



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 2012



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, O. MENCHI et E. ROBERT,

mai 2013

MI.GA.DO. 01G-13-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 2012, les stations de piégeage à la dévalaison de Pointis et Camon ont été fonctionnelles en continu respectivement du 7 mars au 06 mai et du 7 mars au 10 mai.

Le suivi biologique des poissons capturés a permis de comptabiliser au total 21 986 poissons dévalants piégés (7 143 à Camon et 14 843 à Pointis) qui ont été transportés à l'aval de Lamagistère (11 transports) et de Carbonne (1 transport). 12 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*) : 19 859 smolts de saumon, 2 093 truites fario dont 1 839 smolts en migration de dévalaison et 34 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 en juillet 2011 (smolts 1⁺) et juillet 2010 (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 40 jours. Les principaux pics migratoires ont lieu au mois d'avril. La mise en relation de l'effort de repeuplement réalisé de 1999 à 2011 sur la Garonne amont et la Neste (3 584 000 alevins/pré estivaux) et des effectifs piégés à Pointis-Camon (172 600 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 sont réalisées depuis 2005 et des améliorations ont été apportés sur chacune des 2 stations depuis 2007.

A Pointis, la pose d'un masque de surface de 2 m de haut sur le plan de grille de la centrale a réellement permis en 2010 d'améliorer l'efficacité de la station. Une efficacité de 50% a été obtenue pour l'ensemble des conditions de débit turbiné sans pour autant créer de dysfonctionnement au niveau de l'usine. Ce dispositif a été maintenu en place durant la campagne de dévalaison de 2012.

A Camon, les résultats obtenus en 2009 et 2010 confirment pour cette station qu'un débit minimum de 3m³/s dans l'exutoire est primordial pour éviter une baisse trop importante de l'efficacité du piège. Dans ces conditions et lorsque la centrale fonctionne à pleine puissance, l'efficacité moyenne du piège de Camon est de l'ordre de 30%.

Les opérations de marquage détection réalisées de 2010 à 2012 confirment que la mise en place d'un masque de surface devant le groupe 3 permet d'améliorer l'efficacité de l'exutoire de Camon pour atteindre 50% à 60% lorsque les débits turbinés par la centrale n'excèdent pas respectivement 50 et 65m³/s.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	ii
LISTE DES ILLUSTRATIONS	iv
INTRODUCTION	6
REMERCIEMENTS	7
1 Matériel et méthode	8
1.1 Généralités	8
1.1.1 Situation	8
1.1.2 Aménagements hydroélectriques de Pointis et Camon	8
1.2 Fonctionnement des stations de piégeage	9
1.2.1 Fonctionnement des exutoires	9
1.2.2 Attrait des poissons par la lumière	10
1.2.3 Problèmes liés aux piégeages	10
1.2.4 Personnel présent sur les sites	10
1.3 Relevés des paramètres environnementaux et du fonctionnement hydraulique des aménagements	11
1.4 Suivi biologique	11
1.4.1 Comptage vidéo	11
1.4.2 Relevé des paramètres biologiques et comptage manuel	12
1.5 Transport des poissons capturés	12
2 Résultats : Campagne de piégeage-transport	13
2.1 Fonctionnement des stations de piégeage	13
2.2 Paramètres du milieu	13
2.2.1 Température de l'eau	13
2.2.2 Oxygène dissous	14
2.2.3 Transparence de l'eau	14
2.3 Hydrologie de la Garonne et fonctionnement hydraulique des aménagements	15
2.3.1 Hydrologie de la Garonne pendant la période d'étude	15
2.3.2 Fonctionnement hydraulique des aménagements	15
2.3.3 Exutoire de Camon	18
2.3.4 Exutoire de Pointis	18
2.4 Suivi biologique	19
2.4.1 Etude des passages des poissons piégés	19
2.5 Relevés de paramètres biologiques (Biométrie)	21
2.5.1 Répartition par espèce	21
2.5.2 Etat sanitaire	22
2.5.3 Caractéristiques biométriques des salmonidés	23
2.6 Bilan des effectifs contrôlés et transportés	27
2.6.1 Bilan des effectifs contrôlés	27
2.7 Transports	28
2.7.1 Poissons transportés (tableau 7)	28
3 BILAN INTER-ANNUUEL (2000-2012)	29
3.1 Evolution des paramètres environnementaux	29
3.1.1 Débit de la Garonne	29

3.1.2	Evolution de la température de l'eau	29
3.2	Evolution des effectifs piégés	30
3.2.1	Bilan par espèce	30
3.3	Caractéristiques biologiques des smolts de saumon du haut bassin de la Garonne	31
3.3.1	Activité de dévalaison des smolts	31
3.3.2	Production de smolts à partir des saumons repeuplés	33
3.3.3	Caractéristiques des saumons déversés et capturés à la dévalaison	35
4	CONCLUSIONS	38
4.1	Campagne de piégeage 2012	38
4.2	Bilan interannuel	38
5	Evaluation de l'efficacité des stations de piégeage	39
5.1	Introduction	39
5.1.1	La période d'expérimentation	39
5.1.2	Le marquage des smolts	40
5.1.3	Les lâchers des lots marqués	41
5.1.4	Fonctionnement des dispositifs de détection des marques	41
5.1.5	Amélioration de l'efficacité des exutoires	42
5.1.6	Evaluation de l'efficacité de l'exutoire de Camon	42
5.2	Résultats : tests 2012	43
5.2.1	Test de l'exutoire de Camon	43
5.2.2	Types de fonctionnement de l'usine de Camon	44
5.2.3	Efficacité de l'exutoire de Camon	44
5.2.4	Comparaison interannuelle de l'efficacité de l'exutoire de Camon	46
6	Conclusion	48
	BIBLIOGRAPHIE	49
	ANNEXES	51

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Situation géographique des secteurs mobilisés par la mise en place de la stratégie de piégeage transport sur le bassin de la Garonne	8
Figure 2 : Températures moyennes journalières relevées sur la Garonne à Loures-Barousse et Valentine et sur la Neste à Mazère de Neste pendant la période d'étude.....	14
Figure 3 : Evolution de la turbidité (en cm mesurée au disque de Secchi) et du débit moyen journalier (en m ³ /s) de la Garonne enregistrés à Valentine (DREAL).....	14
Figure 4 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Camon durant la campagne 2012 (débit exprimé en m ³ .s ⁻¹).....	16
Figure 5 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Pointis durant la campagne 2012 (débit exprimée en m ³ .s ⁻¹).....	17
Figure 6 : Variations du niveau de l'eau dans le Bassin de Mise en Charge de la centrale de Camon lors de la campagne (en m NGF)	18
Figure 7 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Camon et à Pointis en 2012	20
Figure 8 : Evolution des passages journaliers de poissons dévalant au cours de la période de piégeage à Camon et Pointis en fonction de la température de l'eau (° C) et du débit de la Garonne (0,1m ³ .s ⁻¹) mesurés à Valentine	21
Figure 9 : Proportion de chacune des anomalies sanitaires relevées sur les individus classés « non sains » échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière en 2012	23
Figure 10 : 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).....	24
Figure 11: 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..	25
Figure 12: Relation taille/poids des saumons atlantiques échantillonnés.....	25
Figure 13: Structure du peuplement des truites fario (TRF et TRF BL) dévalantes d'après les échantillons mesurés à Camon et Pointis de Rivière	26
Figure 14 : Comparaison des débits journaliers de la Garonne mesurés à Valentine ou à Gourdan-Polignan de 2000 à 2012.....	29
Figure 15: Températures de l'eau de la Garonne enregistrées à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles) entre 2000 et 2012 du 1 ^{er} mars au 31 mai.....	30
Figure 16: Effectifs piégés totaux et par espèces à Camon et à Pointis (depuis 2003).....	31
Figure 17: Evolution des effectifs cumulés de poissons piégés par année.	32
Figure 18: Evolution de la fenêtre de migrations des smolts par année.....	32
Figure 19: 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)	34
Figure 20: Répartition en classe de taille des saumons marqués par pigments au stade pré estival et contrôlés au stade smolt 1+ à Camon et Pointis	36
Figure 21: Proportion de smolts dévalant à 1 an par contingent déversé	37
Figure 22: Productivité des habitats du haut bassin de la Garonne	37
Figure 23 : Représentation schématique des masques (en bleu) posés sur les plans de grille des centrales de Pointis et Camon (d'après document EDF, Altran Sud-Ouest).....	42
Figure 24: Répartition dans le temps des recaptures de smolts marqués pour chaque lot lâché dans le canal de Camon.....	43
Figure 25: Répartition dans le temps des recaptures des smolts marqués des lots lâchés à Camon pour estimer l'efficacité de l'exutoire de Camon	44
Figure 26: Comparaison des résultats des tests d'efficacité du piège de Camon avec un débit turbiné inférieur à 50 m ³ /s réalisés de 2010 à 2012	46

Tableau 1 : Fréquence et période d'enregistrement des différents paramètres étudiés.....	11
Tableau 2 : Causes et durées des arrêts des pièges de Camon et Pointis en 2012	13
Tableau 3 : Effectifs de poissons dévalant en fonction des conditions nyctémérales à Camon et Pointis en 2012.....	19
Tableau 4 : Espèces recensées à Camon et à Pointis de Rivière en 2012.....	21
Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des salmonidés piégés	23
Tableau 6 : Effectifs des poissons piégés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière	27
Tableau 7: Effectifs des poissons transportés depuis les sites de piégeage.....	28
Tableau 8 : Récapitulatif des transports effectués pendant la période de piégeage	28
Tableau 9 : Effectifs de poissons piégés à la dévalaison par année.....	30
Tableau 10: Dates de début et de fin de migration des smolts de saumon de la Garonne au niveau des stations de piégeage de Pointis et Camon	33
Tableau 11: Comparaison des biomasses déversées et des biomasses piégées.	35
Tableau 12: 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.	35
Tableau 13 : Résultats d'efficacité et types de fonctionnement de l'usine pour les lots lâchés dans le canal de Pointis et de Camon et piégés à Camon en 2012 (en rose les lots écartés pour le traitement des résultats)	45
Photo 1 : Camion pour le transport des smolts.....	12
Photo 2 : Deux phénotypes de truite fario à robe sombre (TRF) photo de gauche et pré smolt (TBL) photo de droite observés dans les pièges.....	22
Photo 3 : Smolt de saumon atlantique capturé sur la Garonne à Pointis	23
Photo 4 : Seringue et marque pit-tag.....	40

INTRODUCTION

Le saumon atlantique (*Salmo salar*) est un poisson migrateur amphibiotique, potamotouque 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 des cours d'eau 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 2012 au niveau des deux stations de Camon et de Pointis de Rivière. Dans une deuxième partie, sont résumés les principaux résultats obtenus lors des opérations menées sur la Garonne amont depuis 1999 à savoir : les déversements, le suivi biologique et le piégeage transport. Une troisième partie présente le déroulement et les résultats des opérations de marquage détection entreprises depuis 2005 pour mieux évaluer les efficacités des deux systèmes de piégeages.

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 et en particulier Mr Pierre Sanegre pour le suivi de la convention de piégeage et sa participation aux opérations de test d'efficacité des dispositifs,

Equipe de travail MIGADO

Coordination et Rédaction

Chargés de missions : Stéphane Bosc

Responsable des 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 : Caroline Gayet et Pierre Mesnier

Stagiaire : Emma Roberts

Production salmonicole :

Christian Viguiet, Luc Maynadier et Pascal Baudouin

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 07 mars 2012 sur les sites de Camon et de Pointis pour se terminer le 06 mai 2012 à Pointis et le 10 mai 2012 à Camon. L'installation du matériel sur les sites (caméra vidéo, lampes...), les différents réglages et la préparation des bassins (nettoyage, vérifications d'usage) ont été réalisés le 2 mars 2012. Le démontage du matériel et la mise en hivernage de la station (nettoyage, vidanges des conduites d'alimentation...) ont été effectués les 10 et 11 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 (voir annexe schéma 1 et 2).

Les éclairages d'attrait ont été modifiés en 2010 à Pointis : 3 nouvelles lampes à vapeur de sodium ont été placées au-dessus des entrées des deux exutoires sur chaque rive et une 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 5 minutes.

1.2.3 Problèmes liés aux piégeages

Durant la campagne, les stations de Camon et de Pointis ont cessé de fonctionner respectivement à partir de 4h et 3h du matin le 22 mars 2012 pour cause de crue et ont redémarré dans l'après-midi. Une deuxième crue a interrompu le piégeage sur les deux sites à partir de 22h dans la nuit du 28 avril jusqu'au 30 avril en fin de matinée. Le piège de Pointis a cessé de fonctionner le 6 avril jusqu'à la fin de la campagne de dévalaison le 11 avril pour cause de dysfonctionnement de la régulation de l'automate occasionné par de forts orages (perte du capteur amont).

1.2.4 Personnel présent sur les sites

Les stations de Camon et Pointis de Rivière ont nécessité une surveillance régulière du système de piégeage durant la période de l'étude (environ toutes les 2 heures et demie) de jour comme de nuit. Le jour, 2 personnes (1 personnel MIGADO et 1 stagiaire) gèrent l'entretien, la maintenance et le suivi biologique des 2 stations. La nuit, 1 agent technique réalise l'entretien, le dépouillement des enregistrements vidéo et la surveillance des 2 sites. Ces postes ont nécessité un roulement de 4 personnes pour le jour et 2 personnes pour la nuit.

Le fonctionnement général a ainsi été assuré grâce à la présence d'un stagiaire (convention MIGADO/Université de Pau et des Pays de l'Adour, License L1 DYNEA), de deux agents techniques, de deux techniciens 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 hydrauliques des aménagements ont été fournis 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	2 heures	Pendant le piégeage	enregistreur EDF	EDF Groupement de Camon
Débits de la Garonne à Gourdan	Valentine	2 heures	Pendant le piégeage	enregistreur EDF	EDF Groupement de Camon
Débit turbiné par l'usine de Pointis (par groupe)	Pointis	2 heures	Pendant le piégeage	enregistreur EDF	EDF Groupement de Camon
Cote NGF Bassin de mise en charge de Camon	Pointis	2 heures	Pendant le piégeage	enregistreur EDF	EDF Groupement de Camon
Débit turbiné par l'usine de Camon (par groupe)	Camon	2 heures	Pendant le piégeage	enregistreur EDF	EDF Groupement de Camon
Ouverture de la vanne by pass de Camon	Camon	2 heures	Pendant le piégeage	enregistreur EDF	EDF Groupement de Camon
Débit de l'exutoire de Camon	Camon	2 heures	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 les traitements 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 crue et transparence). 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 11 mai 2012, soit une période qui s'étend sur 66 jours, durant laquelle les pièges de Camon et Pointis ont été fonctionnels respectivement 94,6% et 88% du temps. En effet, hormis les arrêts quotidiens de faible durée nécessaires pour l'entretien des grilles de filtration, quatre autres types d'évènements ont contribué à une diminution du temps de piégeage (tableau 2). Il s'agit des chasses aux barrages (3 à Rodère et 4 à Ausson), des arrêts pour cause de biométrie, de maintenance et de crue.

Nature	Arrêts à Camon			Arrêts à Pointis		
	Nombre	Durée	Pourcentage	Nombre	Durée	Pourcentage
Vérifications	373	0	0%	189	0	0%
Entretien des grilles	41	7,9h	9,3%	146	29,8h	17,1%
Biométries	2	1,5h	1,8%	13	12,1h	6,9%
Chasse	3	32,3h	37,9%	4	9,0h	5,2%
Maintenance	5	3,2h	3,7%	13	73,9h	42,3%
Crue	2	40,2h	47,3%	2	49,9h	28,6%
Transparence	0	0	0%	0	0	0%
Total	426	66, h	100%	367	174,6h	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 6,0°C le 6 mars, un maximum de 10,4°C le 11 mai et une moyenne de 8,2°C.
- pour la Garonne à Valentine, un minimum de 7,2°C à Valentine le 6 mars, un maximum de 12,2°C le 9 mai et une moyenne de 9,7°C.
- pour la Neste, un minimum de 3,8 °C le 7 mars, un maximum de 12,7°C le 11 mai et une moyenne de 9,7 °C.

