



M I G A D O
Migrateurs Garonne Dordogne

**CONTROLE DE LA MIGRATION
DES SMOLTS DE SAUMON ATLANTIQUE EN DEVALAISON
AU NIVEAU DES DISPOSITIFS DE PIEGEAGE ET DE TRANSPORT
DE CAMON ET DE POINTIS SUR LA GARONNE**

CAMPAGNE 2013



Etude financée par :

Union Européenne
Agence de l'Eau Adour-Garonne
Electricité De France
Fédération Nationale de la Pêche en France

S. BOSCH, A. NARS et O. MENCHI,

Février 2014

MI.GA.DO. 01G-14-RT



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



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 2013, les stations de piégeage à la dévalaison de Pointis et Camon ont été fonctionnelles en continu, respectivement du 6 mars au 15 mai et du 6 mars au 23 mai

Le suivi biologique des poissons capturés a permis de comptabiliser au total 5 193 poissons dévalants piégés (3 654 à Camon et 1 539 à Pointis) qui ont été transportés à l'aval de Lamagistère (8 transports) et de Carbonne (1 transport). 9 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*) : 4 097 smolts de saumon, 1 061 truites fario dont 493 smolts en migration de dévalaison et 35 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 2012 (smolts 1⁺) et 2011 (smolts 2⁺).

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. La mise en relation de l'effort de repeuplement réalisé de 1999 à 2012 sur la Garonne amont et la Neste (3 887 000 alevins/pré estivaux) et des effectifs piégés à Pointis-Camon (176 740 smolts depuis 2000) permet de vérifier l'efficacité des opérations de repeuplement et la fonctionnalité du milieu. En moyenne, la production de smolts par les habitats est estimée à 6 smolts par 100m² équivalent radier-rapide. Le taux de survie moyen minimum entre le stade alevin/pré-estival et le stade smolt est estimé à 7%, hormis les échappements aux barrages et en intégrant l'efficacité des pièges.

Afin d'estimer le niveau d'efficacité des systèmes de capture en fonction de l'hydrologie, des opérations de marquage détection ont été réalisées depuis 2005 et des améliorations ont été apportées sur chacune des 2 stations depuis 2008. 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 la pose de plans de grilles de faibles espacements devant les turbines des deux centrales est à l'étude par EDF. Les travaux de mise en place de ces aménagements devraient se faire dans le courant de l'année 2014. Suite à ces modifications, des études d'efficacité des dispositifs de piégeage devraient être programmées pour la saison de dévalaison 2015.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	ii
LISTE DES ILLUSTRATIONS	iv
INTRODUCTION	5
REMERCIEMENTS	6
1 Matériel et méthode	7
1.1 Généralités	7
1.1.1 Situation	7
1.1.2 Aménagements hydroélectriques de Pointis et Camon	7
1.2 Fonctionnement des stations de piégeage	8
1.2.1 Fonctionnement des exutoires	8
1.2.2 Attrait des poissons par la lumière	9
1.2.3 Problèmes liés aux piégeages	9
1.2.4 Personnel présent sur les sites	9
1.3 Relevés des paramètres environnementaux et du fonctionnement hydraulique des aménagements	10
1.4 Suivi biologique	10
1.4.1 Comptage vidéo	10
1.4.2 Relevé des paramètres biologiques et comptage manuel	11
1.5 Transport des poissons capturés	11
2 Résultats : Campagne de piégeage-transport	12
2.1 Fonctionnement des stations de piégeage	12
2.2 Paramètres du milieu	12
2.2.1 Température de l'eau	12
2.2.2 Oxygène dissous	13
2.2.3 Transparence de l'eau	13
2.3 Hydrologie de la Garonne et fonctionnement hydraulique des aménagements	14
2.3.1 Hydrologie de la Garonne pendant la période d'étude	14
2.3.2 Fonctionnement hydraulique des aménagements	14
2.4 Suivi biologique	17
2.4.1 Etude des passages des poissons piégés	17
2.5 Relevés de paramètres biologiques (Biométrie)	19
2.5.1 Répartition par espèce	19
2.5.2 Etat sanitaire	20
2.5.3 Caractéristiques biométriques des salmonidés	21
2.6 Bilan des effectifs contrôlés et transportés	23
2.6.1 Bilan des effectifs contrôlés	23
2.7 Transports	24
2.7.1 Poissons transportés (tableau 7)	24
2.8 Marquages	25
2.9 Communication sur les sites de Camon et Pointis	26
3 BILAN INTER-ANNUUEL (2000-2013)	27
3.1 Evolution des paramètres environnementaux	27

3.1.1	Débit de la Garonne	27
3.1.2	Evolution de la température de l'eau	27
3.2	Evolution des effectifs piégés	28
3.2.1	Bilan par espèce	28
3.3	Caractéristiques biologiques des smolts de saumon du haut bassin de la Garonne	29
3.3.1	Activité de dévalaison des smolts	29
3.3.2	Production de smolts à partir des saumons repeuplés	31
3.3.3	Caractéristiques des saumons déversés et capturés à la dévalaison	33
3.4	Efficacité des dispositifs de piégeage	36
4	CONCLUSIONS	37
	BIBLIOGRAPHIE	39
	ANNEXES	40

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	7
Figure 2 : Températures moyennes journalières relevées sur la Garonne à Loures-Barousse et Valentine et sur la Neste à Mazère pendant la période d'étude	13
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).....	13
Figure 4 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Camon durant la campagne 2013 (débit exprimé en m ³ .s ⁻¹)	15
Figure 5 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Pointis durant la campagne 2013	16
Figure 6 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Camon et à Pointis	18
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).....	19
Figure 8 : Proportion de chacune des anomalies sanitaires relevées sur les individus classés « non sains » échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière en 2013	20
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 de Rivière)	21
Figure 10: Evolution de la proportion de SAT de plus de 180 mm (âge 2 +) par rapport à l'ensemble des SAT mesurés lors de chaque biométrie à Camon et à Pointis de Rivière	22
Figure 11: Relation taille/poids des saumons atlantiques échantillonnés	22
Figure 12: Structure du peuplement des truites fario (TRF et TRF BL) dévalantes d'après les échantillons mesurés à Camon et Pointis de Rivière	23
Figure 13 : Comparaison des débits journaliers de la Garonne mesurés à Valentine ou à Gourdan-Polignan de 2000 à 2013	27
Figure 14: Températures de l'eau de la Garonne enregistrées à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles) entre 2000 et 2013 du 1 ^{er} mars au 31 mai.....	28
Figure 15: Effectifs piégés totaux et par espèces à Camon et à Pointis (depuis 2003).	29
Figure 16: Evolution des effectifs cumulés de poissons piégés par année.	30
Figure 17: Evolution de la fenêtre de migrations des smolts par année.....	30
Figure 18: Comparaison interannuelle des effectifs de saumon repeuplés sur le bassin amont au stade alevin (année n-1), des effectifs de smolts piégés et potentiellement dévalants (théoriques).....	32
Figure 19: Répartition en classe de taille des saumons marqués par pigments au stade pré estival et contrôlés au stade smolt 1+ à Camon et Pointis.....	34
Figure 20: Proportion de smolts dévalant à 1 an par contingent déversé	35
Figure 21: Productivité des habitats du haut bassin de la Garonne	35
Tableau 1 : Fréquence et période d'enregistrement des différents paramètres étudiés	10
Tableau 2 : Causes et durées des arrêts des pièges de Camon et Pointis en 2012	12
Tableau 3 : Effectifs de poissons dévalant en fonction des conditions nycthémerales à Camon et Pointis en 2013.....	17
Tableau 4 : Espèces recensées à Camon et à Pointis de Rivière en 2013.....	19
Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des salmonidés piégés.....	21
Tableau 6 : Effectifs des poissons piégés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière	24
Tableau 7: Effectifs des poissons transportés depuis les sites de piégeage	24
Tableau 8 : Récapitulatif des transports effectués pendant la période de piégeage.....	25
Tableau 9 : Effectifs de poissons piégés à la dévalaison par année.....	28
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.....	31
Tableau 11: Comparaison des biomasses déversées et des biomasses piégées.	33
Tableau 12: Lots de saumons marqués et déversés sur le bassin amont de la Garonne et la Neste et années de contrôle aux pièges de Camon et Pointis.....	33
Photo 1 : Camion pour le transport des smolts.....	11
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.....	20
Photo 3 : Smolt de saumon atlantique capturé sur la Garonne à Pointis	21
Photo 4 : Ablation de la nageoire adipeuse sur un smolt	25

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 2013 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.

REMERCIEMENTS

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

- L'union Européenne et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne,
- Le Groupement d'Exploitation Hydraulique 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.

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 et Stéphane Bosc

Surveillants de nuit : Jean Martin et David Genet

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 Rebouc. 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 rectangulaires (1 cm par 8 cm) espacés de 5 cm les uns des autres. La mortalité pour les smolts est estimée à 11%.

Le canal d'amenée 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 rectangulaires (1 cm par 4 cm) espacés de 4 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'amenée 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'amenée 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 06 mars 2013 sur les sites de Camon et de Pointis pour se terminer le 15 mai 2013 à Pointis et le 23 mai 2013 à Camon. L'installation du matériel sur les sites (caméra vidéo, lampes...), les différents réglages et la préparation des bassins (nettoyage, vérifications d'usage) et le remplacement des câbles vidéo ont été réalisés du 18 au 22 mars 2013. 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 $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($2,80 \text{ m}^3/\text{s}$ avec la vanne calée à $0,78 \text{ m}$ 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 $0,60 \text{ m}$ (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 $1,5 \text{ m}$ 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 nouvelles 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 2013, de nombreuses situations d'état de veille de crue (forts débits) ont conduit pour des raisons de sécurité à l'arrêt des dispositifs de piégeages de Camon et de Pointis. 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 $120 \text{ m}^3/\text{s}$. Le 7 mars le piège de Camon a cessé momentanément de fonctionner pour cause d'état de veille de crue (fixé à $150 \text{ m}^3/\text{s}$). Le site de Pointis est resté fermé jusqu'au 9 mars. Une première crue a contraint à la fermeture des pièges du 30 au 31 mars. Le site de Pointis est resté fermé le 1^{er} avril pour cause d'état de veille. Le 15 avril dans la nuit, le site Camon a été fermé pour cause d'état de veille et a été ouvert le matin. Le site de Pointis est resté fermé jusqu'au 21 avril. Une deuxième crue du 8 au 14 mai au matin a empêché le fonctionnement des 2 pièges. Dans la soirée du 14 mai, les pièges ont de nouveau été arrêtés pour cause de très forts débits dans la Garonne. Le site de Camon a fonctionné à nouveau le 15 mai. Celui de Pointis est resté fermé jusqu'à la fin de la campagne, le 23 mai.

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, 1 personne (1 personnel MIGADO) gère 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 3 personnes pour le jour et 2 personnes pour la nuit.

Le fonctionnement général a ainsi été assuré grâce à la présence de deux 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	Enregistreur Nke	MIGADO
Température de l'eau de la Neste	Mazère de Neste	1 heure	en continu sur l'année	Enregistreur Nke	MIGADO
Température de l'eau de la Garonne	Loures-Barousse	1 heure	en continu sur l'année	Enregistreur Nke	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 : Camion pour le 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 07 mars au 23 mai 2013, soit une période qui s'étend sur 79 jours, durant laquelle les pièges de Camon et Pointis ont été fonctionnels respectivement 91,3% et 66,9% 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 (5 à Rodère et 2 à Ausson), des arrêts pour cause de biométrie, de maintenance et état de veille de crue.

Nature	Arrêts à Camon			Arrêts à Pointis		
	Nombre	Durée	Pourcentage	Nombre	Durée	Pourcentage
Vérifications	170	0	0%	81	0	0%
Entretien des grilles	240	46,6h	28,4%	213	47,1h	7,5%
Biométries	7	3,8h	2,3%	4	1,6h	0,3%
Chasse	5	26,7h	16,2%	2	4,4h	0,7%
Maintenance	7	12,8h	7,8%	7	12,2h	1,9%
Crue (état de veille)	5	74,3h	45,3%	5	563,2h	89,6%
Transparence	0	0	0%	0	0	0%
Total	434	164,2h	100%	312	628,5h	100%

Tableau 2 : Causes et durées des arrêts des pièges de Camon et Pointis en 2012

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 Loures-Barousse, un minimum de 4,5°C le 14 mars, un maximum de 9,5°C le 7 mai et une moyenne de 7,7°C.
- pour la Garonne à Valentine, un minimum de 5,6°C le 14 mars, un maximum de 10,7°C le 7 mai et une moyenne de 8,9°C.
- pour la Neste à Mazère de Neste, un minimum de 4,6°C le 14 mars, un maximum de 10,3°C le 7 mai et une moyenne de 8,3°C.

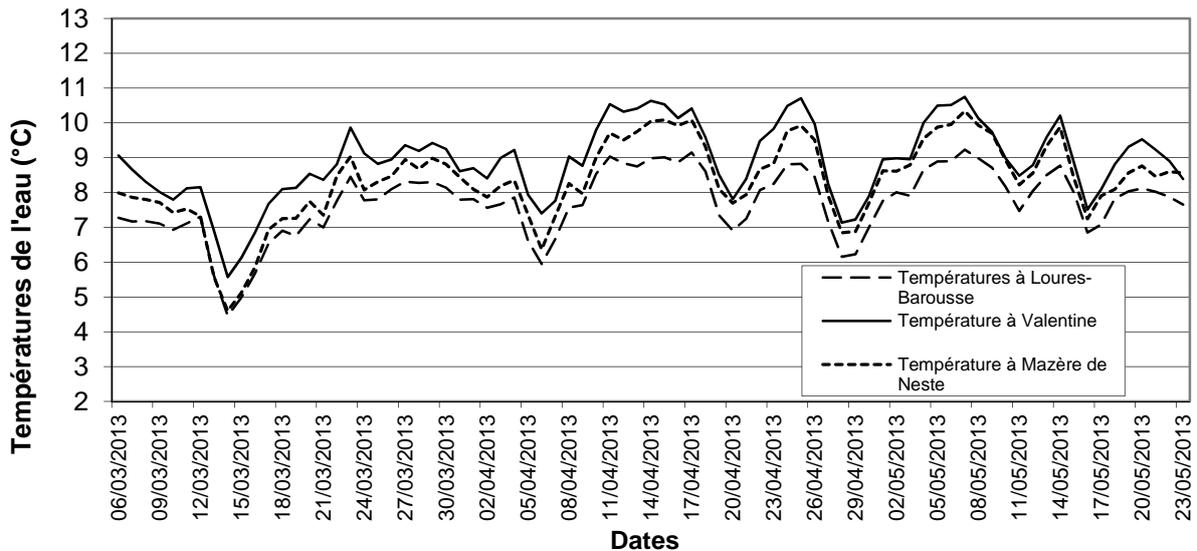


Figure 2 : Températures moyennes journalières relevées sur la Garonne à Loures-Barousse et Valentine et sur la Neste à Mazère pendant la période d'étude

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 $7,9 \text{ mg.l}^{-1}$ et 11 mg.l^{-1} avec une valeur moyenne de $10,0 \text{ mg.l}^{-1}$, soit respectivement 80,1 %, 96,5 % et 85,5 % 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 les 8 et 30 mars, le 19 avril et le 18 mai.

