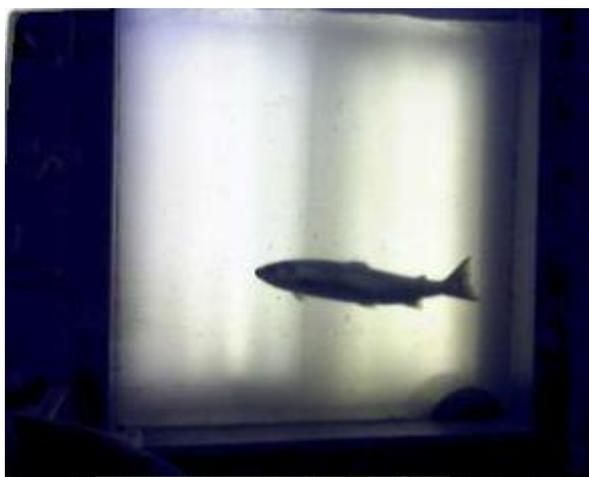


I- Méthodes

- **Suivi de la migration de montaison**

Ce suivi est réalisé sur des stations de contrôle, généralement situées au niveau de dispositifs de franchissement équipant des obstacles à la migration. Sur les stations concernées, 2 techniques peuvent être utilisées :

- soit une technique de contrôle par vidéo: une vitre spécialement aménagée permet de visionner et d'enregistrer les passages de poissons à l'aide d'une caméra reliée à un système d'enregistrement informatique automatique (Illustration ci-dessous),
- soit une technique de contrôle par piégeage des individus.



Saumon atlantique à la vitre de Golfech (MIGADO ©)

Il existe 3 stations de contrôle pérennes sous gestion MI.GA.DO. sur la Garonne : 2 stations vidéo avec les stations de contrôle de Golfech et de Toulouse/Le Bazacle et 1 station de piégeage au niveau de Carbonne, permettant le contrôle des géniteurs sur le bassin amont. Toutes sont situées sur le site Natura 2000 'Garonne aval'.

- **Suivi de la reproduction naturelle**

Ce suivi est réalisé par l'association MIGADO, il consiste à localiser les zones de fraie des grands salmonidés piégés à Carbonne et déversés sur la Garonne amont. Afin de faciliter le suivi de la reproduction naturelle, il a été décidé, à partir de 2004, de transporter la totalité des saumons *sur la Pique*, en amont du barrage de Luret. De plus, ce cours d'eau étant indemne de toutes opérations de repeuplement, il sera éventuellement possible de tester l'efficacité du recrutement naturel en cas d'observations de frayères. La prospection est réalisée à pied le long des berges. La zone étudiée est divisée en secteurs qui sont parcourus aux heures où la visibilité est la meilleure (Menchi & Carry, 2007). Le suivi de la reproduction naturelle sur le site de la 'Garonne amont' est donc réalisé sur le cours de la Pique mais également sur la Garonne entre Loures-Barousse et Saint-Béat.

- **Repeuplement de jeunes saumons et contrôle**

Les repeuplements en juvéniles de saumons effectués sur le site 'Garonne amont' (Garonne et Neste) sont réalisés annuellement en juin-juillet et concernent des sujets au stade de développement alevin (poissons de 3 à 5 cm pour 0.5 à 0.8 g) et pré-estival (poissons de 4 à 6 cm pour 0.8 à 2 g), provenant de la pisciculture de Pont-Crouzet (81) (Illustration ci-dessous).



Déversement de pré-estivaux (MIGADO ©)

Le repeuplement s'effectue sur des habitats ayant un courant d'eau rapide et une granulométrie grossière (Gueguen & Prouzet, 1994). Une analyse des habitats occupés par les alevins de l'année et les juvéniles plus âgés démontre qu'il n'a pas de choix par rapport à la vitesse du courant ; par contre ; plus les individus sont de petite taille, et plus ils restent dans des profondeurs faibles. Les faciès majoritairement occupés par les juvéniles de saumon sont les radiers et les rapides (Baran, 2000) ; toutefois ils utilisent également dans une moindre mesure les courants profonds (Chanseau *et al.*, 2006).