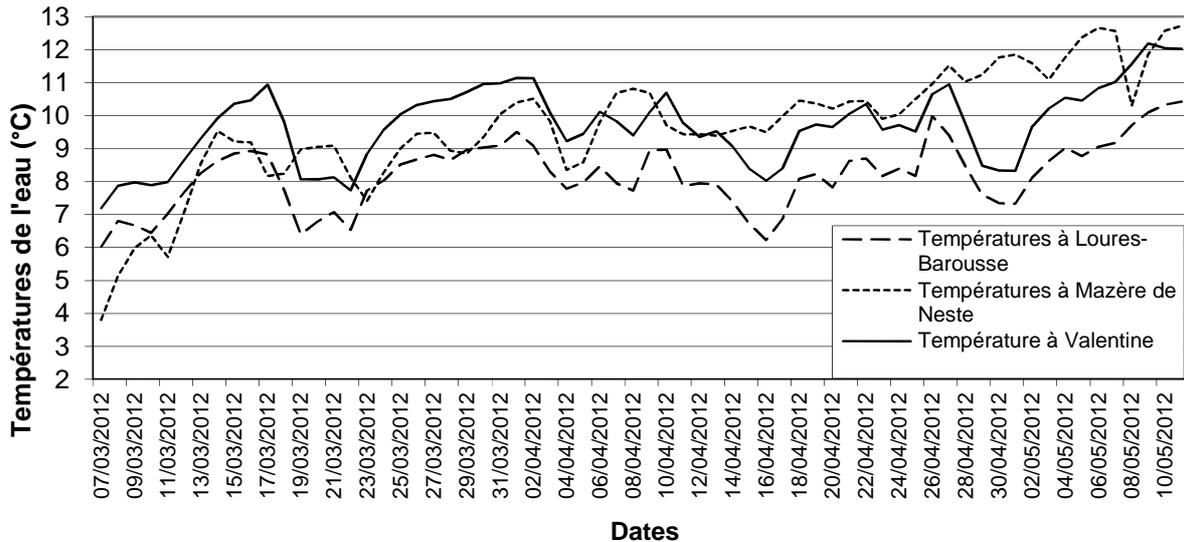


Figure 2 : Températures moyennes journalières relevées sur la Garonne à Loures-Barousse et Valentine et sur la Neste à Mazère de Neste pendant la période d'été

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} , Kinkelin et al, 1981). Les mesures indiquent une oxygénation de l'eau comprise entre $5,9 \text{ mg.l}^{-1}$ et $11,1 \text{ mg.l}^{-1}$ avec une valeur moyenne de $10,0 \text{ mg.l}^{-1}$, soit respectivement 82,6 %, 90,9 % et 87,0 % 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 22 mars, 29 avril et 11 mai.

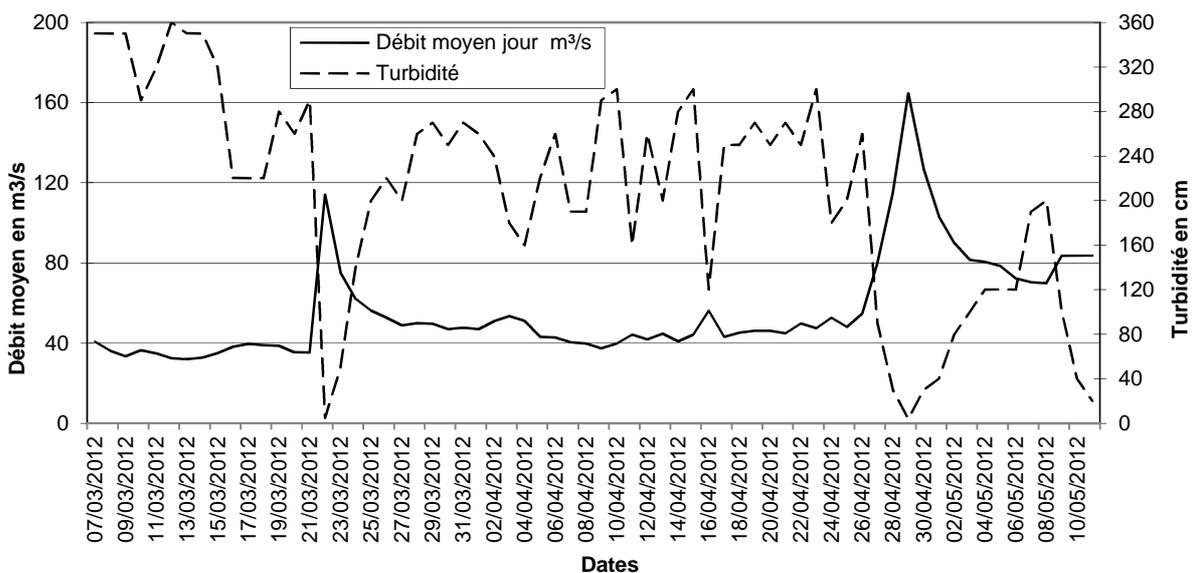


Figure 3 : Evolution de la turbidité (en cm mesurée au disque de Secchi) et du débit moyen journalier (en m^3/s) de la Garonne enregistrés à Valentine (DREAL).

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 32 à 165 m³/s (annexe 3) pour un débit moyen sur l'ensemble de la campagne (du 7 mars au 11 mai 2012) de 56m³/s.

L'hydrologie de la Garonne durant le printemps 2012 a été relativement faible. Le mois de mars (du 8 au 31 mars) avec des débits compris entre 32 et 114 et un débit moyen de 45 m³/s a connu une hydrologie inférieure à sa moyenne mensuelle calculée sur la période 1986-2011 (annexe 4). L'hydrologie du mois d'avril a elle aussi été très faible avec un débit moyen mensuel de 58 m³/s et un coefficient d'hydraulicité de 0,79. Le débit moyen mensuel du mois de mai avec 101.5 m³/s est, quant à lui, dans la moyenne rencontrée depuis 1986 (coefficient d'hydraulicité de 0,95)

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 2012. 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 1 groupe dans la première partie de la saison de piégeage (du 8 au 20 mars), avec deux groupes (G3 et G2) la plus grande partie du temps (du 21 mars au 27 avril) et 3 groupes en fin de campagne (du 28 avril au 9 mai).

Au total, 3 chasses ont été réalisées au barrage de Rodère pendant la période de piégeage les 22 et 27 avril et 10 mai. La centrale a aussi connu 2 arrêts pour cause de veille de crue le 22 mars et le 28 avril.

2.3.2.2 Usine de Pointis

La figure 5 détaille le fonctionnement général de l'usine de Pointis pendant la saison de piégeage 2012. Chaque groupe turbine au maximum 20 m³/s et produit environ 2,5 MW.

Lors de la saison de piégeage 2012, l'usine de Pointis a connu un fonctionnement identique à celle de Camon. Elle n'a pu fonctionner à plein régime qu'en fin de période. Pour optimiser le piégeage, les groupes 1 et 2 ont été mis prioritairement en marche.

Au total, 4 chasses ont été réalisées au barrage d'Ausson pendant la période de piégeage les 16 et 22 mars et 6 et 26 avril. Deux arrêts pour veille de crue ont, comme à Camon, été également effectués le 22 mars et le 28 avril.

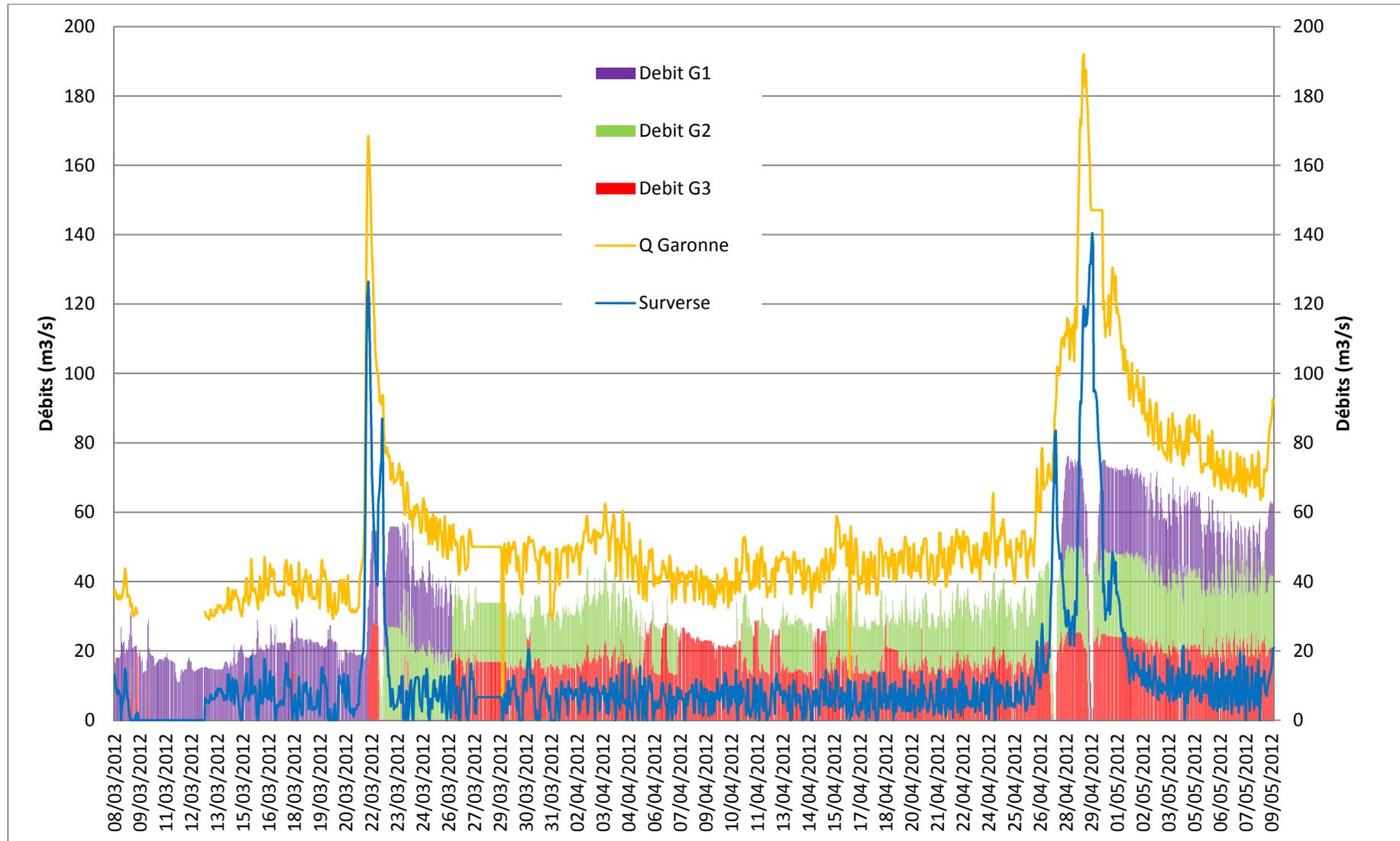


Figure 4 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Camon durant la campagne 2012 (débit exprimé en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

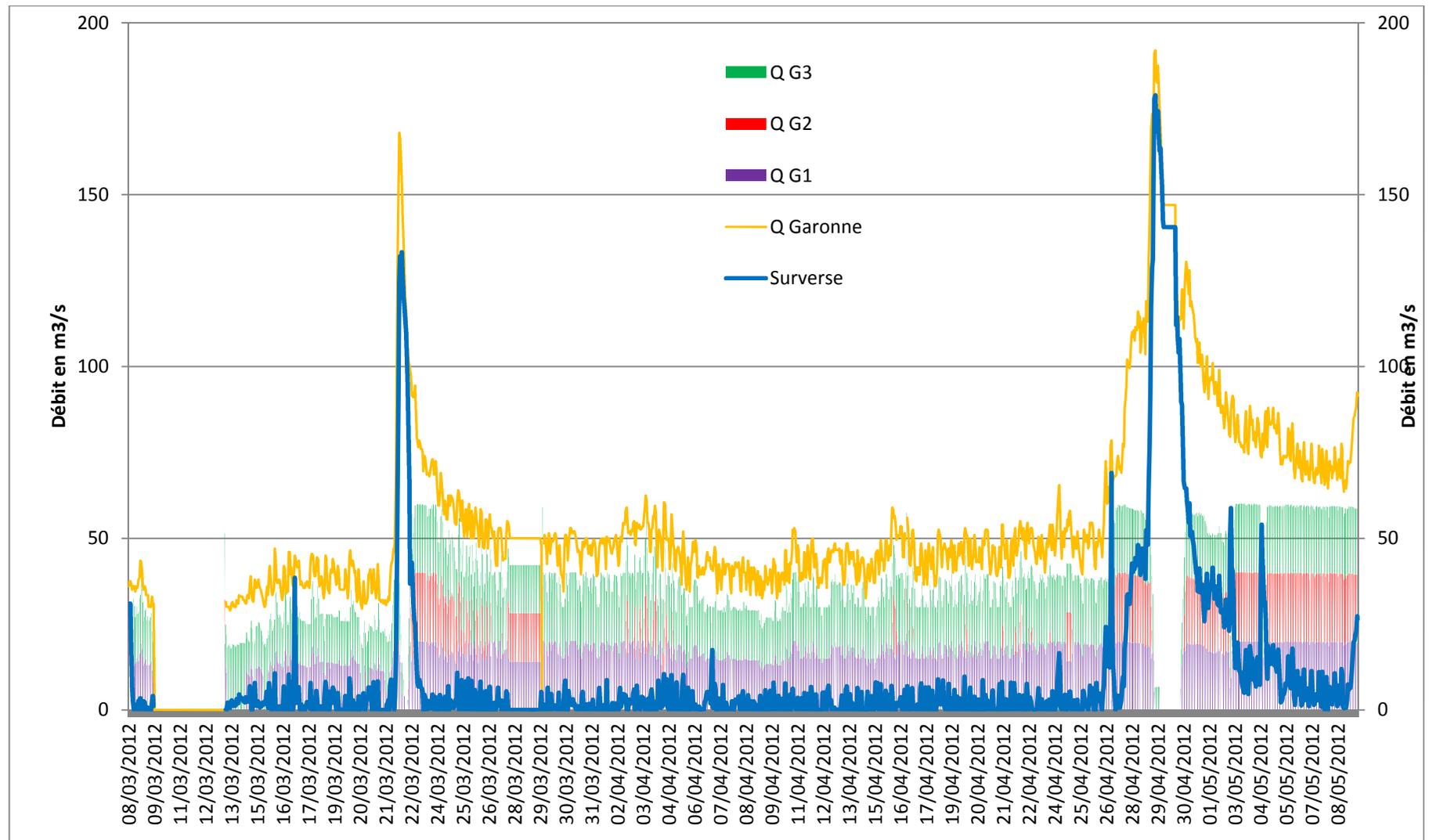


Figure 5 : Détails du fonctionnement des groupes de l'usine de Pointis durant la campagne 2012 (débit exprimée en m³.s⁻¹)

2.3.3 Exutoire de Camon

Depuis 2010, des travaux réalisés par EDF ont consisté à changer l'automate, modifier la programmation et la source qui informe l'automate de la valeur de la cote du plan d'eau au niveau du BMC (branchement sur un nouveau capteur de niveau BMC situé à l'amont immédiat de l'entrée de l'exutoire).

Les modifications apportées en 2010 sur l'automate de régulation ont amélioré le fonctionnement de l'asservissement avec un débit transitant dans l'exutoire beaucoup plus stable et plus important. D'autre part, et afin d'assurer un débit constant dans l'exutoire, les groupes de l'usines sont bridés afin que l'altitude du plan d'eau du BMC ne descende pas en dessous de la cote de 393,46 mNGF

Depuis 2011, la mise en place d'un enregistreur permet de connaître le débit transitant dans l'exutoire de Camon. Il permet de constater que le débit est relativement stable autour de 2,8 m³/s.

Le débit dans l'exutoire a été calé sur la valeur relative de 2,80 m³/s affichée sur l'automate correspondant au maximum de débit qui peut être entonné par la grille de filtration du piège sans qu'il y ait de préjudice pour les poissons. Pour assurer un niveau d'eau suffisant en amont de la vanne de l'exutoire, de manière à ce que la prise d'eau d'alimentation des bassins de stockage des poissons ne soit pas dénoyée, un déflecteur a été installé en début de campagne 2011. Il n'a pas été constaté de rupture de l'alimentation en eau des bassins de stockage des poissons lors de cette campagne de piégeage.

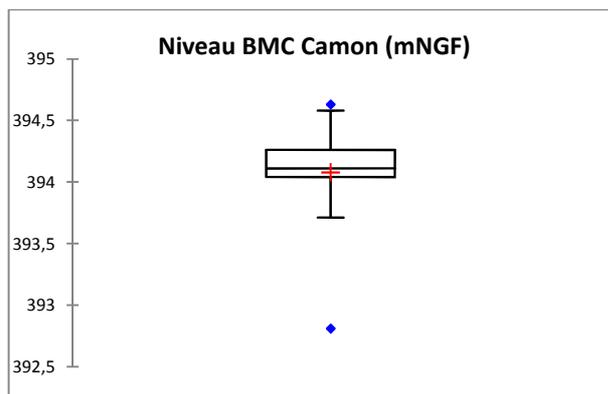


Figure 6 : Variations du niveau de l'eau dans le Bassin de Mise en Charge de la centrale de Camon lors de la campagne (en m NGF)

2.3.4 Exutoire de Pointis

Depuis 2011, la mise en place d'un enregistreur permet de connaître le débit transitant dans l'exutoire de Pointis. Ce dernier permet de constater que le débit transitant dans l'exutoire de Pointis est stable autour de 3 m³/s.

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 60 piégeages pour Pointis.

Pour le site de Camon, le suivi vidéo a fonctionné avec une fiabilité moyenne de 94,4% (de 33,3% à 100%).

