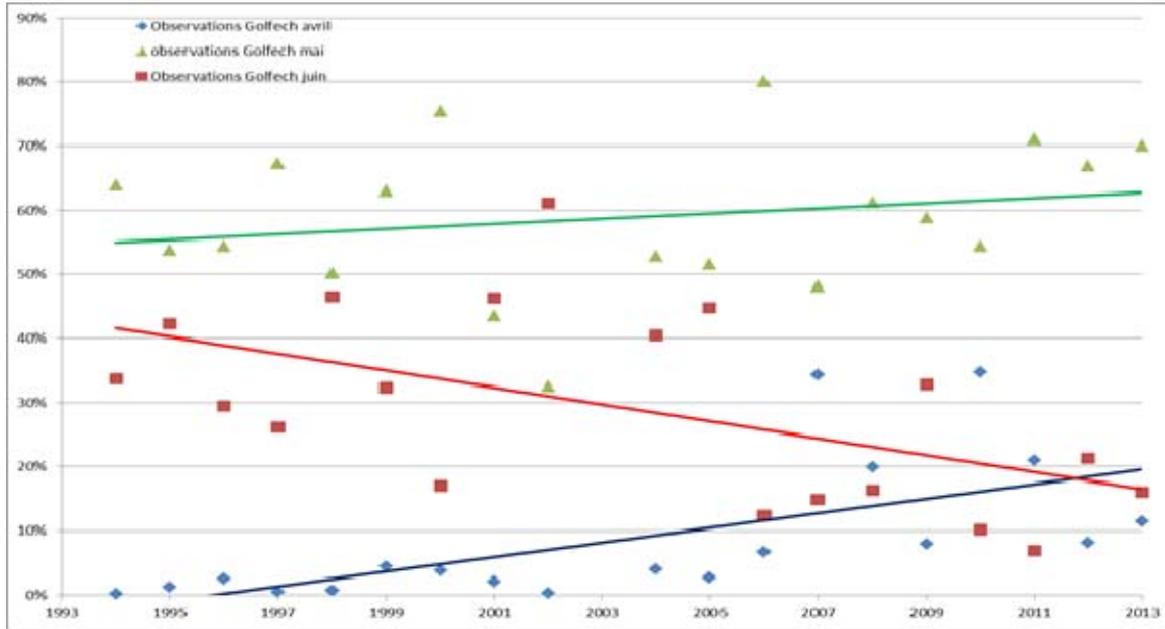
En 2013, 630, aloses ont emprunté l'ascenseur à poissons entre le 24 mars (11<sup>ème</sup> semaine) et le 29 juillet (31<sup>ème</sup> semaine), ce qui est le plus petit effectif jamais observé sur ce site.



**Figure 17 : Evolution des passages d'aloses à Golfech en 2013 en fonction du débit et de la température.**

Au-delà des faibles effectifs contrôlés, la migration de l'alose en 2013 est une nouvelle fois très précoce, avec 83 % des passages observés avant fin mai et les premiers individus contrôlés dès le 24 mars. Comme illustré dans les Figures 16 et 17, la migration observée au mois d'avril 2013 est significative (11%) même si, en proportion, moins importante que les observations faites depuis 2007 (24 % des aloses en moyenne ont franchi l'obstacle pendant ce mois entre 2007 et 2013 contre 2 % du stock en moyenne entre 1993 et 2006). L'augmentation de la température de la Garonne (> 11°C le 1<sup>er</sup> avril) est à l'origine du début de migration qui s'arrête brutalement du fait d'une première crue. La migration reprend dès que la température moyenne de l'eau réaugmente. Pour démontrer l'impact des variations de températures positives ou négatives, d'un jour à l'autre, sur le passage des aloses au niveau de l'ascenseur, un test statistique a été effectué sur la période 1993-2013. Il a été montré que le nombre moyen d'aloses transitant à Golfech lorsque les variations de températures sont positives, est significativement supérieur ( $p$ -value = 0.04716,  $W = 287.5$ ) à celui observé lorsque les variations de températures sont négatives.

Enfin, indépendamment des conditions hydrologiques du fleuve, on observe globalement une précocité dans la migration depuis quelques années. De plus, l'analyse de la tendance de l'évolution des pourcentages de répartition mensuelle sur la période 1993-2013 montre une stabilité, voire une très légère augmentation des passages en mai mais surtout une très nette diminution des individus contrôlés au mois de juin et au contraire une très forte augmentation des passages au mois d'avril (jusqu'à 35 % selon les années, Figure 18).

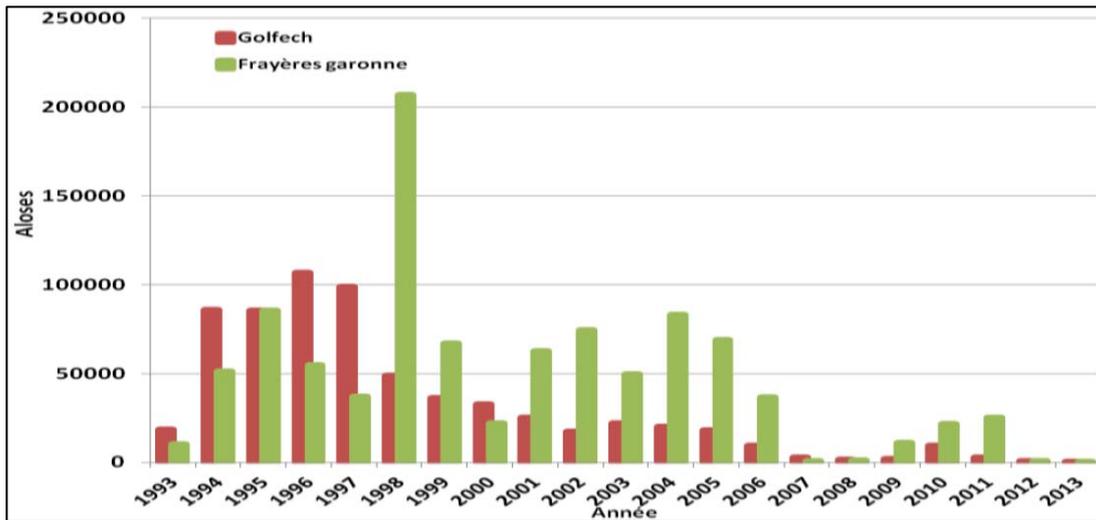


**Figure 18 : Tendence de la répartition mensuelle des aloses contrôlées à Golfech entre 1993 et 2013.**

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. Ce suivi s’est déroulé du 23 avril au 1er juillet. Un chargé de missions, 2 agents techniques (CDD) et une stagiaire MIGADO ont permis de suivre les frayères du canal de fuite, de Lamagistère et de St Sixte. Les autres frayères de la Garonne ont été suivies par les équipes de la réserve Naturelle de la Frayère d’Alose d’Agen.

Au total, seulement **1 900** bulls ont été estimés sur l’ensemble des frayères de la moyenne Garonne en 2013, soit une estimation de **369 géniteurs** sur l’ensemble des frayères situées en aval de Golfech.

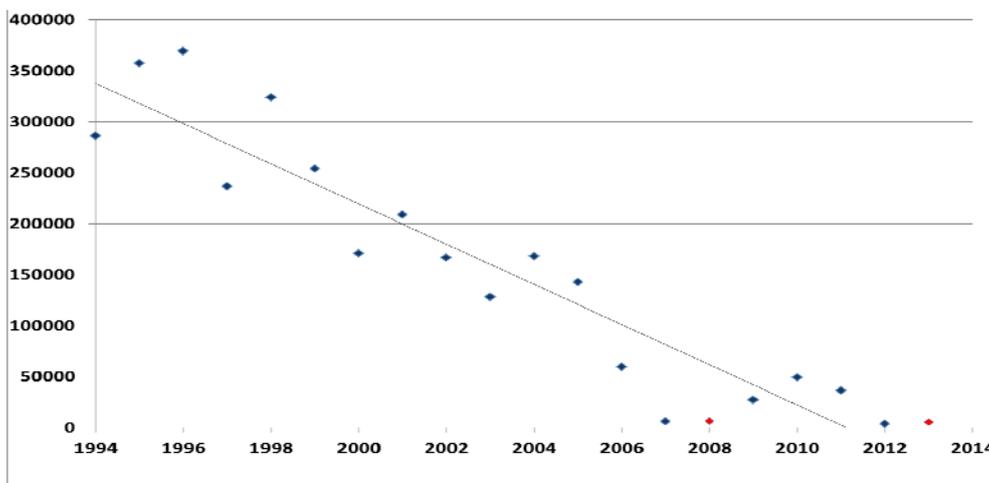
Cependant, les conditions d’écoute très particulières (vent, pluie, orage, fort débit) couplées à l’impossibilité d’accéder aux zones d’écoute privilégiées depuis de nombreuses années (chemin inaccessible en voiture ou à pied), laissent à penser que l’estimation des géniteurs sur frayères est une estimation basse



**Figure 19 : Evolution du stock reproducteur d’aloses sur la Garonne entre 1993 et 2013**

Le suivi du stock reproducteur d’aloses entre 1993 et 2013 sur la Garonne (station de contrôle de Golfech et suivi de la reproduction naturelle en aval du barrage, Figure 19) montre une nette augmentation des effectifs à partir de 1994 avec un maximum en 1996 (plus de 180 000 géniteurs dont 106 000 ont franchi l’obstacle). Depuis 1998, on constate une baisse sensible et continue de la population qui par ailleurs s’accroît nettement depuis 2006. A noter que la circulation des migrateurs sur la Garonne a été facilitée à partir de 1994 par l’ouverture d’une brèche dans le barrage de Beaugard (Agen) permettant son franchissement dans certaines conditions de débit.

L’alose présentant un homing de bassin, elle se doit d’être gérée à l’échelle du bassin Garonne Dordogne. Les résultats de 2013 donnent une estimation du stock reproducteur compris entre 3500 et 4200 géniteurs, soit un stock global compris entre **4500 et 5400 géniteurs. De toute évidence, la situation de l’alose reste préoccupante sur le bassin Gironde Garonne Dordogne et la question du repeuplement pour soutenir cette population en danger peut légitimement être évoquée (figure 20).**



**Figure 20 : Evolution du stock de grande alose sur le bassin Garonne Dordogne entre 1994 et 2013**

### 3.2.3.2 Migration de l'anguille

Jusqu'à l'année 2002, les effectifs d'anguillettes transitant par l'ascenseur ne pouvaient être évalués.

Une partie du flux pouvait en effet échapper au champ de la caméra de contrôle. A titre d'exemple, en 1999, seulement 59 individus ont pu être comptabilisés (en 2000, 49). Afin d'améliorer la connaissance des flux transitant par l'ascenseur, des aménagements ont donc été entrepris pour obliger le passage des anguilles devant la vitre et permettre ainsi un comptage plus fiable.

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 est inclinée de 35° et mesure 10m de long pour 30cm de large. Ce dispositif, commercialisé par Fish Pass, est équipé de brosses plastiques qui facilitent la reptation de l'anguille. A l'amont, un bac vivier de 1m<sup>3</sup> permet de réceptionner les anguillettes empruntant la passe.

Le 26 juillet 2003, un compteur à résistivité a été installé au niveau de la rampe spécifique afin de permettre de comptabiliser les individus transitant par la passe et également de donner des informations sur la structure de taille de la population.

En fin d'année 2007 (effective pour la migration de 2008), la passe expérimentale à anguille a été agrandie. La première passe ne permettant pas un franchissement autonome des anguilles, celles-ci devaient être déversées manuellement dans le canal de transfert. Depuis cette date, la passe mesure 40m de long et permet de franchir le dénivelé total du barrage de Golfech, soit 17m de haut (Figure 21).



**Figure 21 : La passe à anguilles actuelle de Golfech. En A, la passe partie inférieure, en B, la passe partie supérieure.**

Cette extension, créée par Fish Pass, reste dans la lignée du modèle de 2002, avec une largeur de 30cm incliné de 35°, sauf sur le dernier tronçon où l'inclinaison est de 45°. Cet angle plus important a pour but de ralentir et de scinder les boules de migration des anguilles qui arrivent au système de comptage. La passe est équipée comme en 2002 d'une plaque de PVC sur laquelle sont implantés des filaments synthétiques montés en touffes, espacés de 2,5cm sur les bords et de 1,5cm au centre pour satisfaire toutes les tailles d'anguilles. Le tout est recouvert d'un grillage métallique empêchant la prédation et le dérangement par les oiseaux lors de l'ascension (Figure 22).