Le suivi des repeuplements réalisés permet de prendre en compte et si possible d'interpréter les conditions de grossissement des sujets de repeuplement et la production annuelle de smolts à travers les variations temporelles ou spatiales des densités de juvéniles estimées par pêche électrique (Gayou & Bosc, 2007). Les pêches électriques dites de 'contrôle' permettent :

- d'estimer les densités de juvéniles à l'échelle locale et leurs caractéristiques bio-métriques,
- d'évaluer l'efficacité annuelle des opérations de repeuplement et d'affiner ces méthodes.

En moyennes se sont une dizaine de stations de pêche qui sont étudiées ; en 2006, 9 stations ont été prospectées uniquement sur la Garonne (entre le barrage du Plan d'Arem et la commune de Huos), sur un linéaire de 38.5 km et une superficie utilisée pour le repeuplement de 17 ha. Les inventaires sont réalisés à la fin de l'été (au mois de septembre) en raison des faibles débits. Les stations sont choisies sur les zones repeuplées présentant une bonne représentation des faciès rapides et radiers dont les caractéristiques hydrauliques (hauteur d'eau, vitesse de courant) sont compatibles avec une prospection à pied. La méthode d'inventaire par pêche électrique est utilisée selon 2 protocoles différents (Gayou & Bosc, 2007) :

- par passages successifs sur les stations de référence,
- par indice d'abondance évalué à partir de 5 minutes de pêche (Prévost & Nihouarn, 1999) sur les autres stations.

Sur la Garonne, les 2 protocoles sont réalisés successivement sur une sélection de stations servant de référence.

II- Résultats

II-1- Répartition historique et actuelle

L'espèce saumon est soumise à des fluctuations naturelles d'abondance de l'ordre de 1 à 4.

2.1.1. Répartition générale

A l'origine, le saumon atlantique fréquentait la majorité des cours d'eau de la façade atlantique, de la Manche et de la mer du Nord. Les obstacles édifés dans les cours d'eau à partir du XIX^{ème} siècle ont bloqué l'accès aux frayères. La dégradation générale du milieu, liée aux activités humaines a affecté les frayères restantes : elles ont été souillées par les pollutions ou détruites par les extractions de granulats, les œufs ont été asphyxiés par les dépôts de limons ... De plus, les adultes sont soumis à une forte exploitation sur les aires marines d'engraissement par la pêche commerciale. L'aire de répartition du saumon a ainsi fortement régressé si on la compare à ce qu'elle était au milieu du XVIII^{ème} siècle : il a en effet disparu totalement de certains bassins (Rhin, Moselle, Meuse, Somme, Seine, Rance, affluents de

la Loire moyenne, Haute-Loire, affluents de la Garonne et de la Dordogne...). L'amélioration des connaissances sur les besoins des saumons a permis de mettre au point des dispositifs de franchissement adaptés. Ces passes à poissons ont permis d'envisager la restauration de stocks disparus ou à l'état de reliques dans plusieurs bassins. D'anciennes zones favorables à la reproduction et rendues inaccessibles ont pu être ainsi ré-ouvertes à la migration. Au plan international, une importante action est en cours pour éliminer les grandes pêcheries commerciales d'interception (neutralisation par achat de pêcheries) et lutter contre les pêcheries pirates ; la France participe financièrement à cette action (Keith *et al.*, 1992).

2.1.2. Sur le bassin de la Garonne

L'historique qui suit est extrait d'un document de synthèse du rapport du groupe Saumon Atlantique Garonne Dordogne (SAGA 2000, 2001).

Déjà il y a 14 000 ans, dans les hautes vallées du haut bassin de la Garonne, le saumon était pêché ; des traces de cette activité ont été retrouvées dans des grottes et en particulier dans celles de la Vache et du Portel et des vestiges retrouvés sur le campement des Eglises et de la Vache.

Au Moyen Age, cette espèce classée dans la catégorie des poissons royaux faisait l'objet d'une pêche recherchée dont on se disputait le privilège de l'exploitation et du commerce. Cette exploitation intense a perduré jusqu'au XVIII^{ème} avant une dégradation au siècle suivant due à la déréglementation de la pêche.

A la vue de la diminution des stocks, la première mesure prise a consisté en la construction d'une passe à poissons au Bazacle (Toulouse) en 1868, se révélant par la suite non fonctionnelle.