A Pointis, le suivi vidéo affiche une fiabilité de fonctionnement légèrement plus faible (soit une moyenne de 87,0% oscillant de 50,3% à 100%). Avec 9,3% d'erreurs en moyenne (soit 13 791 individus comptés à la vidéo sur 14 843 réellement piégés), le suivi vidéo de Pointis reste très efficace. Cependant, des difficultés de réglage de la nouvelle caméra n'ont pas permis d'être efficace dès le début de la campagne. En éliminant la période du mois de mars où ces réglages ont été réalisés et en considérant les résultats d'avril et mai, on obtient une efficacité moyenne de 91,9%.

2.4.1.2 Passage sur 24 heures

L'enregistrement vidéo a permis de dénombrer **21 986 poissons** pour l'ensemble des deux sites : **7 334 à Camon et 13 791 à Pointis** entre le 08 mars et le 11 mai 2012. 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 (84 %) entre 20h30 et 8h30. Il est à noter pour cette campagne une différence importante de la répartition des passages entre le jour et la nuit suivant les deux pièges avec, à Pointis, plus de 40% des poissons piégés le jour (42,9 %) pour seulement 5,7 % à Camon.

Phase	Camon		Pointis		Global	
	Effectifs filmés	Pourcentage	Effectifs filmés	Pourcentage	Effectifs filmés	Pourcentage
Jour	421	5,7 %	5913	42,9 %	6 334	30 %
Nuit	6 913	94,3 %	7 878	57,1 %	14 791	70 %
Total	7 334	100 %	13 791	100 %	21 125	100 %

Tableau 3 : Effectifs de poissons dévalant en fonction des conditions nyctémérales à Camon et Pointis en 2012

A Camon, 94,3% 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 7). 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 font essentiellement la nuit entre 20h et 3h du matin. Le plus grand nombre de passages de poissons a été observé à 21h.

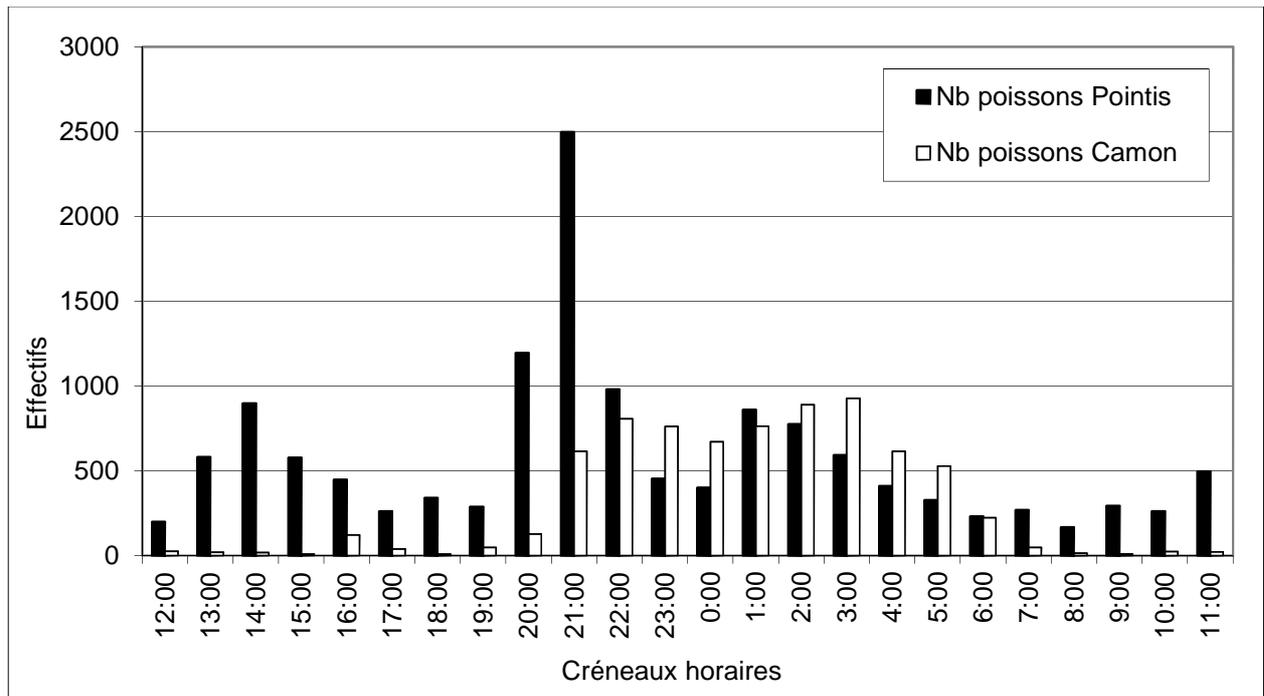


Figure 7 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Camon et à Pointis en 2012

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 8 correspond aux individus piégés quotidiennement sur une période de 24 heures qui débute à 8h30. (Exemple : le passage journalier du 20/03/12 prend en compte les poissons piégés entre 8h30 le 19/03/12 jusqu'à 8h30 le 20/03/12).

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 relative des débits de la Garonne survenue entre le 22 et le 26 mars (élévation des débits moyen journaliers de la Garonne de 35 à 114 m³/s).

La campagne de piégeage 2012 a connu principalement 3 grandes périodes d'affluence, centrées autour des 22 mars, 16 avril et 28 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 500 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 22 au 24 mars 2012 a favorisé la dévalaison des smolts et fait apparaître un premier pic important de la saison avec 2 760 smolts de saumon piégés. Deux autres pics se succéderont en fin de saison le 25 avril et du 27 au 28 avril, avec respectivement 2 130 et 9 300 smolts dévalants.

Les passages des poissons se sont déroulés avec des températures moyennes journalières comprises entre 6 et 11°C.

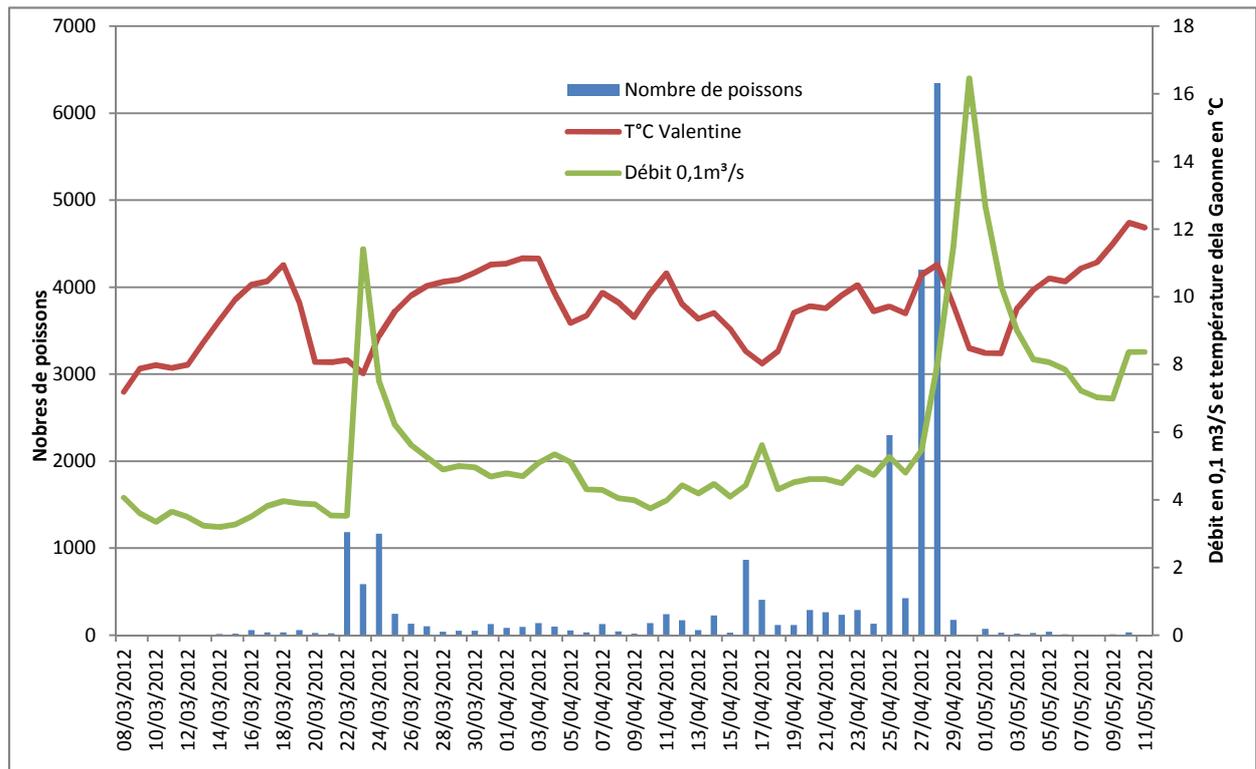


Figure 8 : Evolution des passages journaliers de poissons dévalant au cours de la période de piégeage à Camon et Pointis en fonction de la température de l'eau (° C) et du débit de la Garonne (0,1m³.s⁻¹) mesurés à Valentine

2.5 Relevés de paramètres biologiques (Biométrie)

Lors des 119 relevés de paramètres biologiques effectués sur les deux sites de Camon et de Pointis de Rivière, respectivement 3 206 et 3 937 poissons (soit 44,9% et 26,5% 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, 10 espèces de poissons ont été recensées pendant l'ensemble de la campagne (Tableau 4), et ont fait l'objet de relevés de paramètres biologiques.

Famille	Non vernaculaire	Nom scientifique	Code
Cyprinidés	Barbeau fluviale	<i>Barbus barbus</i>	BAF
Cyprinidés	Chevesne	<i>Leuciscus cephalus</i>	CHE
Cyprinidés	Goujon	<i>Gobio gobio</i>	GOU
Cobitidés	Loche franche	<i>Nemacheilus barbatula</i>	LOF
Percidés	Perche	<i>Perca fluviatilis</i>	PER
Cyprinidés	Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ROT
Salmonidés	Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>	SAT
Salmonidés	Saumon de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>	SDF
Cyprinidés	Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TAN
Salmonidés	Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i>	TRF

Tableau 4 : Espèces recensées à Camon et à Pointis de Rivière en 2012

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 9) est due à la perte d'écaillés inférieures 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 7143 poissons observés (soit 32,5 % du nombre total de poissons piégés), la majorité est en bonne santé et ne présente pas de problème particulier à 94,5%. Seuls 4,91% sont porteurs d'une anomalie sanitaire, 0,93% ont 2 atteintes et 0,18% 3 atteintes.

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

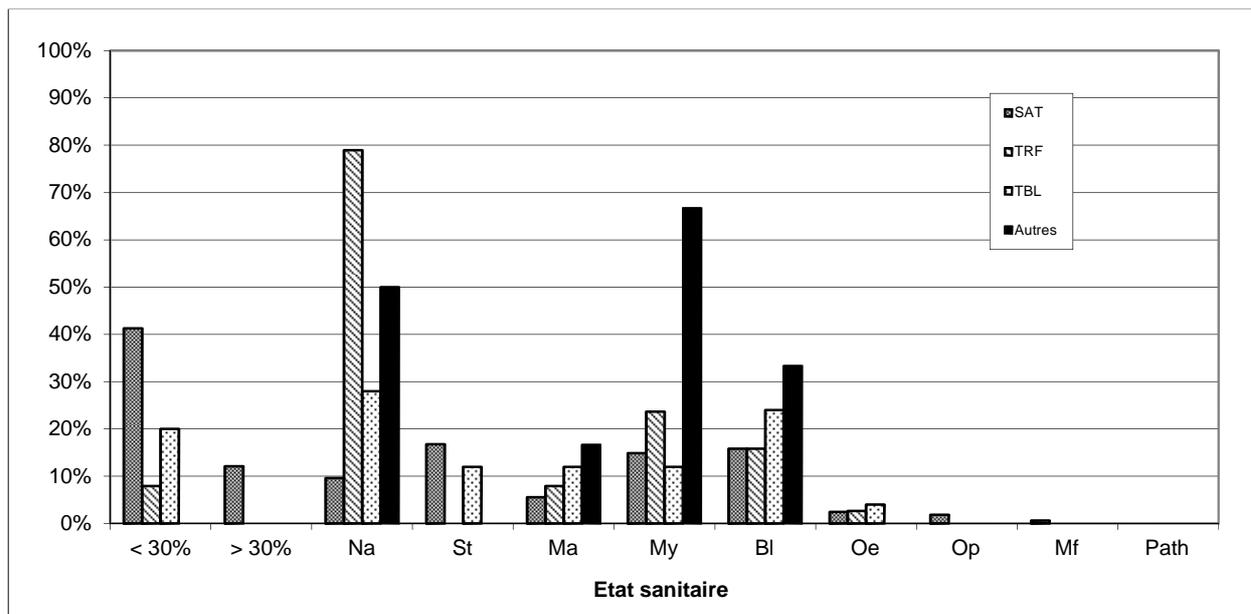


Figure 9 : Proportion de chacune des anomalies sanitaires relevées sur les individus classés « non sains » échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière en 2012

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

2.5.3 Caractéristiques biométriques des salmonidés

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

Espèces	Effectifs	Lt min (mm)	Lt max (mm)	Lt moy (mm)	P min (g)	P max (g)	P moy (g)
SAT	6442	100	283	170,4	10	200	43,2
TRF	119	127	465	209,2	20	932	110,2
TRFBL	543	121	314	184,9	20	400	64,8

Tableau 5 : Caractéristiques biométriques des salmonidés piégés

Les smolts de saumons échantillonnés présentent une taille moyenne (longueur totale Lt) de 170 mm et un poids moyen de 43.2 g. Les tailles des smolts varient de 100 mm à 283 mm et les poids sont compris entre 10g et 200g. Les truites (TRF) présentent une longueur totale moyenne de 209 mm et un poids moyen de 110,2g les truites smoltifiées (TRFBL) ont une longueur moyenne de 184 mm et un poids moyen de 64,8g.

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 10 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 tailles 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 2011 (c.f. § 3.3.2).

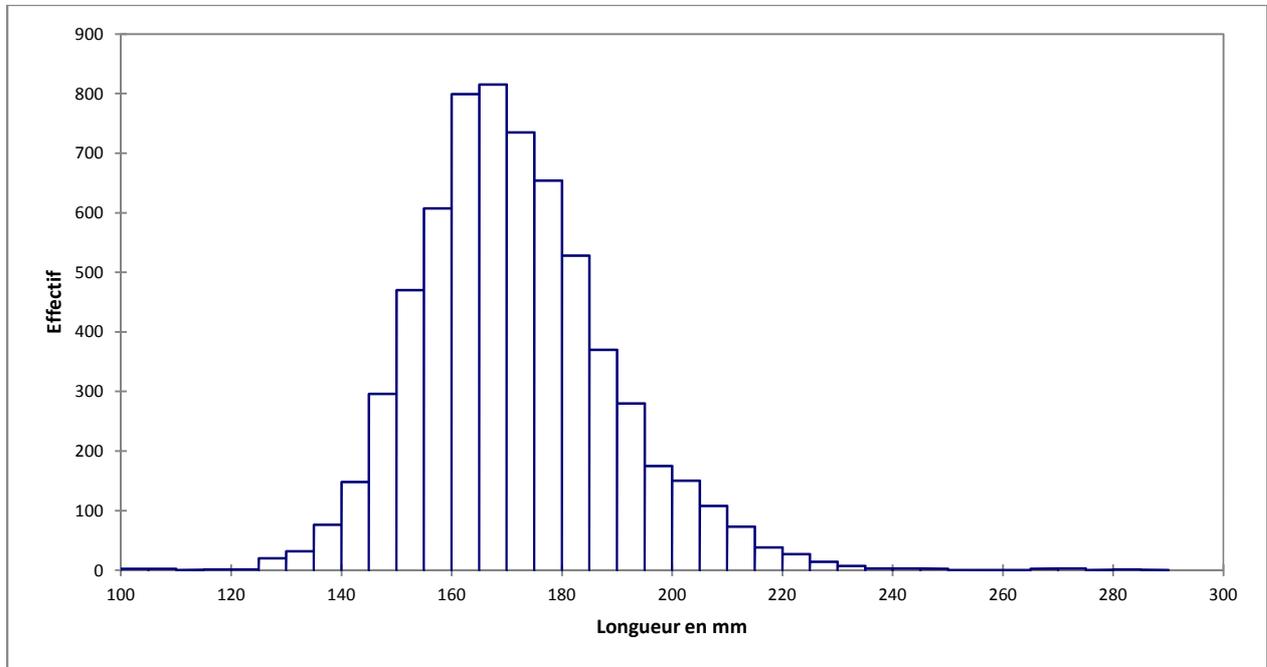


Figure 10 : Structure du peuplement des smolts de saumon atlantique (classes de tailles en mm) d'après l'échantillonnage effectué sur les 2 sites (Camon et Pointis de Rivière)

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 11. Les smolts d'âge 2+ représentent 50% et plus des saumons échantillonnés en début de campagne et jusqu'au 21 mars. La proportion s'inverse au moment du pic du 22 mars où ce sont majoritairement des smolts 1+ qui dévalent. On note une forte proportion de smolts 2+ le 09 avril, 83% et le 16 avril, 59%. Pour les autres jours et jusqu'à la fin de la campagne, les smolts 1+ resteront très majoritaires de 60% à 100% des smolts dévalants. On observe généralement une diminution de la taille et de l'âge des smolts au cours de la migration (BAGLINIERE et al., 1986).

