



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 2006



Etude financée par :

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

S. BOSCH, A. NARS et S. MIGNOTTE

Février 2007

MI.GA.DO. 2G-07-RT



Agence de l'Eau
Adour Garonne 

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1 MATERIEL ET METHODE	2
1.1 Généralités	2
1.1.1 Situation.....	2
1.1.2 La période d'étude	2
1.1.3 Les paramètres du milieu.....	2
1.2 Fonctionnement et contrôle des exutoires de dévalaison	3
1.2.1 Débit dans les exutoires.....	3
1.2.2 Attrait des poissons par la lumière.....	3
1.2.3 Arrêts des pièges.....	4
1.2.4 Problèmes liés au piégeage.....	4
1.2.5 Personnel présent sur le site	4
1.3 Contrôle des migrations	5
1.3.1 Surveillance et comptage vidéo	5
1.3.2 Biométrie et comptage manuel	5
1.4 Transport des poissons capturés	6
2 RESULTATS : CAMPAGNE DE PIEGEAGE-TRANSPORT 2006	7
2.1 Fonctionnement des pièges	7
2.1.1 Le piège de Camon (tableau 2)	7
2.1.2 Le piège de Pointis	7
2.2 Paramètres du milieu	8
2.2.1 Température de l'air.....	8
2.2.2 Température de l'eau.....	8
2.2.3 Oxygène dissous	9
2.2.4 Transparence de l'eau	9
2.2.5 Débits.....	10
2.3 Etude des migrations	11
2.3.1 Etude du passage des poissons piégés.....	11
2.4 Relevés de paramètres biologiques (Biométrie)	15
2.4.1 Répartition par espèce.....	15
2.4.2 Etat sanitaire.....	16
2.4.3 Caractéristiques biométriques des salmonidés.....	17
2.5 Bilan des effectifs contrôlés et transportés	21
2.5.1 Bilan des effectifs contrôlés	21
2.6 Transports	22
2.6.1 Poissons transportés (tableau 9)	22
3 BILAN INTER-ANNUEL (2000-2006)	24
3.1 Paramètres environnementaux	24
3.1.1 Evolution du débit	24
3.1.2 Evolution de la température de l'eau	25
3.2 Suivi biologique des saumons déversés	26
3.2.1 Résultats globaux	26
3.2.2 Comparaison alevinages – piégeage.....	27
3.3 Migration des smolts de saumon	30
3.3.1 Période de migration des jeunes saumons.....	30
4 CONCLUSIONS	31
4.1 Campagne de piégeage 2006	31
4.2 Bilan interannuel	31
5 EVALUATION DE L'EFFICACITE DES STATIONS DE PIEGEAGE	32

5.1	Introduction	32
5.2	Contexte : Etudes de l'efficacité des exutoires du site de Pointis et de Camon dans les études antérieures.	32
5.3	Matériel et méthode	34
5.3.1	La période d'expérimentation.....	34
5.3.2	Aménagements hydroélectriques de Pointis et Camon	34
5.3.3	Paramètres environnementaux.....	35
5.3.4	Le marquage des smolts.....	37
5.3.5	Réalisation de lots témoin.....	38
5.3.6	Modalités de marquage	38
5.3.7	Les lâchers des lots marqués	39
5.3.8	Fonctionnement des dispositifs de détection des marques.....	39
5.4	Evaluation de l'efficacité des exutoires et estimation des pertes par surverses aux barrages	40
5.4.1	Evaluation de l'efficacité du système de dévalaison de Pointis	40
5.4.2	Evaluation de l'efficacité de Camon.....	40
5.4.3	Estimation des pertes par surverse au barrage de Ausson	40
5.5	Résultats et analyses	41
5.5.1	Lots témoins et mortalités dues au marquage :	41
5.5.2	Résultats des tests de fiabilité du système de détection.....	41
5.5.3	Comportement de dévalaison (annexe 3)	41
5.5.4	Efficacité des exutoires	42
5.5.5	Surverse	44
6	CONCLUSION.....	45

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Situation géographique des sites d'étude et des stations de mesure.....	2
Figure 2 : Températures moyennes journalières relevées sur la Garonne à Loures-Barousse, Pointis et Camon et sur la Neste à Rebouc pendant la période d'étude	9
Figure 3 : Evolution de la turbidité (en cm mesurée au disque de Secchi) et des débits moyens journaliers de la Garonne enregistrés à Gourdan-Polignan.	10
Figure 4 : Efficacité de la vidéo de Camon.	11
Figure 5 : Efficacité de la vidéo de Pointis de Rivière.	12
Figure 6 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Camon en 2006 ..	13
Figure 7 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Pointis en 2006 ..	14
Figure 8 : Evolution des passages journaliers de poissons dévalant au cours de la période d'étude à Camon et Pointis en fonction de la température de l'eau (° C) mesurée à Loures-Barousse et du débit de la Garonne (*0,1m ³ .s ⁻¹) mesuré à Gourdan-Polignan.....	15
Figure 9 : Bilan de l'état sanitaire des Salmonidés (calculé en % de chaque espèce) sur la globalité de la période d'étude pour les 2 sites (Camon et Pointis de Rivière).	17
Figure 10 : Structure du peuplement des smolts de saumon atlantique (classes de tailles en mm) d'après l'échantillonnage effectué lors de relevés de paramètres biologiques sur les 2 sites (Camon et Pointis de Rivière).	18
Figure 11 : Evolution de la proportion de SAT de plus de 180 mm par rapport à l'ensemble des SAT mesurés lors de chaque biométrie réalisée à Camon et à Pointis de Rivière.	19
Figure 12 : Relation taille/poids sur les individus de saumons atlantique échantillonnés	19
Figure 13 : : Structure du peuplement de truites fario à robe classique (TRF) et à robe blanchissante (TRF BL) dévalant d'après l'échantillonnage effectué lors des relevés de paramètres biologiques à Camon et Pointis de Rivière (remarque : une truite de taille 450 mm a été capturée mais ne figure pas sur le graphique pour des raisons de présentation).	21
Figure 14 : Comparaison des débits journaliers de la Garonne mesurés à Valentine en 2000 et à Gourdan-Polignan de 2001 à 2006.....	24
Figure 15 : Comparaison des débits moyens hebdomadaires de la Garonne de la campagne 2006 à la moyenne calculée de 2000 à 2005.(Correspondance des semaines standard en annexe 3)	25
Figure 16 : Relevés des températures de l'eau (°C) enregistrées à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles).	25
Figure 17 : Comparaison des effectifs de Salmonidés et autres espèces piégées à Camon en 2000, 2001, 2002, et à Pointis et Camon de 2003 à 2006.	27
Figure 18 : Proportion de smolts dévalant à 1 an par contingent déversé	28
Figure 19 : Evolution des effectifs cumulés de poissons piégés pour chaque année de piégeage.	30
Figure 20: Débit Garonne et débit turbiné à l'usine de Pointis et à l'usine de Camon (débits moyens journaliers)	35
Photo 1 : Lieux de déversement possible : au niveau du pont de Blagnac (aval Toulouse) et du quai de Lamagistère (aval Golfech). 6	
Photo 2 : Smolt de saumon atlantique.....	18
Photo 3 : Truite fario à robe classique.	20
Photo 4 : Truite fario à robe blanchissante.	20
Tableau 1 : Récapitulatif hommes/jours pour la campagne de dévalaison 2006.....	5
Tableau 2 : Causes et durées des arrêts de la vanne sur la période de la campagne à Camon. 7	
Tableau 3 : Causes et durées des arrêts de la vanne sur la période de la campagne à Pointis de Rivière.....	8
Tableau 4 : Effectifs de poissons dévalant en fonction des conditions lumineuses à Camon et Pointis en 2006.	13
Tableau 5 : Espèces recensées à Camon et à Pointis de Rivière pendant la période d'étude....	16

Tableau 6 : Effectifs observés et états sanitaires des individus échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière en 2005.....	16
Tableau 7 : Caractéristiques biométriques pour les Salmonidés (espèces dominant le peuplement)	17
Tableau 8 : Effectifs des poissons piégés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière.	22
Tableau 9 : Effectifs des poissons transportés depuis les sites de Camon et Pointis de Rivière.	22
Tableau 10 : Récapitulatif des transports effectués pendant la période d'étude.	23
Tableau 11 : Récapitulatif des effectifs de poissons piégés chaque année.	26
Tableau 12 : Comparaison des biomasses déversées et des biomasses piégées.	28
Tableau 13 : Récapitulatif des déversements sur la Garonne amont, des prévisions de survie et des résultats obtenus lors du piégeage.	29
Tableau 14 : Puissance des groupes de l'usine de Pointis (moyenne de 21h à 21h les soirs de lâcher).....	36
Tableau 15: Puissance des groupes de l'usine de Camon (moyenne de 21h à 21 les soirs de lâcher).....	37
Tableau 16 : Récapitulatif du nombre de lots par lieux de lâcher	39

INTRODUCTION

Le saumon atlantique (*Salmo salar*) est un poisson migrateur amphibiotique, potamotrope et thalassotrope (SPILLMANN, 1961). Son cycle de développement correspond à une vie juvénile en eau douce jusqu'à l'âge de 1 ou 2 été(s), 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 où ils sont nés (phénomène de « Homing »).

Les populations de saumons de la Garonne ayant totalement disparu depuis plus de 200 ans, comme sur la plupart des rivières françaises (THIBAUT, 1994), il s'avérait indispensable de repeupler à l'échelle des potentiels d'accueil, l'amont des cours d'eau du bassin en juvéniles afin de recréer une nouvelle population. Depuis les expérimentations réalisées dans les années 1980, les différents plans d'alevinage n'ont cessé de s'améliorer. C'est lors de la dévalaison que les deux stations de piégeage transport de Camon et de Pointis de Rivière, construites au niveau de centrales E.D.F., situés 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 des géniteurs sauvages de la Garonne, la Dordogne et l'Adour. 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 2006 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 présentera le déroulement et les résultats de l'opération de marquage détection entreprise en 2006 pour mieux évaluer les efficacités des deux systèmes de piéages.

La description des stations de piégeage-transport de Camon et Pointis de Rivière a fait l'objet d'un rapport MIGADO en 2002 (PALLO & BOSC, 2002) qui présente la stratégie de restauration du saumon dans le bassin de la Garonne et le fonctionnement des dispositifs.

1 MATERIEL ET METHODE

1.1 Généralités

1.1.1 Situation

Les stations de piégeage de Camon et de Pointis de Rivière sont situées sur la Garonne en amont de Saint-Gaudens (31), à environ 90 km de la source espagnole du 4^{ème} fleuve français d'après les débits. Une description complète des deux sites, de leur mode de fonctionnement et des protocoles appliqués, est présentée dans un rapport technique (PALLO & BOSCH, 2002).

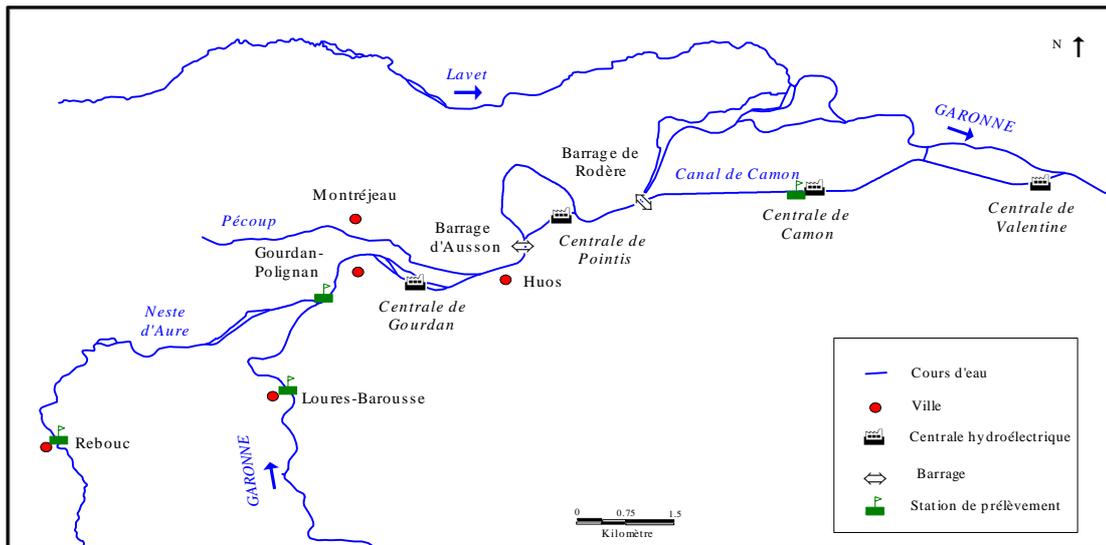


Figure 1 : Situation géographique des sites d'étude et des stations de mesure.

1.1.2 La période d'étude

A Camon, (figure 1) la campagne de piégeage-transport a débuté le 15 mars 2006 pour se terminer le 19 mai 2006, correspondant à 10 semaines, pendant lesquelles le piège a fonctionné en continu.

Le piège de Pointis de Rivière (figure 1) été mis en eau du 16 mars 2006 jusqu'au 19 mai 2006.

L'installation du matériel sur les sites (caméra vidéo, lampes...), les différents réglages et la préparation des bassins (nettoyage, vérifications d'usage) ont été réalisés du 06 au 14 mars. Le démontage du matériel et la mise en hivernage de la station (nettoyage, vidanges des conduites d'alimentation...) ont été effectués entre le 22 mai et le 24 mai.

1.1.3 Les paramètres du milieu

Étant donné la proximité des 2 stations de piégeage (6.5 km), les paramètres n'ont été relevés que sur une seule station, celle de Camon. Les données recueillies serviront ainsi pour les 2 stations.

Cinq paramètres ont fait l'objet, pour la majorité d'entre eux, de relevés journaliers entre 8h30 et 9h du matin au niveau de la station de Camon, dans le bassin de stabulation et le canal d'amenée (Annexe 1) :

- la température de l'air (°C) mesurée à l'aide d'un thermomètre à mercure positionné sur une façade du piège à l'abri,

- la température de l'eau (°C) mesurée à l'aide d'un thermomètre digital ainsi qu'un relevé en continu à l'aide d'un enregistreur de marque Tinytag *Plus* du 15 mars au 24 mai sur le site de Camon, de Pointis, à Loures-Barousse sur la Garonne amont (zone de grossissement des juvéniles), et à Rebouc sur la Neste (Fig. 1),

- la teneur en oxygène dissous de l'eau mesurée à l'aide d'un oxymètre WTW type OXY 330/SET (mg. L⁻¹ et % de saturation),

- la transparence de l'eau (m) a été évaluée à l'aide d'un disque de Secchi dans le canal d'aménée en rive droite à 3 mètres en amont des grilles de l'usine,

Les débits moyens journaliers de la Garonne (m³.s⁻¹) nous ont été fournis par E.D.F. Groupement de Camon. Ils correspondent à des relevés effectués à l'amont de Gourdan-Polignan (prise en compte de la Garonne et de la Neste), en amont du site (Fig. 1).

1.2 Fonctionnement et contrôle des exutoires de dévalaison

1.2.1 Débit dans les 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 des pièges a été relativement constant.

A Camon pendant toute la durée de la manipulation, la vanne a fonctionné avec un débit proche de 3 m³.s⁻¹. Pour le site de Pointis de Rivière qui possède 2 canaux donc 2 vannes, chaque vanne a fonctionné avec un débit estimé de 1.5 m³.s⁻¹. La hauteur d'asservissement de chacune des 2 vannes a été réglée sur 75 cm. Le niveau d'eau moyen mis en charge par rapport à la grille de filtration des poissons était de 0,60 m (valeur mesurée sur l'échelle limnimétrique placée dans le bassin de dissipation).

1.2.2 Attrait des poissons par la lumière

1.2.2.1 Camon

Les 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 (L₁ et L₂), 5 minutes avec L₂ allumée et 2 minutes avec les deux lampes éteintes.

L₁ et L₂ correspondent à des lampes à vapeur de mercure de 80 W chacune, situées en rive gauche, à environ 1,5 m au-dessus de la surface de l'eau, en amont de l'exutoire et en aval du plan la grille de l'usine.

1.2.2.2 Pointis de Rivière

Pendant le cycle lumineux d'attrait nocturne des poissons sur le site de Pointis-de-Rivière, en condition normale, les 2 lampes à vapeur de mercure (80 W) situées chacune au-dessus des deux entrées des deux canaux collecteurs du piège (rive gauche et rive droite), sont allumées en continu de 20h30 à 8h30.

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. Un jour commence donc à 8h31 et se termine à 8h30 24 heures plus tard.

1.2.3 Arrêts des pièges

Les pièges de Camon et Pointis ont fonctionné en continu pendant 66 jours (du 15 mars au 19 mai 2005).

Les causes d'arrêt (répertoriées sur les fiches de suivi journalier) correspondent à l'entretien de la grille (nettoyage), aux biométries, au transport, 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...). Les chasses sont des manipulations effectuées par E.D.F. pour l'entretien de leurs 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. Les chasses qui ont influencé le fonctionnement de l'exutoire de Camon correspondent à celles effectuées au barrage de Rodère, pour Pointis de Rivière il s'agit du barrage d'Ausson (Fig. 1).

1.2.4 Problèmes liés au piégeage

Durant la période de fonctionnement, les installations de la station de Camon et Pointis n'ont pas subi de dégradations majeures.

1.2.5 Personnel présent sur le site

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) s'occupent de l'entretien, la maintenance et du 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 5 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/MFR St Sernin sur Rance), de deux agents techniques, de deux techniciens et d'un chargé de missions.

Pour les besoins spécifiques aux opérations de marquage détections réalisées lors de cette campagne, 1 stagiaire supplémentaire est intervenu (convention MIGADO/Université Paul Sabatier de Toulouse) tout au long de la campagne pour le suivi biologique, le marquage des poissons et la maintenance des enregistreurs de marques.

La répartition totale du personnel exprimée en Homme/jours pour la campagne 2006 est présentée dans le tableau 1 : l'intitulé 'sur Sites' correspond au travail du personnel sur le terrain au niveau des deux stations, l'intitulé Bureau' représente le travail de préparation des opérations, de traitements des données et de rédaction du rapport.

Valeurs Homme/ Jours	Agents Techniques		Techniciens		Chargé de mission	Stagiaire piégeage/ transport	Stagiaire marquage détection
	CDD 1	CDD 2	Confirmé sur site	Confirmé transport			
Sur sites	37	33	62	54	26	22	69
Bureaux	17	3	28	0	32	0	39

Tableau 1 : Récapitulatif hommes/jours pour la campagne de dévalaison 2006

1.3 Contrôle des migrations

1.3.1 Surveillance et comptage vidéo

Une surveillance vidéo du piégeage a été assurée sur les deux sites en continu grâce aux caméras (modèle 50 Panasonic WV CP 470/G pour Pointis et Sony SPT M328CE pour Camon) placées au-dessus de chaque goulotte de récupération des poissons. Des projecteurs halogènes d'une puissance de 500 W ont permis l'enregistrement vidéo des passages nocturnes au niveau de la goulotte de l'exutoire de dévalaison.

Les poissons piégés ont été filmés et leur passage enregistré sur fichier vidéo grâce à un ordinateur, situé dans le local technique, équipé d'un logiciel d'analyse d'images développé par le GHAAPPE (CSP/CEMAGREF), EDF. (R&D) et le Laboratoire d'électronique de l'ENSEEIH. Ce logiciel numérise les silhouettes et stocke les images sur un 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 et le fonctionnement de l'éclairage d'attrait de l'exutoire : jour / nuit selon les cycles lumineux de Camon et de Pointis de Rivière. En outre, ce système ne permet pas, ni à Camon ni à Pointis de Rivière, de différencier les espèces.

Les dates de passage des poissons sont basées sur les cycles d'éclairage : une journée commence donc à 8h31 (non pas à 0h00) et se termine à 8h30 le lendemain.

1.3.2 Biométrie et comptage manuel

Une biométrie est effectuée sur les deux sites chaque jour sur un échantillon de la population de poissons piégés. Le nombre de poissons prélevés est fonction du nombre de poissons piégés (en général, 60 individus pour des effectifs piégés inférieurs à 200 et 120 pour des effectifs piégés supérieurs à 200). Le personnel présent sur le site a procédé sur chaque échantillon à des relevés de paramètres biologiques, à la détermination de la proportion de chaque espèce de poissons et à la vérification de l'éventuelle présence de marque : ablation de la nageoire adipeuse pour les *truites fario* (TRF).

1.3.2.1 Paramètres biologiques

Effectuée sur un échantillon proportionnel à la population de poissons piégés prélevés au hasard dans le bassin de stabulation, la biométrie consiste selon les espèces, après anesthésie (2,5 ml d'eugénol dans 5 L d'eau), à relever la longueur totale (Lt) en mm, le poids (P) en g.

De même, les poissons sont contrôlés pour vérifier la présence d'éventuelles marques et leur état sanitaire : l'écaillage (< 30 %, ≥ 30 % de la surface du corps) ; les atteintes aux

nageoires et autres parties du corps (mâchoire, œil et opercules abîmés, stries sur le corps, poisson portant des mycoses, poisson blessé) sont répertoriées.

Tout poisson anesthésié est ensuite placé dans un bac de réveil avant d'être stocké dans le bassin de transfert.

Les biométries ont permis de contrôler les saumons marqués par transpondeurs. Lors la campagne 2006, plusieurs lâchers de smolts marqués par transpondeur ont été effectués au niveau des barrages de Ausson et des canaux d'amenée de Pointis et Camon. La détection manuelle de ces marques au moment des biométries sur les sites de Pointis et de Camon a permis de valider l'efficacité du matériel de détection (antennes couplées à des enregistreurs) placé dans les goulottes de transfert des poissons piégés.