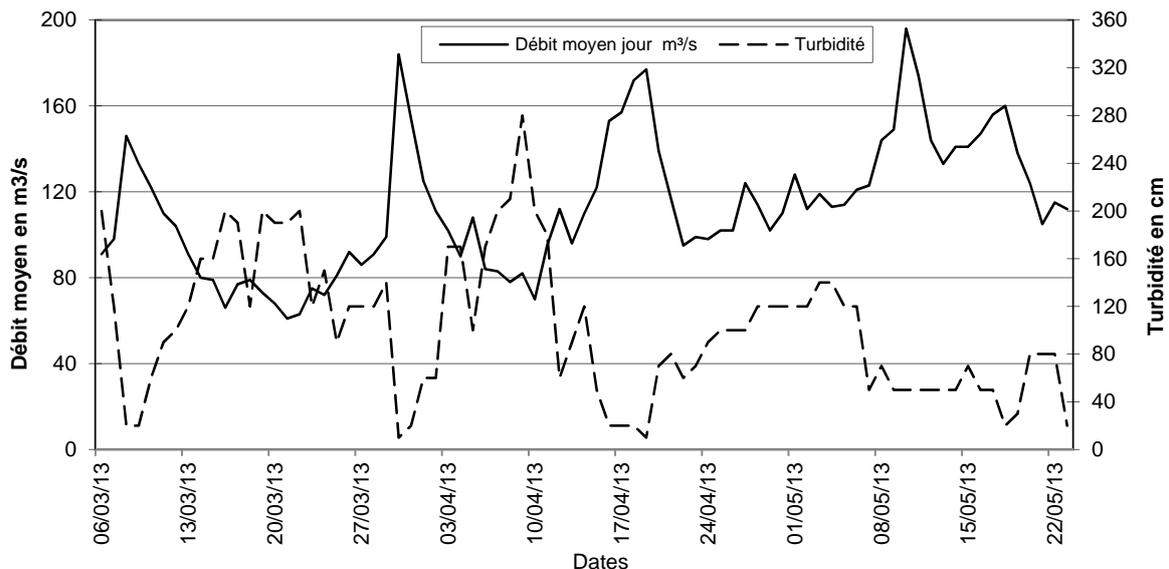


Figure 3 : Evolution de la turbidité (en cm mesurée au disque de Secchi) et du débit moyen journalier (en m^3/s) de la Garonne enregistrés à Gourdan-Polignan (EDF).

2.3 Hydrologie de la Garonne et fonctionnement hydraulique des aménagements

2.3.1 Hydrologie de la Garonne pendant la période d'étude

Pendant la campagne, le débit moyen journalier a varié de 61 à 196 m³/s (annexe 3) pour un débit moyen sur l'ensemble de la campagne (du 6 mars au 23 mai 2013) de 112,8 m³/s.

L'hydrologie de la Garonne durant le printemps 2013 a été la plus importante jamais rencontrée depuis la mise en fonctionnement des stations de piégeage de Camon et Pointis (1999). Le mois de mars avec des débits moyens journaliers compris entre 61 et 184 et un débit moyen de 120 m³/s a connu une hydrologie très supérieure à sa moyenne mensuelle calculée sur la période 1986-2012 (annexe 4, coef. hydraulité de 2,24). L'hydrologie du mois d'avril a elle aussi été très forte avec un débit moyen mensuel de 123 m³/s et un coefficient d'hydraulité de 1,65. Le débit moyen mensuel du mois de mai avec 135 m³/s est dans les moyennes les plus fortes rencontrées depuis 1986 (coefficient d'hydraulité de 1,25).

2.3.2 Fonctionnement hydraulique des aménagements

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. Pour celle de Pointis, un fonctionnement avec une puissance maximale proche de 7 MW correspond à un débit de 60 m³/s.

2.3.2.1 Usine de Camon

La figure 4 détaille le fonctionnement général de l'usine de Camon pendant la saison de piégeage 2013. Chaque groupe turbine au maximum 30 m³/s. Pour optimiser le piégeage, les groupes 3 et 2 ont été mis prioritairement en marche.

La centrale de Camon a fonctionné avec ses 3 groupes à pleine puissance dans la majeure partie de la saison de piégeage. A l'occasion de deux périodes, du 13 au 24 mars et du 6 au 12 avril, le débit de la Garonne a uniquement permis de turbiner l'eau avec deux groupes (G1 et G3).

Au total, 5 chasses ont été réalisées au barrage de Rodère pendant la période de piégeage le 11 mars, les 2 et 18 avril et les 2 et 10 mai.

2.3.2.2 Usine de Pointis

La figure 5 détaille le fonctionnement général de l'usine de Pointis pendant la saison de piégeage 2013. Chaque groupe turbine au maximum 20 m³/s et produit environ 2,5 MW.

Lors de la saison de piégeage 2013, l'usine de Pointis a connu un fonctionnement identique à celle de Camon. Elle a pu fonctionner à plein régime pendant toute la période.

Au total, 2 chasses ont été réalisées au barrage d'Ausson pendant la période de piégeage les 12 avril et 7 mai.

Globalement, l'hydrologie de la campagne 2013 a été marquée par des très forts débits qui ont, d'une part, permis aux deux centrales de fonctionner à plein régime et, d'autre part, entraîné de très fortes surverse au niveau des barrages.

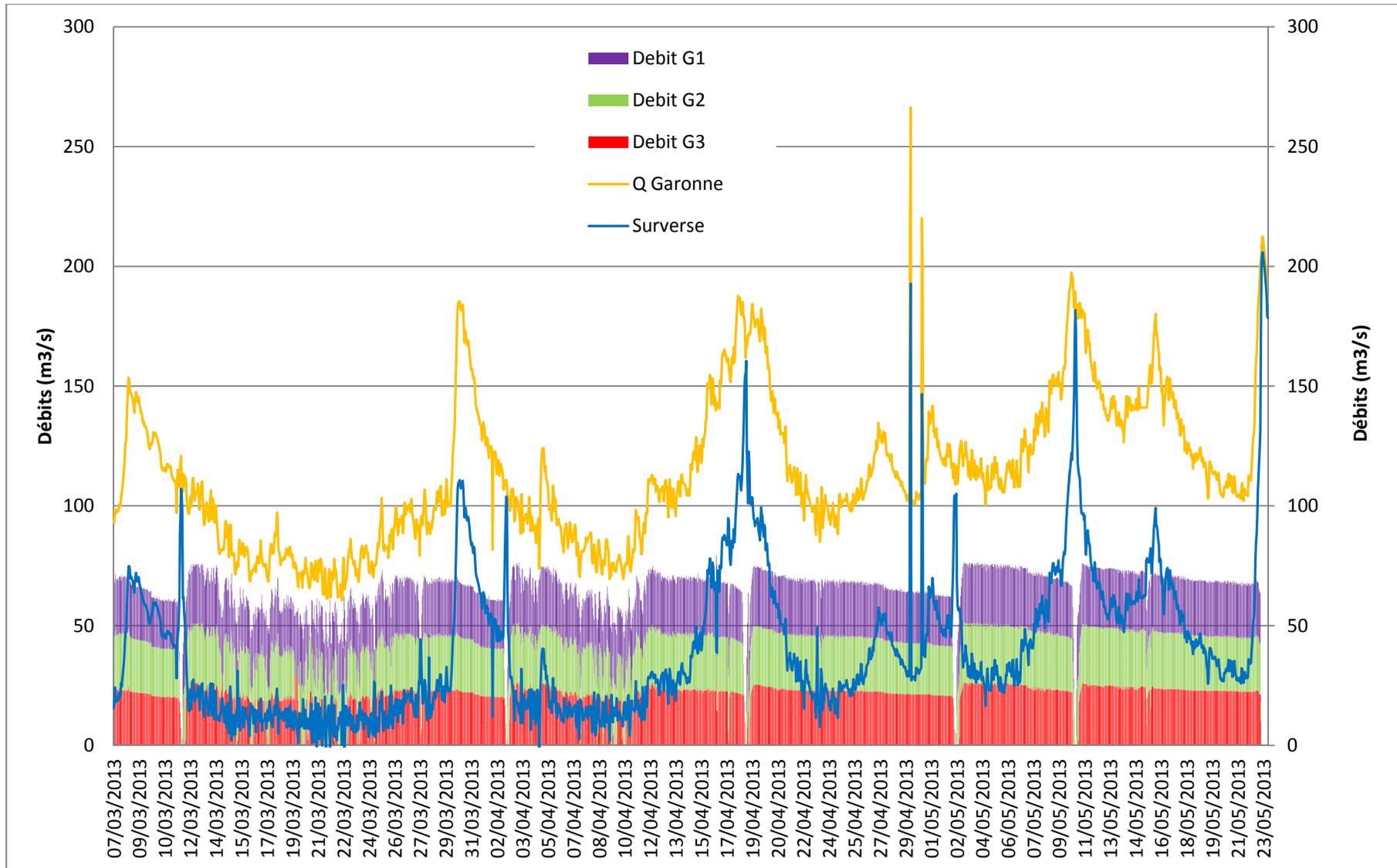


Figure 4 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Camon durant la campagne 2013 (débit exprimé en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

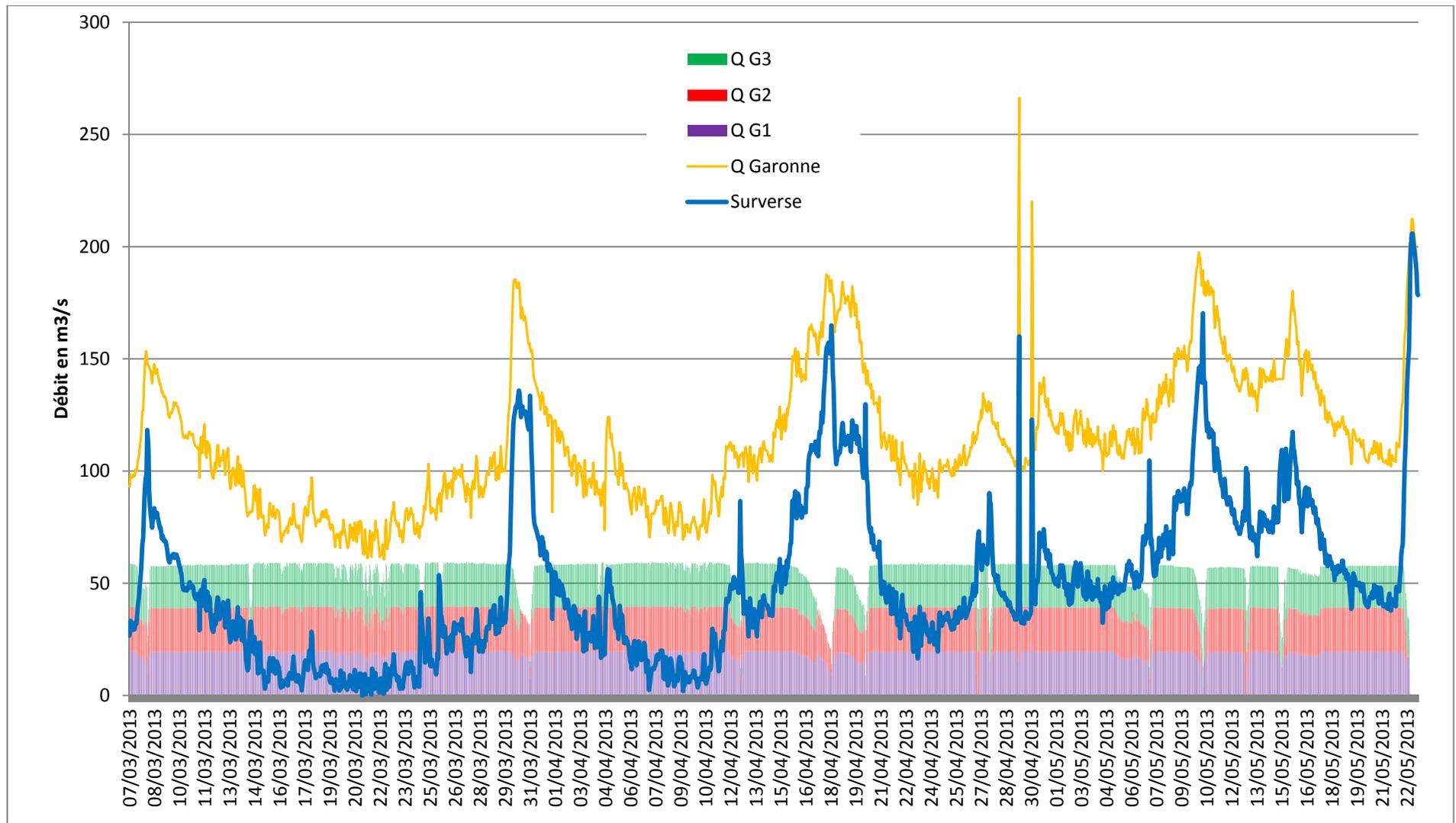


Figure 5 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Pointis durant la campagne 2013 (débit exprimée en m³.s⁻¹)

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 65 piégeages pour Camon et de 60 piégeages pour Pointis.

Pour le site de Camon, le suivi vidéo a fonctionné avec une fiabilité moyenne de 93,8% (de 16,7% à 100%).

A Pointis, le suivi vidéo affiche une fiabilité de fonctionnement légèrement plus faible (soit une moyenne de 90,80% oscillant de 50,0% à 100%). Avec 9,2% d'erreurs en moyenne (soit 1 252 individus comptés à la vidéo sur 1 362 réellement piégés), le suivi vidéo de Pointis reste très efficace. De nouveaux réglages ont été effectués au début de la campagne, pour obtenir une efficacité moyenne de 94,3% du 28 mars à la fin de la campagne. Ces différents essais ont conclu à la nécessité de placer la caméra et le système d'éclairage sous abri dont la réalisation est prévue pour la campagne 2014.