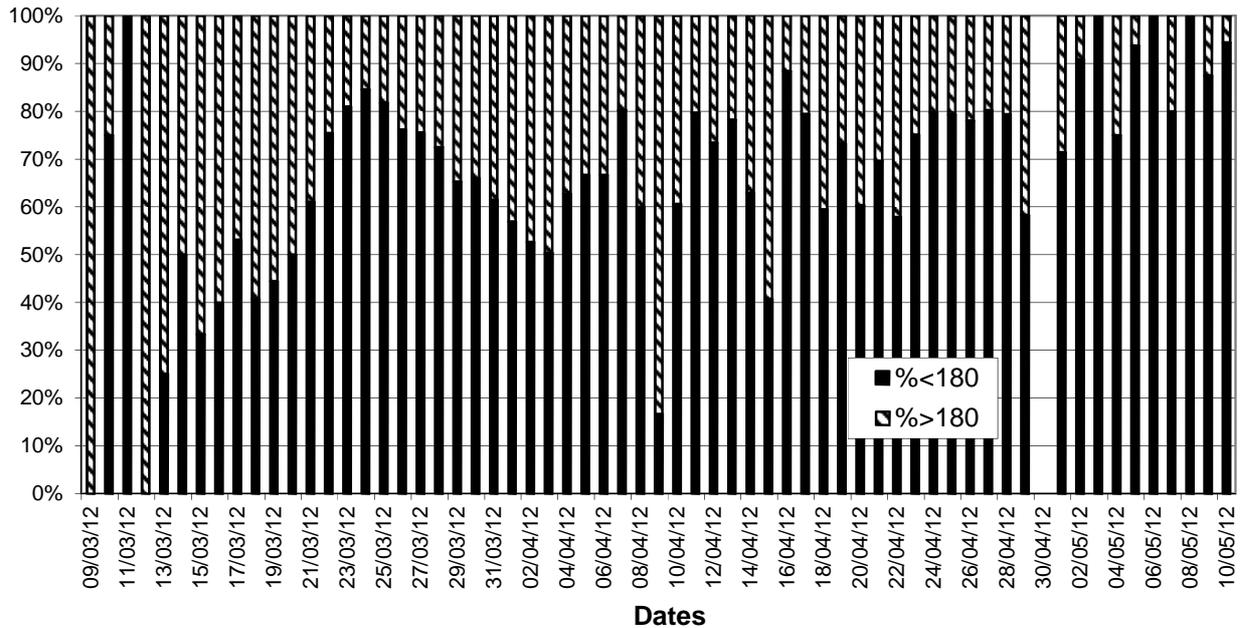


Figure 11: Evolution de la proportion de SAT de plus de 180 mm (âge 2 +) par rapport à l'ensemble des SAT mesurés lors de chaque biométrie à Camon et à Pointis de Rivière

- Relation taille/poids

Le graphique de la figure 12 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 ($R^2 = 0,883$).

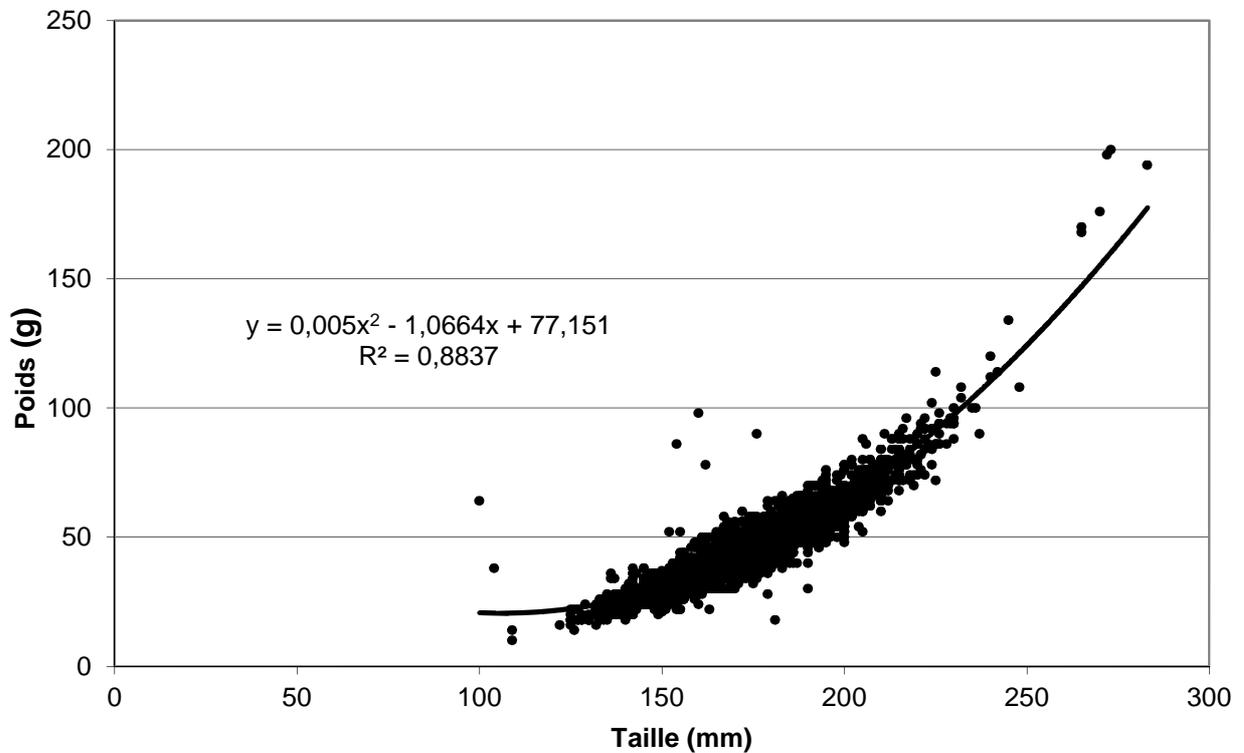


Figure 12: Relation taille/poids des saumons atlantiques échantillonnés

- 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 2012, les coefficients de condition des smolts de saumon varient de 0,52 à 1,73 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 13. 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.

- Coefficients de condition :

Les résultats indiquent pour les truites fario « à robe classique » une valeur minimale de 0,44 ; maximale de 1,34 et moyenne de 0,93 et pour les truites fario smoltifiées « blanchissantes » une valeur minimale de 0,64, maximale de 1,59 et moyenne de 0,93.

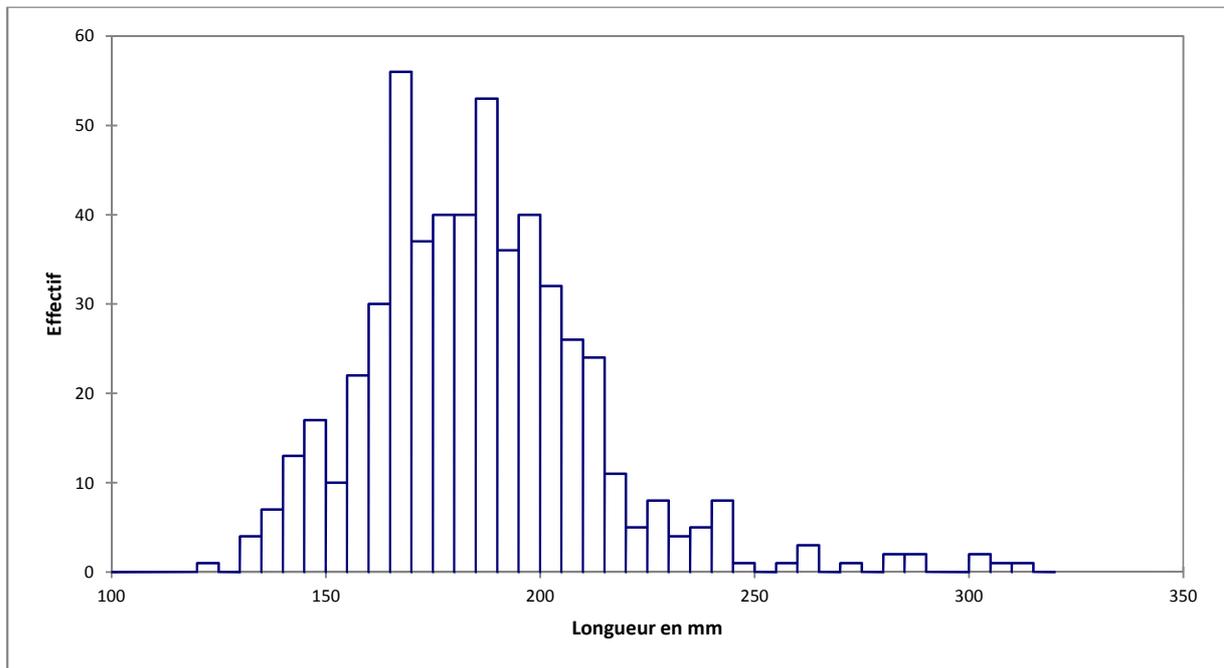


Figure 13: Structure du peuplement des truites fario (TRF et TRF BL) dévalantes d'après les échantillons mesurés à Camon et Pointis de Rivière

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, **21 986 poissons** ont été capturés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière dont **19 859 smolts de saumon** (soit 90,4% de l'effectif total). Ces effectifs ne tiennent pas compte des smolts produits en pisciculture et utilisés pour les opérations de marquage détection ainsi que les smolts sauvages utilisés pour le marquage et recapturés.

Les truites fario et smolts de truite représentent 2 093 individus soit 9,5% des poissons piégés et les autres espèces 34 poissons.

Le site de Pointis a piégé 67% du total des saumons (6 518 saumons à Camon et 13 341 à Pointis de Rivière). De 2003 à 2011, Pointis avait permis la capture de, respectivement, 47%, 62%, 44%, 37%, 36%, 44%, 41%, 42% et 36% 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 et les aménagements réalisés pour les rendre plus efficaces (cf. § 5).

	Poissons piégés				Total
	SAT	TRF	TRF BL	Autres espèces	
Camon	6 518	113	491	21	7 143
Pointis	13 341	141	1 348	13	14 843
Total	19 859	254	1 839	34	21 986
Pourcentage	90,3%	1,1%	8,4%	0,2%	100%

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

2.6.1.2 Mortalités

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

- Sur la grille de filtration

Sur l'ensemble de la campagne, 10 poissons morts (9 smolts de saumons) ont été récupérés sur la grille de Camon et 14 poissons morts (11 smolts de saumons) à Pointis de Rivière. Il s'agit d'individus en mauvais état qui se sont laissé entraîner dans l'exutoire.

- Dans le bassin de stabulation

48 poissons morts ont été récupérés dans les bassins de Camon (39 SAT, 6 TRF, 1 TBL et 2 Loches) et 69 dans ceux de Pointis (59 SAT, 1 TRF, 4 TBL et 5 autres). 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, 141 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 **23 056** poissons ont été transportés. La différence d'effectif avec le nombre de poissons piégés (1 079 individus supplémentaires) correspond au décompte des poissons morts du nombre total des poissons capturés et à l'ajout des smolts de saumons produits en pisciculture utilisés pour les tests de marquage détection et qui ont été recapturés.

	Poissons transportés					
	SAT	TRF	TRF BL	Autres espèces	SAT piscicultures	Total
Camon	6 873	108	490	20	0	7 491
Pointis	12 994	139	1343	10	1079	15 565
Total	19867	247	1833	30	1079	23056
Pourcentage	86,2%	1,0%	8,0%	0,1%	4,7%	100%

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

12 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
20/03/2012	1	250	227	10	7	6	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
23/03/2012	2	1 795	1 686	70	34	5	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
26/03/2012	3	1 541	1 460	7	74	0	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
03/04/2012	4	687	660	11	12	4	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
13/04/2012	5	1 036	989	7	39	1	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
17/04/2012	6	1 683	1 605	33	44	1	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
24/04/2012	7	1 904	1 830	11	62	1	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
25/04/2012	8	2 430	2 253	14	163	0	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
27/04/2012	9	4 581	3 995	24	562	0	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
28/04/2012	10	6 310	5 637	28	645	0	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
03/05/2012	11	690	517	19	150	4	Lamagistère (82)	Camon / Pointis
11/05/2012	12	149	87	13	41	8	Carbonne (31)	Camon / Pointis

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

3 BILAN INTER-ANNUUEL (2000-2012)

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 14 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 56 m³/s au mois de mars, 76 m³/s au mois d'avril et 112 m³/s au mois de mai (tableau en annexe 4).

Les débits moyens mensuels de la Garonne au printemps 2012 sont inférieurs aux valeurs de débits observées annuellement depuis la mise en fonctionnement des stations de piégeage transport à la dévalaison. Deux phénomènes de crue se sont produits en mars et en mai avec des débits respectifs de 114 et 164 m³/s et un retour à la normale 48 heures après.

Les débits moyens mensuels ont atteint pour les mois de mars, avril et mai 2012 respectivement 41 m³/s, 56 m³/s et 78 m³/s.

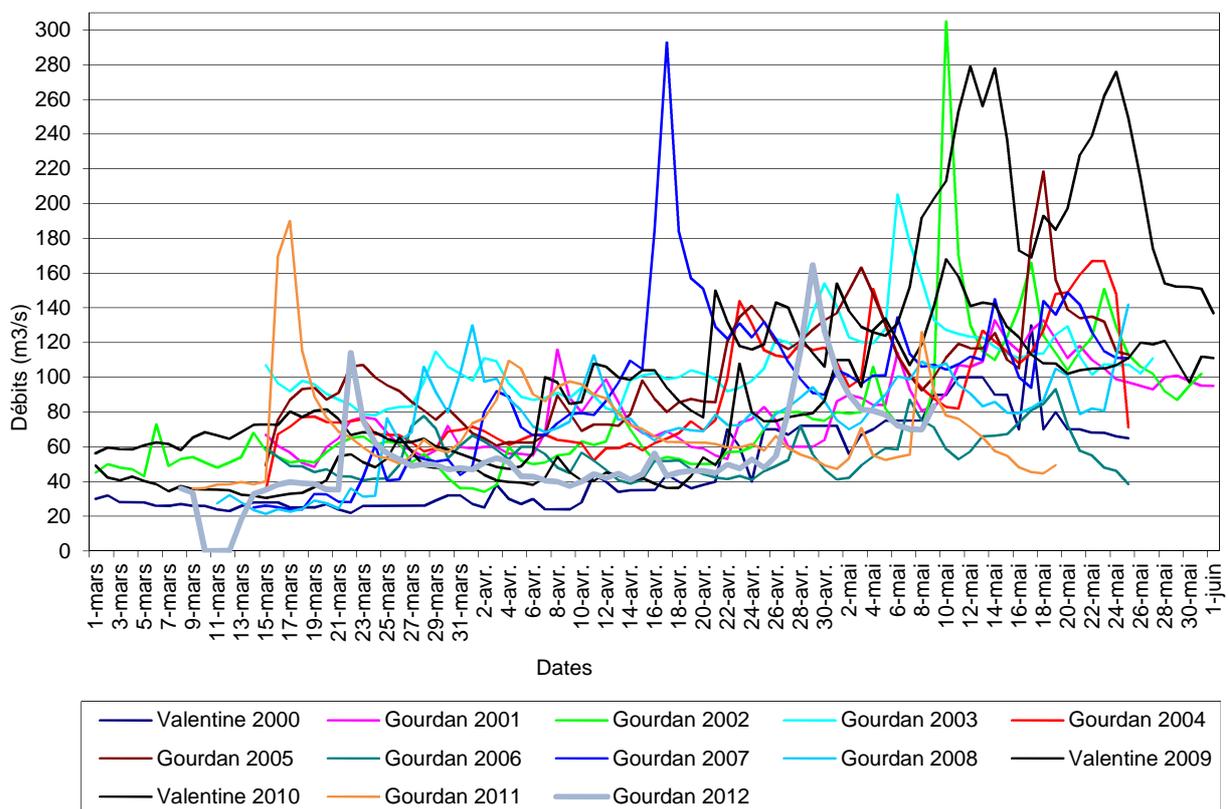


Figure 14 : Comparaison des débits journaliers de la Garonne mesurés à Valentine ou à Gourdan-Polignan de 2000 à 2012

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.15) 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 avec une amplitude minimum de 4,3°C et en 2011 avec une amplitude maximum de 9,3°C.