**Figure 22 : Anguille serpentant à travers la structure de la rampe.**

La rampe spécifique est constituée de deux parties (Figure 23). 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 10m plus haut, ce qui ne nécessite aucun pompage. Cette partie comprend une rampe séparée en trois par deux bacs de repos et un bassin tampon à l'amont. Les anguilles remontant cette passe inférieure tombent dans le bassin tampon de 4m<sup>3</sup> empêchant une éventuelle dévalaison.

La passe supérieure (ou amont) est quant à elle constituée d'une rampe séparée par trois bacs de repos intermédiaires. Les anguilles, qui ont franchi la totalité de la passe, tombent dans un compteur à résistivité (décrit dans la partie « Matériels et méthodes »). Une fois passées à travers le compteur, deux choix s'offrent au gérant de la passe : soit les anguilles sont capturées dans un bac de stabulation pouvant contenir environ 5000 anguilles, soit on court-circuite la capture en ouvrant le fond du bac (les anguilles sont alors déversées directement dans le canal de transfert).

L'alimentation en eau de la passe, qui permet d'irriguer le substrat de reptation, assure l'attraction des anguilles par le débit d'attrait et renouvelle l'eau dans le bassin tampon et le bac de stabulation. L'eau provient de la Garonne. Sur la partie supérieure de la rampe, une pompe immergée dans le canal de transfert irrigue la passe supérieure et, par écoulement, le long de la rampe, les bacs de repos ainsi que le débit nécessaire au compteur. La partie inférieure est, quant à elle, irriguée par gravité par une seconde canalisation implantée dans le canal de transfert.

Le débit qui s'écoule sur les brosses est établi en fonction de l'inclinaison de la rampe et de la hauteur de la lame d'eau. Pour de fortes pentes, l'efficacité est optimale avec un débit d'alimentation faible (Voegtle & Larinier, 1999). La lame d'eau est d'environ 0,5 cm de haut et correspond à un débit de 0,25L/s.

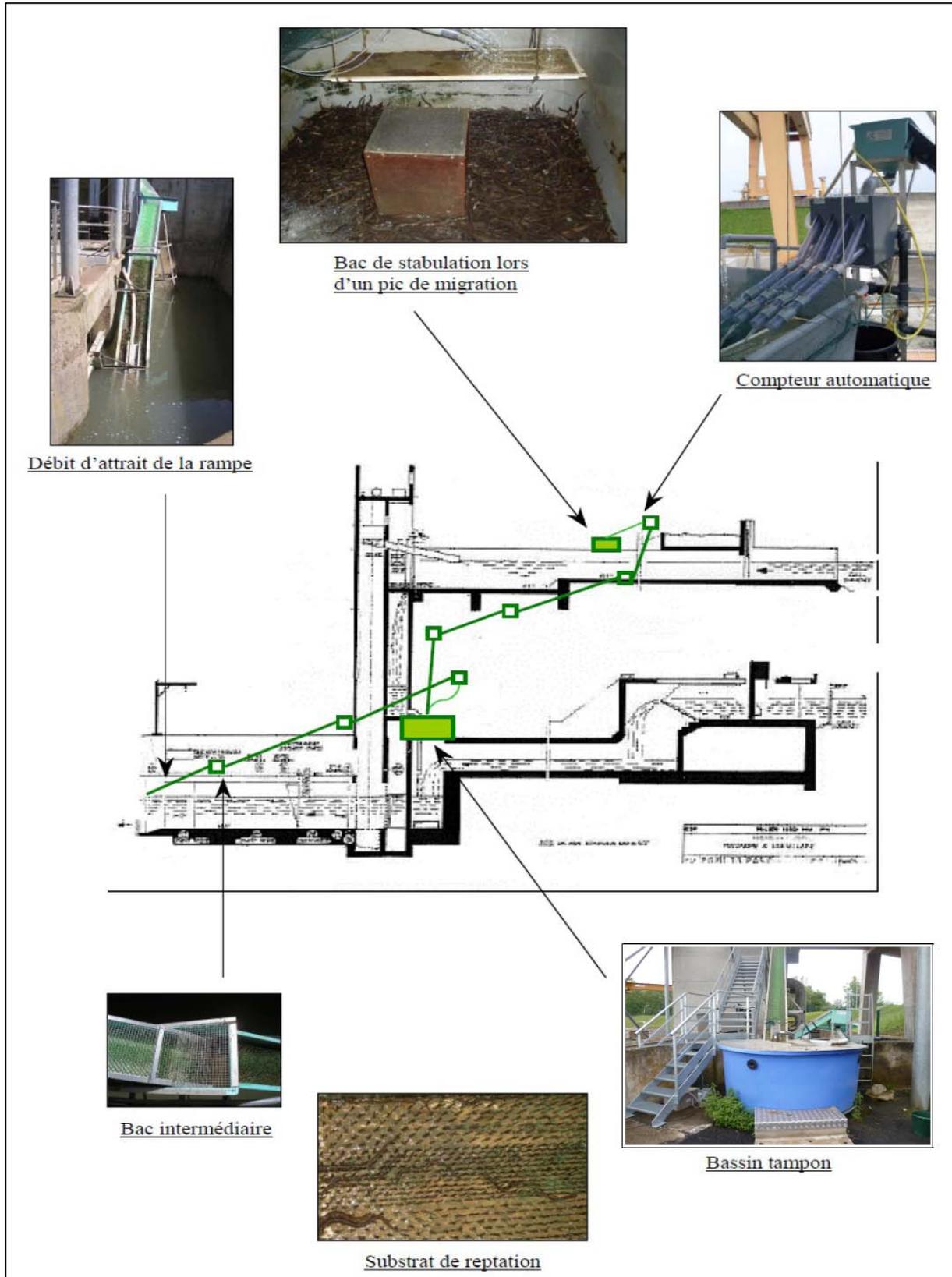
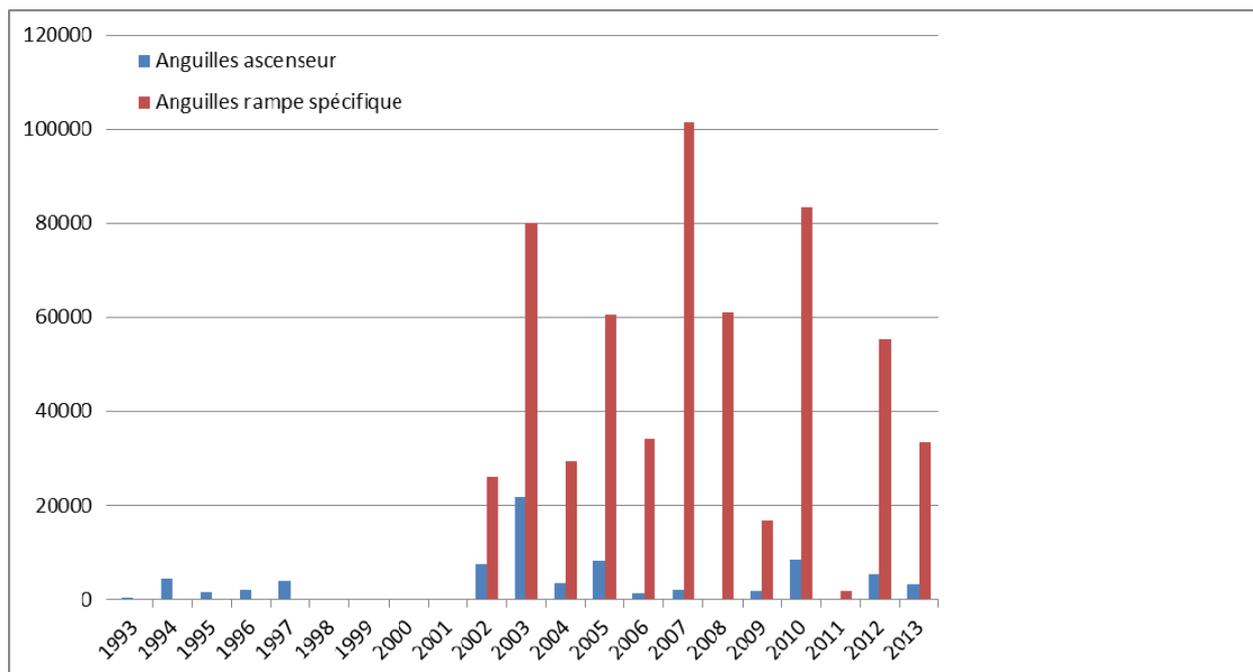


Figure 23 : Schéma de la rampe à anguilles définitive

Le bassin tampon est un endroit sensible de la rampe. En effet, durant la migration nocturne, les anguilles pourraient s'accumuler dans ce bassin et celles n'ayant pas fini leur montaison au lever du jour pourraient redescendre. De plus, une température d'eau du bassin différente de celle la Garonne pourrait freiner la migration, voire compromettre la survie des anguilles. Ainsi, en 2008, avec l'arrivée de la rampe totale, il a été décidé d'étudier l'évolution de la température de l'eau du bassin par rapport à celle de la Garonne. Le résultat obtenu montre qu'il n'y a pas de différence significative de température d'eau entre les deux milieux (Carry et Delpeyroux, 2009), ce qui permet d'exclure ces problèmes lors de la migration.

**Résultats 2013 :**

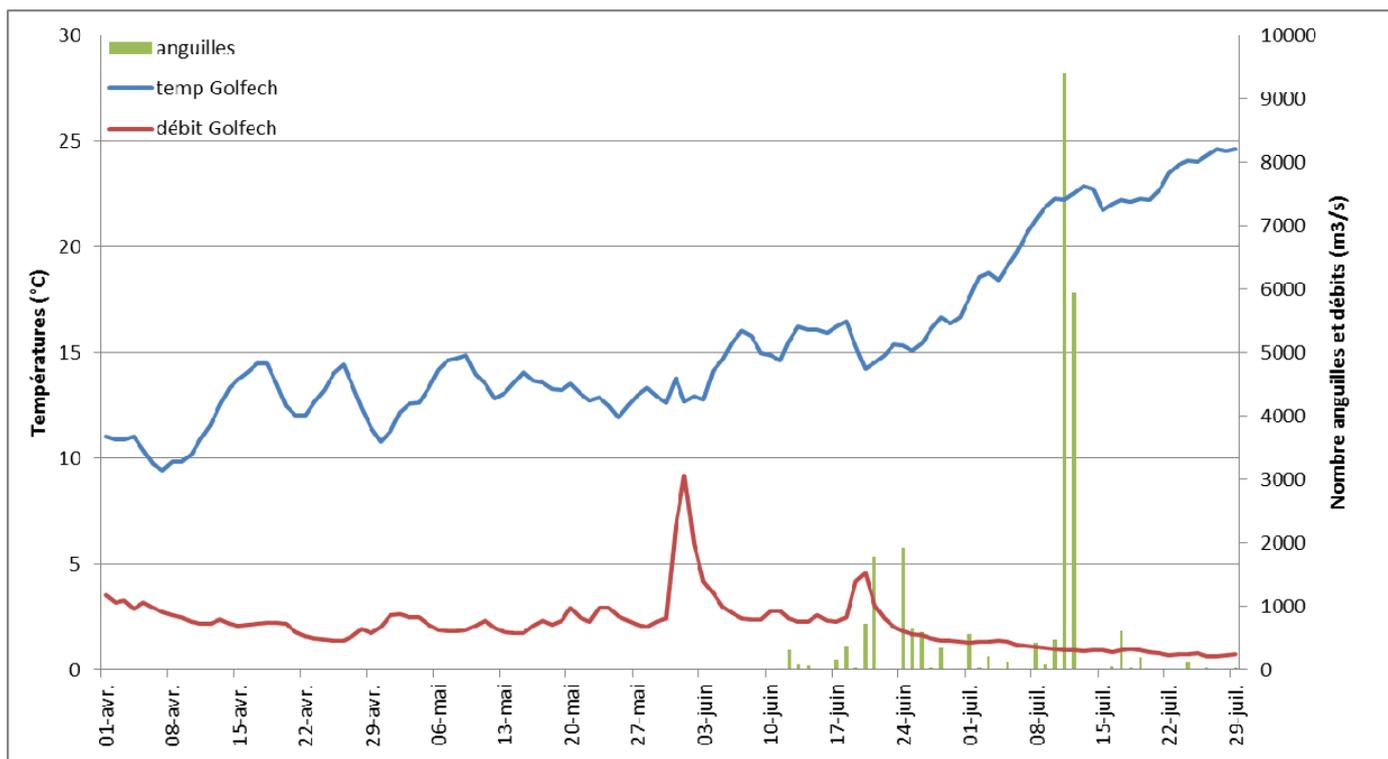
Cette année, la partie aval de la passe a été mise en service le 22 avril. Le 11 juin, les premières anguilles ont été visibles sur la rampe, la partie amont a donc été mise en service du 11 juin au 8 août 2013. Durant cette période, **33 376** anguilles ont emprunté la passe spécifique de Golfech. Les tests vidéo effectués entre 2005 et 2008 montraient que les passages d'anguilles par l'ascenseur à poissons représentaient en moyenne 10 % de la totalité des effectifs recensés sur le site. Ainsi, en 2013, la population d'anguilles ayant emprunté l'ascenseur à poissons, est estimée à environ **3 350** individus : ce sont donc au total, **36 700 anguilles** qui ont franchi le barrage de Golfech (figure 24).