2.4.1.2 Passage sur 24 heures

L'enregistrement vidéo a permis de dénombrer **4 710 poissons** pour l'ensemble des deux sites : **3 458 à Camon et 1 328 à Pointis** entre le 07 mars et le 23 mai 2013. 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 (95 %) entre 20h30 et 8h30.

Phase	Camon		Pointis		Global	
	Effectifs filmés	Pourcentage	Effectifs filmés	Pourcentage	Effectifs filmés	Pourcentage
Jour	163	4,7 %	85	6,4 %	248	5,2 %
Nuit	3 295	95,3 %	1 243	93,6 %	4 538	94,8 %
Total	3 458	100 %	1 328	100 %	4 786	100 %

Tableau 3 : Effectifs de poissons dévalant en fonction des conditions nycthémerales à Camon et Pointis en 2013

A Camon, 95,3% 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). Le maximum de passage est enregistré à 3h. 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 20h et 6h du matin. Le plus grand nombre de passages de poissons a été observé à 3h.

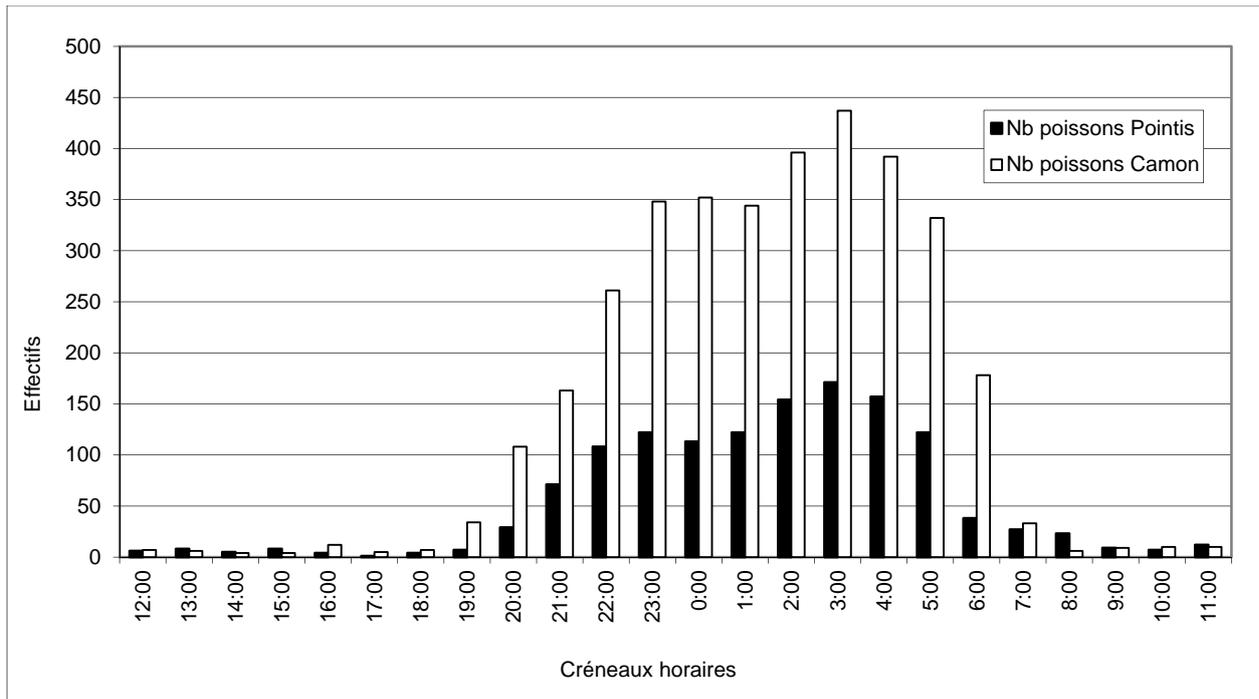


Figure 6 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Camon et à Pointis en 2013

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 20/03/13 prend en compte les poissons piégés entre 8h30 le 19/03/13 jusqu'à 8h30 le 20/03/13).

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 6 et le 8 mars (élévation des débits moyen journaliers de la Garonne de 91 à 146 m³/s).

La campagne de piégeage 2013 a connu principalement 3 grandes périodes d'affluence, centrées autour des 8 mars, 30 mars et 15 avril. Lors de ces 3 épisodes, les captures se sont succédé sur 3 à 4 jours autour des pics avec des effectifs journaliers supérieurs à 400 poissons.

Les augmentations du nombre de poissons piégés un jour par rapport au jour suivant sont généralement survenues consécutivement à des hausses du débit de la Garonne. L'augmentation brutale du débit du 7 au 8 mars 2013 a favorisé la dévalaison des smolts et fait apparaître une première période de dévalaison avec 441 smolts de saumon piégés. Deux autres périodes se succéderont du 24 au 30 mars et du 12 au 16 avril, avec respectivement 1 094 et 1 715 smolts dévalants dont un pic de 573 smolts le 15 avril.

Les passages des poissons se sont déroulés avec des températures moyennes journalières comprises entre 4 et 9,8°C.

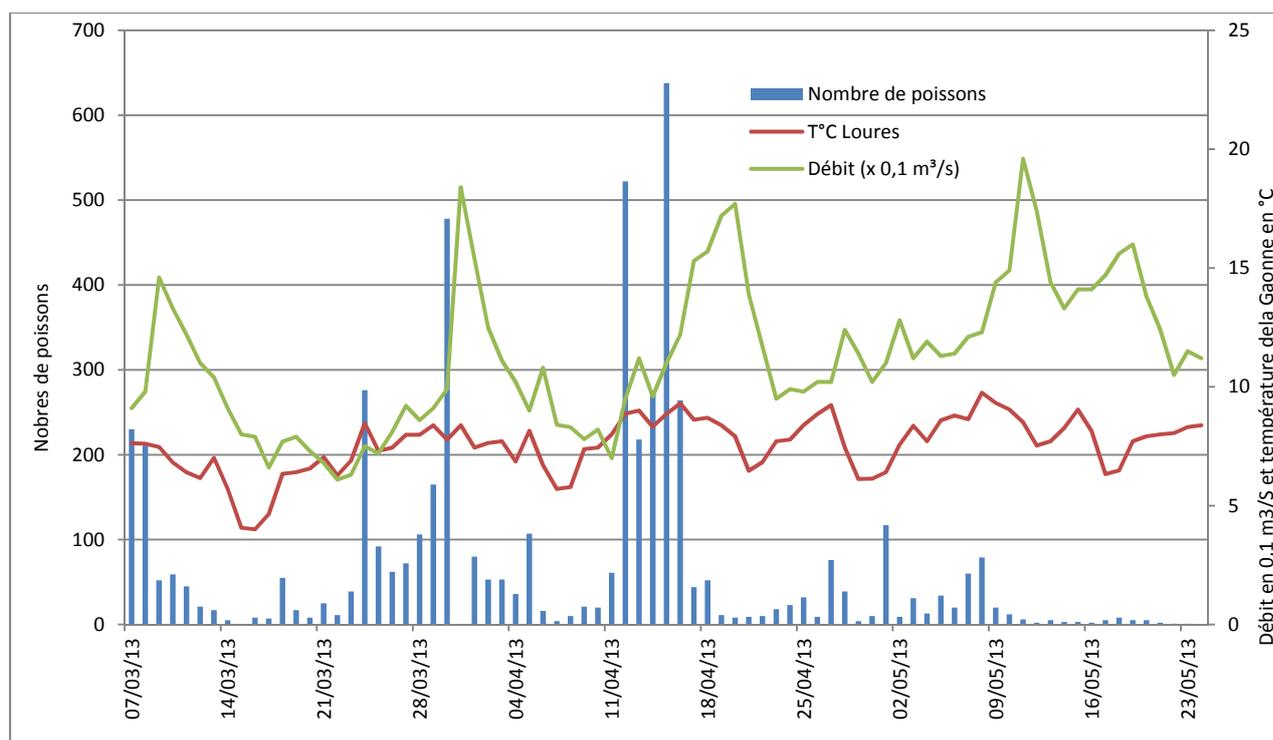


Figure 7 : Evolution des passages journaliers de poissons dévalant à Camon et Pointis en fonction de la température de l'eau (° C) et du débit de la Garonne (0,1m³.s⁻¹).

2.5 Relevés de paramètres biologiques (Biométrie)

Lors des 149 relevés de paramètres biologiques effectués sur les deux sites de Camon et de Pointis de Rivière, respectivement 2 628 et 1 226 poissons (soit 71,7% et 78,5% 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, 6 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
Cyprinidés	Chevesne	<i>Leuciscus cephalus</i>	CHE
Cyprinidés	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	GAR
Cyprinidés	Goujon	<i>Gobio gobio</i>	GOU
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 2013

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

-Truites fario (TRF, photo de gauche ci-dessous) 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-dessous) 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 sont en bonne santé (94,5% des effectifs); ii) la première atteinte sanitaire (Figure 8) est due à la perte d'écailles inférieure à 30% de la surface du corps sur les saumons et à la nécrose des nageoires pour les salmonidés autres que le saumon 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 5,1 et 8,5% des poissons sont porteurs au moins d'une anomalie.

Sur les 3854 poissons observés (soit 73,7 % du nombre total de poissons piégés), la majorité est en bonne santé et ne présente pas de problème particulier à 94,0%. Seuls 5,29% sont porteurs d'une anomalie sanitaire, 0,54% ont 2 atteintes, 0,10% 3 atteintes et 0,03% 4 atteintes.

Aucun poisson échantillonné ne présentait de marques d'attaques de poissons carnassiers ou d'espèces aviaires (hérons, cormorans...).

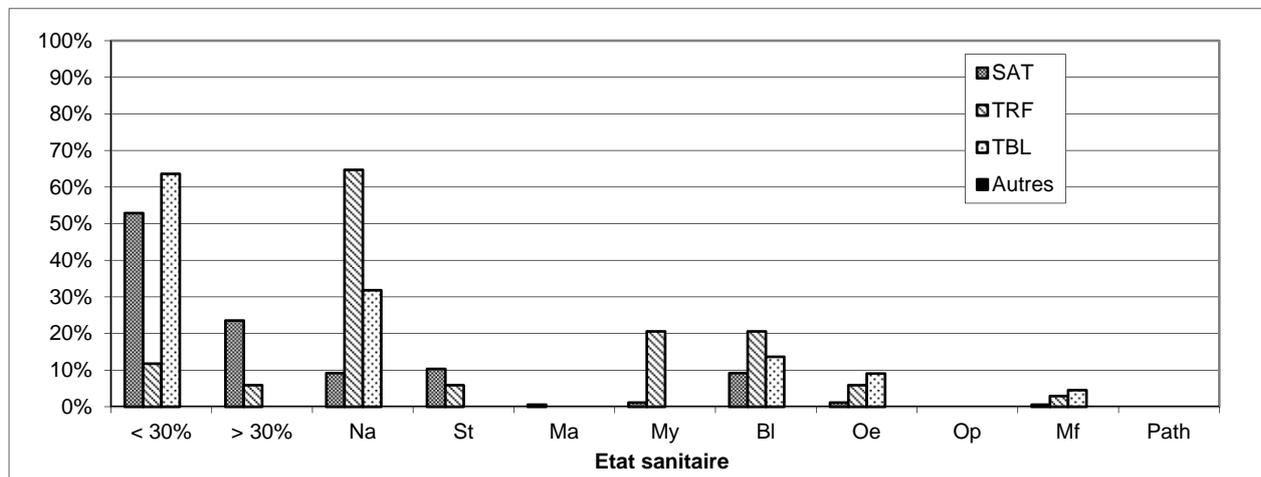


Figure 8 : Proportion de chacune des anomalies sanitaires relevées sur les individus classés « non sains » échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière en 2013

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 ; Bl : 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	2936	103	275	159,9	10	175	35,2
TRF	421	115	430	235,3	14	820	132,4
TRFBL	464	130	314	182,4	20	279	61,6

Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des salmonidés piégés

Les smolts de saumons échantillonnés présentent une taille moyenne (longueur totale Lt) de 160 mm et un poids moyen de 35,2 g. Les tailles des smolts varient de 103 mm à 275 mm et les poids sont compris entre 10g et 175g. Les truites (TRF) présentent en moyenne une longueur totale moyenne de 235,3 mm et un poids moyen de 132,4g les truites smoltifiées (TRFBL) ont une longueur moyenne de 182 mm et un poids moyen de 61,6g.

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 2012 (c.f. § 3.3.2).

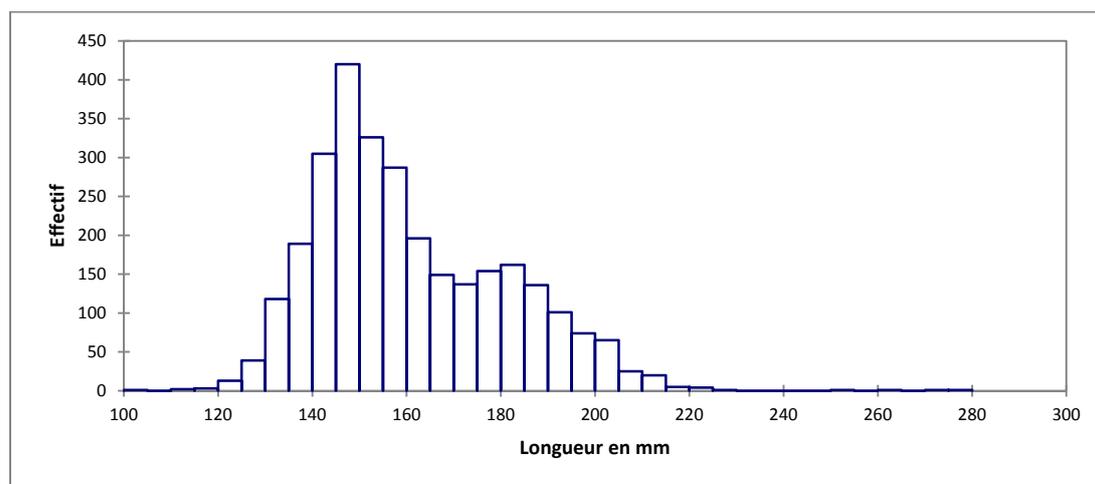


Figure 9 : Structure du peuplement des smolts de saumon atlantique (classes de tailles en mm) d'après l'échantillonnage effectué sur les 2 sites (Camon et Pointis de Rivière)

La proportion de smolts de plus de 180 mm, correspondant aux smolts 2+ par rapport à l'ensemble des smolts échantillonnés chaque jour est représentée sur la figure 10. Les smolts d'âge 2+ représentent 40% et plus des saumons échantillonnés en début de campagne et jusqu'au 8 avril. La proportion s'inverse à partir du 9 avril mars où ce sont majoritairement des smolts 1+ qui dévalent. Jusqu'à la fin de la campagne, les smolts 1+ resteront très majoritaires de 70% à 100%. On observe généralement une diminution de la taille et de l'âge des smolts au cours de la migration (BAGLINIERE et al., 1986).