1.4 Transport des poissons capturés

Il a été effectué grâce à un camion (type IVECO Eurocargo de PTAC=8600Kg) équipé d'une citerne de 4 m³ comprenant un système d'oxygénation de la cuve et de capteurs permettent 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 : Lieux de déversement possible : au niveau du pont de Blagnac (aval Toulouse) et du quai de Lamagistère (aval Golfech).

2 RESULTATS : CAMPAGNE DE PIEGEAGE-TRANSPORT 2006

2.1 Fonctionnement des pièges

2.1.1 Le piège de Camon (tableau 2)

Le piège de Camon a été fonctionnel du 15 mars 2006 à 12h30 au 19 mai 2006 à 10h15, soit 65 jours ; pendant lesquels le personnel a assuré la maintenance des installations et le maintien en stabulation des poissons.

Nature	Arrêts		
	Nombre	Durée	Pourcentage
Vérifications	302	0	0
Nettoyage des grilles	149	40h20	59,3
Biométries	27	12h20	18,1
Chasse	4	14h50	21,9
Travaux, réparation	1	0h30	0,7
Crue	0	0h0	0
Total	483	68h00	100

Tableau 2 : Causes et durées des arrêts de la vanne sur la période de la campagne à Camon

Durant la campagne, la vanne a été arrêtée en moyenne 2 à 3 fois par jour pour le nettoyage des grilles de filtration, soit un peu moins que les deux tiers (60%) du temps d'arrêt du piège sur la période, afin d'éviter leur colmatage et permettre une bonne circulation des poissons.

La seconde cause d'arrêt du piège correspond aux chasses réalisées par E.D.F. Pour des raisons de sécurité les vannes des exutoires concernés par la chasse sont fermées et consignées.

2.1.2 Le piège de Pointis

Le piège de Pointis a été fonctionnel du 16 mars 2006 à 16h30 au 19 mai 2005 à 9h30, soit 64 jours.

A Pointis de Rivière (tableau 3), la principale cause de fermeture des vannes est le nettoyage des grilles. La deuxième cause reste les périodes de chasses effectuées par E.D.F.

Nature	Arrêts		
	Nombre	Durée	Pourcentage
Vérifications	315	0	0
Nettoyage des grilles	121	28h36	43
Biométries	17	7h42	11
Chasse	8	23h18	34
Travaux, réparation	7	7h00	10
Crue	0	0	0
Total	468	67h36	100

Tableau 3 : Causes et durées des arrêts de la vanne sur la période de la campagne à Pointis de Rivière.

Les temps d'arrêts enregistrés au niveau des deux stations restent cependant très limités par rapport à la globalité du temps de piégeage. Les arrêts représentent 2,6% de la période de mise en service de la station de Camon et 1,9% pour celle de Pointis.

2.2 Paramètres du milieu

2.2.1 Température de l'air

La température de l'air a varié de 6 °C (le 17 mars 2006) à 18°C (le 16 mai 2006), avec une moyenne pour la période de 10 °C (annexe 1), températures relevées le matin entre 8h30 et 9h.

2.2.2 Température de l'eau

Les mesures journalières ont été effectuées du 16 mars au 19 mai (figure 2). La température mesurée toutes les heures dans le bassin de stabulation de Camon et celui de Pointis oscille entre 6,8 °C, température minimale (le 11 avril), et 12,9 °C, température maximale (le 16 mai) avec une moyenne globale de 9,7 °C sur l'ensemble de la campagne.

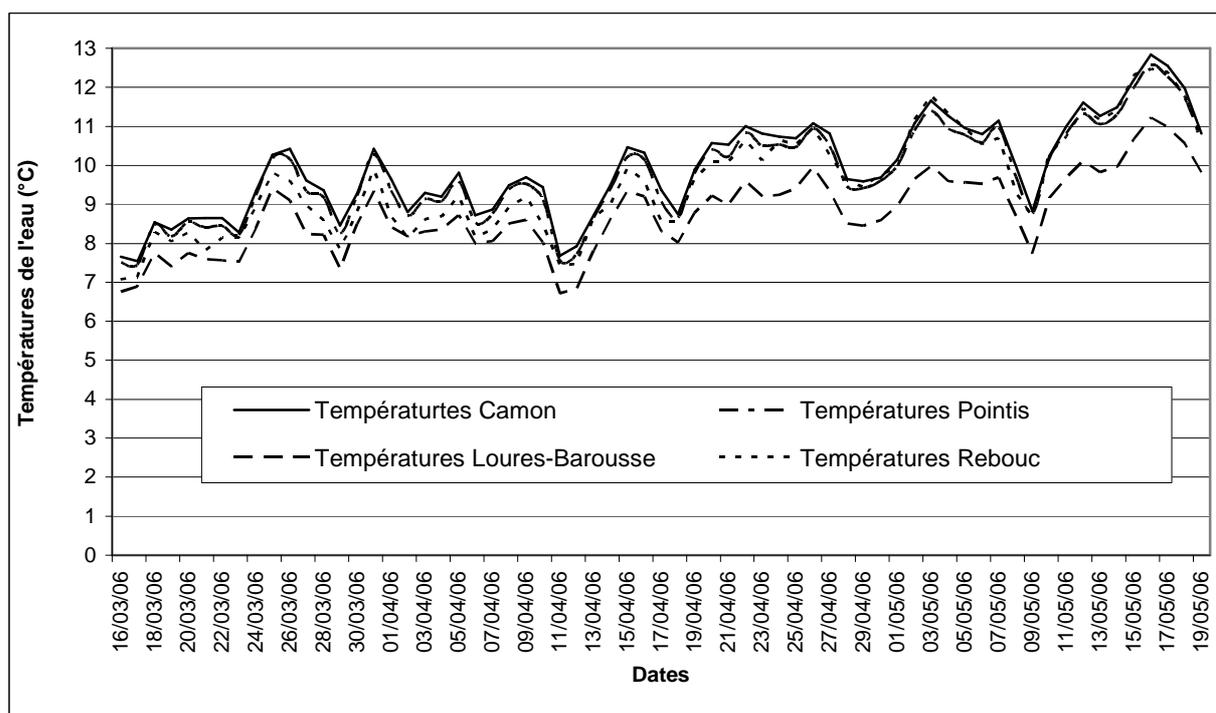


Figure 2 : Températures moyennes journalières relevées sur la Garonne à Loures-Barousse, Pointis et Camon et sur la Neste à Rebouc pendant la période d'été

Le deuxième enregistreur de température, situé à Loures-Barousse, zone de grossissement des juvéniles, précise les conditions de dévalaison des smolts de saumons. Ces enregistrements montrent des températures légèrement plus fraîches qu'à Camon (minimum de 6,7°C le 16 mars, maximum de 11,2°C le 16 mai et moyenne de 8,8 °C).

Les températures relevées sur la Neste indiquent un minimum de 7,1 °C le 16 mars, un maximum de 12,5 °C le 16 mai avec une moyenne de 9,6 °C. Ces résultats indiquent des températures légèrement plus élevées sur la Neste que sur la Garonne à Loures-Barousse mais du même ordre que celle relevées à Camon et Pointis.

2.2.3 Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous, exprimée en mg.L^{-1} et en pourcentage de saturation, indique une bonne oxygénation du bassin de stabulation, supérieure à la concentration d'oxygène minimale nécessaire au bon développement des tacons 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 $5,48 \text{ g.l}^{-1}$ et $12,5 \text{ g.l}^{-1}$ avec une valeur moyenne de $10,1 \text{ g.l}^{-1}$ soit respectivement 50,8 %, 118 % et 92,9 % de saturation (annexe 1). La concentration de $5,48$ du 27 avril 2006 a été mesurée dans le bassin de Camon lors d'un pic de migration avec plus de 4300 poissons présents dans le bassin.

2.2.4 Transparence de l'eau

Le suivi de la transparence de l'eau indique (figure 3) que l'eau a présenté une faible turbidité (transparence de l'eau supérieure à 1,2 m, mesurée au disque de Secchi) pendant une majorité de jours lors de la campagne 2006. Les périodes de plus forte diminution de la transparence de l'eau correspondent aux augmentations de débits de la Garonne qui ont été peu nombreuses et limités en valeurs de débit (pas de crue dans la période suivie).

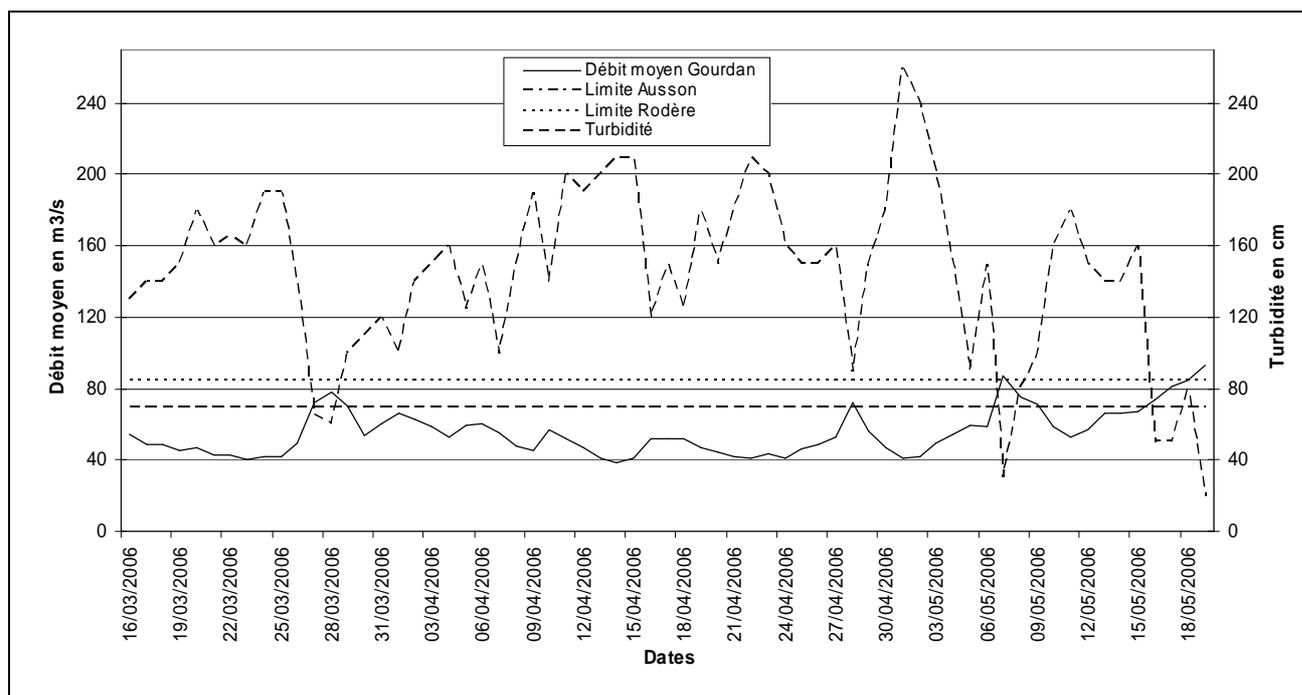


Figure 3 : Evolution de la turbidité (en cm mesurée au disque de Secchi) et des débits moyens journaliers de la Garonne enregistrés à Gourdan-Polignan.

2.2.5 Débits

Les valeurs de débits de la Garonne (moyennes journalières enregistrées au niveau de Gourdan-Polignan) pendant la campagne 2006 indiquent des débits relativement faibles qui ont varié entre 38,8 m³/s et 93,3 m³/s. On note pour cette campagne 4 faibles augmentations des débits : du 27 au 29 mars avec un débit de l'ordre de 70 m³/s ; le 28 avril avec 72 m³/s ; le 8 mai avec un pic de 75 m³/s et un débit plus soutenu en fin de campagne de 70 m³/s jusqu'à 93 m³/s du 16 mai au 19 mai.

L'usine de Pointis de Rivière ne pouvant dériver que 70 m³/s, et celle de Camon 85 m³/s, très peu de surverses au niveau des barrages se sont produites pendant cette campagne.

La comparaison interannuelle des débits permet de situer l'hydrologie du printemps 2006 par rapport aux années précédentes (voir §3.1.1. et annexe 2).

2.3 Etude des migrations

2.3.1 Etude du passage des poissons piégés

2.3.1.1 Efficacité de la vidéo

L'étude du passage des poissons piégés se base exclusivement sur les résultats issus du comptage par enregistrement du signal vidéo sur le logiciel d'analyse d'image. Avant toute interprétation il est donc nécessaire de valider l'efficacité de cet outil. Ainsi durant la période d'étude, plusieurs contrôles ont été réalisés sur les 2 sites en comparant les résultats obtenus par dépouillement des fichiers vidéo avec des comptages manuels de l'ensemble des poissons présents dans les bassins de stabulation.

2.3.1.1.1 Camon

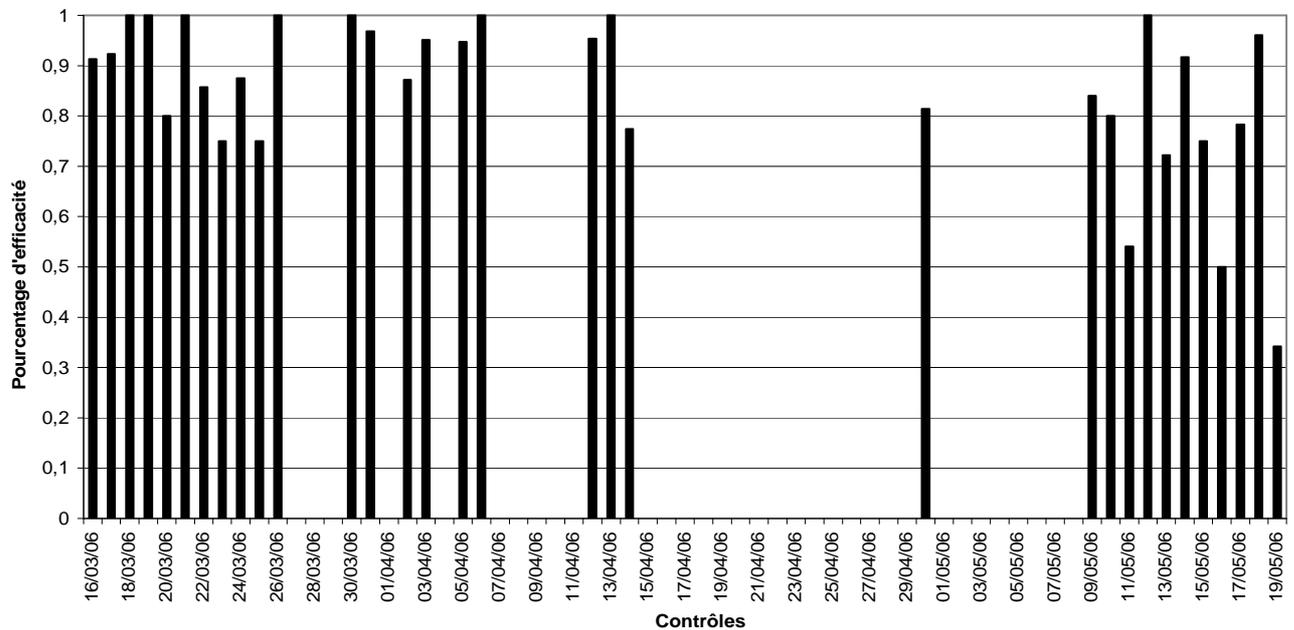


Figure 4 : Efficacité de la vidéo de Camon.

La figure 4 présente le pourcentage de poissons contrôlés à la vidéo par rapport au nombre de poissons comptés dans le bassin de stabulation. Les 32 tests réalisés dont les résultats sont présentés sur la figure 4, donne une moyenne de 85,3% d'efficacité pour le site de Camon.

2.3.1.1.2 Pointis de Rivière

Les tests réalisés durant la campagne 2006 ont permis de valider l'efficacité du système de comptage par analyse d'image. Les résultats des 36 tests obtenus donnent une moyenne de 73,2% d'efficacité du système de comptage. Le système d'analyse d'image a donc permis de comptabiliser de manière relativement précise le nombre de poissons qui ont emprunté l'exutoire de dévalaison de Pointis et d'enregistrer les horaires de passage de chaque poisson.

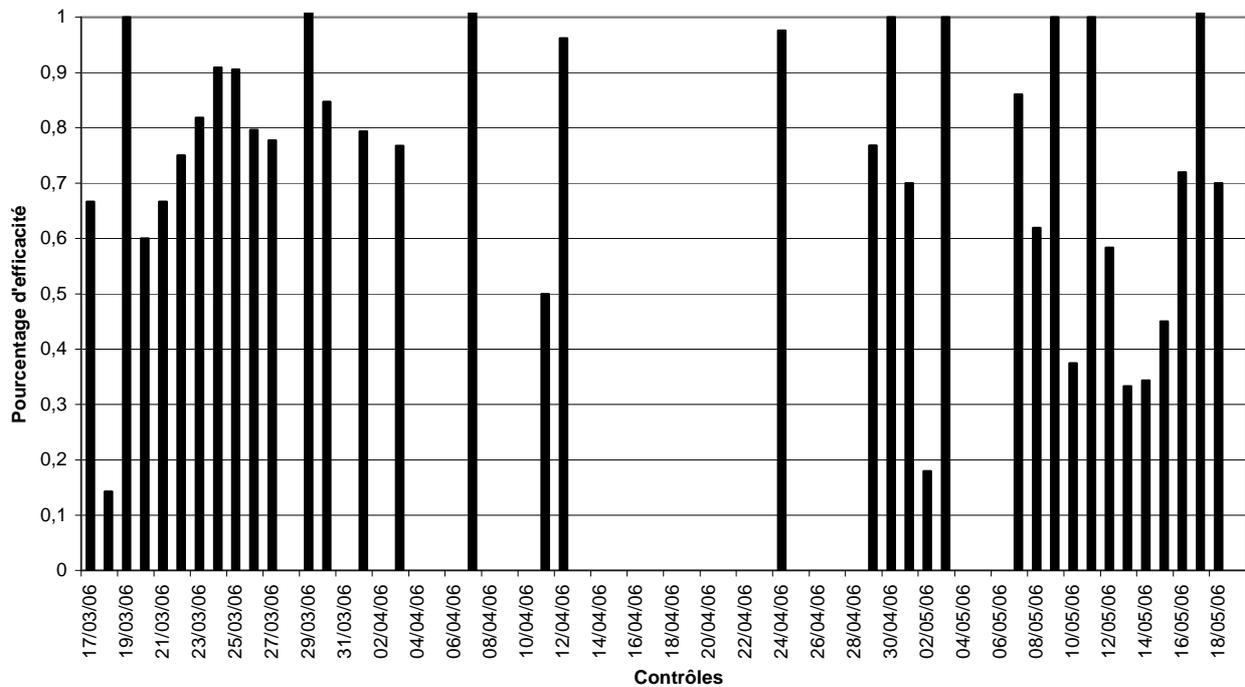


Figure 5 : Efficacité de la vidéo de Pointis de Rivière.

2.3.1.2 Passage sur 24 heures

L'enregistrement vidéo a permis de dénombrer 32 398 poissons pour l'ensemble des deux sites 20 411 à Camon et 11 987 à Pointis entre le 15 mars et le 19 mai 2006. Les fichiers vidéo enregistrés lors de chaque passage de poisson délivrent des informations précises pour chaque individu (date, heure et conditions lumineuses d'attrait) mais également générales sur l'activité de dévalaison (passage en fonction des conditions environnementales).

Lors de la campagne 2006, le dépouillement journalier des fichiers a permis de dénombrer l'ensemble des poissons qui ont transité pour chacune des deux stations de piégeage.

Tous les résultats sont consignés dans le tableau 4 ; ils indiquent que les passages se font essentiellement la nuit (83 %) entre 20h30 et 8h30.

Eclairage	Camon		Pointis		Global	
	Effectifs filmés	Pourcentage	Effectifs filmés	Pourcentage	Effectifs filmés	Pourcentage
Jour	895	4,4%	4570	38,1%	5 465	17%
Nuit	19 516	95,6%	7417	61,9%	26 923	83%
Total	20 411	100%	11987	100%	32 398	100%

Tableau 4 : Effectifs de poissons dévalant en fonction des conditions lumineuses à Camon et Pointis en 2006.

A Camon, près de 96% des poissons capturés sont passés la nuit. Les créneaux horaires le plus fréquentés correspondent à ceux situés en début et en milieu de nuit de 21h à 0h et entre 2h et 3h (Tableau 4 et Figure 6).