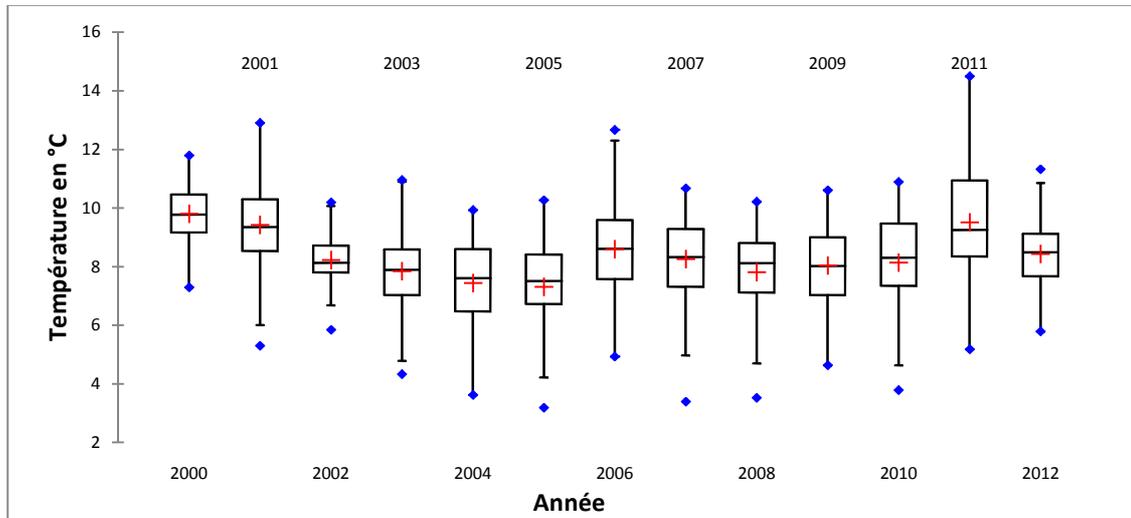


Figure 15: Températures de l'eau de la Garonne enregistrées à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles) entre 2000 et 2012 du 1^{er} mars au 31 mai

3.2 Evolution des effectifs piégés

3.2.1 Bilan par espèce

Le tableau 9 et la figure 16 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
Bilan (2000-2012)	172 609	9 030	19 252	28 282	953	201 844

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 85,5 % des effectifs piégés) et les truites fario (14,0 % des effectifs piégés dont plus des deux tiers 68,1% sont des smolts de truite en migration). Le nombre total de poissons piégés par campagne a varié de plus de 10 000 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 2 176 individus dont près de 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 blessures et ayant une dévalaison passive.

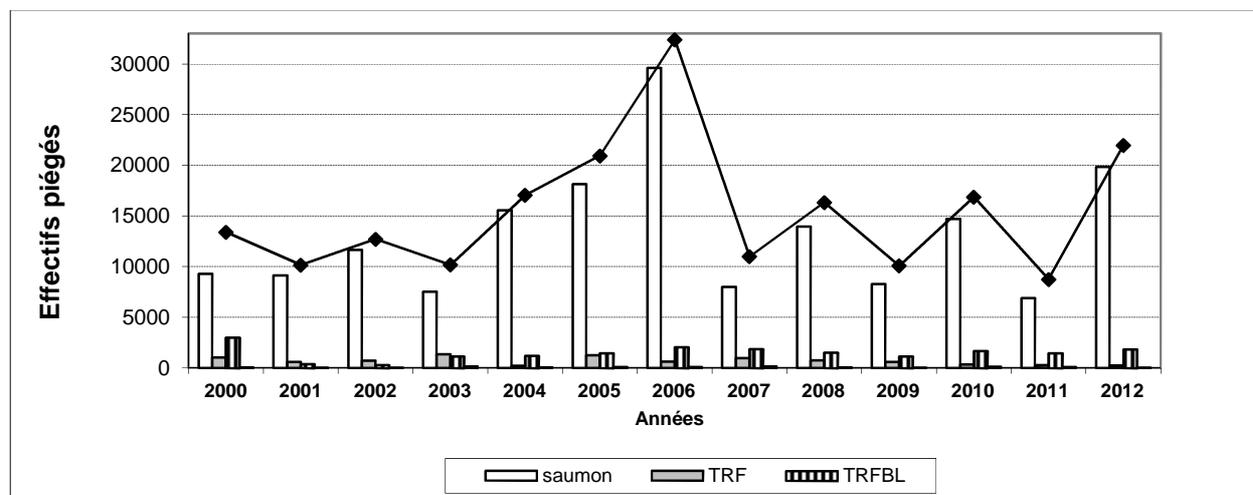


Figure 16: Effectifs piégés totaux et par espèces à Camon et à Pointis (depuis 2003).

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 17 indique l'évolution des effectifs cumulés de poissons piégés sur les 12 années de suivi. Une courbe moyenne (de 2000 à 2012) a été rajoutée afin de donner une idée plus précise de la dynamique de dévalaison sur la Garonne.

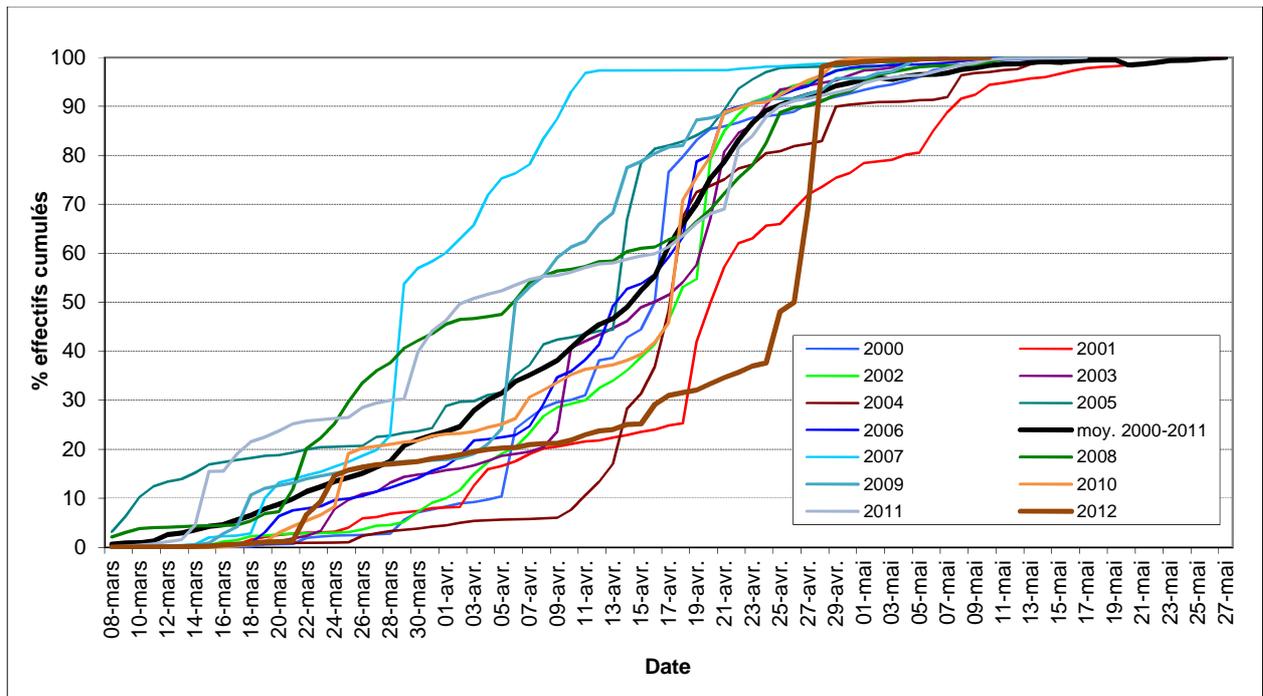


Figure 17: Evolution des effectifs cumulés de poissons piégés par année.

La période de dévalaison privilégiée se situe entre le 24 mars et le 8 mai, date à laquelle on obtient plus de 90 % des effectifs sur la période d'ouverture des pièges.

Au mois d'avril, plus précisément entre le 28 mars et le 26 avril, 80 % des smolts de la Garonne amont migrent vers l'océan.

Les résultats présentés dans les graphes des figures 17 et 18 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 18 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).

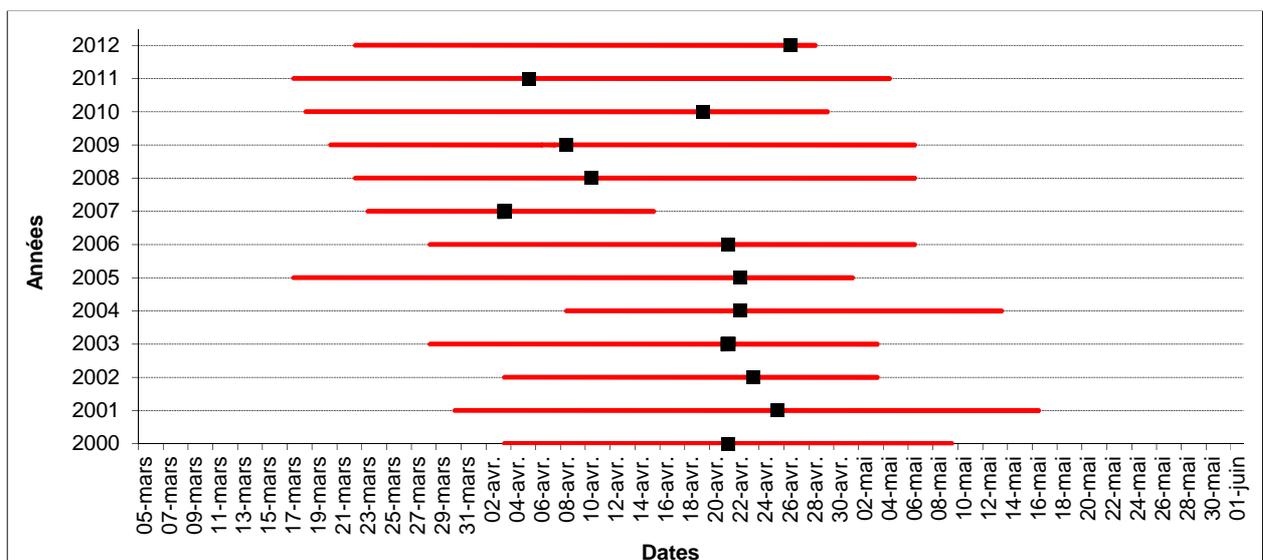


Figure 18: Evolution de la fenêtre de migrations des smolts par année

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 17 mars en 2005 au 8 avril en 2004. De même, la période de migration, peut-être, suivant les années, plus ou moins longue (de 30 à 47 jours : fin de migrations le 28 avril en 2012 et 17 mai en 2001). La durée moyenne de la migration observée sur les 10 années (2007 non comprise) est de 40 jours (la plus longue 48 jours et la plus courte 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 et 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
Moyenne*	25-mars	18-avr.	5-mai	41	496

*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 11), 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 représentent, suivant les années, plusieurs centaines de milliers de juvéniles (voir annexe 5 et figure 19). Les jeunes saumons repeuplés proviennent de la pisciculture de Pont-Crouzet (81) et sont soit de souche « Dordogne ou Garonne » issus de géniteurs sauvages ou enfermés, soit

de souche Adour issus de géniteurs enfermés (œufs produits par la pisciculture de Cauterets). 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 19 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 2012.

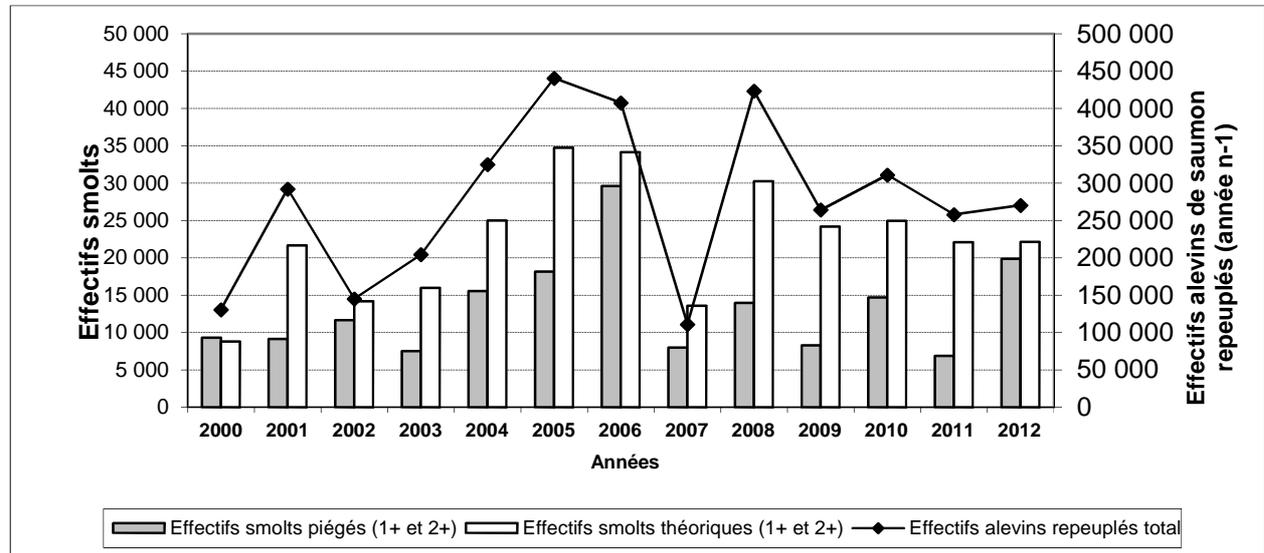


Figure 19: Comparaison interannuelle des effectifs de saumon repeuplés sur le bassin amont au stade alevin (année n-1), des effectifs de smolts piégés et potentiellement dévalants (théoriques)

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'échappements 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 (voir § 5).

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 2013, l'effectif théorique de smolts de saumons produits par les habitats de la Garonne et de la Neste serait de l'ordre de 24 000 individus.

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

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).

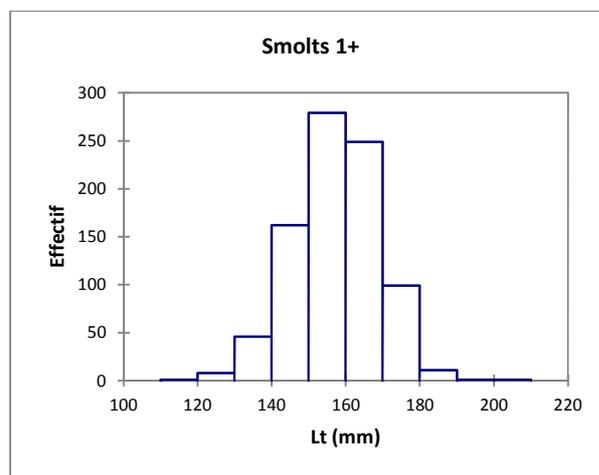


Figure 20: Répartition en classe de taille des saumons marqués par pigments au stade pré estival et contrôlés au stade smolt 1+ à Camon et Pointis

La répartition en classe de taille (Lt) des saumons appartenant à des lots marqués et recapturés un an après leur déversement (Figure 20) 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 6,9% (4,93% pour les smolts 1+ et 1,96% 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 21 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 87,2% réparties de façon cyclique : un contingent à plus forte proportion de smolts 1+ (de 72% à 87%) 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 (71,1%). L'âge moyen de smoltification est estimé à 1,27 an.

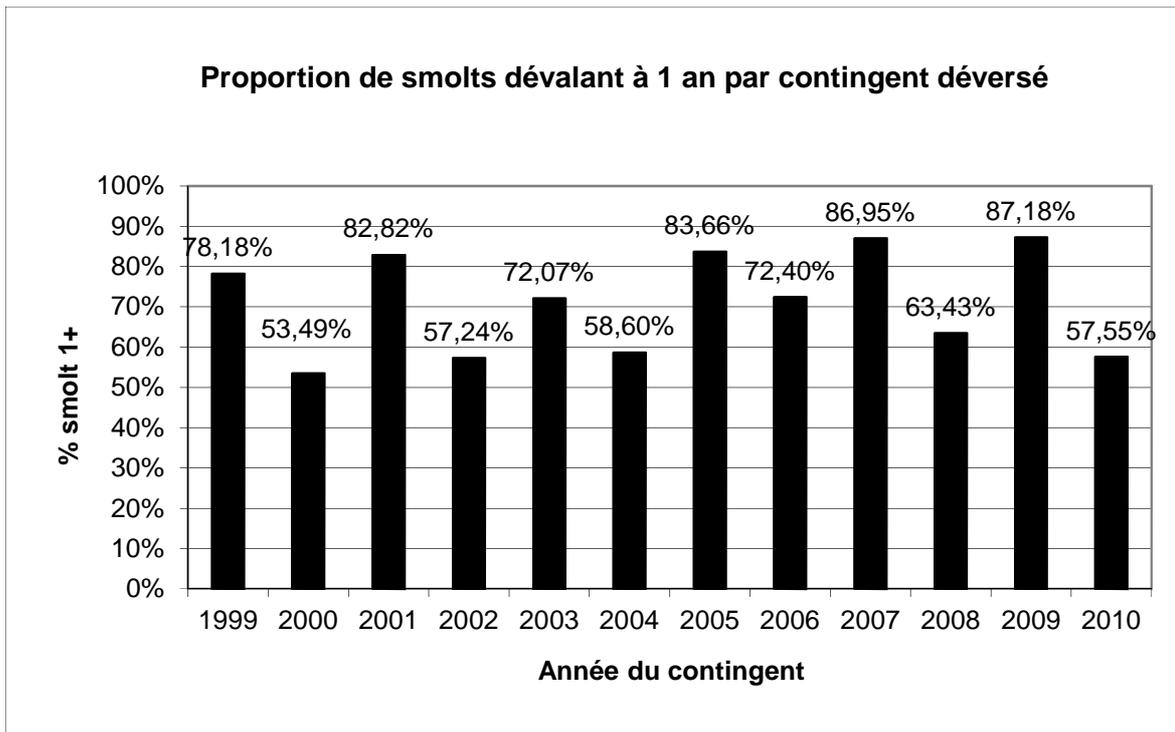


Figure 21: Proportion de smolts dévalant à 1 an par contingent déversé

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 22).

