

**État du stock de saumon atlantique (*Salmo salar*)
du Scorff (Bretagne sud, France) en 2006 :
production de smolts, retours d'adultes, échappement,
taux d'exploitation et de survie.**

Anne Laure Caudal¹ et Etienne Prévost²

¹ FDPPMA 56, 3 rue Marcel Dassault, 56590 St Avé

² UMR INRA/UPPA Ecobiop, Quartier Ibarron, 64310 Saint Pée sur Nivelle

juillet 2007

**État du stock de saumon atlantique (*Salmo salar*)
du Scorff (Bretagne sud, France) en 2006 :
production de smolts, retours d'adultes, échappement,
taux d'exploitation et de survie.**

Résumé

Le Scorff est un petit fleuve côtier breton, représentatif des cours d'eau à saumon du Massif armoricain. Depuis mai 1994, il est équipé d'un système de contrôle des migrations qui permet de quantifier à la fois les retours d'adultes et le flux de smolts dévalant vers la mer.

La production de smolts 2006 estimée à 7137 juvéniles migrants restent dans la gamme des valeurs observées depuis 1995 mais la taille moyenne des smolts est faible (133 mm longueur fourche). La proportion de smolts de 2 ans (32,6%) est parmi les plus élevées observées depuis 1995.

Les retours d'adultes sont estimés à 823 1HM (individus ayant séjourné un seul hiver en mer ou castillons) et 89 PHM (en majorité des "saumons de printemps" âgés de 2 ans de mer, bien que la contribution de poissons de second remontée (10,3%) soit significative). La taille moyenne (longueur fourche) des 1HM est de 596,8 mm contre 735,1 mm pour ceux ayant séjourné 2 hivers en mer. Tous types confondus, la composition en âge d'eau douce des adultes est de 60% de 1 an et 40% de 2 ans. Les retours de castillons en 2006 sont élevés, de même que ceux de saumons de printemps, même si ces derniers sont inférieurs à ceux de 2005.

La dépose d'œufs lors de la reproduction 2006 est estimée à 1300000 œufs soit environ 136% de la limite de conservation du Scorff (953852 œufs). La probabilité que l'objectif de dépose ait été atteint est de 78,5%. Le diagnostic de fin de saison est bon.

Les nouvelles estimations de taux de survie en eau douce et en mer qui sont obtenues grâce à cette année supplémentaire de collecte de données sont de 1,94% de l'œuf au smolt pour la cohorte née en 2003 et 6,3% du smolt à l'adulte pour les juvéniles ayant quitté le Scorff en 2004. Ce taux de survie en mer est plus faible qu'en 2004. Le taux de survie de l'œuf au smolt est en revanche le meilleur jamais observé.

Introduction

Avec la mise en service en mai 1994 de la station de contrôle des migrations de saumon du Moulin des Princes à Pont-Scorff (Morbihan), la Bretagne s'est dotée d'une installation expérimentale sans équivalent en France pour l'étude de la dynamique de population chez le saumon atlantique (*Salmo salar*). Située en fond d'estuaire à la limite de l'influence des marées, elle permet de contrôler les entrées/sorties de l'ensemble du bassin. Elle dispose d'un double système de piégeage capturant les juvéniles au moment de leur migration vers la mer et les adultes lors de leur retour en eau douce. Cet outil a permis le démarrage d'un programme scientifique dont un des objectifs finalisés est l'évaluation du stock sur un système bien représentatif des cours d'eau à saumon bretons¹.

En 1997, l'installation du Moulin des Princes a été complétée par un dispositif de piégeage placé au Moulin du Leslé², moins de deux kilomètres en amont du Moulin des Princes, dans le but d'améliorer la qualité des estimations du flux de smolts. Ce dispositif, conçu uniquement pour capturer des juvéniles dévalants, est amovible et est mis en fonction temporairement, seulement durant la période de migration des smolts vers la mer, du mois de mars au mois de mai.