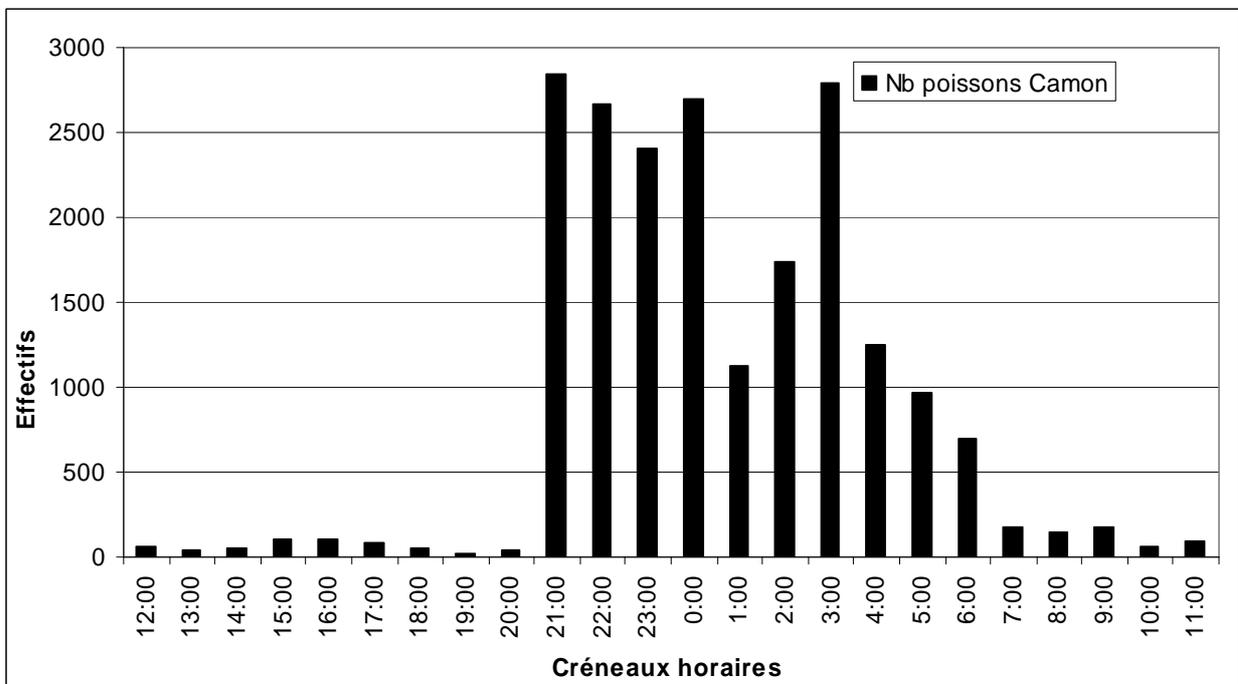


Figure 6 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Camon en 2006

A Pointis, la répartition des passages se déroule davantage sur la journée qu'à Camon. Les deux créneaux horaires les plus représentés sont pour 2006 à Pointis : minuit et 8h. La répartition des passages jour/nuit se compose 62% d'individus ayant emprunté l'exutoire en phase nocturne (Tableau 4 et Figure 7).

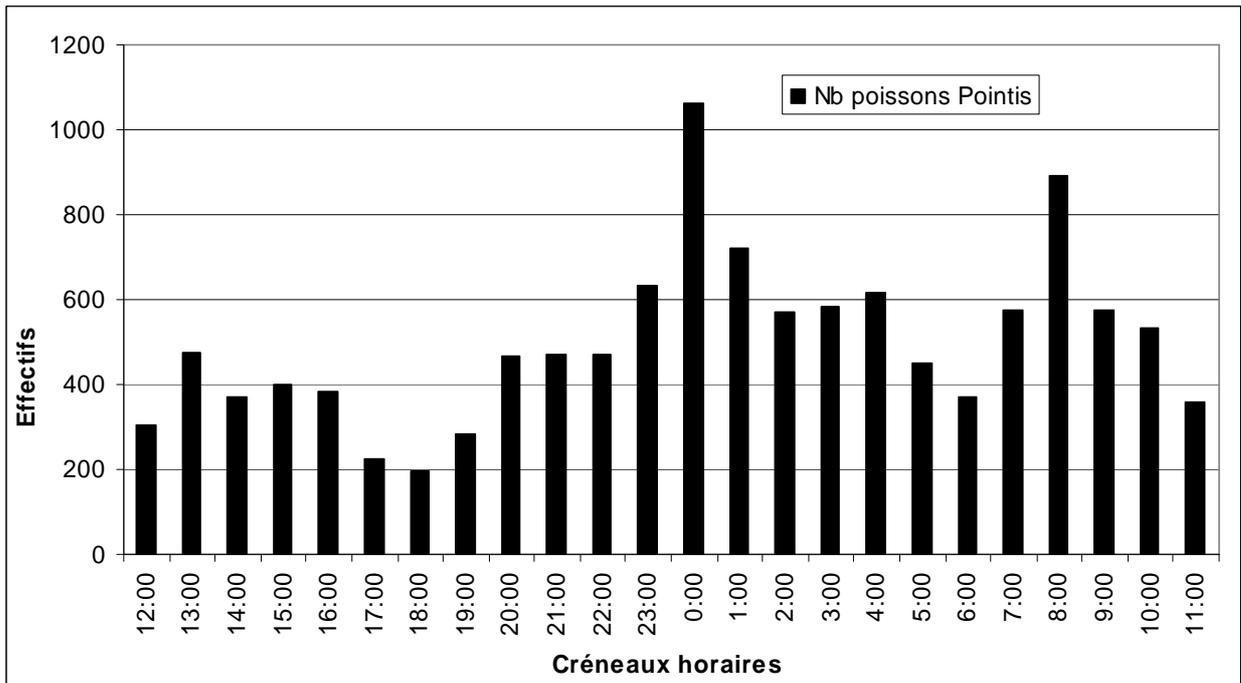


Figure 7 : Evolution des effectifs cumulés par créneaux horaires d'1 heure à Pointis en 2006

Ces résultats confirment bien qu'il est primordial d'avoir en permanence une surveillance accrue des pièges et de l'entretien des grilles.

Pour le site de Camon on observe aussi depuis plusieurs années que la majorité des passages de poissons se font en fin de soirée et pendant la nuit.

La répartition des passages au niveau de l'exutoire de Pointis se réalise sur l'ensemble des créneaux horaires avec une légère prédominance des passages nocturnes.

2.3.1.3 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 à un bilan général des individus piégés quotidiennement sur une période de 24 heures qui débute à 8h30. (Exemple : le passage journalier du 18/03/06 prend en compte les poissons piégés entre 8h30 le 17/03/06 jusqu'à 8h30 le 18/03/06).

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 comme cela a déjà été dit précédemment, les poissons passent essentiellement la nuit (cf. 5.1.1.1) confirmant le fait que les saumons empruntent les deux exutoires de dévalaison préférentiellement la nuit.

A Camon et Pointis on peut donc distinguer sur la figure 8, que la dévalaison 2006 c'est déroulée entre le 26 mars et le 9 mai. Les premiers effectifs significatifs de poissons sont arrivés consécutivement à une augmentation relative des débits survenue le 27 mars (de 40 à 77 m³/s).

Les principaux pics de migrations ont eu lieu entre le 15 et le 29 avril, où 21 378 individus ont été piégés soit près de 66 % du total des poissons piégés. Le 27 avril, il a été observé le

plus grand nombre de poissons avec près de 5 000 individus au total sur l'ensemble des deux stations.

La comparaison des effectifs piégés avec les paramètres du milieu à savoir la température de l'eau à Loures-Barousse et les débits de la Garonne (figure 8) indique que les passages de poissons dévalants se sont produits généralement consécutivement ou lors d'augmentations des débits de la Garonne.

La relation entre la température et le passage des poissons est difficile à mettre en évidence lors de cette campagne. Les températures enregistrées sur les secteurs de grossissement des juvéniles ont été, tout au long de la campagne 2006, relativement fraîches et n'ont pas présenté de grandes amplitudes de variation (valeurs comprises entre 7 et 10°C).

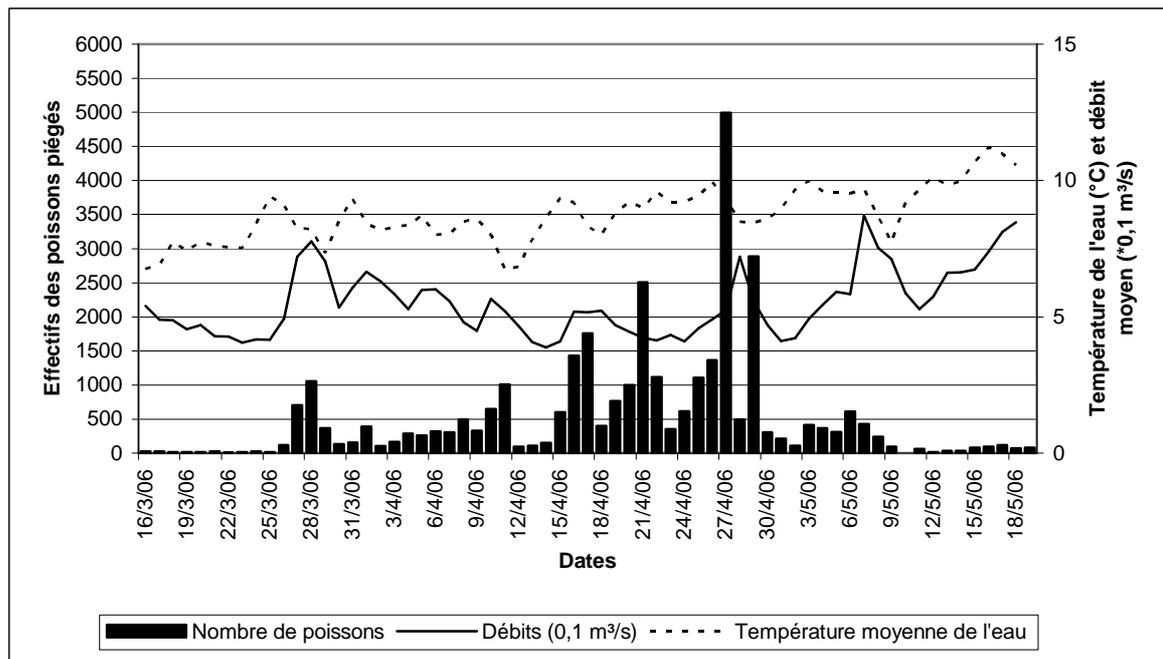


Figure 8 : Evolution des passages journaliers de poissons dévalant au cours de la période d'étude à Camon et Pointis en fonction de la température de l'eau (° C) mesurée à Loures-Barousse et du débit de la Garonne (*0,1m³.s⁻¹) mesuré à Gourdan-Polignan

2.4 Relevés de paramètres biologiques (Biométrie)

Lors des 65 relevés de paramètres biologiques effectués sur le site de Camon et sur le site de Pointis de Rivière, respectivement 3 893 et 3 617 poissons ont été identifiés (soit 19,4% et 29,4% des poissons ayant transités pour chaque station), mesurés, pesés et observés (état sanitaire, marquage).

2.4.1 Répartition par espèce

Au total 9 espèces de poisson ont été recensées pendant l'ensemble de la campagne (Tableau 5), et ont fait l'objet de relevés de paramètres biologiques.

Famille	Non verniculaire	Nom scientifique	Code
Balitoridés	Loche franche	Nemacheilus barbatula	LOF
Cyprinidés	Gardon	Rutilus rutilus	GAR
Cyprinidés	Rotengle	Scardinius erythrophthalmus	ROT
Cyprinidés	Chevaine	Leuciscus cephalus	CHE
Ictaluridés	Poisson-chat	Ictalurus melas	PCH
Percidés	Perche franche	Perca fluviatilis	PER
Salmonidés	Saumon atlantique	Salmo salar	SAT
Salmonidés	Truite arc-en-ciel	Oncorhynchus mykiss	TAC
Salmonidés	Truite fario	Salmo trutta fario	TRF

Tableau 5 Espèces recensées à Camon et à Pointis de Rivière pendant la période d'étude.

Il est à noter qu'une distinction a été effectuée entre les truites fario à robe classique (TRF) et celles à robe blanchissante (TRF BL).

La proportion de chaque espèce, dans les échantillons prélevés, montre une nette dominance du saumon atlantique (87,6 % pour Camon et 84 % pour Pointis de Rivière), Les truites fario (TRF et TRFBL) représentent 11,8 % des poissons ayant subi une biométrie à Camon et 15 % à Pointis de Rivière. Concernant les autres espèces, dans leur ensemble, elles représentent 0,6 % à Camon et 1 % à Pointis.

2.4.2 Etat sanitaire

Sur les 7 510 poissons observés sur les 2 sites d'étude (soit 23,3 % du nombre de poissons piégés), la majorité est en bonne santé et ne présente pas de problème particulier à près de 95,5% (Tableau 6). Seuls 1,9% présentent un défaut d'écaillage (1,1% écaillage < 30%, 0,8% écaillage > 30%, 0,6% présence de stries). Durant la période, aucune évolution sensible de la proportion des atteintes sanitaires relevés sur les poissons n'a été observée.

Code	Smolts de saumon		Truites fario		Truites blanchissantes		Autres espèces		Total des espèces	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Sain	6077	95,30%	154	88,51%	785	98,13%	55	96,49%	7071	95,5%
< 30%	76	1,19%	1	0,57%	2	0,25%	0	0,00%	79	1,1%
> 30%	56	0,88%	2	1,15%	0	0,00%	0	0,00%	58	0,8%
Na	16	0,25%	9	5,17%	0	0,00%	1	1,75%	26	0,4%
St	38	0,60%	0	0,00%	3	0,38%	0	0,00%	41	0,6%
Ma	16	0,25%	0	0,00%	2	0,25%	0	0,00%	18	0,2%
My	99	1,55%	14	8,05%	4	0,50%	2	3,51%	119	1,6%
Bl	33	0,52%	7	4,02%	3	0,38%	1	1,75%	44	0,6%
Oe	10	0,16%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	10	0,1%
Op	4	0,06%	1	0,57%	0	0,00%	0	0,00%	5	0,1%
Mf	4	0,06%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	4	0,1%

Tableau 6 : Effectifs observés et états sanitaires des individus échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière en 2005.

Description des codes utilisés : > 29 % : écaillage inférieur à 29 % de la totalité du corps ; > 31 % : écaillage supérieur à 31 % de la surface du corps ; Na : poisson dont une nageoire présente une anomalie ; St : Stries sur le corps ; Ma : Mâchoire abîmée ; My : poisson présentant des mycoses ; Bl : blessure sur le corps ; Oe : œil abîmé ; Op : opercule abîmé ; Mf : mal formé.

Pour les Salmonidés, famille dominante dans l'échantillonnage et dans l'ensemble des captures, le bilan sanitaire sur l'ensemble de la campagne (Figure 9) indique que : i) la majorité des poissons manipulés sont en bonne santé ; ii) la première cause de défaillance sanitaire est due aux atteintes aux nageoires sur les truites à robe classique (truites « portions » issus de lâchers pour l'ouverture de la pêche et sur les autres espèces non salmonicoles ; iii) il n'y a pas de différences significatives entre l'état sanitaire des poissons capturés à Pointis de Rivière et ceux capturés à Camon.

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

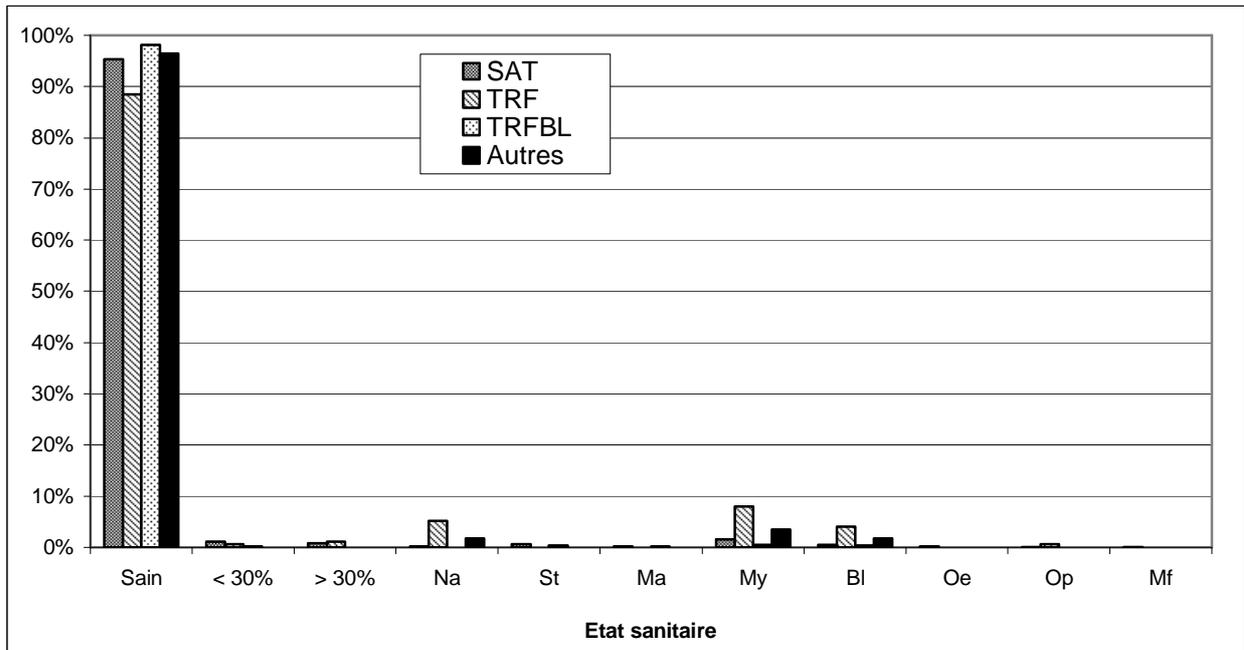


Figure 9 : Bilan de l'état sanitaire des Salmonidés (calculé en % de chaque espèce) sur la globalité de la période d'étude pour les 2 sites (Camon et Pointis de Rivière).

2.4.3 Caractéristiques biométriques des salmonidés

Le tableau 7 indique les tailles et les poids minima, maxima et moyens relevés sur l'ensemble des salmonidés échantillonnés à Camon et à Pointis de Rivière.

	Lt min (mm)	Lt max (mm)	Lt moy (mm)	P min (mm)	P max (mm)	P moy (mm)
SAT	107	324	174	12	172	46,5
TRF	110	450	198	14	824	93
TRFBL	128	290	184	22	152	65

Tableau 7 : Caractéristiques biométriques pour les Salmonidés (espèces dominant le peuplement)

Les smolts de saumons échantillonnés présentent une taille moyenne (Longueur totale) de 174 mm et un poids moyen de 46,5g. Les tailles des smolts varient de 107 mm à 260 mm et les poids sont compris entre 14g et 172g. Les truites (TRF) présentent une longueur totale moyenne de 198 mm et poids moyen de 93g les truites smoltifiées (TRFBL) ont une longueur moyenne de 184 mm et un poids moyen de 65g.

La proportion de smolts de plus de 180 mm par rapport à l'ensemble des smolts échantillonnés chaque jour est représentée sur la figure 11. Ils apparaissent en plus grande proportion dans la première partie de la campagne, de la fin mars à la mi avril.

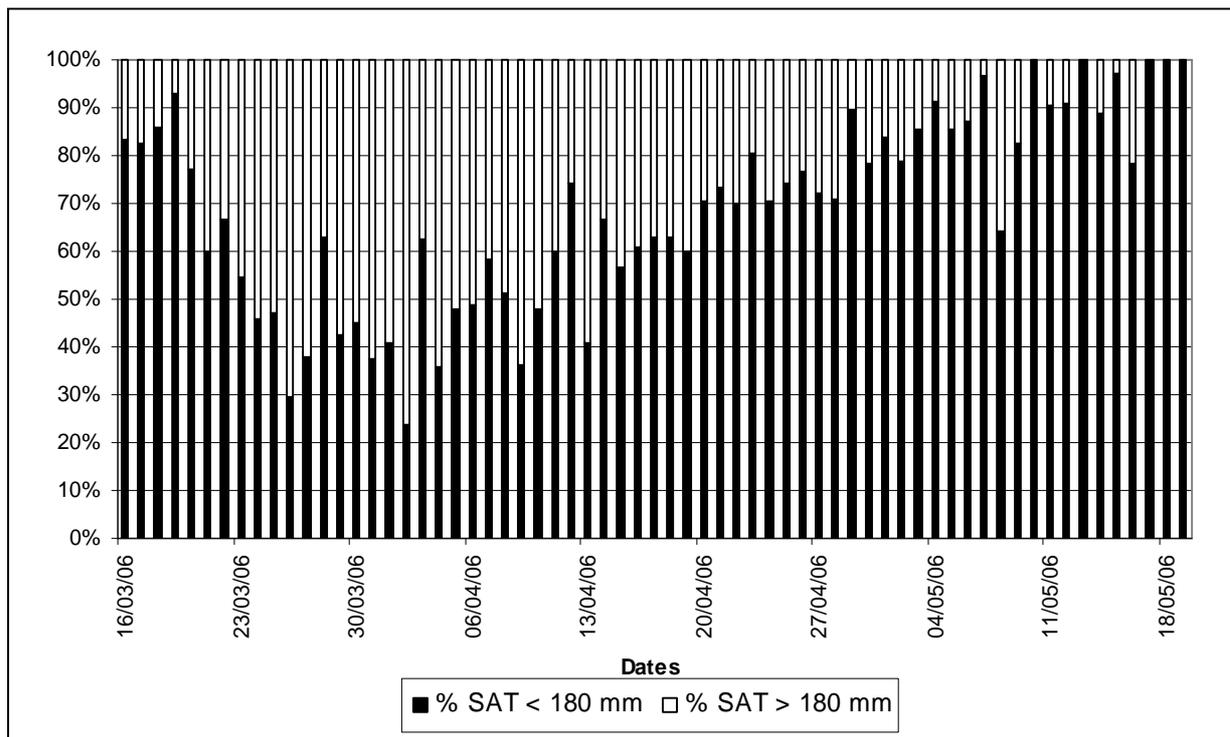


Figure 11 : Evolution de la proportion de SAT de plus de 180 mm par rapport à l'ensemble des SAT mesurés lors de chaque biométrie réalisée à Camon et à Pointis de Rivière.

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 ($R^2 = 0,84$).