Au cours de la première partie du XX^{ème} siècle, des tentatives de repeuplement permettent le retour des géniteurs sur Toulouse et leur reproduction au niveau du Pont des Catalans. En 1961, une nouvelle passe à ralentisseurs est construite au Bazacle.

En 1975, le gouvernement lance une politique nationale visant à restaurer le saumon : 'le plan saumon', qui sera étendu en 1981 à l'ensemble des espèces migratrices, avec comme réalisations :

- la construction de dispositifs de franchissement pour la reconquête des hauts bassins : à Golfech (ascenseur 1986) et à Toulouse (au Ramier, 1987 ; au Bazacle, 1989).
- sur la Neste : Rebouc et Pène Taillade (1984), Bazus Aure (1988), équipement en montaison de Birabent (1998), équipement pour la montaison et la dévalaison du Canal de la Neste et uniquement en montaison de Mounicq-Arreau (1999).
- sur la Garonne amont : Lestelle (1982), Moulin du Vicomte et Gourdan Polignan (1985), équipement en montaison de Fonsac (1995).
- mesures réglementaires (arrêtés ministériels, décrets, listes de cours d'eau réservés, axes bleus, 1996).
- convention « EDF Garonne amont » pour le rétablissement de la circulation des poissons migrateurs sur le bassin de la Garonne à l'amont de Toulouse (1996) ; piégeage-transport en Garonne avec la mise en service des pièges de Carbonne (en montaison) et Camon (en dévalaison) en 1999 et plus récemment Pointis-de-Rivière, pour compléter le piégeage en dévalaison (2003).
- mise en place d'actions techniques dès le début des années 1980 (études de potentialités, de franchissabilité d'ouvrages, actions de repeuplement en saumons, suivi de la reproduction naturelle sur le haut bassin de la Garonne, mise en place de stations de contrôle).
- mise en place d'une communication autour du projet dès les années 1980.

II-2- Le piégeage transport sur la Garonne hydroélectrique

Afin d'accélérer le programme de restauration des poissons migrateurs amphihalins sur l'axe Garonne, une convention dite « convention EDF Garonne » a été signée en 1996 entre l'Etat, la Région Midi-Pyrénées, l'Agence de l'Eau d'une part et EDF d'autre part. Dans le cadre de cette convention, dont certaines options techniques ont été révisées en 1998 par la Commission de suivi présidée par le préfet de la région Midi-Pyrénées, il a été décidé de mettre en œuvre dans une phase pilote (horizon 2015) un double dispositif de piégeage-transport des poissons permettant :

- d'une part de capturer les espèces amphibiotiques et holobiotiques¹, en migration de montaison, au niveau de l'usine hydroélectrique de Carbonne et de les transporter soit à l'amont immédiat de la retenue de Carbonne (holobiotiques) soit à l'amont de la chaîne hydroélectrique sur les zones de reproduction et de grossissement (amphibiotiques). Les transports sont effectués soit dans une cuve de camion, soit en caisse dans une poche gonflée à l'oxygène dans une voiture (Illustrations ci-dessous).