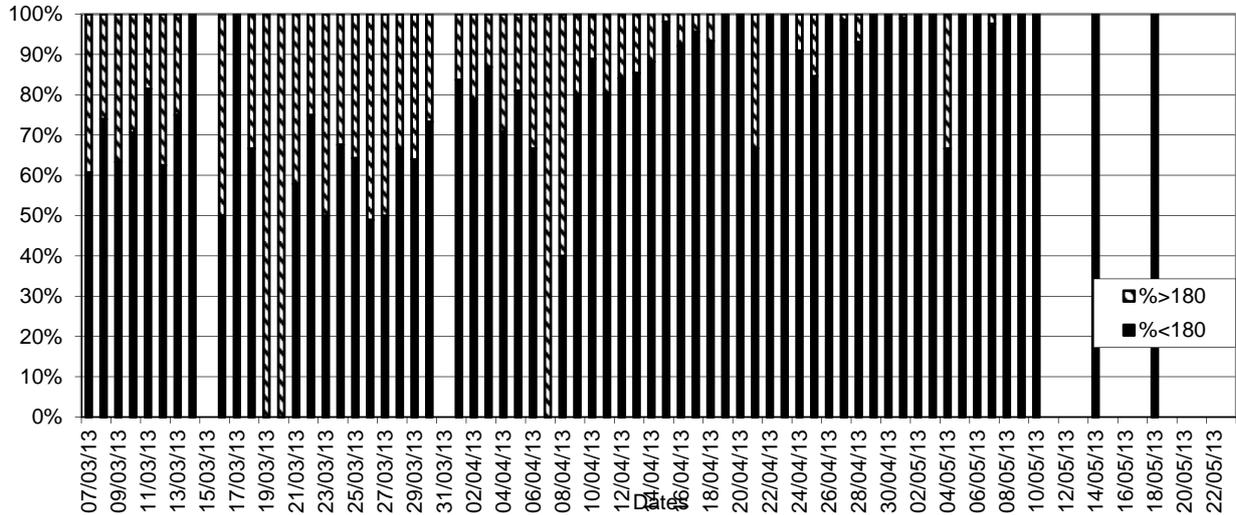


Figure 10: Evolution de la proportion de SAT de plus de 180 mm (âge 2+) par rapport à l'ensemble des SAT mesurés lors de chaque biométrie à Camon et à Pointis de Rivière

- 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 ($R^2 = 0,917$).

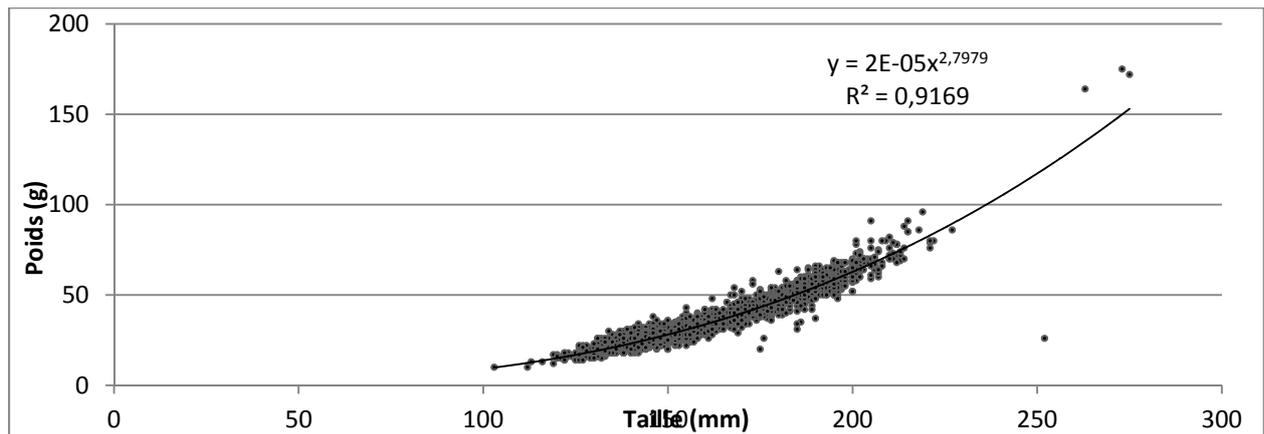


Figure 11: Relation taille/poids des saumons atlantiques échantillonnés

- 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 2013, les coefficients de condition des smolts de saumon varient de 0,16 à 1,25 avec une valeur moyenne de 0,83 pour l'ensemble des saumons capturés à Camon et à Pointis de Rivière.

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 12. Elle indique que la majorité des truites migrantes échantillonnées sur les 2 sites d'études ont une taille inférieure à 200 mm, soit en dessous de la taille légale de capture par les pêcheurs à la ligne. Sur le graphe de la figure 12, un second mode représentant des truites de tailles comprises entre 25 et 30 cm correspond à des truites fario dites « portion ou de pisciculture » qui ont été capturées en début de saison. Ces poissons proviennent de lâchers effectués pour l'ouverture de la pêche à la ligne.

- Coefficients de condition :

Les résultats indiquent pour les truites fario « à robe classique » une valeur minimale de 0,59 ; maximale de 1,90 et moyenne de 0,90 et pour les truites fario smoltifiées « blanchissantes » une valeur minimale de 0,71, maximale de 1,56 et moyenne de 0,94.

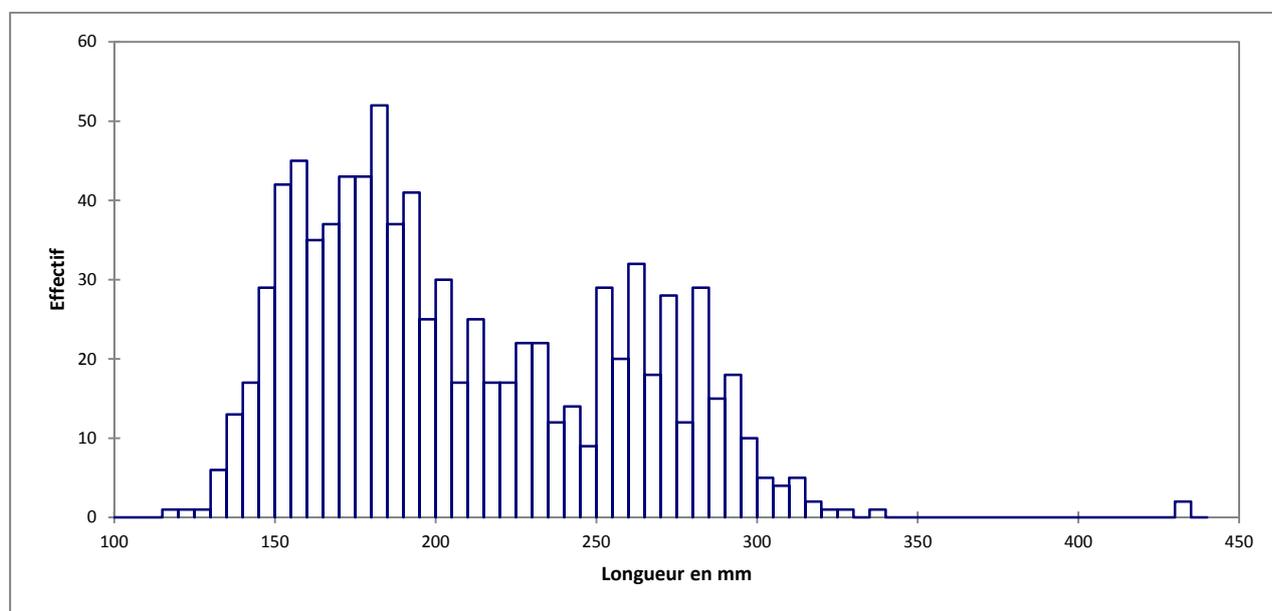


Figure 12: Structure du peuplement des truites fario (TRF et TRF BL) dévalantes d'après les échantillons mesurés à Camon et Pointis de Rivière

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, **5 227 poissons** ont été capturés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière dont **4 130 smolts de saumon** (soit 79% de l'effectif total). Les truites fario et smolts de truite représentent 1 062 individus, soit 20,3% des poissons piégés et les autres espèces 35 poissons.

Le site de Pointis a piégé 29,1% du total des saumons (2 929 saumons à Camon et 1 201 à Pointis de Rivière). De 2003 à 2012, Pointis avait permis la capture de respectivement 47%, 62%, 44%, 37%, 36%, 44%, 41%, 42%, 36% et 67% du total des saumons. Cette variation de la proportion du nombre de saumons piégés entre les sites est à

mettre en relation avec les conditions hydrologiques au moment de la migration qui influencent l'efficacité de chacune des deux stations de piégeage. Les fortes surverses aux barrages ont d'avantage pénalisé le piège de la centrale de Pointis qui admet un débit moins important que celle de Camon (Pmax de 60 m3/s à Pointis et 90m3/s à Camon).

	Poissons piégés				
	SAT	TRF	TRF BL	Autres espèces	Total
Camon	2 929	373	353	10	3 665
Pointis	1 201	195	141	25	1 562
Total	4 130	568	494	35	5 227
Pourcentage	79,0%	10,8%	9,5%	0,7%	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, aucun poisson n'est mort sur les grilles de Camon et de Pointis de Rivière.

- Dans le bassin de stabulation

11 poissons morts ont été récupérés dans les bassins de Camon (10 SAT, 1 TBL) et 23 SAT dans ceux de Pointis. 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, 34 poissons morts n'ont pas été transportés vers l'aval, ce qui correspond à 0,6 % de pertes. Les causes ayant entraîné la mort de ces poissons sont d'origine externe aux systèmes de piégeage. Ce faible pourcentage de perte et le bon état sanitaire observé lors des biométries confirment que les pièges ne provoquent pas d'atteintes sur les poissons.

2.7 Transports

2.7.1 Poissons transportés (tableau 7)

Au total, **5 193** poissons ont été transportés. La différence d'effectif avec le nombre de poissons piégés (34 individus supplémentaires) correspond au décompte des poissons morts du nombre total des poissons capturés.

	Poissons transportés				
	SAT	TRF	TRF BL	Autres espèces	Total
Camon	2 919	373	352	10	3 654
Pointis	1 178	195	141	25	1 539
Total	4 097	568	493	35	5 193
Pourcentage	78,9%	10,9%	9,5%	0,7%	100%

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

Au total, 9 transports en camion ont été effectués depuis les deux sites jusqu'aux lieux de déversement de Lamagistère (aval Golfech) et de Carbonne. Le récapitulatif des effectifs par espèce de poissons transportés par site est détaillé dans le tableau 8.

Dates	N° de transport	Effectifs	SAT	TRF	TRFBL	Autres	Lieu de destination	Lieu de chargement
15/03/2013	1	640	383	226	29	2	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
26/03/2013	2	600	438	74	86	2	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
02/04/2013	3	954	845	48	60	1	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
12/04/2013	4	847	769	17	57	4	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
16/04/2013	5	1371	1192	113	64	2	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
25/04/2013	6	207	115	27	63	2	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
03/05/2013	7	295	226	11	47	11	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
14/05/2013	8	246	128	39	69	10	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
23/05/2013	9	32	1	13	17	1	Carbonne (31)	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'égarement 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 à partir de jeunes saumons issus de repeuplement au stade alevin et ayant grossi dans le milieu naturel. La totalité des saumons marqués, soit **4 000 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 2015, 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 le support pour des actions de sensibilisation au développement durable : 150 écoliers ont pu visiter ces installations au mois d'avril 2013

Au début de l'année 2013, MIGADO a développé des matériels d'incubation pour répondre aux besoins d'une nouvelle action pédagogique. Dans le cadre de ce projet, un partenariat a été établi avec la Communauté des communes du St Gaudinois, EDF et le SMEAG. Deux incubateurs ont été mis en place dans les écoles de Valentine et Miramont.

Dans le prolongement de la semaine du développement durable, tous les enfants de ces deux écoles ont été accueillis en bord de Garonne et à l'usine hydroélectrique EDF de Pointis de Rivière. Là, ils ont bénéficié d'un vaste programme pédagogique co-organisé par la communauté de communes du Saint Gaudinois dans le cadre de son action « Berges de Garonne », en partenariat avec l'association MIGADO, le Syndicat Mixte d'études et d'aménagement de la Garonne (Sméag) et EDF.

Toute la journée, les enfants ont participé à 6 ateliers afin de comprendre toutes les facettes du développement durable. Grâce aux explications des animateurs, les enfants ont su répondre aux diverses questions posées dans le « carnet de voyage » qui leur avait été remis au départ. Ainsi, en visitant le barrage d'Ausson et l'usine de Pointis avec Patrick Piedras et l'équipe d'EDF, les enfants ont vu comment on fabrique l'hydroélectricité, une énergie renouvelable, à partir de l'eau de la Garonne. C'était aussi l'occasion de rappeler les risques de s'aventurer dans le lit du fleuve en aval des barrages. Avec Paul Simon et Julia du Sméag, les enfants ont découvert une zone humide, milieu naturel riche mais fragile. Après avoir capturé les petites bêtes qui vivent sous les galets de la Garonne, ils ont pu les observer à la loupe et reconstituer ainsi la chaîne alimentaire. Ils ont également découvert les plantes typiques d'une zone humide, comme la renouée du Japon, une plante invasive, la lathrée qui parasite le peuplier ou encore l'aliaire qui sent l'ail quand on froisse ses feuilles. Une illustration concrète de la biodiversité du fleuve. Enfin, avec Olivier Menchi, Alexandre Nars et Stéphane Bosc de Migado, les enfants ont remis dans le fleuve les petits saumons qui avaient éclos en classe. Ils ont aussi observé et mesuré les saumons capturés dans le système de piégeage qui permet de les transporter au-delà des barrages pour accomplir leur migration entre les Pyrénées et l'Océan. Fanny Rumeau, animatrice de la CCSG soulignait : « Il est important de faire connaître la Garonne pour mieux la préserver ».