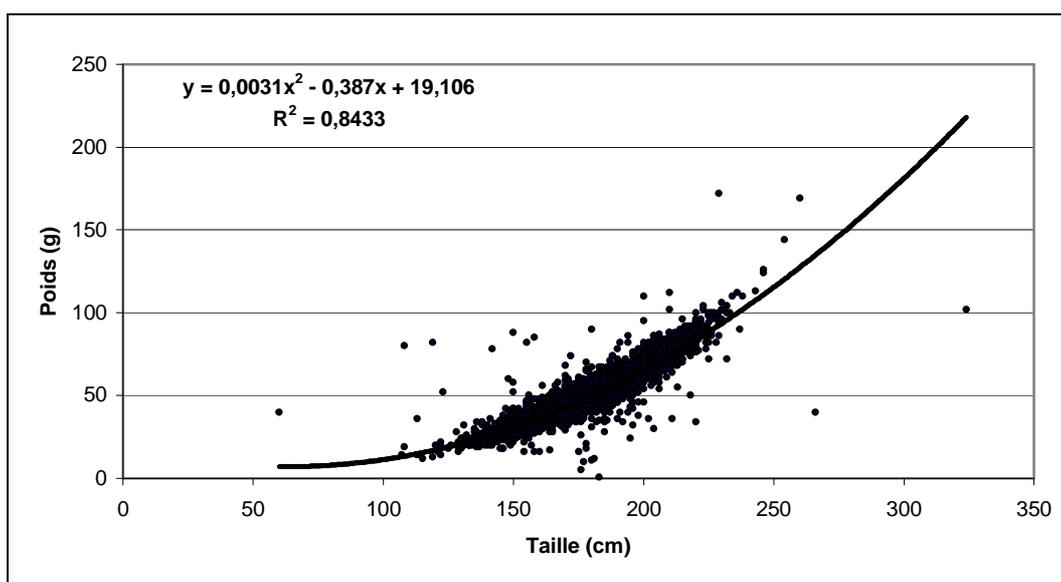


Figure 12 : Relation taille/poids sur les individus de saumons atlantique échantillonnés

Coefficient de condition (K)

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

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

Pour 2006, les coefficients varient de 0,21 à 1,60 avec une valeur moyenne de 0,86 pour l'ensemble des saumons capturés à Camon et à Pointis de Rivière.

2.4.3.2 Truites fario

Lors de la campagne de piégeage, deux phénotypes de truites ont été identifiés (d'après BAGLINIERE *et al.*, 1995) :

Truites fario 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.



Photo 3 : Truite fario à robe classique.

Truites blanchissantes 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).



Photo 4 : Truite fario à robe blanchissante.

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.

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 échantillonnées sur les 2 sites d'études ont une taille inférieure à 230 mm, 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 0,70 ; maximale de 2,23 et moyenne de 0,99 et pour les truites fario « blanchissantes » une valeur minimale de 0,52 ; maximale de 2 et moyenne de 0,98.

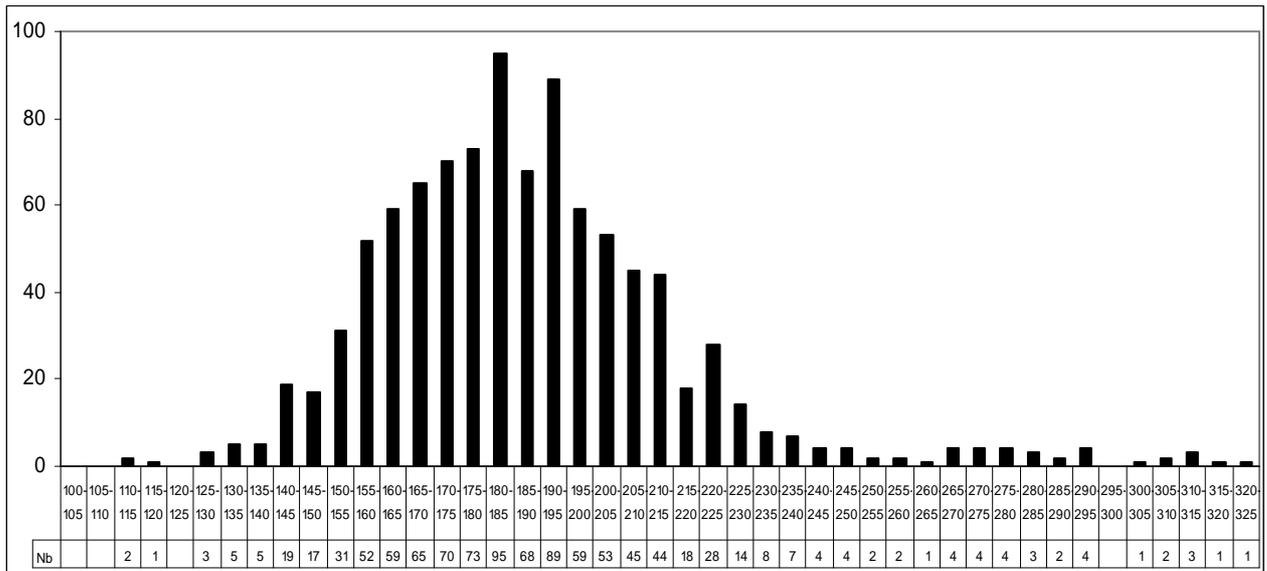


Figure 13 : : Structure du peuplement de truites fario à robe classique (TRF) et à robe blanchissante (TRF BL) dévalant d'après l'échantillonnage effectué lors des relevés de paramètres biologiques à Camon et Pointis de Rivière (remarque : une truite de taille 450 mm a été capturée mais ne figure pas sur le graphique pour des raisons de présentation).

2.5 Bilan des effectifs contrôlés et transportés

2.5.1 Bilan des effectifs contrôlés

2.5.1.1 Poissons piégés (tableau 8)

Au total **32 249 poissons** ont été capturés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière dont **27 932 smolts de saumon** (soit 86,6% de l'effectif total). Ces effectifs ne tiennent pas compte des smolts produits en pisciculture et utilisés pour les opérations de marquage-détection et les smolts sauvages utilisés pour le marquage et recapturés n'ont été comptabilisés qu'une seule fois. Les truites représentent 13% des poissons piégés et les autres espèces 0,4%.

Le site de Pointis a piégé 37% du total des saumons (17 577 saumons à Camon et 10 355 à Pointis de Rivière). De 2003 à 2005, Pointis avait permis la capture de, respectivement, 47%, 62% et 44% du total des saumons. Cette variation de la proportion du nombre de saumons piégés par site est surtout à mettre en relation avec les conditions hydrologique au moment de la migration qui influence l'attractivité et l'efficacité des 2 stations de piégeage.

	Poissons piégés				Total
	SAT	TRF	TRF BL	Autres espèces	
Camon	18 752	168	1 109	44	20 073
Pointis de rivière	10 853	463	963	46	12 325
Total	29 605	631	2 072	90	32 398
%	86,6%	3,2%	9,8%	0,4%	100%

Tableau 8 : Effectifs des poissons piégés sur les sites de Camon et Pointis de Rivière.

2.5.1.2 Mortalité

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

2.5.1.2.1 Sur la grille de filtration

Sur l'ensemble de la campagne, 30 poissons morts ont été récupérés sur la grille de Camon (25 SAT, 3 TRFBL, et 2 PER) et 3 à Pointis de Rivière (2 SAT et 1 GAR). Il s'agit d'individus en mauvais état qui dérivait et se sont laissés entraîner dans l'exutoire.

2.5.1.2.2 Dans le bassin de stabulation

82 poissons morts ont été récupérés dans le bassin de stabulation de Camon (66 SAT et 4 TRF, 8 TRFBL et 4 autres espèces) et 98 dans celui de Pointis (74 SAT, 6 TRF, 1 TRFBL et 17 appartenant à d'autres espèces). Il s'agit essentiellement de poissons porteurs de mycoses ou de blessures anciennes, ayant eu donc des atteintes quelques jours avant leur arrivée dans les bassins.

Globalement, 210 poissons morts n'ont pas été transportés vers l'aval ce qui correspond à 0,65 % 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 qui les empruntent.

2.6 Transports

2.6.1 Poissons transportés (tableau 9)

Sur les 32 398 poissons piégés, **32 710 ont été transportés**. La différence d'effectif (312 poissons supplémentaires transportés) correspond au décompte des poissons morts du total des poissons piégés et de l'ajout des smolts de saumons produits en pisciculture utilisés pour les tests de marquage détection et qui ont été recapturés.

	Poissons transportés				Total
	SAT	TRF	TRF BL	Autres espèces	
Camon	19 143	164	1 101	40	20 448
Pointis de rivière	10 814	457	962	29	12 262
Total	29 957	621	2 063	69	32 710
%	91,6%	1,9%	6,3%	0,2%	100%

Tableau 9 : Effectifs des poissons transportés depuis les sites de Camon et Pointis de Rivière.

22 transports en camion ont été effectués depuis les deux sites jusqu'au lieu de déversement de Blagnac (aval Toulouse). Le récapitulatif des effectifs par espèce de poissons transportés est repris dans le tableau 10.

La différence de température entre la température de l'eau dans la cuve du camion et l'eau de la Garonne au point de déversement est comprise entre 1,9 et 4,4 °C avec une moyenne de 3,3°C.

Date	N° de transport	Effectifs	% SAT	% TRF	% TRFBL	% Autres	Lieu de destination	Lieu de chargement
21/03/2006	1	110	81,7%	12,0%	5,5%	0,9%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
27/03/2006	2	875	80,3%	10,1%	9,5%	0,1%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
28/03/2006	3	1051	86,3%	3,0%	10,7%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
31/03/2006	4	702	83,9%	7,2%	8,9%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
03/04/2006	5	677	91,1%	2,2%	6,8%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
07/04/2006	6	1213	96,0%	2,6%	1,2%	0,2%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
11/05/2006	7	2497	96,5%	1,3%	2,1%	0,2%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
14/05/2006	8	406	97,1%	0,5%	1,9%	0,5%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
17/04/2006	9	3772	96,6%	2,2%	1,2%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
20/04/2006	10	2319	97,3%	1,3%	1,1%	0,2%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
21/04/2006	11	2560	98,4%	1,1%	0,5%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
22/04/2006	12	1128	98,7%	0,0%	1,3%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
24/04/2006	13	972	95,2%	0,9%	3,3%	0,6%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
25/04/2006	14	959	96,2%	0,7%	3,0%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
27/04/2006	15	6379	96,1%	0,0%	3,9%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
28/04/2006	16	529	94,5%	0,4%	5,1%	0,0%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
29/04/2006	17	2947	88,1%	0,3%	11,3%	0,3%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
02/05/2006	18	670	93,3%	0,9%	5,7%	0,1%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
05/05/2006	19	851	82,8%	2,9%	14,1%	0,2%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
09/05/2004	20	1353	56,4%	5,4%	36,4%	1,8%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
12/05/2006	21	226	94,9%	0,0%	3,0%	2,1%	Blagnac (31)	Camon et Pointis
19/05/2006	22	494	32,3%	17,2%	49,0%	1,4%	Blagnac (31)	Camon et Pointis

Tableau 10 : Récapitulatif des transports effectués pendant la période d'étude.

3 BILAN INTER-ANNUUEL (2000-2006)

Ce chapitre constitue un bilan des campagnes de piégeage-transport sur la Garonne amont à Camon de 2000 à 2006 et Pointis en 2003 et 2006. Seront abordés successivement les différents déversements de saumons atlantique effectués au niveau de la Garonne amont et de la Neste puis les résultats sur la dévalaison au niveau des sites de piégeage de Camon et Pointis.

3.1 Paramètres environnementaux

3.1.1 Evolution du débit

Les figures 14 et 15 et le tableau annexe 2 permettent de situer l'hydrologie rencontrée en 2006 par rapport aux autres années de piégeage.

Pour la période de dévalaison, les débits moyens mensuels enregistrés à Valentine de 1986 à 2006 sont de $54,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ au mois de mars, $72,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ au mois d'avril et $104,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ au mois de mai (tableau en annexe 2).

L'hydrologie 2006 est la plus faible connue depuis la mise en fonctionnement des stations de piégeage transport à la dévalaison. Les débits mensuels pour les mois de mars avril et mai ont été respectivement de $46,9 \text{ m}^3/\text{s}$, $50,80 \text{ m}^3/\text{s}$ et $57,10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le coefficient d'hydraulicité calculé pour la campagne 2006, à partir de données comprises entre 1986 et 2006, est de 0,67 (tableau en annexe). Le débit moyen pour les trois mois de piégeage a été de $52 \text{ m}^3/\text{s}$.

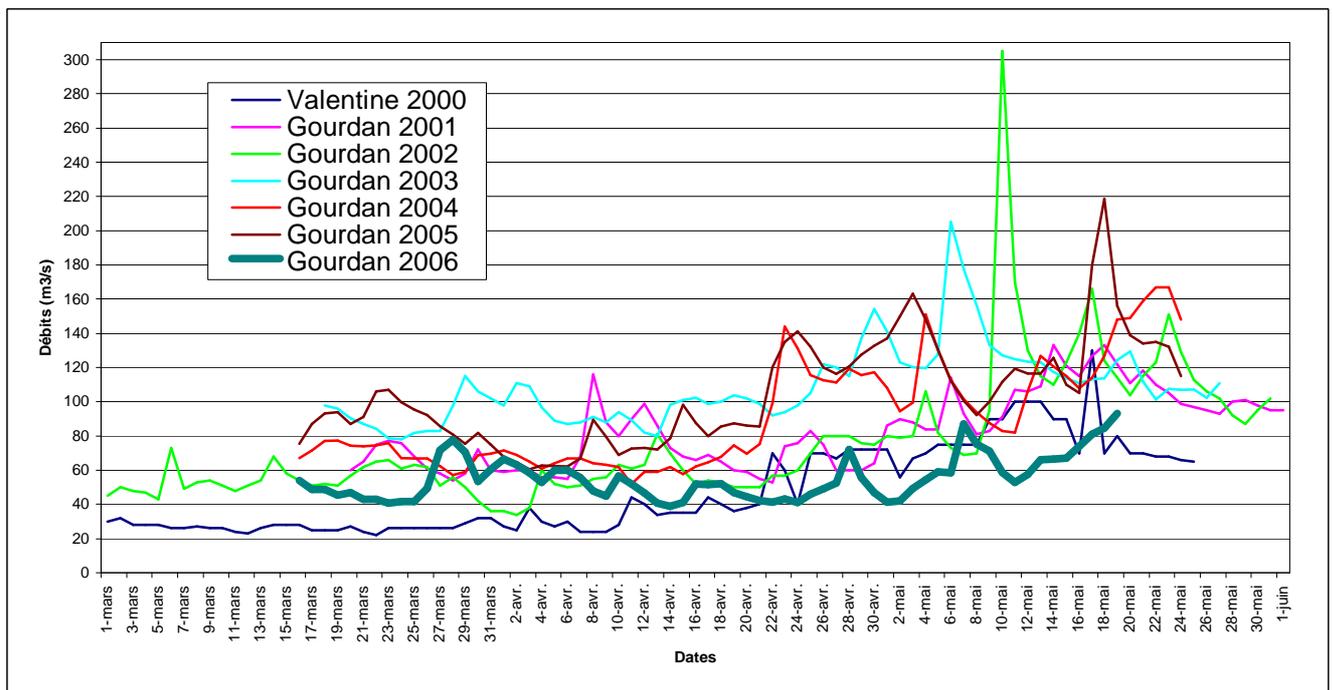


Figure 14 : Comparaison des débits journaliers de la Garonne mesurés à Valentine en 2000 et à Gourdan-Polignan de 2001 à 2006.

Les débits moyens hebdomadaires de la Garonne pendant la campagne de piégeage 2006 ont été très inférieurs à la moyenne des débits rencontrés depuis 6 ans (figure 15) au

niveau des deux stations à l'exception des semaines 13 et 14 où ils se rapprochent de la moyenne interannuelle.

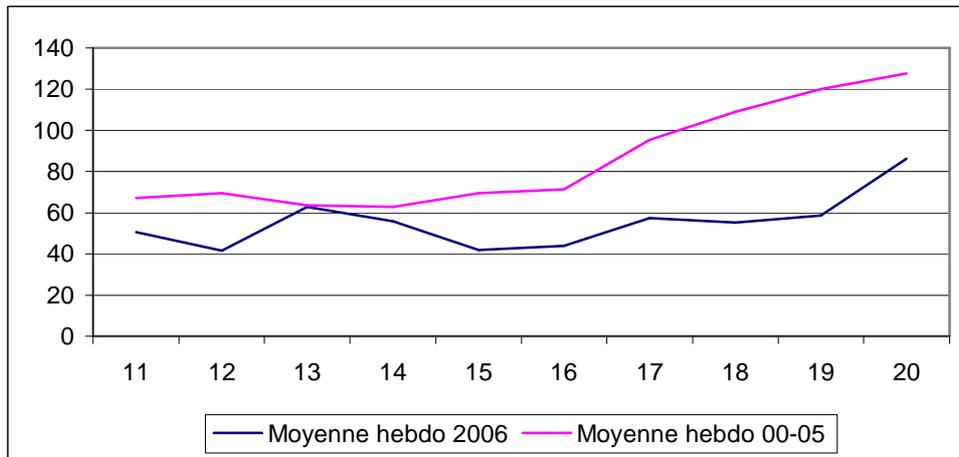


Figure 15 : Comparaison des débits moyens hebdomadaires de la Garonne de la campagne 2006 à la moyenne calculée de 2000 à 2005.(Correspondance des semaines standard en annexe 3)

3.1.2 Evolution de la température de l'eau

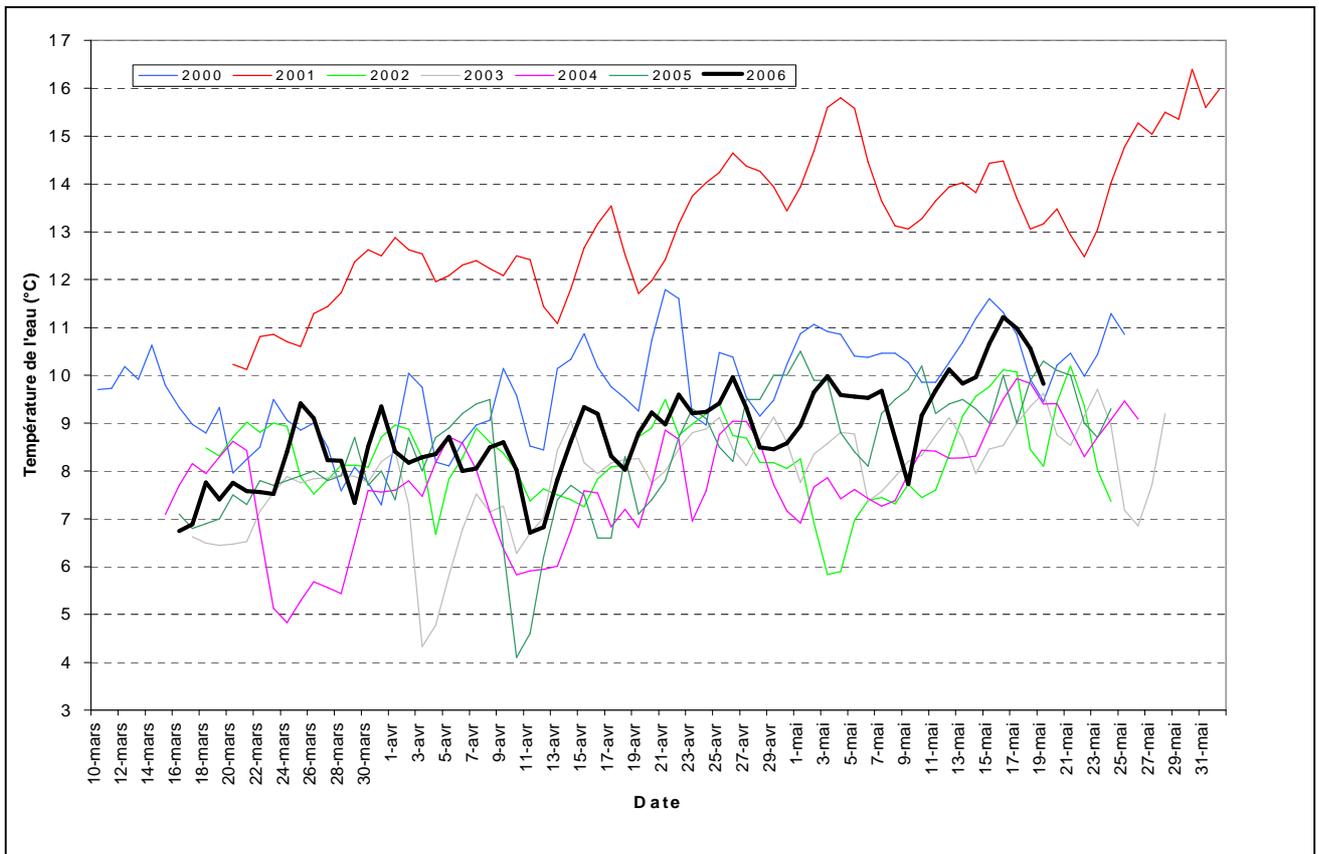


Figure 16 : Relevés des températures de l'eau (°C) enregistrées à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles).

La température de l'eau à Loures-Barousse (zone de grossissement des juvéniles) peut être très variable d'une année à l'autre. Les thermomètres ont enregistré globalement des températures plus chaudes pour le printemps 2001 entre 10 et 16 °C (Fig.16). Les valeurs de températures enregistrés en 2000 et depuis 2002 restent dans la saison de piégeage généralement comprises entre 6°C et 12°C avec pour ces 6 campagnes un minimum de 4,1 °C le 10 avril 2005 et un maximum de 11,8 °C le 21 avril 2000.

Les mêmes variations de température peuvent être observées au niveau de la station de Camon. L'influence des apports d'eau de la Neste et la présence des deux retenues (Ausson et Rodère) alimentant des centrales qui fonctionnent au fil de l'eau (pas de stockage de l'eau) n'ont a priori que très peu d'influence sur la température de l'eau entre Loures-Barousse et Camon.

3.2 Suivi biologique des saumons déversés

3.2.1 Résultats globaux

3.2.1.1 Bilan des poissons piégés

Le tableau 11 récapitule la globalité des poissons piégés sur les campagnes menées à Camon depuis 1996 et Pointis de Rivière depuis 2003, ainsi que le détail des effectifs par espèce.