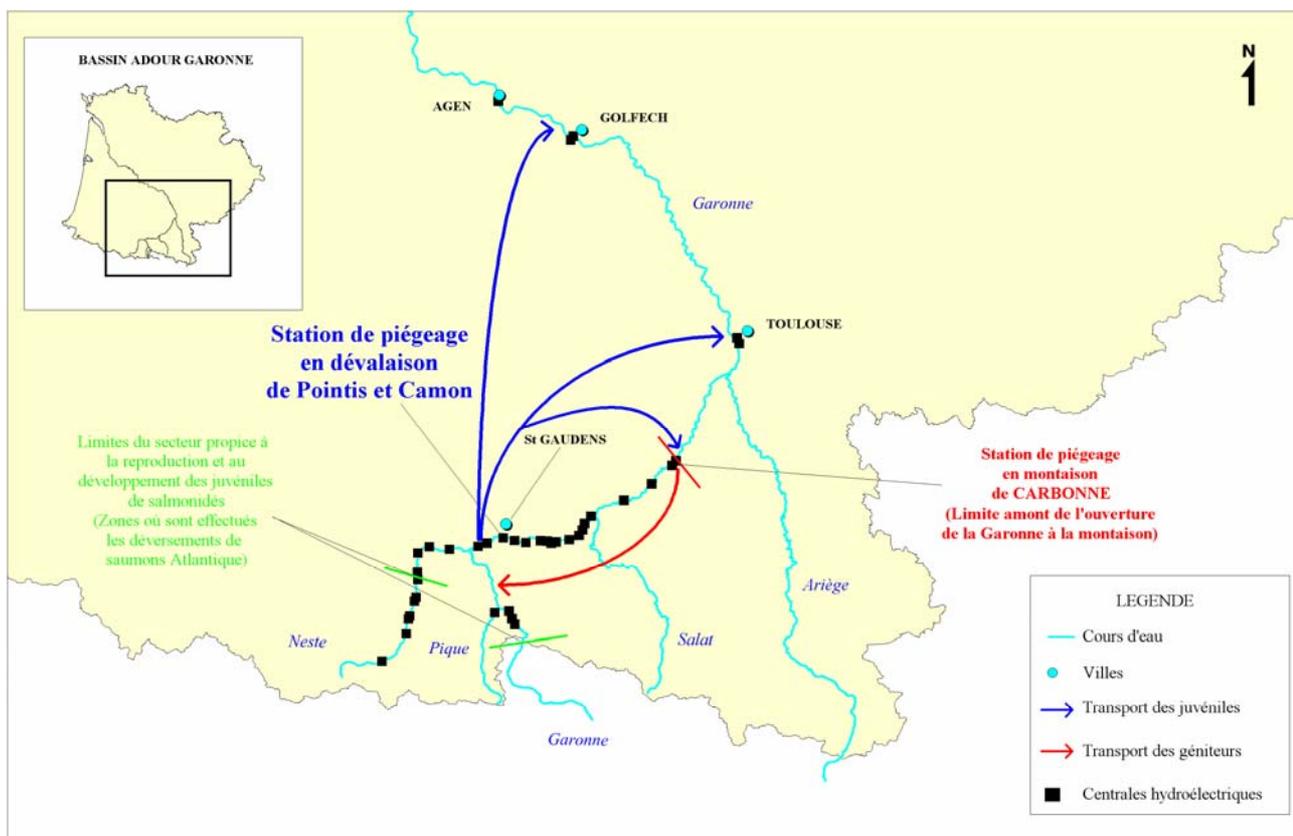
a



b

Transport de salmonidés a) dans une cuve de camion et b) dans une poche gonflée à l'oxygène

- d'autre part, de capturer les juvéniles de saumon dévalants (smolts), au niveau des usines de Pointis-de-Rivière et de Camon et de les transporter à l'aval de la chaîne hydroélectrique afin de leur éviter le passage dans les turbines des usines successives (le cumul des pertes engendrées par les différentes turbines équipant la Garonne hydroélectrique s'élève en moyenne à 64 % de mortalité jusqu'à Toulouse - de 76 % à 34 % de mortalité calculés en fonction de l'hydrologie rencontrée en période de dévalaison entre 1989 et 1998, Bosc & Larinier, 2000).

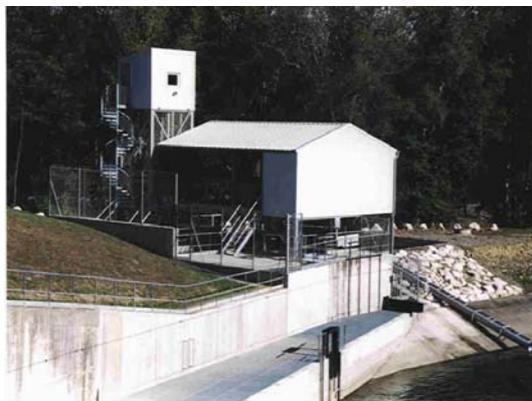


Le piégeage transport sur la Garonne (MIGADO ©).

¹ **Holobiotique** : Se dit d'une espèce animale dont le cycle de vie est réalisé dans un seul milieu (la mer ou l'eau douce pour les poissons).

Cette option présente le triple avantage de limiter dans un premier temps les coûts d'équipement, d'accélérer la reconquête du haut bassin et de permettre un suivi et une évaluation du programme de restauration en grandeur réelle, et notamment un contrôle de l'efficacité des repeuplements, par une maîtrise des entrées et des sorties.