Pour finir, chaque élève a reçu un diplôme à son nom pour le féliciter de sa participation à cette action de sensibilisation pour un développement durable de la Garonne. Bref, une journée instructive et ludique ovationnée par les enfants et les enseignants !



3 BILAN INTER-ANNUUEL (2000-2013)

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 13 et le tableau annexe 4 permettent de situer l'hydrologie de la Garonne de 2012 par rapport à celle des autres années de piégeage.

Pour la période de dévalaison, les débits moyens mensuels enregistrés à Valentine de 1986 à 2012 sont de 54 m³/s au mois de mars, 75 m³/s au mois d'avril et 105 m³/s au mois de mai (tableau en annexe 4).

Les débits moyens mensuels de la Garonne au printemps 2013 sont supérieurs aux valeurs de débits observées annuellement depuis la mise en fonctionnement des stations de piégeage transport à la dévalaison.

Les débits moyens mensuels ont atteint pour les mois de mars, avril et mai 2013 respectivement 120 m³/s, 123 m³/s et 132 m³/s.

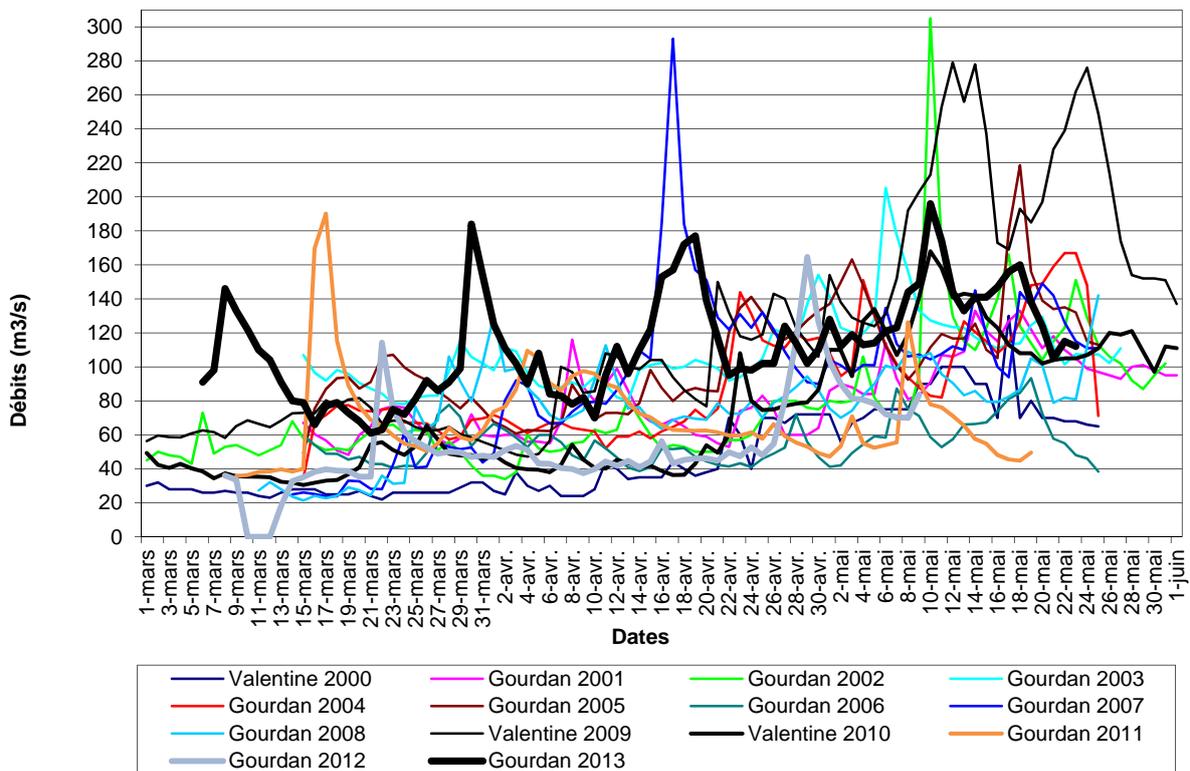


Figure 13 : Comparaison des débits journaliers de la Garonne mesurés à Valentine ou à Gourdan-Polignan de 2000 à 2013

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.14) 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).

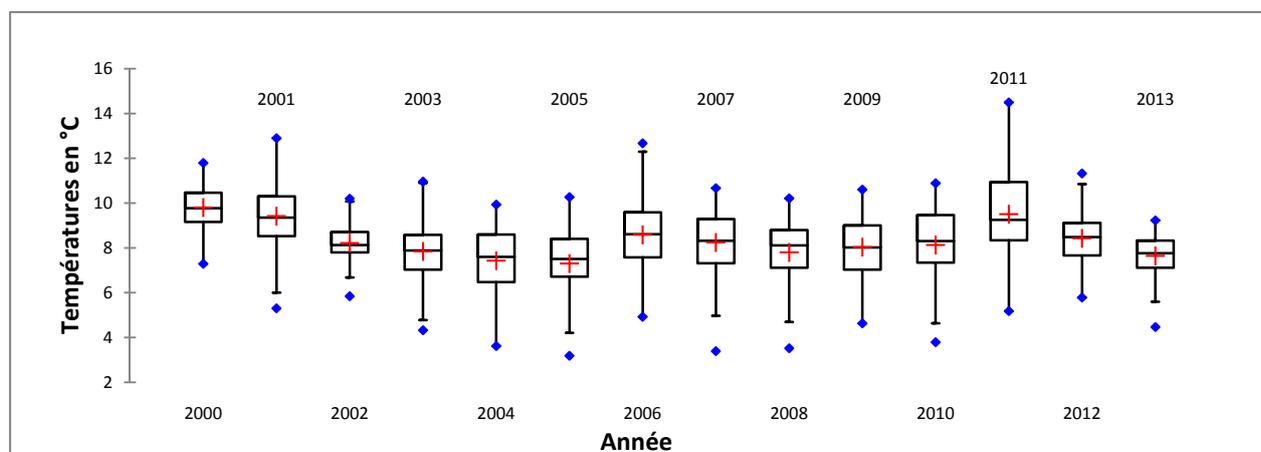


Figure 14: Températures de l'eau de la Garonne enregistrées à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles) entre 2000 et 2013 du 1^{er} mars au 31 mai

3.2 Evolution des effectifs piégés

3.2.1 Bilan par espèce

Le tableau 9 et la figure 15 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
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	4130	567	494	1061	35	5226
Bilan (2000-2013)	176 739	9 597	19 736	29 343	988	207 070

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 85,3 % des effectifs piégés) et les truites fario (14,1 % des effectifs piégés dont les deux tiers 67% 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 32 400.

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 4 055 individus en 2000 à 1 005 en 2002. En moyenne, les effectifs de truites capturées par saison sont de 2 096 individus dont les deux tiers sont smoltifiées 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.

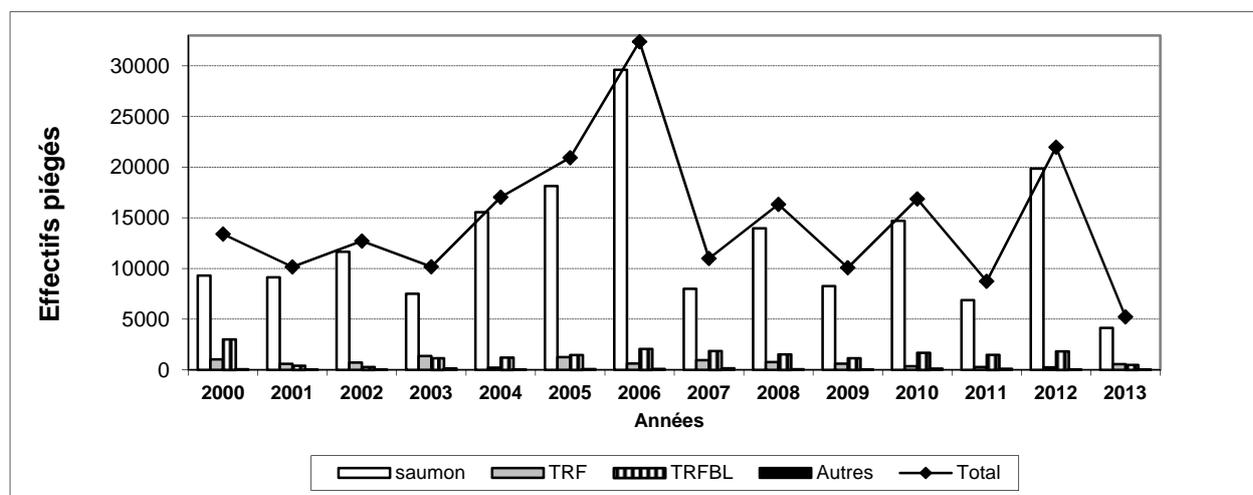


Figure 15: Effectifs piégés totaux et par espèces à Camon et à Pointis (depuis 2003).

L'année 2013 est l'année où les systèmes de piégeage ont le moins capturé de poissons. Ceci est dû aux très forts débits de la Garonne qui ont permis au poisson de dévaler principalement 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 16 indique l'évolution des effectifs cumulés de poissons piégés sur les 14 années de suivi. Une courbe moyenne (de 2000 à 2013) a été rajoutée afin de donner une idée plus précise de la dynamique de dévalaison sur la Garonne.

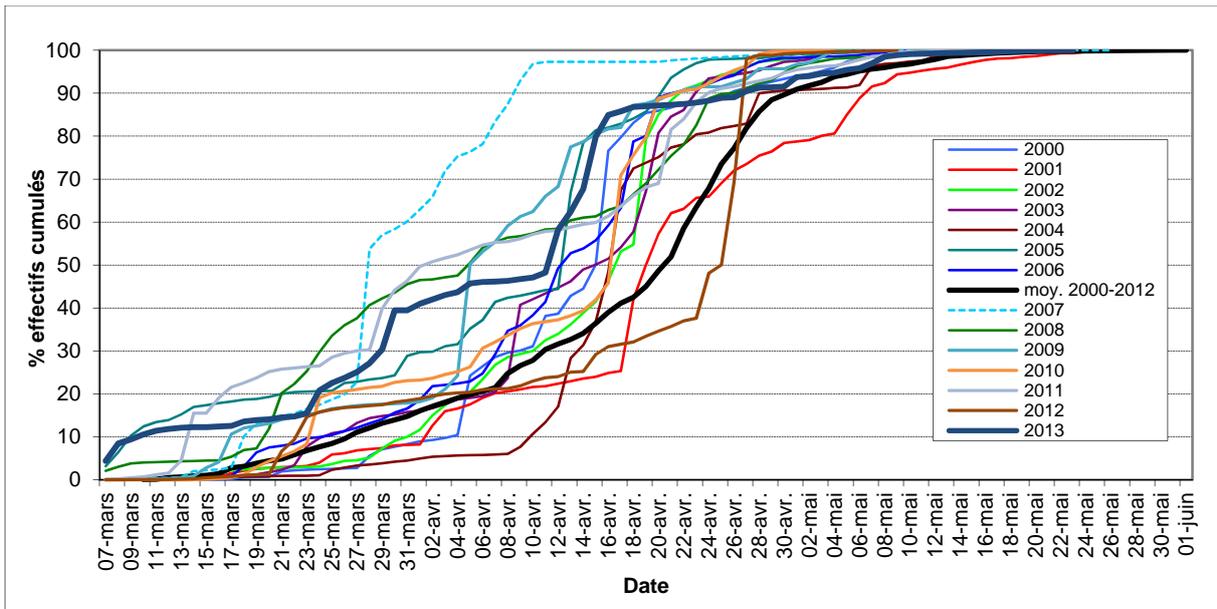


Figure 16: Evolution des effectifs cumulés de poissons piégés par année.

La période de dévalaison privilégiée se situe entre le 20 mars et le 5 mai, dates entre lesquelles on obtient plus de 90 % des effectifs sur la période d'ouverture des pièges.

Au mois d'avril, plus précisément entre le 27 mars et le 30 avril, 80 % des smolts de la Garonne amont migrent vers l'océan.

Les résultats présentés dans les graphes des figures 16 et 17 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 17 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).

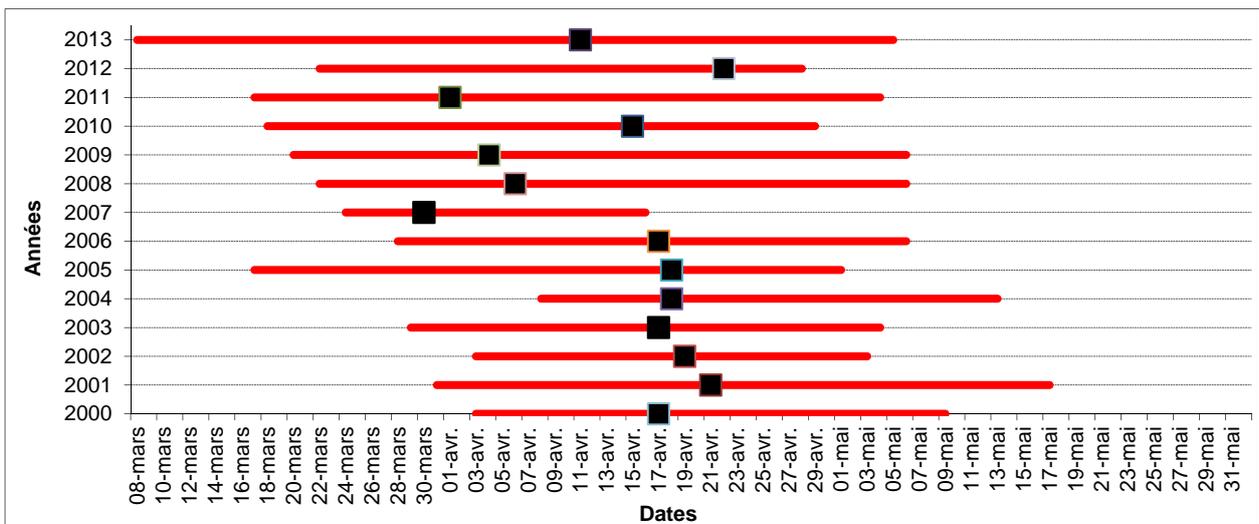


Figure 17: Evolution de la fenêtre de migrations des smolts par année

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).