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).

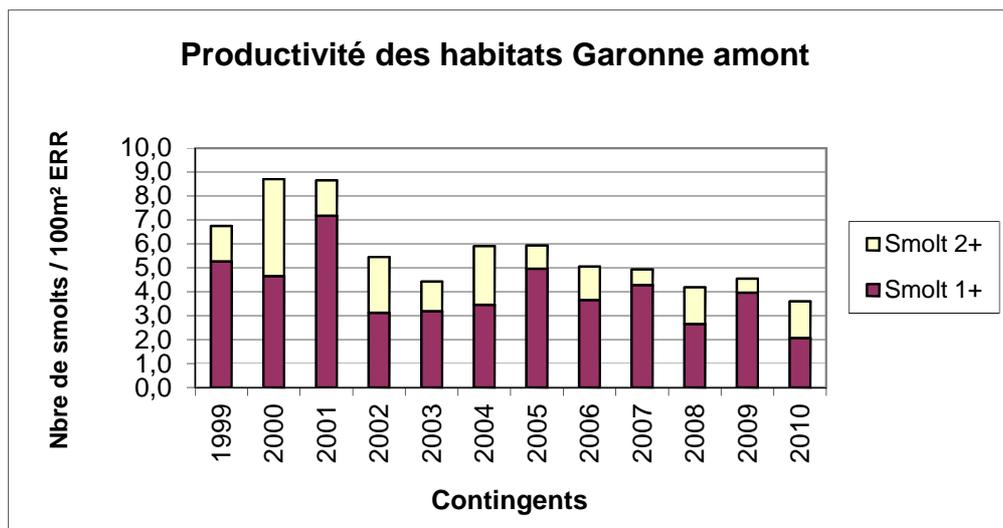


Figure 22: Productivité des habitats du haut bassin de la Garonne

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)

4 CONCLUSIONS

4.1 Campagne de piégeage 2012

La campagne de piégeage en dévalaison sur les sites de Camon et de Pointis de Rivière s'est déroulée du 7 mars au 10 mai 2012. 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, 7143 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, **21 986 poissons** ont été piégés sur l'ensemble des deux sites (7 143 à Camon et 14 843 à Pointis) : parmi eux, **19 859 étaient des saumons** (6 518 à Camon et 13 341 à Pointis), 2 093 truites fario dont 1 839 smoltifiées ont aussi été piégées et 34 individus appartenant à d'autres espèces.

Au total : **23 056 poissons dont 20 946 saumons** (des saumons de pisciculture recapturés ou non utilisés lors des opérations de marquage pour tester l'efficacité des exutoires ont aussi été transportés depuis Pointis), 2 080 truites et 30 individus appartenant à d'autres espèces ont été transportés lors de **12 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.

Les résultats issus de la vidéo montrent que le passage des smolts s'effectue principalement la nuit et qu'il est nécessaire et même indispensable de maintenir sur site une présence de personnel entre 22h00 et 6h00.

4.2 Bilan interannuel

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 3 584 250 individus déversés aux stades alevin et pré-estival pour une re-capture de 172 600 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 17 mars en 2005 au 8 avril en 2004). La durée moyenne de la migration observée sur les 9 années (2007 non comprise) est de 40 jours (la plus longue de 47 jours et la plus courte de 30 jours).

La proportion d'individus qui smoltifient et dévalent à 1 an est en moyenne de 71%. 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 par 100m² d'équivalents radier/rapide alevinés, la productivité moyenne des habitats du haut bassin de la Garonne est considérée comme très bonne.

5 EVALUATION DE L'EFFICACITE DES STATIONS DE PIEGEAGE

5.1 Introduction

Cette étude a été menée pendant la période de migration printanière des jeunes saumons lors des opérations de piégeage transport à la dévalaison sur les sites EDF de Pointis et Camon. Elle fait suite et complète les études réalisées par MIGADO de 2005 à 2011 (BOSC et al, 2012) et par le GHAAPPE de 1996 à 1998 à Camon et en 1998 au niveau de l'aménagement de Pointis (CARRY & al 1996, CARRY & al 1997 et CROZE & al 1998). Le protocole appliqué est identique à celui réalisé de 2005 à 2011 et globalement très proche de ceux employés pour les opérations réalisées par le GHAAPPE de 1996 à 1998.

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

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

Les opérations de marquages réalisées en 2012 avaient pour objectif principal de tester l'efficacité d'un masque de surface constitué de barreaux fixés entre les lames du plan de grille du groupe 3 de la centrale de Camon jusqu'à une profondeur de 2 m en dessous la surface de l'eau

5.1.1 La période d'expérimentation

La campagne de piégeage s'est déroulée du 07 mars au 10 mai 2012. La période de migration privilégiée des smolts de la Garonne au niveau de ces aménagements se situe entre le 24 mars et le 8 mai (90% des effectifs piégés en moyenne entre 2000 et 2011 ; BOSC et al., 2012). Les opérations de marquage se sont déroulées du 11 avril au 3 mai 2012.

5.1.1.1 Paramètres physico-chimiques

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

5.1.1.2 Hydrologie de la Garonne et fonctionnement hydraulique des aménagements

Le débit de la Garonne ainsi que les débits turbinés de chaque groupe, les débits transitant par la vanne by-pass et l'exutoire de Camon ont été extraits d'enregistreurs mis à la disposition de MIGADO grâce au logiciel TrendServer Pro. L'hydrologie de la Garonne et le fonctionnement de chaque usine pendant la campagne 2012 sont détaillés dans les paragraphes 1.3 et 2.3.

5.1.2 Le marquage des smolts

5.1.2.1 Provenance et stabulation des smolts destinés au marquage

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

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

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

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

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

5.1.2.2 Modalités de marquage

Le marquage a été effectué en fin de matinée, une fois les différentes étapes de la manipulation de piégeage transport effectuées, soit au minimum 5 heures avant le lâcher.

La taille minimale des poissons pouvant être marqués a été fixée à 140 mm, afin d'éviter des mortalités sur des smolts de trop petite taille lors de l'introduction du transpondeur. Les smolts qui n'ont pas été marqués sont destinés au transport. Seuls les smolts dont la taille est supérieure à 140 mm et ne présentant aucune anomalie (mycose, blessure, malformation...) sont marqués. Les poissons sauvages utilisés ne mesurent pas plus de 180 mm afin de rester dans la gamme de taille de ceux provenant de pisciculture (smolts 1+).

Pour le marquage, les smolts sont capturés à l'épuisette et plongés dans un bain anesthésiant (2 ml d'Eugenol 1/10 dilué dans 5 litres d'eau). Au maximum, 15 smolts ont été endormis à chaque fois.

Les marques utilisées sont des PIT-tags (Passive Integrated Transpondeur) de marque Biolog-Id. Elles sont de forme cylindrique (11 mm de long et 2 mm de diamètre, photo 3) et n'ont aucune source d'énergie propre. Ces marques utilisent, pour fonctionner, l'énergie du champ électromagnétique produit par l'antenne de détection.

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

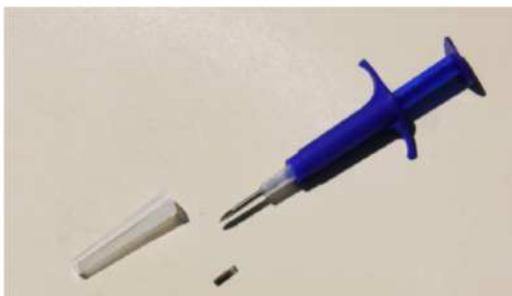


Photo 4 : Seringue et marque pit-tag

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

5.1.3 Les lâchers des lots marqués

Les lâchers ont eu lieu à partir de 22h00. Cet horaire a été choisi car la dévalaison des smolts s'effectue en grande majorité pendant la nuit, préférentiellement entre 21h et 6h sur les sites de Camon et Pointis. En cas de fonctionnement anormal de l'usine (chasse, état de veille...), les lâchers ont été retardés jusqu'à la reprise normale de la production d'énergie.

Les poissons, préalablement placés dans les bacs de stockage, ont été transportés en voiture et ont été alimentés en air par l'intermédiaire d'un bulleur pendant la durée du transport jusqu'au site de déversement. Tous les poissons d'un lot sont lâchés en même temps de façon à créer un effet de banc, les poissons en dévalaison présentant généralement un comportement grégaire (THORPE et MORGAN, 1978 in CHANSEAU M., 1999 ; BŒUF G., 1994).

Deux opérateurs ont procédé aux déversements des lots marqués dans le canal d'amenée de la centrale de Camon, un système de renversement du bac a été utilisé par l'intermédiaire de sangles au niveau d'une passerelle afin de déverser les poissons à quelques centimètres de la surface.

Au total, **20 lots d'une cinquantaine de smolts** ont été libérés en amont de la station de piégeage. Parmi ces lots, 7 étaient constitués de smolts dévalant naturellement, capturés à Pointis et 13 à partir de smolts de pisciculture.

5.1.4 Fonctionnement des dispositifs de détection des marques

Un dispositif de détection du passage des smolts marqués par transpondeurs a été installé dans la goulotte qui permet le transfert des poissons piégés depuis la grille de filtration jusqu'au bassin de stabulation.

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

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

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

- par un lâcher de smolts marqués avant le début de l'expérimentation.
- par des passages de flotteurs portant chacun une marque (buldo), tests réalisés régulièrement plusieurs fois par semaine durant l'étude (passage de 5 buldos pour simuler le passage de plusieurs poissons à la fois).
- par la vérification, à l'aide d'un lecteur manuel (PETSCAN type RT100 V5 de la marque Biolog-Id), de la totalité des poissons piégés présents dans le bassin de stabulation. Ce test a pu être effectué lors de chaque biométrie réalisée pour le suivi biologique des stations. Le cas échéant, les poissons marqués non détectés par les antennes ont été rajoutés à la base de données dans le créneau horaire le plus fréquenté par les autres smolts marqués récupérés la même nuit.

5.1.5 Amélioration de l'efficacité des exutoires

Les résultats des tests d'efficacité réalisés depuis 2005 sur ces sites montrent que l'efficacité des stations de piégeages doit être encore améliorée (BOSC et al., 2012). Dans le cadre du projet d'optimisation de l'efficacité de ces deux pièges, il a été choisi, en concertation avec EDF, de tester la mise en place de masques de surface (figure 23) au niveau du plan de grille des centrales de Pointis depuis 2010 et Camon depuis 2011.

Pour les opérations de marquages 2012, les tests d'efficacité ont été réalisés uniquement à Camon avec le maintien d'un débit proche de 3 m³/s dans l'exutoire et d'une cote minimale fixée à 393,50 mNGF pour le niveau de l'eau dans le bassin de mise en charge de l'usine.

Le masque de surface a été installé sur le plan de grille de la centrale jusqu'à 2m sous la surface au niveau de l'entrée du groupe 3 de l'usine (rive gauche près de l'entrée de l'exutoire).

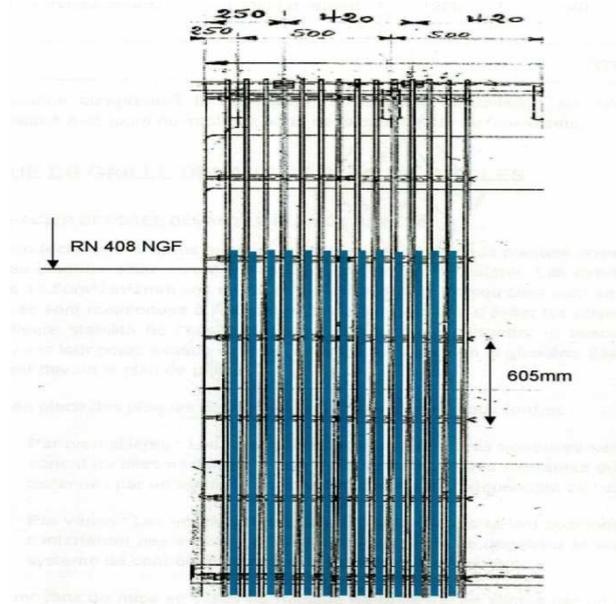


Figure 23 : Représentation schématique des masques (en bleu) posés sur les plans de grille des centrales de Pointis et Camon (d'après document EDF, Altran Sud-Ouest).

5.1.6 Evaluation de l'efficacité de l'exutoire de Camon

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

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

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

5.2 Résultats : tests 2012

5.2.1 Test de l'exutoire de Camon

Au total, 20 lots soit 993 poissons marqués ont été lâchés dans le canal d'amenée de la centrale de Camon pour tester l'efficacité de l'exutoire de dévalaison. Seuls 6 lâchés ont été effectués à l'aide de smolts sauvages contre 14 avec des individus issus de la pisciculture de Pont Cruzet. Parmi les smolts lâchés, 379 ont été récupérés dans le piège.

5.2.1.1 Comportement de dévalaison

- Sélection des lots selon des critères comportementaux

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

Seuls 12 lots présentant un effectif d'individus majoritairement recapturés dans les 12 premières heures sont retenus. Les lots du 11, 17 et 25 avril n'ont pas été pris en compte, ils ont un effectif de smolts recapturés dans les 12h inférieur à 50 % (figure 28).

Les lots des 24, 27 et 30 avril et 1^{er} et 2 mai présentent des effectifs recapturés anormalement bas (respectivement 14, 6, 0, 0 et 12% de l'effectif lâché, tableau 14). Ces derniers ont donc été écartés du traitement des données.

L'ensemble des lots retenus présentent des passages peu étalés dans le temps. Seuls les lots des 24 et 26 avril révèlent des effectifs recapturés inférieurs à 70 % dans les 6 heures qui ont suivi le lâcher (figure 27).

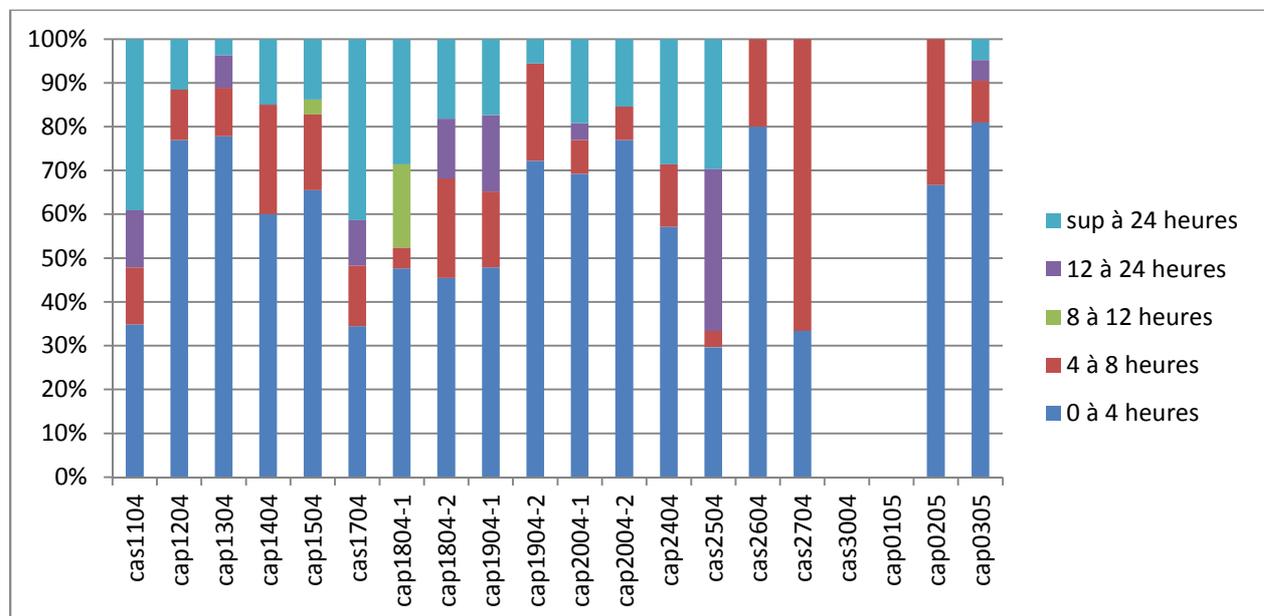


Figure 24: Répartition dans le temps des recaptures de smolts marqués pour chaque lot lâché dans le canal de Camon

- Temps de transit des lots retenus pour l'étude

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

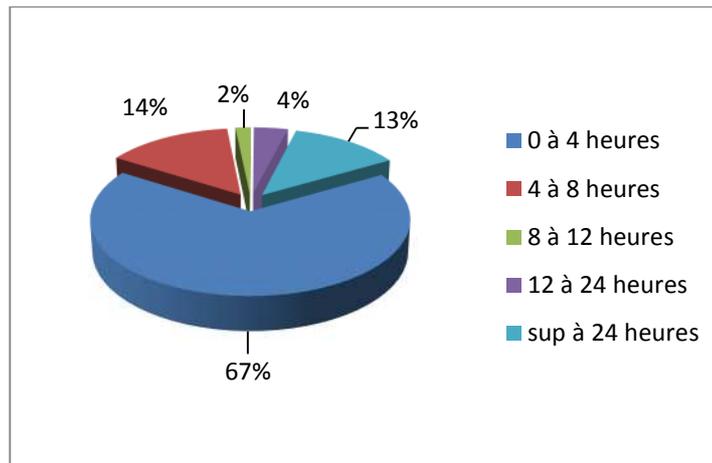


Figure 25: Répartition dans le temps des recaptures des smolts marqués des lots lâchés à Camon pour estimer l'efficacité de l'exutoire de Camon

En ne prenant en compte que les lots retenus, le pourcentage de poissons ayant transité entre le lieu de lâcher et l'exutoire de l'usine de Camon dans les quatre premières heures suivant le lâcher est de 67% (figure 29). Ce pourcentage atteint 83% si l'on considère les 12 heures qui ont suivi les lâchers. Le poisson le plus rapide ayant transité entre le point de lâcher du canal d'aménée de Camon et l'exutoire de Camon est de 12 minutes alors que le plus lent a transité en 16 jours et 17 heures.