Le présent document fait le bilan des données récoltées en 2006 sur le Scorff concernant la production de smolts, les retours d'adultes et l'échappement. Une comparaison du nombre d'œufs déposés lors de la reproduction par rapport à une cible échappement, une estimation du taux d'exploitation par la pêche à la ligne ainsi que des évaluations des taux de survie de l'œuf au smolt et du smolt à l'adulte (phase de vie en mer) sont également proposées.

I - Matériel et méthodes

Le Scorff

Le Scorff est un fleuve côtier Breton (Fig. 1) qui se jette dans la rade de Lorient (Morbihan). Long de 75 km (dont 10 km d'estuaire), il draine une surface de bassin versant de 480 km². Son débit moyen annuel dans sa partie basse est d'environ 5 m³/s. Il coule sur un substrat essentiellement granitique mais traverse deux bandes schisteuses engendrant deux ruptures de pente sur son cours principal. Il est colonisé par une quinzaine d'espèce de poissons, dont quatre sont des migrateurs amphihalins : la lamproie marine (*Petromyzon marinus*), l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*), la truite commune (*Salmo trutta*) et le saumon atlantique. Il fait donc partie de la vingtaine de cours d'eau à saumons bretons dont il est un élément bien représentatif.

¹ La station du Moulin des Princes est la propriété de la Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection des milieux aquatiques. L'installation ainsi qu'un poste de technicien sont mis à disposition de 2 opérateurs scientifiques, l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et le Conseil supérieur de la pêche (CSP), responsables du programme de recherche.

² Ce dispositif appartient à l'APPMA de Plouay et est installé sur le site du Moulin du Leslé grâce à l'accord de son propriétaire, Mr De Polignac.

Limite de conservation

Depuis 1996, un nouveau système de gestion des stocks de saumon atlantique a été mis en place à l'échelle de la Bretagne. La partie la plus visible du nouveau dispositif est constituée de "Totaux autorisés de captures" (ou TACs), limites hautes pour les prélèvements par pêche à la ligne fixées bassin par bassin et approuvées par le Comité de gestion des poissons migrateurs de Bretagne (COGEPOMI, instance consultative où sont représentés les gestionnaires, les exploitants et les scientifiques). Ce nouveau système repose en fait, conformément aux recommandations internationales du CIEM (Anonyme, 1996a), sur la détermination de limites de conservation bassin par bassin selon la définition suivante : la limite de conservation (auparavant nommée « cible d'échappement ») est le nombre d'œufs nécessaires lors de la reproduction pour, en moyenne sur le long terme, maximiser la fraction du stock prélevable par la pêche (Prévost et Porcher, 1996).

Prévost et Porcher (1996) ont proposé une méthodologie afin de déterminer des limites de conservation pour chacune des rivières du Massif Armoricaïn fréquentées par le saumon atlantique. En l'appliquant aux données disponibles pour le Scorff, en particulier en incorporant la quantification la plus récente des surfaces en eau supportant la production de juvéniles réalisée par Claude (1996), on aboutit à une limite de conservation de 953 852 œufs.

Estimation de la production et caractéristiques des smolts

La production de smolts est estimée par marquage/recapture selon le même protocole que celui suivi en 1998 (Prévost, 1999). Sur le site du Moulin du Leslé, les individus dévalants piégés sont dénombrés, marqués et mesurés (longueur fourche (Lf), mm). Le marquage consiste en un marquage de masse (par ablation de l'extrémité d'une nageoire pelvienne) et un marquage individuel par "implant visible" introduit dans l'opercule. Au Moulin des Princes, les juvéniles migrants capturés sont dénombrés et examinés pour la présence de marques. Des écailles sont prélevées sur certains pour déterminer leur âge, en essayant d'atteindre un nombre minimum de 20 prélèvements par classe de taille de 5 mm. Une attention particulière est portée à ce que pour chaque classe de taille les prélèvements d'écailles soient répartis tout au long de la période de dévalaison. Les forts débits enregistrés fin mars – début avril ont rendu inopérant le piègeage au moulin du Leslé entre le 30 mars et le 3 avril.