Pour la montaison, l'équipement du site de Carbonne a été mis en service au 3^{ème} trimestre 1999 (Illustration ci-dessous).



Station de piégeage-transport en montaison de Carbonne (MIGADO ©)

Ce système permet de court-circuiter la Garonne hydroélectrique (entre les barrages de Carbonne et d'Ausson) en vue de réduire les handicaps prévisibles de déplacement et de survie sur ce secteur très anthropisé : nombre de barrages important, présence de grandes retenues, fonctionnalité du milieu déficiente en de nombreux points.

Station de Carbonne

Les poissons accèdent à un canal collecteur via 3 entrées situées en surface et de part et d'autre des sorties des turbines. Ces entrées vont mener les poissons dans le canal de liaison, long de 51 m qui est parallèle au canal de fuite de la centrale. Ce canal de liaison aboutit à une passe à poissons à bassins successifs, le bassin le plus en amont conduisant à la nasse de l'ascenseur. La cuve de l'ascenseur remonte à une fréquence définie selon la période de l'année (les cycles de remontées étant plus fréquents en période de forte migration).

Station de Camon et Pointis-de-Rivière

Pour la dévalaison, l'équipement du site de Camon a été mis en service dès le printemps 1999 et celui de Pointis-de-Rivière au printemps 2003 (Illustrations ci-dessous).

Stations de piégeage-transport en dévalaison a) de Camon ; b) de Pointis-de-Rivière

Les exutoires de dévalaison sont des dispositifs localisés en surface associés aux grilles de protection de prises d'eau dans les canaux d'amenée des usines hydroélectriques. L'espacement des grilles (entre 2.5 et 3 cm) crée une barrière comportementale pour ces poissons qui s'engagent plus facilement dans l'exutoire, guidés par un cheminement lumineux. Après un transit dans un bassin de dissipation, les poissons sont triés à l'aide d'une grille inclinée filtrant le débit de l'exutoire et sont entraînés vers un bassin de stabulation grâce à une goulotte.

Les smolts sont ensuite déversés soit en aval de Toulouse (Pont de Blagnac Illustration ci-dessous), soit en aval de Golfech (Quai de Lamagistère) en fonction des conditions hydrauliques et thermiques. Ce court-circuit a pour objectif de limiter les risques de mortalités des individus qui pourraient être entraînés dans les turbines des centrales, même dans l'hypothèse d'un équipement total de la chaîne de barrages en exutoires de dévalaison. Cette opération constitue une première européenne inspirée de pratiques américaines (en cours notamment sur la Columbia River). Elle constitue un outil expérimental d'importance scientifique et technique majeure qui permettra en outre de quantifier la production du haut bassin et de vérifier la viabilité de la restauration du haut bassin de la Garonne.



Déversement de smolts au pont de Blagnac (aval Toulouse).

II-3- Opérations sur le site 'Garonne amont'

2.3.1. Suivi des géniteurs

La migration

Le nombre de géniteurs de saumon atlantique présents sur le site de la 'Garonne amont' et plus particulièrement sur la Pique provient de transports réalisés à partir de la station de Carbonne.

Au total, 136 saumons ont été transportés sur la Garonne amont depuis 2000. Jusqu'en 2003, la totalité des saumons transportés étaient lâchés en amont du pont SNCF de Fronsac, sur la Garonne. Depuis 2004, ils sont amenés exclusivement sur la Pique, (dans un premier temps au niveau du lac de Badech - Luchon) maintenant uniquement en amont du barrage de Luret car la zone est plus favorable au déversement des poissons (tableau ci-dessous).

Remarque : Les saumons qui arrivent à la station de piégeage de Carbonne sont soit transportés sur la Pique pour effectuer naturellement leur reproduction, soit transportés au centre du saumon atlantique de Bergerac (24). Ces poissons sont reconditionnés² et gardés au centre entre 1 et 4 ans pour permettre la production d'œufs destinés aux différentes piscicultures dont MIGADO à la gestion, notamment celle de Pont-Crouzet. Ils permettront la production de géniteurs enfermés issus d'œufs sauvages, de smolts et d'alevins.

² **Reconditionnement** : les géniteurs capturés pendant leur migration de montaison ont cessé de s'alimenter lors de leur entrée en rivière. Il s'agit donc d'effectuer un apprentissage alimentaire pendant plusieurs semaines afin qu'ils s'alimentent seuls les années suivantes.