Pour les saisons de 2000 à 2006 et 2010, il est à noter une très faible différence entre les dates médianes d'effectifs piégés (50% des passages) : plus ou moins 4 jours. Un écart plus important de cette même date médiane par rapport aux autres années est apparu en 2008, 2009 et 2011 : une douzaine de jours plus tôt (2007 n'est pas à prendre en compte car les résultats ont été biaisés par l'ouverture des barrages lors de la crue du 17 avril).

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
Moyenne*	20-mars	20-avr.	5-mai	46	483

*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 12 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 (c.f. 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 (voir annexe 5 et figure 18). 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 100m² d'habitats favorables : radier, rapide et plat courant).

Le tableau de l'annexe 5 et la figure 18 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 2013.

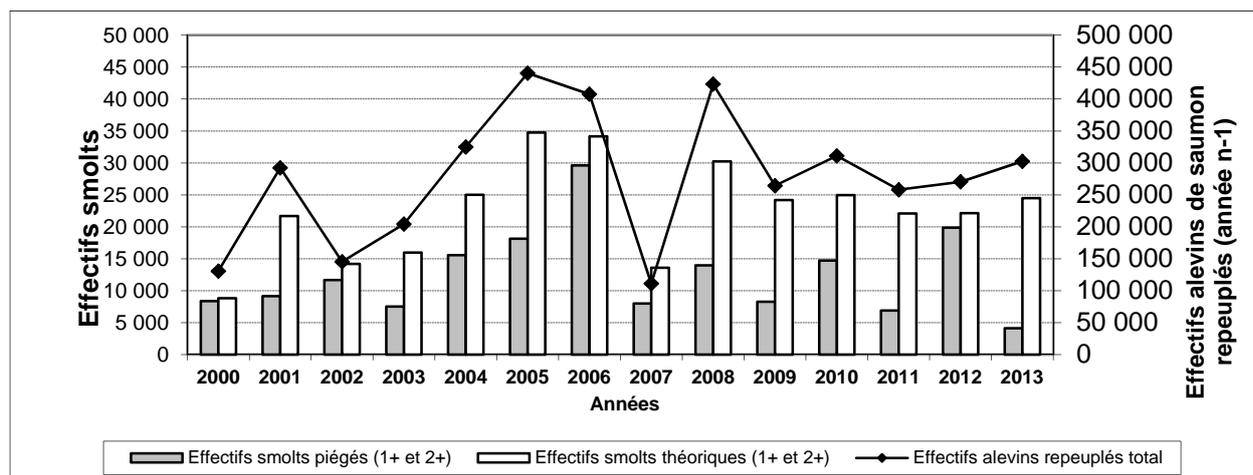


Figure 18: Comparaison interannuelle des effectifs de saumon repeuplés sur le bassin amont au stade alevin (année n-1), des effectifs de smolts piégés et potentiellement dévalants (théoriques)

Les effectifs de smolts piégés sont inférieurs aux effectifs théoriques qui peuvent être estimés à partir de l'effort de repeuplement. 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. Les différences observées entre le nombre de smolts théoriques et réellement piégés soulignent la difficulté de capturer l'ensemble des dévalants à l'échelle d'un cours d'eau comme la Garonne. 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 et 2012 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 2 printemps. En effet, il n'y a pas eu, lors de ces 2 saisons de piégeage, 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.

Pour la campagne 2014, l'effectif théorique de smolts de saumons produits par les habitats de la Garonne et de la Neste serait de l'ordre de 30 000 individus (annexe 5).

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	7 514	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	29 605	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	4130	160	35,2	145

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

L'analyse des tailles et des poids mesurés sur les saumons recapturés sur plusieurs années et appartenant à différents lots marqués par pigments fluorescents et déversés sur la Garonne et la Neste depuis 2002 permet, plus facilement qu'une étude scalimétrique, de suivre précisément le développement des saumons repeuplés et de mieux connaître les caractéristiques biologiques des différentes cohortes constituant la population migrante (smolts 1+ et 2+).

Au total, 8 lots de saumons marqués et déversés sur la Garonne et la Neste depuis 2002 ont fait l'objet d'un suivi lors des échantillonnages réalisés pendant les campagnes de piégeage de 2003 à 2012 (Tableau 12).

Année de déversement	Lots de saumons marqués							
	2002	2003	2003	2004	2007	2007	2010	2010
Lieu de déversement	Neste	Neste	Garonne amont	Garonne amont	Garonne amont	Garonne amont	Neste	Garonne amont
Effectif déversé	14 600	41 530	40 670	48 849	20 585	12 513	22 000	40 800
Couleur utilisée	Jaune	Jaune	rouge orange	rose	Jaune	rose	Jaune	rose
Année contrôle smolts 1+	2003	2004	2004	2005	2008	2008	2011	2011
Année contrôle smolts 2+	2004	2005	2005	-	-	-	2012	2012

Tableau 12: Lots de saumons marqués et déversés sur le bassin amont de la Garonne et la Neste et années de contrôle aux pièges de Camon et Pointis.

Remarque : Le nombre limité de couleurs utilisables pour le marquage (jaune, rouge et rose) et le déversement de saumons marqués de la même couleur entre 2002 et 2003 sur la Neste, initialement réalisé pour répondre à d'autres objectifs de suivi (recapture lors des inventaires par pêche) ne permettent pas de distinguer pour ces lots les smolts 1+ et 2+ lors des contrôles réalisés pendant la dévalaison 2004.

L'annexe 6 présente graphiquement les caractéristiques biométriques (tailles et poids) et donne les statistiques descriptives des différents lots de smolts marqués recapturés à Camon et Pointis. On note sur les graphes de l'annexe 6 une nette différence entre les tailles et poids des différentes cohortes. Les plus jeunes smolts (1+) sont significativement plus petits que ceux de 2+ et 3+ ans (test de Kruskal Wallis, p-value < 0.001).

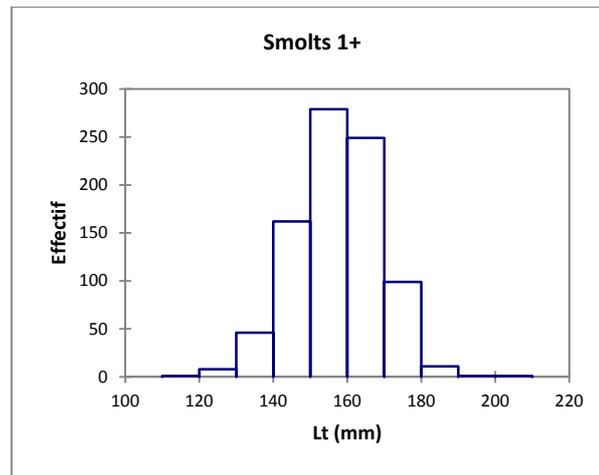


Figure 19: Répartition en classes de taille des saumons marqués par pigments au stade pré estival et contrôlés au stade smolt 1+ à Camon et Pointis

La répartition en classes de taille (Lt) des saumons appartenant à des lots marqués et recapturés un an après leur déversement (Figure 19) présente un mode centré sur la classe 150-160 mm. 98,5% des 857 smolts 1+ observés ont des tailles inférieures à 180 mm.

A partir de la répartition autour de la taille (Lt) 180 mm observée dans les échantillons prélevés lors des biométries réalisées chaque année sur les sites de Camon et Pointis, il est possible d'estimer la proportion d'individus qui smoltifie et dévale la première année (smolts 1+).

Cette estimation tenant compte des mortalités engendrées par l'usine de Pointis (11%) et d'une efficacité moyenne du piège de Camon (70%, CROZE et al, 1999), il est possible de donner une estimation par contingent du taux de survie moyen minimum entre le stade repeuplé et le stade smolt et la proportion d'individus qui a smoltifié et dévalé à 1 an.

Le taux de survie moyen minimum par contingent est de 6,93% (5,08% pour les smolts 1+ et 1,86% pour les smolts 2+) entre le stade alevin/pré-estival et le stade smolt. Il s'agit de taux de survie minimum. En effet, cette estimation ne prend en compte ni les variations de l'efficacité de l'exutoire de Camon ni les échappements possibles par surverse au niveau des barrages lors des forts débits et des arrêts des pièges lors de veille de crue ou de transparence.

Les histogrammes de la figure 20 présentent pour chaque cohorte la proportion d'individus qui dévalent à un an. On observe des différences importantes entre les contingents de 53,5% à 93% réparties de façon cyclique : un contingent à plus forte proportion de smolts 1+ (de 72% à 93%) suivi par un contingent à plus faible proportion de smolts 1+ (entre 53% et 72%).

En moyenne, les individus qui dévalent à un an sont les mieux représentés (72,8%). L'âge moyen de smoltification est estimé à 1,26 an.

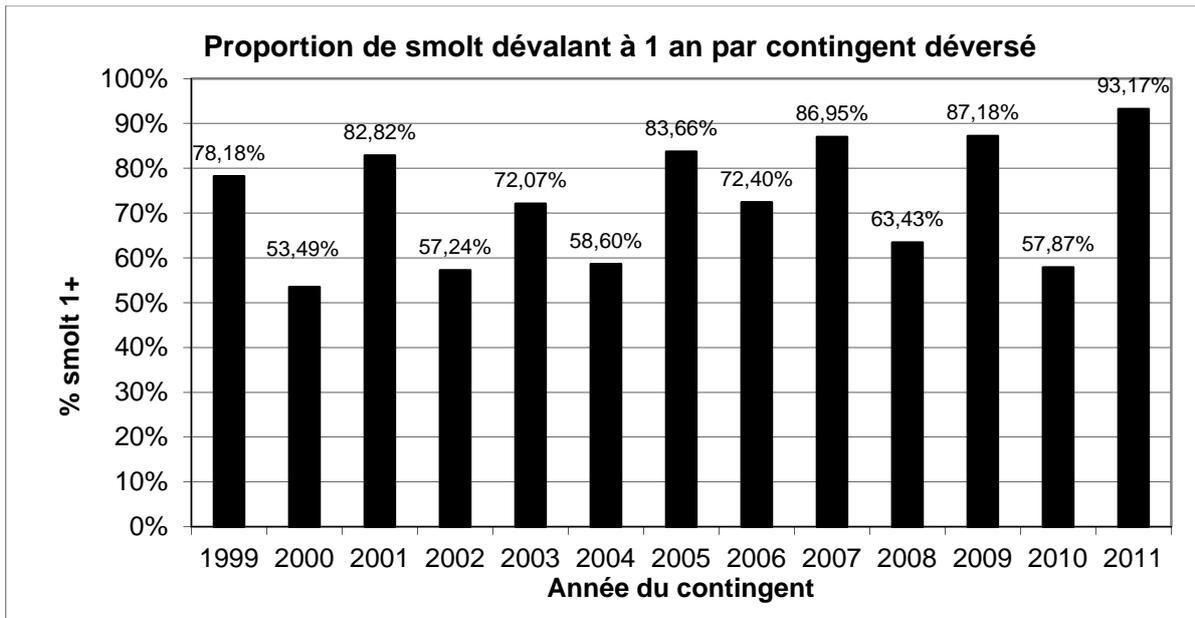


Figure 20: Proportion de smolts dévalant à 1 an par contingent déversé

La productivité des habitats résulte de la survie, de la croissance et de l'âge de smoltification. Sur le haut bassin de la Garonne, la productivité des habitats peut être estimée à partir des informations collectées lors du piégeage. Elle est en moyenne estimée à près de 6 smolts par 100 m² d'Equivalents Radier/Rapide alevinés, zones productrices des cours d'eau pour les saumons juvéniles (figure 21).

Ce résultat place le bassin amont de la Garonne à un niveau de production élevé. Pour des populations naturelles, les zones productrices des cours d'eau procurent annuellement et le plus couramment en France de 1 à 7 smolts de différents âges pour 100 m² d'habitat (BAGLINIERE et CHAMPIGNEULLE, 1986).

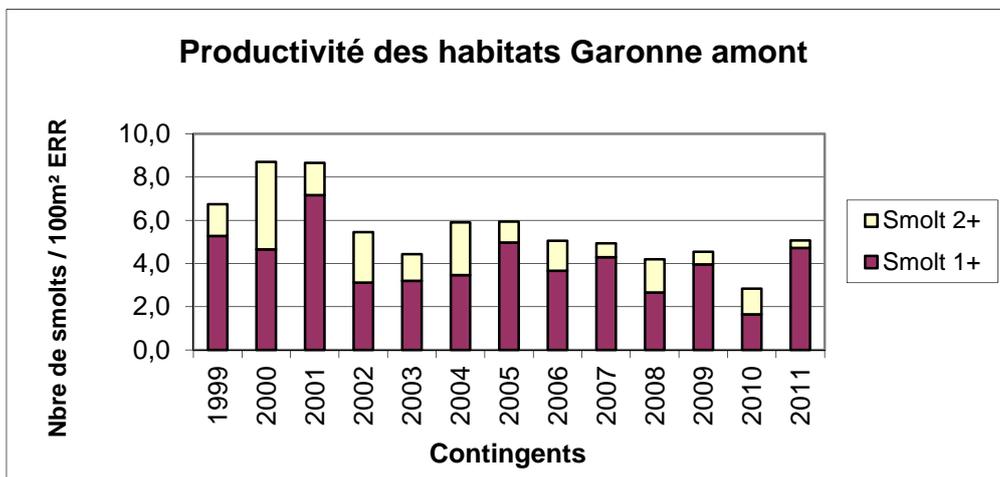


Figure 21: Productivité des habitats du haut bassin de la Garonne

Exprimée pour chaque année en nombre de smolts produits pour 100m² de surface d'habitat favorable au grossissement des jeunes saumons (ERR : Equivalent Radier Rapide)

3.4 Efficacité des dispositifs de piégeage

Des opérations de radiopistage et de marquages détections 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 (passage de 17 à 50% par fort 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 la pose de plans de grilles de faibles espacements devant les turbines des deux centrales est à l'étude par EDF. Les travaux de mise en place de ces aménagements devraient se faire dans le courant de l'année 2014. Suite à ces modifications, des études d'efficacité des dispositifs de piégeage devraient être programmées pour la saison de dévalaison 2015.

4 CONCLUSIONS

La campagne de piégeage en dévalaison sur les sites de Camon et de Pointis de Rivière s'est déroulée du 6 mars au 23 mai 2013. 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 marque). Au total, 3 850 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, **5 226 poissons** ont été piégés sur l'ensemble des deux sites (3 664 à Camon et 1 562 à Pointis) : parmi eux, **4 130 étaient des saumons** (2 929 à Camon et 1 201 à Pointis), 1 061 truites fario dont 494 smoltifiées ont aussi été piégées et 35 individus appartenant à d'autres espèces.