Année	SAT	TRF	TRF BL	TOTAL TRF	Autres espèce s	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	1437	42	17 044
2005	18 148	1 250	1 471	2721	77	20 946
2006	29 605	631	2 072	2 703	90	32 398
Bilan (2000-2006)	100 922	5 814	9 656	15 470	449	116 841

Tableau 11 : Récapitulatif des effectifs de poissons piégés chaque année.

* Poissons d'expérimentation et re-captures de saumon de déversements tests (alevins, tacons, smolts), non totalisés dans le bilan.

Depuis 2000, les résultats indiquent, à l'exception de l'année 2003, une augmentation globale du nombre de smolts de saumon piégés avec un maximum de 29 605 smolts en 2006. Pendant la campagne 2003, la Garonne a connu une forte hydrologie qui a entraîné une surverse importante au niveau des barrages laissant ainsi la possibilité aux poissons dévalants d'éviter les pièges.

Il est également à noter des fluctuations du nombre de truites dévalantes assez importantes entre les années : les effectifs varient de 4 055 truites en 2000 à 1 005 en 2002. En

moyenne, les effectifs de truites capturées sont de 2 210 individus par saisons dont 62% sont smoltifiés.

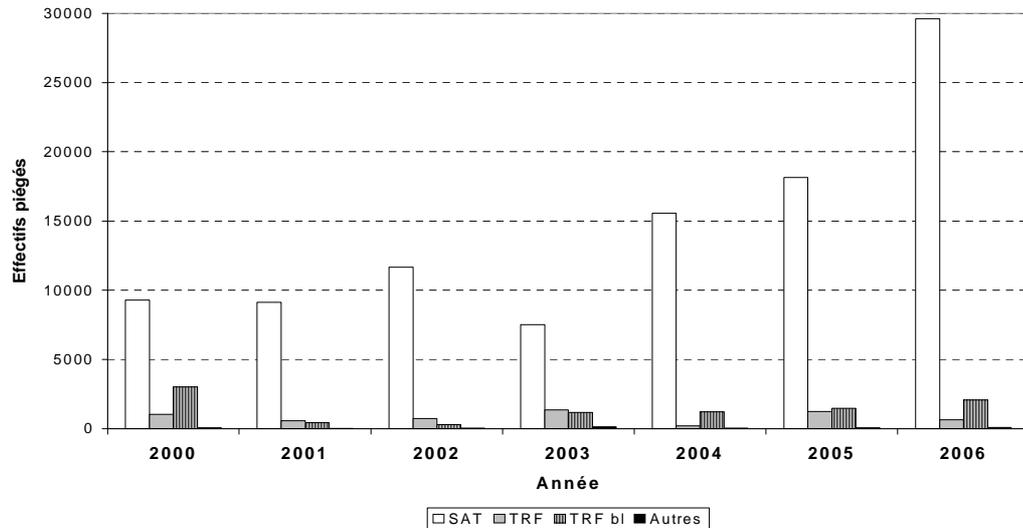


Figure 17 : Comparaison des effectifs de Salmonidés et autres espèces piégées à Camon en 2000, 2001, 2002, et à Pointis et Camon de 2003 à 2006.

La figure 17 montre une nette dominance du piégeage des salmonidés en particulier des saumons (69 % en 2000, 90 % en 2001, 92 % en 2002, 74 % en 2003, 91 % en 2004 et 87% en 2005 et 91% en 2006). Les campagnes de piégeage ont permis de mettre en évidence la dévalaison de smolts de truites (TRF BL) depuis 1996. Très peu d'autres espèces sont piégées lors de la dévalaison, il s'agit pour une grande majorité de poissons atteints de pathologies ou blessures et ayant une dévalaison passive.

3.2.1.2 Bilan des déversements de poissons sur le bassin amont

Des déversements de saumon atlantique ont eu lieu sur la Garonne amont sous forme de tests dans un premier temps (1993, 1995) mais depuis 1999, ces déversements concernent des pré-estivaux et sont réalisés tous les ans à l'échelle des potentiels d'accueil de la Garonne et de la partie aval de la Neste (aval Sarrancolin). Les alevinages ont eu lieu au mois de juin et juillet depuis 1999, les effectifs correspondent suivant les années à plusieurs centaines de milliers de juvéniles (voir tableau 12).

Les alevins proviennent de la pisciculture de Pont-Crouzet (81) et peuvent être issus soit de géniteurs « Dordogne ou Garonne sauvage », de « 1^{ère} génération enfermée » ou de « 2^{ème} génération enfermée » (œufs provenant de la pisciculture de Guillery (47) en 2000) soit de souche Adour de première génération enfermée (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.

3.2.2 Comparaison alevinages – piégeage

Il existe donc des biais sur les stades déversés (pré-estivaux, tacons...) mais depuis 1999, une standardisation de l'alevinage des poissons autour de 1g est mise en place. C'est pourquoi, le bilan concernera uniquement les résultats obtenus à Camon lors des campagnes : 2000 à 2002 et ceux obtenus depuis 2003 à Camon et Pointis de Rivière.

Le tableau 12 correspond à un récapitulatif des biomasses déversées dans la Garonne et la Neste et celles récupérées à Camon de 2000 à 2002 et depuis 2003 à Camon et Pointis de Rivière.

Année	Déversements d'alevins			Piégeage			
	Effectif	Poids moyen (g)	Biomasse (Kg)	Effectif	Lt moyenne (mm)	P moyen (g)	Biomasse (Kg)
1998	15 507	25,15	390	-	-	-	-
1999	130 615	1,1	142,5	521	172	45	23,5
2000	292 288	0,66	194	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	442 662	0,955	422,9	15 565	173,1	44,6	694
2005	407 652	1,354	301,05	18 148	165,6	39,1	709
2006	-	-	-	29 605	174	46,5	1 376

Tableau 12 : Comparaison des biomasses déversées et des biomasses piégées.

L'analyse des tailles mesurées sur les saumons recapturés appartenant aux différents lots marqués par pigments fluorescents et déversés sur la Garonne et le Neste depuis 2002 permet de déterminer la limite de classe de taille entre les smolts dévalant la première année et ceux dévalant à 2+ et 3+. Les individus présentant des tailles inférieures à 180 mm sont des individus smoltifiant la première année.

A partir de la répartition autour de la taille 180 mm observé dans les échantillons prélevés lors des biométries réalisées chaque années depuis 2000, en tenant compte des mortalités engendrées par l'usine de Pointis (11%) et de l'efficacité moyenne du piège de Camon (70%, Croze et al, 1999), il est possible de donner une estimation de la proportion par contingent d'individus qui ont smoltifié et dévalé à 1 an. Les histogrammes de la figure 18 présentent les résultats : on observe des variations importantes entre les contingents de 53,49% à 82,82% réparties de façon cyclique un contingent à plus forte proportion de smolt 1+ (de 70% à plus de 80%) suivi par un contingent à plus faible proportion de smolts 1+ (entre 50% et 60%). En moyenne, le taux de smoltification à un an est de 67,4%.

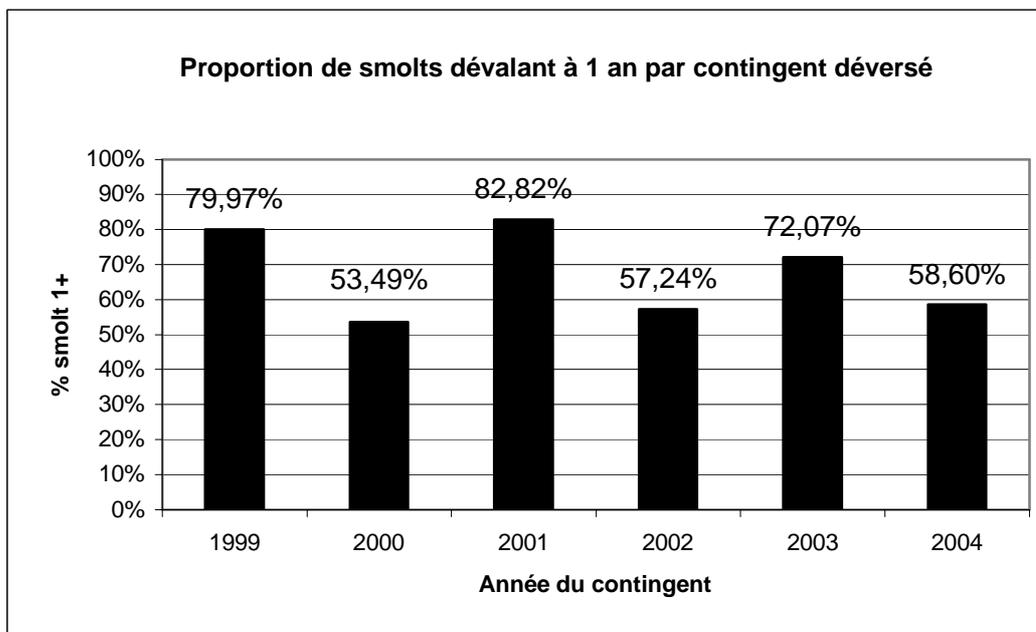


Figure 18 : Proportion de smolts dévalant à 1 an par contingent déversé

Le taux de survie moyen minimum par contingent est de 8,12% (5,62% pour les smolts 1+ et 2,50% pour le smolts 2+) entre le stade alevin/pré-estival et le stade smolt (de 5,6% à 14,3%). Ces taux de survie prennent en compte notamment l'efficacité de l'exutoire de Camon et les mortalités liées aux passages des individus par les turbines. Les échappements possibles par surverse au niveau des barrages ne sont pas pris en compte.

Le tableau 13 présente le bilan entre les effectifs de juvéniles déversés dans la Garonne amont et la Neste et les smolts dévalant piégés à Camon jusqu'en 2002 et à Camon et Pointis de Rivière de 2003 à 2006.

Année	Effectifs de pré-estivaux déversés	Survie 1 ⁺	Survie 2 ⁺	Effectifs attendus théoriques	Effectifs piégés (observés)
1999	130 615	-	-	-	-
2000	292 288	8 816		8 816	9 298
2001	145 305	19 729	1 959	19 729 + 1 959 = 21 688	9 134
2002	146 920 (Gne) + 57 487 (Neste) = 204 407	9 808	4 384	9 808 + 4 384 = 14 192	11 658
2003	201 975 (Gne) + 123 091 (Neste) = 325 066	13 797	2 179	13 797 + 2 179 = 15 976	7 514
2004	272 783 (Gne) + 167 442 (Neste) = 442 662	21 942	3 066	21 942 + 3 066 = 25 008	15 565
2005	256 567 (Gne) + 151 085 (Neste) = 407 652	29 879	4 876	29 879 + 4 876 = 34 755	18 148
2006	101 936 (Gne)	27 516	6 640	27 516 + 6 640 = 34 156	29 605
2007	-	6 880	6 114	6 880 + 6 114 = 12 994	-
2008	-	-	1 529	-	-
Total	1 947 995 (1999-2005)	131 487 (2000-2006)	23 104 (2001-2006)	220 435 (2000-2006)	100 922 (2000-2006)

Tableau 13 : Récapitulatif des déversements sur la Garonne amont, des prévisions de survie et des résultats obtenus lors du piégeage.

NB : Taux de survie théorique C.S.P. 1⁺ : 6,75 % ; Taux de survie théorique C.S.P. 2⁺ : 1,5 %
Le total ne prend pas en compte les alevinages de 2003 et les estimations faites pour 2004

Les effectifs piégés sont d'une façon générale très inférieurs à ceux attendus. Ceci ne traduit pas forcément des 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 mais souligne la difficulté d'obtenir des résultats à l'échelle d'un cours d'eau malgré les systèmes d'évaluation que nous possédons sur la Garonne. En effet, l'efficacité des piégeages est très dépendante de l'hydrologie et du fonctionnement des exploitations hydroélectriques. La campagne 2006, a permis la capture du plus important effectif de smolts depuis la mise en service des stations de piégeage. Ce résultat est à mettre en relation avec l'effort de repeuplement important réalisé en 2004 et 2005 et l'hydrologie faible rencontrée lors de la campagne 2006. Les débits bas de la Garonne pendant la saison de piégeage 2006, n'ont pas induit d'échappement par surverse au niveau des barrages. Le fonctionnement à bas régime des turbines des centrales de Pointis et

Camon a permis une meilleure efficacité des exutoires de dévalaison associés aux dispositifs de piégeage (voir § 5).

Pour la campagne 2007, l'effectif de saumons produits par les habitats de la Garonne et de la Neste d'après les taux théoriques du CSP serait de **12 994** individus issus des déversements de 2005 (smolts 2+) et 2006 (smolts 1+).

Remarque : malgré l'accès des géniteurs aux frayères dans les têtes de bassin par transport depuis Carbonne (station de piégeage à la montaison), ainsi que leur suivi, la reproduction naturelle dans la Garonne en amont de St Gaudens n'est pas assez significative pour entrer en ligne de compte dans de tels calculs d'estimations.

3.3 Migration des smolts de saumon

3.3.1 Période de migration des jeunes saumons

Le graphique de la figure 19 indique l'évolution des effectifs cumulés de poissons piégés sur les 7 années de manipulation. Une courbe moyenne a été rajoutée afin de donner une idée plus précise de la dynamique de dévalaison sur la Garonne.

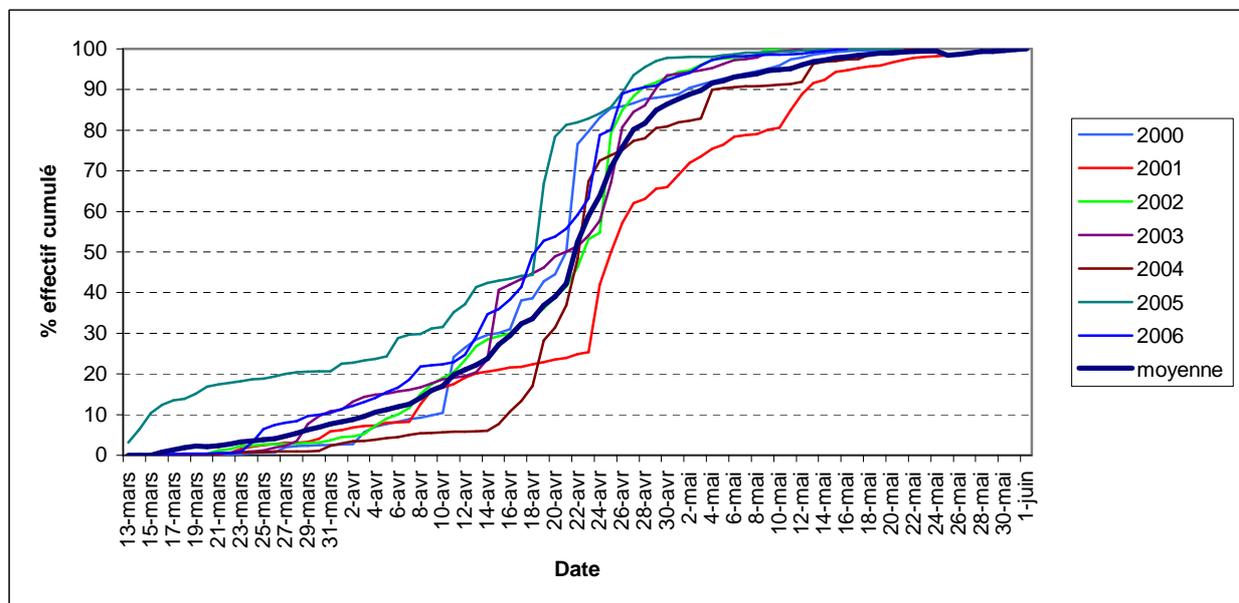


Figure 19 : Evolution des effectifs cumulés de poissons piégés pour chaque année de piégeage.

La période de passage privilégiée se situe entre le 29 mars et le 15 mai, date à laquelle on obtient plus de 90 % des effectifs globaux sur la période d'ouverture des pièges.

Au mois d'avril, plus précisément entre le 4 avril et le 4 mai, 80 % des smolts de la Garonne amont migrent. Ces observations montreraient l'importance de la photopériode dans les processus de déclenchement de la migration de dévalaison chez le saumon.

4 CONCLUSIONS

4.1 Campagne de piégeage 2006

La campagne de piégeage s'est déroulée du 15 mars au 19 mai 2006 pour le site de Camon et du 16 mars au 19 mai 2006 pour celui de Pointis de Rivière.

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 stabulations pour être contrôlés (biométrie, état sanitaire, présence de marque). Ce suivi permet de mieux caractériser les populations migrantes et de valider le travail de repeuplement réalisé en amont.

Durant la campagne 2006, **32 398 poissons** ont été piégés sur l'ensemble des deux sites (20 073 à Camon et 12 325 à Pointis) parmi eux **29 605 étaient des saumons** (18 752 à Camon et 10 853 à Pointis), 2 703 truites ont aussi été piégées et 90 individus appartenant à d'autres espèces.

Il s'agit du nombre total le plus important de poissons et de smolts de saumons piégés à partir des stations de piégeage transport de Pointis et Camon depuis leur mise en service. Ces résultats permettent de valider l'efficacité des repeuplements et classent les habitats de la Garonne amont et de la Neste à un très bon niveau pour le développement des jeunes saumons.

Au total : **32 710 poissons dont 29 957 saumons** (des saumons de pisciculture recapturés ou non utilisés lors les opérations de marquage ont aussi été transportés), 2 684 truites et 69 individus appartenant à d'autres espèces ont été transportés lors de **22 transports en camion** depuis les sites de Camon et de Pointis jusqu'à Toulouse (Blagnac).

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

4.2 Bilan interannuel

Les repeuplements en saumons réalisés sur la Garonne amont de 1999 à 2005 et sur la Neste de 2002 à 2005 s'élèvent à plus de 1 947 995 individus déversés aux stades alevin et pré-estival pour une re-capture de 100 922 smolts piégés à Camon et à Pointis de Rivière.

D'après les informations collectées lors du piégeage à Pointis et à Camon, on peut mieux connaître le déroulement de la migration de dévalaison sur la Garonne et déterminer les caractéristiques de la population de smolt. En moyenne, plus de 90 % des effectifs de saumons migrent entre la fin mars et la mi mai et chaque année. Les principaux pics migratoires ont lieu au mois d'avril. Les dates de mise en fonctionnement des stations (10 mars – 10 juin) permettent de bien encadrer la période de dévalaison.

Les déversements de saumon aux stades alevin et pré-estival donnent de bons résultats quant à leur survie en milieu naturel. On peut estimer une survie moyenne de 8% jusqu'au stade smolt en prenant en compte une efficacité de 70% pour l'exutoire de Camon, une mortalité de 11% pour les individus susceptibles de transiter par la centrale de Pointis et sans tenir compte des échappements par surverse au niveau des barrages.

La proportion d'individus qui smoltifient et dévalent à 1an varie selon les contingents de 53,5 % à 82,8%. Les informations recueillies et le taux de survie estimé indiquent un bon déroulement des opérations de repeuplement. Cependant, les effectifs de smolts capturés ne représentent globalement que 65 % (moyenne de 2000 à 2006) du nombre total de smolts estimé à partir du nombre total d'alevins déversés et un taux moyen de survie de 8%.

5 EVALUATION DE L'EFFICACITE DES STATIONS DE PIEGEAGE

5.1 Introduction

Ce travail s'intègre dans le suivi biologique du plan de restauration du saumon sur le bassin de la Garonne et de l'Ariège. L'objectif recherché est l'évaluation de l'efficacité des dispositifs de piégeage de Camon et Pointis pour appréhender quantitativement la production réalisée à partir de repeuplement en juvéniles en terme de smolts sur des cours d'eau de grande dimension. Il s'agit pour cela d'évaluer le stock de smolts dévalant depuis la Garonne et la Neste à partir des effectifs piégés au niveau des stations de piégeage transport des aménagements hydroélectriques de Camon et de Pointis.

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 en 2005 (BOSC et al, 2006) et par le GHAAPPE en 1996, 1997 et 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 que celui réalisé en 2005 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 libérés au niveau de trois points de lâchers qui ont été choisis pour déterminer (en fonction des conditions hydrologiques et des conditions d'exploitation des centrales hydroélectriques) :

1) la proportion de poissons s'engageant dans les canaux d'amenée et ceux passant directement par surverse au niveau des deux barrages. Seule une estimation des dévalaisons au niveau du barrage de Rodère avait déjà été réalisée lors de l'étude de 1998 (Croze et Larinier, 1998) et l'étude de 2005 n'a pas permis de mesurer les échappement à Rodère mais seulement à Ausson pour des débits de surverse de l'ordre de 40 m³/s.

2) l'efficacité des deux exutoires de dévalaison (la proportion des individus se présentant au niveau des usines hydroélectriques et qui empruntent les dispositifs dédiés). Les études menées par le GHAAPPE de 1996 à 1998 avaient permis de conclure à une très bonne efficacité de l'exutoire de Camon (73% en moyenne) mais les tests réalisés par MIGADO en 2005, ont révélé une très faible efficacité de l'exutoire de Camon (9,7%) lorsque la centrale est à son maximum de puissance. L'efficacité de l'exutoire de Pointis n'a été testée qu'en 2005, son évaluation devait être complété.

Les résultats ainsi obtenus doivent apporter une meilleure connaissance de l'efficacité globale du système de piégeage transport ce qui permettra, dans le cas d'une faible efficacité mesurée d'envisager une optimisation des exutoires et d'autres part permettre aux gestionnaires une estimation quantitative de la population dévalante à partir des effectifs de smolts piégés lors de la migration en fonction des conditions hydrologiques et du fonctionnement des aménagements hydroélectriques.

5.2 Contexte : Etudes de l'efficacité des exutoires du site de Pointis et de Camon dans les études antérieures.

Trois expérimentations ont été conduites de 1996 à 1998 au niveau de la prise d'eau de l'usine hydroélectrique de Camon, sur la Garonne, de manière à tester l'efficacité d'un exutoire de surface destiné aux smolts. Cette dernière a été évaluée par la méthode de marquage recapture et le comportement des smolts dans le canal d'amenée a été suivi grâce à la

technique de radio-pistage.