**Figure 24 : Evolution des passages d'anguilles a Golfech entre 1992 et 2013.**

## Rythme de migration

Comme le montre la figure 25, la première anguille a été contrôlée le 11 juin 2013. Comme tous les ans, la partie amont de la rampe et le compteur associé ne sont mis en service que si le rythme de migration devient régulier et que le nombre d'anguilles est significatif. Ainsi, la rampe amont n'a fonctionné qu'à partir du 11 juin à 12h. Les derniers individus ont été contrôlés le 29 juillet. Après chaque crue ou coup d'eau, il est observé un pic de migration avec plus de 3000 individus contrôlés par pic (max 11887 le 26 mai).



**Figure 25 : Evolution journalière des passages d'anguilles à Golfech en 2013 en fonction du débit et de la température de la Garonne.**

### Fiabilité du compteur automatique.

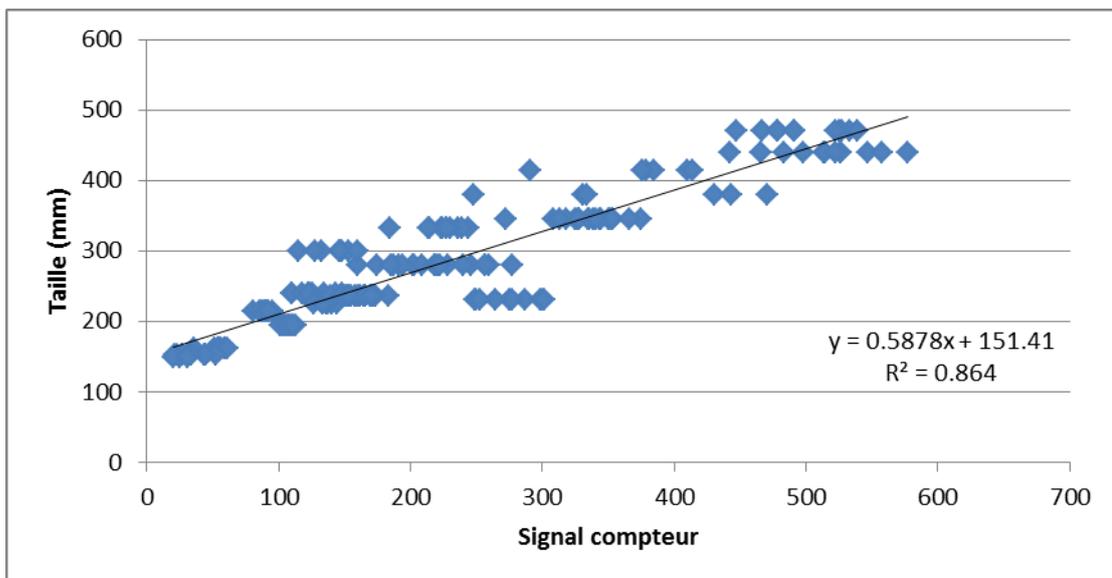
Afin d'optimiser les comptages effectués par le compteur automatique, il est nécessaire de l'étalonner. Ainsi, 20 anguilles de tailles et poids connus ont été passées 10 fois chacune dans les tubes du compteur. Grâce à cette opération, 2 informations pourront être obtenues :

- La taille limite de détection qui correspond à la plus petite taille d'anguille détectée 100 % du temps ;
- La relation entre la taille (et le poids) des individus et le signal généré lors du comptage.

Classes de taille (mm)	% de détection
100-120	0
120-140	0
140-160	65
160-180	120
180-200	110
200-220	90
220-240	100
240-260	100
260-280	100
280-300	100
300-320	100
320-340	100
340-360	120
360-380	100
380-400	100
400-420	100
420-440	140

**Figure 26 : Pourcentage de détection des anguilles passées dans le compteur automatique de Golfech en 2013.**

La figure 26 montre qu'à partir de 150 mm, la totalité des anguilles sont comptabilisées par le compteur à résistivité. Par ailleurs, ces tests montrent également un surcomptage pour les individus dont la taille est supérieure à 420 mm.



**Figure 27 : Relation entre le signal généré par le compteur et la taille des anguilles testées en 2013 à Golfech**

Les informations données par le compteur vont au-delà du simple comptage puisqu'il existe une relation linéaire entre la taille et la valeur du signal induit par le passage des individus, pour des sujets dont la taille est comprise entre 150 et 400 mm. La figure 27 montre que 80 % des individus détectés ont une taille comprise entre 200 et 320 mm. Par ailleurs, lorsque l'on compare la courbe de distribution des classes de taille issue du compteur avec celle issue des biométries quotidiennes (figure 28), on remarque que ces deux courbes sont quasiment superposables. Ainsi, grâce à ce compteur automatique, il est possible d'obtenir une bonne estimation de la taille de l'ensemble des individus empruntant le dispositif de franchissement.

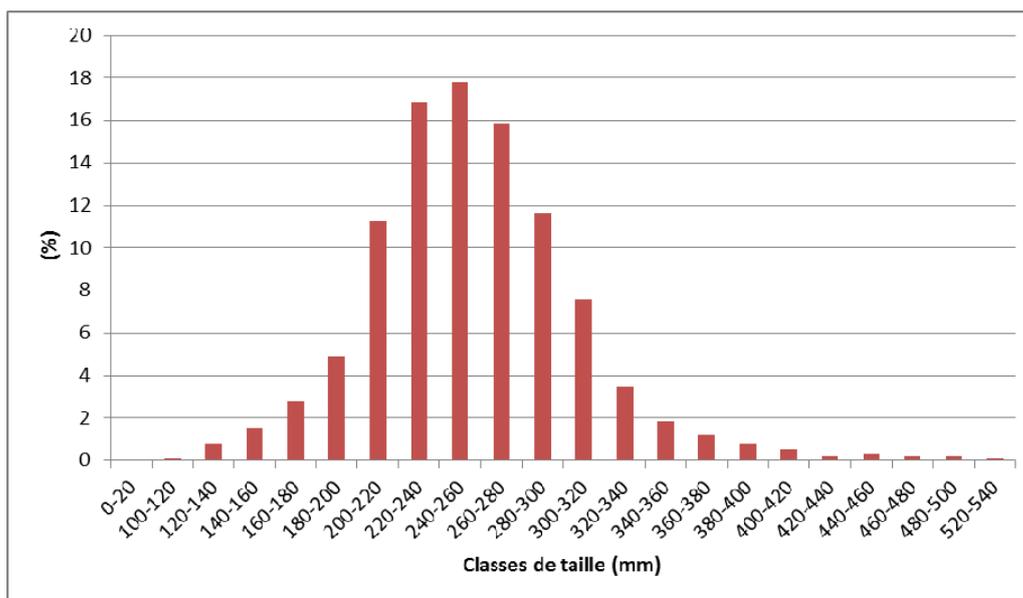


Figure 28 : Distribution des tailles des anguilles à Golfech en 2013 après analyses des signaux du compteur automatique.

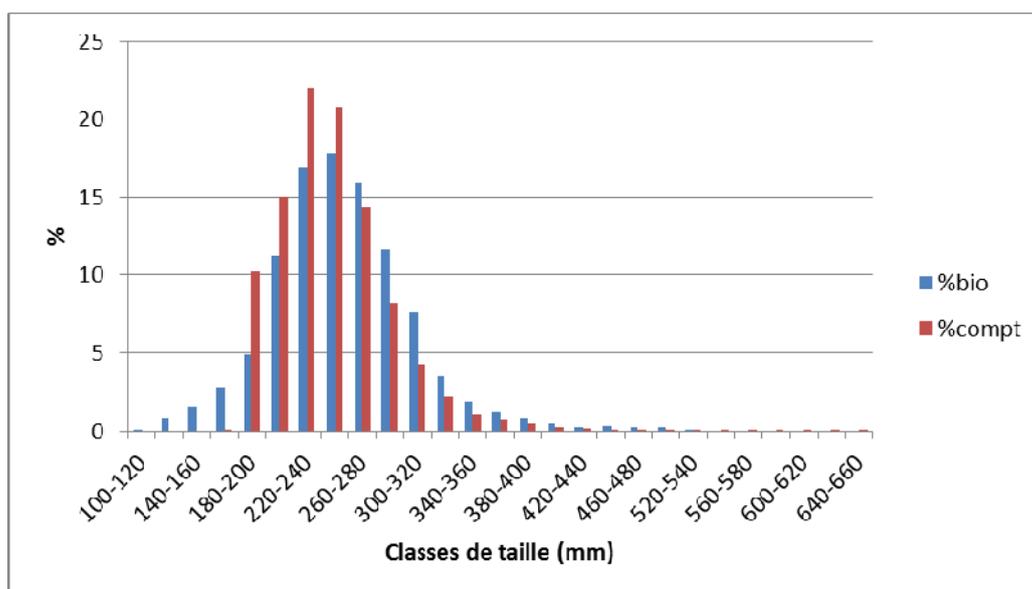


Figure 29 : Comparaison de la distribution des classes de taille entre les données issues du compteur et les données issues de la biométrie quotidienne à Golfech en 2013

Enfin, de nombreux comptages manuels ont été effectués pour valider l'efficacité du comptage automatique. Les résultats de ces opérations montrent que, dans la limite de détection des individus, la fiabilité du comptage automatique est de 91 % en 2013, mais, si l'on excepte une nuit de migration où on observe un mauvais comptage (échappement des anguilles dans le piège du fait d'un mauvais positionnement de la grille de filtration ?), cette fiabilité passe à 97 % et indique une très bonne efficacité des comptages automatiques.