L'estimation de la production de smolts a été conduite en reprenant la méthode simple utilisée pour l'année 2002 (Caudal et Prévost, 2003b). Elle repose sur l'hypothèse classique d'indépendance des poissons dévalants vis à vis du processus de capture au Moulin des Princes, qui opère avec une probabilité p constante quelle que soit le poisson et ses caractéristiques (taille, âge, date de dévalaison...). Un examen des données de marquage/recapture en fonction de la date de marquage montre des variations de la probabilité de capture au Moulin des Princes en fonction de la date de marquage au Moulin du Leslé, mais ces fluctuations ne semblent pas suivre de tendance particulière, au moins durant la période d'intensité maximale de la dévalaison (fin mars à fin avril). Dans ces conditions le modèle simple utilisé permet d'obtenir une estimation ponctuelle fiable du flux dévalant, mais il surestime certainement la précision de cette estimation.

Estimation de l'échappement et des retours d'adultes

Estimation du nombre d'adultes participant à la reproduction

Les effectifs d'adultes sont estimés séparément pour les "saumons vrais" (poissons ayant séjourné deux hivers en mer ou effectuant leur deuxième retour en eau douce, appelés par la suite PHM) et les castillons (poissons ayant séjourné un seul hiver en mer, appelés par la suite 1HM). Quelle que soit la catégorie d'adulte concernée, l'estimation du nombre de reproducteurs participant au frai repose sur la technique de marquage/recapture.

Les opérations de marquage sont menées à la station du Moulin des Princes. Chaque poisson piégé est mesuré (Lf et longueur maxillaire supérieure, mm), pesé (g) et quelques écailles lui sont prélevées pour déterminer son âge. Il est ensuite marqué par tatouage au bleu alcyan sur une pectorale ainsi que sur le ventre entre les deux pectorales et par une combinaison de trois points apposés parmi huit positions possibles, selon un procédé analogue à celui présenté par Johnstone (1981). Ce marquage permet un codage de la semaine de passage au piège du Moulin des Princes. Une fois marqués, les poissons sont libérés à l'amont du dispositif de capture. La multiplication des points de marquage permet de considérer que le taux de perte de marques est négligeable.

Des échantillons de recapture sont récoltés tout au long de l'année sur des poissons étant passés en amont de la station du Moulin des Princes. On distinguera :

- ceux recueillis en cours d'année alors que des saumons adultes continuent d'entrer dans le Scorff. Ils proviennent essentiellement des captures faites par les pêcheurs à la ligne et plus secondairement de poissons morts ou mourants pris à la station du Moulin des Princes ou récupérés dans le Scorff.
- ceux obtenus pendant ou après la reproduction alors que tous les adultes pouvant participer au frai sont de retour dans le Scorff. Il s'agit essentiellement de poissons capturés vivants sur les frayères et examinés directement pour la détection de marques, puis libérés sur leur lieu de capture après apposition d'une contremarque sous la forme de l'ablation de l'extrémité d'une nageoire pelvienne. Les opérations de recapture pratiquées sur les frayères sont menées essentiellement de nuit au moyen d'épuisettes et sur différents sites de frai répartis tout au long du cours principal du Scorff, ainsi que sur ses principaux affluents. Pendant et peu après la reproduction, il est aussi récupéré des poissons morts ou mourants que ce soit à la station du Moulin des Princes ou à proximité des sites de frai. Enfin, les éventuels bécards "reconditionnés" capturés durant les premiers mois de l'année suivant la reproduction sont également considérés.

La séparation des 1HM et des PHM parmi les poissons recapturés est faite à partir d'un prélèvement d'écailles systématique à partir de cette année.