Au total : **5 192 poissons dont 4 097 saumons**, 1060 truites et 35 individus appartenant à d'autres espèces ont été transportés lors de **9 transports en camion** depuis les sites de Camon et de Pointis jusqu'à Lamagistère (aval de Golfech) et lors d'un dernier transport jusqu'à Carbonne.

Ces effectifs sont les plus faibles observés depuis 2000 sur les deux stations de piégeage. La campagne 2013 a été marquée par une très forte hydrologie de la Garonne. Les très importants débits rencontrés pendant toute la saison de piégeage ont engendré de très fortes surverses au niveau des barrages. Cette situation a permis à une grande proportion de smolts dévalants d'éviter les dispositifs de piégeage.

Les repeuplements en saumons réalisés sur la Garonne amont de 1999 à 2012 et sur la Neste de 2002 à 2012 s'élèvent au total à près de 3 890 700 individus déversés aux stades alevin et pré-estival pour une re-capture de 176 740 smolts piégés à Camon et à Pointis de Rivière.

Ainsi, à partir des informations collectées lors du piégeage à Pointis et à Camon, il est possible de connaître le déroulement de la migration de dévalaison sur la Garonne et de déterminer les caractéristiques de la population de smolts. En moyenne, plus de 90 % des effectifs de saumons migrent chaque année entre la fin mars et le début du mois de mai. Les principaux pics migratoires ont lieu au mois d'avril. Les dates de mise en fonctionnement des stations (mi-mars / mi-mai) permettent de bien encadrer la période de dévalaison.

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 08 mars en 2013 au 8 avril en 2004). La durée moyenne de la période de migration observée est de 46 jours (la plus longue étant de 58 jours et la plus courte de 30 jours).

La proportion d'individus qui smoltifient et dévalent à 1 an est en moyenne de 73%. On peut estimer une survie moyenne minimum de 7 % des stades repeuplés (alevin/pré-estival) jusqu'au stade smolt. Globalement, avec une moyenne estimée à 6 smolts produits par 100m² d'équivalents radier/rapide alevinés, la productivité moyenne des habitats du haut bassin de la Garonne est considérée comme très bonne.

Depuis 2005, l'efficacité des exutoires des stations de piégeage transport de Camon et de Pointis est évaluée à partir d'opérations de marquage-détection. Globalement et jusqu'à 2008, les résultats obtenus lors de ces études soulignaient un manque d'efficacité pour le piège de Pointis et une diminution importante de l'efficacité de l'exutoire de Camon lorsque la centrale fonctionne à pleine puissance. L'objectif d'efficacité théorique pour chacune des stations de piégeage avait été initialement fixé à 70% minimum, ce qui devait permettre de récupérer en moyenne près de 90% de la population dévalante.

De 2008 à 2012, différents aménagements ont été testés afin d'améliorer l'efficacité des exutoires de piégeage des deux stations. Les résultats obtenus montrent :

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

Dans le cadre du programme de restauration du saumon sur l'axe Garonne, l'obtention d'une efficacité maximale pour les stations de Pointis et Camon est d'autant plus importante qu'une stratégie de piégeage transport a été adoptée et que les individus échappant au système de piégeage doivent alors obligatoirement transiter par les nombreuses centrales hydroélectriques situées plus en aval et non équipées de systèmes de franchissement à la dévalaison. L'optimisation des dispositifs de dévalaison de Pointis et Camon figure parmi les mesures de gestion prioritaires préconisées par le PLAN de GEstion des POissons Migrateurs du bassin de la Garonne (Mesure de gestion LC10). Un projet de mise en place de plans de grilles constitués de barreaux faiblement espacés devant les turbines et permettant une efficacité maximale des dispositifs est à l'étude par les services d'ingénierie d'EDF et devrait être réalisé dans le courant de l'année 2014.

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.

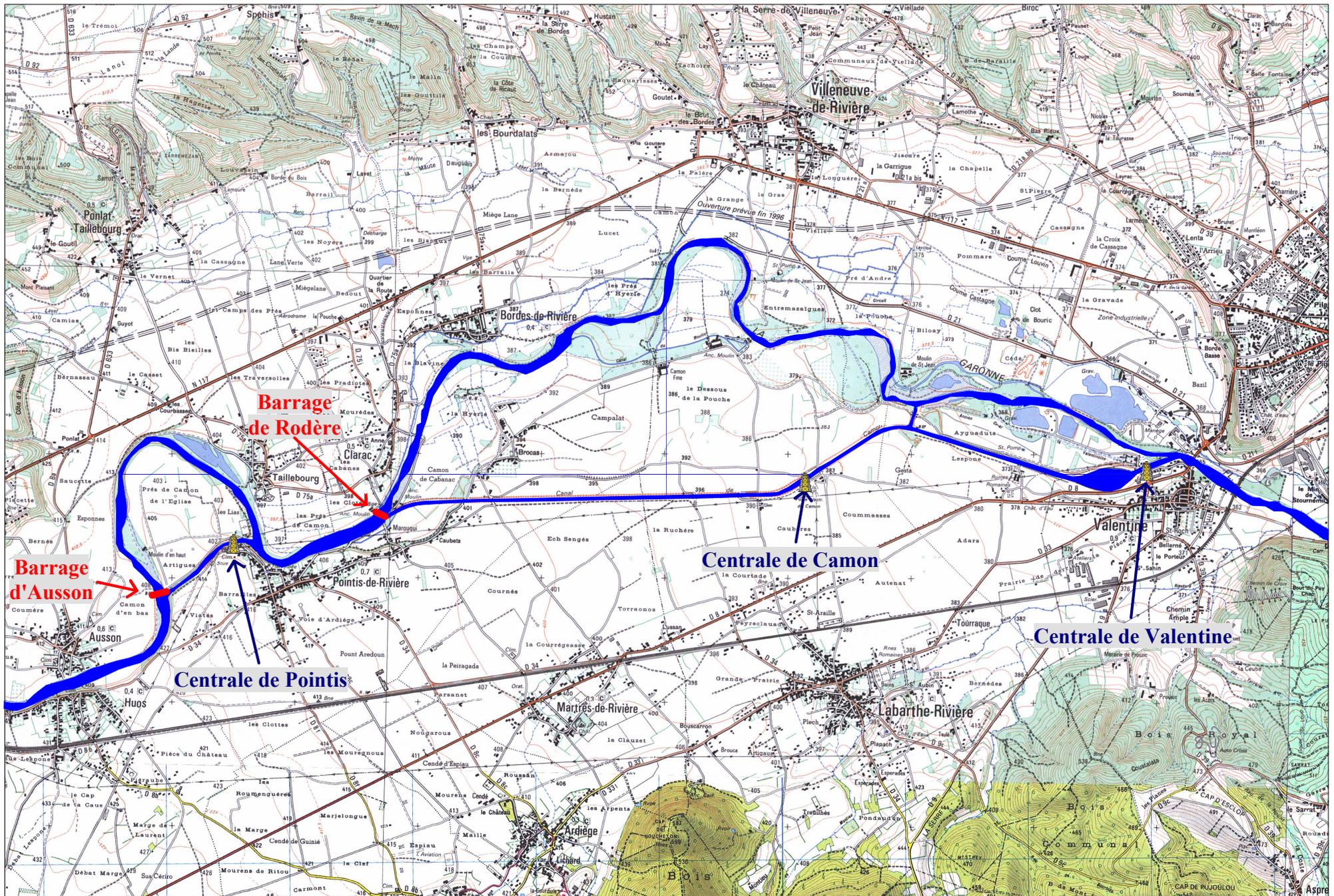
CROZE O., CHANSEAU M., LARINIER M., 1999. Efficacité d'un exutoire de dévalaison pour smolts de saumon Atlantique (*Salmo salar* L.) et comportement des poissons au niveau de l'aménagement hydroélectrique de Camon sur la Garonne. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (1999) 353/354 : 121-140.

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.

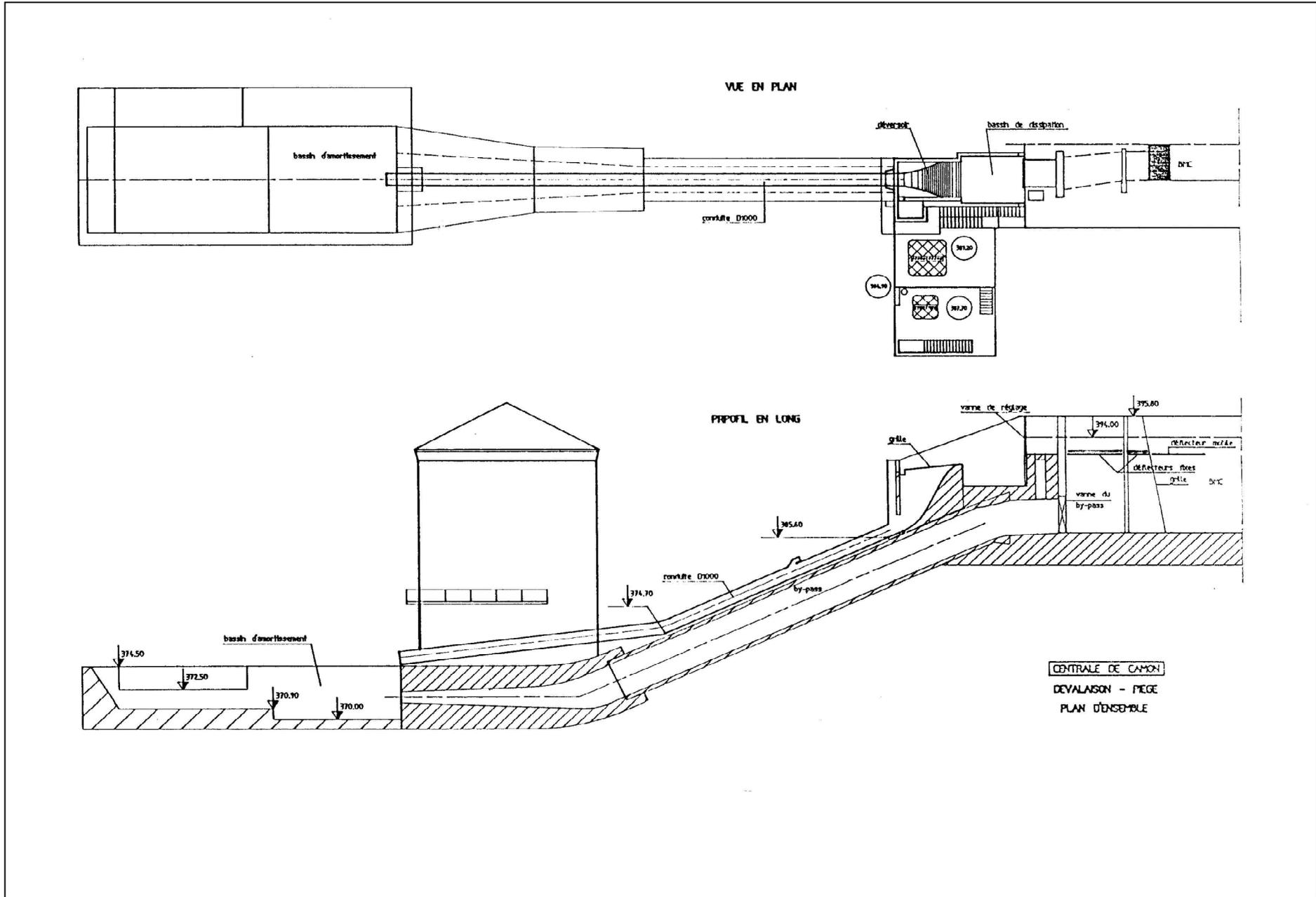
JUTILA E., 2008. From the river to the open sea – a critical life phase of young Atlantic salmon migrating from the Simojoki River. 26 p.

