

Contrôle de la migration des smolts de saumon atlantique en dévalaison Stations de Camon et Pointis sur la Garonne

Année 2016

S. Bosc ; A. Nars ; O. Menchi



M I G A D O

Migrateurs Garonne Dordogne

RESUME

Dans le cadre de la restauration du saumon atlantique sur le bassin de la Garonne, la stratégie de piégeage-transport est opérationnelle depuis 1999, aussi bien en montaison (Carbonne) qu'en dévalaison (Camon). Pendant la campagne 2016, les stations de piégeage à la dévalaison de Pointis et de Camon ont fonctionné du 2 mars au 20 mai.

Le suivi biologique des poissons capturés a permis de comptabiliser au total 45 552 poissons piégés (11 872 à Camon et 33 680 à Pointis) qui ont été transportés à l'aval de Lamagistère. 10 espèces de poissons ont été recensées mais les effectifs qui dominent concernent les Salmonidés avec les saumons atlantiques (*Salmo salar*) et les truites fario (*Salmo trutta fario*) : **39 594 smolts de saumon**, 5 865 truites fario dont 4 787 smolts en migration de dévalaison et 93 individus appartenant à d'autres espèces ont été comptabilisés. Les saumons dévalants piégés au niveau des stations de Pointis et Camon proviennent principalement des déversements d'alevins pré-estivaux effectués sur la Garonne amont et la Neste aux printemps 2015 (smolts 1⁺) et 2014 (smolts 2⁺) et des smolts issus de la reproduction naturelle sur la Pique.

Les effectifs de smolts de saumon et de truite capturés en 2016 sont les plus importants jamais capturés par les deux stations de contrôle à la dévalaison de la Garonne. Pour les saumons, ces chiffres témoignent de la bonne implantation du repeuplement réalisés en 2015 et 2014 et de la bonne fonctionnalité des habitats de la Neste et de la Garonne pour les stades déversés.

Un bilan interannuel dressé d'après les données collectées lors du piégeage à Camon et Pointis permet de mieux connaître le déroulement de la migration de dévalaison des saumons sur la Garonne et de déterminer les caractéristiques de la population de smolts. En moyenne, plus de 90 % des effectifs de saumons migrent entre la fin mars et le début du mois de mai. La durée moyenne de la migration est de 42 jours. Les principaux pics migratoires ont lieu au mois d'avril.

Suite aux améliorations apportées par EDF en 2014 sur chacune des 2 stations (pose de plans de grilles de faibles espacements devant les turbines des deux centrales), des opérations de marquage détection ont été réalisées pendant la saison de dévalaison 2016. Ces opérations avaient pour objectif de mesurer le niveau d'efficacité des systèmes de capture en fonction de l'hydrologie. Pour les deux sites, les résultats obtenus lors de la saison 2016, dans des conditions générales de faibles hydrologies, présentent des niveaux d'efficacité maximum avec des efficacités moyennes mesurées de plus de 70 % pour l'exutoire de Camon et 90 % pour celui de Pointis.

De nouvelles opérations de marquage seront réalisées au printemps 2017 pour affiner les résultats en condition de forte hydrologie.

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| RESUME | i |
| SOMMAIRE | ii |
| LISTE DES ILLUSTRATIONS | iv |
| INTRODUCTION | 6 |
| REMERCIEMENTS | 7 |
| 1 Matériel et méthode | 8 |
| 1.1 Généralités | 8 |
| 1.1.1 Situation | 8 |
| 1.1.2 Aménagements hydroélectriques de Pointis et Camon | 8 |
| 1.2 Fonctionnement des stations de piégeage | 9 |
| 1.2.1 Fonctionnement des exutoires | 9 |
| 1.2.2 Attrait des poissons par la lumière | 10 |
| 1.2.3 Problèmes liés aux piégeages | 10 |
| 1.2.4 Personnel présent sur les sites | 10 |
| 1.3 Relevés des paramètres environnementaux et du fonctionnement hydraulique des aménagements | 11 |
| 1.4 Suivi biologique | 11 |
| 1.4.1 Comptage vidéo | 11 |
| 1.4.2 Relevé des paramètres biologiques et comptage manuel | 12 |
| 1.5 Transport des poissons capturés | 12 |
| 2 Résultats : Campagne de piégeage-transport | 13 |
| 2.1 Fonctionnement des stations de piégeage | 13 |
| 2.2 Paramètres du milieu | 13 |
| 2.2.1 Température de l'eau | 13 |
| 2.2.2 Oxygène dissous | 14 |
| 2.2.3 Transparence de l'eau | 14 |
| 2.3 Hydrologie de la Garonne et fonctionnement hydraulique des aménagements | 15 |
| 2.3.1 Hydrologie de la Garonne pendant la période d'étude | 15 |
| 2.4 Suivi biologique | 19 |
| 2.4.1 Etude des passages des poissons piégés | 19 |
| 2.5 Relevés de paramètres biologiques (Biométrie) | 21 |
| 2.5.1 Répartition par espèce | 21 |
| 2.5.2 Etat sanitaire | 22 |
| 2.5.3 Caractéristiques biométriques des salmonidés | 23 |
| 2.6 Bilan des effectifs contrôlés et transportés | 25 |
| 2.6.1 Bilan des effectifs contrôlés | 25 |
| 2.7 Transports | 26 |
| 2.7.1 Poissons transportés (tableau 7) | 26 |
| 2.8 Marquages | 27 |
| 2.9 Communication sur les sites de Camon et Pointis | 28 |
| 3 BILAN INTER-ANNUEL (2000-2016) | 29 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.1 | Evolution des paramètres environnementaux | 29 |
| 3.1.1 | Débit de la Garonne | 29 |
| 3.1.2 | Evolution de la température de l'eau | 29 |
| 3.2 | Evolution des effectifs piégés | 30 |
| 3.2.1 | Bilan par espèce | 30 |
| 3.3 | Caractéristiques biologiques des smolts de saumon du haut bassin de la Garonne | 31 |
| 3.3.1 | Activité de dévalaison des smolts | 31 |
| 3.3.2 | Production de smolts à partir des saumons repeuplés | 34 |
| 3.3.3 | Caractéristiques des saumons déversés et capturés à la dévalaison | 35 |
| 4 | Evaluation de l'efficacité des stations de piégeage | 36 |
| 4.1 | Introduction | 36 |
| 4.1.1 | La période d'expérimentation | 37 |
| 4.1.2 | Le marquage des smolts | 37 |
| 4.1.3 | Modalités de marquage | 38 |
| 4.1.4 | Les lâchers des lots marqués | 38 |
| 4.1.5 | Fonctionnement des dispositifs de détection des marques | 39 |
| 4.1.6 | Amélioration de l'efficacité des exutoires | 40 |
| 4.1.7 | Evaluation de l'efficacité des exutoires | 41 |
| 4.2 | Résultats : tests 2016 | 42 |
| 4.2.1 | Test de l'exutoire de Pointis | 42 |
| 4.2.2 | Test de l'exutoire de Camon | 45 |
| 4.2.3 | Conclusion évaluation de l'efficacité des exutoires 2016 | 47 |
| 5 | CONCLUSIONS | 49 |
| | BIBLIOGRAPHIE | 50 |
| | ANNEXES | 51 |

LISTE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Situation géographique des secteurs mobilisés par la mise en place de la stratégie de piégeage transport sur le bassin de la Garonne | 8 |
| Figure 2 : Températures moyennes journalières (en °C) relevées sur la Garonne à Loures-Barousse et Valentine et sur la Neste à Mazère pendant la période d'étude | 14 |
| Figure 3 : Evolution de la turbidité (en cm mesurée au disque de Secchi) et du débit moyen journalier (en m ³ /s) de la Garonne enregistrés à Gourdan-Polignan (EDF)..... | 15 |
| Figure 4 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Camon durant la campagne 2016 (débit exprimé en m ³ .s ⁻¹) | 17 |
| Figure 5 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Pointis durant la campagne 2016 (débit exprimée en m ³ .s ⁻¹) | 18 |
| Figure 6 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Camon et à Pointis en 2016 | 20 |
| Figure 7 : Evolution des passages journaliers de poissons dévalant à Camon et Pointis en fonction de la température de l'eau (°C) et du débit de la Garonne (0,1m ³ .s ⁻¹). | 21 |
| Figure 8 : Proportion de chacune des anomalies sanitaires relevées sur les individus classés « non sains » échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière en 2014 | 22 |
| Figure 9 : Structure du peuplement des smolts de saumon atlantique (classes de tailles en mm) d'après l'échantillonnage effectué sur les 2 sites (Camon et Pointis) | 23 |
| Figure 10: Relation taille/poids des saumons atlantiques échantillonnés | 24 |
| Figure 11: Structure du peuplement des truites fario (TRF et TRF BL) dévalantes d'après les échantillons mesurés à Camon et Pointis de Rivière..... | 25 |
| Figure 12 : Comparaison des débits journaliers de la Garonne mesurés à Valentine ou à Gourdan-Polignan de 2000 à 2016 (en pointillé niveau d'équipement des centrales)..... | 29 |
| Figure 13 : Températures de l'eau de la Garonne enregistrées à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles) entre 2000 et 2016 (du 1er mars au 31 mai) | 30 |
| Figure 14: Effectifs piégés totaux et par espèce à Camon et à Pointis (depuis 2003). | 31 |
| Figure 15: Evolution des effectifs cumulés de poissons piégés par année. | 32 |
| Figure 16: Evolution de la fenêtre de migrations des smolts par année | 33 |
| Figure 17: Comparaison interannuelle des effectifs de saumon repeuplés sur le bassin amont au stade alevin (année n-1), des effectifs de smolts piégés | 34 |
| Figure 18 : Répartition dans le temps des recaptures de smolts marqués pour chaque lot lâché dans le canal de Pointis | 43 |
| Figure 19 : Répartition dans le temps des recaptures des smolts marqués des lots retenus pour estimer l'efficacité de l'exutoire de Pointis | 43 |
| Figure 20 : Résultats d'efficacité des exutoires de Pointis pour chaque lot de smolts marqués en fonction des débits turbinés et des groupes en fonctionnement à l'usine..... | 44 |
| Figure 21 : Répartition dans le temps des recaptures de smolts marqués pour chaque lot lâché dans le canal de Camon | 45 |
| Figure 22: Répartition dans le temps des recaptures des smolts marqués des lots lâchés à Camon pour estimer l'efficacité de l'exutoire de Camon..... | 46 |
| Figure 23 : Résultats d'efficacité de l'exutoire de Camon pour chaque lot de smolts marqués en fonction des débits turbinés à l'usine. | 47 |
| Figure 24 : Comparaison des effectifs de smolts de saumon capturés à Camon et Pointis chaque année (histogrammes rouges années de forte hydrologie, histogrammes verts années avec une hydrologie faible à moyenne)..... | 48 |
| Tableau 1 : Fréquence et période d'enregistrement des différents paramètres étudiés..... | 11 |
| Tableau 2 : Causes et durées (en minutes) des arrêts des pièges de Camon et Pointis en 2016 | 13 |
| Tableau 3 : Effectifs de poissons dévalant en fonction des conditions nyctémérales à Camon et Pointis en 2016 | 19 |
| Tableau 4 : Espèces recensées à Camon et à Pointis de Rivière en 2016 | 21 |
| Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des salmonidés piégés | 23 |

| | |
|--|----|
| Tableau 6 : Effectifs des poissons piégés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière | 25 |
| Tableau 7: Effectifs des poissons transportés depuis les sites de piégeage | 26 |
| Tableau 8 : Récapitulatif des transports effectués pendant la période de piégeage | 27 |
| Tableau 9 : Effectifs de poissons piégés à la dévalaison par année | 30 |
| Tableau 10 : Dates de début et de fin de migration des smolts de saumon de la Garonne au niveau des stations de piégeage de Pointis et Camon | 33 |
| Tableau 11: Comparaison des biomasses déversées et des biomasses piégées..... | 35 |
| Tableau 12: Récapitulatif du nombre de lots par lieu de lâcher..... | 39 |
| Tableau 13 : Résultats d'efficacité pour les lots lâchés dans le canal de Pointis et recapturés à Pointis en 2016 | 44 |
| Tableau 14 : Résultats d'efficacité pour les lots lâchés dans le canal de Camon et piégés à Camon en 2016..... | 47 |
| | |
| Photo 1 : « Aquabus » : le camion destiné au transport des smolts | 12 |
| Photo 2 : Deux phénotypes de truite fario : à robe sombre (TRF) photo de gauche et pré smolt (TBL) photo de droite observés dans les pièges..... | 22 |
| Photo 3 : Smolt de saumon atlantique capturé sur la Garonne à Pointis | 23 |
| Photo 4 : Ablation de la nageoire adipeuse sur un smolt..... | 27 |
| Photo 5 : Seringue et marque pit-tag Photo 6 : Smolt lors de l'introduction de la marque | 38 |

INTRODUCTION

Le saumon atlantique (*Salmo salar*) est un poisson migrateur amphibiotique, potamotoque et thalassotrophe. Son cycle de développement correspond à une vie juvénile en eau douce jusqu'à l'âge de 1 ou 2 été(s) sur la Garonne, puis à une migration printanière de dévalaison pour atteindre des zones de grossissement situées dans l'océan Atlantique. Les adultes remontent les cours d'eau, au bout de 1, 2 ou 3 hiver(s) de mer, pour se reproduire dans les rivières d'où ils proviennent (phénomène de « Homing »).

La population naturelle de saumons du Bassin de la Garonne ayant totalement disparu depuis plus de 200 ans, comme sur la plupart des rivières françaises, il s'avérait indispensable de repeupler en juvéniles à l'échelle des potentiels d'accueil, à l'amont du bassin afin de recréer une nouvelle population. Sur le bassin de la Garonne, après les premières expérimentations réalisées dans les années 1980, les repeuplements se font depuis 1999 à hauteur du potentiel des cours d'eau du haut bassin. C'est lors de la migration de dévalaison des jeunes saumons que les deux stations de piégeage transport de Camon et de Pointis de Rivière, construites au niveau de centrales E.D.F., situées sur la Garonne amont, prennent toute leur importance.

Les saumons introduits sur la Garonne amont au stade pré-estivaux proviennent de la pisciculture de Pont-Crouzet (81). A l'heure actuelle, cette pisciculture fonctionne à partir de géniteurs enfermés issus de géniteurs capturés sur la Garonne et la Dordogne. Le suivi biologique des poissons introduits est effectué une première fois en automne, par pêches électriques, sur les secteurs repeuplés. Ce suivi est complété, lors de la dévalaison, au niveau des stations de piégeage-transport de Camon et Pointis. En effet, le comptage et l'échantillonnage des smolts de saumons permettent l'évaluation des opérations de repeuplement à l'échelle du cours d'eau. Les poissons piégés sont ensuite transportés à l'aval de Toulouse ou de Golfech pour qu'ils puissent atteindre les zones de croissance en mer en évitant le passage dans les nombreuses turbines des centrales hydroélectriques de la Garonne.

Dans ce rapport, sont tout d'abord présentés les résultats obtenus lors de la campagne de piégeage-transport 2016 au niveau des deux stations de Camon et de Pointis de Rivière. Dans une deuxième partie, sont résumés les principaux résultats obtenus lors des opérations menées sur la Garonne amont depuis 1999 à savoir : les déversements, le suivi biologique et le piégeage transport. Une troisième partie présente le déroulement et les résultats des opérations de marquage détection réalisés en 2016 afin d'évaluer les efficacités des deux systèmes de piégeage.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les organismes et toutes les personnes qui ont participé financièrement ou techniquement aux différentes opérations :

- L'Union Européenne
- L'Agence de l'Eau Adour-Garonne,
- Le Groupement d'Usine EDF de Camon et, en particulier, l'ensemble du personnel de l'usine de Camon pour l'accueil et l'aide permanente qu'ils nous ont prodigués,
- Le Groupement d'Exploitation Hydraulique EDF Garonne.
- L'Unité de Production Sud Ouest d'EDF

Equipe de travail MIGADO

Coordination et Rédaction

Chargés de missions : Stéphane Bosc

Responsable sites : Alexandre Nars

Responsable transport : Olivier Menchi

Edition : Marie Pierre Caprini

Equipe sur sites :

Piégeages : Alexandre Nars, Olivier Menchi, Stéphane Bosc et Marie Galerne

Surveillants de nuit : Axel Royer et Lucas Michelot

1 MATERIEL ET METHODE

1.1 Généralités

1.1.1 Situation

Les stations de piégeage-transport, construites au niveau des centrales hydroélectriques EDF de Camon et de Pointis (Figure 1 et annexe 1), sont situées sur la Garonne en aval de zones favorables à la reproduction et au développement des juvéniles de saumon. Les repeuplements en saumons, réalisés dans le cadre du programme de restauration du saumon atlantique sur le bassin de la Garonne, sont effectués sur la Garonne entre St Bât et la retenue d'Ausson et sur la Neste en aval de Cadéac. Les saumons adultes capturés à la station de piégeage-transport à la montaison de Carbonne sont quant à eux déversés sur la Pique (Figure 1). Le piégeage transport à la dévalaison, effectué au printemps au niveau de ces deux sites, permet ainsi aux smolts dévalants d'éviter les nombreux aménagements situés plus en aval et non équipés pour la dévalaison. Le cumul des pertes engendrées par les différentes turbines équipant la Garonne hydroélectrique s'élève en moyenne à 64 % de mortalité jusqu'à Toulouse (de 76 % à 34 % de mortalité calculés en fonction de l'hydrologie rencontrée en période de dévalaison entre 1989 et 1998, BOSCH et LARINIER 2000).



Figure 1 : Situation géographique des secteurs mobilisés par la mise en place de la stratégie de piégeage transport sur le bassin de la Garonne

1.1.2 Aménagements hydroélectriques de Pointis et Camon

Ces aménagements sont situés à près de 90 km de la source de la Garonne pour un bassin versant voisin de 2 100 km². Le module de la Garonne est à ce niveau de 62 m³/s. Une partie de ce débit est prélevée en amont pour les besoins de l'agriculture par l'intermédiaire du canal de la Neste.

L'aménagement de Pointis comprend un barrage mobile - le barrage d'Ausson - constitué par trois vannes de type «Stoney » de 20 m de largeur et d'une hauteur de 5,50 m. La longueur totale en crête est de 66 m pour une hauteur de 6 m. Ce barrage permet d'alimenter, par un canal de 700 m de long, la centrale hydroélectrique de Pointis sur la commune de Pointis-de-Rivière. La Garonne est court-circuitée sur près de 2.7 km. Le débit réservé correspond au 1/10^{ème} du module, soit 6.2 m³/s.

La centrale fonctionne au fil de l'eau. Elle est équipée de trois turbines de type hélice à quatre pales (puissance nominale : 2 500 KW par hélice) pour un débit maximal turbinable de 60 m³/s. La hauteur de chute nette est de 13 m. La prise d'eau de l'usine mesure 21,5 m de largeur. Les grilles de protection, longues de 8,5 m, sont constituées de barreaux en forme « d'aile d'avion » de 1 x 4 cm espacés de 2 cm les uns des autres. La mortalité pour les smolts est estimée à 11 %.

Le canal d'aménée a une largeur voisine de 20 m et une profondeur de 5,9 m. Le canal de fuite de l'usine est très court avec une longueur de 90 m. À un peu plus d'un kilomètre en aval, la Garonne accueille le barrage de Rodère qui alimente en série les usines de Camon et de Valentine.

L'aménagement de Camon comprend un barrage mobile - le barrage de Rodère – constitué par trois vannes wagons de 20 m de largeur et d'une hauteur de 4,15 m. La longueur totale en crête est de 66 m pour une hauteur de 6 m. Ce barrage permet d'alimenter, par un canal de 3,4 Km de longueur, la centrale hydroélectrique de Camon sur la commune de Labarthe-de-Rivière. La Garonne est court-circuitée sur près de 7 km. Une seconde usine (Valentine) est située sur la même dérivation à environ 3 km en aval de l'usine de Camon. Le débit réservé correspond au 1/10^{ème} du module, soit 6,2 m³/s.

La centrale est équipée de trois turbines de type Francis à 15 aubes (puissance nominale : 5 200 KW par turbine) pour un débit maximal turbinable de 85 m³/s. La hauteur de chute nette est de 21,45 m. La prise d'eau de l'usine mesure 29,5 m de largeur. Les grilles de protection, longues de 8,3 m, sont constituées de barreaux en forme « d'aile d'avion » de 1 x 4 cm espacés de 2 cm les uns des autres. En rive gauche, sur une largeur de 3 m, la prise d'eau alimente une conduite by-pass de 3 m de diamètre dont la partie supérieure se trouve à 3 m sous la cote de retenue normale. Le by-pass (annexe 2) est équipé d'une vanne plate en tête. Il permet d'alimenter un groupe de l'usine de Valentine située à l'aval, en cas de déclenchement d'un ou de plusieurs groupes de l'usine de Camon. La mortalité pour les smolts est estimée à 23 %.

Le canal d'aménée a une largeur voisine de 20 m et une profondeur de 5,5 m. Le canal de fuite de Camon n'est autre que le canal d'aménée de l'usine de Valentine (plan en annexe 3), ces deux centrales étant sur la même dérivation. Cette position garantit également une certaine stabilité du niveau aval de Camon. Jusqu'au point de confluence avec la Garonne, le canal de fuite de Camon a une longueur totale de près de 3 km.

1.2 Fonctionnement des stations de piégeage

La campagne de piégeage-transport à la dévalaison a débuté le 02 mars sur les sites de Camon et de Pointis pour se terminer le 20 mai 2016. L'installation du matériel sur les sites (caméra vidéo, lampes...), les différents réglages et la préparation des bassins (nettoyage, vérifications d'usage) ont été réalisés du 15 au 19 février 2016. Le démontage du matériel et la mise en hivernage de la station (nettoyage, vidanges des conduites d'alimentation...) ont été effectués les 23 et 24 mai.

1.2.1 Fonctionnement des exutoires

Les vannes de chaque exutoire sont asservies automatiquement aux variations de niveau de la surface de l'eau à l'amont, ce qui implique que, malgré les fluctuations de débit

de la Garonne et des quantités d'eau turbinées par E.D.F., le débit dans les pièges doit rester relativement constant.

A Camon, la vanne de l'exutoire a fonctionné sur la position 2 de l'automate délivrant un débit proche de $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (2,80 m³/s avec la vanne calée à 0,78 m sous le niveau de l'eau). La vanne de l'exutoire de Camon a été dotée d'un capteur de position situé en rive gauche. La position de la vanne ainsi que la cote d'altitude de la surface de l'eau du BMC sont enregistrées en continu.

Pour le site de Pointis de Rivière qui possède 2 canaux donc 2 vannes, les deux vannes de chaque exutoire ont fonctionné pour atteindre un débit total dans le piège estimé à $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Avec la reprogrammation de l'automate, l'asservissement des vannes d'entrée des exutoires a été réglé avec une hauteur d'eau de 75 cm sur chacune d'elles. Le niveau d'eau moyen mis en charge par rapport à la grille de filtration des poissons est dans ces conditions de 0,60 m (valeur mesurée sur l'échelle limnimétrique placée dans le bassin de dissipation) ce qui permet pour la gestion du piège, un écoulement optimum au travers de la grille de filtration des poissons et une évacuation correcte et sécurisée du débit par l'orifice de sortie.

1.2.2 Attrait des poissons par la lumière

Sur le site de Camon, les deux lampes d'attrait démarrent leur cycle lumineux à partir de 20h30 jusqu'à 8h30. La phase d'éclairage de 15 minutes comprend 8 minutes avec les deux lampes allumées (L_1 et L_2), 5 minutes avec L_2 allumée et 2 minutes avec les deux lampes éteintes. L_1 et L_2 correspondent à des lampes à vapeur de sodium de 80 W chacune, situées en rive gauche, à environ 1,5 m au-dessus de la surface de l'eau, en amont de l'exutoire et en aval du plan de grille de l'usine.