Récapitulatif des transports de saumons piégés à Carbonne

Année	Nombre de saumons ayant atteint Carbonne	Nombre de saumons transportés	Lieu du transport
1999 (oct-déc)	7	6	Loures-Barousse
2000	22	20	Loures-Barousse/ Fronsac
2001	41	40	Fronsac
2002	53	32	Fronsac
2003	13	5	Fronsac
2004	15	14	Pique
2005	4	3	Pique
2006	26	9	Pique
2007 (01/01 - 10/11)	8	7	Pique
TOTAL		136	

Etude complémentaire

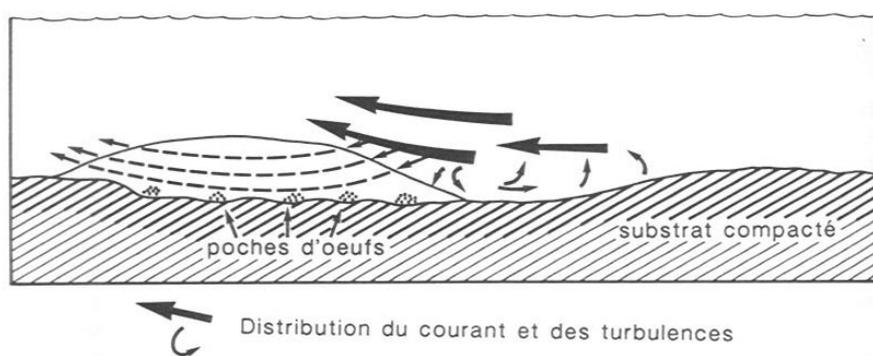
Une étude menée par le CEMAGREF (GHAAPPE) entre juillet 2002 et décembre 2005 sur le bassin de la Garonne a permis de suivre grâce au radiopistage le cheminement des saumons depuis la station la plus aval de la Garonne (Golfech) jusqu'au haut bassin de la Garonne (Bau et al. , 2007).

Le suivi effectué par le CEMAGREF et MIGADO en 2004 et 2005 sur la Garonne amont a montré que les saumons transportés survivaient jusqu'à la reproduction.

La reproduction

La localisation des frayères à grands salmonidés sur la Garonne est indiquée sur la cartographie présentée en annexe cartographique. Ont été notées 'frayères actives', les frayères ayant été observées comme actives au moins une fois depuis la mise en place du suivi. L'année d'observation de l'activité de fraie est indiquée en étiquette du point d'observation.

Les caractéristiques d'une frayère sont les suivantes (Beall, 1994) : 'Une frayère apparaît d'abord comme une tache ovale, de couleur plus claire que le substrat environnant, qui résulte du bouleversement récent du lit de la rivière par la femelle qui, en déplaçant les graviers, les a débarrassés de la couche d'algues, diatomées et particules alluviales qui les recouvrait. Le grand axe est aligné dans le sens du courant. La frayère comporte un creux en amont et un dôme dans sa partie aval, le trou amont correspondant à la chasse de matériel qui a servi à recouvrir la dernière ponte' (Illustration ci-dessous).



Coupe longitudinale d'une frayère de saumon (Gueguen & Prouzet, 1994 ©)

Les frayères à grands salmonidés mesurent au minimum 1 m de long et 0.5 m de large ; leur surface est comprise entre 0.5 et 8.8 m² (Lascaux & Vandewalle, 2007).

Les prospections réalisées annuellement depuis 1999-2000 ont donné des résultats significatifs en 2001-2002, période où le suivi était réalisé sur la Garonne. Sur les 38.2 km concernés, 27 nids de truites fario (diamètre < 1.5 m) et 4 nids de grands salmonidés (diamètre > 4 m) ont été recensés (en aval du Plan d'Arem, en aval du pont de Chaum, en amont du barrage de Fronsac et au niveau du lieu-dit Gouasquet). La campagne 2002-2003, toujours sur la Garonne n'a pas donné de résultats significatifs, les forts débits rencontrés à partir du mois de novembre 2002 n'ont pas permis de visualiser correctement les