### **Marquage recapture.**

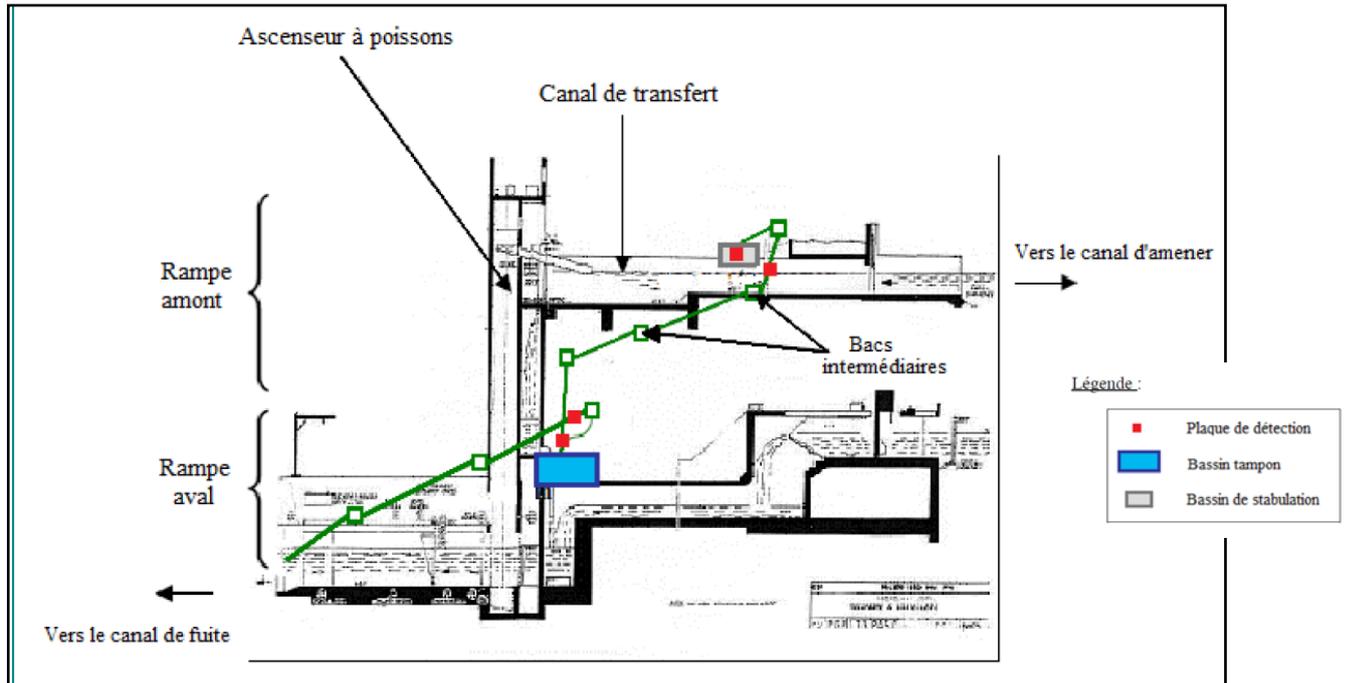
Depuis 2004, un échantillon de la population migrante est marqué à l'aide d'une marque passive (Pit Tag) et relâché à l'aval. Le but est d'appréhender l'efficacité de la rampe spécifique même si la répartition de l'espèce sur le bassin est densité dépendante et, par conséquent, tous les individus ne sont pas susceptibles de se représenter à l'aval de l'obstacle.

En 2013, 500 anguilles ont été marquées et relâchées au niveau de la commune de Lamagistère, soit 3 km en aval de l'usine de Golfech.



**Figure 30 : Marquage d'une anguille (à gauche et plaque de détection installée à Golfech en 2013 (à droite)**

Par ailleurs, comme en 2012, EDF R&D a laissé à disposition du matériel de détection permettant non seulement de détecter des anguilles présentes sur la passe mais également d'étudier les rythmes de migration sur cette rampe de grande longueur. Pour ce faire, 4 plaques de détection de type « Trovan » ont été installées stratégiquement afin d'obtenir un maximum d'informations. La figure 31 montre un schéma d'implantation des plaques (en rouge sur le schéma).



**Figure 31: Localisation des plaques de détection sur la rampe à anguilles à Golfech en 2013 (en rouge)**

- Plaque 1 : Aval du bassin tampon
- Plaque 2 : Amont immédiat du bassin tampon
- Plaque 3 : Amont de la rampe
- Plaque 4 : Bassin de stabulation

Ainsi, tous les mouvements des individus marqués vont pouvoir être analysés en fonction des détections enregistrés sur ces plaques :

- Phénomène de dévalaison sur la partie aval : individus uniquement détectés sur la plaque 1,
- Phénomène de dévalaison sur la partie amont : détections des individus sur les plaques 2 et 3 mais pas sur la 4
- Accumulation sur la rampe amont : individus détectés sur la plaque 2 et/ou 3 mais absents des bassins tampon et de stabulation.
- Franchissement intégral du système : détection sur les plaques 1, 2, 3 et 4.

Par ailleurs, ces détecteurs enregistrant l'heure à laquelle les anguilles passent, il va être possible de calculer le temps de franchissement et/ou de présence sur la rampe.

Année	Nb de marquage/an
2004	924
2005	1214
2006	761
2007	300
2008	537
2009	425
2010	338
2011	0
2012	302
2013	500

Figure 32: Nombre d'anguilles marquées entre 2004 et 2013 à Golfech

		Année de recapture										
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Année de lâcher	2004	2	105	43	155	20	2	6	0	2	0	335
	2005		87	75	181	49	10	11	0	3	0	416
	2006			30	131	63	6	9	0	1	2	242
	2007				69	26	3	11	0	6	1	116
	2008					156	11	51	0	9	8	235
	2009						7	52	0	15	9	83
	2010							49	0	15	16	80
	2011								0			0
	2012									68	20	88
	2013										30	30
TOTAL		2	192	148	536	314	39	189	0	119	86	1625

Figure 33: Nombre d'anguilles détectées par an depuis 2004 au niveau de Golfech

Cette année, 86 individus ont été détectés sur la rampe, dont 30 % individus marqués en 2013. Il est important de noter que des anguilles marquées en 2006 ont été détectées cette année, soit une présence à l'aval de Golfech d'individus de plus de 8 ans !

Année	Nb cumulé d'anguilles marquées	Nb cumulé de recaptures	Taux de retour
2004	924	2	0.2%
2005	2138	194	9%
2006	2899	342	12%
2007	3199	878	27%
2008	3736	1192	32%
2009	4161	1231	30%
2010	4499	1420	32%
2011	4499	1420	32%
2012	4801	1539	32%
2013	5301	1625	31%

**Figure 34: Taux de retour des anguilles marquées à Golfech depuis 2004.**

La figure 34 montre qu'en 2013, le taux de retour global de tous les individus marqués sur le site de Golfech s'élève à 31 %, soit 1625 anguilles sur 5301 marquées.

3eme quartile Temps moyen passé dans le bassin tampon	Temps min passé dans le bassin tampon	Temps max passé dans le bassin tampon
1:02:22	0:04:35	18:41:16
3eme quartile Temps moyen de franchissement de la rampe	Temps min de franchissement de la rampe	Temps max de franchissement de la rampe
7:13:59	0:42:59	36:15:10

**Figure 35 : Temps de franchissement de la rampe à anguilles en 2013 à Golfech.**

La mise en place des 4 plaques a permis de calculer des temps de franchissement des différentes parties de la rampe mais a surtout mis en évidence que sur 86 anguilles détectées, 7 n'ont pas franchi la partie aval (détection plaque 1 uniquement). Cette observation de « tentatives » de franchissement avait déjà été remarquée en 2008 et 2012 et avait été mise en relation avec les difficultés de reptation qu'éprouvent les anguilles avant de tomber dans le bassin tampon. De toute évidence, il sera important de vérifier si ces individus retenteront leur chance l'année prochaine mais, ce phénomène de blocage se répétant chaque année, il est nécessaire d'envisager des modifications de l'échappement des anguilles vers le bassin tampon afin de faciliter ce franchissement délicat.

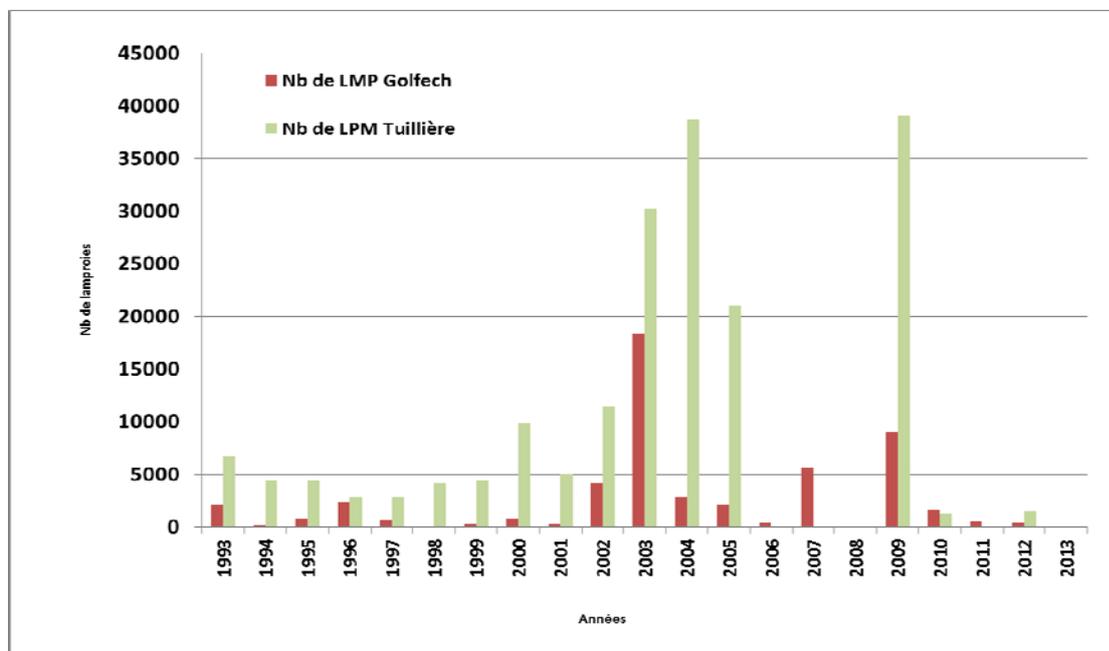
75 % des individus montent la totalité de la rampe en moins de 7h15. Les améliorations faites en sortie de rampe permettent aux individus de moins stagner en amont des rampes avant de tomber, soit dans le bassin tampon (plaque 1), soit dans le bassin de réception (plaque 3). On peut également remarquer que 75 % des individus passent moins d'1h15 dans le bassin tampon.

A noter que de nombreuses pannes dues essentiellement à des coupures de courant ont été remarquées en 2013. Ainsi, des anguilles marquées ont pu échapper aux enregistrements.

Enfin, il est important de signaler que des interférences entre les plaques de détection et les antennes Tiris ont été remarquées, empêchant la détection de marques Tiris lorsque les plaques de détection pit tag sont en fonctionnement. La proximité de tout ce matériel (facteur d'interférences) est certainement à l'origine de ce problème qui à ce jour n'a pu être résolu. En 2012, les détecteurs anguilles étaient coupés dans la journée pour permettre l'enregistrement de marques Tiris au niveau des entrées de l'ascenseur à poissons. En 2013, ce même protocole sera appliqué.

### 3.2.3.3 Migration de la lamproie

**Aucune lamproie** n'a été comptabilisée en 2013 sur le site de Golfech.



**Figure 36 : Evolution annuelle des passages de lamproies à Golfech depuis 1993. Comparaison avec tuilières sur la Dordogne.**

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

Sur le bassin de la Garonne, l'estimation du stock reproducteur en aval de Golfech est quasiment impossible à donner car il est très difficile de comptabiliser les nids du fait de la turbidité de l'eau sur ce cours d'eau (crue, fonte de neige...). Une opération de radiopistage

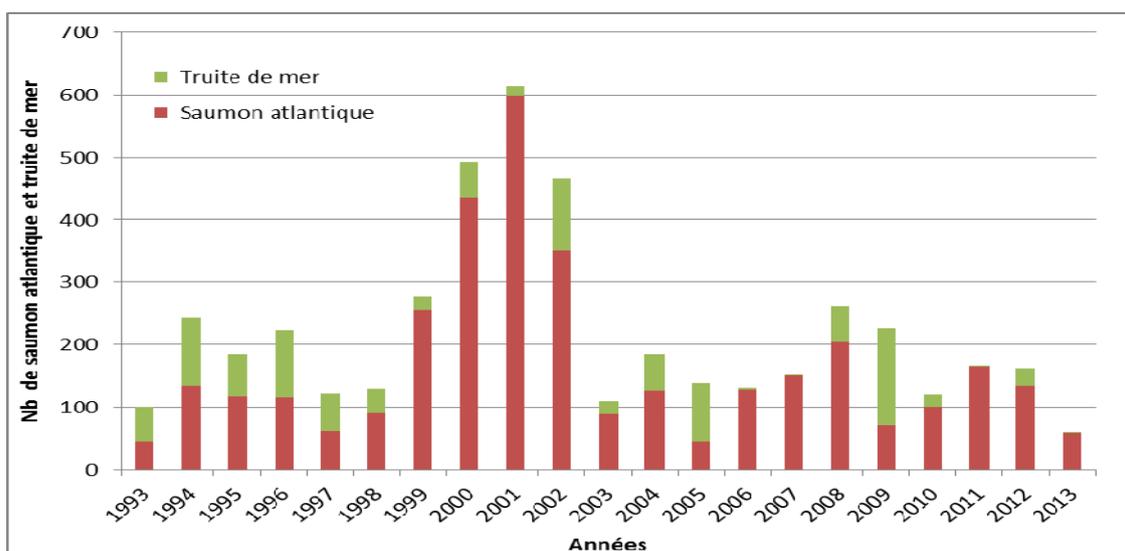
sur la Garonne a été menée entre 2006 et 2008 sur 115 individus (35 en 2006, 40 en 2007 et 40 en 2008) marqués et lâchés à Couthures sur Garonne. Le but de cette opération était, d'une part, d'appréhender les zones de reproduction utilisées par cette espèce en aval de Golfech et, d'autre part, de connaître la fraction de la population qui franchit l'obstacle. Les résultats ont permis d'identifier 28 sites de reproduction potentiels répartis entre Couthures sur Garonne et Golfech en prenant en compte le Lot en aval de Clairac (Figure 29)



**Figure 37 : Zones de reproduction de la lamproie marine repérées entre 2006 et 2008 sur la Garonne entre Couthures sur Garonne et Golfech.**

**Cette désertion des axes principaux est brutale et surprenante.** Il s'agira de vérifier, si la situation perdure, si cette espèce s'est repliée sur des tributaires en aval des axes pour se reproduire et le cas échéant tenter d'expliquer cette situation. Par ailleurs le phénomène s'observant sur les 2 axes, les forts débits de la Garonne en 2013 n'expliquent certainement pas cette absence de géniteurs au niveau des stations de contrôles Garonne et Dordogne.