Les éclairages d'attrait ont été modifiés en 2010 à Pointis : 2 lampes à vapeur de sodium ont été placées au-dessus des entrées des deux exutoires sur chaque rive et une lampe à Led dans le canal collecteur rive gauche. Les 3 lampes fonctionnent sur le même cycle lumineux d'attrait de 20h30 à 8h30, avec une phase d'éclairage de 8 minutes et une phase d'extinction de 3 minutes pour les 2 lampes à l'entrée de l'exutoire et avec une phase d'éclairage de 9 minutes et une phase d'extinction de 2 minutes pour la lampe du canal collecteur rive gauche.

1.2.3 Problèmes liés aux piégeages

Durant la campagne 2016, peu de situations ont conduit à l'arrêt des dispositifs de piégeages de Camon et de Pointis. Le 10 mai 2016, une montée importante du débit de la Garonne a placé le dispositif de Pointis en état de veille. L'asservissement de l'automate du piège de Pointis avec le barrage d'Ausson entraîne une fermeture des vannes de l'exutoire dès l'état de veille de crue fixé à 120 m³/s. Le dispositif a été rouvert quelques heures après sous surveillance du personnel MIGADO. Des arrêts sont survenus au court des opérations de « chasse » effectuées par EDF, 3 chasses au barrage de Rodère et 2 chasses au barrage d'Ausson.

La maintenance des sites, notamment à l'usine de Pointis, a été une autre source d'arrêt des dispositifs de piégeage. A l'usine de Pointis, la démolition d'un hangar proche des lignes de haute tension a conduit à la fermeture de l'usine et à l'arrêt de production électrique.

1.2.4 Personnel présent sur les sites

Les stations de Camon et Pointis de Rivière ont nécessité une surveillance régulière du système de piégeage durant la période de l'étude (environ toutes les 2 heures et demie) de jour comme de nuit. Le jour, 2 personnes (2 personnels MIGADO) gèrent l'entretien, la maintenance et le suivi biologique des 2 stations. La nuit, 1 agent technique réalise

l'entretien, le dépouillement des enregistrements vidéo et la surveillance des 2 sites. Ces postes ont nécessité un roulement de 4 personnes pour le jour et 2 personnes pour la nuit.

Le fonctionnement général a ainsi été assuré grâce à la présence de trois techniciens, de deux agents techniques et d'un chargé de missions.

1.3 Relevés des paramètres environnementaux et du fonctionnement hydraulique des aménagements

Étant donné la proximité des 2 stations de piégeage (6,5 km), les paramètres physico chimiques ne sont relevés que sur une seule station, celle de Camon. Les données concernant les débits de la Garonne et le fonctionnement hydraulique des aménagements ont été fournies par EDF groupement de Camon (convention EDF/MIGADO). Les paramètres étudiés, le lieu et la fréquence des prises de mesures sont indiqués dans le tableau 1.

| Paramètres | Lieu de la mesure | Fréquence des relevés | Période étudiée | Type d'appareil de mesure | Opérateur |
|---|-------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Température de l'eau de la Garonne | Camon | quotidienne | Pendant le piégeage | Thermomètre digital | MIGADO |
| Température de l'eau de la Garonne | Valentine | 1 heure | en continu sur l'année | Tinytag Aquatic 2 | MIGADO |
| Température de l'eau de la Neste | Mazère de Neste | 1 heure | en continu sur l'année | Tinytag Aquatic 2 | MIGADO |
| Température de l'eau de la Garonne | Loures-Barousse | 1 heure | en continu sur l'année | Tinytag Aquatic 2 | MIGADO |
| Conductivité de l'eau de la Garonne | Camon | quotidienne | Pendant le piégeage | Conductimètre Odeon Neotek-Ponsel | MIGADO |
| Oxygène de l'eau de la Garonne | Camon | quotidienne | Pendant le piégeage | Oxymètre Odeon Neotek-Ponsel | MIGADO |
| Turbidité de l'eau de la Garonne | Camon | quotidienne | Pendant le piégeage | Disque de Secchi | MIGADO |
| Débit de la Garonne à Gourdan | Gourdan Polignan | 30 mn | Pendant le piégeage | enregistreur EDF | EDF Groupement de Camon |
| Débits de la Garonne à Valentine | Valentine | 30 mn | Pendant le piégeage | Enregistreur banque HYDRO | DREAL Midi-Pyrénées |
| Débit turbiné par l'usine de Pointis (par groupe) | Pointis | 30 mn | Pendant le piégeage | enregistreur EDF | EDF Groupement de Camon |
| Cote NGF Bassin de mise en charge de Camon et Pointis | Camon et Pointis | 30 mn | Pendant le piégeage | enregistreur EDF | EDF Groupement de Camon |
| Débit turbiné par l'usine de Camon (par groupe) | Camon | 30 mn | Pendant le piégeage | enregistreur EDF | EDF Groupement de Camon |
| Ouverture de la vanne by pass de Camon | Camon | 30 mn | Pendant le piégeage | enregistreur EDF | EDF Groupement de Camon |
| Débit de l'exutoire de Camon et Pointis | Camon et Pointis | 30 mn | Pendant le piégeage | enregistreur EDF | EDF Groupement de Camon |

Tableau 1 : Fréquence et période d'enregistrement des différents paramètres étudiés

1.4 Suivi biologique

1.4.1 Comptage vidéo

Une surveillance vidéo du passage des poissons dans les pièges est assurée sur les deux sites en continu grâce aux caméras (modèle BOSCH Dinion 1/3 » Color Camera LTC0455 pour Pointis et Sony SPT M328CE pour Camon) placées au-dessus de chaque goulotte de récupération des poissons. Des projecteurs d'une puissance de 500 W permettent l'enregistrement vidéo des passages nocturnes.

Le passage des poissons piégés est enregistré sur fichier vidéo par un logiciel d'analyse d'images développé par le GHAAPPE (ONEMA/CEMAGREF), EDF (R&D) et le Laboratoire d'électronique de l'ENSEEIH. Ce logiciel numérise les silhouettes et stocke les images sur support informatique.

Après dépouillement manuel des fichiers à l'aide d'un logiciel spécifique, on peut connaître le nombre de poissons filmés par jour, et pour chaque individu filmé : sa date de passage, son heure de passage. Cependant, ce système ne permet pas, ni à Camon ni à Pointis de Rivière, de différencier les espèces.

Remarque : Les smolts de saumons transitent principalement la nuit au niveau des deux stations. Pour faciliter le traitement des données et avoir une meilleure perception des résultats, nous considérons qu'un jour (c'est-à-dire 24 heures) est réparti en 12 heures de jour : de 8h31 à 20h30 et 12 heures de nuit : de 20h31 à 8h30.

Les dates de passage des poissons correspondent donc dans ce rapport aux cycles d'éclairage : une journée commence donc à 8h31 (non pas à 0h00) et se termine à 8h30 le lendemain.

1.4.2 Relevé des paramètres biologiques et comptage manuel

Un relevé de paramètres biologiques est effectué chaque jour sur les deux sites sur un échantillon prélevé au hasard dans le bassin de stabulation. Le nombre de poissons contrôlés est fonction du nombre de poissons piégés (en général, la totalité des individus jusqu'à 60 pour des effectifs piégés inférieurs à 200 et 120 pour des effectifs piégés supérieurs à 200). Les poissons, sous anesthésie (1,5 ml d'eugénol à 10 % dans 5 L d'eau), sont pesés, mesurés et un contrôle de leur état sanitaire est effectué (écaillage en % de la surface du corps, atteintes aux nageoires et autres parties du corps, présence de parasites ou de pathologies). Cette manipulation permet en outre la vérification de la présence de marques (opération de marquage par pigment fluorescent des individus repeuplés en amont) et la détermination de la proportion de chaque espèce présente dans le bassin de stabulation.

1.5 Transport des poissons capturés

Le transport des poissons en aval de Toulouse ou de Golfech est effectué avec un camion (type IVECO Euro cargo de PTAC=8600Kg) équipé d'une citerne de 4 m³ comprenant un système d'oxygénation de la cuve et de capteurs permettant la lecture en continu depuis la cabine de la température et de la concentration en oxygène de l'eau dans la cuve.

Avant le départ du camion ainsi qu'à l'arrivée, la température et l'oxygène dissous sont mesurés dans la cuve. Les paramètres de la Garonne au point de déversement sont également notés : la température, l'oxygène dissous et la conductivité.



Photo 1 : « Aquabus » : le camion destiné au transport des smolts

2 RESULTATS : CAMPAGNE DE PIEGEAGE-TRANSPORT

2.1 Fonctionnement des stations de piégeage

Les causes d'arrêt (répertoriées sur les fiches de suivi journalier) correspondent généralement à l'entretien de la grille (nettoyage), aux biométries, aux chasses aux barrages réalisées par E.D.F ou à d'autres causes (problème de fonctionnement, arrêts de mise en sécurité des installations lors de crues et transparences). Les chasses sont des manipulations effectuées par E.D.F. pour l'entretien des installations : l'usine hydroélectrique est arrêtée et les vannes du barrage sont ouvertes afin de décolmater les grilles de la prise d'eau du canal d'amenée (tableau 2).

La campagne de piégeage s'est déroulée du 02 mars au 20 mai 2016, soit une période qui s'étend sur 80 jours, durant laquelle les pièges de Camon et Pointis ont été fonctionnels respectivement 96,6 % et 87,1 % du temps. En effet, hormis les arrêts quotidiens de faible durée nécessaires pour l'entretien des grilles de filtration, quatre autres types d'évènements ont contribué à une diminution du temps de piégeage (tableau 2). Il s'agit des chasses aux barrages (3 à Rodère et 2 à Ausson), des arrêts pour cause de biométrie, et de maintenance. et état de veille de crue.

| Nature | Arrêts à Camon | | | Arrêts à Pointis | | |
|-----------------------|----------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|
| | Nombre | Durée en mn | Pourcentage | Nombre | Durée en mn | Pourcentage |
| Vérifications | 429 | | | 366 | | |
| Entretien des grilles | 69 | 12,6 | 29,9% | 109 | 19,6 | 8,8% |
| Biométries | 1 | 0,3 | 0,8% | 1 | 1,8 | 0,8% |
| Chasse | 3 | 14,9 | 35,5% | 2 | 7,6 | 3,4% |
| Maintenance | 4 | 14,2 | 33,8% | 16 | 187,5 | 84,1% |
| Crue (état de veille) | 0 | 0 | 0,0% | 1 | 6,5 | 2,9% |
| Transparence | 0 | 0 | 0,0% | 0 | 0 | 0,0% |
| Total | 506 | 42,0 | 100,0% | 495 | 223,1 | 100,0% |

Tableau 2 : Causes et durées (en minutes) des arrêts des pièges de Camon et Pointis en 2016

2.2 Paramètres du milieu

2.2.1 Température de l'eau

Les trois enregistreurs de température, situés sur la Garonne à Loures-Barousse et Valentine et sur la Neste à Mazère de Neste (figure 2 et annexe 3), au niveau des secteurs de grossissement des juvéniles, précisent les conditions de dévalaison des smolts de saumons. Ces enregistrements montrent des températures qui diffèrent très peu, légèrement plus fraîches sur la Garonne que sur la Neste avec :

- pour la Garonne à Saint-Béat, un minimum de 5,3°C le 9 mars, un maximum de 9,3°C le 5 mai et une moyenne de 7,5°C.
- pour la Garonne à Valentine, un minimum de 6,9°C le 5 mars, un maximum de 12,4°C le 9,9 mai et une moyenne de 9,9°C.
- pour la Neste à Mazère de Neste, un minimum de 7,5°C le 5 mars, un maximum de 12,4°C le 15 mai et une moyenne de 9,9°C.

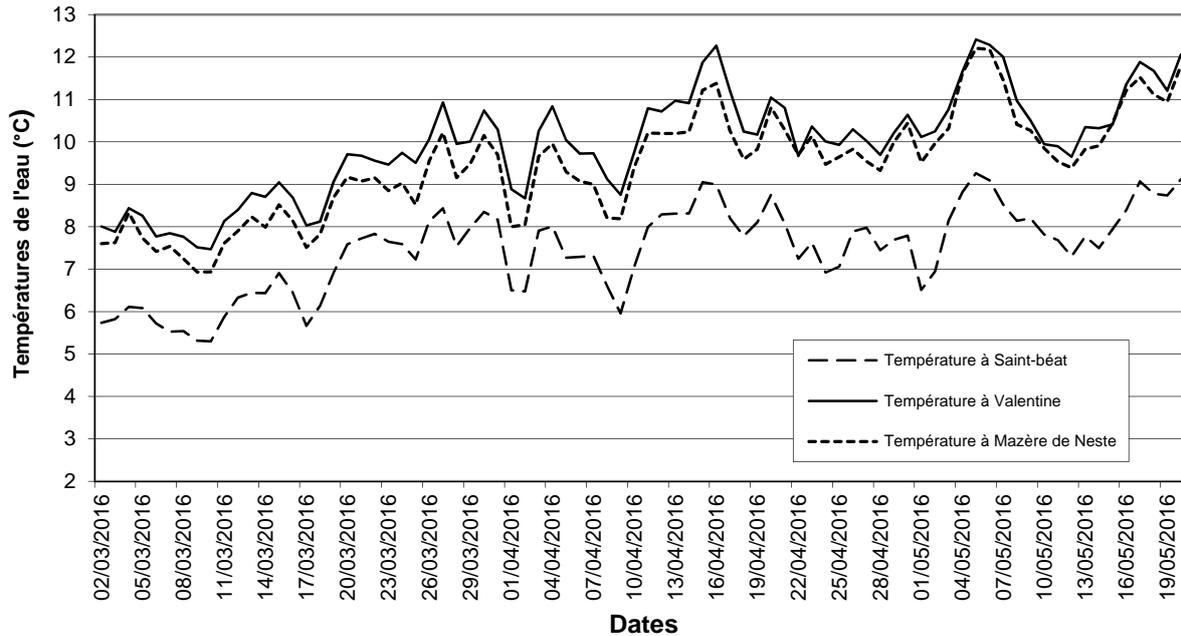


Figure 2 : Températures moyennes journalières (en °C) relevées sur la Garonne à Loures-Barousse et Valentine et sur la Neste à Mazère pendant la période d'étude

2.2.2 Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous, exprimée en mg.l^{-1} et en pourcentage de saturation, indique une bonne oxygénation des bassins de stabulation, supérieure à la concentration d'oxygène minimale nécessaire au bon développement des jeunes saumons de 6 mg.l^{-1} (concentration en oxygène létale en dessous de 3 mg.l^{-1}). Les mesures indiquent une oxygénation de l'eau comprise entre $8,6 \text{ mg.l}^{-1}$ et $10,9 \text{ mg.l}^{-1}$ avec une valeur moyenne de $9,7 \text{ mg.l}^{-1}$, soit respectivement 73,3 %, 90,0 % et 83,8 % de saturation (annexe 3).

2.2.3 Transparence de l'eau

Le suivi de la transparence de l'eau (figure 3 et annexe 3) montre généralement une augmentation de la turbidité lors des augmentations significatives du débit de la Garonne. Les plus fortes turbidités ont été observées le 5 et 22 mars, le 17, 21 et 22 avril, et du 10 au 13 mai.

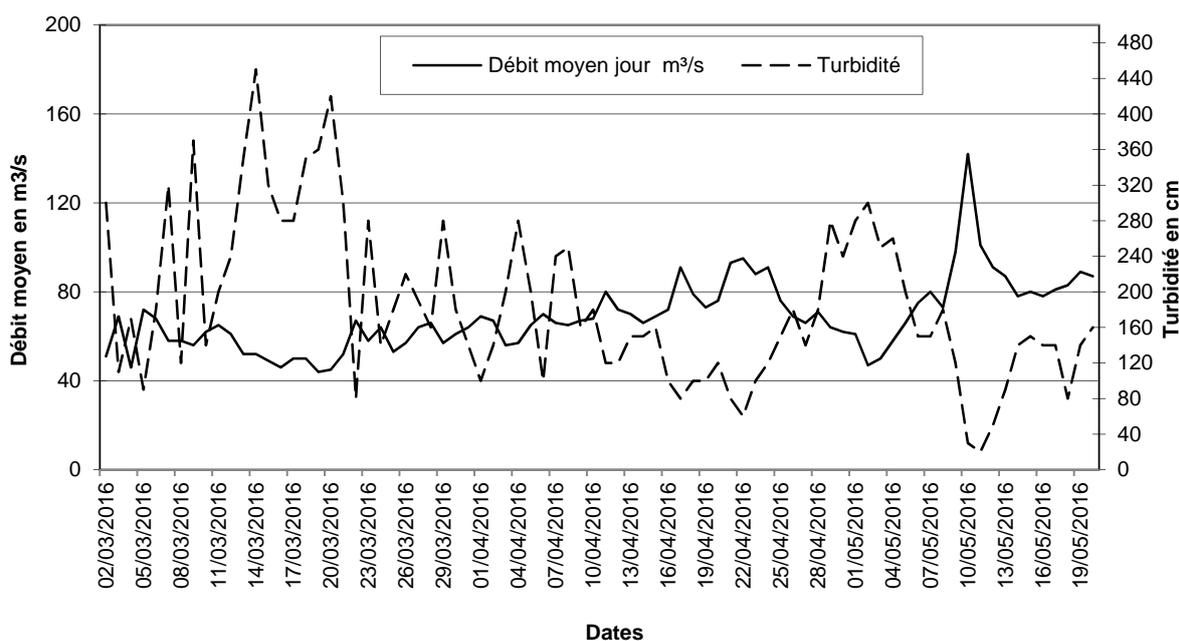


Figure 3 : Evolution de la turbidité (en cm mesurée au disque de Secchi) et du débit moyen journalier (en m³/s) de la Garonne enregistrés à Gourdan-Polignan (EDF).

2.3 Hydrologie de la Garonne et fonctionnement hydraulique des aménagements

2.3.1 Hydrologie de la Garonne pendant la période d'étude

L'hydrologie de la Garonne au printemps 2016 a été faible. Pendant la campagne de piégeage, le débit moyen journalier a varié de 47 à 131 m³/s (annexe 3) pour un débit moyen sur l'ensemble de la campagne (du 2 mars au 20 mai 2016) de 70 m³/s.

Les hydrologies des mois de mars, avril et mai (annexe 4, données Banque Hydro) ont été du même niveau et parmi les plus faibles enregistrées depuis 1986 (débits moyens mensuels respectifs pour les 3 mois de : 59 m³/s, 74 m³/s et 798,5 m³/s, et coefficient d'hydraulicité de 1,03 ; 0,96 et 0,79).

Les usines hydroélectriques de Camon et Pointis, fonctionnant au fil de l'eau, sont dépendantes des conditions hydrologiques de la Garonne. Pour l'usine de Camon, le fonctionnement avec une puissance maximale de 14 MW correspond à un débit proche de 85 m³/s. Lors de la période de piégeage l'usine est bridée à 80 m³/s pour maintenir une cote du plan d'eau dans le Bassin de Mise en Charge suffisamment haute afin que l'alimentation de l'exutoire de dévalaison se fasse correctement. Pour celle de Pointis, un fonctionnement avec une puissance maximale proche de 7 MW correspond à un débit de 60 m³/s.

2.3.1.1 Usine de Camon

La figure 4 détaille le fonctionnement général de l'usine de Camon pendant la saison de piégeage 2016. Chaque groupe turbine au maximum 30 m³/s. Pour optimiser le piégeage, les groupes 3 et 2 ont été mis prioritairement en marche.

En début de campagne, l'usine a fonctionné avec le groupe 1 et le groupe 3, le groupe 2 étant en maintenance.

L'usine de Camon n'a pu fonctionner à plein régime que peu de jours durant la période, l'hydrologie de la Garonne étant très faible.

Au total, 3 chasses ont été réalisées au barrage de Rodère pendant la période de piégeage : le 30 mars et les 6 et 12 mai.

2.3.1.2 Usine de Pointis

La figure 5 détaille le fonctionnement général de l'usine de Pointis pendant la saison de piégeage 2015. Chaque groupe turbine au maximum 20 m³/s et produit environ 2,5 MW.

Lors de la saison de piégeage 2016, l'usine de Pointis a connu un fonctionnement différent de celle de Camon. Les débits ont permis à l'usine de fonctionner à plein régime avec peu de surverse au barrage d'Ausson.

L'usine de Pointis a été arrêtée du 7 au 10 mars et du 14 au 18 mars pour permettre la mise en sécurité du chantier réalisé sur le parking de l'usine à proximité des transformateurs.

Seulement 2 chasses ont été réalisées au barrage d'Ausson le 21 avril et le 10 mai.

Globalement, l'hydrologie de la campagne 2016 a été marquée par de faibles débits qui ont eu pour effet de limiter la surverse au niveau des barrages d'Ausson et de Rodère.