sites potentiels de reproduction. En 2003-2004, quelques sorties ont été réalisées sur les secteurs amont mais trop peu d'individus étaient présents pour obtenir des résultats. En 2004-2005, le suivi des individus transportés sur la Pique a été facilité par l'opération de radiopistage menée par le CEMAGREF (GHAAPPE) sur la Garonne (cf paragraphe précédent). Toutefois aucune frayère n'a pu être recensée malgré un suivi hebdomadaire du cours d'eau. De plus, la prospection a été perturbée par la vidange du lac de Bادهch (mi novembre) provoquant une forte turbidité de l'eau. En 2005, les saumons radiomarqués sont morts rapidement après leur déversement et aucun suivi n'a pu être réalisé. En 2006, aucune présence de nids n'a pu être observée ; par contre en 2007, une femelle ayant pondu a été piégée à Camon (cf paragraphe 2.3.2.1.2).

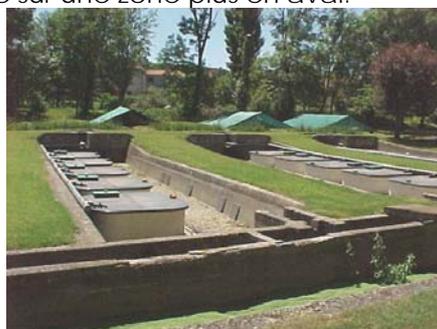
2.3.2. Suivi des juvéniles

La répartition de l'effort de repeuplement et le contrôle de la population de juvéniles introduite sur le haut bassin de la Garonne comptent parmi les éléments nécessaires à l'évaluation du programme de restauration. Ce suivi concerne la Garonne amont et la Neste (excepté en 2006) et participe à la veille écologique du haut bassin.

Le repeuplement

Les zones concernées par les déversements sont identifiées sur la cartographie présentée en annexe, il s'agit de 24 points répartis sur la Garonne amont entre Marignac et Gourdan Polignan ; et de 28 points répartis sur la Neste entre l'aval de Rebouc et la confluence avec la Garonne. En 2007, il s'agissait de la 9^{ème} année consécutive de déversements de saumoneaux sur les secteurs situés en amont des stations de piégeage-transport de Pointis-de-Rivière et de Camon : 270 000 pré-estivaux étaient concernés. Ces individus proviennent de la pisciculture de Pont-Crouzet (81), sous gestion MIGADO (Illustration ci-dessous).

Sur la Garonne, 28 ha sont repeuplés sur une potentialité de 35.5 ha et sur la Neste, les surfaces repeuplées concernent 19 ha sur les 23 ha potentiellement favorables au développement des juvéniles de saumon atlantique. Sur les 9 années de déversements, les effectifs repeuplés ont concerné entre 111 000 et 270 000 individus. Les repeuplements ont par le passé concerné la Garonne amont (au niveau de Fos) ce qui a permis de tester et de valider des zones potentielles, actuellement la zone concernée par les repeuplements est recentrée sur une zone plus en aval.



Pisciculture de Pont-Crouzet (MIGADO ©)

Le suivi des zones de grossissement

Les résultats des pêches électriques réalisées sur la Garonne à l'automne 2006 s'exercent sur un peuplement mixte issu des contingents 2005 et 2006 (Gayou & Bosc, 2007). Seule la station de Marignac a pu être prospectée par inventaire ; pour l'ensemble des autres stations repeuplées les densités sont estimées à partir de l'indice d'abondance. La densité moyenne estimée à Marignac est de **41.6** tacons/100 m² (tous stades confondus – contre 31.6 en 2005) ;

Ailleurs sur la Garonne amont, la densité moyenne est de **30.5** individus/100 m².

La densité moyenne estimée sur la Garonne amont repeuplée en 2006 s'établit pour les tacons 0+ à 31.5 individus/100 m², pour les tacons 1+ à 3.9 individus/100 m² (pour la station de Marignac).

La dévalaison

En 2006, **29 957 smolts** ont été piégés aux stations de Camon et de Pointis-de-Rivière (Bosc *et al.* 2007) sur un total de 32 710 poissons pendant la période d'ouverture des pièges entre le 15 mars et le 19 mai. La majorité avait un état sanitaire satisfaisant et ne présentait pas de problème particulier. Aucun poisson échantillonné ne montrait de marque d'attaque de poissons carnassiers ou d'espèces aviaires. Les smolts échantillonnés ont une taille moyenne de 174 mm (107 à 260 mm) et un poids moyen de 46.5 g (14 à 172 g). L'ensemble des poissons piégés a été transporté à Blagnac, via 22 transports.