5.2.2 Types de fonctionnement de l'usine de Camon

Lors des précédentes campagnes de marquage sur ce site, trois types de fonctionnement de l'usine ont pu être définis à partir des données fournies par E.D.F (débit turbiné par l'usine, variation du niveau d'eau dans le Bassin de Mise en Charge, puissance produite par chacun des groupes) et des observations de la courantologie en amont des exutoires (vitesse du courant dans le canal, description de la courantologie de surface au niveau du plan de grille) :

- Type 1 ($20 < Q_t < 55 \text{ m}^3/\text{s}$) : un à deux groupes fonctionnent. La vitesse d'écoulement de l'eau en surface dans le canal est inférieure à 0,6 m/s.
- Type 2 ($55 < Q_t < 65 \text{ m}^3/\text{s}$) : Les trois groupes fonctionnent, mais l'usine n'est qu'à 70% de sa capacité. La vitesse d'écoulement de l'eau en surface dans le canal est proche 1 m/s.
- Type 3 ($Q_t > 65 \text{ m}^3/\text{s}$) : Les trois groupes fonctionnent, mais l'usine n'est qu'à 80% de sa capacité maximale. La vitesse d'écoulement de l'eau en surface dans le canal est proche de 1,25 m/s.

5.2.3 Efficacité de l'exutoire de Camon

Au total et parmi les lots retenus, 600 smolts ont été lâchés en amont de l'exutoire de Camon et 284 ont été recapturés, soit une efficacité globale moyenne de 47,3%.

Le type de fonctionnement 1 (tableau 13) a pu être testé à 11 reprises à partir des lâchers dans le canal de Camon. Dans ces conditions, l'efficacité moyenne obtenue est de 48% (de 36% à 58%).

Le type de fonctionnement 2 n'a pas pu être testé.

Le type de fonctionnement 3 a été défini avec un fonctionnement de l'usine supérieur à 65m³/s turbinés, il n'a pu être correctement testé qu'une seule fois pendant la campagne 2012. L'efficacité observée pour ce lot est de 42%.

Date de lâcher	Heure de lâcher	Lot n°	Nombre de poissons lâchés	Nombre de poissons recapturés	Efficacité du piège	Débit turbiné pendant les 6 h après le lâché (m ³ /s)	Groupe en marche	Type de fonctionnement de l'usine	Efficacité moyenne par type de fonctionnement de l'usine	G3	G2	G1
11/04/2012	22:20	cas1104	50	23	46%	29,93	G3 G2	1	48%	50%	50%	0%
12/04/2012	22:25	cap1204	50	26	52%	30,23	G3 G2			50%	50%	0%
13/04/2012	22:25	cap1304	50	27	54%	29,34	G3 G2			50%	50%	0%
14/04/2012	22:20	cap1404	50	20	40%	25,22	G3 G2			50%	50%	0%
15/04/2012	22:20	cap1504	50	29	58%	37,38	G3 G2			50%	50%	0%
17/04/2012	22:35	cas1704	50	29	58%	28,38	G3 G2			50%	50%	0%
18/04/2012	22:31	cap1804-1	50	21	42%	30,11	G3 G2			70%	30%	0%
18/04/2012	22:29	cap1804-2	50	22	44%	30,11	G3 G2			70%	30%	0%
19/04/2012	22:37	cap1904-1	50	23	46%	30,55	G3 G2			50%	50%	0%
19/04/2012	22:35	cap1904-2	50	18	36%	30,55	G3 G2			50%	50%	0%
20/04/2012	22:29	cap2004-1	50	26	52%	28,86	G3 G2			50%	50%	0%
20/04/2012	22:31	cap2004-2	50	26	52%	28,86	G3 G2			50%	50%	0%
24/04/2012	22:55	cap2404	50	7	14%	34,44	G3 G2			50%	50%	0%
25/04/2012	22:31	cas2504	50	27	54%	35,75	G3 G2			50%	50%	0%
26/04/2012	22:00	cas2604	50	25	50%	42,58	G3 G2			50%	50%	0%
27/04/2012	22:45	cas2704	49	3	6%	56,95	G3 G2			1	50%	50%
30/04/2012	20:30	cas3004	45	0	0%	72,32	G3 G2 G1	3	33%	33%	33%	
01/05/2012	22:40	cap0105	50	0	0%	71,7	G3 G2 G1	3	33%	33%	33%	
02/05/2012	22:42	cap0205	49	6	12%	65,75	G3 G2 G1	3	33%	33%	33%	
03/05/2012	22:30	cap0305	50	21	42%	65,09	G3 G2 G1	3	42%	33%	33%	33%

Tableau 13 : Résultats d'efficacité et types de fonctionnement de l'usine pour les lots lâchés dans le canal de Pointis et de Camon et piégés à Camon en 2012 (en rose les lots écartés pour le traitement des résultats)

5.2.4 Comparaison interannuelle de l'efficacité de l'exutoire de Camon

Depuis 2010, les tests d'efficacité ont été réalisés avec un changement important du système de régulation du débit dans l'exutoire (nouvel automate de gestion de l'asservissement, et du capteur de niveau du BMC). Ces modifications ont permis de s'affranchir d'un facteur primordial dans le fonctionnement de l'exutoire, à savoir garantir un débit constant et optimal. Le débit de l'exutoire réglé avec le nouvel automate paraît ainsi bien supérieur à celui observé les années précédentes.

Les différentes opérations de marquage réalisées depuis 2005 sur le site de Camon ne permettent pas une véritable comparaison des résultats avec ceux de 2010, soit du fait des conditions hydrologiques rencontrées, soit en raison des défaillances techniques (mauvaise gestion du débit de l'exutoire par l'automate) ou des améliorations rencontrées au fil des années (présence d'une bavette sur la grille de tranquillisation pour limiter les courants ascendants, gestion du niveau du BMC pour assurer un débit minimum dans l'exutoire, simulation d'un masque de surface avec les râteaux des dégrilleurs, changement du capteur de niveau amont, changement de l'automate...).

Les résultats d'efficacité obtenus en 2012 peuvent faire l'objet d'une comparaison avec ceux évalués en 2010 et 2011 pour des débits turbinés par l'usine inférieurs à 55 m³/s (type 1).

Les conditions hydrologiques de 2010 ont permis de tester l'efficacité du piège de Camon avec des débits turbinés inférieurs 55 m³/s, sans aménagement particulier (masque de surface...). Les résultats obtenus dans ces conditions révèlent une efficacité moyenne de 40%.

En 2011, les tests d'efficacité ont été réalisés à Camon avec un masque sur toute la hauteur du plan de grille devant l'entrée du groupe 3 (initialement prévu sur 5m). Ce dispositif n'a pas permis d'améliorer l'efficacité de l'exutoire pour les conditions de faibles débits turbinés (efficacité moyenne de 49%). Le colmatage important au niveau du masque a contraint l'exploitant à fonctionner pendant la période des tests uniquement avec les groupes 1 et 2 situés à l'opposé de l'entrée de l'exutoire.

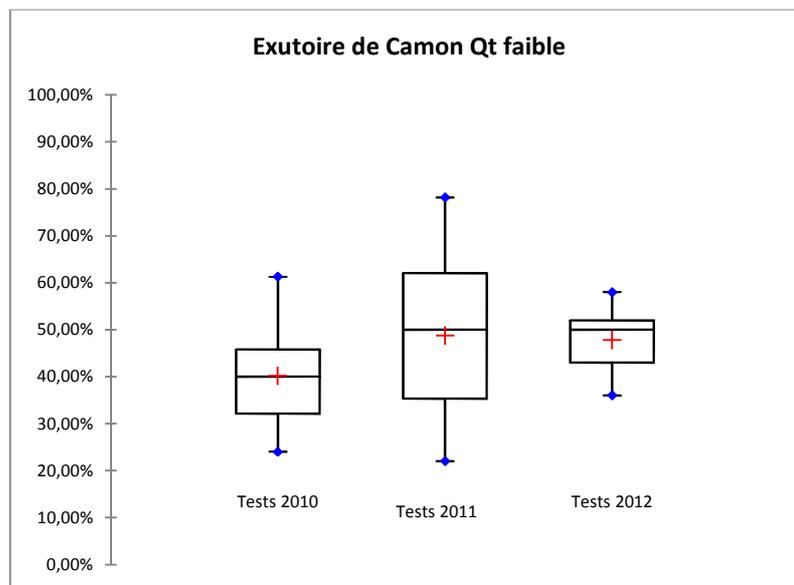


Figure 26: Comparaison des résultats des tests d'efficacité du piège de Camon avec un débit turbiné inférieur à 50 m³/s réalisés de 2010 à 2012

Ces résultats confirmeraient l'obtention d'une petite amélioration de l'efficacité du piège (de 40% à 50%) liée à la présence d'un masque de surface devant le groupe 3. Avec un

masque devant le groupe 3, lorsque l'usine fonctionne avec de très faibles débits (<50m³/s) et avec un débit de 3 m³/s maintenu dans l'exutoire, **l'efficacité moyenne pour le piège de Camon est de l'ordre de 50%.**

On remarquera pour tous les tests mais plus particulièrement pour ceux réalisés en 2011, une très grande variabilité des résultats obtenus. Cette variabilité est certainement à mettre en relation avec l'instabilité de la courantologie qui est observée dans le bassin de mise ne charge de l'usine et plus particulièrement au niveau du groupe 3 et devant l'entrée de l'exutoire. Le masque testé en 2012 et le fonctionnement en priorité des groupes 3 et 2 semblent apporter une moins grande variabilité dans les résultats.

6 CONCLUSION

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.

Les tests réalisés en 2010 et 2011 à **Pointis** avec la mise en place d'un véritable masque de surface au niveau du plan de grille de l'usine sur une hauteur de 2 mètres ont permis de voir que ce dispositif améliorait nettement l'efficacité du piège. En effet, dans ces conditions, l'efficacité moyenne du piège de Pointis passe de 17,5% à **48%** lorsque l'usine fonctionne à pleine puissance et de 32% à **51%** avec les faibles débits turbinés ($Q_t < 50 \text{ m}^3/\text{s}$).

Les opérations de marquage détection réalisées en 2012 ont permis de tester un masque de surface de 2m de haut devant le groupe 3 de l'usine de Camon. Dans ces conditions et avec de faibles débits turbinés, l'efficacité obtenue à **Camon** est de **48%**. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus en 2011 avec un masque positionné sur la totalité de la hauteur du plan de grille du groupe 3.

Les conditions de forts débits turbinés qui apparaissaient comme les plus pénalisantes pour l'efficacité du piège de Camon (estimée à **30% d'efficacité avec des forts débits turbinés** en 2008 et 2009) n'ont pu être testées qu'avec un seul lot en 2012 (efficacité 42%).

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).

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.
- BŒUF G., 1994. La phase de préadaptation à la vie en mer : la smoltification. In Le saumon atlantique, Ed. *IFREMER* (sous la direction de Gueguen J. C. et Prouzet P.), 47-63
- 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.
- BOSC S., NARS A., MENCHI O., CAZAUBON D., 2012. Contrôle de la migration des smolts de saumon atlantique en dévalaison au niveau des dispositifs de piégeage et de transport de Camon et de Pointis sur la Garonne. Campagne 2011. Rapport MI.GA.DO. 1G-12-RT, 60p.
- CARRY L., CHANSEAU M., CROZE O., GALLIAY E., LARINIER M., 1996. Expérimentation d'un dispositif de dévalaison pour les juvéniles de saumon Atlantique – Usine hydroélectrique de Camon (Garonne – 31). Rapport GHAAPPE 96.07. 31 p + annexes.
- CARRY L., GALLIAY E., OULES G., LARINIER M., 1997. Expérimentation d'un dispositif de dévalaison pour les juvéniles de saumon Atlantique – Usine hydroélectrique de Camon (Garonne – 31). Rapport GHAAPPE RA 97.03. 20 p + annexes.
- CHANSEAU M., 1999. Etude du comportement du saumon Atlantique (*Salmo salar* L.) au niveau des obstacles à la migration. Contribution à la conception et l'amélioration des dispositifs de franchissement. Thèse de Doctorat Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 152 p.
- CROZE O., LALLEMANT A., BOSC S., CARRY L., LARINIER M., 1998. Expérimentation sur la mise en place et l'efficacité de dispositifs de piégeage de smolts de saumon Atlantique en dévalaison – Usines hydroélectriques de Pointis et Camon (Garonne – 31). Rapport GHAAPPE RA 98.05. 40 p + annexes.

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.

CROZE O., LARINIER M., 1999. Etude du comportement de smolts de saumon Atlantique (*Salmo salar* L.) au niveau de la prise d'eau de l'usine hydroélectrique de Pointis sur la Garonne et estimation de la dévalaison au niveau du barrage de Rodère. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (1999) 353/354 : 141-156.

DAVIDSEN J., SVENNING M., ORELL P., YOCCOZ N., DEMPSON J.B, NIEMELA E., KLEMETSEN A., LAMBERG A., ERKINARO J., 2005. Special and temporal migration of wild Atlantic salmon smolts determined from a video camera array in the sub-Aortic River Tina. *Fisheries Research* 74 (2005) 210:222.

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.

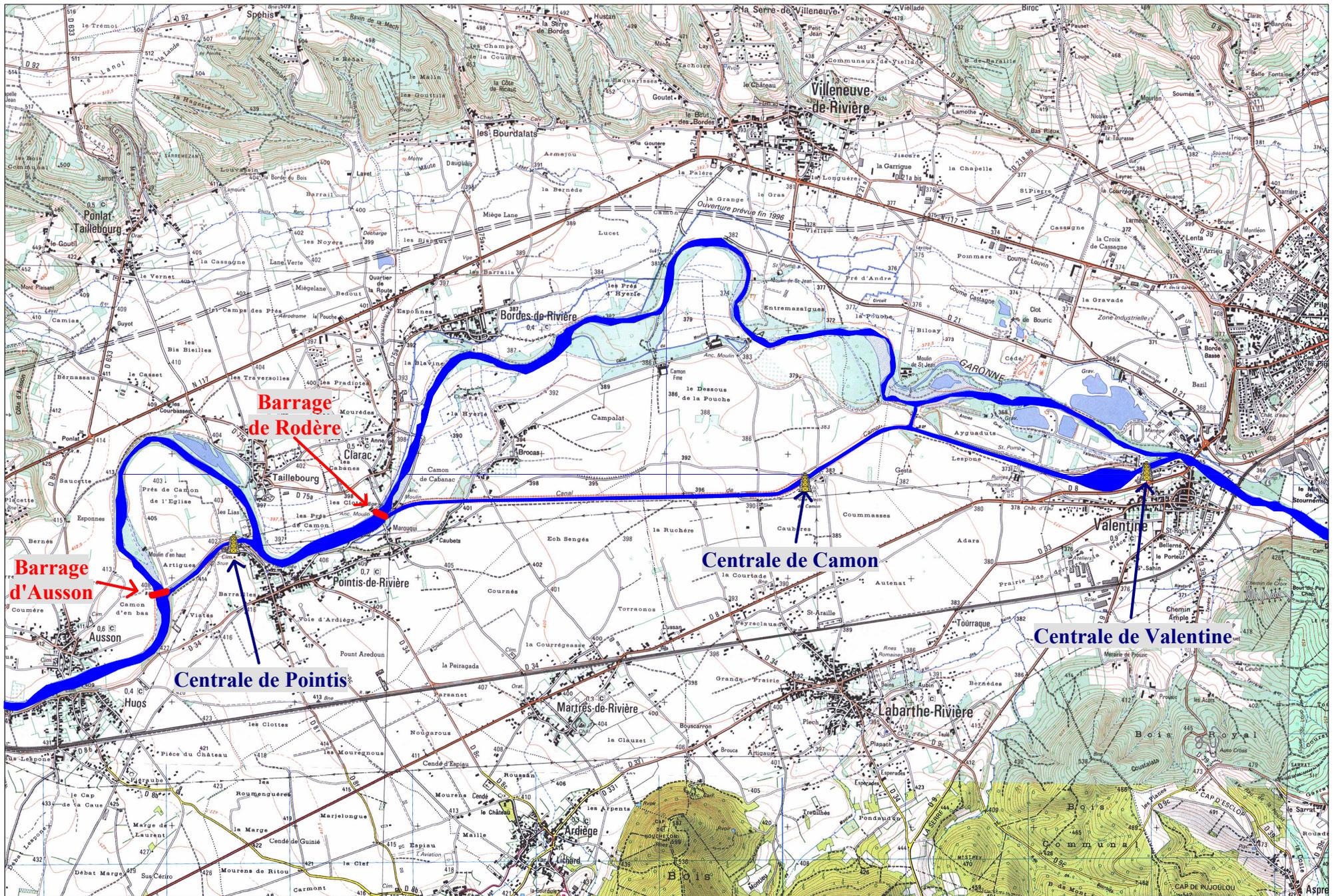
MACKAY F.M., McLEAN J.C., SMITH G.W., WHYTE B.D.M., 2003. Description of Atlantic salmon, *Salmo salar* L, smolt production from a tributary of the river North Esk, Scotland. Fishery Research Services Report, 12 p.