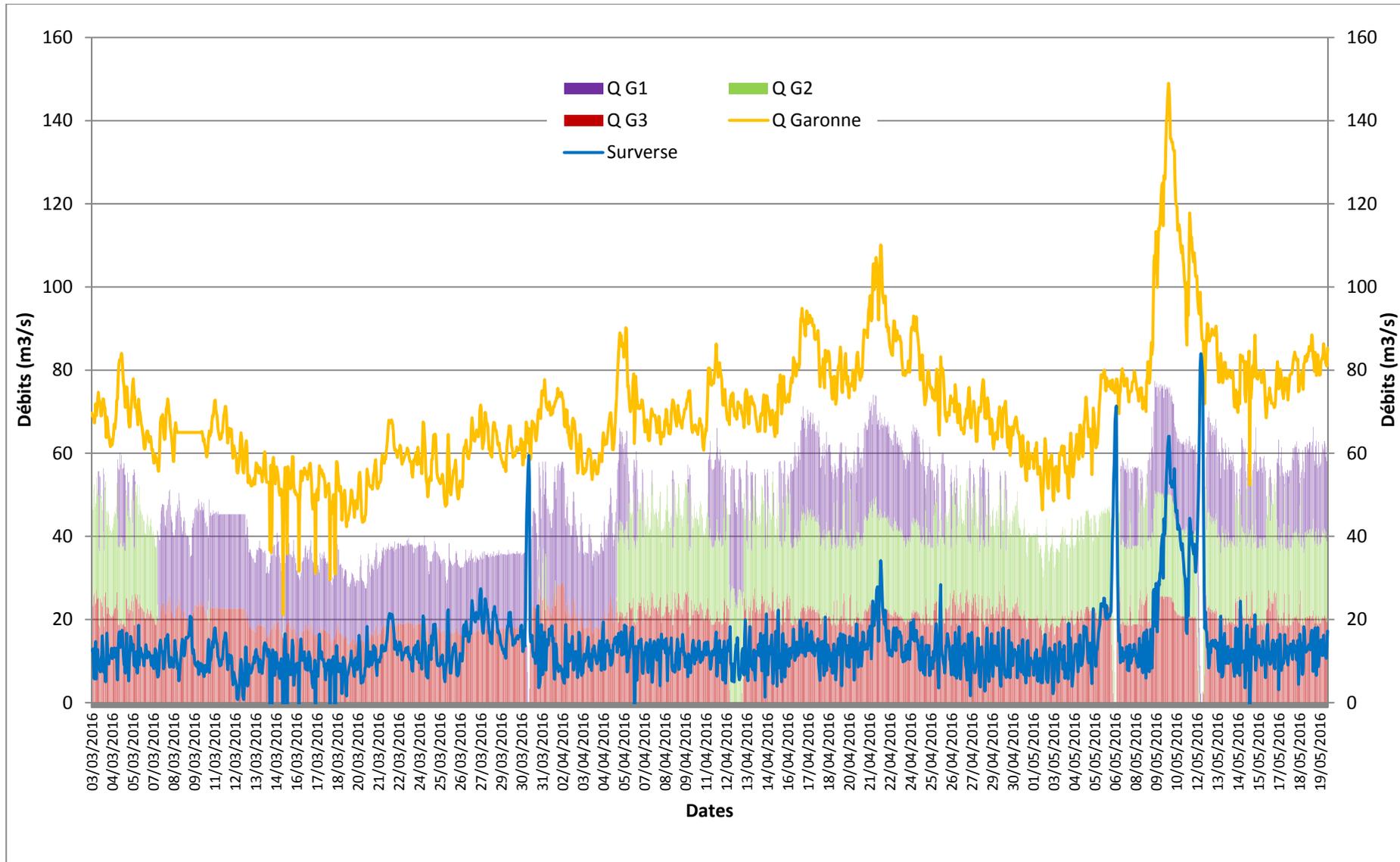


Figure 4 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Camon durant la campagne 2016 (débit exprimé en $m^3 \cdot s^{-1}$)

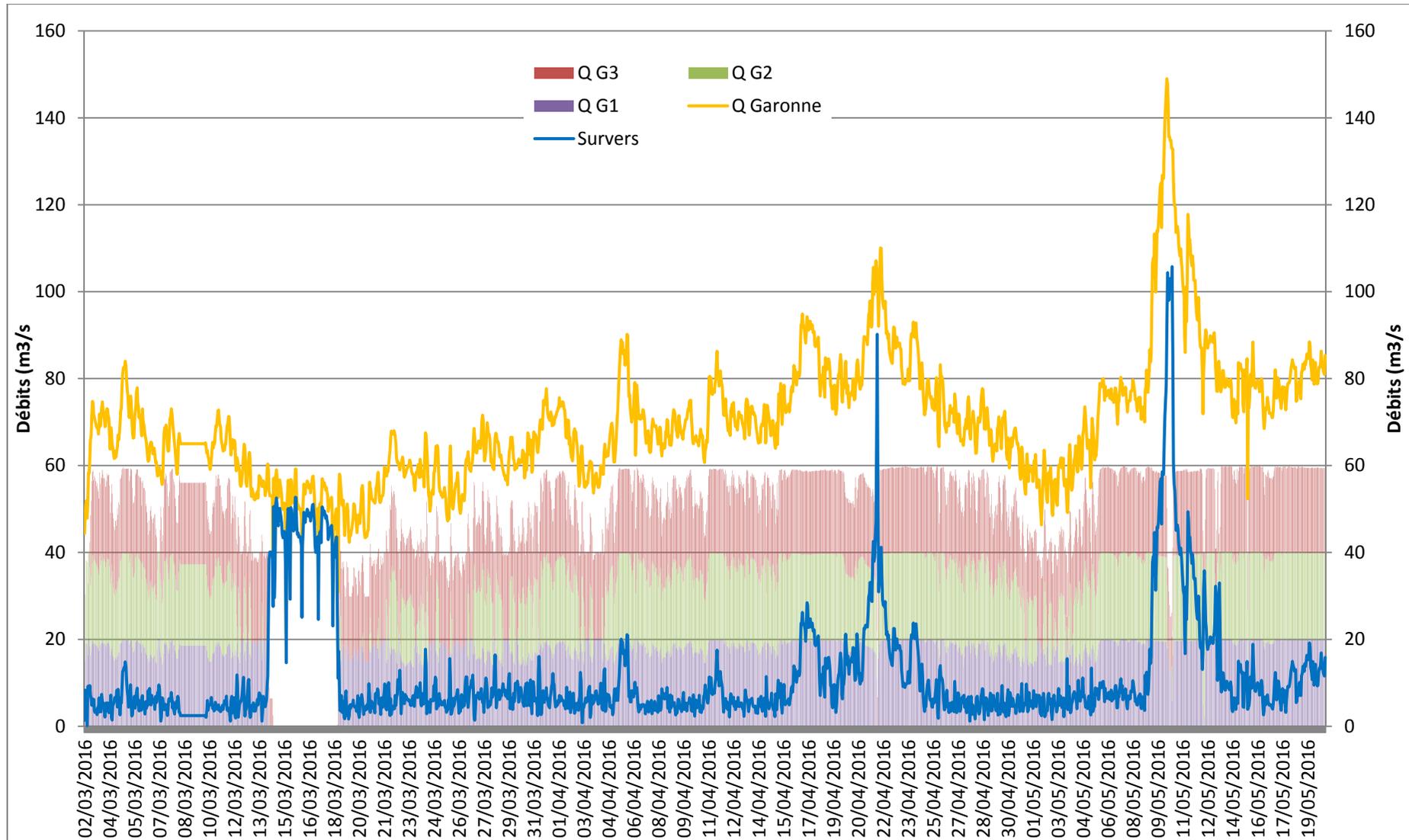


Figure 5 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Pointis durant la campagne 2016 (débit exprimée en $m^3 \cdot s^{-1}$)

2.4 Suivi biologique

2.4.1 Etude des passages des poissons piégés

2.4.1.1 Efficacité du suivi vidéo

L'étude des passages des poissons piégés est réalisée à partir des vidéos enregistrées avec le logiciel d'analyse d'image. Il est donc nécessaire, avant toute interprétation, de valider l'efficacité de ce suivi. Durant la période de piégeage, les poissons piégés sur les 2 sites peuvent être comptés lors des biométries quand les effectifs ne sont pas trop importants. Ce comptage n'est pas systématique mais il a permis de vérifier l'efficacité réelle du contrôle vidéo à l'occasion de 72 piégeages pour Camon et de 79 piégeages pour Pointis.

Pour le site de Camon, le suivi vidéo a fonctionné avec une fiabilité moyenne de 98,6 % (de 73,6 % à 100 %).

A Pointis, le suivi vidéo affiche une bonne fiabilité de fonctionnement (soit une moyenne de 94,9 %, oscillant de 75 % à 100 %).

2.4.1.2 Passage sur 24 heures

L'enregistrement vidéo a permis de dénombrer **46 805 poissons** pour l'ensemble des deux sites : **12 773 à Camon et 34 032 à Pointis** entre le 2 mars et le 20 mai 2016. Les fichiers vidéo enregistrés lors de chaque passage de poissons délivrent des informations précises pour chaque individu (date, heure et conditions lumineuses d'attrait) mais également générales sur l'activité de dévalaison (passages en fonction des conditions environnementales).

Le tableau 3 indique la répartition des passages enregistrés entre le jour et la nuit pour les deux sites. Les passages se font essentiellement la nuit (89 %) entre 20h30 et 8h30.

| Phase | Camon | | Pointis | | Global | |
|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Effectifs filmés | Pourcentage | Effectifs filmés | Pourcentage | Effectifs filmés | Pourcentage |
| Jour | 928 | 7,3 % | 4 225 | 12,4 % | 5 153 | 11,0 % |
| Nuit | 11 845 | 92,7 % | 29 807 | 87,6 % | 41 652 | 89,0 % |
| Total | 12 773 | 100 % | 2 694 | 100 % | 46 805 | 100 % |

Tableau 3 : Effectifs de poissons dévalant en fonction des conditions nyctémérales à Camon et Pointis en 2016

A Camon, 92,7 % des poissons ont été capturés la nuit, les créneaux horaires où le plus grand nombre de poissons a été piégé se situent entre 21h et 6h du matin (Tableau 3 et Figure 6). La fréquence des passages diminue nettement avec le lever du jour et est très faible la journée.

A Pointis, les passages se sont aussi faits essentiellement la nuit entre 21h et 6h du matin. Le plus grand nombre de passages de poissons a été observé à de 22h à 5h. Bien que supérieurs à ceux de Camon, les passages de jour ont été très faibles cette saison sur le site de Pointis.

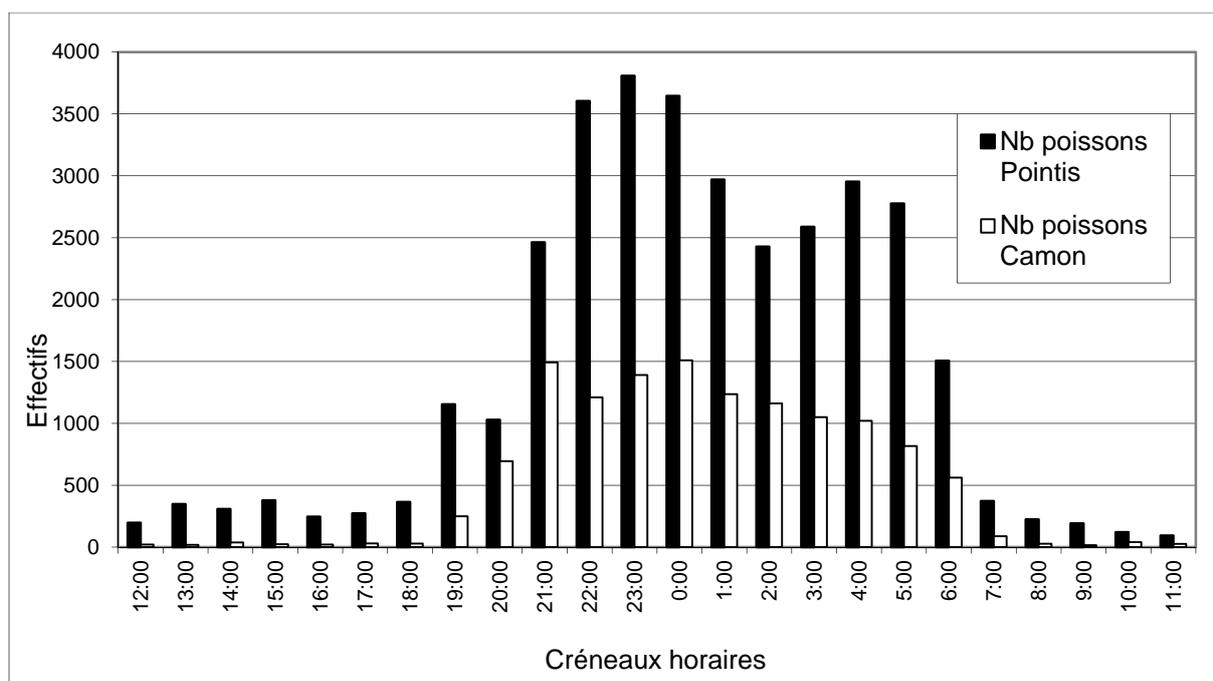


Figure 6 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Camon et à Pointis en 2016

Ces résultats confirment bien qu'il est primordial d'avoir en permanence, et surtout la nuit, une surveillance des pièges pour l'entretien des grilles de filtration.

2.4.1.3 Passages journaliers

Le passage journalier est étudié à partir des résultats de la vidéo des deux sites de Pointis et Camon. La figure 7 correspond aux individus piégés quotidiennement sur une période de 24 heures qui débute à 8h30. (Exemple : le passage journalier du 20/03/16 prend en compte les poissons piégés entre 8h30 le 19/03/16 jusqu'à 8h30 le 20/03/16).

Ce calage des dates sur des périodes de 24 h englobant la nuit dans sa totalité permet de suivre au mieux le phénomène de migration des smolts. En effet, les poissons empruntent les deux exutoires de dévalaison préférentiellement la nuit (cf. 2.4.1.2).

Les premiers effectifs significatifs de poissons sont arrivés consécutivement à une variation significative des débits de la Garonne survenue entre le 5 mars (élévation des débits moyen journaliers de la Garonne de 67 à 75 m³/s).

La campagne de piégeage 2016 a connu 9 périodes d'affluence, le 5 mars, du 22 mars au 25 mars, les 28 et 29 mars, du 1^{er} au 3 avril, les 6 et 7 avril, du 10 au 13 avril, du 16 au 19 avril, le 22 avril et le 10 mai. Lors de ces épisodes, les captures se sont succédé sur 1 à 4 jours autour des pics avec des effectifs journaliers compris entre 400 et plus de 5000 poissons.

Les augmentations du nombre de poissons piégés un jour par rapport au jour suivant surviennent généralement consécutivement à des hausses du débit de la Garonne. Les augmentations du débit du 30 mars, des 2, 21, et 29 avril et du 6 mai 2016 ont favorisé les dévalaisons. Les 2, 6 et 17 avril constituent les plus importants piégeages de la saison avec des effectifs supérieurs à 4000 poissons capturés. Le piégeage du 12 avril est le plus important avec 5180 poissons capturés.

Les passages des poissons se sont déroulés avec des températures moyennes journalières comprises entre 7,5 et 12,4°C.

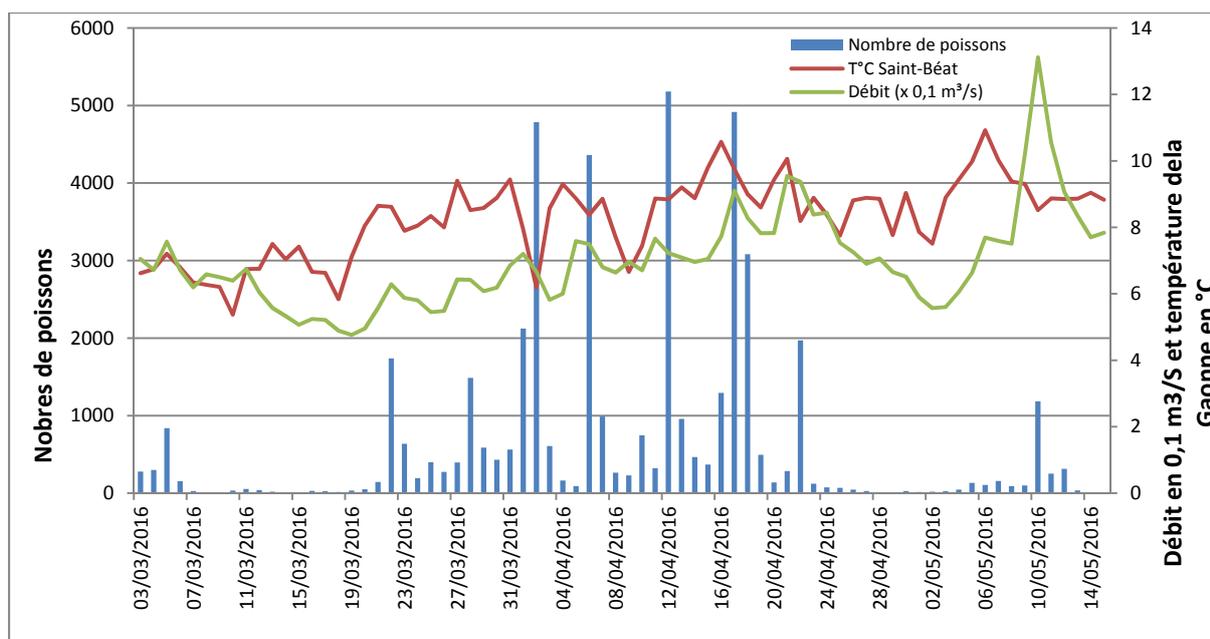


Figure 7 : Evolution des passages journaliers de poissons dévalant à Camon et Pointis en fonction de la température de l'eau (°C) et du débit de la Garonne (0,1m3.s-1).

2.5 Relevés de paramètres biologiques (Biométrie)

Lors des 151 relevés de paramètres biologiques effectués sur les deux sites de Camon et de Pointis de Rivière, respectivement 4 656 et 6 870 poissons (soit 39,2 % et 20,4 % du total des poissons piégés sur chaque station) ont été mesurés, pesés et observés (état sanitaire, marquage...).

2.5.1 Répartition par espèce

Au total, 10 espèces de poissons ont été recensées pendant l'ensemble de la campagne (Tableau 4), et ont fait l'objet de relevés de paramètres biologiques.

| Famille | Non vernaculaire | Nom scientifique | Code |
|------------|-------------------|------------------------------------|------|
| Cobitidés | Loche franche | <i>Nemacheilus barbatula</i> | LOF |
| Cyprinidés | Carassin | <i>Carassius carassius</i> | CAS |
| Cyprinidés | Chevesne | <i>Leuciscus cephalus</i> | CHE |
| Cyprinidés | Gardon | <i>Rutilus rutilus</i> | GAR |
| Cyprinidés | Goujon | <i>Gobio gobio</i> | GOU |
| Cyprinidés | Rotengle | <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | ROT |
| Esocidés | Grand brochet | <i>Esox lucius</i> | BRO |
| Percidés | Perche | <i>Perca fluviatilis</i> | PER |
| Salmonidés | Saumon atlantique | <i>Salmo salar</i> | SAT |
| Salmonidés | Truite fario | <i>Salmo trutta fario</i> | TRF |

Tableau 4 : Espèces recensées à Camon et à Pointis de Rivière en 2016

Deux phénotypes de truites sont identifiés (d'après BAGLINIERE et al., 1995) :

-Truites fario (TRF, photo de gauche ci-après) avec une robe sombre, le dos est brun et le ventre jaunâtre. Le corps possède des marques latérales (ou « taches de doigts »), de nombreux points rouges auréolés de clair, les nageoires caudale et adipeuse bordées de rouge et l'anale avec un liseré blanc et noir.

-Truites blanchissantes (TBL, photo de droite ci-après) ou Truites pré-smolts (terminologie de BAGLINIERE et al., 1995) possèdent une robe argentée et brillante qui fait ressortir la ligne latérale plus sombre, des points rouges apparents et des nageoires plus ou moins décolorées (adipeuse plus colorée).

De nombreux individus possédaient un phénotype intermédiaire aux deux cités précédemment, selon l'examineur et la prédominance d'une robe sur l'autre, chaque individu a été classé au cas par cas.



Photo 2 : Deux phénotypes de truite fario : à robe sombre (TRF) photo de gauche et pré smolt (TBL) photo de droite observés dans les pièges.

2.5.2 Etat sanitaire

Pour l'ensemble des captures, le bilan sanitaire sur l'ensemble de la campagne indique que : i) la majorité des poissons manipulés est en bonne santé (94,9 % des effectifs); ii) la première atteinte sanitaire (Figure 8) est due à la perte d'écaillés inférieure à 30 % de la surface du corps sur les saumons et à la nécrose des nageoires pour les truites fario (truites de pisciculture lâchées pour l'ouverture de la pêche) et pour toutes les autres espèces. Il y a peu de différences entre l'état sanitaire des poissons capturés à Pointis de Rivière et ceux capturés à Camon, respectivement 5,3 et 4,7 % des poissons sont porteurs d'au moins une anomalie.

Sur les 11 526 poissons observés (soit 25,3 % du nombre total de poissons piégés), la majorité est en bonne santé et ne présente pas de problème particulier à 94,9 %. Seuls 4,42 % sont porteurs d'une anomalie sanitaire, 0,60 % ont 2 atteintes, 0,04 % 3 atteintes et 0,02 % 4 atteintes.

Certains poissons échantillonnés présentaient des marques d'attaques de poissons carnassiers ou d'espèces aviaires (hérons, cormorans...).

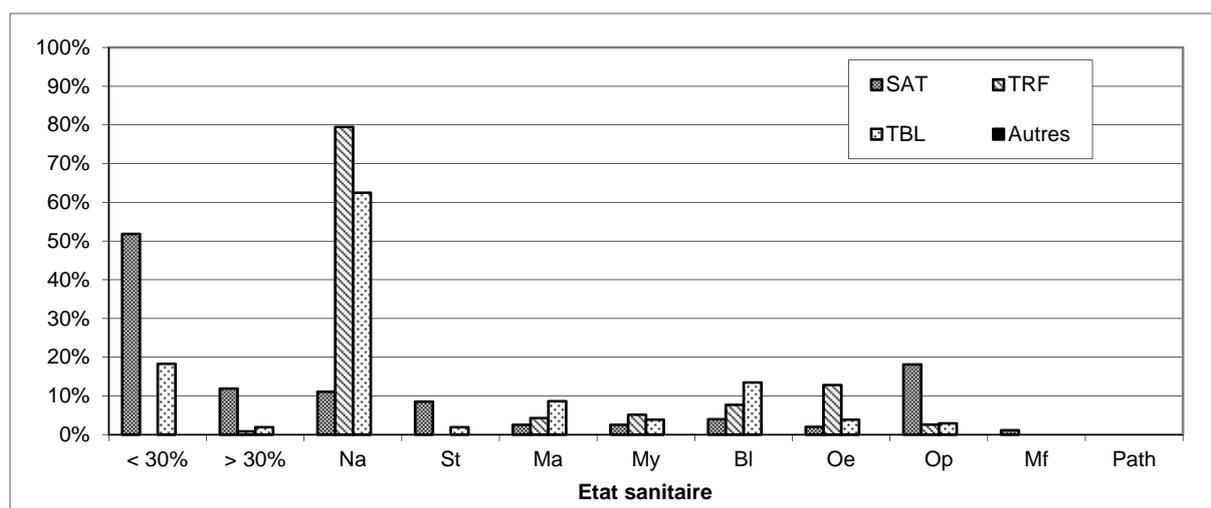


Figure 8 : Proportion de chacune des anomalies sanitaires relevées sur les individus classés « non sains » échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière en 2014

Description des codes utilisés : <30 % : écaillage inférieur à 30 % de la totalité du corps ; >30 % : écaillage supérieur à 30 % de la surface du corps ; Na : poisson dont une nageoire présente une anomalie ; St : stries sur le corps ; Ma : mâchoire abîmée ; My : poisson présentant des mycoses ; BI : blessure sur le corps ; Oe : œil abîmé ; Op : opercule abîmé ; Mf : mal formé ; Path : pathologie.

2.5.3 Caractéristiques biométriques des salmonidés

Le tableau 5 indique les tailles et les poids minima, maxima et moyens relevés sur l'ensemble des salmonidés échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière.

| Espèces | Effectifs | Lt min (mm) | Lt max (mm) | Lt moy (mm) | P min (g) | P max (g) | P moy (g) |
|---------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| SAT | 9 509 | 102 | 285 | 168,7 | 10 | 152 | 42,5 |
| TRF | 449 | 134 | 449 | 228,4 | 22 | 714 | 121,5 |
| TRFBL | 1506 | 130 | 395 | 192,0 | 20 | 590 | 75,1 |

Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des salmonidés piégés

Les smolts de saumons échantillonnés présentent une taille moyenne (longueur totale Lt) de 168,7 mm et un poids moyen de 42,5 g. Les tailles des smolts varient de 102 mm à 285 mm et les poids sont compris entre 10 g et 152 g. Les truites (TRF) présentent en moyenne une longueur totale moyenne de 228,4 mm et un poids moyen de 121,5 g les truites smoltifiées (TRFBL) ont une longueur moyenne de 192 mm et un poids moyen de 75,1 g.

2.5.3.1 Smolts de saumon atlantique



Photo 3 : Smolt de saumon atlantique capturé sur la Garonne à Pointis

- Répartition en classes de taille

L'histogramme de la figure 9 montre la répartition en classes de taille de l'ensemble des smolts de saumons mesurés lors des échantillonnages sur les deux stations. Cette représentation ne permet pas de distinguer les modes correspondant aux deux principales cohortes (smolts 1+ et 2+) généralement piégées. Les classes de taille comprises entre 145 et 175 mm sont les mieux représentées. On observe donc pour cette campagne une majorité de smolts âgés d'un an (1+) en relation avec les efforts d'alevinages réalisés en 2015 (c.f. § 3.3.2).