L'efficacité initiale du dispositif est apparue faible en **1996** (moyenne de 34 %). Le suivi par radio pistage a révélé que l'emplacement de l'exutoire n'était pas responsable de sa faible efficacité, les poissons stationnant préférentiellement à proximité. Cependant, la présence d'une ascendance avait pour conséquence de masquer son entrée. Suite à la mise en place d'une grille de tranquillisation et de platelages horizontaux au niveau de l'entrée de l'exutoire, cette efficacité a été portée à une valeur moyenne de 73 %. De bonnes conditions hydrauliques générales dans le canal d'amenée associées à une hydrodynamique locale favorable aux environs immédiats de l'entrée de l'exutoire s'avèrent indispensable à l'obtention d'une efficacité satisfaisante du dispositif de dévalaison.

Sur les 2025 smolts lâchés, 571 ont été récupérés dans le piège lors de l'étude réalisé en 1996, ce qui correspond à une efficacité moyenne de l'exutoire de dévalaison de 28,2%. Selon les lots, le pourcentage de recapture a varié de 1 % à 76 %. Plusieurs incidents affectant le fonctionnement de la vanne de l'exutoire ont cependant perturbés 2 des 11 lâchers. L'efficacité du dispositif de dévalaison, calculée en retirant ces deux lots, a varié de 7% à 76% selon les essais et atteint une valeur moyenne de 33,8% (550 smolts piégés sur 1625 lâchés).

En **1997**, après la mise en place d'un platelage fixe et d'une grille de tranquillisation amovible, sur les 1528 smolts lâchés, 1 119 ont été récupérés dans le piège, ce qui correspond à une efficacité moyenne de 73,2%. Le pourcentage de recapture a varié de 57 % à 84 % selon les lots. Ce résultat a été obtenu alors que le débit de la Garonne était particulièrement faible.

En **1998**, sur les 1 272 smolts lâchés, 911 ont empruntés l'exutoire. L'efficacité a oscillé entre 59 % et 85 %, la moyenne étant de 71,6 %. En retirant les lâchers perturbés par des pannes de vannes de l'exutoire, on obtient une efficacité moyenne de 72,8 %. Lors de cette campagne, les débits ont été représentatifs des conditions normales.

La mise en place de la grille de tranquillisation et du platelage fixe ont permis d'augmenter significativement l'efficacité du dispositif de dévalaison qui a atteint une valeur moyenne de 73% aussi bien lorsque les débits étaient faibles (1997) qu'élevés (1998).

En **2005**, une nouvelle opération de marquage détection a été conduite sur le site de Camon et pour la première fois sur le site de Pointis. Les résultats 2005 ont été intégrés avec ceux de 2006 dans le présent rapport.

L'usine de Pointis :

Les résultats obtenus en 2005 pour les lâchers de smolts dans le canal Pointis avec récupérations au niveau du piège de Pointis, avec des conditions de forte hydrologie, ont permis d'obtenir une récupération moyenne de l'ordre de 18% pour un débit turbinés inférieur à 60 m³/s et de 14,4% pour un débit turbiné de l'ordre de 70 m³/s (condition d'exploitation maximale de l'usine). Cette faible efficacité est à mettre en relation avec les valeurs de débits entonnées par les deux exutoires (attrait modéré), et l'écartement des barreaux (5 cm) du plan de grille de la centrale (rôle de barrière comportementale limité).

L'usine de Camon :

Les conditions de débits rencontrées lors de la campagne 2005 ont permis de tester l'efficacité de l'exutoire de Camon lorsque la centrale turbine au maximum de sa puissance (condition généralement observé lors de la dévalaison des smolts). Avec un débit turbiné supérieur à 68 m³/s, seulement 9,7% des smolts lâchés en amont ont été récupérés.

L'efficacité de l'exutoire de Camon, estimée en 2005 à 49% avec des débits turbinés inférieurs à 62 m³/s, est du même ordre de grandeur que celle enregistrée lors des études

réalisées par le passé avec des conditions similaires.

Des smolts lâchés en amont des retenues ont été utilisés pour évaluer les pertes par surverse au niveau des barrages. Pour des débits de surverse proches de 40 m³/s au niveau du barrage de Ausson, les échappements par le barrage représenteraient en moyenne plus d'un quart du nombre de smolts dévalant.

Les lâchers de smolt, au niveau de la retenue de Rodère, réalisés avec des conditions de très faible efficacité du dispositif de piégeage de Camon n'ont pas permis de quantifier les échappements par le barrage de Rodère.

L'étude de l'efficacité des exutoires de Pointis et de Camon réalisée lors de la campagne 2005 a souligné globalement un manque d'efficacité important de chacune des deux stations de piégeage lorsque les centrales fonctionnent à pleine puissance.

5.3 Matériel et méthode

5.3.1 La période d'expérimentation

A Pointis et Camon, la campagne de piégeage transport a débuté le 15 mars 2006 pour se terminer le 19 mai 2006, correspondant à 10 semaines pendant lesquelles le piège a fonctionné en continu.

La campagne de marquage s'est déroulée du 29 mars au 15 mai, pendant la période de migration naturelle des smolts (figure 19, § 3.3.1.)

5.3.2 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 prélevé 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 1/10ème 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 70 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. A 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 1/40^{ème} du module soit 1,5 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 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, 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.

5.3.3 Paramètres environnementaux

5.3.3.1 Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques (température de l'eau et de l'air, concentration en oxygène, % de saturation en oxygène, conductivité, turbidité) sont relevés tous les matins sur le site de Camon lors des opérations de piégeage (annexe 1). Les détails concernant l'enregistrement et l'analyse de l'évolution de ces paramètres sont décrits dans les paragraphes 1.1.3 et 2.2.

5.3.3.2 Hydrologie de la Garonne pendant la période d'étude

Le débit de la Garonne ainsi que les débits turbinés de chaque groupe, le débit de la vanne by-pass de Camon et ont été extraits de la base de données EDF et fournis gracieusement par EDF.

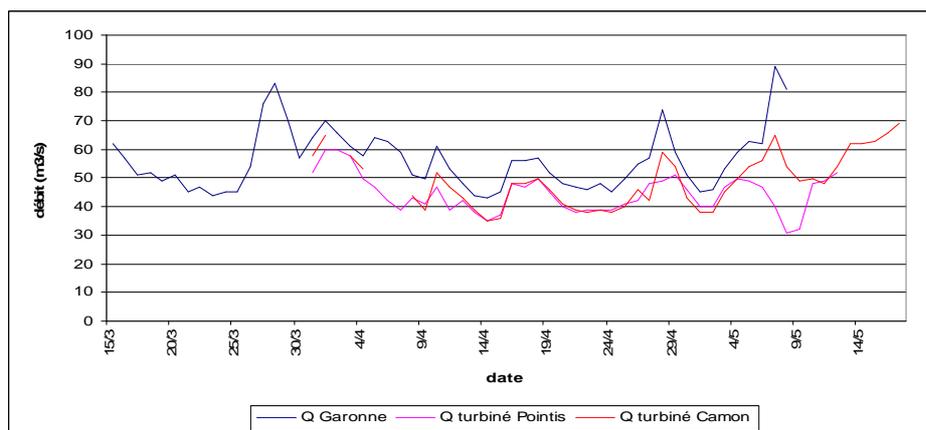


Figure 20: Débit Garonne et débit turbiné à l'usine de Pointis et à l'usine de Camon (débits moyens journaliers)

Pendant la campagne de marquage, le débit moyen journalier de la Garonne a varié de 43 à 89 m³/s (figure 20).

L'hydrologie de la Garonne lors du printemps 2006 a été faible notamment pour les mois d'avril et mai où les débits moyens mensuels lors de la période de dévalaison ont été de 50,8 m³/s pour le mois d'avril et 57,1 m³/s pour le mois de mai soit des coefficients d'hydraulicité de 0,70 et 0,55 pour le mois de mai (calculé sur la période 1986 à 2006). Au printemps 2005, les débits moyens pour ces deux mêmes mois étaient de 85,8 m³/s en avril et 132 m³/s en mai (coef.hydraulicité de 1,19 pour avril et 1,26 pour mai).

5.3.3.3 Fonctionnement hydrauliques des aménagements

Pendant la période de l'étude, les débits turbinés par les usines (figure 20) ont été relativement faibles par rapport à leur puissance maximale (Q_{max}=70 m³/s pour Pointis et Q_{max}=85 m³/s pour la centrale de Camon). A savoir, un débit turbiné moyen de 45 m³/s pour l'usine de Pointis avec un maximum de 60 m³/s et pour l'usine de Camon un débit turbiné moyen de 49 m³/s avec un maximum qui n'a pas dépassé les 69 m³/s.

Remarque : Le débit turbiné par les centrales de Pointis et Camon est normalement réparti sur les trois groupes. Lorsque le débit de la Garonne est trop faible, seulement un ou deux groupes sont fonctionnels : par exemple lorsque le débit turbiné est inférieur ou égal à 40 m³/s à Pointis, deux groupes fonctionnent avec 20 m³/s chacun. Si le débit de la Garonne augmente le troisième groupe se met en marche.

Sur l'ensemble des jours de lâchers (tableau 14), l'usine de Pointis a exploité un débit compris entre 38 et 51 m³/s

Date de lâcher	Débit turbiné total	Puissance groupe 1 en % de puissance nominale de ce groupe	Puissance groupe 2 en % de puissance nominale de ce groupe	Puissance groupe 3 en % de puissance nominale de ce groupe
30-mars	49	66.3	82	61
03-avr	51	72.3	72.7	73.9
05-avr	42	63.3	63.4	54.1
11-avr	41	75.5	74	25.8
18-avr	46	72.5	73.6	50.5
20-avr	38	81.5	0	82
25-avr	43	63.9	55.2	65.2
27-avr	50	71.3	72	73.3
28-avr	49	67.1	70.9	72
02-mai	46	38	78.4	79.4
04-mai	50	70.7	71.3	72.6
06-mai	42	31.1	74.2	75.3
09-mai	48	60.3	71.4	72.4
11-mai	50	55.1	80	81.2

Tableau 14 : Puissance des groupes de l'usine de Pointis (moyenne de 21h à 21h les soirs de lâcher)

Pendant la première partie de l'étude, l'usine de Camon a fonctionné avec deux groupes (tableau 15). Le groupe 3 arrêté pour raison de panne n'a été fonctionnel qu'à partir du 25 avril. Par la suite, la centrale a fonctionné en priorité avec deux groupes à plus de 70% de leur puissance, le troisième complétant la production.

La vanne « by pass » située sous l'entrée de l'exutoire de Camon a été ouverte par intermittence durant la période où les smolts marqués ont été susceptibles d'être capturé. L'ouverture de cette vanne permet 1) d'éviter le fonctionnement à vide d'une turbine supplémentaire (de 0 et 7 m³/s) lorsque le débit de la Garonne augmente légèrement, 2) lors de l'arrêt d'un groupe de l'usine de Camon (pour panne ou révision) de faire transiter le débit normalement utiliser par le groupe à l'arrêt dans le canal de fuite pour en faire bénéficier la centrale de Valentine située en aval sur le même canal.

Le débit moyen transitant au niveau de cette vanne a été relevé pour chaque période de récupération des poissons marqués (cf tableau annexe 6).

Date de lâcher	Débit turbiné total	Puissance groupe 1 en % de puissance nominale de ce groupe	Puissance groupe 2 en % de puissance nominale de ce groupe	Puissance groupe 3 en % de puissance nominale de ce groupe
30-mars	57	99.5	94.9	0
03-avr	55	95.4	92.4	0
11-avr	44	80.6	76.2	0
18-avr	47	83.2	82.6	0
20-avr	39	75.1	57.1	0
25-avr	45	78.7	0	78.2
27-avr	51	77	68.7	29.1
28-avr	54	65.8	82.9	52.2
02-mai	44	0	71.7	78.9
04-mai	54	42.1	51.8	88.5
06-mai	65	82.8	57.1	80.9
09-mai	45	76	2.5	74.3
11-mai	53	87.6	7.2	87.2

Tableau 15: Puissance des groupes de l'usine de Camon (moyenne de 21h à 21 les soirs de lâcher)

5.3.3.4 Fonctionnement de l'exutoire de Camon

Depuis la campagne 2006, la vanne de l'exutoire de Camon a été dotée d'un capteur de position. Les données de position de la vanne enregistrées pendant la campagne avec celles de l'altitude de la surface de l'eau du bassin de mise en charge permettent de calculer le débit entrant dans l'exutoire. Le débit moyen dans l'exutoire de dévalaison pour cette campagne a été de 2,20 m³/s, avec un maximum de 4 m³/s.

5.3.4 Le marquage des smolts

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

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

Pour les smolts sauvages, la priorité a été de choisir les poissons piégés à Pointis (site de marquage) pour éviter un transport supplémentaire aux poissons. De plus, aucun n'a subi d'anesthésie prévue dans les biométries réalisées pour le suivi biologique de la population migrante. Une fois piégés, ces smolts sauvages ont été directement transférés dans le bassin de stockage en attendant leur marquage. Ce temps de stabulation n'a pas excédé trois jours.

5.3.5 Réalisation de lots témoin

Afin de vérifier la viabilité des smolts de pisciculture pendant notre étude, deux lots témoins de smolts marqués et non marqués ont été effectués.

Le premier lot a permis de mettre en évidence la survie des smolts lors de leur stockage sur la station de Pointis. Ce lot composé de 37 smolts, a été stabulé du 03/04/06 jusqu'au 18/04/06 dans un bassin alimenté par l'eau de la Garonne soit au total 15 jours

Le deuxième lot témoin a été réalisé également avec des poissons de pisciculture, afin de vérifier la survie de ces poissons après marquage avec les PIT-TAG. Ce lot composé de 30 smolts a été gardés en stabulation du 28/04/06 jusqu'au 09/05/06 soit 12 jours.

5.3.6 Modalités de marquage

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

Les smolts présentant la moindre anomalie (mycose, blessure, déformation...) sont écartés du marquage. La taille minimale des poissons pouvant être marqués a été fixée à 145 mm, afin d'éviter des mortalités sur des smolts de trop petite taille lors de l'introduction du transpondeur. Les smolts qui n'ont pas été marqués sont destinés au transport.

Pour le marquage, les smolts sont capturés à l'épuisette et plongés dans un bain anesthésiant (2 ml de Eugenol 1/10 dilué à 5 litre d'eau). Au maximum, 15 poissons ont été endormis à chaque fois. Le temps d'endormissement est généralement de l'ordre de 5 minutes.

Les marques utilisées sont des PIT-tags (Passive Integrated Transpondeur) du même type que celles déjà utilisées en 1998 et 2005 sur ces mêmes sites. Elles sont de forme cylindrique (11 mm de long et 2 mm de diamètre) et n'ont aucune source d'énergie propre. Ces marques utilisent, pour fonctionner, l'énergie du champ électromagnétique produit par la plaque 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 droite. 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 TROVAN.

Les smolts sont ensuite pesés et mesurés.

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 poissons (pisciculture ou sauvage), est conservé dans un bac de 100 l alimenté par l'eau de la Garonne.

5.3.7 Les lâchers des lots marqués

Les lâchers ont eu lieu à partir de 21 heures 30. Cet horaire a été choisi car la dévalaison des smolts s'effectue en grande majorité pendant la nuit.

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.

Au total, 43 lots d'une cinquantaine de smolts ont été libérés en amont des dispositifs (tableau 16). Parmi ces lots, 13 ont été constitués de smolts dévalant naturellement capturés depuis Pointis et 30 à partir de smolts de pisciculture.

Lieux de lâcher	Nb de lâcher	Lot Sauvage	Lot Pisciculture
Ausson	14	4	10
Canal Pointis	14	4	10
Canal Camon	15	5	10

Tableau 16 : Récapitulatif du nombre de lots par lieux de lâcher

Deux opérateurs ont procédé aux déversements des lots marqués selon trois modes différents liés aux conditions présentées par chaque lieu de lâcher. Au niveau du canal de Pointis qui présente des berges abruptes, une goulotte en PVC a été utilisée afin de déverser les smolts sans dommage le long de la berge jusqu'à la surface de l'eau du canal. Au niveau du canal de Camon, un système de renversement du bac a été utilisé par l'intermédiaire de sangles au niveau d'une passerelle afin de déverser les poissons à quelques centimètres de la surface. Au niveau du barrage d'Ausson aucun dispositif n'a été nécessaire, l'approche au bord de l'eau se faisant très facilement (berge en pente douce).

5.3.8 Fonctionnement des dispositifs de détection des marques

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

Les dispositifs de détection ont fonctionné en permanence. Ils comprennent deux plaques de détection TROVAN-UKID (30 cm x 97 cm) disposées l'une à la suite de l'autre. Chaque plaque est reliée à un enregistreur mémorisant, pour chaque smolt marqué capturé, le code du transpondeur, la date et l'heure de passage.

Les données stockées par les enregistreurs sont déchargées à l'aide d'un ordinateur portable chaque matin (planche 5, photo 5). 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. C'est pour pallier à ce problème que deux plaques ont été utilisées sur chaque site. De plus et pour vérifier l'efficacité du système de détection, des tests ont été réalisés régulièrement sur chaque site de piégeage.

L'efficacité du dispositif de détection a pu être vérifiée de deux manières différentes :

- par des passages de flotteurs portant chacun une marque (buldo), tests réalisés régulièrement plusieurs fois par semaine durant l'étude.

- par la vérification, à l'aide d'un lecteur manuel, de la totalité des poissons présents dans le bassin de stabulation. Ce test a pu être effectué lors des biométries réalisées pour le suivi biologique des stations lorsque le nombre de poissons piégés n'était pas trop important (moins d'une centaine d'individus).

5.4 Evaluation de l'efficacité des exutoires et estimation des pertes par surverses aux barrages

Trois lieux de lâchers des lots de smolts marqués ont été choisis en fonction des objectifs de l'étude : la retenue d'Ausson, le canal d'amenée de Pointis et le canal d'amenée de Camon.

5.4.1 Evaluation de l'efficacité du système de dévalaison de Pointis

Le système de dévalaison de la centrale de Pointis est constitué de deux exutoires de dévalaison positionnés sur chacune des deux rives perpendiculairement au plan de grille de la centrale (espacement entre les barreaux de 5 cm). Des lots de smolts marqués déversés à 680 m en amont dans le canal d'amenée de la centrale doivent permettre d'évaluer l'efficacité globale du système de dévalaison de Pointis.

De plus, les résultats des recaptures à Pointis de smolts provenant des déversements effectués au niveau de la retenue de Ausson peuvent aussi nous permettre d'appréhender l'efficacité des exutoires de Pointis lorsque l'hydrologie de la Garonne et le fonctionnement de l'usine n'induisent pas de surverse au barrage d'Ausson.

5.4.2 Evaluation de l'efficacité de Camon

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

Cette évaluation peut aussi être complétée à partir des smolts marqués appartenant aux lots lâchés plus en amont :

- dans de la retenue de Rodère en absence de surverse au niveau du barrage de Rodère,
- dans le canal d'amenée de Pointis, en absence de surverse au niveau de Rodère, par déduction des smolts récupérés dans le piège de Pointis et en estimant la mortalité engendrée par les turbines de la centrale de Pointis.
- dans la retenue d'Ausson lorsqu'il n'y a pas de surverse sur les deux barrages d'Ausson et Rodère (débits Garonne inférieur à 70 m³/s), en déduisant du nombre total lâché, les smolts recapturés à Pointis et après estimation de la survie au passage des turbines de Pointis.

5.4.3 Estimation des pertes par surverse au barrage de Ausson

Cette évaluation est faite à partir de smolts marqués lâchés en amont de la retenue de Ausson et recapturés à Pointis en relation avec l'efficacité estimée de l'exutoire de Pointis pour le même soir (déterminée à partir de lots déversés dans le canal d'amenée de Pointis).

Le point de déversement Ausson est exactement situé sous le pont de l'autoroute à environ 500 m en amont du barrage de Ausson.

5.5 Résultats et analyses

5.5.1 Lots témoins et mortalités dues au marquage :

Un lot de smolts de pisciculture non marqués a été gardé afin de vérifier la survie. Sur une durée de stabulation de quinze jours : 33 poissons ont survécu sur 37 soit un taux de survie de 89 %. Les mortalités sont apparues au bout du 12^{ème} jour. Ils ont été ensuite transportés par camion et déversés sur la Garonne en aval de Toulouse

Un deuxième lot témoin de 30 smolts ayant subi l'introduction de PIT-TAG a été constitué. Ce n'est qu'au bout du 10^{ème} jours que des mycoses sont apparues sur 4 d'entre eux et seulement au 15^{ème} jours les premières mortalités sont survenues soit un taux de survie de 83.3%.

Pendant l'étude, seulement 9 poissons marqués sur 2 143 sont morts dans les premières heures après le marquage (soit 0,42 %).

Ces résultats montrent que l'impact du marquage reste minime lorsque les temps de stabulation des smolts destinés au marquage restent inférieurs à une semaine.

5.5.2 Résultats des tests de fiabilité du système de détection

Les tests avec le passage de buldos ont montré une fiabilité d'enregistrement de la plaque amont de 96 % et de 98,8 % pour la plaque aval pour le site de Pointis et de 100% sur chaque plaque pour le site de Camon. Cependant l'analyse faite pour chaque test de l'ensemble des marques enregistrées par les deux plaques donne une fiabilité optimale de 100%. En effet, chaque marque a été enregistrée au moins une fois par une des deux plaques.

La vérification de la fiabilité du système réalisé par comparaison des marques enregistrées avec les poissons marqués réellement observés dans le bassin de réception des poissons piégés, donne aussi une fiabilité optimale. Chaque plaque n'enregistre pas l'ensemble des poissons marqués (à Pointis : 92,1% plaque amont, 93,5% plaque aval ; à Camon : 93,8 % plaque amont et 96,6 % plaque aval) mais la combinaison des deux plaques le permet.