Le bilan interannuel (2000-2006) de ces stations de piégeage permet de préciser la période de passage privilégiée des smolts dévalants (Figure 3) : entre le 29 mars et 15 mai, date à laquelle on obtient plus de 90 % des effectifs globaux sur la période d'ouverture des pièges.

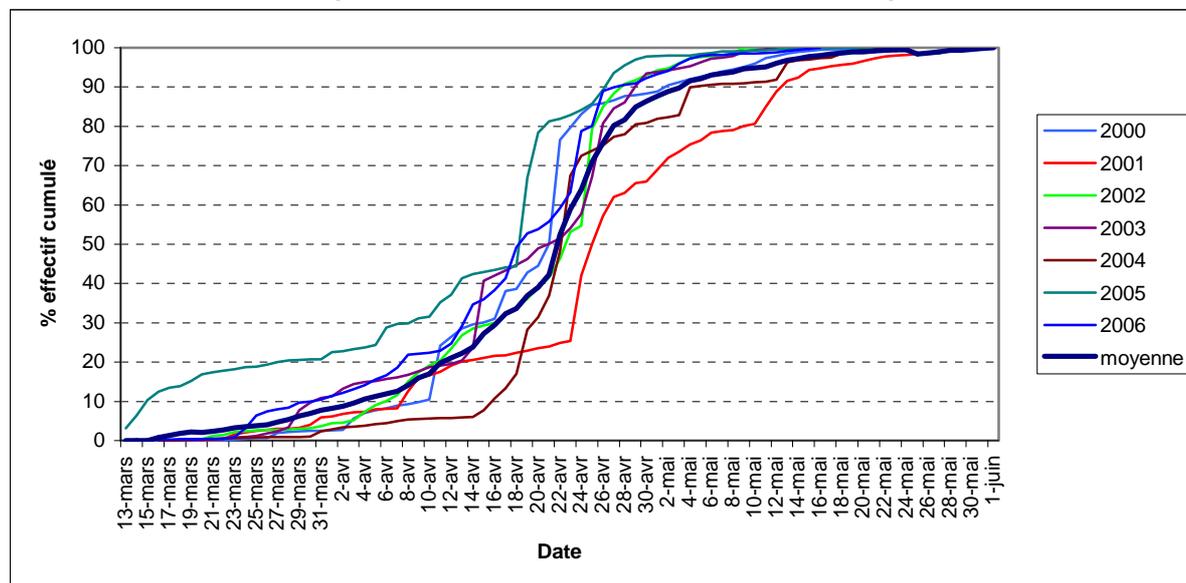


Figure 1 : Evolution des effectifs cumulés de smolts piégés pour chaque année de campagne.

Les exutoires n'ont toutefois pas une efficacité de 100 %, ceci étant dû aux conditions hydrauliques, comme un échappement des poissons par surverse au barrage et l'attractivité même des pièges. En effet, l'efficacité de l'exutoire de Pointis est relativement faible quel que soient les conditions hydrauliques rencontrées. Concernant celle du piège de Camon, elle varie selon les débits de la Garonne et le fonctionnement de la centrale hydroélectrique.

Des améliorations sont projetées pour les prochaines saisons de piégeage, suite aux résultats des opérations de marquage-détection menées depuis 2005 sur ces 2 sites permettant de tester ces efficacités.

Devenir des smolts échappant au piégeage-transport :

Les smolts qui transitent par la 'Garonne hydroélectrique' passent soit par les barrages lorsqu'ils surversent, soit par les turbines des usines hydroélectriques. Ceux qui s'engagent dans le canal de St Martory (à partir du barrage de St Martory) sont irrémédiablement condamnés. Les retenues de Palaminy, St Julien et Carbonne (capacités de 4 à 8 millions de m³) sont d'une part riches en poissons carnassiers et sont d'autre part susceptibles d'induire un ralentissement notable de la dévalaison des smolts, voire une perte totale des individus s'ils ne trouvent pas la sortie de la retenue.