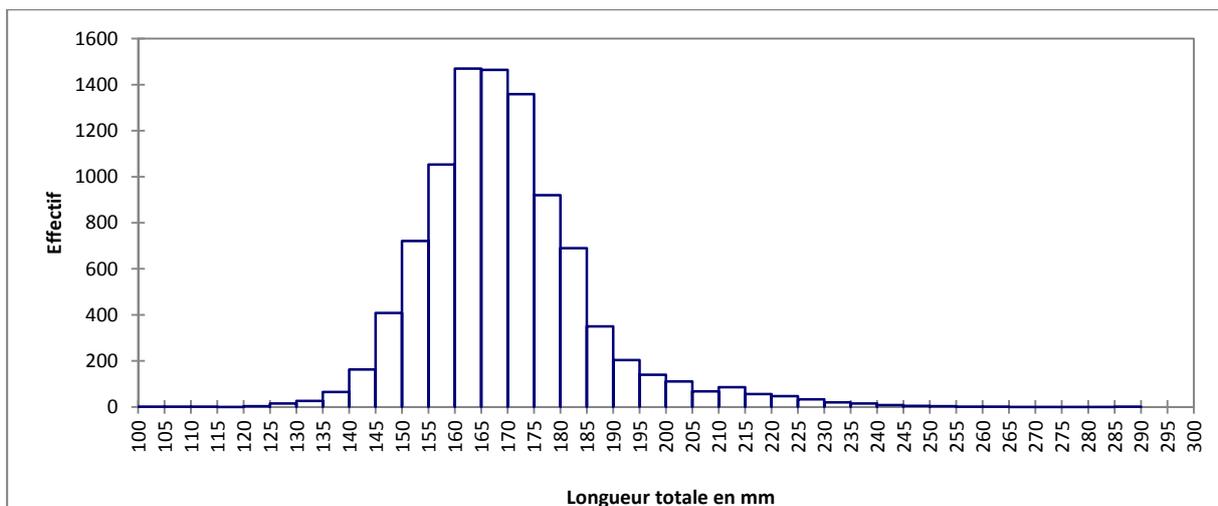


Figure 9 : Structure du peuplement des smolts de saumon atlantique (classes de tailles en mm) d'après l'échantillonnage effectué sur les 2 sites (Camon et Pointis)

- Relation taille/poids

Le graphique de la figure 11 a été établi à partir de valeurs prises sur des individus smoltifiés. La courbe de corrélation et son équation permettent de prédire le poids des individus en fonction de leur taille ($R^2 = 0,9311$).

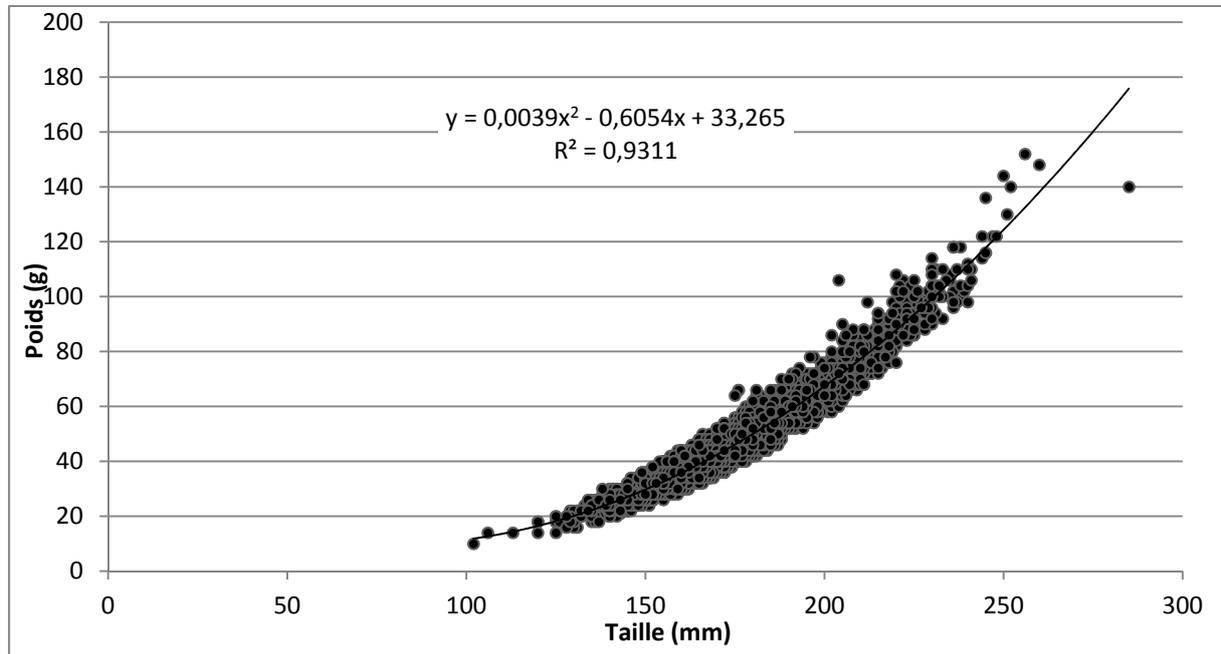


Figure 10: Relation taille/poids des saumons atlantiques échantillonnés

- Coefficient de condition (K)

Ce coefficient se calcule selon la formule suivante : W représente le poids du poisson (en g) et L la longueur totale du poisson (en cm) :

$$K = \frac{W}{L^3} \times 100$$

Pour 2016, les coefficients de condition des smolts de saumon varient de 0,60 à 1,25, avec une valeur moyenne de 0,87 pour l'ensemble des saumons capturés à Camon et à Pointis de Rivière. Cette valeur est légèrement supérieure à celle observée depuis 10 ans (moyenne de 0,84 de 2006 à 2015).

2.5.3.2 Truites fario

- Répartition en classes de taille

La répartition en classes de taille de l'ensemble des truites (TRF et TBL) est représentée sur la figure 11. Elle indique que la grande majorité des truites migrantes échantillonnées sur les 2 sites d'études sont des juvéniles d'une taille inférieure à 200 mm, soit en dessous de la taille légale de capture par les pêcheurs à la ligne.

- Coefficients de condition :

Les résultats indiquent pour les truites fario « à robe classique » une valeur minimale de 0,73 ; maximale de 1,70 et moyenne de 0,92 et pour les truites fario smoltifiées « blanchissantes », une valeur minimale de 0,60, maximale de 2,25 et moyenne de 1,00.

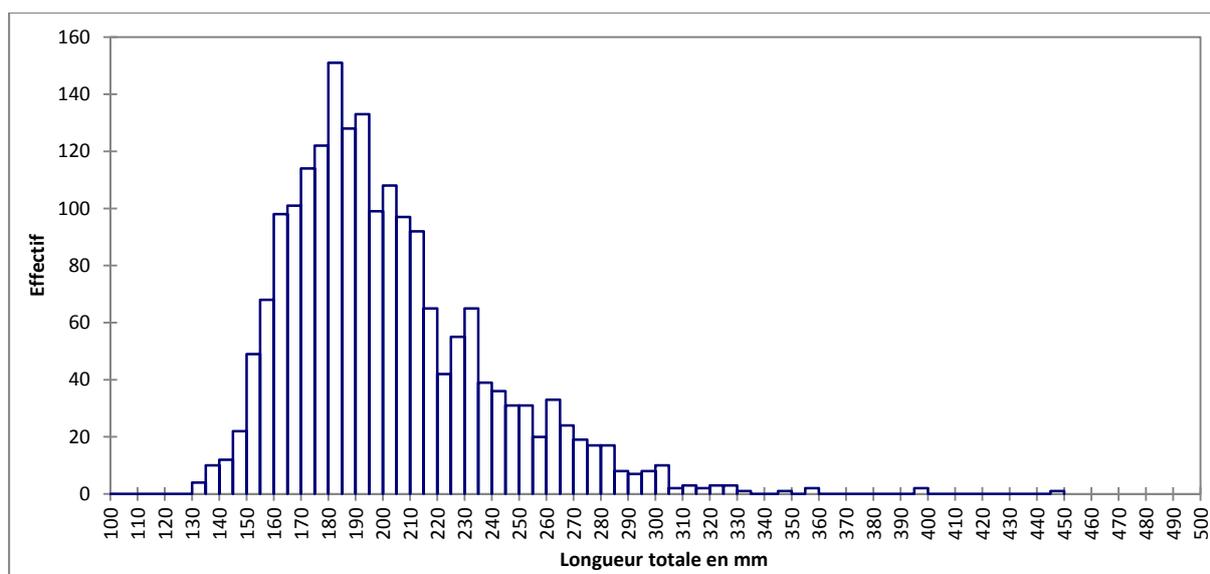


Figure 11: Structure du peuplement des truites fario (TRF et TRF BL) dévalantes d'après les échantillons mesurés à Camon et Pointis de Rivière

2.6 Bilan des effectifs contrôlés et transportés

2.6.1 Bilan des effectifs contrôlés

2.6.1.1 Poissons piégés (tableau 6)

Au total, **45 552 poissons** ont été capturés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière dont **39 594 smolts de saumon** (soit 87 % de l'effectif total). Les truites fario et smolts de truite représentent 5 865 individus, soit 13 % des poissons piégés et les autres espèces 93 poissons. Les effectifs de smolts de saumon et de truite capturés en 2016 sont les plus importants jamais capturés par les deux stations de contrôle à la dévalaison de la Garonne. Pour les saumons, ces chiffres témoignent de la bonne implantation du repeuplement réalisé en 2015 et 2014 et de la bonne fonctionnalité des habitats de la Neste et de la Garonne pour les stades déversés.

Le site de Pointis a piégé 72,7 % du total des saumons (10 793 saumons à Camon et 28 801 à Pointis de Rivière).

| | Poissons piégés | | | | Total |
|--------------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| | SAT | TRF | TRF BL | Autres espèces | |
| Camon | 10 793 | 172 | 879 | 28 | 11 872 |
| Pointis | 28 801 | 906 | 3 906 | 65 | 33 678 |
| Total | 39 594 | 1 078 | 4 785 | 93 | 45 550 |
| Pourcentage | 86,9 % | 2,4 % | 10,5 % | 0,2 % | 100 % |

Tableau 6 : Effectifs des poissons piégés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière

2.6.1.2 Mortalités

Les observations enregistrées permettent de distinguer les poissons retrouvés morts sur la grille de ceux récupérés dans le bassin de stabulation.

- Sur la grille de filtration

Sur l'ensemble de la campagne, 4 poissons sont morts sur la grille de Camon et 5 sur celle de Pointis de Rivière.

- Dans le bassin de stabulation

20 poissons morts ont été récupérés dans les bassins de Camon (11 SAT, 2 TRF, 5 TRFBL, 2 autres espèces) et 21 dans ceux de Pointis (14 SAT, 3 TRF, 3 TRFBL, 1 autres espèces). Il s'agit essentiellement de poissons porteurs de mycoses ou de blessures anciennes, ayant donc subi des atteintes quelques jours avant leur arrivée dans les bassins.

Globalement, 41 poissons morts n'ont pas été transportés vers l'aval, ce qui correspond à 0,09 % de pertes. Les causes ayant entraîné la mort de ces poissons sont d'origine externe aux systèmes de piégeage. Ce faible pourcentage de pertes et le bon état sanitaire observé lors des biométries confirment que les pièges ne portent pas d'atteintes sur les poissons.

2.7 Transports

2.7.1 Poissons transportés (tableau 7)

Au total, **50 671** poissons ont été transportés. La différence d'effectif avec le nombre de poissons piégés (5 119 individus supplémentaires) correspond au décompte des poissons morts du nombre total des poissons capturés, aux truites farios adultes relâchées et à l'ajout du nombre de smolts issus de la pisciculture de Pont-Crozet utilisés pour tester l'efficacité des exutoires de dévalaison.

| | Poissons transportés | | | | Total |
|--------------------|----------------------|------------|--------------|----------------|---------------|
| | SAT | TRF | TRF BL | Autres espèces | |
| Camon | 11 834 | 210 | 874 | 26 | 12 944 |
| Pointis | 33 365 | 393 | 3 903 | 64 | 37 725 |
| Total | 45 199 | 603 | 4 783 | 90 | 50 669 |
| Pourcentage | 89,2 % | 1,2 % | 9,4 % | 0,2 % | 100 % |

Tableau 7: Effectifs des poissons transportés depuis les sites de piégeage

Au total, 18 transports en camion ont été effectués depuis les deux sites jusqu'aux lieux de déversement de Lamagistère (aval Golfech). Le récapitulatif des effectifs par espèce de poissons transportés par site est détaillé dans le tableau 8.

Pour les truites fario (TRF), 510 poissons provenant de lâchers pour l'ouverture de la pêche (truites identifiées portions de pisciculture) ont été marquées par ablation de la nageoire adipeuse et relâchées en aval de Pointis. Parmi ces truites marquées, seulement 40 ont été recapturées à Camon.

| Dates | N° de transport | Effectifs totaux | SAT | TRF | TRFBL | Autres | SAT Exp. | Lieu de destination | Lieu de chargement |
|------------|-----------------|------------------|------|-----|-------|--------|----------|---------------------|--------------------|
| 08/03/2016 | 1 | 1438 | 1264 | 67 | 80 | 27 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 18/03/2016 | 2 | 200 | 141 | 44 | 9 | 6 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 22/03/2016 | 3 | 1916 | 1769 | 4 | 142 | 1 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 25/03/2016 | 4 | 1220 | 1185 | 9 | 24 | 2 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 29/03/2016 | 5 | 2716 | 2632 | 23 | 57 | 4 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 01/04/2016 | 6 | 3046 | 2884 | 6 | 156 | 0 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 02/04/2016 | 7 | 4797 | 4671 | 9 | 117 | 0 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 05/04/2016 | 8 | 858 | 831 | 1 | 25 | 1 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 06/04/2016 | 9 | 4420 | 4166 | 17 | 237 | 0 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 08/04/2016 | 10 | 1430 | 1375 | 16 | 25 | 2 | 12 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 12/04/2016 | 11 | 6607 | 6162 | 39 | 400 | 3 | 3 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 15/04/2016 | 12 | 2040 | 1888 | 4 | 132 | 4 | 12 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 17/04/2016 | 13 | 6409 | 5715 | 21 | 652 | 3 | 18 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 18/04/2016 | 14 | 3084 | 2498 | 281 | 264 | 0 | 41 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 22/04/2016 | 15 | 3522 | 2488 | 32 | 710 | 8 | 284 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 29/04/2016 | 16 | 2375 | 701 | 10 | 198 | 7 | 1459 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 10/05/2016 | 17 | 3966 | 1288 | 18 | 972 | 7 | 1681 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |
| 20/05/2016 | 18 | 627 | 27 | 2 | 583 | 15 | 0 | Lamagistère (82) | Camon / Pointis |

Tableau 8 : Récapitulatif des transports effectués pendant la période de piégeage

2.8 Marquages

Les smolts capturés à Pointis et Camon présentant un état sanitaire correct (sans blessure et non porteur de mycoses ou autres pathologies) ont été marqués par ablation de la nageoire adipeuse. Cette opération, réalisée tous les 3 ans en alternance avec le bassin de la Dordogne, permet d'appréhender les taux de retour (smolt adulte) et d'estimer, le cas échéant, une proportion d'égaré entre les deux bassins Garonne et Dordogne. C'est la deuxième fois sur le bassin de la Garonne que ce marquage est opéré à partir des stations de piégeage transport de la Garonne sur de jeunes saumons issus de repeuplement au stade alevin et ayant grossi dans le milieu naturel. La totalité des saumons marqués, soit **11 735 smolts**, ont tous été transportés en aval de Golfech pour éviter des biais dans les résultats induits par d'éventuelles mortalités à la dévalaison au niveau des centrales hydroélectriques de Toulouse et de Golfech. Le contrôle du retour de ces individus sera effectué à partir de 2017, sur les stations de Golfech du Bazacle et de Carbonne.



Photo 4 : Ablation de la nageoire adipeuse sur un smolt

2.9 Communication sur les sites de Camon et Pointis

Les stations de piégeage à la dévalaison de Pointis et Camon ont été, comme en 2015, le support pour des actions de sensibilisation auprès du grand public, des élus locaux et de lycéens. Les opérations de piégeage transfert ont fait l'objet de différents reportages dans les médias (articles dans la presse locale et reportage dans le journal télévisé de France 2).

L'office de tourisme du Saint-Gaudinois, en partenariat avec EDF et l'association MIGADO ont proposé plusieurs rendez-vous pour assister au piégeage des poissons et visiter l'usine EDF de Camon. 6 visites ont eu lieu entre le 7 avril et le 19 mai 2016. Les participants devaient au préalable s'inscrire auprès de l'Office du Tourisme de St Gaudens pour participer aux visites commentées par EDF et MIGADO. Lors du festival de Jazz du 16 mai de St Gaudens, la station de Camon a aussi été ouverte au public.



Photo 4 : Tournage d'un reportage pour le journal télévisé de France 2

En 2016 et suite à la demande croissante de visites sur le site de Camon et au retour d'expérience sur ces journées d'information, un groupe de travail a été constitué par EDF en partenariat avec Migado et la Communauté de communes de St Gaudens pour organiser un circuit de visite sur le site de Camon. L'objectif était de concevoir et réaliser un circuit de visite permettant au visiteur de découvrir le piégeage transport, le programme de restauration du saumon sur le bassin de la Garonne et être sensibilisé à la production hydro-électrique. Suite à 3 réunions de travail, le Groupement d'Usine de Camon a préparé la mise en conformité du site pour la sécurité des visiteurs. Après la création d'un logo « smolt » permettant d'afficher une identité visuelle commune, des plaquettes d'information sur le piégeage transport et sur le groupement de Camon ont été éditées ainsi que des panneaux pour rendre le circuit de visite plus convivial.

3 BILAN INTER-ANNUUEL (2000-2016)

Ce chapitre constitue un bilan des suivis réalisés lors des campagnes de piégeage transport à Camon depuis 2000 et Pointis depuis 2003.

3.1 Evolution des paramètres environnementaux

3.1.1 Débit de la Garonne

La figure 12 et le tableau annexe 4 permettent de situer l'hydrologie de la Garonne de 2016 par rapport à celle des autres années de piégeage.

Pour la période de dévalaison, les débits moyens mensuels enregistrés à Valentine de 1986 à 2015 sont de 63 m³/s au mois de mars, 82 m³/s au mois d'avril et 114 m³/s au mois de mai (tableau en annexe 4).

Les débits moyens mensuels ont atteint pour les mois de mars, avril et mai 2016 respectivement 60 m³/s, 74 m³/s et 80 m³/s.

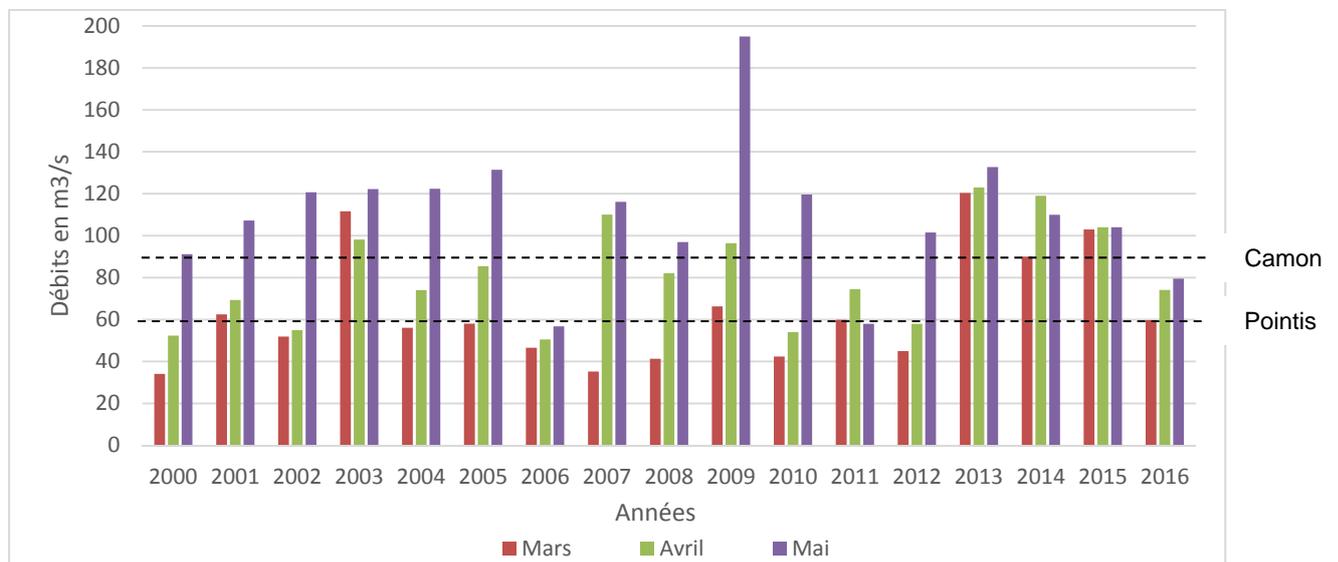


Figure 12 : Comparaison des débits journaliers de la Garonne mesurés à Valentine ou à Gourdan-Polignan de 2000 à 2016 (en pointillé niveau d'équipement des centrales)

3.1.2 Evolution de la température de l'eau

La température de l'eau à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles sur la Garonne) peut être très variable d'une saison de piégeage à l'autre. Les températures moyennes (Fig.13) les plus chaudes ont été obtenues lors des printemps 2000, 2011 et 2001 respectivement 9,8 °C, 9,5°C et 9,4 °C et les plus froides en 2005 (7,3°C) et 2004 (7,4°C). Les écarts de températures les plus remarquables obtenus lors d'une même saison de dévalaison ont été relevés en 2002 et 2013 (avec une amplitude minimum de 4,3°C et 4,7°C) et en 2011 avec une amplitude maximum de 9,3°C. Les températures moyennes les plus fraîches ont été obtenues en 2005, 2004 et 2013 (respectivement 7,3°C, 7,4°C et 7.6°C).