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 2013

Date	Heure de relevé	Météo	Conductivité en µS/cm	O2 en mg/l	%O2	Turbidité en cm	T°C air	T°C eau	Débit moyen jour m³/s
06/03/2013	9h00	Pluie	182,9	9,9	85,9	200	8,0	9,1	91,0
07/03/2013	7h40	Ensoleillé	181,0	9,9	85,6	120	8,0	8,7	98,0
08/03/2013	9h20	Ensoleillé	162,3	9,6	82,2	20	8,0	8,3	146,0
09/03/2013	8h40	Ensoleillé	162,2	10,0	84,4	20	8,0	8,0	133,0
10/03/2013	8h36	Ensoleillé	169,4	10,0	83,5	60	8,0	7,8	122,0
11/03/2013	9h00	Ensoleillé	177,5	10,0	84,9	90	7,0	8,1	110,0
12/03/2013	8h25	Pluie	164,5	10,1	85,0	100	6,0	8,2	104,0
13/03/2013	9h00	Neige	171,2	10,3	83,9	120	-1,0	6,9	91,0
14/03/2013	8h20	Neige	174,2	10,5	82,5	160	-1,0	5,6	80,0
15/03/2013	8h05	Ensoleillé	179,0	10,9	84,0	160	0,0	6,1	79,0
16/03/2013	9h00	Ensoleillé	191,4	10,5	84,5	200	6,0	6,9	66,0
17/03/2013	9h30	Couvert	201,3	10,0	84,5	190	8,0	7,7	77,0
18/03/2013	8h37	Ensoleillé	199,1	10,1	84,3	120	5,0	8,1	79,0
19/03/2013	8h33	Ensoleillé	191,4	10,1	84,2	200	5,0	8,1	73,0
20/03/2013	8h38	Pluie	193,9	10,1	85,1	190	7,0	8,5	68,0
21/03/2013	8h40	Ensoleillé	199,8	10,3	84,6	190	2,0	8,4	61,0
22/03/2013	8h45	Ensoleillé	194,8	10,2	85,6	200	5,0	8,8	63,0
23/03/2013	8h10	Couvert	186,9	9,7	85,8	120	7,0	9,9	75,0
24/03/2013	10h00	Ensoleillé	186,9	10,0	96,5	150	9,0	9,1	72,0
25/03/2013	8h15	Couvert	177,1	9,8	83,8	90	7,6	8,8	81,0
26/03/2013	10h00	Pluie	181,7	9,8	85,6	120	9,0	9,0	92,0
27/03/2013	8h37	Couvert	188,1	9,7	84,9	120	8,0	9,4	86,0
28/03/2013	8h31	Pluie	178,5	8,8	82,7	120	9,0	9,2	91,0
29/03/2013	9h20	Couvert	171,3	9,6	83,3	140	9,0	9,4	99,0
30/03/2013	9h30	Pluie	159,3	9,7	86,8	10	9,0	9,3	184,0
31/03/2013	9h00	Couvert	173,2	10,0	85,4	20	8,0	8,6	154,0
01/04/2013	9h00	Couvert	177,8	9,4	81,5	60	8,0	8,7	125,0
02/04/2013	8h10	Ensoleillé	171,2	9,4	81,5	60	8,0	8,4	111,0
03/04/2013	9h50	Couvert	176,1	9,9	83,8	170	3,0	9,0	102,0
04/04/2013	8h30	Couvert	181,3	9,3	82,4	170	6,0	9,2	90,0
05/04/2013	8h55	Couvert	176,0	9,9	83,6	100	5,0	7,9	108,0
06/04/2013	9h20	Pluie	183,8	10,6	86,3	170	3,0	7,4	84,0
07/04/2013	8h45	Couvert	185,9	10,4	84,5	200	5,0	7,8	83,0
08/04/2013	9h00	Pluie	187,1	10,0	85,3	210	6,0	9,0	78,0
09/04/2013	8h30	Couvert	194,2	9,8	83,8	280	4,0	8,8	82,0
10/04/2013	9h00	Ensoleillé	199,1	10,3	88,0	200	6,0	9,8	70,0
11/04/2013	9h00	Ensoleillé	181,1	9,1	80,1	180	9,0	10,5	95,0
12/04/2013	8h15	Couvert	161,0	9,5	84,0	60	8,0	10,3	112,0
13/04/2013	8h50	Ensoleillé	158,2	9,8	84,9	90	9,0	10,4	96,0
14/04/2013	8h35	Ensoleillé	157,5	9,6	83,8	120	8,0	10,6	110,0
15/04/2013	9h00	Ensoleillé	146,0	9,5	83,0	50	13,0	10,5	122,0
16/04/2013	8h30	Ensoleillé	128,8	9,9	85,2	20	12,0	10,1	153,0
17/04/2013	9h00	Ensoleillé	124,2	9,9	86,3	20	15,0	10,4	157,0
18/04/2013	9h00	Couvert	117,5	10,1	87,0	20	11,0	9,6	172,0
19/04/2013	9h00	Pluie	121,2	10,1	85,6	10	6,0	8,5	177,0
20/04/2013	9h00	Couvert	143,0	10,6	86,6	70	8,0	7,8	139,0
21/04/2013	8h40	Ensoleillé	147,3	10,0	83,4	80	8,0	8,4	117,0
22/04/2013	10h45	Couvert	157,1	10,2	86,8	60	10,0	9,5	95,0
23/04/2013	8h50	Couvert	161,4	10,4	88,7	70	8,0	9,8	99,0
24/04/2013	8h39	Ensoleillé	159,2	9,7	84,0	90	8,0	10,5	98,0
25/04/2013	8h36	Ensoleillé	152,1	9,7	84,2	100	7,0	10,7	102,0
26/04/2013	8h47	Couvert	150,2	9,6	84,9	100	14,0	10,0	102,0
27/04/2013	9h30	Pluie	132,6	10,1	86,3	100	4,0	8,2	124,0
28/04/2013	8h40	Pluie	156,9	10,5	84,8	120	4,0	7,1	114,0
29/04/2013	9h00	Couvert	163,2	11,0	89,5	120	7,0	7,2	102,0
30/04/2013	9h20	Pluie	169,5	10,6	88,6	120	7,0	7,9	110,0
01/05/2013	8h45	Couvert	155,3	10,1	85,8	120	8,0	9,0	128,0
02/05/2013	8h37	Couvert	155,1	9,9	83,9	120	8,0	9,0	112,0
03/05/2013	9h15	Couvert	151,9	7,9	84,6	140	10,0	9,0	119,0
04/05/2013	9h00	Couvert	158,5	9,7	84,4	140	12,0	10,0	113,0
05/05/2013	9h00	Ensoleillé	155,1	9,8	85,2	120	12,0	10,5	114,0
06/05/2013	9h00	Ensoleillé	151,1	10,1	88,0	120	12,0	10,5	121,0
07/05/2013	9h00	Couvert	143,6	10,2	91,0	50	15,0	10,7	123,0
08/05/2013	8h50	Couvert	134,2	9,7	85,9	70	16,0	10,1	144,0
09/05/2013	8h45	Couvert	122,6	9,5	83,5	50	14,0	9,7	149,0
10/05/2013	8h50	Pluie	117,5	9,9	85,8	50	9,0	9,0	196,0
11/05/2013	8h45	Couvert	119,6	10,2	86,3	50	9,0	8,5	174,0
12/05/2013	8h40	Couvert	127,9	10,2	86,5	50	9,0	8,8	144,0
13/05/2013	9h30	Couvert	122,4	10,7	91,5	50	12,0	9,6	133,0
14/05/2013	9h00	Ensoleillé	127,3	9,9	86,8	50	12,0	10,2	141,0
15/05/2013	8h30	Pluie	112,8	9,6	83,7	70	12,0	8,9	141,0
16/05/2013	9h05	Couvert	143,2	10,3	85,7	50	8,0	7,5	147,0
17/05/2013	9h05	Ensoleillé	147,6	10,1	85,3	50	5,0	8,1	156,0
18/05/2013	9h30	Couvert	148,0	10,0	86,7	20	10,0	8,8	160,0
19/05/2013	9h30	Couvert	149,2	10,5	90,4	30	10,0	9,3	138,0
20/05/2013	9h30	Couvert	149,8	10,9	93,3	80	10,0	9,5	124,0
21/05/2013	9h00	Couvert	147,6	10,2	87,6	80	11,0	9,2	105,0
22/05/2013	9h00	Pluie	149,3	9,9	86,5	80	10,0	8,9	115,0
23/05/2013	9h00	Couvert	120,1	9,8	84,9	20	7,0	8,4	112,0
		MOYENNE	161,1	10,0	85,5	103	8,0	8,9	112,8
		MINIMUM	112,8	7,9	80,1	10	-1,0	5,6	61,0
		MAXIMUM	201,3	11,0	96,5	280	16,0	10,7	196,0

**ANNEXE 4 : Débits moyens mensuels (m3/s) et coefficients d'hydraulicité pour la période de dévalaison
mesurés de 1986 à 2013 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	Moyenne 1986-2012
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	53,75
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	74,61
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	105,93
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	78,10

Coef. hydraulicité	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Coef hydrau mars	1,07	1,13	1,53	0,61	0,44	1,37	0,37	0,47	1,41	1,27	1,00	0,83	0,88	0,90
Coef hydrau avril	0,96	1,33	1,39	0,78	0,53	1,16	1,25	0,63	1,43	0,82	1,01	0,62	0,92	0,81
Coef hydrau mai	1,39	0,78	1,02	0,77	0,69	1,34	0,97	0,73	1,44	0,80	0,89	0,56	0,92	1,20
Coef hydrau déval.	1,14	1,08	1,31	0,72	0,55	1,29	0,86	0,61	1,43	0,96	0,97	0,67	0,90	0,97

Coef. hydraulicité	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Coef hydrau mars	0,63	1,16	0,97	2,08	1,04	1,08	0,87	0,66	0,77	1,23	0,79	1,11	0,84	2,24
Coef hydrau avril	0,70	0,93	0,74	1,32	0,99	1,15	0,68	1,48	1,10	1,29	0,72	1,00	0,78	1,65
Coef hydrau mai	0,86	1,01	1,14	1,15	1,16	1,24	0,54	1,10	0,92	1,84	1,13	0,55	0,96	1,25
Coef hydrau déval.	0,73	1,03	0,95	1,52	1,06	1,16	0,69	1,08	0,93	1,46	0,88	0,89	0,86	1,71

ANNEXE 5 : Récapitulatif des déversements d'alevins de saumon sur la Garonne amont, des prévisions de survie et des captures de smolts lors du piégeage. NB : Taux de survie théorique 1+ : 6,75 % ; Taux de survie théorique 2+ : 1,5 %

Année	Effectifs alevins repeuplés Garonne	Effectifs alevins repeuplés Neste	Effectifs alevins repeuplés total	Effectifs smolts théoriques survie 1+	Effectifs smolts théoriques survie 2+	Effectifs smolts théoriques (1+ et 2+)	Effectifs smolts piégés (1+ et 2+)
1999	130 615	0	130 615	-	-	-	-
2000	292 288	0	292 288	8 816	-	8 816	8 368
2001	145 305	0	145 305	19 729	1 959	21 688	9 134
2002	146 920	57 487	204 407	9 808	4 384	14 192	11 658
2003	201 975	123 091	325 066	13 797	2 179	15 976	7 514
2004	272 785	167 773	440 558	21 942	3 066	25 008	15 565
2005	256 567	151 085	407 652	29 879	4 876	34 755	18 148
2006	110 936	0	110 936	27 516	6 640	34 156	29 605
2007	251 346	172 144	423 490	7 488	6 114	13 602	8 003
2008	149 316	114 982	264 298	28 585	1 664	30 249	13 967
2009	163 100	147 950	311 050	17 840	6 352	24 192	8 271
2010	124 540	133 530	258 070	20 996	3 964	24 960	14 705
2011	162 275	108 221	270 496	17 420	4 666	22 085	6 882
2012	181 730	120 850	302 580	18 258	3 871	22 130	19 859
2013	211 110	161 160	372 270	20 424	4 057	24 482	4 130
2014	-	-	-	25 128	4 539	29 667	-
Total	2 800 808	1 458 273	4 259 081	287 627	58 332	345 958	175 809
	(1999-2013)	(2002-2013)	(1999-2013)	(2000-2014)	(2001-2014)	(2000-2014)	(2000-2013)

Remarque : Du fait des faibles effectifs de saumons adultes transportés depuis Carbonne jusqu'aux zones de reproduction du haut bassin, les jeunes saumons issus de la reproduction naturelle dans la Garonne en amont de St Gaudens ne sont pas pris en compte dans les calculs d'estimations.

ANNEXE 6

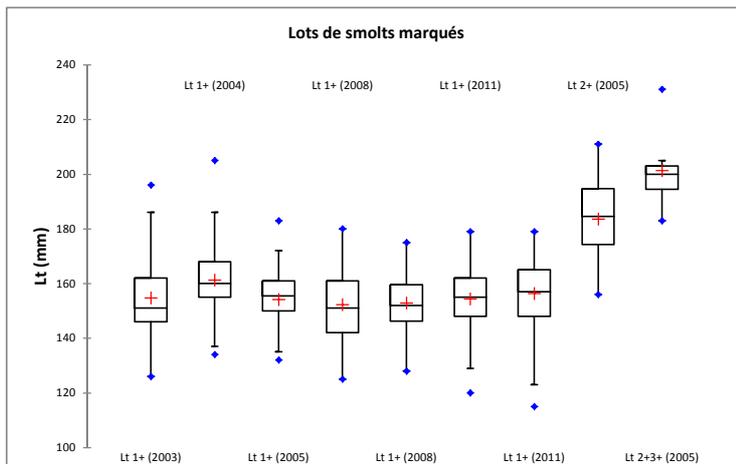
XLSTAT 2007.6 - Statistiques descriptives - le 19/12/2011 à 16:08:20

Données quantitatives : Classeur = Marquage interannuel.xls / Feuille = comparaison taille / Plage = 'comparaison taille'!\\$A\\$2:\\$I\\$253 / 251 lignes et 9 colonnes

Statistiques descriptives (Données quantitatives) :

Statistique	Lt 1+ (2003)	Lt 1+ (2004)	Lt 1+ (2005)	Lt 1+ (2008)	Lt 1+ (2008)	Lt 1+ (2011)	Lt 1+ (2011)	Lt 2+ (2005)	Lt 2+3+ (2005)
Minimum	126,000	134,000	132,000	125,000	128,000	120,000	115,000	156,000	183,000
Maximum	196,000	205,000	183,000	180,000	175,000	179,000	179,000	211,000	231,000
Médiane	151,000	160,000	155,500	151,000	152,000	155,000	157,000	184,500	200,000
3ème Quartile	162,000	168,000	161,000	161,000	159,500	162,000	165,000	194,750	203,000
Somme	7889,000	37734,000	5239,000	13552,000	10088,000	20373,000	39243,000	6242,000	1409,000
Moyenne	154,686	161,256	154,088	152,270	152,848	154,341	156,347	183,588	201,286
Variance (n)	193,000	104,242	126,375	157,051	91,129	125,376	120,625	251,360	191,061
Variance (n-1)	196,860	104,689	130,204	158,836	92,531	126,333	121,107	258,977	222,905
Ecart-type (n)	13,892	10,210	11,242	12,532	9,546	11,197	10,983	15,854	13,822
Ecart-type (n-1)	14,031	10,232	11,411	12,603	9,619	11,240	11,005	16,093	14,930
Coefficient de variation	0,090	0,063	0,073	0,082	0,062	0,073	0,070	0,086	0,069
Asymétrie (Pearson)	0,802	0,305	-0,136	0,192	0,165	-0,303	-0,468	-0,032	1,044
Asymétrie (Fisher)	0,826	0,307	-0,143	0,195	0,168	-0,307	-0,471	-0,034	1,353
Asymétrie (Bowley)	0,375	0,231	0,000	0,053	0,132	0,000	-0,059	0,000	-0,294
Aplatissement (Pearson)	0,712	0,928	0,184	-0,631	-0,080	0,040	0,070	-0,939	0,520
Aplatissement (Fisher)	0,914	0,974	0,414	-0,598	0,011	0,088	0,095	-0,893	3,047
Ecart-type de la moyenne	1,965	0,669	1,957	1,336	1,184	0,978	0,695	2,760	5,643
Borne inf. de la moyenne (95%)	150,740	159,939	150,107	149,615	150,484	152,406	154,979	177,973	187,474
Borne sup. de la moyenne (95%)	158,632	162,574	158,070	154,925	155,213	156,276	157,715	189,203	215,097
Ecart absolu moyen	10,780	8,018	8,656	10,307	7,601	8,891	9,121	13,166	9,551
Ecart absolu médian	7,000	6,000	5,500	9,000	6,000	7,000	8,000	10,500	5,000
Moyenne géométrique	154,085	160,935	153,673	151,756	152,551	153,926	155,950	182,898	200,831
Ecart-type géométrique	1,092	1,065	1,078	1,086	1,065	1,077	1,075	1,092	1,075
Moyenne harmonique	153,504	160,615	153,251	151,245	152,254	153,501	155,540	182,204	200,394

Box plots :



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.