PALLO S., BOSCH S., 2002. Description des dispositifs de piégeage et de transport pour les smolts de saumon Atlantique de la Garonne en dévalaison. Aménagements de Camon et de Pointis-de-Rivière sur la Garonne (31). Rapport MI.GA.DO CAMON-POINTIS PS, 23 p + annexes.

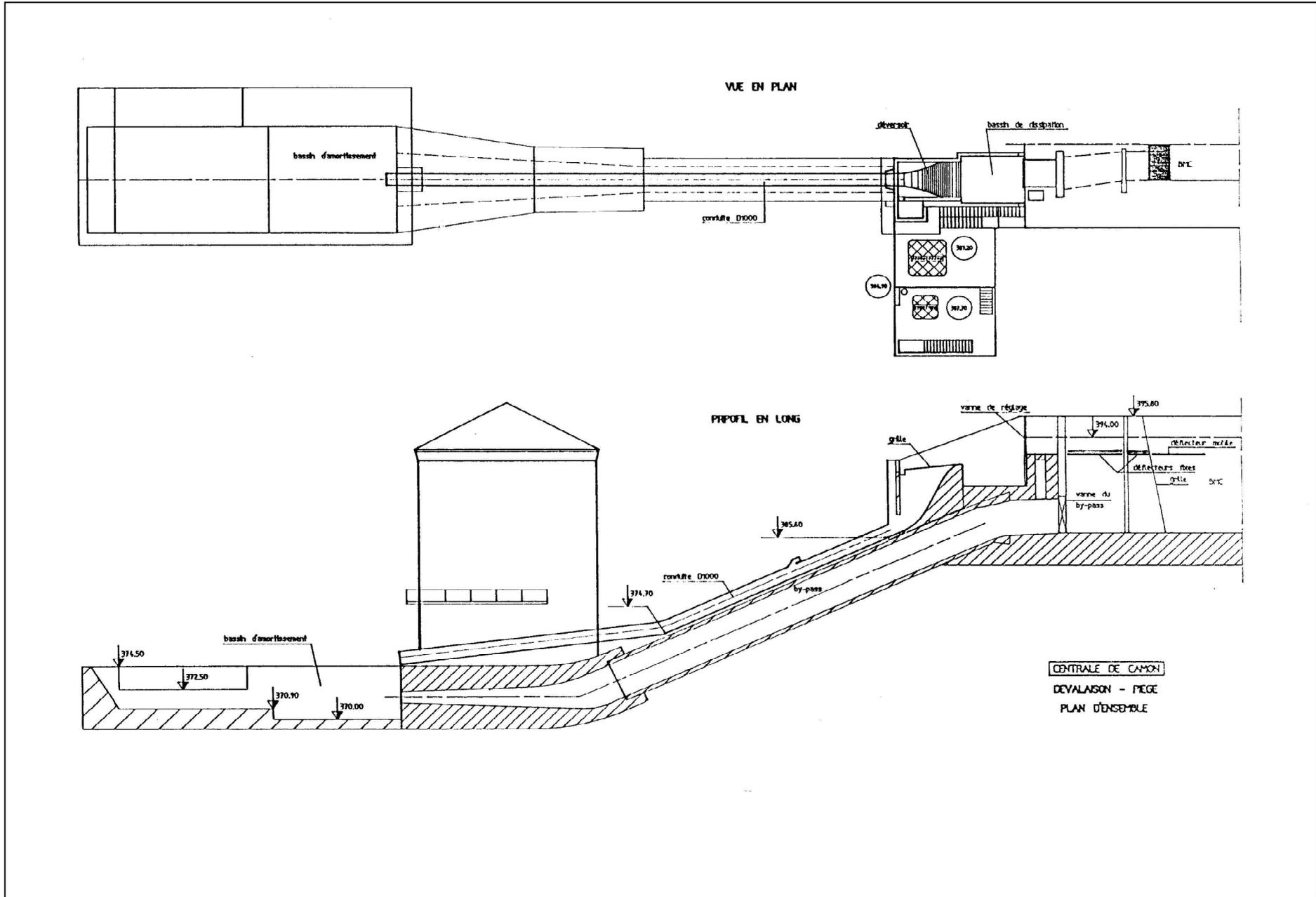
THORPE J.E., MORGAN R.I.G, 1978. Periodicity in Atlantic salmon *Salmo salar* L. smolt migration. *J. Fish Biol.*, 12, 541-548.

WHALEN K.G., PARRISH D.L., McCORMICK S.D., 1999. Migration timing of Atlantic salmon smolts relative to environmental and physiological factors. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 128 : 289-301.

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 2012

Date	Heure de releve	Météo	Conductivité en µS/cm	O2 en mg/l	%O2	Turbidité en cm	T°C air	T°C eau	Débit moyen jour m³/s
07/03/2012	9h25	ensoleillé	193,5	5,9	88,2	350	2,0	7,2	40,7
08/03/2012	8h50	couvert	191,9	10,6	89,1	350	5,0	7,9	36,1
09/03/2012	9h00	ensoleillé	197,2	10,8	87,1	350	3,0	8,0	33,5
10/03/2012	9h30	ensoleillé	199,8	11,1	88,5	290	4,0	7,9	36,5
11/03/2012	9h30	ensoleillé	187,5	11,0	88,8	320	5,0	8,0	34,9
12/03/2012	9h10	ensoleillé	193,5	10,6	88,2	360	5,0	8,7	32,4
13/03/2012	8h30	ensoleillé	194,0	10,6	90,2	350	4,0	9,3	32,0
14/03/2012	8h50	ensoleillé	196,3	10,4	89,8	350	6,0	9,9	32,7
15/03/2012	8h50	ensoleillé	181,2	10,1	87,1	320	7,0	10,4	35,1
16/03/2012	8h30	ensoleillé	175,8	9,9	88,5	220	7,0	10,5	38,3
17/03/2012	9h30	couvert	179,8	10,3	90,9	220	10,0	10,9	39,7
18/03/2012	9h30	pluie	174,3	10,4	90,1	220	6,0	9,8	39,0
19/03/2012	8h45	couvert	182,5	10,4	87,4	280	5,0	8,1	38,7
20/03/2012	8h35	ensoleillé	176,0	10,7	87,2	260	3,0	8,1	35,3
21/03/2012	8h40	couvert	177,4	10,4	87,1	290	5,0	8,1	35,4
22/03/2012	8h40	ensoleillé	182,7	10,6	88,2	5	6,0	7,7	114,2
23/03/2012	8h45	couvert	183,0	10,6	88,9	50	5,0	8,8	75,3
24/03/2012	9h30	ensoleillé	194,7	10,4	88,2	140	8,0	9,6	62,2
25/03/2012	10h30	ensoleillé	188,5	10,3	88,0	200	10,0	10,0	56,2
26/03/2012	8h30	ensoleillé	189,7	9,9	86,2	220	6,0	10,3	52,7
27/03/2012	8h30	ensoleillé	193,5	9,9	85,9	200	6,0	10,4	48,9
28/03/2012	08h40	ensoleillé	188,4	10,4	90,0	260	9,0	10,5	50,0
29/03/2012	8h45	ensoleillé	180,2	9,8	87,5	270	9,0	10,7	49,7
30/03/2012	8h30	ensoleillé	177,5	9,8	86,2	250	9,0	11,0	46,9
31/03/2012	8h50	ensoleillé	173,0	9,8	85,7	270	8,0	11,0	47,8
01/04/2012	9h05	ensoleillé	177,7	9,5	84,4	260	10,0	11,1	47,0
02/04/2012	08h40	couvert	171,7	9,4	85,3	240	8,0	11,1	51,0
03/04/2012	8h45	couvert	163,5	9,4	84,2	180	10,0	10,1	53,5
04/04/2012	8h10	couvert	160,0	9,7	85,0	160	8,0	9,2	51,1
05/04/2012	8h45	ensoleillé	169,3	9,8	84,2	220	7,0	9,4	43,1
06/04/2012	8h50	ensoleillé	170,2	9,8	86,2	260	8,0	10,1	42,9
07/04/2012	9h00	ensoleillé	171,3	9,6	84,5	190	4,0	9,8	40,5
08/04/2012	8h40	couvert	176,7	10,0	86,7	190	8,0	9,4	39,9
09/04/2012	9h30	couvert	181,3	10,0	86,8	290	9,0	10,1	37,4
10/04/2012	8h30	couvert	181,3	9,7	88,2	300	9,0	10,7	39,9
11/04/2012	8h35	couvert	165,0	9,7	85,1	160	6,0	9,8	44,3
12/04/2012	9h00	couvert	165,5	9,9	87,3	260	7,0	9,4	41,9
13/04/2012	9h08	couvert	178,0	9,8	84,1	200	7,0	9,5	44,7
14/04/2012	8h45	ensoleillé	180,8	9,7	84,9	280	5,0	9,1	41,0
15/04/2012	9h00	pluie	164,0	10,0	85,0	300	5,0	8,4	44,3
16/04/2012	9h00	couvert	201,0	10,5	86,1	120	4,0	8,0	56,3
17/04/2012	8h30	ensoleillé	190,0	10,4	88,3	250	2,0	8,4	43,2
18/04/2012	8h45	couvert	191,3	9,7	85,7	250	7,0	9,5	45,2
19/04/2012	8h50	couvert	190,3	9,4	84,0	270	7,0	9,7	46,1
20/04/2012	9h00	couvert	183,1	9,7	84,5	250	7,0	9,7	46,1
21/04/2012	8h36	couvert	185,1	10,1	88,7	270	10,0	10,0	44,9
22/04/2012	8h40	couvert	186,7	9,8	85,5	250	8,0	10,3	49,8
23/04/2012	8h30	couvert	183,0	10,1	87,0	300	6,0	9,6	47,4
24/04/2012	8h10	couvert	178,0	10,1	87,0	180	7,0	9,7	52,7
25/04/2012	8h40	ensoleillé	188,0	9,8	88,5	200	6,0	9,5	48,0
26/04/2012	8h50	couvert	178,4	9,8	87,9	260	11,0	10,7	54,7
27/04/2012	8h40	pluie	147,3	9,9	84,8	90	8,0	11,0	79,9
28/04/2012	8h40	couvert	118,3	9,4	82,6	30	10,0	9,7	114,9
29/04/2012	8h45	couvert	108,9	9,9	85,0	4	8,0	8,5	164,7
30/04/2012	9h00	pluie	136,7	10,2	87,1	30	9,0	8,3	126,7
01/05/2012	8h30	ensoleillé	155,0	10,5	87,2	40	5,0	8,3	103,3
02/05/2012	9h00	ensoleillé	159,3	10,2	90,8	80	9,0	9,7	90,0
03/05/2012	8h35	ensoleillé	162,5	10,0	87,2	100	9,0	10,2	81,5
04/05/2012	9h00	couvert	160,6	9,5	87,1	120	11,0	10,5	80,6
05/05/2012	8h45	ensoleillé	154,7	9,8	86,3	120	9,0	10,5	78,5
06/05/2012	8h37	couvert	162,3	9,9	87,5	120	10,0	10,8	72,3
07/05/2012	8h35	ensoleillé	159,6	9,9	86,6	190	11,0	11,0	70,3
08/05/2012	8h45	couvert	156,8	9,5	86,5	200	13,0	11,6	69,9
09/05/2012	8h20	couvert	145,5	10,0	90,2	100	12,0	12,2	83,7
10/05/2012	9h00	ensoleillé	125,0	9,5	88,8	40	14,0	12,0	83,7
11/05/2012	8h40	ensoleillé	114,2	9,5	88,8	20	16,0	12,0	83,7
		MOYENNE	173,5	10,0	87,0	209	7,5	11,0	56,4
		MINIMUM	108,9	5,9	82,6	4	2,0	9,7	32,0
		MAXIMUM	201,0	11,1	90,9	360	16,0	8,5	164,7

ANNEXE 4 : Débits moyens mensuels (m3/s) et coefficients d'hydraulicité pour la période de dévalaison mesurés de 1986 à 2012 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
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
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
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
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

Débits mensuels	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne 1986-2011
Mars	48,45	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	53,13
Avril	60,36	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	73,85
Mai	127,32	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	106,36
Moyenne dévalaison	78,71	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	77,78

Coef. hydraulicité	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Coef hydrau mars	1,09	1,15	1,55	0,62	0,45	1,39	0,37	0,48	1,43	1,29	1,01	0,84	0,89
Coef hydrau avril	0,97	1,35	1,41	0,78	0,54	1,17	1,27	0,63	1,45	0,83	1,02	0,63	0,93
Coef hydrau mai	1,38	0,78	1,01	0,76	0,68	1,33	0,96	0,73	1,43	0,79	0,89	0,56	0,91
Coef hydrau déval.	1,14	1,09	1,32	0,72	0,56	1,30	0,87	0,61	1,43	0,97	0,97	0,68	0,91

Coef. hydraulicité	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Coef hydrau mars	0,91	0,64	1,18	0,98	2,10	1,06	1,09	0,88	0,66	0,78	1,25	0,80	1,13	0,85
Coef hydrau avril	0,82	0,71	0,94	0,74	1,33	1,00	1,16	0,68	1,49	1,11	1,31	0,73	1,01	0,79
Coef hydrau mai	1,20	0,86	1,01	1,13	1,15	1,15	1,24	0,53	1,09	0,91	1,83	1,12	0,55	0,95
Coef hydrau déval.	0,98	0,74	1,04	0,95	1,53	1,07	1,16	0,70	1,08	0,93	1,46	0,88	0,89	0,86

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	9 298
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	-	-	-	20 424	4 057	24 482	-
Total	2 407 968	1 176 263	3 584 231	242 074	49 736	291 810	172 609
	(1999-2011)	(2002-2011)	(1999-2011)	(2000-2012)	(2001-2012)	(2000-2012)	(2000-2012)

Remarque : Du fait des faibles effectifs de saumons adultes transportés depuis Carbone 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

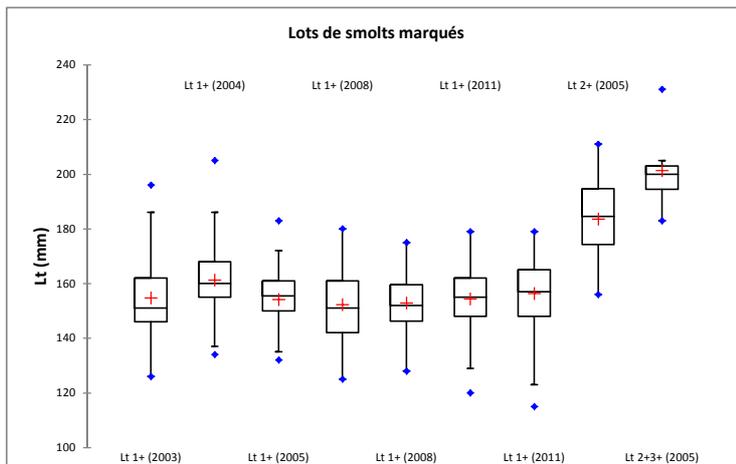
XLSTAT 2007.6 - Statistiques descriptives - le 19/12/2011 à 16:08:20

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.