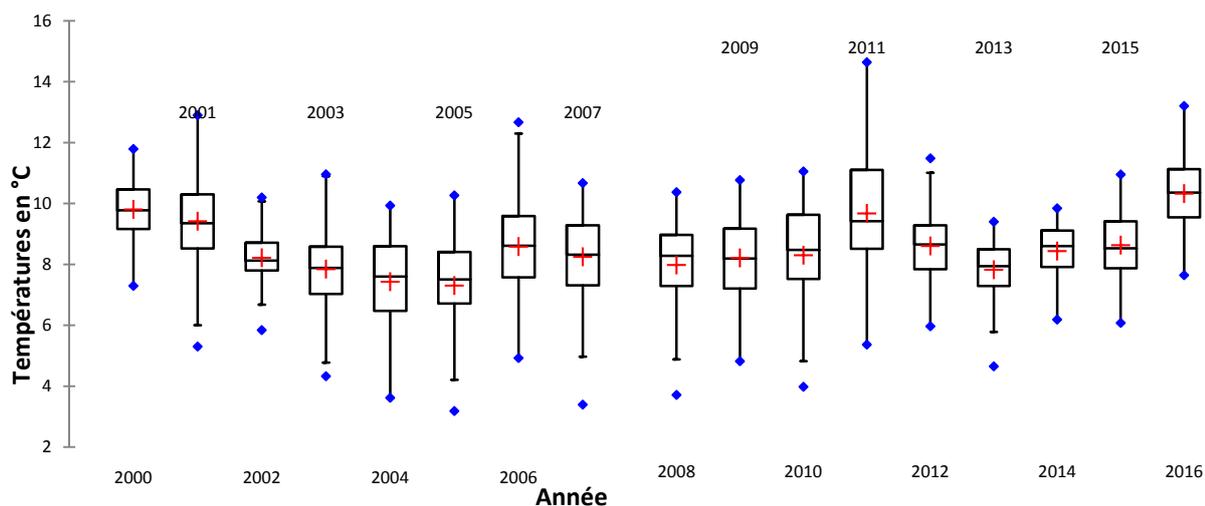


Figure 13 : Températures de l'eau de la Garonne enregistrées à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles) entre 2000 et 2016 (du 1er mars au 31 mai)

3.2 Evolution des effectifs piégés

3.2.1 Bilan par espèce

Le tableau 9 et la figure 14 présentent la totalité des poissons piégés par espèce lors des campagnes menées à Camon depuis 1996 et Pointis de Rivière depuis 2003.

| Année | SAT | TRF | TRF BL | TOTAL TRF | Autres espèces | Total |
|--------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 1996 | | 279 | 182 | 461 | 5 | 466 |
| 1997 | 138* | 388 | 726 | 1 114 | 50 | 1 302 |
| 1998 | 3 314* | 119 | 3 725 | 3 844 | 56 | 7 214 |
| 1999 | 521* | 46 | 1 476 | 1 522 | 42 | 2 085 |
| <hr/> | | | | | | |
| 2000 | 9 298 | 1 038 | 3 017 | 4 055 | 50 | 13 403 |
| 2001 | 9 134 | 589 | 416 | 1 005 | 19 | 10 158 |
| 2002 | 11 658 | 724 | 301 | 1 025 | 32 | 12 715 |
| 2003 | 7 514 | 1 363 | 1 161 | 2 524 | 139 | 10 177 |
| 2004 | 15 565 | 219 | 1 218 | 1 437 | 42 | 17 044 |
| 2005 | 18 148 | 1 250 | 1 471 | 2 721 | 77 | 20 946 |
| 2006 | 29 605 | 631 | 2 072 | 2 703 | 90 | 32 398 |
| 2007 | 8 003 | 960 | 1 875 | 2 835 | 157 | 10 995 |
| 2008 | 13 967 | 762 | 1 542 | 2 304 | 61 | 16 332 |
| 2009 | 8 271 | 605 | 1 163 | 1 768 | 40 | 10 079 |
| 2010 | 14 705 | 356 | 1 692 | 2 048 | 115 | 16 868 |
| 2011 | 6 882 | 279 | 1 485 | 1 764 | 97 | 8 743 |
| 2012 | 19 859 | 254 | 1 839 | 2 093 | 34 | 21 986 |
| 2013 | 4 130 | 567 | 494 | 1 061 | 35 | 5 226 |
| 2014 | 6 188 | 924 | 686 | 1 610 | 48 | 7 846 |
| 2015 | 11 792 | 1 067 | 3 131 | 4 198 | 135 | 16 125 |
| 2016 | 39 954 | 1 078 | 4 787 | 5 865 | 93 | 45 552 |
| Bilan (2000-2016) | 243 673 | 12 666 | 28 350 | 41 016 | 1 264 | 276 593 |

Tableau 9 : Effectifs de poissons piégés à la dévalaison par année

*Poissons d'expérimentation et recaptures de saumons de déversements tests (alevins, tacons, smolts), non totalisés dans le bilan.

Depuis 2000, les espèces les plus présentes dans les pièges sont les saumons atlantiques (en moyenne 88,1 % des effectifs piégés) et les truites fario (12,8 % des effectifs piégés dont les deux tiers, soit 82 %, sont des smolts de truite en migration). Le nombre total de poissons piégés par campagne a varié de plus de 5 200 à près de 45 500.

Le piégeage à la dévalaison sur la Garonne a permis de mettre en évidence la dévalaison de smolts de truites (code TRF BL) depuis 1996. Le nombre total de truites dévalantes fluctue, suivant les années, de 5 865 individus en 2016 à 1 005 en 2002. En moyenne, les effectifs de truites capturées par saison sont de 1 953 individus, dont les deux tiers sont smoltifiés et adoptent un comportement migratoire.

Très peu de poissons appartenant à d'autres espèces sont piégés lors de la dévalaison. Il s'agit, pour une grande majorité, de poissons atteints de pathologies ou de blessures et ayant une dévalaison passive.

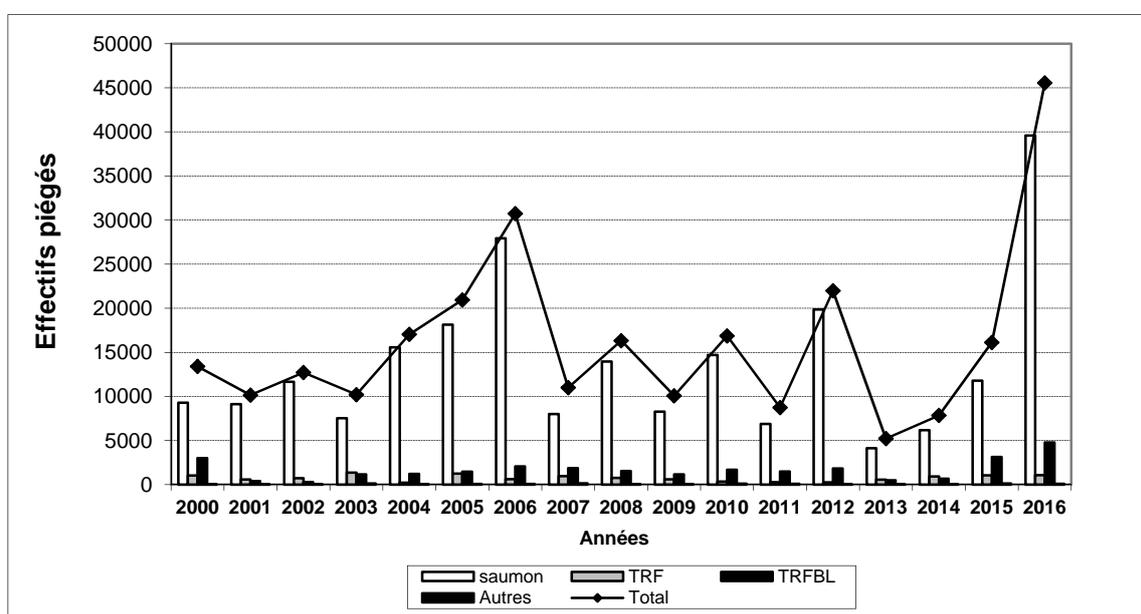


Figure 14: Effectifs piégés totaux et par espèce à Camon et à Pointis (depuis 2003).

La saison 2016 est celle où les systèmes de piégeage ont capturé le plus grand effectif de poissons. Ceci est principalement dû aux nouveaux plans de grille qui ont augmenté significativement l'efficacité des pièges et aux faibles débits de la Garonne qui n'ont pas permis aux poissons de dévaler par surverse au niveau des barrages.

3.3 Caractéristiques biologiques des smolts de saumon du haut bassin de la Garonne

3.3.1 Activité de dévalaison des smolts

Le graphique de la figure 15 indique l'évolution des effectifs cumulés de poissons piégés sur les 15 années de suivi. Une courbe moyenne (de 2000 à 2015) a été rajoutée afin de donner une idée plus précise de la dynamique de dévalaison sur la Garonne.

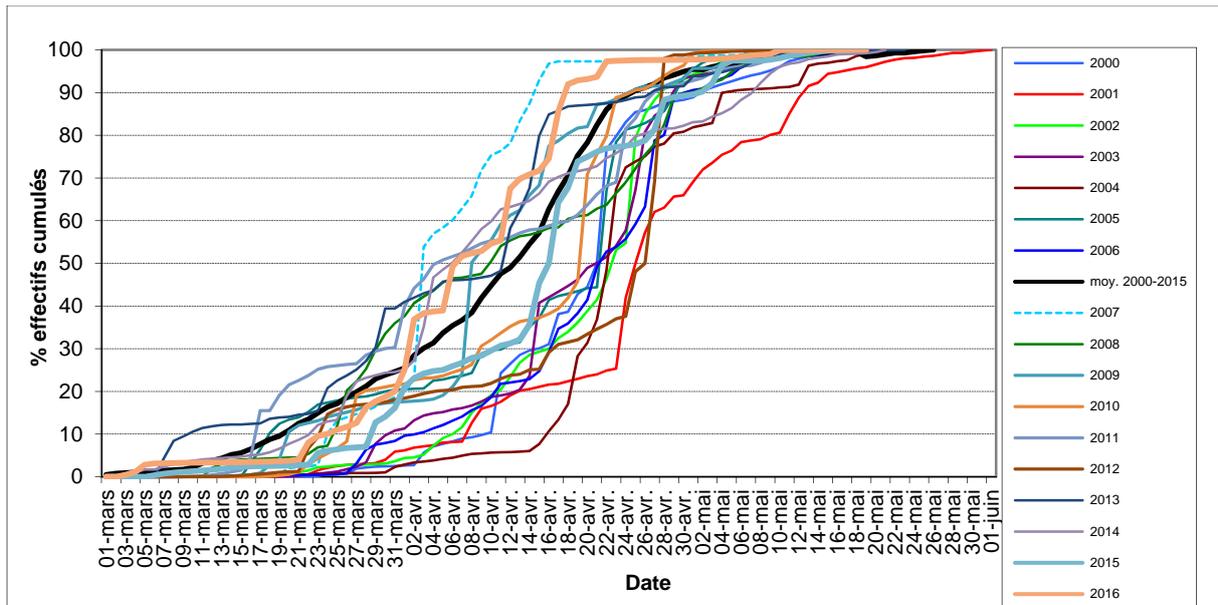


Figure 15: Evolution des effectifs cumulés de poissons piégés par année.

La période de dévalaison privilégiée se situe en moyenne entre le 20 mars et le 6 mai, dates entre lesquelles on obtient plus de 90 % des effectifs sur la période d'ouverture des pièges.

Entre le 25 mars et le 1^{er} mai avril, 80 % des smolts de la Garonne amont migrent vers l'océan.

Les résultats présentés dans les graphes des figures 15 et 16 pour l'année 2007 ne doivent pas être pris en compte. En effet, 98 % des saumons capturés en 2007, l'ont été avant le 16 avril, date à laquelle les pièges ont été fermés pour cause de crue et de transparence. L'arrêt du piégeage pendant une dizaine de jours ne permet pas de connaître précisément le déroulement naturel de la migration 2007.

La figure 16 précise pour chaque année de piégeage, les dates de début (5 % des passages) et de fin (95 % des passages) de l'activité de migration de dévalaison. Les carrés noirs représentent la médiane de piégeage (50 % de l'effectif des smolts piégés pour la saison).

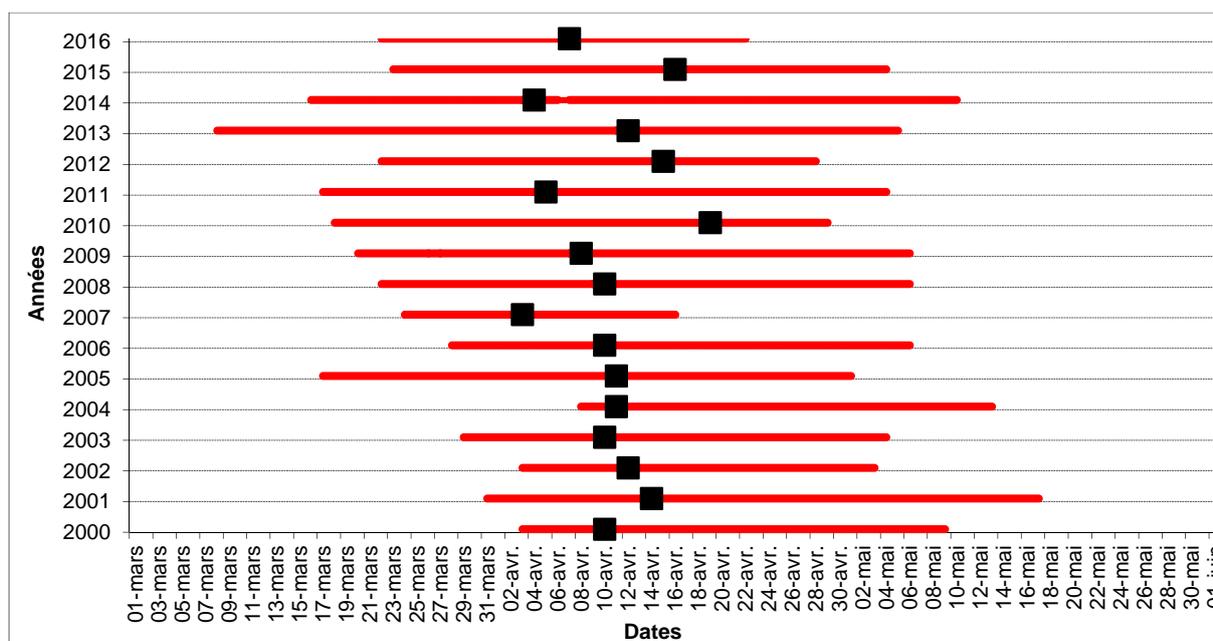


Figure 16: Evolution de la fenêtre de migrations des smolts par année

Les suivis réalisés à Camon et Pointis depuis 2000 montrent un démarrage plus ou moins tardif de l'activité de dévalaison suivant les années : du 8 mars en 2013 au 8 avril en 2004. De même, la fin de la période de migration peut être, suivant les années, plus ou moins tardive (fin de migrations le 28 avril en 2012 et 17 mai en 2001). La durée moyenne de la migration observée (2007 non comprise) est de 46 jours (la plus longue de 58 jours et la plus courte de 30 jours).

| Années | Début de la migration (5 % des passages) | Médiane de la migration (50 % des passages) | Fin de la migration (95 % des passages) | Nombre de jours de migration | Degrés jours (1er janvier au début de la migration) |
|----------|--|---|---|------------------------------|---|
| 2000 | 03-avr | 21-avr | 09-mai | 36 | 655 |
| 2001 | 31-mars | 25-avr | 17-mai | 47 | - |
| 2002 | 03-avr | 23-avr | 03-mai | 30 | 648 |
| 2003 | 29-mars | 21-avr | 04-mai | 36 | 490 |
| 2004 | 08-avr | 22-avr | 13-mai | 35 | 536 |
| 2005 | 17-mars | 22-avr | 01-mai | 45 | 354 |
| 2006 | 28-mars | 21-avr | 06-mai | 39 | 470 |
| 2007 | 24-mars | 03-avr | 16-avr | 23 | 514 |
| 2008 | 22-mars | 10-avr | 06-mai | 45 | 502 |
| 2009 | 20-mars | 08-avr | 06-mai | 47 | 464 |
| 2010 | 18-mars | 19-avr | 29-avr | 42 | 438 |
| 2011 | 17-mars | 05-avr | 04-mai | 48 | 449 |
| 2012 | 22-mars | 26-avr | 28-avr | 37 | 450 |
| 2013 | 8-mars | 12-avril | 5-mai | 58 | 344 |
| 2014 | 16-mars | 6-avril | 10-mai | 55 | 512 |
| 2015 | 23-mars | 16-avril | 04-mai | 42 | 476 |
| 2016 | 22-mars | 07-avril | 22-avril | 31 | 560 |
| Moyenne* | 23-mars | 16-avr. | 4-mai | 42 | 490 |

*sans prendre en compte les résultats de 2007

Tableau 10 : Dates de début et de fin de migration des smolts de saumon de la Garonne au niveau des stations de piégeage de Pointis et Camon

Pour la Garonne et compte tenu des conditions rencontrées lors de ces 17 années de piégeage sur les sites de Camon et Pointis, la seule analyse de la température de l'eau, que ce soit par l'atteinte d'un seuil thermique ou le cumul de degrés jours (cf. tableau 10), ne suffit pas à expliquer le début et la fin de la dévalaison des smolts.

En effet, l'activité migratoire des jeunes saumons résulte d'interactions complexes entraînant des changements physiologiques et comportementaux synchronisés annuellement (rythme circannuel), notamment par la photopériode et la température de l'eau. Les changements comportementaux déclenchant immédiatement la dévalaison sont plutôt influencés par les variations de niveaux d'eau, de la température ou de la turbidité (Eero Jutila, 2008 ; S. D. Mc Cormick & al, 2000 ; S.P.R Greenstreet, 1992 ; G. Barbin & al, 2005).

3.3.2 Production de smolts à partir des saumons repeuplés

Des déversements de saumons atlantiques sous forme de tests à différents stades (pré-smolt, tacons et alevins) ont eu lieu sur la Garonne amont en 1993, 1995 et 1998.

Depuis 1999, les déversements sont réalisés tous les ans avec des "jeunes stades" (alevins et pré-estivaux) à l'échelle des potentiels d'accueil de la Garonne et de la partie aval de la Neste (aval Sarrancolin depuis 2002). Les alevinages ont lieu d'avril à juillet, les effectifs représentant, suivant les années, plusieurs centaines de milliers de juvéniles (Tableau 11 et figure 17). Les jeunes saumons repeuplés proviennent de la pisciculture de Pont-Crouzet (81) et sont issus de géniteurs sauvages ou enfermés. Les déversements sont réalisés en fonction de l'habitat disponible, c'est à dire en fonction de la surface des faciès propices à la croissance des juvéniles de saumons, préalablement mesurés (densité moyenne lors du déversement de 70 individus par 100 m² d'habitats favorables : radier, rapide et plat courant).

Le tableau 11 et la figure 17 présentent le bilan entre les effectifs de saumons déversés dans la Garonne amont et la Neste et les smolts dévalants piégés à Camon entre 2000 et 2002 et à Camon et Pointis de Rivière de 2003 à 2016.

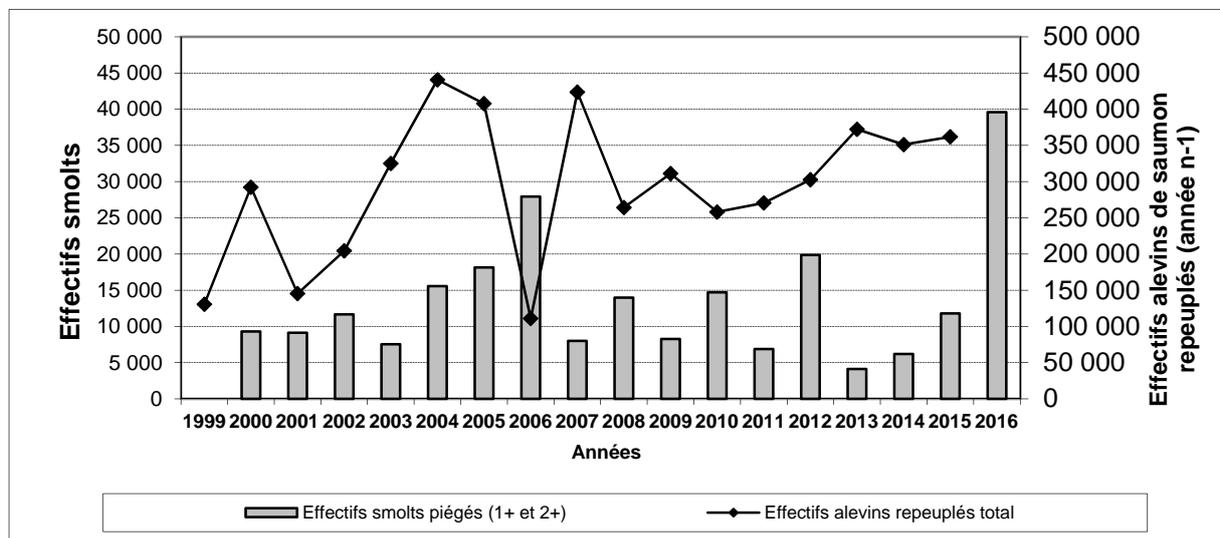


Figure 17: Comparaison interannuelle des effectifs de saumon repeuplés sur le bassin amont au stade alevin (année n-1), des effectifs de smolts piégés

Les différences observées entre le nombre de smolts piégés entre les années soulignent la difficulté de capturer l'ensemble des dévalants à l'échelle d'un cours d'eau comme la Garonne. Ce constat ne traduit pas forcément un mauvais taux de survie entre le stade déversé et le stade smolt ni un mauvais fonctionnement des habitats de la Garonne ou de la Neste. En effet, trois causes d'échappement aux systèmes de piégeage sont possibles. Il s'agit des surverses au niveau des barrages, des arrêts des piégeages lors de crues (mise

en sécurité des installations et état de veille des centrales pour des débits de la Garonne supérieurs à 150 m³/s) et de l'efficacité des pièges.

Les campagnes 2006, 2012 et 2016 ont permis la capture des plus importants effectifs annuels de smolts depuis la mise en service des stations de piégeage. Ces résultats sont à mettre en relation avec l'effort de repeuplement important réalisé en 2004-2005 et 2010-2011 et l'hydrologie faible rencontrée lors de ces printemps. En effet, il y a eu, lors de ces 2 saisons de piégeage, très peu d'échappement par surverse au niveau des barrages ni d'arrêt des pièges. Le fonctionnement à bas régime des centrales de Pointis et Camon a permis de piéger dans des conditions permettant une efficacité maximale des exutoires de dévalaison.

Le faible effectif de saumons piégés en 2007 s'explique principalement par une diminution importante de l'effort de repeuplement réalisé en 2006 sur la Garonne amont (absence d'alevinages sur la Neste) et par l'arrêt du piégeage au milieu de la campagne 2007, occasionné par une crue et la mise en transparence des barrages d'Ausson et Rodère pendant une dizaine de jours en pleine période de migration des saumons.

3.3.3 Caractéristiques des saumons déversés et capturés à la dévalaison

Les biomasses et les caractéristiques biométriques des alevins déversés dans la Garonne et la Neste et celles des smolts piégés à Camon de 2000 à 2002 et depuis 2003 à Camon et Pointis de Rivière sont présentées dans le tableau 11.

| Déversements d'alevins | | | | Piégeages | | | |
|------------------------|-----------|------------------|----------------|-----------|---------------------------------|------------------|----------------|
| Années | Effectifs | Poids moyens (g) | Biomasses (Kg) | Effectifs | Longueurs totales moyennes (mm) | Poids moyens (g) | Biomasses (Kg) |
| 1998 | 15 507 | 25,15 | 390,0 | - | - | - | - |
| 1999 | 130 615 | 1,10 | 142,5 | 521 | 172 | 45 | 23,5 |
| 2000 | 292 288 | 0,66 | 194,0 | 9 298 | 168 | 41 | 381 |
| 2001 | 145 305 | 1,25 | 181,6 | 9 134 | 170 | 44 | 402 |
| 2002 | 204 407 | 1,39 | 284,9 | 11 658 | 179 | 49 | 571 |
| 2003 | 325 066 | 1,13 | 369,5 | 7 544 | 164 | 36 | 271 |
| 2004 | 440 558 | 0,96 | 422,9 | 15 565 | 173 | 44,6 | 694 |
| 2005 | 407 652 | 0,74 | 301,0 | 18 148 | 165 | 39,1 | 709 |
| 2006 | 110 936 | 0,91 | 101,2 | 27 932 | 174 | 46,5 | 1 376 |
| 2007 | 423 490 | 0,47 | 200,0 | 8 003 | 175 | 46 | 368 |
| 2008 | 264 298 | 0,58 | 154,5 | 13 967 | 162 | 37 | 517 |
| 2009 | 311 050 | 0,46 | 142,7 | 8 271 | 164 | 38,7 | 320 |
| 2010 | 258 070 | 0,67 | 172,9 | 14 705 | 168 | 41,8 | 614 |
| 2011 | 270 496 | 0,67 | 181,5 | 6 882 | 167 | 40 | 275 |
| 2012 | 302 580 | 0,51 | 154,3 | 19 859 | 170 | 43 | 854 |
| 2013 | 372 270 | 0,57 | 218,2 | 4 130 | 160 | 35,2 | 145 |
| 2014 | 351 160 | 0,69 | 242,3 | 6 188 | 160 | 35,9 | 222 |
| 2015 | 361 820 | 0,67 | 253,1 | 11 792 | 170 | 42,0 | 495 |
| 2016 | 500 090 | 0,59 | 297,3 | 39 594 | 169 | 42,5 | 1682 |

Tableau 11: Comparaison des biomasses déversées et des biomasses piégées.