### 3.2.3.4 Migration des grands salmonidés



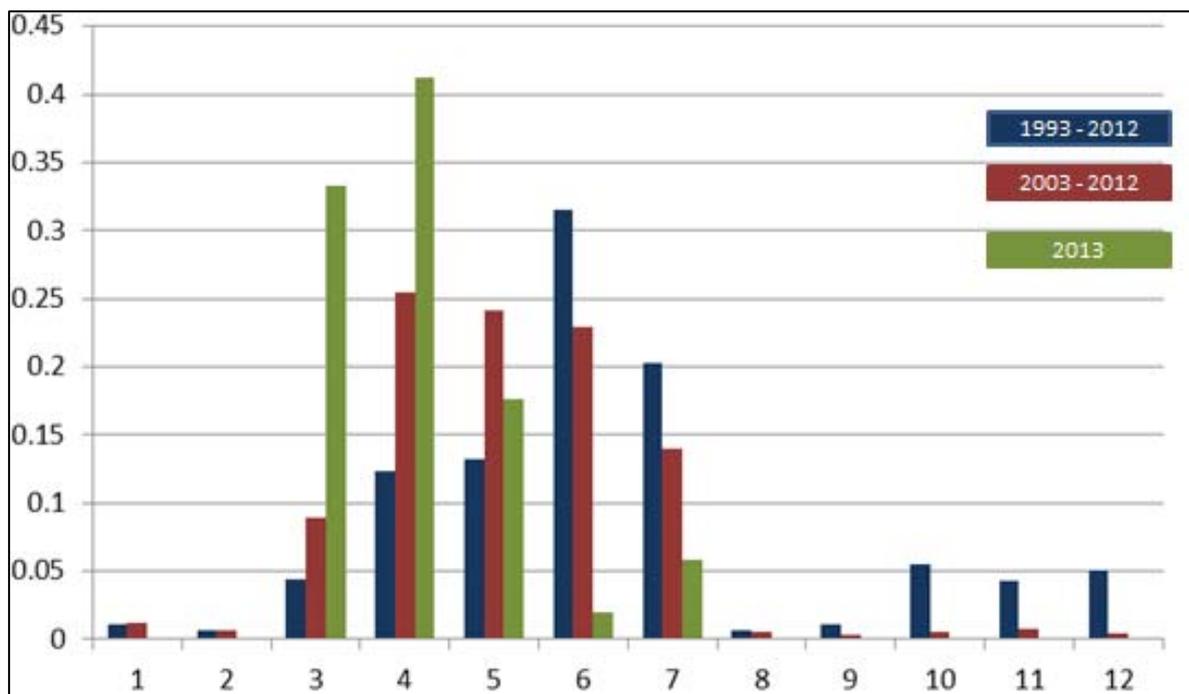
**Figure 38 : Evolution des passages annuels de grands salmonidés à Golfech entre 1993 et 2013.**

L'année 2013 montre une très forte baisse du nombre de saumons atlantique (51) par rapport à 2012 (133) et une chute des passages de truites de mer (22), (Cf. figure 38).

#### Le saumon atlantique

Années	Mois												Total général
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	
1993	0	1	1	1	0	3	5	1	0	16	13	5	46
1994	4	0	0	0	0	28	42	0	13	29	10	8	134
1995	1	0	0	6	23	60	12	0	0	8	3	4	117
1996	0	2	0	17	40	24	19	0	0	10	3	0	115
1997	1	0	0	10	4	4	11	0	0	8	18	6	62
1998	0	0	0	9	24	20	7	0	1	10	2	17	90
1999	4	0	9	11	11	138	25	0	1	14	12	30	255
2000	6	6	11	29	26	157	100	0	1	29	27	44	436
2001	3	5	12	17	14	263	230	1	6	13	19	16	599
2002	3	1	9	13	17	99	71	14	10	46	29	39	351
2003	6	0	2	21	47	11	0	0	0	0	0	1	88
2004	0	0	6	19	20	37	41	0	0	0	1	2	126
2005	0	0	8	12	10	11	2	0	1	0	0	1	45
2006	2	0	9	50	47	20	0	0	0	0	0	0	128
2007	2	0	11	38	29	25	32	1	2	3	7	0	150
2008	2	2	23	27	55	40	49	1	1	4	0	0	204
2009	1	0	14	15	14	22	2	0	0	0	1	1	70
2010	2	3	9	6	20	32	27	2	0	0	0	0	101
2011	0	3	15	82	33	24	5	3	0	0	0	0	165
2012	0	0	11	38	17	57	10	0	0	0	0	0	133
2013	0	0	17	21	9	1	3	0	0	0	0	0	51
<b>Total général</b>	37	23	167	442	460	1076	693	23	36	190	145	174	3466
<b>Moyenne (%) 1993-2012</b>	1.1	0.7	4.4	12.3	13.2	31.5	20.2	0.7	1.1	5.6	4.2	5.1	
<b>Moyenne (%) 2013</b>	0	0	33.3	41.2	17.6	2.0	5.9	0	0	0	0	0	

**Figure 39 : Répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech entre 1993 et 2013.**



**Figure 40 : Comparaison entre la répartition mensuelle des saumons contrôlés à Golfech en 2013 et la moyenne des observations sur la période 1993-2012 et sur la période 2003 - 2012**

Sur les 3466 saumons contrôlés sur la période 1993 – 2013 (Figures 39 et 40), 65 % passent entre les mois de mai et juillet et 17 % pendant la migration automnale. Cependant, depuis 2003, les rythmes de migration ont changé avec une majorité des individus qui passent lors des mois d’avril à juillet et surtout une quasi absence de migration automnale. Ces changements sont à mettre en relation avec la forte diminution des effectifs de 1 hiver de mer (castillons) au profit des individus plus gros, ayant 2 voire 3 hivers de mer. Ces derniers migrent traditionnellement plus tôt dans la saison alors que les castillons sont des individus qui migrent essentiellement en juin – juillet.

En 2013, la migration a été conditionné par les débits et, par conséquence, les successions de « fonctionnement – arrêt » de l’ascenseur à poissons. La figure 41 compare la fréquence des débits observés depuis 2003 par tranche de 50 m<sup>3</sup>/s avec ceux observés en 2013. Elle montre que les forts débits de 2013 ont entraîné un arrêt de l’ascenseur pendant 20 % du temps et qu’ils étaient supérieurs au débit turbinés (550 m<sup>3</sup>/s) pendant 80 % du temps.

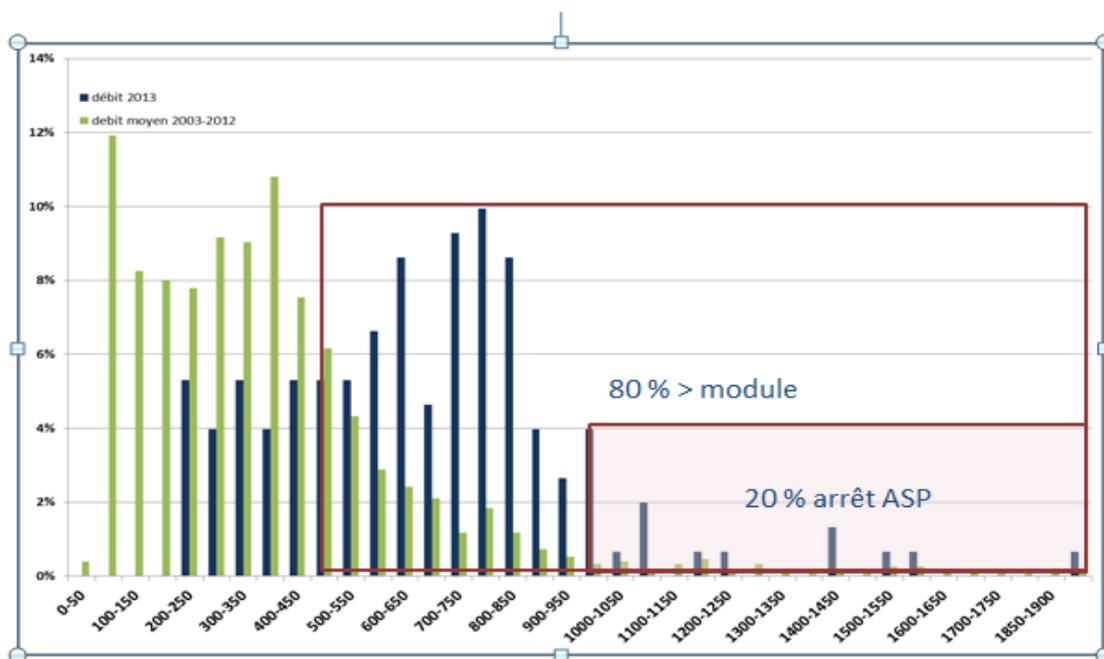


Figure 41 : Comparaison des gammes de débits à Golfech entre 2013 et la moyenne observée sur la période 2003-2012.

Pour tenter également de relativiser ce faible nombre de saumons à Golfech en 2013, il a été également regardé dans quelle gamme de débits passent les saumons sur la période 2003-2012.

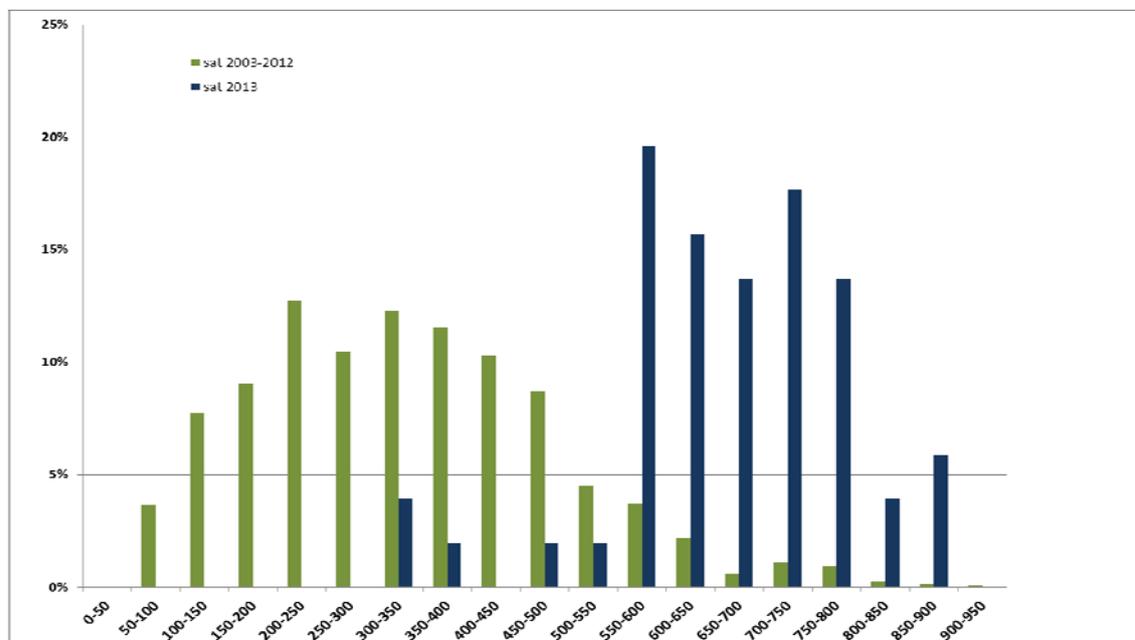


Figure 42 : Comparaison des gammes de débits « utilisées » par les saumons sur la période 2003-2012 et 2013.