5.5.3 Comportement de dévalaison (annexe 4)

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

Smolts lâchers dans le canal de Pointis et capturés à Pointis

Pour les poissons lâchés dans le canal d'amenée de Pointis et capturés au piège de Pointis, 60% des smolts capturés ont été piégés dans les 12 heures qui ont suivi le lâcher (annexe 4 c). Le smolt le plus rapide a mis 10 minutes pour être capturé et le plus lent 16 jours et 22 heures.

Lâchers dans le canal de Camon

Pour les smolts lâchers dans le canal de Camon et capturés à Camon, 71% des captures ont été effectuée dans les 12 heures qui ont suivi le lâcher (annexe 4 d). Le smolt le plus rapide a dévalé dans le piège au bout de 5 minutes après son lâcher et le plus lent a séjourné dans le canal 27 jour et 12 heures.

Lâchers retenue Ausson

Pour 58% des poissons lâchés à Ausson et capturés à Pointis (annexe 4 a), leur passage dans l'exutoire a été enregistré dans la nuit du lâcher. Le smolt le plus rapide a été capturé 33 minutes après son lâcher et le plus lent 21 jours après son lâcher.

Pour les smolts lâchés à Ausson et capturés à Camon, le pourcentage de smolts capturés la première nuit est de 43% (annexe 4 b). Le pourcentage de smolts capturés la seconde nuit après le lâcher s'élève à 27%. Ces résultats peuvent s'expliquer par la distance importante à effectuer entre le lieu de lâcher et de recapture, mais aussi du fait des conditions dans lesquelles les poissons doivent migrer (franchissement des turbines de Pointis, séjour possible dans les retenues de Ausson et de Rodère). L'activité de dévalaison s'effectue majoritairement la nuit. Les smolts qui ne dévalent pas la nuit du lâcher, attendent généralement la nuit ou les nuits suivantes pour poursuivre leur dévalaison et atteindre le piège de Camon. Le smolt le plus rapide libéré à Ausson a mis 2 heures pour être capturé à Camon et le plus lent 24 jours et 4 heures.

Lâchers dans le canal Pointis et récupérés à Camon

Parmi les smolts lâchés dans la canal de Pointis et qui ont été capturés à Camon, 51 % sont arrivés la première nuit et 25% d'entre eux ont attendu plus de 48 heures avant d'être piégés (annexe 4 e). Le plus rapide a dévalé en 1 heure et 10 minutes le plus lent à mis plus de 27 jours avant d'être piégé.

5.5.4 Efficacité des exutoires

L'efficacité des exutoires de dévalaison est obtenue à partir du nombre total de smolts récupérés appartenant aux lots libérés directement dans le canal d'amenée de chacune des centrales.

Pour appréhender l'impact du fonctionnement des usines sur l'efficacité des exutoires, seul les lots dont une majorité de smolts ont été piégés avec des conditions hydrauliques similaires ont été retenus. Pour chaque lot, l'analyse de la proportion de smolts capturés dans les 12 heures qui ont suivies le lâcher (1^{ère} nuit), a permis d'écarter des résultats les lots dont la récupération des poissons s'est déroulée de façon plus aléatoire : sur plusieurs nuits et/ou avec des conditions hydrauliques très fluctuantes.

Ainsi une efficacité moyenne pour différentes tranches de débit turbiné a pu être déterminé pour chacune des deux stations de piégeage (annexes 5 et 7).

5.5.4.1 Efficacité de l'exutoire de dévalaison de Pointis

Avec un débit moyen turbiné inférieur à 54 m³/s

Les recaptures obtenues pour les lâchers réalisés dans le canal de Pointis avec un débit turbiné inférieur à 54 m³/s (compris entre 38 et 54 m³/s) : soit de 54% à 77% du débit maximum turbinable et un prélèvement total par les exutoires de 7,9% à 5,5% du débit turbiné, donnent une efficacité moyenne de **29,1%** (de 14% à 54%), 208 smolts récupérés sur un total de 700 (annexe 5). Les résultats obtenus à partir des lots lâchés dans la retenue de Ausson, sans déversement significatif au niveau du barrage de Ausson, sont du même ordre de grandeur soit 31,1% (annexe 6).

Avec un débit moyen turbiné supérieur à 68m³/s (proche du débit turbiné maximum) :

Les faibles conditions hydrauliques connues en 2006 n'ont pas permis de mettre en

évidence l'efficacité de l'exutoire de dévalaison de Pointis pour des débits moyens turbinés proches du maximum de puissance de l'usine. Les résultats obtenus lors de la campagne 2005 nous permettent de compléter ce manque d'information :

Au total 479 smolts marqués ont été libérés dans le canal d'aménée de la centrale de Pointis en 2005 avec un débit moyen turbiné de l'ordre de 70 m³/s (débit maximum turbinable par la centrale), parmi eux 69 ont été récupérés dans le piège de Pointis soit une efficacité moyenne de **14,4%**.

Avec les conditions hydrauliques faibles (débit turbiné inférieur à 54 m³/s), l'efficacité de l'exutoire de Pointis peut être qualifié de très moyenne (29%). L'hydrologie rencontrée sur la Garonne lors de la période de dévalaison permet généralement un fonctionnement de cette centrale avec un débit plus important pouvant induire une diminution de l'efficacité du système de piégeage (14,4%).

5.5.4.2 Efficacité de l'exutoire de dévalaison de Camon

Avec un débit moyen turbiné inférieur à 55 m³/s

Lors de cette campagne, l'exutoire de Camon a pu être testé à plusieurs reprises avec une faible hydrologie (débit moyen turbiné inférieur à 55m³/s, de 39 à 53 m³/s, correspondant au fonctionnement de 2 groupes). Dans ces conditions, l'exutoire présente un très bon niveau d'efficacité soit **61%** (annexe 7).

Ce niveau d'efficacité semble être confirmé par la capture dans des conditions identiques, et sans surverse significative, de smolts lâchés dans le canal de Pointis et dans la retenue de Ausson où les taux moyens de récupération à Camon ont atteint respectivement de 62% et 65% (annexes 8 et 9). Ces deux résultats ne prennent pas en compte la mortalité induite par la centrale de Pointis.

Dans ces conditions, l'exutoire de Camon présente un bon niveau d'efficacité (supérieur à 60%).

Avec un débit moyen turbiné compris entre 55m³/s et 65 m³/s

Pour cette fourchette de débit le fonctionnement de la centrale correspond généralement à la mise en service de deux groupes à régime élevé et au passage d'un débit plus ou moins important dans la conduite by pass située sous l'exutoire de dévalaison. Ce fonctionnement permet d'éviter le démarrage « à vide » du troisième groupe de la centrale. (Cf § 5.3.3.3.)

Les résultats obtenus en 2006 dans ces conditions montrent une baisse de l'efficacité moyenne de l'exutoire jusqu'à **39%** (annexe 7).

Avec un débit moyen turbiné supérieur à 65 m³/s

Lors de la campagne de marquage 2005, l'efficacité de l'exutoire de Camon a pu être appréhendée dans des conditions de fonctionnement de l'usine à pleine puissance à partir de l'ensemble des smolts lâchés dans le canal de la centrale de Camon, mais aussi avec les smolts lâchés au niveau de la retenue de Rodère et dans le canal de Pointis lorsque qu'il n'y avait pas de surverse à Rodère. L'efficacité moyenne de l'exutoire observée, dans ce cas, a été de **9,7%**.

Ces résultats semblent indiquer que les débits turbinés à la centrale de Camon ont une très grande influence sur l'efficacité du dispositif de piégeage. Ils peuvent en effet entraîner une diminution très importante du niveau de capture du piège (de 60% à moins de 10%). Lorsque le débit total turbiné par la centrale augmente, on observe une augmentation des vitesses dans le

canal d'amenée et une baisse de la cote du plan d'eau au niveau du bassin de mise en charge.

Ces conditions provoquent alors en rive gauche devant l'entrée de l'exutoire, l'apparition très marquée de courants ascendants et inverses au sens d'écoulement général du canal d'amenée. Cette modification de l'hydraulique au droit de l'exutoire et certainement à l'origine de la perte d'efficacité du dispositif de dévalaison.

5.5.5 Surverse

Lorsque le débit de la Garonne est supérieur au débit turbiné par l'usine hydroélectrique, il existe au niveau des barrages un système de clapets et de vannes permettant de laisser le débit supplémentaire passer par le barrage et emprunter le tronçon court circuité.

5.5.5.1 Surverse au barrage de Ausson

Les conditions hydrauliques de l'année 2006 n'ont pas permis de mettre en évidence les pertes de smolts par surverse au niveau du barrage de Ausson.

Les opérations de marquage réalisées lors de la campagne de 2005 avaient permis d'estimer la proportion de smolts passant par le barrage pour des débits de surverse significatifs.

Avec une surverse de 40 m³/s au niveau du barrage de Ausson et des débits turbinés supérieurs à 68 m³/s à Pointis : 4 lâchers dans la retenue de Ausson ont été réalisés. Dans ces conditions l'efficacité moyenne mesurée au niveau du piège de Pointis a été de 10,7% (26 récupérés sur 244 lâchés).

L'efficacité moyenne calculée pour le dispositif de Pointis, dans les mêmes conditions et à partir de smolts lâchés dans le canal de Pointis était alors de 14,4%.

Par conséquent, pour des déversements de l'ordre de 40 m³/s, les pertes de smolts par déversement au barrage de Ausson s'élèveraient donc à 25,7%.

5.5.5.2 Surverse au barrage de Rodère

De la même façon que pour le barrage de Ausson, le débit de la Garonne étant inférieur à 85 m³/s, les échappements de smolt par surverse au barrage de Rodère n'ont pas pu être mis en évidence durant la manipulation de 2006.

L'estimation des pertes au niveau du barrage de Rodère peut être faite en comparant les résultats d'efficacité du piège de Camon calculés à partir des smolts lâchés depuis l'amont du barrage de Rodère et de ceux lâchés dans le canal d'amenée de l'usine de Camon. En 2005, ces deux types de lâchers n'ont pu être réalisés qu'à 5 reprises, avec une hydrologie de la Garonne comprise entre 78 et 150 m³/s et un débit turbiné à Camon fluctuant de 74,8 à 85 m³/s soit un fonctionnement de l'usine de Camon variant de 88 % à 100 % de sa puissance. Dans ces conditions, les recaptures au niveau du piège de Camon ont été très faibles pour les deux points de lâcher (10,3% depuis Rodère et 8,1% depuis le canal d'amenée de Camon) et n'ont pas permis d'identifier l'influence du débit de surverse à Rodère sur le passage des smolts.

6 CONCLUSION

Suite aux opérations de marquage détection réalisées en 2005 au niveau des aménagements de Pointis et de Camon, les tests réalisés en 2006 avaient pour objectifs de compléter l'évaluation de l'efficacité des exutoires de chaque station de piégeage en fonction des conditions de fonctionnement des usines.

Des lâchers complémentaires de smolts marqués ont été réalisés au niveau de la retenue de Ausson, située en amont des deux stations de piégeage, afin d'appréhender le passage de smolts par surverse au niveau du barrage de Ausson.

Lors de cette étude, 2 134 smolts marqués à l'aide de transpondeur (Pit-Tag) ont été libérés au niveau de 3 points de lâchers situés en amont de la retenue d'Ausson et dans les 2 canaux d'amenée des centrales de Pointis et de Camon. Les systèmes de détection des marques ont été installés au niveau de chaque station de piégeage.

L'efficacité moyenne de l'exutoire de Pointis avec des conditions hydrauliques faibles (débit turbiné par la centrale de Pointis variant de 38 à 54 m³/s) a été estimée à **29,1%**. Ce résultat s'avère insuffisant pour le site de Pointis, bien qu'il soit plus élevé que celui obtenu en 2005 avec des conditions hydrauliques plus importantes. L'efficacité moyenne mesurée ne dépassait pas alors **15 %** pour un débit turbiné maximum (proche de 70m³/s).

Quelles que soient les conditions hydrauliques rencontrées, la station de piégeage de Pointis présente une efficacité très insuffisante compte tenu de la stratégie de piégeage transport adoptée par le programme de restauration. Cette faible efficacité semble directement conditionnée par un attrait peu prononcé pour les poissons relatifs aux débits transitant dans les exutoires (environ 1,5 m³/s pour chaque rive) et par l'écartement des barreaux de protection des turbines (5 cm) qui limitent le rôle de barrière comportementale que devrait jouer le plan de grille de l'usine.

Les solutions qui permettraient d'améliorer l'efficacité des exutoires de Pointis seraient donc : 1) d'optimiser l'attrait en augmentant les débits entonnés par chaque exutoire (cette solution est relativement limitée par le fait que le système de piégeage est déjà, avec les débits actuel, proche de sa capacité maximale à évacuer l'eau), 2) de réduire l'espacement entre les barreaux du plan de grille de la centrale. Cette solution, qui paraît envisageable du fait des faibles vitesses d'écoulement dans le canal d'amenée, aurait pour effet de renforcer le guidage des smolts vers l'entrée des exutoires.

Ces deux propositions d'amélioration pour le piège de Pointis doivent être étudiées en détail. Pour la campagne 2007, la modification de la programmation de l'automate de gestion des vannes doit être au minimum réalisée afin de tester un fonctionnement de la station avec un débit plus accentué dans un des deux exutoires.

L'efficacité moyenne du piège de Camon mesurée en 2006, avec des débits turbinés inférieurs à 55 m³/s est bonne, elle atteint **61%** (même niveau que l'efficacité moyenne observée lors des études réalisés par le GHAAPPE en 1997 et 1998 (73%). Cependant, pour des débits turbinés compris entre 55 et 65 m³/s, correspondant à un fonctionnement particulier de la centrale (ouverture de la vanne by pass et démarrage progressif d'un troisième groupe) cette efficacité moyenne diminuerait à 39%.

Les conditions de débits rencontrées lors de la campagne 2005 avaient permis de tester l'efficacité de l'exutoire de Camon lorsque la centrale turbine au maximum de sa puissance. Avec un débit turbiné supérieur à 68 m³/s, seulement **9,7%** des smolts lâchés en amont avaient été recapturés. Une efficacité aussi faible n'est pas acceptable pour des débits généralement

observés sur la Garonne lors de la période de dévalaison des smolts. Ces résultats, qui n'ont pas pu être validés en 2006, devront être confirmés par de nouveaux tests dans le futur.

Lors de cette campagne, les faibles débits de la Garonne et l'absence de surverse au niveau des barrages n'a pas permis de quantifier les échappements des smolts par les tronçons court-circuités. Lors des tests réalisés en 2005, les échappements avaient été estimés au niveau du barrage d'Ausson à plus d'un quart du nombre de smolts dévalant pour des débits de surverse proches de 40m³/s.

Les études de l'efficacité des exutoires de Pointis et de Camon réalisées lors des campagnes 2005 et 2006, soulignent globalement 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.

Les exutoires des deux stations devront être testés par de nouvelles opérations de marquages détection en 2007, pour évaluer une éventuelle amélioration de l'attrait de la station de Pointis par la modification de la répartition des débits entre les deux exutoires et confirmer la très forte baisse de l'efficacité de l'exutoire de Camon observés en 2005 lorsque les débits turbinés augmentent fortement. Si des niveaux d'efficacité aussi faibles se confirment, il sera alors nécessaire d'envisager des améliorations pour optimiser les dispositifs.

Dans le cadre du programme de restauration du saumon sur l'axe Garonne, l'obtention d'une efficacité maximale de ces aménagements est d'autant plus importante qu'une stratégie de piégeage transport a été adoptée et que les individus échappant au systèmes de piégeage doivent alors obligatoirement transiter par les nombreuses centrales hydroélectriques situées plus en aval et non équipées de système de franchissement à la dévalaison. L'échappement d'une proportion trop importante de smolts, au niveau des stations de piégeage transport de Pointis et Camon, pourrait alors remettre en cause la stratégie de restauration du saumon sur le bassin de la Garonne amont.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Paramètres relevés pendant la campagne 2006

DATE	Heure de releve	METEO	Conductivité en µS/cm	Débit m³/s	O2 en mg/l	%O2	Turbidité en cm	T°C air	T°C eau	T°C Camon	T°C Pointis	T°C Loures	T°C Neste
16/03/2006	9h30	soleil	186	54,10	10,6	91,6	130	8	7	7,7	7,5	6,7	7,1
17/03/2006	9h10	couvert	192	48,90	10,62	90	140	6	6,9	7,5	7,4	6,9	7,1
18/03/2006	9h00	couvert	192	48,80	10,18	91,3	140	8	8,4	8,5	8,5	7,8	8,3
19/03/2006	9h30	soleil	192	45,40	10,2	91	150	8	7,9	8,4	8,2	7,4	8,0
20/03/2006	9h00	brouillard	196	47,00	9,96	89,5	180	6	8,2	8,6	8,5	7,8	8,3
21/03/2006	9h00	soleil	181,2	42,90	9,4	83	160	8	8,5	8,7	8,4	7,6	7,8
22/03/2006	9h10	couvert	193,2	42,80	9,98	90,5	165	9	9,2	8,6	8,5	7,6	8,1
23/03/2006	10h30	couvert	191,6	40,60	10,17	90,3	160	9	8,1	8,3	8,2	7,5	8,1
24/03/2006	9h50	soleil	190	41,80	9,69	88	190	9	9,5	9,3	9,2	8,4	8,9
25/03/2006	9h15	couvert	193	41,60	9,2	85	190	11	10,2	10,3	10,2	9,4	9,8
26/03/2006	10h20	soleil	185	49,40	10,4	94,6	140	11	9,8	10,4	10,2	9,1	9,6
27/03/2006	9h45	couvert	160,2	71,90	8,4	77,9	65	11	9,6	9,6	9,3	8,2	9,0
28/03/2006	9h50	couvert	153	77,70	9,45	85	60	8	9,2	9,4	9,2	8,2	8,6
29/03/2006	9h10	couvert	166,7	70,50	10,58	91,5	100	8	7,8	8,5	8,2	7,3	7,8
30/03/2006	9h10	couvert	171,2	53,40	10,1	90,7	110	10	9	9,3	9,2	8,5	8,8
31/03/2006	9h20	couvert	170,6	60,60	9,26	84,6	120	11	10	10,4	10,3	9,3	9,9
01/04/2006	9h27	couvert	158	66,60	10	92	100	11	10	9,6	9,4	8,4	8,7
02/04/2006	9h30	soleil	156	63,00	10,5	94	140	8	8,3	8,8	8,7	8,2	8,1
03/04/2006	9h10	couvert	157	58,30	9,14	86,3	150	10	9,7	9,3	9,1	8,3	8,6
04/04/2006	12h25	soleil	162	52,80	10,2	91,9	160	12	8,8	9,2	9,1	8,4	8,7
05/04/2006	9h15	soleil	160	59,90	9,79	91,3	125	10	10,1	9,8	9,6	8,7	9,2
06/04/2006	9H45	couvert	148	60,00	9,4	87	150	8	9,3	8,7	8,5	8,0	8,2
07/04/2006	8h50	couvert	160	55,70	9,9	89,5	100	7	8,4	8,9	8,8	8,1	8,4
08/04/2006	9h30	soleil	162	48,00	10,36	92,2	150	10	9	9,5	9,4	8,5	8,9
09/04/2006	9h30	soleil	165	44,90	10,5	96	190	10	9	9,7	9,5	8,6	9,2
10/04/2006	9h30	pluie	164	56,60	10,3	95	140	6	9,6	9,4	9,1	8,0	8,5
11/04/2006	10h40	soleil	166	52,00	10,8	91,6	200	6	6,8	7,7	7,6	6,7	7,4
12/04/2006	8h50	couvert	170,7	46,70	10,8	93,5	190	6	7,3	7,9	7,7	6,8	7,5
13/04/2006	9h05	couvert	176	40,80	11,3	100	200	8	8	8,7	8,7	7,8	8,7
14/04/2006	9h00	soleil	180	38,80	11,03	98,4	210	6	8,4	9,5	9,4	8,6	9,0
15/04/2006	8h47	pluie	176,3	41,00	9,86	89,3	210	12	10	10,5	10,2	9,3	9,9
16/04/2006	8h50	couvert	155,5	51,80	9,46	90,5	120	10	9,9	10,3	10,1	9,2	9,6
17/04/2006	8h58	pluie	155,9	51,60	9,68	90,8	150	11	9,7	9,4	9,1	8,3	8,5
18/04/2006	9h15	couvert	153,3	52,20	11,04	98,1	125	8	8,4	8,7	8,7	8,0	8,5
19/04/2006	9h15	soleil	165	47,10	10,5	95,7	180	9	9,8	9,9	9,8	8,8	9,7
20/04/2006	9h20	couvert	165,5	44,40	10,04	93,3	150	9	9,8	10,6	10,4	9,2	10,1
21/04/2006	8h45	couvert	168,6	42,30	9,04	84,6	180	9	9,8	10,5	10,2	9,0	10,1
22/04/2006	8h50	couvert	166,3	41,40	8,66	83,7	210	15	10,7	11,0	10,8	9,6	10,6
23/04/2006	8h40	couvert	164	43,30	9,49	88,6	200	11	10,4	10,8	10,5	9,2	10,1
24/04/2006	8h45	couvert	162	41,00	10,2	94,8	160	12	10,2	10,7	10,5	9,2	10,6
25/04/2006	9h10	couvert	165	45,90	9,48	88,5	150	12	10,6	10,7	10,5	9,4	10,5
26/04/2006	9h00	couvert	158	49,00	9,22	86,3	150	12	11	11,1	10,9	10,0	11,0
27/04/2006	9h10	pluie	151	52,50	5,48	50,8	160	11	11,2	10,8	10,5	9,3	10,3
28/04/2006	9h00	couvert	148	72,00	11,2	101	90	10	10,3	9,6	9,5	8,5	9,6
29/04/2006	8h50	couvert	165	55,80	7,2	66,3	150	9	9,5	9,6	9,4	8,5	9,4
30/04/2006	8h26	soleil	158	46,90	10,5	95,2	180	8	8,8	9,7	9,6	8,6	9,8
01/05/2006	9h20	soleil	160	41,20	10,5	96	260	7	9,3	10,1	10,0	9,0	9,9
02/05/2006	8h57	soleil	169	42,10	10,4	96	240	10	10,1	11,1	10,9	9,7	11,2
03/05/2006	8h50	soleil	160	49,30	9,83	94,1	200	11	11,1	11,7	11,4	10,0	11,8
04/05/2006	9h00	soleil	148	54,40	10,2	98,1	150	12	11,4	11,3	10,9	9,6	11,3
05/05/2006	8h50	couvert	142	59,20	10,27	95,8	90	13	10,2	11,0	10,8	9,6	11,0
06/05/2006	8h50	pluie	143	58,40	9,23	88,1	150	13	11,1	10,8	10,6	9,5	10,5
07/05/2006	8h34	pluie	176	87,20	10,62	102	30	12	11,1	11,1	11,0	9,7	10,7
08/05/2006	8h50	pluie	165	75,30	11,6	108	80	10	10,3	10,0	9,7	8,7	9,3
09/05/2006	9h10	soleil	152	71,10	11,78	103	100	8	8,1	8,8	8,8	7,7	8,7
10/05/2006	8h50	soleil	159	58,70	11,88	102	160	10	9,3	10,3	10,2	9,2	10,3
11/05/2006	9H15	soleil	172	52,80	12,4	116	180	10	10,1	11,0	10,8	9,7	10,7
12/05/2006	8h50	couvert	165	57,40	12,3	118	150	14	11,4	11,6	11,3	10,1	11,5
13/05/2006	9h10	pluie	142	66,10	12,5	117	140	14	11,3	11,3	11,1	9,8	11,2
14/05/2006	9h20	soleil	137	66,40	10,4	99	140	16	11,4	11,5	11,3	10,0	11,4
15/05/2006	10h05	soleil	134	67,30	9,61	94,6	160	17	12,5	12,2	12,0	10,7	12,3
16/05/2006	8h50	soleil	133	73,90	10,58	103,8	50	18	12,9	12,8	12,6	11,2	12,5
17/05/2006	8h46	soleil	123	81,10	9,51	93,3	50	16	12,6	12,6	12,3	11,0	12,4
18/05/2006	12h50	couvert	121	84,70	10,8	105	80	16	12,1	12,0	11,7	10,6	11,8
19/05/2006	10h15	couvert	118	93,30	10,32	97,3	20	16	10,9	10,8	10,6	9,8	10,7
			163,0	55,38	10,1	92,9	144,6	10	9,7	9,9	9,8	8,8	9,6
			118	38,8	5,48	50,8	20	6	6,8	7,5	7,444	6,7	7,1
			196	93,3	12,5	118	260	18	12,9	12,837	12,576	11,2	12,5