4 EVALUATION DE L'EFFICACITE DES STATIONS DE PIEGEAGE

4.1 Introduction

Des opérations de radiopistage et de marquage détection ont été réalisées lors de la conception des stations de piégeage par le GHAAPPE de 1996 à 1998 à Camon et en 1998 à Pointis. Les résultats des tests d'efficacité réalisés à Camon en 1997 et 1998 avaient conclu à une efficacité moyenne de 73 % avec un débit dans l'exutoire de 3 à 10 % du débit turbiné, quels que soient les débits (Croze O., 1999).

Le suivi des stations, effectué de 1999 à 2004 par MIGADO, a permis d'observer, suivant les années, une grande variabilité des effectifs de smolts piégés. Ces variations ne semblaient pas en relation directe avec l'effort de repeuplement réalisé en amont et le niveau de production des habitats du haut bassin (cf. suivi par pêches électriques) mais plutôt influencées par les conditions hydrologiques rencontrées lors de la période de dévalaison, le fonctionnement des centrales et le bon fonctionnement des exutoires.

Suite à ces constats, de nouveaux tests d'efficacité ont été réalisés par MIGADO, lors des campagnes de piégeage de 2005, 2006 et 2007, de manière à mieux comprendre les variations interannuelles des effectifs de smolts piégés. Il s'agissait alors de quantifier les échappements aux barrages (lâchers de smolts marqués dans les retenues d'Ausson et de Rodère) et de déterminer l'efficacité des exutoires à Camon et Pointis en fonction des débits turbinés (lâchers de smolts marqués dans les canaux d'amenée des centrales de Camon et Pointis). Les faibles résultats obtenus lors de ces tests ont orienté les expérimentations qui ont suivi vers la recherche d'aménagements permettant d'améliorer l'efficacité des deux pièges.

De 2008 à 2012, différents aménagements ont été testés afin d'améliorer l'efficacité des exutoires de piégeage des deux stations (plaque pleine en surface, masque réduisant l'espacement entre les barreaux des plans de grille en surface). Les résultats de ces derniers tests montrent :

- Pour le site de Camon : que les masques de surface ne parviennent pas à améliorer l'efficacité du piège quels que soient les débits turbinés (efficacité inférieure à 50 %).
- pour le site de Pointis : que les aménagements testés ont permis une amélioration significative de l'efficacité (passages de 17 à 50 % par forts débits).

Cependant, les niveaux d'efficacité atteints sur chaque site paraissent insuffisants vis-à-vis des enjeux retenus pour la Garonne hydroélectrique. Suite à ces résultats, il n'a pas été effectué de tests d'efficacité des exutoires en 2013 et 2014. La pose de plans de grilles de faible espacement devant les turbines des deux centrales a été étudiée par EDF. Les travaux de mise en place de ces aménagements ont été réalisés en septembre 2014. Suite à ces modifications, des études d'efficacité des dispositifs de piégeage ont été réalisées lors des saisons de dévalaison 2015 et 2016.

Le protocole appliqué est identique à celui réalisé de 2005 à 2012 et globalement très proche de ceux employés pour les opérations réalisées par le GHAAPPE de 1996 à 1998.

La méthode de marquage-détection a été choisie car elle permet le marquage individuel de plusieurs centaines de smolts. Pour chaque poisson détecté sur les antennes de réception, le numéro de marque, le jour et l'heure de passage sont enregistrés.

Les smolts ont été marqués avec des transpondeurs passifs et déversés au niveau de quatre points de lâchers choisis pour déterminer l'efficacité des exutoires équipant les deux stations de piégeage à la dévalaison en fonction des conditions hydrologiques et des conditions d'exploitation des centrales hydroélectriques.

Les opérations de marquages réalisées en 2016 avaient deux objectifs principaux :

- Tester l'efficacité des exutoires de dévalaison de Camon et Pointis avec la mise en place des nouveaux plans de grille de protection des turbines de 2 cm d'espacement inter barreau.
- Evaluer la proportion de poissons s'engageant dans les canaux d'amenée et ceux passant directement par surverse au niveau des deux barrages de Ausson et Rodère.

4.1.1 La période d'expérimentation

La campagne de piégeage s'est déroulée du 2 mars au 20 mai 2016. La période de migration privilégiée des smolts de la Garonne au niveau de ces aménagements se situe entre le 23 mars et le 4 mai (90 % des individus piégés depuis 2000). Les opérations de marquage se sont déroulées du 31 mars au 3 mai 2016.

4.1.1.1 Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques (températures de l'eau et de l'air, concentration en oxygène, pourcentage de saturation en oxygène, conductivité, turbidité) sont relevés tous les matins sur le site de Camon lors des opérations de piégeage (annexe 3). Les détails concernant l'enregistrement et l'évolution de ces paramètres sont décrits dans les paragraphes 1.3 et 2.2.

4.1.1.2 Hydrologie de la Garonne et fonctionnement hydraulique des aménagements

Le débit de la Garonne ainsi que les débits turbinés de chaque groupe, les débits transitant par la vanne by-pass et l'exutoire de Camon ont été extraits d'enregistreurs mis à la disposition de MIGADO grâce au logiciel TrendServer Pro. L'hydrologie de la Garonne et le fonctionnement de chaque usine pendant la campagne 2016 sont détaillés dans les paragraphes 1.3 et 2.3.

4.1.2 Le marquage des smolts

4.1.2.1 Provenance et stabulation des smolts destinés au marquage

Les lots utilisés ont une double origine : ce sont des smolts sauvages piégés sur la Garonne au niveau des sites de Pointis ou Camon et des smolts produits à la pisciculture de Pont-Crouzet à Sorèze pour le programme de restauration du saumon sur le bassin de la Garonne.

Les smolts utilisés pour le marquage sont stockés sur le site de Pointis dans deux bassins alimentés en permanence par l'eau de la Garonne. Un bassin pour les smolts sauvages et un pour les smolts de pisciculture. Pendant le stockage, les poissons ne sont pas nourris.

Les livraisons des smolts de pisciculture ont lieu quelques jours avant le marquage afin qu'il y ait une adaptation au changement de la qualité de l'eau et un intervalle de temps suffisamment important entre le transport et le marquage.

Pour les smolts sauvages, la priorité a été de choisir les poissons piégés à Pointis (site de marquage) pour leur éviter un transport supplémentaire.

Les smolts sauvages sont marqués pendant la biométrie du matin et directement placés dans les bacs prévus pour le lâcher du soir.

Avant chaque lâcher, le comportement des smolts est vérifié. Dans le cas où un poisson est retrouvé mort, il est retiré et son code est noté pour être soustrait de la base de données.

4.1.3 Modalités de marquage

Le marquage a été effectué en fin de matinée ou début d'après-midi, une fois les différentes étapes de la manipulation de piégeage transport effectuées, soit au minimum 6 heures avant le lâcher.

La taille minimale des poissons pouvant être marqués a été fixée à 145 mm, afin d'éviter des mortalités sur des smolts de trop petite taille lors de l'introduction du transpondeur. Les smolts qui n'ont pas été marqués sont destinés au transport. Seuls les smolts dont la taille est supérieure à 145 mm et ne présentant aucune anomalie (mycose, blessure, malformation...) sont marqués. Les poissons sauvages utilisés ne mesurent pas plus de 180 mm afin de rester dans la gamme de taille des smolts 1+ et de ceux provenant de pisciculture.

Pour le marquage, les smolts sont capturés à l'épuisette et plongés dans un bain anesthésiant (1 ml d'Eugenol 1/10 dilué dans 5 litres d'eau). Au maximum, 15 smolts ont été endormis à chaque fois.

Les marques utilisées sont des PIT-tags (Passive Integrated Transpondeur) de marque Biolog-Id. Elles sont de forme cylindrique (11 mm de long et 2 mm de diamètre, photo 4) et n'ont aucune source d'énergie propre. Ces marques utilisent, pour fonctionner, l'énergie du champ électromagnétique produit par l'antenne de détection.

Les transpondeurs sont disposés dans des aiguilles creuses stériles. Une seringue équipée d'un pointeau permet d'expulser la marque de l'aiguille et de l'introduire dans la cavité générale de l'animal (photo 5), légèrement au-dessus de la ligne médio-ventrale, à l'arrière de la nageoire pectorale gauche. Chaque marque est individualisée par un code alphanumérique unique. Avant la mise en place de chaque marque, ce code est relevé par l'intermédiaire d'un lecteur portable. Les smolts sont ensuite pesés et mesurés.



Photo 5 : Seringue et marque pit-tag

Photo 6 : Smolt lors de l'introduction de la marque

Au fur et à mesure du déroulement du marquage, chaque lot de 50 smolts, correspondant à un lieu de lâcher et/ou un type de poisson (pisciculture ou sauvage), est conservé dans un bac de 100 L alimenté par l'eau de la Garonne.

4.1.4 Les lâchers des lots marqués

Les lâchers ont eu lieu en fin de journée à partir de 19 h. En cas de fonctionnement anormal de l'usine (chasse, état de veille...), les lâchers ont été retardés jusqu'à la reprise normale de la production d'énergie.

Les poissons, préalablement placés dans les bacs de stockage, ont été transportés en voiture et ont été alimentés en air par l'intermédiaire d'un bulleur pendant la durée du transport jusqu'au site de déversement. Tous les poissons d'un lot sont lâchés en même temps de façon à créer un effet de banc, les poissons en dévalaison présentant généralement un comportement grégaire.

Deux opérateurs ont procédé aux déversements des lots marqués selon 3 modes différents liés aux conditions particulières de chaque lieu de lâcher. Au niveau du canal de Pointis qui présente des berges abruptes, une goulotte en PVC a été utilisée afin de déverser les smolts sans dommage le long de la berge jusqu'à la surface de l'eau du canal. Au niveau du canal de Camon, un système de renversement du bac a été utilisé par l'intermédiaire de sangles au niveau d'une passerelle afin de déverser les poissons à quelques centimètres de la surface. Pour les barrages d'Ausson et Rodère, les lâchers sont effectués directement depuis la berge au niveau de plages en pente douce.

Au total, 54 lots d'une cinquantaine de smolts ont été libérés en amont des dispositifs (tableau 13). Parmi ces lots, 2 étaient constitués de smolts dévalant naturellement, capturés à Pointis et 52 à partir de smolts de pisciculture. Au total, 2 699 smolts ont été marqués, parmi eux 2 599 provenaient de la pisciculture.

| Lieu de lâcher | Nb de lâchers | Lots Sauvage | Lots Pisciculture |
|----------------|---------------|--------------|-------------------|
| Canal Pointis | 25 | 1 | 24 |
| Canal Camon | 25 | 1 | 24 |
| Ausson | 3 | 0 | 3 |
| Rodère | 1 | 0 | 1 |

Tableau 12: Récapitulatif du nombre de lots par lieu de lâcher

4.1.5 Fonctionnement des dispositifs de détection des marques

Un dispositif de détection du passage des smolts marqués par transpondeurs a été installé sur chaque site (Pointis et Camon), dans la goulotte qui permet le transfert des poissons piégés depuis la grille de filtration jusqu'au bassin de stabulation.

Les dispositifs de détection ont fonctionné en permanence. Le matériel utilisé est une antenne de détection Biolog-ID PRD 663-0000A (photo 6). Elle est reliée à un enregistreur qui garde en mémoire le code, le jour et l'heure du passage de chaque poisson. Les données stockées sont déchargées chaque jour à l'aide d'un ordinateur portable. Le réglage de l'horloge de chaque système de détection est vérifié en même temps afin d'éviter les dérives des mémoires.



Photo 6 : Dispositif de détection du piège de Pointis

Lors des études déjà réalisées avec ce matériel, il a été observé une faiblesse dans la fiabilité de détection des marques par ce système. Pour vérifier l'efficacité du système de détection, des tests ont été réalisés régulièrement sur chaque site de piégeage.

Le bon fonctionnement du dispositif de détection a pu être vérifié de deux manières différentes :

- par un lâcher de smolts marqués avant le début de l'expérimentation.

- par la vérification, à l'aide d'un lecteur manuel (PETSCAN type RT100 V5 de la marque Biolog-Id), de la totalité des poissons piégés présents dans le bassin de stabulation. Ce test a pu être effectué lors de chaque biométrie réalisée pour le suivi biologique des stations. Le cas échéant, les poissons marqués non détectés par les antennes ont été rajoutés à la base de données dans le créneau horaire le plus fréquenté par les autres smolts marqués récupérés la même nuit.

4.1.6 Amélioration de l'efficacité des exutoires

Les résultats des tests d'efficacité réalisés depuis 2005 et malgré les tentatives d'amélioration par ajouts de masques de surface montraient que l'efficacité des stations de piégeage devait être encore améliorée (BOSC et al., 2012). Dans le cadre du projet d'optimisation de l'efficacité de ces deux pièges, il a été choisi de changer les plans de grilles de protection des turbines des deux centrales (Camon et Pointis) par des plans de grilles dont l'espace entre fers est réduit à 2 cm (photos 7 et 8).



Photo 7 : Pose des modules du plan de grille (2 cm) à Camon



Photo 8 : Forme « aile d'avion » des barreaux composant les nouveaux plans de grille

4.1.7 Evaluation de l'efficacité des exutoires

Les points de lâchers des lots de smolts marqués sont choisis en fonction des objectifs de l'étude. La comparaison du nombre de poissons lâchés et recapturés dans les pièges permet de déterminer l'efficacité des exutoires de Pointis et de Camon.

Les différents types de fonctionnement sont pris en compte (groupe en fonctionnement, débit turbiné, vitesse du courant, pourcentage de fonctionnement de chaque groupe) afin de comparer les lâchers réalisés avec des conditions similaires. Le but étant de connaître, pour chaque lot lâché, les performances de piégeage en relation avec le fonctionnement de l'usine.

Les lâchers réalisés dans des conditions environnementales particulières ou de fonctionnement anormal de l'usine sont écartés (chasse, variation importante du débit turbiné dans les 12 heures suivant le lâcher). Les lots dont les poissons sont peu smoltifiés, et ne dévalant pas suite au lâcher, sont écartés. Seuls les lots présentant une majorité d'individus (supérieure à 70 %) ayant dévalé dans les 12 premières heures sont retenus.

Les valeurs ainsi obtenues permettent de comparer l'efficacité des exutoires entre les différentes années (avec ou sans aménagement) et en fonction du débit turbiné par l'usine, qui semble être le facteur influençant le plus l'efficacité des stations de piégeage. Des statistiques descriptives réalisées par l'intermédiaire du logiciel EXCEL STAT permettent de visualiser les variations de l'efficacité du piège.

4.1.7.1 Evaluation de l'efficacité de l'exutoire de dévalaison de Pointis

Le système de dévalaison de la centrale de Pointis est constitué de deux exutoires de dévalaison positionnés sur chacune des deux rives perpendiculairement au plan de grille de la centrale. Des lots de smolts marqués déversés à 680 m en amont dans le canal d'amenée de la centrale doivent permettre d'évaluer l'efficacité globale du système de dévalaison de Pointis.

4.1.7.2 Evaluation de l'efficacité de l'exutoire de dévalaison de Camon

L'efficacité de l'exutoire de Camon est déterminée à partir de lots lâchés dans le canal d'amenée de la centrale de Camon à environ 500 m en amont de l'usine. Les smolts qui empruntent l'exutoire sont détectés lors de leur passage dans la goulotte de transfert entre la grille de filtration et le bassin de stabulation.

Cette évaluation peut aussi être complétée à partir des smolts marqués appartenant aux lots lâchés plus en amont dans le canal d'amenée de Pointis par déduction des smolts récupérés dans le piège de Pointis et en estimant la mortalité engendrée par les turbines de la centrale de Pointis.

4.1.7.3 Estimation des pertes par surverse aux barrages de Ausson et Rodère

Pour chacun des deux aménagements hydroélectriques, cette évaluation est faite à partir des smolts lâchés dans les retenues en relation avec l'efficacité estimée à partir de lots lâchés le même soir dans le canal d'amenée de chaque centrale. On notera que les faibles débits de la Garonne au printemps 2016 n'ont permis de mesurer cet échappement que seulement à 3 reprises au niveau de Rodère et une fois au niveau d'Ausson. Le traitement de ces résultats n'est pas présenté dans ce rapport.

4.2 Résultats : tests 2016

4.2.1 Test de l'exutoire de Pointis

Au total, 25 lots de 50 smolts marqués (soit 1 250 smolts) ont été déversés dans le canal de l'usine de Pointis pour tester l'efficacité de l'exutoire de cette centrale. Parmi ces lots, 1 seul était constitué avec des smolts sauvages et 24 avec des individus issus de la pisciculture de Pont Crouzet.

4.2.1.1 Fonctionnement du système de détection des marques

Sur l'ensemble de la campagne de marquage recapture, 1 151 poissons marqués issus des lots déversés dans le canal de Pointis ou dans la retenue d'Ausson ont été détectés par l'antenne de détection des marques disposée dans la goulotte du piège de Pointis. De plus, 37 poissons ont pu être recensés par lecture manuelle lors des biométries journalières. Le dispositif d'enregistrement de Pointis a donc eu une efficacité de détection de 97 %.

4.2.1.2 Comportement de dévalaison

Les antennes de détection enregistrent, au niveau des pièges de Pointis et de Camon, le passage de chaque poisson muni d'un transpondeur. Connaissant ainsi la date, l'heure de capture et l'heure de lâcher de chaque smolt, il est possible de calculer les délais de dévalaison entre les lieux de lâcher et les pièges.

- Sélection des lots selon des critères comportementaux

Afin d'éviter les erreurs d'interprétation et de manière à pouvoir déterminer une efficacité en fonction d'un type de fonctionnement de l'usine, seuls les lots présentant un effectif d'individus majoritairement recapturés dans les 12 premières heures sont retenus. Les poissons de pisciculture utilisés en début de saison pour les premiers lâchers peuvent ne pas être assez smoltifiés et induire un résultat de recapture anormalement bas. Un biais comportemental dû à la manipulation des poissons, voire aux conditions environnementales au moment des lâchers (température de l'eau, turbidité...) peut parfois être aussi observé lors de telles opérations.

Seul le premier lot lâché le 31 mars présente des effectifs recapturés dans les 12 premières heures anormalement faibles (52 % des effectifs recapturés). Ce lot a donc été écarté du traitement des données (figure 18).

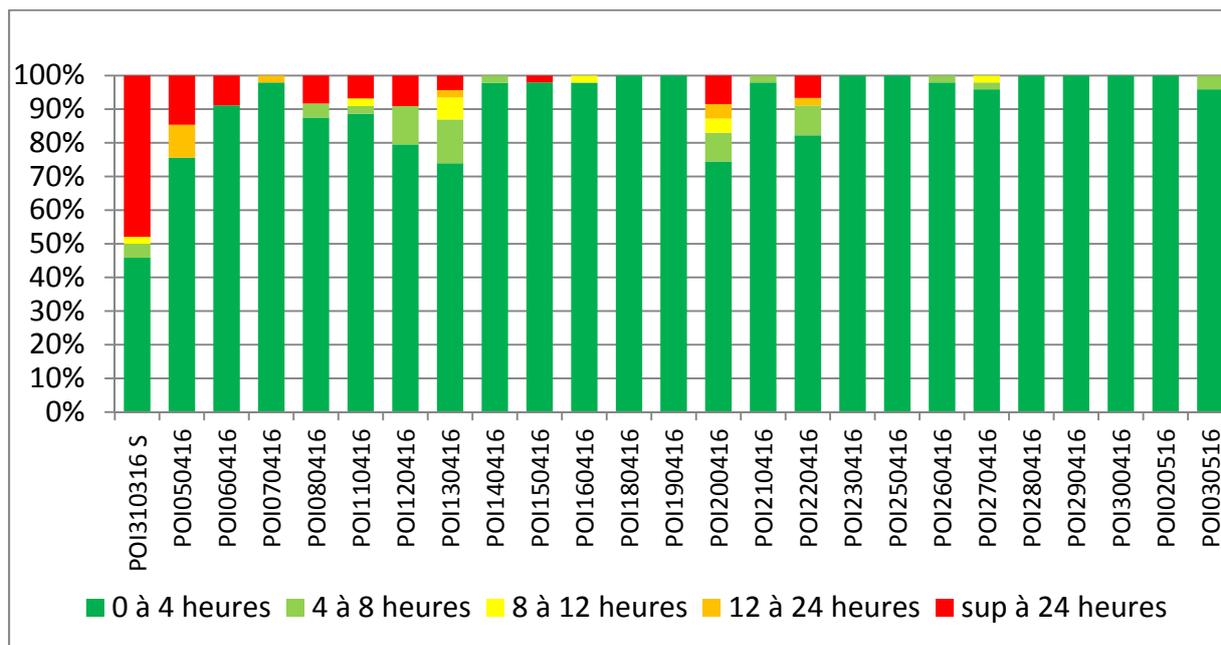


Figure 18 : Répartition dans le temps des recaptures de smolts marqués pour chaque lot lâché dans le canal de Pointis

- Temps de transit des lots retenus pour l'étude

La sélection des lots marqués, en utilisant les critères cités auparavant, permet d'obtenir des données qui ne sont pas affectées par l'état biologique (stress, smoltification) des individus marqués.

En ne prenant en compte que les lots sélectionnés, on constate que 93 % des smolts ont été recapturés dans les quatre premières heures (figure 19). Le poisson le plus rapide a transité, entre le point de lâcher du canal d'aménée et l'exutoire de Pointis, en 11 minutes alors que le plus lent a transité en 5 jours et 5 heures (temps moyen 2h25).

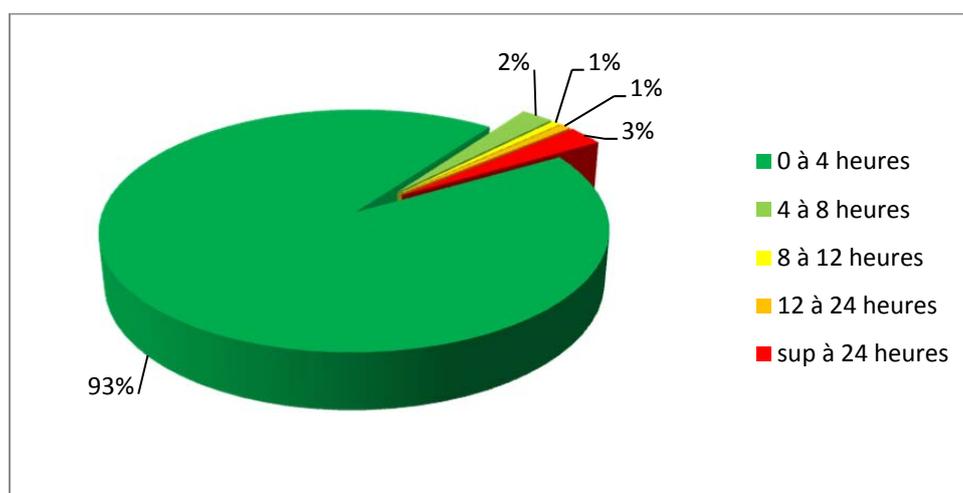


Figure 19 : Répartition dans le temps des recaptures des smolts marqués des lots retenus pour estimer l'efficacité de l'exutoire de Pointis

4.2.2 Test de l'exutoire de Camon

De la même manière qu'à Pointis, 25 lots de 50 smolts marqués au total ont pu être réalisés cette année sur le site de Camon. Parmi ces lots, 1 seul a été constitué avec des smolts sauvages et 24 avec des individus issus de la pisciculture de Pont Crouzet.