Pour les retours de l'année 2006, la méthode d'estimation est la même qu'en 2003 (Caudal et Prévost, 2004). Elle repose sur un emboîtement de tirages binomiaux décrivant les processus de recapture, de pêche à la ligne, de mortalité et d'observation visuelle des mortalités. Ce modèle est appliqué aussi bien aux PHM qu'aux 1HM et peut être résumé ainsi :

- Recaptures de fin de saison

$Erm \sim \text{binomiale}(Em, pr)$
 $Ernm \sim \text{binomiale}(Enm, pr)$

où :

$\sim \text{binomiale}$ signifie "suit une loi binomiale",

Erm est le nombre de poissons participant à la reproduction, recapturés, marqués au Moulin des Princes,

$Ernm$ est le nombre de poissons participant à la reproduction, recapturés, non marqués au Moulin des Princes,

Em est le nombre de poissons participant à la reproduction, marqués au Moulin des Princes,

Enm est le nombre de poissons participant à la reproduction, non marqués au Moulin des Princes,

pr est la probabilité de recapture pendant ou après la reproduction

- Captures par pêche à la ligne

$Cm \sim \text{binomiale}(RVm, pcm)$
 $Cnm \sim \text{binomiale}(RVnm, pcnm)$

où :

Cm est le nombre de poissons capturés à la ligne et marqués au Moulin des Princes,

Cnm est le nombre de poissons capturés à la ligne et non marqués au Moulin des Princes,

RVm est le nombre de poissons vivants potentiellement capturables marqués au Moulin des Princes,

$RVnm$ est le nombre de poissons vivants potentiellement capturables non marqués au Moulin des Princes,

pcm est la probabilité de capture par pêche à la ligne pour un poisson marqué,

$pcnm$ est la probabilité de capture par pêche à la ligne pour un poisson non marqué.

pcm et $pcnm$ ne sont pas nécessairement égaux pour tenir compte d'un éventuel différentiel de capturabilité entre les poissons marqués et non marqués.

- Mortalité autre que la pêche à la ligne

$Mm \sim \text{binomiale}(Rm, pmm)$
 $Mnm \sim \text{binomiale}(Rnm, pmnm)$
 $pmm = 1 - ((1 - pmnm)(1 - psm))$

où :

Mm est le nombre de poissons morts et marqués au Moulin des Princes,

Mnm est le nombre de poissons morts et non marqués au Moulin des Princes,

Rm est le nombre de poissons de retour dans le Scorff et marqués au Moulin des Princes,

Rnm est le nombre de poissons de retour dans le Scorff et non marqués au Moulin des Princes,

pmm est la probabilité de mortalité pour un poisson marqué,

$pmnm$ est la probabilité de mortalité pour un poisson non marqué.

On pose *a priori* que les poissons marqués subissent une sur-mortalité psm par rapport à leurs congénères non marqués.

- Observation des mortalités

$M_{vm} \sim \text{binomiale}(M_m, p_v)$
 $M_{vnm} \sim \text{binomiale}(M_{nm}, p_v)$

où :

M_{vm} est le nombre de poissons morts, marqués au Moulin des Princes qui ont été observés,
 M_{nm} est le nombre de poissons morts, non marqués au Moulin des Princes qui ont été observés,
 p_v est la probabilité de mortalité d'observer un poisson mort.

Pour compléter le modèle on écrit :

$$\begin{aligned}R &= R_m + R_{nm} \\RV_m &= R_m - M_m \\RV_{nm} &= R_{nm} - M_{nm} \\E_m &= RV_m - C_m \\E_{nm} &= RV_{nm} - C_{nm} \\E &= E_m + E_{nm}\end{aligned}$$

où :

E est l'échappement total participant à la reproduction,
 R est le nombre total de poissons de retour dans le Scorff.