ANNEXE 2 : Débits moyens mensuels (m3/s) et coefficients d'hydraulicité en période de dévalaison

mesurés de 1986 à 2006 à la station de Valentine sur la Garonne (Données Banque HYDRO)

Débits mensuels	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Mars	58,30	61,90	83,40	33,20	24,90	75,10	20,30	26,30	76,30	69,00	54,30
Avril	72,10	101,00	105,00	58,30	40,90	87,20	94,60	47,60	108,00	61,80	76,10
Mai	148,00	83,90	109,00	81,80	74,00	144,00	103,00	78,50	153,00	85,00	95,00
Moyenne dévalaison	92,80	82,27	99,13	57,77	46,60	102,10	72,63	50,80	112,43	71,93	75,13

Débits mensuels	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Moyenne 1986-06
Mars	45,10	47,50	48,70	34,30	62,80	52,30	112,00	56,30	58,40	46,90	54,63
Avril	46,80	69,10	60,70	52,70	69,60	55,40	98,40	74,30	85,80	50,80	72,20
Mai	59,70	97,40	128,00	91,60	108,00	121,00	123,00	123,00	132,00	57,10	104,57
Moyenne dévalaison	50,53	71,33	79,13	59,53	80,13	76,23	111,13	84,53	92,07	51,60	77,13

Coef. hydraulicité	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Coef hydrau mars	1,07	1,13	1,53	0,61	0,46	1,37	0,37	0,48	1,40	1,26
Coef hydrau avril	1,00	1,40	1,45	0,81	0,57	1,21	1,31	0,66	1,50	0,86
Coef hydrau mai	1,42	0,80	1,04	0,78	0,71	1,38	0,98	0,75	1,46	0,81
Coef hydrau déval.	1,20	1,07	1,29	0,75	0,60	1,32	0,94	0,66	1,46	0,93

Coef. hydraulicité	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Coef hydrau mars	0,99	0,83	0,87	0,89	0,63	1,15	0,96	2,05	1,03	1,07	0,86
Coef hydrau avril	1,05	0,65	0,96	0,84	0,73	0,96	0,77	1,36	1,03	1,19	0,70
Coef hydrau mai	0,91	0,57	0,93	1,22	0,88	1,03	1,16	1,18	1,18	1,26	0,55
Coef hydrau déval.	0,97	0,66	0,92	1,03	0,77	1,04	0,99	1,44	1,10	1,19	0,67

UTILISATION DES « SEMAINES STANDARD » EN ECOLOGIE ⁽¹⁾

L'analyse des séries annuelles (par exemple, capture par piégeage, capture par pêche aux lignes) est simplifiée si les semaines utilisées correspondent aux mêmes dates chaque année.

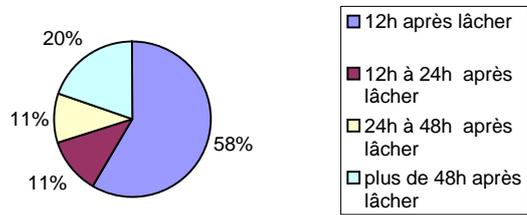
Pour cette raison, on a mis au point des semaines standard, qui sont obtenues en éliminant les dates du 29 février et du 31 décembre et en disposant les semaines comme suit :

Saison	Semaine N°	Dates	Saison	Semaine N°	Dates
Hiver	1	1 JAN - 7 JAN	Eté	27	2 JUIL - 8 JUIL
	2	8 JAN - 14 JAN		28	9 JUIL - 15 JUIL
	3	15 JAN - 22 JAN		29	16 JUIL - 22 JUIL
	4	22 JAN - 28 JAN		30	23 JUIL - 29 JUIL
	5	29 JAN - 4 FEV		31	30 JUIL - 5 AOU
	6	5 FEV - 11 FEV		32	6 AOU - 12 AOU
	7	12 FEV - 18 FEV		33	13 AOU - 19 AOU
	8	19 FEV - 25 FEV		34	20 AOU - 26 AOU
	9	26 FEV - 4 MAR		35	27 AOU - 2 SEP
Printemps	10	5 MAR - 11 MAR	Automne	36	3 SEP - 9 SEP
	11	12 MAR - 18 MAR		37	10 SEP - 16 SEP
	12	19 MAR - 25 MAR		38	17 SEP - 23 SEP
	13	26 MAR - 1 AVR		39	24 SEP - 30 SEP
	14	2 AVR - 8 AVR		40	1 OCT - 7 OCT
	15	9 AVR - 15 AVR		41	8 OCT - 14 OCT
	16	16 AVR - 22 AVR		42	15 OCT - 21 OCT
	17	23 AVR - 29 AVR		43	22 OCT - 28 OCT
	18	30 AVR - 6 MAI		44	29 OCT - 4 NOV
	19	7 MAI - 13 MAI		45	5 NOV - 11 NOV
	20	14 MAI - 20 MAI		46	12 NOV - 18 NOV
	21	21 MAI - 27 MAI		47	19 NOV - 25 NOV
	22	28 MAI - 3 JUN		48	26 NOV - 2 DEC
	Eté	23		4 JUN - 10 JUN	Hiver
24		11 JUN - 17 JUN	50	10 DEC - 16 DEC	
25		18 JUN - 24 JUN	51	17 DEC - 23 DEC	
26		25 JUN - 1 JUL	52	24 DEC - 30 DEC	

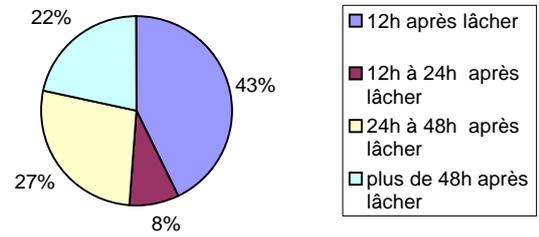
⁽¹⁾ d'après LEWIS et TAYLOR - Introduction to experimental ecology

ANNEXE 4 : REPARTITION DANS LE TEMPS DES CAPTURES SELON LES LIEUX DE LACHER

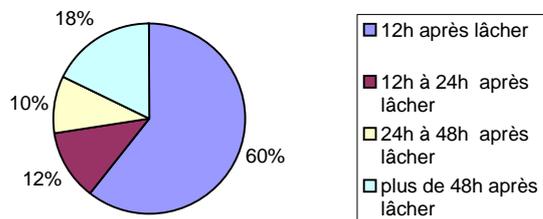
a-Smolts lâchers à Ausson capturés à Pointis



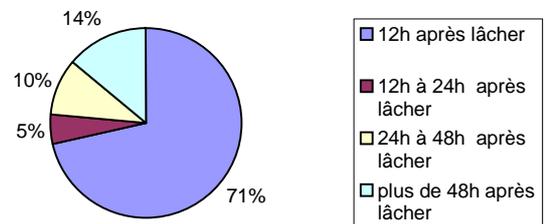
b-Smolts lâchers à Ausson capturés à Camon



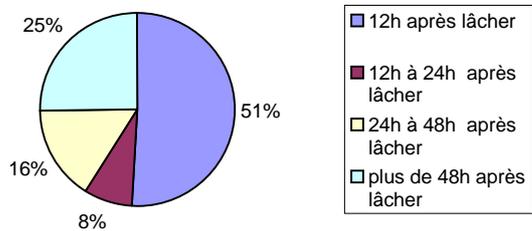
c-Smolts lâchers à Pointis capturés à Pointis



d-Smolts lâchers à Camon capturés à Camon



e-Smolts lâchers à Pointis capturés à Camon



ANNEXE 5 : Smolts Lachés dans le canal de Pointis et piégés à Pointis

Date de lâcher	Nbre de smolts lâchés	Nbre de smolts piégés à Pointis	Efficacité du piège de Pointis %	Débit de la Garonne (m3/s) lors du passage des smolts	Débit turbiné à Pointis (m3/s) lors du passage des smolts	Efficacité moyenne par tranche de débit turbiné	Débit de la Garonne (m3/s) 12h	Observations
30/03/2006	50	12	24%	57	48		64	
03/04/2006	50	11	22%	61	52,7		58	
05/04/2006	50	25	50%	64	42,7		63	
11/04/2006	50	27	54%	53	42,5		48	
18/04/2006	50	11	22%	57	48		52	
20/04/2006	50	17	34%	48	38,8		47	
25/04/2006	50	44	22%	50	43		55	Ecarté récup en journée suivante
27/04/2006	50	11	22%	57	53,8	29,1%	74	
28/04/2006	50	15	30%	74	47,7		59	
02/05/2006	50	13	26%	46	42,8		53	
04/05/2006	50	23	46%	59	51,8		63	Ecarté récup en journée suivante
06/05/2006	50	44	28%	62	44,4		89	Ecarté récup sur plusieurs jours
09/05/2006	50	11	22%	70	46,3		54	
11/05/2006	50	7	14%	53	50,1		58	
Total	700	208	29,7%					

Efficacités moyennes par tranche de débit turbiné à Pointis :

Débit turbiné < 54 m3/s	29,1%	(étude 2006)
Débit turbiné compris entre 54 et 60 m3/s	17,9%	(étude 2005)
Débit turbiné max 68 m3/s :	14,4%	(étude 2005)

ANNEXE 6 : Smolts Lachés dans la retenue de Ausson et piégés à Pointis

Date de lâcher	Nbre de smolts lâchés	Nbre de smolts piégés à Pointis	Efficacité du piège de Pointis %	Débit de la Garonne (m3/s) lors du passage des smolts	Surverse à Ausson (m3/s) lors du passage des smolts	Débit turbiné à Pointis (m3/s) lors du passage des smolts	Efficacité moyenne par tranche de débit turbiné et de la surverse
30/03/2006	50	13	26%	57	6	47	
03/04/2006	50	24	48%	61	0	57	
05/04/2006	50	24	48%	64	14	46	
11/04/2006	50	29	58%	53	8	41	
18/04/2006	50	19	38%	57	3	50	
20/04/2006	50	21	42%	48	4	40	31,4%
25/04/2006	50	6	12%	50	3	43	
27/04/2006	50	5	10%	57	0	53	
28/04/2006	50	11	22%	60	11	45	
02/05/2006	50	11	22%	46	2	40	
04/05/2006	48	16	33%	59	10	45	
06/05/2006	50	4	8%	62	10	48	
09/05/2006	50	24	48%	55	0	51	
11/05/2006	50	12	24%	53	0	49	
Total	698	219	31,4%				

Efficacités moyennes par tranche de débit turbiné et en fonction de la surverse au barrage :

Débit turbiné à Pointis <54 m3/s et surverse à Ausson < 14m3/s :	31,1%	(étude 2006)
Débit turbiné compris entre 50 et 60 m3/s et surverse à Ausson < 6m3/s :	15,8%	(étude 2005)
Débit turbiné à Pointis > 68 m3/s et surverse à Ausson proche de 40 m3/s :	10,7%	(étude 2005)

ANNEXE 7 : Smolts Lachés dans le canal de Camon et piégés à Camon

Date de lâcher	Nbre de smolts lâchés	Nbre de smolts piégés à Camon	Nbre de smolts piégés 12h après lâcher	Efficacité du piège de Camon %	Efficacité du piège de Camon 12h après lâcher	Débit de la Garonne (en m3/s) lors du passage des smolts	Débit turbiné à Camon (m3/s) lors du passage des smolts	Débits moyen By Pass m3/s	Débit dans l'exutoire m3/s	nbre smolts piégés en 12h / nbre total piégés	Efficacité moyenne par tranche de débit	Observations
30/03/2006	50	16	12	32%	24%	60	56	2,83	2,1	75%	39%	
03/04/2006	50	26	12	52%	24%	57	52	1,89	2,2	46%		
05/04/2006	50	6	6	12%	12%	64	pas de donnée	pas de donnée	pas de donnée	100%		écarté pas de donnée
07/04/2006	50	23	0	46%	0%	59	pas de donnée	pas de donnée	pas de donnée	0%		écarté récup sur plusieurs jours
11/04/2006	50	33	16	66%	32%	53	52	2,58	2,7	48%		
18/04/2006	50	28	25	56%	50%	57	49	0,1	2,6	89%		
20/04/2006	50	30	29	60%	58%	48	39	0,37	3	97%		
25/04/2006	50	33	21	66%	42%	50	45	0	2,9	64%	61%	
27/04/2006	50	19	10	38%	20%	70	56	1,95	2	53%		
28/04/2006	50	27	27	54%	54%	74	58	2,41	2	100%		
02/05/2006	47	30	30	64%	64%	46	42	0,54	3,2	100%		
04/05/2006	50	30	22	60%	44%	59	53	1,83	4	73%		
06/05/2006	48	15	0	31%	0%	62	54	5,3	1,9	0%		écarté récup sur plusieurs jours
09/05/2006	50	15	11	30%	22%	70	57	2,59	2,5	73%		
11/05/2006	50	32	32	64%	64%	53	52	1,4	3,1	100%		
Total	745	363	253	49%	34%							

Efficacités moyennes par tranche de débit turbiné:

	Q turbiné < 55 m3/s
	Q turbiné de 55 à 65 m3/s

Débit turbiné à Camon < 55 m3/s : 61% (étude 2006)

Débit turbiné à Camon compris entre 55 m3/s et 65 m3/s : 39% (étude 2006)

Débit turbiné à Camon > 65 m3/s : 8,1% (étude 2005)

ANNEXE 8 : Smolts Lachés dans le canal de Pointis et piégés à Camon

Date de lâcher	Nbre de smolts lâchés	Nbre de smolts lâchés moins les smolts piégés à Pointis	Nbre de smolts lâchés moins les smolts piégés à Pointis et moins la mortalité de Pointis (11%)	Nombre de smolts piégés à Camon	Efficacité du piège de Camon % (tenant compte des captures et des mortalités à Pointis)	Débit de la Garonne (en m3/s) lors du passage des smolts	Débit turbiné Camon (m3/s) lors du passage des smolts	Surverse à Rodère (m3/s) lors du passage des smolts	Efficacité moyenne par tranche de débit turbiné	Observations
30/03/2006	50	38	4,18	20	59%	60	56	3		
03/04/2006	50	39	4,29	25	72%	57	52	4		
05/04/2006	50	25	2,75	11	49%	64	60	3	46%	
11/04/2006	50	23	2,53	44	68%	53	45	7		écarté
18/04/2006	50	39	4,29	28	81%	57	50	6	62%	
20/04/2006	50	33	3,63	22	75%	48	44	3		
25/04/2006	50	39	4,29	21	61%	50	42	7		
27/04/2006	50	39	4,29	28	81%	62	56	5		écarté
28/04/2006	50	35	3,85	14	45%	74	64	9		
02/05/2006	50	37	4,07	31	94%	46	38	7		
04/05/2006	50	27	2,97	42	50%	59	50	8		écarté
06/05/2006	50	36	3,96	49	59%	62	56	5		écarté
09/05/2006	50	39	4,29	13	37%	54	49	4		
11/05/2006	50	43	4,73	26	68%	53	48	4		
Total	700	492	54,12	284	64,9%					

40,6%

Q turbiné < 55 m3/s

Q turbiné de 55 à 65 m3/s

Efficacités moyennes par tranche de débit turbiné à Camon et en fonction de la surverse à Rodère :

Débit turbiné à Camon < 55 m3/s et surverse à Rodère < 8m3/s :

62% (étude 2006)

54,3% (étude 2005)

Débit turbiné à Camon compris entre 55 m3/s et 65 m3/s et pas de surverse significative à Rodère :

46% (étude 2006)

Débit turbiné à Camon > 68 m3/s et surverse > 28 m3/s à Rodère :

7,5% (étude 2005)

ANNEXE 9 : Smolts Lachés dans la retenue de Ausson et piégés à Camon

Date de lâcher	Nbre de smolts lâchés	Nbre de smolts lâchés moins les smolts piégés à Pointis	Mortalité à Pointis si pas déversement	Nombre de smolts piégés à Camon	Efficacité du piège de Camon % sans mortalité	Efficacité du piège de Camon % avec mortalité sans déversement	Débit de la Garonne (en m3/s) lors du passage des smolts	Débit turbiné à Camon (m3/s) lors du passage des smolts	Surverse à Rodère (m3/s) lors du passage des smolts	Efficacité moyenne par tranche de débit turbiné	Observations
30/03/2006	50	50	5,5	19	38%	43%	60	56	3	33,5%	
03/04/2006	50	50	5,5	12	24%	27%	57	52	4		
05/04/2006	50	50	5,5	12	24%	27%	64	60	3		
11/04/2006	50	50	5,5	42	24%	27%	53	45	7		Ecarté
18/04/2006	50	50	5,5	24	48%	54%	57	50	6	45,3%	
20/04/2006	50	50	5,5	19	38%	43%	48	44	3		
25/04/2006	50	50	5,5	30	60%	67%	50	42	7		
27/04/2006	50	50	5,5	25	50%	56%	55	50	4		
28/04/2006	50	50	5,5	17	34%	38%	74	64	9		
02/05/2006	50	50	5,5	27	54%	61%	46	38	7		
04/05/2006	48	48	5,28	42	25%	28%	59	50	8		Ecarté
06/05/2006	50	50	5,5	19	38%	43%	80	62	17		
09/05/2006	50	50	5,5	12	24%	27%	54	49	4		
11/05/2006	50	50	5,5	32	64%	72%	53	48	4		
Total	698	698	76,78	272	39,0%	44%					

Efficacités moyennes par tranche de débit turbiné à Camon et en fonction de la surverse à Rodère :

Q turbiné < 55 m3/s

Q turbiné de 55 à 65 m3/s

Débit turbiné à Camon < 55 m3/s et pas de surverse significative à Rodère :

45,3% (étude 2006)

Débit turbiné à Camon compris entre 55 m3/s et 65 m3/s et pas de surverse significative à Rodère :

33,5% (étude 2006)

Débit turbiné à Camon > 68 m3/s et surverse > 18m3/s à Ausson et > 28 m3/s à Rodère :

8,3% (étude 2005)

BIBLIOGRAPHIE CITEE

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.

BOSC S., NARS A., MIGNOTTE S., 2006. Contrôle de la migration des smolts de saumon atlantique au niveau des dispositifs de piégeage transport de Camon et Pointis sur la Garonne, campagne 2005. Rapport MIGADO 54 p et annexes.

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.

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. 40p + annexes.

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

KINKELIN P. *et al.*, Précis de pathologie des poissons. INRA, 317p

PALLO S. & BOSC. 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 sur la Garonne (31). 26 p + annexes.

SPILLMANN C. J. 1961. 65 Poissons d'eau douce, Faune de France, Editions Paul LECHEVALIER, Paris, 303 p.

THIBAUT M. 1994. Aperçu historique sur l'évolution des captures et des stocks. *Dans* Le saumon atlantique. *Edité par* J.C. Gueguen et P. Prouzet. IFREMER, Plouzané : 175-184.

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.