4.2.2.1 Fonctionnement du système de détection des marques

Sur l'ensemble de la campagne de marquage recapture, 968 poissons marqués provenant de différents lots lâchés en amont de la centrale de Camon ont été détectés par l'antenne de détection des marques disposée dans la goulotte du piège de Camon. De plus, 93 poissons piégés à Camon ont pu être recensés par lecture manuelle lors des biométries journalières. Le dispositif d'enregistrement de Camon a eu une efficacité de détection de 91 %.

Les individus marqués non détectés par les antennes ont été comptabilisés dans les résultats des tests d'efficacité des exutoires avec une heure de passage correspondant au créneau horaire le plus utilisé par les smolts appartenant au même lot.

4.2.2.2 Comportement de dévalaison

- Sélection des lots selon des critères comportementaux

Comme pour la sélection des lots à Pointis, seuls les lots présentant un effectif d'individus recapturés majoritairement dans les 12 premières heures sont retenus. L'ensemble des lots lâchés dans le canal de Camon en 2016 présente des effectifs recapturés dans les 12 premières heures après le lâcher supérieur à 70 % (figure 21).

L'ensemble des lots de poissons marqués lâchés dans le canal de Camon a donc pu être utilisé pour tester l'efficacité de cet exutoire.

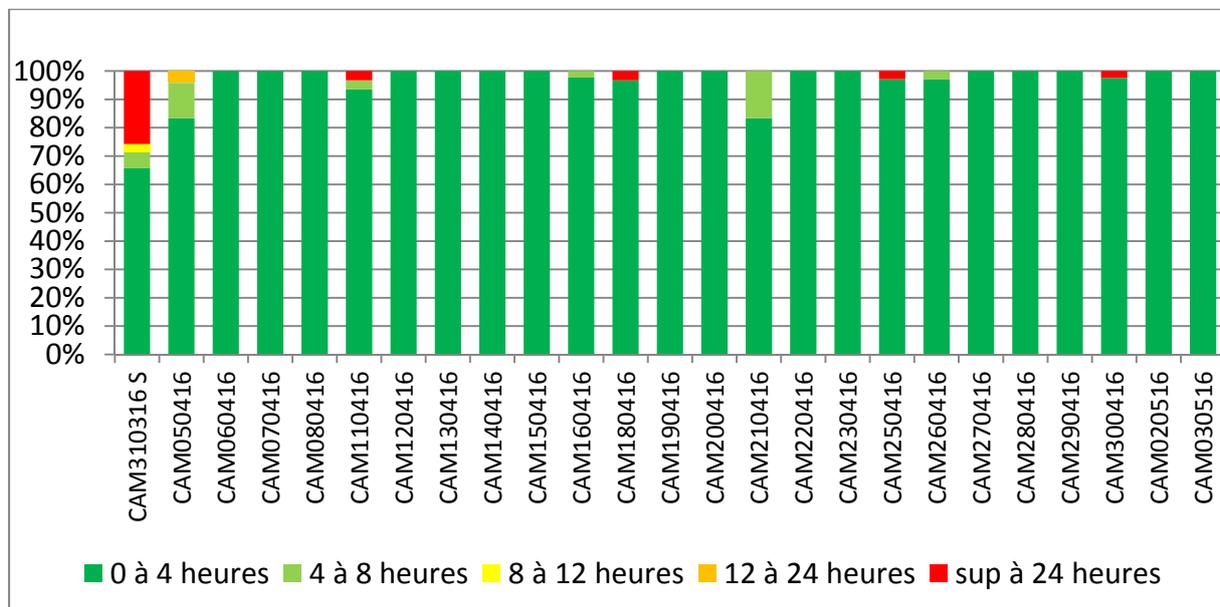


Figure 21 : Répartition dans le temps des recaptures de smolts marqués pour chaque lot lâché dans le canal de Camon

- Temps de transit des lots retenus pour l'étude

La sélection des lots marqués, en utilisant les critères cités auparavant, permet d'obtenir des données qui en théorie ne sont affectées ni par les conditions environnementales ni par l'état biologique (stress, état de smoltification) des individus marqués.

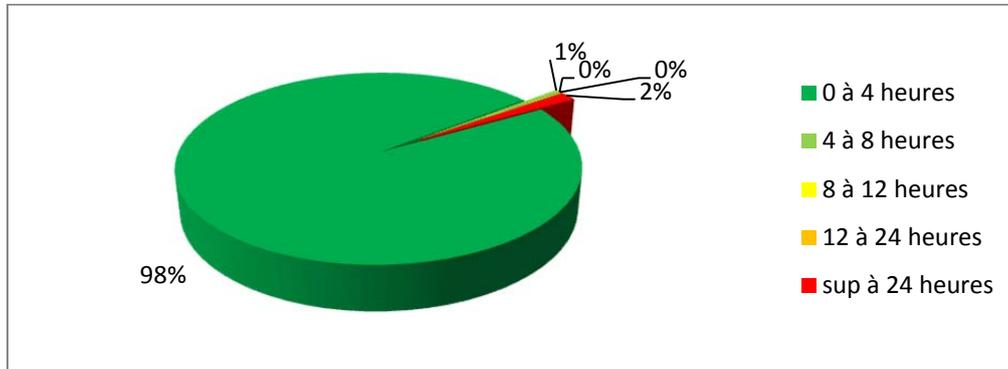


Figure 22: Répartition dans le temps des recaptures des smolts marqués des lots lâchés à Camon pour estimer l'efficacité de l'exutoire de Camon

En ne prenant en compte que les lots retenus et déversés dans le canal de Camon, le pourcentage de poissons ayant transité entre le lieu de lâcher et l'exutoire de l'usine de Camon dans les quatre premières heures suivant le lâcher est de 98 % (figure 22). Le poisson le plus rapide a transité entre le point de lâcher du canal d'amenée de Camon et l'exutoire de Camon a mis 8 minutes alors que le plus lent a transité en 15 jours et 3 heures (temps moyen de 3h).

4.2.2.3 Efficacité de l'exutoire de Camon

Les conditions hydrologiques de 2016 ont permis de tester l'efficacité du piège de Camon avec des débits turbinés compris entre 36 et 68 m³/s. Les résultats obtenus dans ces conditions révèlent une efficacité moyenne de 73 % mais variable suivant les groupes en fonctionnement (tableau 15 et figure 23).

Deux configurations de fonctionnement de la centrale avec 2 groupes en marche, avec un débit turbiné de l'ordre de 50 m³/s, G1 et G3 le 31 mars puis G1 et G2 le 12 avril n'ont pu être de tester qu'à une seule reprise lors de cette campagne de test. Les résultats d'efficacité obtenus sont respectivement de 70 % et 58 % (Tableau 15).

Le fonctionnement de la centrale avec les deux groupes G2 et G3 en marche et des débits turbinés compris entre 37 et 48 m³/s a été testé 5 fois et a permis de mesurer une efficacité moyenne de l'exutoire de Camon de 83 %.

Un total de 18 lots de smolts marqués ont permis de mesurer l'efficacité de l'exutoire de Camon avec la centrale fonctionnant avec ses 3 groupes et des débits compris entre 47 et 68 m³/s. Les efficacités mesurées dans cette configuration donnent une grande variabilité de résultats (de 12 % à 100 %) et un résultat moyen de 71 %.

Cette variabilité dans les résultats, déjà observés lors des précédentes campagnes de marquage est à mettre en relation avec la courantologie instable (direction et vitesse des écoulements, présence de courants ascendants devant l'exutoire) qui est présente au niveau du bassin de mise en charge de l'usine au droit de l'entrée de l'exutoire. Cette instabilité apparaît d'autant plus marquée que l'usine fonctionne à pleine puissance.

| Lot n° | Date de lâcher | Heure de lâcher | Origine du lot S= sauvage P= pisciculture | Taille moy. (Lt mm) | Nombre de smolts lâchés | Nb smolts recapturés à Camon | Débit turbiné à Camon pendant les 12 h après le lâcher (m³/s) | Groupes en marche à Camon | Efficacité du piège pour le lot | Efficacité moyenne par type de fonctionnement de l'usine | |
|-----------|----------------|-----------------|---|------------------------|-------------------------|------------------------------|---|---------------------------|---------------------------------|--|-------|
| CAM310316 | 31/03/2016 | 19:50:00 | S | 163,8 | 50 | 35 | 49,6 | G1G3 | 70% | 70% | |
| CAM120416 | 12/04/2016 | 19:35:00 | P | 166,5 | 50 | 29 | 52,07 | G1G2 | 58% | 58% | |
| CAM060416 | 06/04/2016 | 20:00:00 | P | 169,0 | 50 | 23 | 48,57 | G2G3 | 46% | 83% | |
| CAM070416 | 07/04/2016 | 19:40:00 | P | 172,5 | 50 | 44 | 45,13 | G2G3 | 88% | | |
| CAM300416 | 30/04/2016 | 20:10:00 | P | 162,5 | 50 | 42 | 41,43 | G2G3 | 84% | | |
| CAM020516 | 02/05/2016 | 19:35:00 | P | 168,02 | 50 | 49 | 36,72 | G2G3 | 98% | | |
| CAM030516 | 03/05/2016 | 19:40:00 | P | 167,86 | 50 | 50 | 37,73 | G2G3 | 100% | | |
| CAM050416 | 05/04/2016 | 19:45:00 | P | 169,7 | 50 | 24 | 59,71 | G1G2G3 | 48% | | 71,3% |
| CAM080416 | 08/04/2016 | 19:30:00 | P | 172,1 | 50 | 41 | 49,17 | G1G2G3 | 82% | | |
| CAM110416 | 11/04/2016 | 19:40:00 | P | 168,9 | 50 | 31 | 56,86 | G1G2G3 | 62% | | |
| CAM130416 | 13/04/2016 | 19:40:00 | P | 165,3 | 50 | 49 | 51,35 | G1G2G3 | 98% | | |
| CAM140416 | 14/04/2016 | 19:25:00 | P | 164,2 | 50 | 48 | 48,7 | G1G2G3 | 96% | | |
| CAM150416 | 15/04/2016 | 19:40:00 | P | 166,2 | 50 | 49 | 53,57 | G1G2G3 | 98% | | |
| CAM160416 | 16/04/2016 | 19:50:00 | P | 165,7 | 50 | 44 | 63,72 | G1G2G3 | 88% | | |
| CAM180416 | 18/04/2016 | 19:45:00 | P | 168,2 | 50 | 31 | 57,97 | G1G2G3 | 62% | | |
| CAM190416 | 19/04/2016 | 19:50:00 | P | 165,0 | 50 | 26 | 56,43 | G1G2G3 | 52% | | |
| CAM200416 | 20/04/2016 | 19:35:00 | P | 166,1 | 50 | 50 | 62,55 | G1G2G3 | 100% | | |
| CAM210416 | 21/04/2016 | 19:45:00 | P | 168,6 | 50 | 6 | 68,03 | G1G2G3 | 12% | | |
| CAM220416 | 22/04/2016 | 19:50:00 | P | 166,2 | 49 | 29 | 63,49 | G1G2G3 | 59% | | |
| CAM230416 | 23/04/2016 | 19:50:00 | P | 166,1 | 50 | 32 | 62,22 | G1G2G3 | 64% | | |
| CAM250416 | 25/04/2016 | 19:35:00 | P | 168,4 | 50 | 35 | 51,84 | G1G2G3 | 70% | | |
| CAM260416 | 26/04/2016 | 19:30:00 | P | 165,5 | 50 | 35 | 49,18 | G1G2G3 | 70% | | |
| CAM270416 | 27/04/2016 | 19:45:00 | P | 170,5 | 50 | 45 | 47,93 | G1G2G3 | 90% | | |
| CAM280416 | 28/04/2016 | 19:30:00 | P | 166,5 | 50 | 16 | 47,01 | G1G2G3 | 32% | | |
| CAM290416 | 29/04/2016 | 19:35:00 | P | 165,8 | 50 | 50 | 47,37 | G1G2G3 | 100% | | |
| | | | | Total | 1249 | 913 | | | | | |

Tableau 14 : Résultats d'efficacité pour les lots lâchés dans le canal de Camon et piégés à Camon en 2016

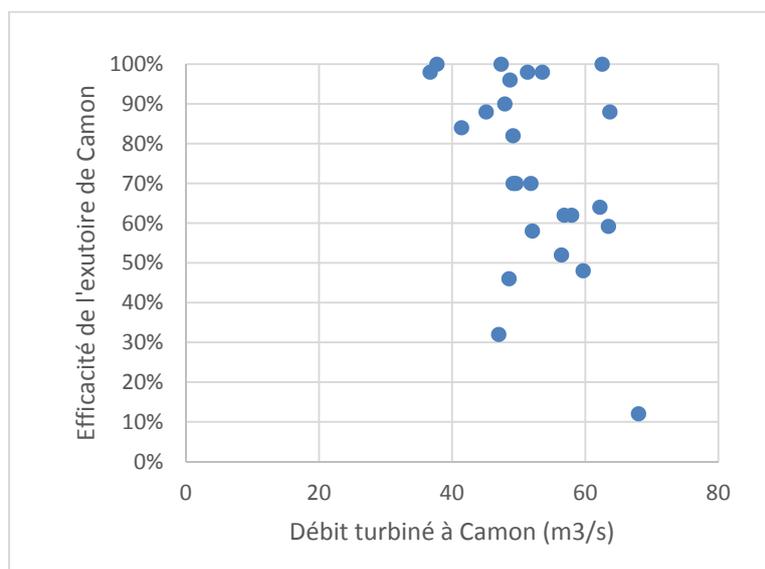


Figure 23 : Résultats d'efficacité de l'exutoire de Camon pour chaque lot de smolts marqués en fonction des débits turbinés à l'usine.

4.2.3 Conclusion évaluation de l'efficacité des exutoires 2016

Pour les deux sites, les résultats obtenus lors de la saison 2016, dans des conditions générales de faibles débits turbinés par les centrales, présentent des niveaux d'efficacité maximum. Dans ces conditions, les efficacités moyennes mesurées ont été de plus de 70 % pour l'exutoire de Camon et 90 % pour celui de Pointis. C'est la première fois que des valeurs atteignant les 100 % d'efficacité ont été enregistrées sur ces deux dispositifs.

Ces observations donnent une bonne évaluation de l'efficacité des dispositifs lors de la saison de piégeage 2016. En effet, avec des conditions de faibles débits turbinés et lorsque le débit de la Garonne n'occasionne pas ou très peu de surverses au niveau des barrages de Ausson et Rodère, la récupération des poissons dévalant la Garonne semble désormais maximale.

Aussi le nombre de smolts de saumon capturés en 2016, 39 600 individus (figure 24), bien supérieur à ceux capturés les autres années depuis 2000, permet de valider les bénéfices apportés par les nouveaux plans de grilles des deux usines pour optimiser l'efficacité des exutoires de dévalaison.

De nouveaux tests d'efficacité devront être réalisés dans les saisons futures afin d'évaluer plus finement par fortes hydrologies les gains obtenus par le changement des grilles des deux centrales.

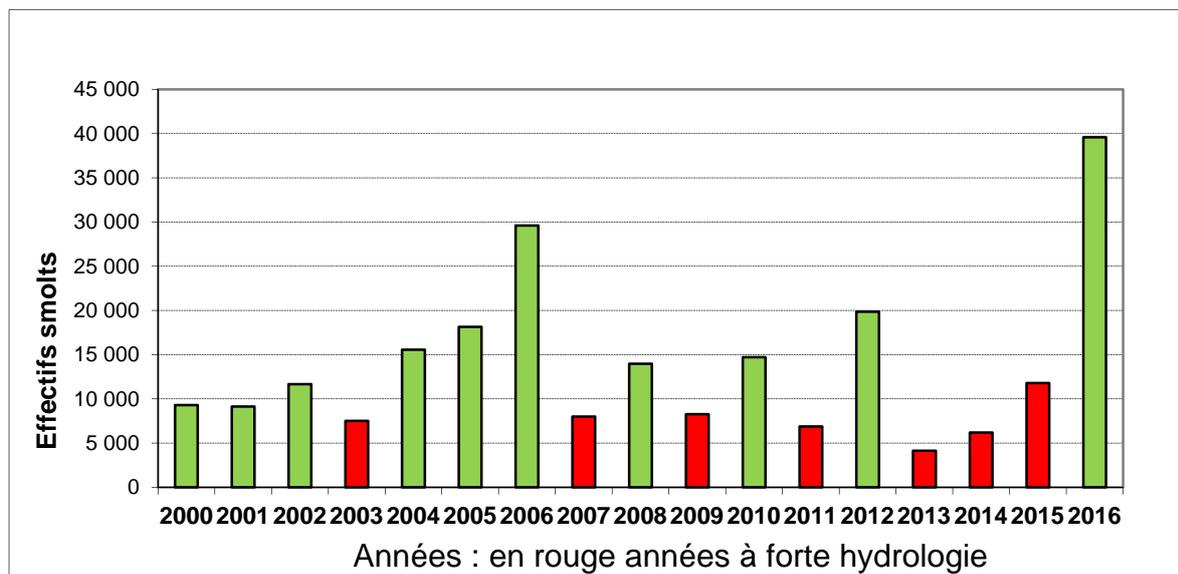


Figure 24 : Comparaison des effectifs de smolts de saumon capturés à Camon et Pointis chaque année (histogrammes rouges années de forte hydrologie, histogrammes verts années avec une hydrologie faible à moyenne).

5 CONCLUSIONS

La campagne de piégeage en dévalaison sur les sites de Camon et de Pointis de Rivière s'est déroulée du 2 mars au 20 mai 2016. Le suivi biologique des poissons capturés a été réalisé au niveau des deux stations. Chaque jour, des échantillons de poissons sont prélevés dans les bassins de stabulation pour être contrôlés (biométrie, état sanitaire, présence de marques). Au total, 11 520 poissons ont été observés, mesurés et pesés. Ce suivi permet de mieux caractériser les populations migrantes et de valider le travail de repeuplement réalisé en amont.

Lors de cette campagne, **45 552 poissons** ont été piégés sur l'ensemble des deux sites (11 872 à Camon et 33 680 à Pointis) : parmi eux, **39 594 étaient des saumons**, 5 865 des truites fario dont 4 787 smolts en migration de dévalaison et 93 individus appartenant à d'autres espèces.

Au total : **50 669 poissons dont 45 199 saumons** (plus de 5000 smolts issus de la pisciculture de Pont-Crouzet non utilisés pour tester l'efficacité des exutoires ont été ajoutés), 4 145 truites (470 relâchées à l'aval immédiat des pièges pour les pêcheurs) et 90 individus appartenant à d'autres espèces ont été transportés lors de **18 transports en camion** depuis les sites de Camon et de Pointis jusqu'à Lamagistère (aval de Golfech).

La saison 2016 est celle où les systèmes de piégeage ont capturé le plus grand effectif de poissons. Ce résultat est principalement dû aux nouveaux plans de grille qui ont augmenté significativement l'efficacité des pièges et aux faibles débits de la Garonne qui n'ont pas permis aux poissons de dévaler par surverse au niveau des barrages.

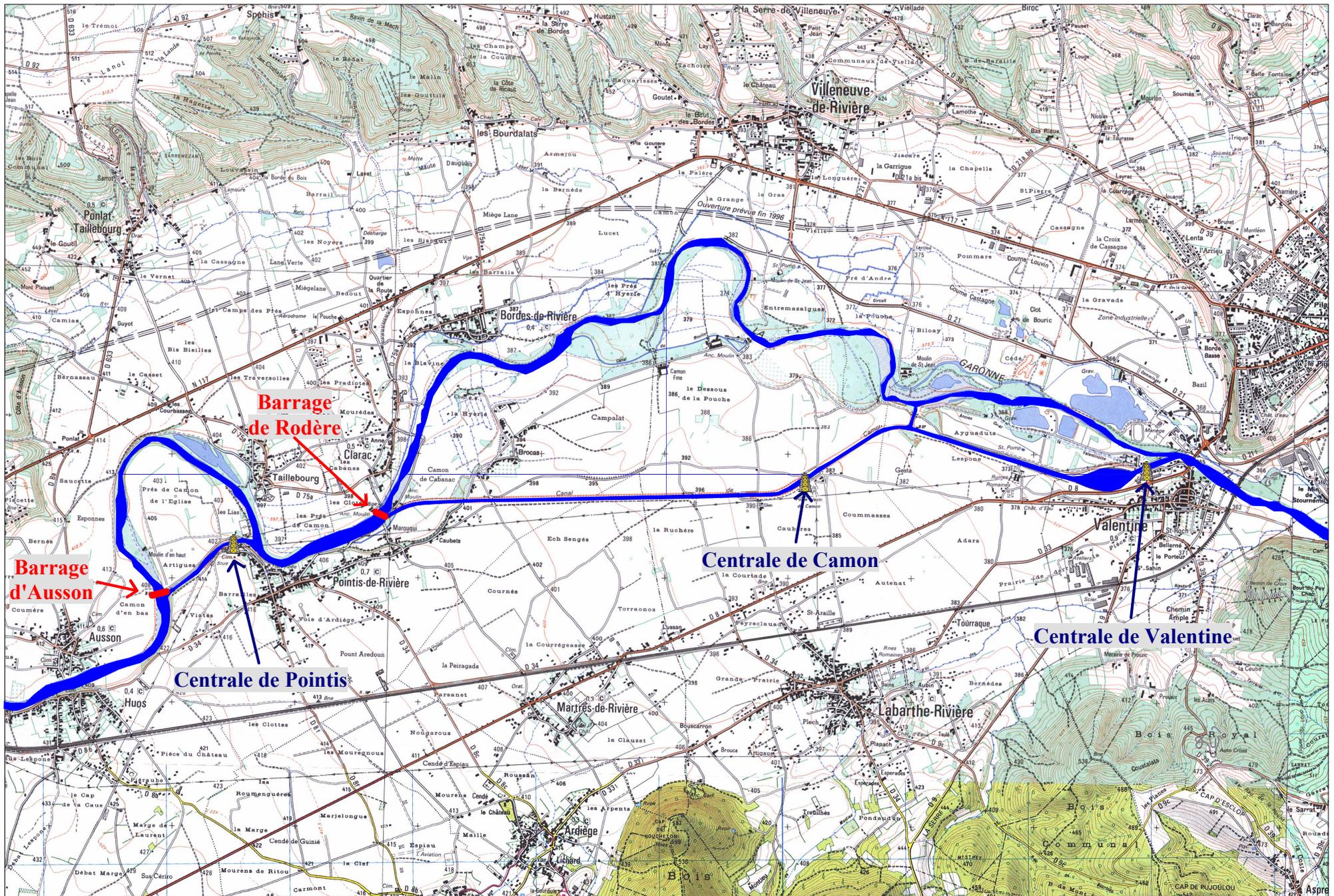
2016 est une année record : les effectifs de smolts de saumon contrôlés sont les plus importants jamais capturés par les deux stations de contrôle à la dévalaison de la Garonne. Pour les saumons, ces chiffres témoignent de la bonne implantation du repeuplement réalisés en 2015 et 2014 et de la bonne fonctionnalité des habitats de la Neste et de la Garonne pour les stades déversés.

Des opérations de marquage-détection pour évaluer le gain d'efficacité des exutoires obtenu par le changement des plans de grille des deux centrales ont été réalisées en 2016. Les résultats de ces tests montrent que, dans des conditions générales de faible hydrologie, les deux pièges présentent des niveaux d'efficacité maximum. Dans ces conditions, les efficacités moyennes mesurées lors des tests 2016 ont été de plus de 70 % pour l'exutoire de Camon et 90 % pour celui de Pointis. C'est la première fois que des valeurs atteignant les 100 % d'efficacité ont été enregistrées pour certains lots de poissons marqués sur ces deux dispositifs.