On réalise un traitement Bayésien de ce modèle. Les grandeurs observées sont R_m , C_m , C_{nm} , M_{vm} , M_{vnm} , E_m , E_{nm} . Toutes les autres sont des inconnues du modèle. On leur affecte des distributions de probabilité *a priori* peu informatives uniformes sauf pour :

- p_v que l'on affecte d'une loi beta de paramètre 1 et 12. Cette distribution reprend les résultats des travaux de radiopistage menés sur le Scorff en 2001 et 2002 qui ont révélés que sur 13 poissons dont la mort à pu être vérifiée, un seul aurait été observé si ils n'avaient pas été munis de radio-émetteurs.
- p_r qui a été affecté du prior informatif proposé par Parent et Prévost (2003),
- p_m qui a été affecté du prior informatif proposé par Parent et Prévost (2003) dans le cas des IHM (faible mortalité) et d'un prior faiblement informatif dans le cas des PHM, à savoir une loi beta symétrique, de paramètres 1.53 et 1.53 concentrant 90% de probabilité entre les valeur 0.1 et 0.9.

La distribution *a posteriori* jointe de toutes les grandeurs inconnues du modèle a été approximée par échantillonnage en utilisant le logiciel Winbugs (Spiegelhalter et al., 1996).

Proportion de femelles et fécondité moyenne par femelle

La méthode retenue pour le calcul de la limite de conservation du Scorff repose sur des estimations moyennes à l'échelle du Massif Armoricaïn de la proportion de femelles parmi les adultes et de la fécondité par femelle (Prévost et Porcher, 1996). On utilise ces mêmes valeurs pour convertir le nombre d'adultes ayant participé à la reproduction en dépose d'œufs, soit :

- 45 % de femelles et 4058 œufs par femelle pour les IHM ;
- 80 % de femelles et 7227 œufs par femelle pour les PHM.

Estimation et distribution de probabilité de la dépose d'œufs

L'estimation de l'échappement étant menée séparément pour les IHM et les PHM, on obtient deux distributions de probabilité *a posteriori* du nombre d'adultes participant à la reproduction. Après conversion des nombres de IHM et de PHM en nombres d'œufs grâce aux paramètres présentés au paragraphe précédent, les deux distributions de déposes d'œufs ainsi obtenues sont combinées, en considérant qu'elles sont indépendantes, pour bâtir une distribution de probabilité *a posteriori* de la dépose d'œufs totale (IHM + PHM).

Comparaison de la dépose d'œufs avec la limite de conservation

La confrontation de la dépose d'œufs totale avec la limite de conservation se fait en deux temps. On compare tout d'abord la valeur la plus probable et la limite, puis on positionne la limite dans la distribution de probabilité cumulée *a posteriori* de la dépose d'œufs totale pour en déduire une probabilité que la limite de conservation ait été dépassée.

Estimation du taux d'exploitation par la pêche à la ligne

Le taux d'exploitation par la pêche à la ligne est obtenu en faisant le rapport entre les captures et l'effectif des retours d'adultes le plus probable.

Estimation des taux de survie de l'œuf au smolt et du smolt à l'adulte

Les taux de survie sont calculés en faisant simplement le rapport entre les effectifs estimés aux stades concernés.

II – Résultats - Discussion

II.1 - Production de smolts

Mis en fonctionnement le 15 mars, le dispositif de piégeage du Moulin du Leslé a été maintenu en opération jusqu'au 29 mai. Il a permis de capturer 1365 juvéniles dévalants dont 1294 (94,8%) présentaient une livrée de smolt caractéristique (robe argentée, nageoires décolorées ourlées d'un liseré noir...), 67 étaient des pré-smolts (argenture incomplète) et 4 avaient encore leur aspect de tacons. Au Moulin des Princes, 1062 juvéniles dévalants ont été capturés parmi lesquels 950 (89,5%) avaient un aspect de smolt caractéristique alors que 87 autres étaient des pré-smolts et 25 des tacons. Le premier smolt a été capturé au Moulin des Princes le 22 mars et le dernier le 22 mai. Au Moulin du Leslé, la première capture a été effectuée le 24 mars et la dernière le 21 mai. 6 individus ont été récupérés morts au piège du Moulin du Leslé et 25 au Moulin des Princes.