La figure 42 montre que 80 % des individus contrôlés à Golfech en 2013 passent pour des gammes de débits supérieurs à 500 m<sup>3</sup>/s, débits pour lesquels on observe en moyenne que 15 % des passages sur la station de Golfech.

Ainsi, ce nombre de saumons très faible à Golfech en 2013 est en partie expliqué par le manque d'attractivité et / ou de disponibilité de l'ascenseur à poissons lorsque les débits sont très élevés.

### Caractérisation de la population

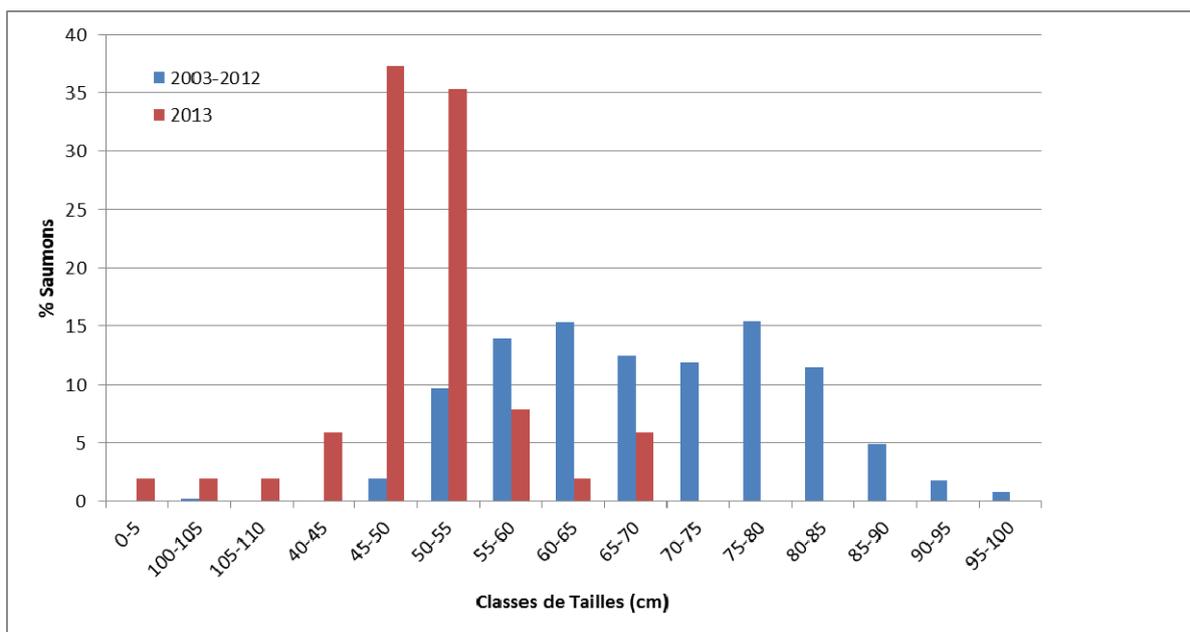
Les 51 saumons comptabilisés ont, comme depuis plusieurs années, fait l'objet d'une estimation de taille dont la précision a été évaluée à  $\pm 2$  cm contre  $\pm 5$  cm les années précédentes. En effet, depuis 2002, un grand nombre de poissons ont été mesurés pendant les opérations de piégeage et ainsi il a été possible de réajuster le coefficient multiplicateur qui permet de transformer une taille mesurée à l'écran de l'ordinateur en taille réelle.

Les tailles des saumons observés à la vitre de contrôle ont varié en 2013 de 62 cm à 102 cm avec une moyenne de 84 cm (Figure 43).

Année passage	Min de Taille	Moyenne de Taille	Max de Taille
1993	60.0	73.4	90.0
1994	50.0	68.2	85.0
1995	48.3	65.9	83.3
1996	51.7	71.5	95.8
1997	50.0	66.8	88.3
1998	51.0	70.4	99.6
1999	46.9	64.4	98.7
2000	44.6	64.1	89.3
2001	41.6	58.8	94.6
2002	48.3	64.5	91.0
2003	54.6	77.6	102.9
2004	55.3	76.5	104.3
2005	55.0	77.4	93.0
2006	66.0	79.4	95.2
2007	53.0	76.9	101.0
2008	50.7	72.7	98.7
2009	51.4	76.8	97.3
2010	58.9	78.9	105.1
2011	61.8	84.1	102.2
2012	57.4	77.7	98.7
<b>2013</b>	<b>61.6</b>	<b>81.4</b>	<b>101.1</b>

**Figure 43 : Taille minimale, moyenne et maximale des saumons observés à Golfech entre 1993 et 2013**

Chez les **saumons**, les classes de taille les plus représentées au cours de cette saison 2013 sont les classes 75-80 cm et 80-85 cm qui correspondent respectivement à 29 % et 28 % des effectifs (Figure 42).



**Figure 44 : Comparaison des histogrammes des classes de taille moyennes de saumons à Golfech entre 2003-2012 et celles observées en 2013**

Si l'on se réfère au rapport du CSP sur le saumon atlantique en France en 1993 (J.P. PORCHER, mars 1994) qui établit une relation entre la taille des poissons et l'âge en mer, les saumons dont la taille est inférieure à 75 cm auraient 1 hiver de mer, ceux dont la taille est supérieure à 75 cm auraient plusieurs hivers de mer (PHM). Cependant, il apparaît, après lecture d'écaillés, que des individus de taille inférieure à 75 cm mais migrant en début de saison peuvent être des PHM. Ainsi, pour distinguer l'âge des saumons par rapport à la taille, nous avons pris en compte les données de l'association MIGRADO (David Barracou, com pers) qui a déterminé l'âge de 6600 saumons par lecture d'écaillés et attribué une probabilité d'appartenance à l'une des 2 catégories (castillons / PHM) selon la taille des individus, indépendamment de sa période de migration. Le tableau suivant reprend ces données (Figure 45) :

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

**Figure 45 : Répartition entre castillons et PHM selon différentes classes de taille sur le bassin de l'Adour (MIGRADO, com pers).**

En reprenant ces éléments et en l'appliquant aux 3466 saumons ayant franchi Golfech depuis 1993, nous obtenons la répartition suivante (Figure 44) :

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>1HM</b>	21	99	73	42	42	45	195	346	544	297	7	47	8	4	34	82	10	20	6	19	2
<b>PHM</b>	25	35	44	73	20	45	60	90	55	54	81	79	37	124	116	122	60	81	159	114	49

**Figure 46 : Répartition 1 hiver de mer (1 HM) et plusieurs hivers de mer à Golfech entre 1993 et 2013.**

Globalement, sur les 3466 saumons contrôlés et mesurés précisément (à +/- 5cm jusqu'en 2002 et +/- 2cm à partir de 2003), **58 %** seraient des individus ayant passé 1 seul hiver en mer. De plus, il est important de remarquer que l'augmentation du stock entre 1999 et 2002 est essentiellement due à l'augmentation du stock de castillons, la proportion entre ces 2 catégories de poissons s'inverse entre 2003 et 2007 du fait de la très faible remontée de castillons à partir du mois de juin, à mettre certainement en relation avec les conditions hydroclimatiques de la période estivale. En effet, sur la période 1993 – 2002, 70 % des passages sont composés de castillons alors que sur la période 2003-2013, **82 %** des individus sont des « grands saumons ».

Il est important de signaler qu'en plus de la proportion 1HM/PHM qui s'inverse depuis 2003, le nombre de PHM présents sur la station de Golfech augmente de manière significative depuis 20 ans, ce qui peut être positif du fait de la longueur du trajet en eau douce à parcourir pour ces individus avant d'arriver sur les zones de reproduction (environ 450 km).

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

## Taux de transfert

année	Somme de 1hmgolf	1 HM GOLF - bergerac	Somme de phmgolf	PHM golf - bergerac	Somme de 1hm baz	Somme de phm baz	TRANSFERT 1HM	TRANSFERT PHM
1994	99	99	35	35	25	30	25%	86%
1995	77	77	40	40	5	32	6%	80%
1996	54	54	61	61	23	38	43%	62%
1997	43	43	19	19	4	6	9%	32%
1998	46	46	43	43	11	27	24%	63%
1999	200	200	56	56	24	16	12%	29%
2000	353	353	83	83	38	35	11%	42%
2001	547	547	52	52	81	42	15%	81%
2002	297	297	54	54	74	50	25%	93%
2003	8	8	80	80	3	35	38%	44%
2004	49	48	77	70	12	20	25%	29%
2005	8	7	37	30	2	8	29%	27%
2006	5	1	123	118	0	47	0%	40%
2007	34	32	116	105	3	26	9%	25%
2008	82	75	122	108	11	42	15%	39%
2009	10	10	60	49	2	14	20%	29%
2010	27	26	74	66	2	19	8%	29%
2011	6	6	159	146	0	50	0%	34%
2012	19	19	114	97	2	19	11%	20%
2013	2	2	49	41	0	13	0%	32%
					1994-2013	Moyenne :	16%	46%
					avant 2004		21%	61%
					après 2004		12%	30%

Figure 47 : Taux de transfert entre Golfech et Le Bazacle (Toulouse) entre 1994 et 2013

La réussite de la restauration du saumon sur la Garonne réside dans la capacité des individus à se reproduire sur le haut bassin. Ainsi, les stations de contrôle du Bazacle à Toulouse et de piégeage à Carbonne permettent de calculer le taux de transfert de la population contrôlée au niveau de Golfech, population constituant le stock qui est potentiellement susceptible d'effectuer son cycle biologique complètement, c'est-à-dire jusqu'à la reproduction.

Globalement, la figure 46 ci-dessus montre qu'en moyenne depuis 1994, seulement 31 % de la population contrôlée à Golfech parvient à franchir le Bazacle à Toulouse (pourcentage variant de 15 à 53 % selon les années entre 1993 et 2013). Cette importante perte de saumons sur ce tronçon de Garonne de 100 Km, dépourvu d'obstacles à la migration, a amené le groupe Garonne à proposer une étude de radiopistage pour essayer d'appréhender le comportement des saumons sur ce parcours. Les résultats de cette étude montrent de réelles difficultés de franchissement du barrage de Golfech (47 % en moyenne) ainsi qu'au Bazacle avec une efficacité de 30 à 40 %, notamment lorsque les débits sont supérieurs à 150 m<sup>3</sup>/s.

Par ailleurs, le taux de transfert varie beaucoup en fonction de la taille des saumons, donc de leur période de passage (Figure 47). En effet, seulement 16 % en moyenne des castillons (1HM) parviennent à franchir le Bazacle contre 46 % des PHM. Ainsi, la deuxième entrée de l'ascenseur à poissons de Golfech, en réduisant le temps d'attente des individus au pied de l'ouvrage, devrait avoir un impact positif sur le taux de transfert entre Golfech et le

Bazacle. On note enfin qu'en 2013, seulement 13 saumons sur 43 potentiels ont réussi à franchir le Bazacle, ce qui est très insuffisant mais explicable du fait de l'hydraulicité exceptionnelle de la Garonne. Un dégrilleur a été installé fin 2012 sur les grilles du débit d'attrait de la passe à poissons du Bazacle mais, compte tenu du faible nombre de poissons et des forts débits, son efficacité n'a pu être testée.