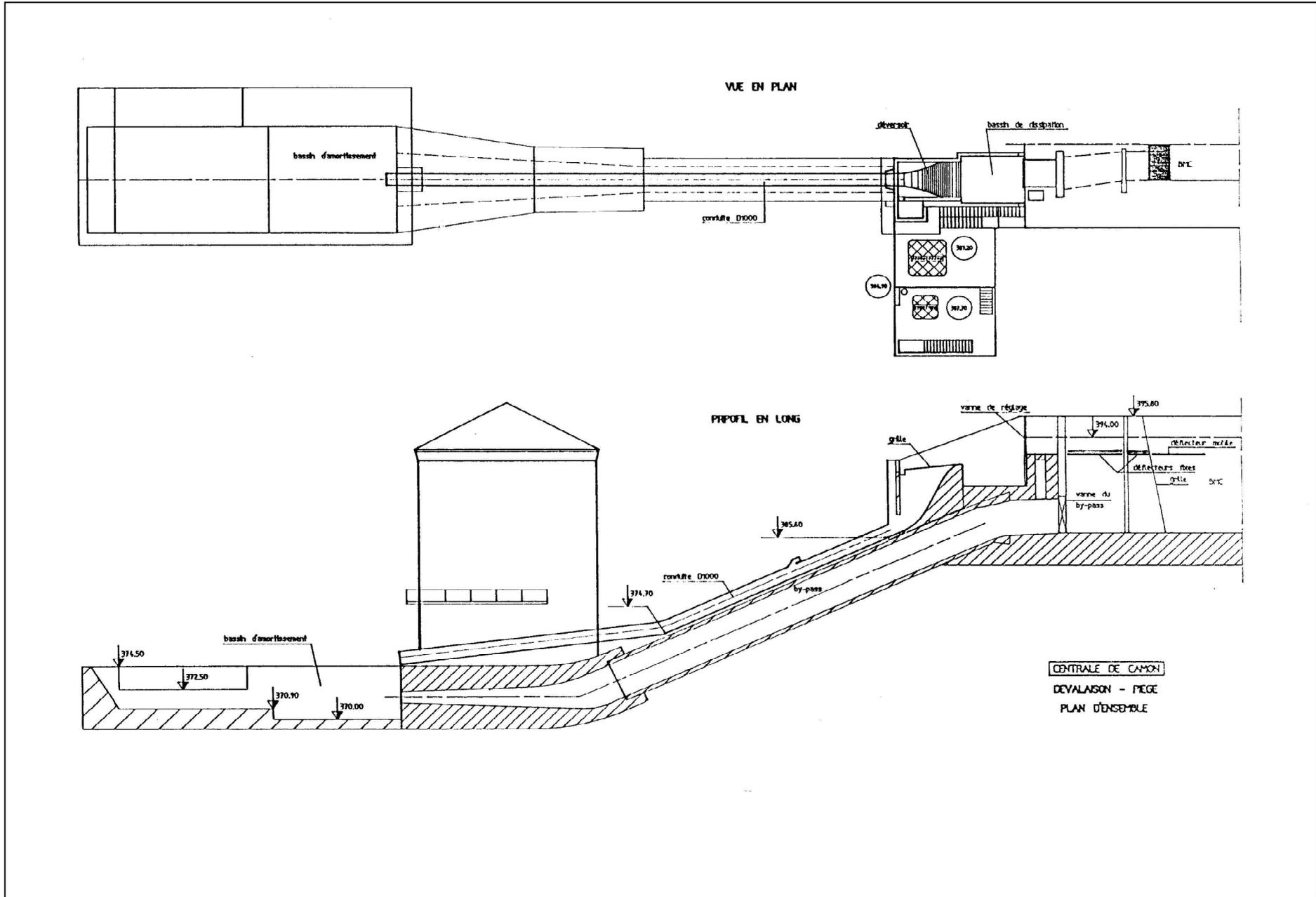
BIBLIOGRAPHIE

- BAGLINIERE et CHAMPIGNEULLE, 1986. Population estimate of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) as indices of smolt production in the rive Scorff, Britany. *J. Fish. Biol.*, 467-482
- BAGLINIERE J.-L., OMBREDANE D., PAULIN L., PRUNET P., SIEGLER L. 1995. Capacité adaptative de la truite (*Salmo trutta* L.) : caractérisation démographique et écophysiological des juvéniles migrants et sédentaires sur un petit affluent de l'Oir (Basse Normandie) ; Test d'une méthode d'étude en physiologie. 47 p.
- BARBIN ZYDLEWSKI, G., HARO, A., Mc CORMICK, S.D., 2005. Evidence for cumulative temperature as an initiating and terminating factor in downstream migratory behaviour of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62 : 68-78.
- BOSC S., LARINIER M., 2000. Définition d'une stratégie de réouverture de la Garonne et de l'Ariège à la dévalaison des salmonidés grands migrants. Simulation des mortalités induites par les aménagements hydroélectriques lors de la migration de dévalaison, Rapport GHAAPPE RA.00.01 / MIGADO G17-00-RT, 53 p.
- CROZE O., CHANSEAU M., LARINIER M., 1999. Efficacité d'un exutoire de dévalaison pour smolts de saumon Atlantique (*Salmo salar* L.) et comportement des poissons au niveau de l'aménagement hydroélectrique de Camon sur la Garonne. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (1999) 353/354 : 121-140.
- GREENSTREET, S.P.R., 1992. Migration of hatchery reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts down a release ladder. 1. Environmental effects on migratory activity. *J. Fish Biol.*, 40: 655-666.
- JUTILA E., 2008. From the river to the open sea – a critical life phase of young Atlantic salmon migrating from the Simojoki River. 26 p.
- McCORMICK S.D., MORIYAMA, S., BJORNSSON, B.T., 2000. Low temperature limits photoperiod control of smolting in Atlantic salmon through endocrine mechanisms. *Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol.* 278 : 1352-1361.

ANNEXES



ANNEXE 1 : Situation géographique des aménagements hydroélectriques de Pointis et Camon



ANNEXE 2 : Centrale de Camon : Vue en plan et profil en long de la station de piégeage et positionnement de la conduite by-pass

ANNEXE 3 : Paramètres relevés pendant la campagne 2016

| Date | Heure de releve | Météo | Conductivité en µS/cm | O2 en mg/l | %O2 | Turbidité en cm | T°C air | T°C eau | Débit moyen jour m³/s |
|------------|-----------------|------------|-----------------------|------------|------|-----------------|---------|---------|-----------------------|
| 02/03/2016 | 10h00 | Pluie | 189,2 | 10,3 | 83,7 | 300 | 9,0 | 8,0 | 52,6 |
| 03/03/2016 | 8h45 | Pluie | 190,1 | 10,4 | 85,7 | 110 | 7,0 | 7,9 | 70,5 |
| 04/03/2016 | 8h35 | Couvert | 204,3 | 10,1 | 84,7 | 170 | 8,0 | 8,4 | 67,1 |
| 05/03/2016 | 9h00 | Couvert | 190,4 | 8,6 | 73,3 | 90 | 6,0 | 8,3 | 75,7 |
| 06/03/2016 | 8h15 | Couvert | 190,0 | 9,7 | 81,0 | 180 | 0,0 | 7,8 | 67,2 |
| 07/03/2016 | 9h10 | Couvert | 212,1 | 9,5 | 78,8 | 320 | 7,0 | 7,8 | 61,9 |
| 08/03/2016 | 9h00 | Ensoleillé | 189,2 | 9,9 | 81,3 | 120 | 4,0 | 7,8 | 65,9 |
| 09/03/2016 | 9h00 | Couvert | 198,4 | 10,0 | 82,8 | 370 | 5,0 | 7,5 | 65,0 |
| 10/03/2016 | 9h00 | Ensoleillé | 199,8 | 10,5 | 84,0 | 140 | 5,0 | 7,5 | 64,0 |
| 11/03/2016 | 9h00 | Couvert | 208,5 | 10,2 | 84,1 | 200 | 6,0 | 8,1 | 67,5 |
| 12/03/2016 | 9h05 | Couvert | 202,8 | 10,5 | 86,4 | 240 | 7,0 | 8,4 | 60,5 |
| 13/03/2016 | 9h30 | Ensoleillé | 202,3 | 9,7 | 82,8 | 350 | 8,0 | 8,8 | 55,8 |
| 14/03/2016 | 8h20 | Couvert | 215,4 | 10,2 | 85,8 | 450 | 1,0 | 8,7 | 53,3 |
| 15/03/2016 | 8h45 | Couvert | 202,8 | 10,3 | 87,2 | 320 | 8,0 | 9,0 | 50,7 |
| 16/03/2016 | 9h00 | Pluie | 195,9 | 10,2 | 86,3 | 280 | 8,0 | 8,7 | 52,4 |
| 17/03/2016 | 8h55 | Couvert | 204,7 | 10,7 | 87,9 | 280 | 7,0 | 8,0 | 52,1 |
| 18/03/2016 | 8h55 | Ensoleillé | 199,4 | 10,9 | 87,6 | 350 | 3,0 | 8,1 | 48,9 |
| 19/03/2016 | 9h30 | Ensoleillé | 198,0 | 9,9 | 83,9 | 360 | 8,0 | 9,1 | 47,6 |
| 20/03/2016 | 8h40 | Couvert | 206,0 | 9,9 | 85,2 | 420 | 10,0 | 9,7 | 49,5 |
| 21/03/2016 | 8h50 | Couvert | 205,1 | 10,0 | 86,7 | 300 | 8,0 | 9,7 | 55,7 |
| 22/03/2016 | 9h00 | Couvert | 193,3 | 9,5 | 82,8 | 80 | 8,0 | 9,6 | 62,8 |
| 23/03/2016 | 8h55 | Ensoleillé | 198,5 | 10,2 | 87,5 | 280 | 8,0 | 9,5 | 58,8 |
| 24/03/2016 | 9h00 | Ensoleillé | 195,2 | 10,0 | 85,4 | 140 | 8,0 | 9,7 | 58,1 |
| 25/03/2016 | 8h45 | Couvert | 190,7 | 9,8 | 84,4 | 180 | 9,0 | 9,5 | 54,5 |
| 26/03/2016 | 8h05 | Couvert | 198,0 | 9,7 | 84,0 | 220 | 10,0 | 10,1 | 54,8 |
| 27/03/2016 | 10h00 | Couvert | 190,0 | 9,6 | 85,0 | 190 | 10,0 | 10,9 | 64,3 |
| 28/03/2016 | 9h00 | Couvert | 180,8 | 10,2 | 88,7 | 160 | 8,0 | 10,0 | 64,2 |
| 29/03/2016 | 8h30 | Couvert | 180,4 | 9,4 | 82,1 | 280 | 10,0 | 10,0 | 60,8 |
| 30/03/2016 | 8h20 | Ensoleillé | 178,3 | 9,5 | 83,8 | 180 | 6,0 | 10,7 | 61,8 |
| 31/03/2016 | 8h45 | Couvert | 176,5 | 9,4 | 84,2 | 140 | 11,0 | 10,3 | 68,5 |
| 01/04/2016 | 8h45 | Couvert | 161,9 | 10,1 | 85,8 | 100 | 7,0 | 8,9 | 72,0 |
| 02/04/2016 | 8h40 | Ensoleillé | 163,2 | 10,2 | 83,8 | 140 | 2,0 | 8,7 | 66,7 |
| 03/04/2016 | 8h20 | Couvert | 173,2 | 9,3 | 82,7 | 200 | 7,0 | 10,3 | 58,2 |
| 04/04/2016 | 8h50 | Couvert | 178,9 | 9,3 | 83,1 | 280 | 11,0 | 10,8 | 60,0 |
| 05/04/2016 | 9h00 | Pluie | 161,9 | 9,3 | 81,7 | 200 | 10,0 | 10,0 | 75,9 |
| 06/04/2016 | 8h40 | Couvert | 178,5 | 9,5 | 82,2 | 100 | 8,0 | 9,7 | 74,9 |
| 07/04/2016 | 8h40 | Couvert | 181,0 | 9,5 | 82,8 | 240 | 9,0 | 9,7 | 68,0 |
| 08/04/2016 | 8h20 | Couvert | 178,0 | 10,0 | 85,0 | 250 | 7,0 | 9,1 | 66,4 |
| 09/04/2016 | 8h40 | Couvert | 167,0 | 10,1 | 83,9 | 160 | 7,0 | 8,8 | 69,6 |
| 10/04/2016 | 8h45 | Ensoleillé | 179,5 | 9,7 | 83,0 | 180 | 3,0 | 9,8 | 67,1 |
| 11/04/2016 | 8h40 | Ensoleillé | 176,4 | 9,2 | 81,3 | 120 | 10,0 | 10,8 | 76,6 |
| 12/04/2016 | 8h30 | Ensoleillé | 174,3 | 9,4 | 83,1 | 120 | 10,0 | 10,7 | 72,3 |
| 13/04/2016 | 8h30 | Couvert | 173,6 | 9,3 | 81,8 | 150 | 9,0 | 11,0 | 70,9 |
| 14/04/2016 | 8h40 | Ensoleillé | 174,0 | 9,5 | 82,9 | 150 | 7,0 | 10,9 | 69,6 |
| 15/04/2016 | 8h25 | Ensoleillé | 174,0 | 9,6 | 86,7 | 160 | 11,0 | 11,9 | 70,5 |
| 16/04/2016 | 8h30 | Ensoleillé | 165,7 | 9,0 | 82,4 | 100 | 12,0 | 12,3 | 77,3 |
| 17/04/2016 | 8h45 | Couvert | 147,9 | 9,4 | 84,0 | 80 | 12,0 | 11,2 | 91,1 |
| 18/04/2016 | 8h15 | Couvert | 145,0 | 10,3 | 90,0 | 100 | 10,0 | 10,2 | 82,8 |
| 19/04/2016 | 8h30 | Ensoleillé | 154,0 | 9,2 | 80,5 | 100 | 3,0 | 10,2 | 78,2 |
| 20/04/2016 | 8h30 | Couvert | 156,2 | 9,4 | 81,5 | 120 | 11,0 | 11,0 | 78,3 |
| 21/04/2016 | 8h45 | Pluie | 139,6 | 9,3 | 83,9 | 80 | 12,0 | 10,8 | 95,5 |
| 22/04/2016 | 8h55 | Ensoleillé | 130,5 | 9,7 | 83,4 | 60 | 10,0 | 9,7 | 93,7 |
| 23/04/2016 | 8h35 | Couvert | 147,9 | 9,6 | 83,9 | 100 | 11,0 | 10,4 | 83,8 |
| 24/04/2016 | 8h45 | Couvert | 143,5 | 9,6 | 83,1 | 120 | 9,0 | 10,0 | 84,4 |
| 25/04/2016 | 8h50 | Ensoleillé | 157,1 | 9,8 | 83,1 | 150 | 9,0 | 9,9 | 75,4 |
| 26/04/2016 | 8h10 | Couvert | 154,1 | 9,4 | 82,7 | 180 | 10,0 | 10,3 | 72,6 |
| 27/04/2016 | 9h00 | Couvert | 155,6 | 9,8 | 85,9 | 140 | 11,0 | 10,0 | 69,0 |
| 28/04/2016 | 9h00 | Couvert | 150,9 | 9,5 | 82,9 | 180 | 9,0 | 9,7 | 70,6 |
| 29/04/2016 | 8h50 | Couvert | 151,3 | 9,8 | 83,6 | 280 | 10,0 | 10,2 | 66,6 |
| 30/04/2016 | 9h00 | Couvert | 150,2 | 9,5 | 83,5 | 240 | 8,0 | 10,6 | 65,1 |
| 01/05/2016 | 8h35 | Ensoleillé | 155,1 | 10,0 | 84,1 | 280 | 7,0 | 10,1 | 58,9 |
| 02/05/2016 | 8h55 | Ensoleillé | 163,7 | 10,0 | 83,8 | 300 | 8,0 | 10,2 | 55,7 |
| 03/05/2016 | 9h00 | Couvert | 167,7 | 9,4 | 81,5 | 250 | 10,0 | 10,8 | 56,0 |
| 04/05/2016 | 9h00 | Ensoleillé | 154,4 | 9,4 | 83,3 | 260 | 10,0 | 11,6 | 60,6 |
| 05/05/2016 | 9h05 | Ensoleillé | 144,0 | 9,6 | 85,9 | 200 | 12,0 | 12,4 | 66,3 |
| 06/05/2016 | 8h55 | Ensoleillé | 133,9 | 9,1 | 84,1 | 150 | 13,0 | 12,3 | 76,9 |
| 07/05/2016 | 8h50 | Ensoleillé | 135,5 | 9,0 | 81,7 | 150 | 14,0 | 12,0 | 75,9 |
| 08/05/2016 | 8h45 | Couvert | 130,5 | 9,2 | 82,7 | 180 | 14,0 | 11,0 | 75,1 |
| 09/05/2016 | 8h55 | Couvert | 131,2 | 9,2 | 82,4 | 120 | 13,0 | 10,5 | 101,7 |
| 10/05/2016 | 8h50 | Ensoleillé | 103,7 | 9,5 | 83,6 | 30 | 12,0 | 9,9 | 131,2 |
| 11/05/2016 | 9h00 | Couvert | 120,3 | 9,3 | 82,6 | 20 | 13,0 | 9,9 | 105,5 |
| 12/05/2016 | 9h00 | Ensoleillé | 138,7 | 9,3 | 82,6 | 50 | 12,0 | 9,6 | 90,6 |
| 13/05/2016 | 8h50 | Couvert | 143,3 | 9,3 | 81,5 | 90 | 12,0 | 10,3 | 83,5 |
| 14/05/2016 | 8h30 | Pluie | 145,7 | 9,4 | 82,6 | 140 | 11,0 | 10,3 | 77,0 |
| 15/05/2016 | 9h00 | Couvert | 143,4 | 9,4 | 82,0 | 150 | 12,0 | 10,4 | 78,4 |
| 16/05/2016 | 9h05 | Ensoleillé | 144,7 | 9,6 | 84,1 | 140 | 13,0 | 11,4 | 74,8 |
| 17/05/2016 | 9h40 | Couvert | 139,3 | 9,3 | 83,0 | 140 | 14,0 | 11,9 | 76,6 |
| 19/05/2016 | 8h30 | Couvert | 130,2 | 9,5 | 84,9 | 140 | 13,0 | 11,2 | 82,7 |
| 20/05/2016 | 8h30 | Ensoleillé | 126,5 | 10,0 | 88,7 | 160 | 13,0 | 12,1 | 83,2 |
| | | MOYENNE | 169,0 | 9,7 | 83,8 | 185 | 9,0 | 9,9 | 70,1 |
| | | MINIMUM | 103,7 | 8,6 | 73,3 | 20 | 0,0 | 7,5 | 47,6 |
| | | MAXIMUM | 215,4 | 10,9 | 90,0 | 450 | 14,0 | 12,4 | 131,2 |

**ANNEXE 4 : Débits moyens mensuels (m3/s) et coefficients d'hydraulicité pour la période de dévalaison
mesurés de 1986 à 2016 à la station de Valentine sur la Garonne (Données Banque HYDRO)**

| Débits mensuels | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Mars | 57,77 | 60,95 | 82,30 | 32,96 | 23,85 | 73,78 | 19,85 | 25,49 | 75,85 | 68,45 | 53,58 | 44,86 | 47,24 | 48,45 |
| Avril | 71,33 | 99,45 | 103,86 | 57,93 | 39,87 | 86,21 | 93,59 | 46,83 | 106,82 | 61,27 | 75,37 | 46,54 | 68,66 | 60,36 |
| Mai | 146,89 | 82,61 | 107,91 | 81,24 | 72,59 | 141,75 | 102,48 | 77,45 | 152,13 | 84,52 | 94,29 | 59,43 | 97,00 | 127,32 |
| Moyenne dévalaison | 92,00 | 81,00 | 98,02 | 57,38 | 45,44 | 100,58 | 71,97 | 49,92 | 111,60 | 71,41 | 74,41 | 50,28 | 70,97 | 78,71 |

| Débits mensuels | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | Moyenne 1986-2015 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------|
| Mars | 34,06 | 62,48 | 51,91 | 111,61 | 56,07 | 58,06 | 46,58 | 35,25 | 41,34 | 66,3 | 42,38 | 59,90 | 45,00 | 120,40 | 90,00 | 103,00 | 59,75 | 57,99 |
| Avril | 52,39 | 69,34 | 54,97 | 98,16 | 74,03 | 85,47 | 50,51 | 110,07 | 82,11 | 96,4 | 54,03 | 74,50 | 58,00 | 123,00 | 119,00 | 104,00 | 74,10 | 77,47 |
| Mai | 91,17 | 107,24 | 120,68 | 122,23 | 122,39 | 131,44 | 56,76 | 116,15 | 96,94 | 195,00 | 119,63 | 58,00 | 101,50 | 132,70 | 110,00 | 104,00 | 79,55 | 107,11 |
| Moyenne dévalaison | 59,21 | 79,69 | 75,85 | 110,67 | 84,16 | 91,66 | 51,28 | 87,16 | 73,46 | 119,23 | 72,01 | 64,13 | 68,17 | 125,37 | 106,33 | 103,67 | 71,13 | 80,86 |

| Coef. hydraulicité | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Coef hydrau mars | 1,00 | 1,05 | 1,42 | 0,57 | 0,41 | 1,27 | 0,34 | 0,44 | 1,31 | 1,18 | 0,92 | 0,77 | 0,81 | 0,84 |
| Coef hydrau avril | 0,92 | 1,28 | 1,34 | 0,75 | 0,51 | 1,11 | 1,21 | 0,60 | 1,38 | 0,79 | 0,97 | 0,60 | 0,89 | 0,78 |
| Coef hydrau mai | 1,37 | 0,77 | 1,01 | 0,76 | 0,68 | 1,32 | 0,96 | 0,72 | 1,42 | 0,79 | 0,88 | 0,55 | 0,91 | 1,19 |
| Coef hydrau déval. | 1,10 | 1,04 | 1,26 | 0,69 | 0,53 | 1,24 | 0,84 | 0,59 | 1,37 | 0,92 | 0,93 | 0,64 | 0,87 | 0,93 |

| Coef. hydraulicité | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Coef hydrau mars | 0,59 | 1,08 | 0,90 | 1,92 | 0,97 | 1,00 | 0,80 | 0,61 | 0,71 | 1,14 | 0,73 | 1,03 | 0,78 | 2,08 | 1,55 | 1,78 | 1,03 |
| Coef hydrau avril | 0,68 | 0,90 | 0,71 | 1,27 | 0,96 | 1,10 | 0,65 | 1,42 | 1,06 | 1,24 | 0,70 | 0,96 | 0,75 | 1,59 | 1,54 | 1,34 | 0,96 |
| Coef hydrau mai | 0,85 | 1,00 | 1,13 | 1,14 | 1,14 | 1,23 | 0,53 | 1,08 | 0,91 | 1,82 | 1,12 | 0,54 | 0,95 | 1,24 | 1,03 | 0,97 | 0,74 |
| Coef hydrau déval. | 0,70 | 0,99 | 0,91 | 1,44 | 1,02 | 1,11 | 0,66 | 1,04 | 0,89 | 1,40 | 0,85 | 0,85 | 0,82 | 1,63 | 1,37 | 1,36 | 0,91 |

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

Opération financée par :



Le piégeage transféré à la dévalaison est cofinancé par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Midi-Pyrénées avec le Fond européen de développement régional.



Association MIGADO

18 Ter Rue de la Garonne - BP 95 - 47520 LE PASSAGE D'AGEN

Tel : 05 53 87 72 42

www.migado.fr - 