### Piégeage des saumons.

#### - Bergerac

Saumons piégés et stabulés au Centre de Bergerac en 2013															
Lieux	date	Espe	nu	N° de	N°	so uc	cohor	sta	Se	A GE	Taille (cm)		L M	Poi	potent
Golfech	27/03/2013	SAT	6	699A9E7	16185	GAR	2013	m	F		2	78.4	81	73.5	4.99
Golfech	27/03/2013	SAT	7	6998EA8	16443	GAR	2013	m	F		2	82	84.3	75	5.67
Golfech	29/03/2013	SAT	8	6998995	16095	GAR	2013	m	F		3	85	87.5	80	6.58
Golfech	12/04/2013	SAT	10	699903C	16060	GAR	2013	m	F		2	78.4	80.2	69.5	4.75
Golfech	16/04/2013	SAT	11	699B6C1	16172	GAR	2013	m	F		2	75.7	77	68	4.67
Golfech	16/04/2013	SAT	12	6998B11	16386	GAR	2013	m	M		2	84.8	86	86	5.75
Golfech	18/04/2013	SAT	13	6999CFB	16197	GAR	2013	m	F		2	84.7	85.8	78	5.26
Golfech	30/04/2013	SAT	16	6998045	16224	GAR	2013	m	F		2	72.4	74	67	3.42

**Figure 48 : Caractéristiques des individus piégés et transportés au centre de reconditionnement de Bergerac en 2013.**

8 saumons, 7 femelles et 1 mâle (sur 51 individus contrôlés en 2013) ont été piégés et transportés au centre de reconditionnement de Bergerac. Tous les saumons capturés au printemps et début d'été étaient des individus ayant passé 2 ou 3 hivers en mer (figure 48).

Tous ces poissons ont fait l'objet d'une biométrie précise (longueur totale, longueur fourche, longueur mâchoire, poids total), d'un sexage sur site et d'un relevé de l'état sanitaire.

Le transport a été effectué à l'aide de caisses isothermes. Cette méthode permet le transport de grands poissons sur de longues distances. La durée moyenne de transport entre Golfech et Bergerac est de 1h30. Ce transport nécessite une préparation préalable du poisson qui est conditionné dans une gaine plastique remplie de solution anesthésiante et gonflée à l'oxygène.

Méthodologie : avant la capture du poisson, il faut préparer une solution anesthésiante dans une civière de stabulation à raison de 12 ml d'eugénol pour 40 litres d'eau et une solution de transport dans une poubelle de 80 litres à raison de 2,5 ml d'eugénol pour 40 litres d'eau. Il faut également placer dans une caisse de transport isotherme une double gaine plastique remplie de 20 litres de solution de transport.

Le poisson est capturé à l'épuisette et introduit dans la civière contenant la solution anesthésiante afin d'être totalement endormi (environ 5 minutes).

Le poisson est ensuite saisi par le pédoncule caudal et soutenu par la tête puis introduit délicatement, la tête en avant, dans la double gaine de transport. Cette gaine est alors gonflée à l'oxygène puis fermée hermétiquement à l'aide d'élastiques.

Si la température de l'eau est supérieure à 18°C, des blocs isothermes réfrigérés (l'équivalent d'un bloc de glace d'environ 1 litre) sont disposés sur la gaine de transport.

Au centre de Bergerac, les individus sont équipés d'un pit tag afin de les individualiser, notamment lors des pontes (traçabilité) et des prélèvements de tissus sont effectués (nageoires) pour les analyses génétiques.



**Figure 49 : Photo du système de piégeage de Golfech et vue d'un saumon piégé**

- **Ariège :**

L'objectif de ces piégeages, décidés en réunion plénière du groupe migrateur Garonne, est de permettre aux saumons de migration tardive (hydrologie, température) de pouvoir accéder aux frayères pour se reproduire. Afin de vérifier l'efficacité de la reproduction naturelle sur l'Ariège sur les zones productives de ce cours d'eau, un nombre minimum de saumons se doit d'être transporté. Ainsi, depuis 2003, il est observé une migration de montaison constituée en majorité de grands saumons (PHM) avec en moyenne 130 individus observés au niveau de Golfech (min 45 – max 204). Aussi, pour les opérations de 2013, il était envisagé de transporter 40 individus sur l'Ariège, ce qui représente environ 30 % du stock contrôlé.

Les opérations de piégeages devaient se dérouler à partir du 1<sup>er</sup> mai, date à partir de laquelle on observe régulièrement, pour ces remontées tardives, une baisse du taux de transfert entre Golfech et Toulouse.

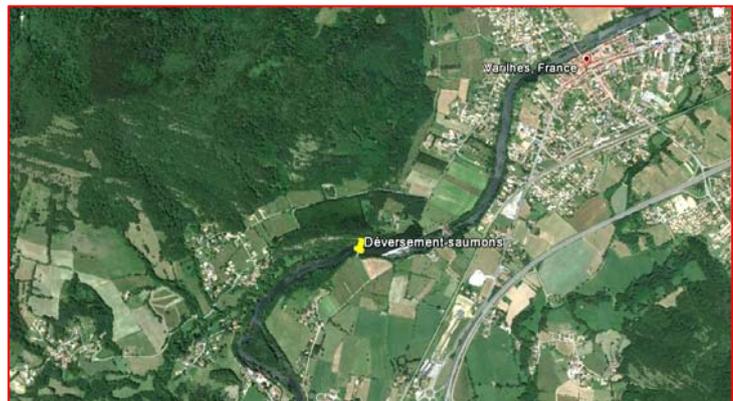
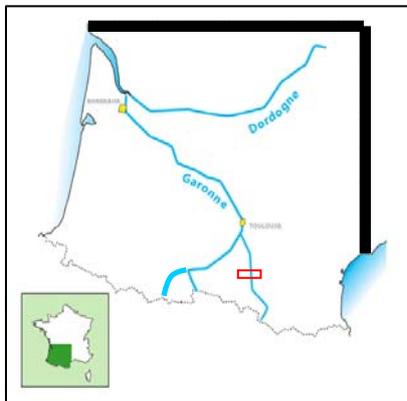
Il est rappelé que sur ce site, un piégeage exhaustif de la population est inenvisageable du fait de la présence de nombreuses autres espèces pendant cette période.

Le piégeage au niveau de Golfech est réalisé dans le canal de transfert de l'ascenseur à poissons, en amont de la vitre de vidéo contrôle. Dans la mesure du possible, le piège est en continu pendant la journée (6h00 – 22h00) y compris le week-end et relevé dès qu'un saumon est visionné dans le local vidéo. Cependant, indépendamment de la présence de saumons, le piège est obligatoirement relevé à minima toutes les 2 heures pour « libérer » les espèces non ciblées.

Par ailleurs, le piège n'est pas armé la nuit (22h – 6h) du fait de la présence importante de silures qui empruntent l'ascenseur pendant la période de piégeage.

Chaque saumon fait l'objet de relevés biométriques (poids, taille) et un prélèvement de tissu est effectué pour les analyses génétiques. Suivant les conditions du milieu (température de l'eau notamment), les individus pourront être stabulés au maximum 48h dans un bassin dédié sur le site et ce afin de mutualiser les transports. Il est prévu 3 transports par semaine (lundi, mercredi et vendredi).

Ce transport est effectué en caisse selon le protocole MIGADO (Cf piégeage Bergerac). EDF s'est engagée à faciliter la gestion des caisses de transport sur le site grâce à un aménagement du site. Les individus sont ensuite déversés sur des secteurs situés entre Pébernat et Labarre (portion de rivière de 20 km), facilement accessibles en véhicule léger et dont les potentialités de reproduction sont avérées. Cette portion de l'Ariège est désormais dédiée à la reproduction naturelle et de fait, aucun alevin n'est déversé sur ce secteur.



**Figure 50 : Vue aérienne (Google Earth) du lieu de déversement des saumons sur l'Ariège prévu en 2013**

En 2013, aucun saumon n'a été transporté sur l'Ariège du fait des faibles passages au niveau de Golfech associés aux conditions hydroclimatiques extrêmement défavorables. Cette action sera reconduite en 2014.

### 3.2.4 Les espèces holobiotiques

Nom commun	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>ESPECES DE RIVIERE</b>																					
Ablettes	336	6285	13489	2818	37624	25994	22006	23150	12488	21091	49670	116914	60553	25772	49759	53656	124508	11963	21585	14639	15515
Barbeau	2244	4172	2616	2349	690	1679	605	1405	1845	572	527	1178	801	217	365	731	616	670	181	491	125
Black - Bass	2	5	76	10	P	P	20	24	7	9	47	48	39	10	0	2	25	0			
Brème	4358	8752	12802	5048	2265	7057	4164	3539	3472	12724	11727	21415	5191	5588	13384	24385	9914	18679	7592	27179	3255
Brochet	7	1	3	2	4	0	10	14	3	3	5	21	16	6	0	2	1	3	1	0	1
Carassin	5	31	25	19		26	524	317	103	102	19	154	4	55	2	189	8	1	2	39	62
Carpe	21	40	38	64	30	31	26	19	18	7	13	41	7	11	61	76	29	24	4	62	12
Chevesne	16	63	0	2	187	P	2130	1477	1803	924	1221	3947	2844	1007	1318	1802	402	917	584	1169	1610
Gardon	P	52	7	P	P	P	2895	2336	1856	1665	8406	2301	3230	3431	892	104	213	71	901	1967	420
Sandre	20	188	336	151	14	8	8	15	11	7	30	39	25	16	57	8	41	9	7	3	17
Silure	0	0	3	9	71	146	260	310	242	266	386	628	529	603	1134	589	499	485	359	956	415
Truite fario	19	15	31	22	38	66	53	42	30	90	27	9	5	2	0	2	1	0		1	0

Figure 51 : Bilan des passages annuels des principales espèces de rivières à Golfech entre 1993 et 2013.

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

Les cyprinidés constituent toujours la famille la mieux représentée, avec notamment les barbeaux (125) les brèmes (3255), les chevesnes (1610), les gardons (420) et les ablettes qui totalisent plus de 15515 individus en 2013.

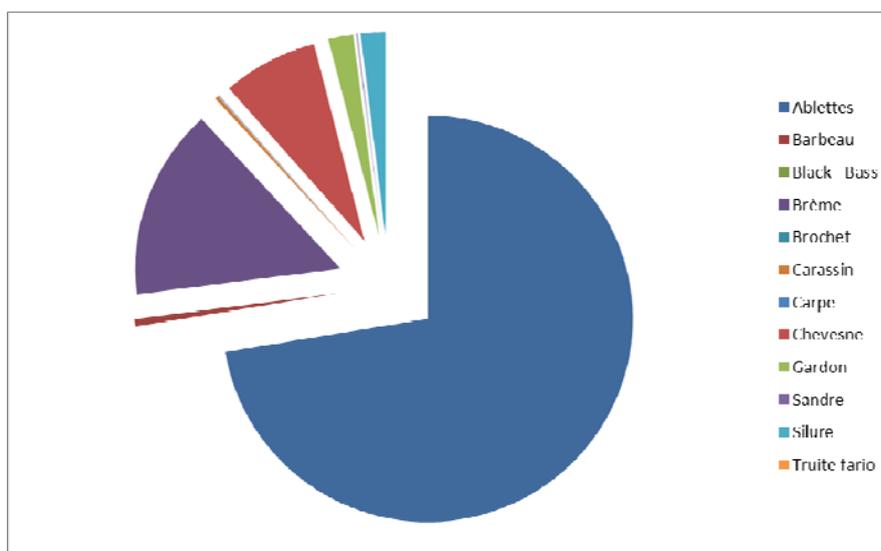
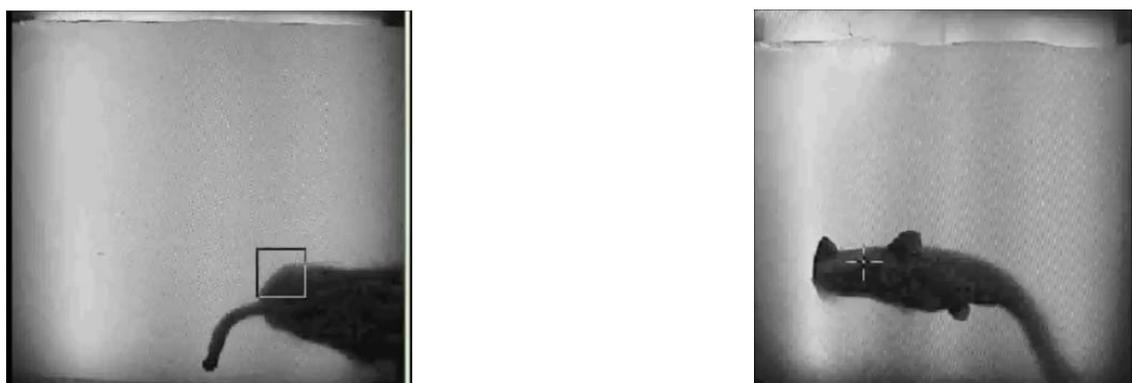


Figure 52 : Répartition des espèces holobiotiques à Golfech en 2013

**Les carnassiers**, généralement bien représentés par les sandres jusqu'en 1996 (921 individus répertoriés en 1991, 151 en 1996), avaient vu leur population fortement diminuer en 1998 et 1999 avec seulement 8 individus observés, soit une chute de 50 % par rapport à 1997. L'année 2013 est caractérisée par de très faibles passages, avec 3 individus contrôlés. Cependant, il est important de constater que de nombreuses observations, faites lors des sorties nocturnes sur le bras court circuité pendant la période des aloses, montrent la présence de cette espèce au niveau des différents seuils de ce tronçon, la chute et le débit au niveau de l'entrée de l'ascenseur à poissons ne favorisent pas leur entrée dans le système de franchissement.

En 2013, **la population de silures** a diminué de moitié par rapport à l'année précédente. Le silure a été étudié par MIGADO, notamment par radiopistage, afin de mieux comprendre son comportement au droit de l'obstacle. Les premiers résultats de l'étude montrent que son accumulation au pied de l'ouvrage n'est pas en premier lieu responsable de la chute vertigineuse du stock d'aloses comme on a pu le craindre il y a quelques années. En effet, l'étude montre que cette espèce n'adopte pas un comportement de chasse mais plutôt une attitude attentiste au droit du barrage.

Cependant, il a été observé dans le canal de transfert une forte prédation sur toutes les espèces migratrices en 2012 avec certains comportements de chasse spectaculaires vis-à-vis du saumon atlantique (figure 50).



**Figure 53 : Prédation de lamproie marine (à gauche) et de grande alose (à droite) par le silure à Golfech en 2012**



**Figure 54 : Chasse et prédation de saumon atlantique par le silure à Golfech en 2012**

En 2013, aucune prédation sur les grands migrateurs n'a été observée par cette espèce, certainement du fait des conditions environnementales avec des températures de l'eau très fraîches pendant toute la saison de migration. Ceci dit, au-delà de la « simple prédation », spectaculaire mais pour l'instant exceptionnelle, il serait important d'étudier plus précisément le phénomène d'effarouchement, observé à l'aval de l'ouvrage et qui de toutes évidences ne peut être négligé dans le canal de transfert de l'ascenseur à poissons. En effet, il est observé des changements de comportement des grands migrateurs dans ce canal, notamment chez les grands salmonidés avec 1) des passages nocturnes et 2) des allers retours très fréquents avant un passage définitif du fait de la présence de silures au droit des vitres de visualisation (rétrécissement). On peut légitimement se poser la question du devenir de ces saumons en amont de Golfech, individus qui ont subi un arrêt dans leur rythme de migration et éventuellement des blessures dans ce canal (grilles, dégrilleurs, béton) qui ne devrait être qu'un lieu de transit. Il est rappelé que l'enjeu majeur pour ces grands salmonidés est de migrer rapidement en amont de Toulouse pour pouvoir se reproduire. EDF a installé la deuxième entrée de l'ascenseur à poissons dans ce sens pour réduire le temps d'attente des individus au pied de Golfech et ainsi leur laisser le plus de chance de progresser en amont. Il ne faudrait pas qu'ils subissent un nouveau frein qui annihilerait tous ces efforts...

### 3.2.5 Le suivi des smolts dans les puits anti-vortex de Golfech

Des observations de smolts de saumon dévalant la Garonne sont régulièrement faites en période de dévalaison au niveau des puits anti vortex de la centrale hydroélectrique de Golfech sur la Garonne. L'incidence de ce piégeage sur la population totale des jeunes saumons dévalant depuis le haut bassin de la Garonne et de l'Ariège n'a jamais pu être évaluée. L'objectif de l'étude consiste à mettre en œuvre un suivi qui doit permettre de préciser :

- la proportion de smolts qui reste dans les puits lors de la dévalaison ;
- le retard à la migration de ces smolts piégés (préjudiciable en regard de la présence d'un bouchon vaseux situé plus en aval).

Une première approche de la problématique des smolts dévalants piégés au niveau de cet aménagement a été réalisée à partir de la pratique d'opérations de marquage recapture. Le dispositif de pêche testé a été un filet carrelet suspendu au palan du pont grue de la centrale (filet carrelet déjà utilisés fin des années 1980 lors des opérations de pêches expérimentales sur les alosons dans ces mêmes puits).



Figure 55 : Filet carrelet suspendu au palan du pont grue de la centrale au-dessus d'un puits

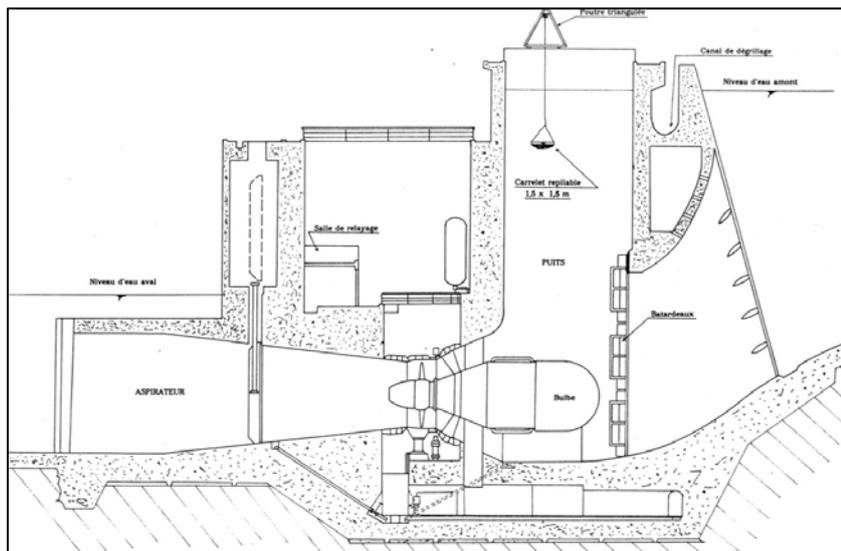


Figure 56 : Vue en coupe au niveau d'un puits de turbine (d'après Boyer-Bernard 1991)

La difficulté de l'opération a été de pouvoir utiliser ce dispositif de pêche dans un environnement hydrauliquement très instable. En effet, du fait d'un fonctionnement à plein régime de chaque groupe de la centrale, l'eau dans les puits était animée de forts courants ascendants entraînant une recirculation permanente de l'eau dans un plan vertical.

Pendant la période de dévalaison (entre le 15 et le 24 avril 2013), 4 lots de 450 smolts de saumon provenant de la pisciculture de Pont Crouzet et marqués par ablation d'un bout

de nageoire ont pu être lâchés au niveau de l'aménagement de Golfech. Pour tester le filet, un lot a été directement lâché dans un des puits, les autres lots ont été déversés dans le canal d'amenée environ 200 m en amont de l'usine hydroélectrique.

Dans les conditions hydrologiques rencontrées en 2013, le dispositif utilisé n'a pas permis de pêcher efficacement dans les puits.

Des observations complémentaires ont été réalisées 2 fois par jour *a minima* et n'ont pas permis de vérifier la présence des smolts marqués lâchés dans les puits. Seule la présence de nombreuses truites arc en ciel (truite portion de pisciculture provenant certainement de lâcher plus amont sur le Bassin versant pour la pêche à la ligne) et de quelques smolts de salmonidés (repérés avant les lâchers des smolts marqués) a été observée. La réalisation d'un échantillonnage par pêche à la ligne a permis de confirmer ces observations (truite arc en ciel et smolt de truite fario capturés).

Pour compléter le dispositif d'observation, 6 smolts équipés de radio émetteurs ont été injectés directement dans chacun des puits (2 par puits). Dès le soir du lâcher, le signal des poissons n'a plus été perçu. Seul un smolt radio-marqué a été retrouvé au bout de 5 jours puis à nouveau perdu.

Suite au retour d'expérience de cette saison, de nouveaux essais vont être réalisés pour améliorer le dispositif de pêche actuel (lestage, possibilité de fermeture du cadre à la descente, rajout d'un treuil pour réaliser des remontés plus rapide...) afin de valider son utilisation pour la saison prochaine et/ou de voir vers quelles autres techniques de suivi il faudrait s'orienter (radio pistage, autre type de filet ...).

## CONCLUSION

---

Pour la seizième année consécutive, l'ascenseur à poissons de Golfech a fait l'objet d'un suivi journalier continu sur l'ensemble de l'année.

En 2013, l'ascenseur à poissons de Golfech a fonctionné **73 %** du temps. L'année étant marquée par deux périodes d'entretien du dispositif, relativement courtes, en mars et octobre ainsi que par un long arrêt de l'ascenseur en février du fait d'une période de froid intense. Pendant toute la période de fonctionnement du dispositif, le système de surveillance a été opérationnel 100 % du temps.

Durant l'année, **environ 29 900** poissons ont été contrôlés, pour 16 espèces. Chez les grands migrateurs, **630** aloses ont été comptabilisées, soit le bilan le plus faible par rapport aux effectifs recensés dans le milieu des années 90. Globalement, en prenant en compte le nombre de géniteurs présents à l'aval de la station de contrôle, le stock reproducteur sur la moyenne Garonne est **de 1 200 géniteurs**, soit le plus faible stock reproducteur jamais recensé sur la Garonne. Malgré le petit rebond constaté en 2009 et accentué en 2010-2011, les résultats de 2013 montrent toujours une population extrêmement fragile. Ainsi, **il est fondamental que le moratoire sur cette espèce perdure en 2014** si l'on veut retrouver des niveaux d'abondance corrects dans les années futures et ainsi pratiquer à nouveau une pêche commerciale durable.

L'absence de lamproies sur le site est très inquiétante d'autant plus que les mêmes observations sont faites sur la Dordogne. Il s'agira dans les années futures de prospecter les zones potentielles de reproduction pour vérifier la présence ou non de larves, comme ce qui est fait actuellement sur la Dordogne.

**La passe à anguilles montre toujours son importance sur ce site avec 33 400** individus recensés. Les différentes études réalisées sur le site permettent d'estimer à **3 300 le nombre d'anguilles** passées au niveau de l'ascenseur à poissons.

Par rapport à 2012, les effectifs des grands salmonidés sont en baisses pour les saumons avec **51 saumons** et quasiment nuls pour **les truites de mer avec seulement 2 individus**. Les conditions hydroclimatiques ont été très défavorables à la migration tout le long de la saison, notamment avec de nombreuses crues qui ont entraîné des arrêts fréquents de l'ascenseur à poissons causant retards voire arrêt de migration toujours préjudiciables à la progression de cette espèce vers l'amont du cours d'eau. Le faible taux de transfert observé au niveau du Bazacle à Toulouse peut éventuellement s'expliquer par les perturbations rencontrées au niveau du site de Golfech.

Les cyprinidés constituent toujours la famille la mieux représentée parmi les espèces holobiotiques et totalisent plus de **21 000** individus répertoriés en 2013.

Les silures sont toujours aussi présents sur le site avec **415 individus** recensés, mais loin de l'année record de 2007 (1 134 individus). Cette espèce, pose de sérieux problèmes de prédation et certainement d'effarouchement dans le canal de transfert, notamment sur les populations de grands migrateurs. Une solution adaptée et acceptée par tous les acteurs de la vie piscicole devra être adoptée prochainement pour éviter d'autres pertes sur les populations fragiles que sont les poissons migrateurs du bassin de la Garonne.

Une première approche de piégeage de smolts dans les puits anti vortex a été menée en 2013 afin d'appréhender l'impact d'une telle installation sur la population dévalante. L'année 2013 a été marquée par le test de différentes méthodes d'évaluation de cet impact en utilisant la méthode de marquage recapture. Il s'agira en 2014 d'approfondir ces techniques pour affiner les observations de terrain.

Enfin, le faible nombre de saumons passé à la station de Golfech n'a pas permis de transporter des individus sur l'Ariège et ainsi amorcer une réelle reproduction naturelle sur ce cours d'eau qui présentent des habitats potentiellement très favorables à la ponte du saumon atlantique. L'opération sera reconduite en 2014.

## BIBLIOGRAPHIE

---

BARRACOU D., communication personnelle.

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

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

CARRY L., DELPEYROUX JM., 2013. 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 2012. Rapport MI.GA.DO. 24G-13-RT.

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

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

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

DARTIGUELONGUE J., 2014. Contrôle du fonctionnement des passes à poissons installées au Bazacle. Suivi de l'activité ichtyologique en 2013. Rapport MIGADO 14G-14-RT.

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.***