Les données biologiques collectées au Moulin des Princes permettent d'estimer la taille moyenne des smolts (longueur fourche) en 2006 à 133,1 mm (ec.type : 13,6 mm) Cette taille est faible, mais dans la gamme des valeurs observées depuis 1995 (Tableau 1). 95% des individus avaient une taille comprise entre 110 mm et 161 mm. A partir des 279 individus dont l'âge a pu être déterminé par lecture d'écaillés, on obtient la composition en âge par classe de 5 mm. Couplée avec la distribution en taille des smolts, cette clé taille/âge permet de calculer la composition en âge du flux de smolts dévalant en 2006 : 67,4% de smolts de 1 an et 32,6% de 2 ans. Cette proportion de smolts de 2 ans est l'une des plus fortes observées depuis 1995, derrière 2002 et 1999. Elle est à rapprocher de la forte production de juvéniles de très petite

taille en 2005, qui ont probablement donné peu de smolts de 1 an, du fait de la relation positive entre la taille des tacons et la smoltification à l'âge d'un an. Sur 29 poissons morts dont le sexe a été déterminé, on a trouvé 21 femelles et 8 mâles. Si l'on se réfère au rythme des captures au Moulin des Princes, 95% des juvéniles migrants ont quitté le Scorff entre le 16 mars et le 11 mai. Cette période correspond à la moyenne des années 1995 à 2005.

Sur les 1336 juvéniles dévalant marqués au Moulin du Leslé, 199 ont été recapturés au Moulin des Princes, parmi lesquels 10 avaient perdu leur marque individuelle (taux de perte de marque : 5%). A partir de ces données de marquage/recapture, on obtient une efficacité moyenne du piège du Moulin des Princes de 14,9%. Sachant que 1062 juvéniles ont été pris au Moulin des Princes, on estime à 7137 le nombre de juvéniles dévalant en 2006. Cette production en smolts est moyenne. Elle est en cohérence avec les fortes abondances de tacons de 2005 de très faible taille, ce qui a pu diminuer leur survie hivernale et/ou leur capacité à smoltifier à l'âge 1 an. A ces smolts de 1 an, vient s'ajouter un reliquat de la cohorte précédente, qui correspondait à une abondance relativement importante de tacons de taille moyenne assez faible en 2004. Cette production de smolt de 2 ans (est la plus élevée quantitativement (estimée à 2327 individus) est la plus forte observée depuis le début des opérations de quantification du flux de juvéniles dévalants en 1995.

La dévalaison des smolts 2006 a été marquée par une forte crue intervenue fin mars début avril. Elle a rendu les dispositifs de piégeage peu efficaces, voire totalement inopérant en ce qui concerne le piège du Moulin du Leslé, pendant quelques jours. Il existe une forte incertitude sur l'ampleur de l'effectif dévalant à cette période. L'estimation globale proposée ci-dessus est donc potentiellement sous-évaluée alors que la précision de cette estimation est sur évaluée. Pour autant, cet épisode de crue s'est situé en début de période de dévalaison alors que l'activité de migration est naturellement moins intense. On peut donc raisonnablement penser que son impact sur la fiabilité du chiffre de production global indiqué précédemment demeure limité.

II.2 - Caractéristiques des adultes échantillonnés à la station du Moulin des Princes

701 adultes de saumon atlantique ont été capturés au piège du Moulin du Princes en 2006. Il s'agit en grande majorité de 1HM (661 individus + 1 mort au piège soit 94,4%). Parmi les PHM (39), 4 effectuaient leur second retour (premier retour comme castillon), tous de courte absence, et les 35 autres étaient âgés de 2 ans de mer. Tous âges de mer confondus, le temps de séjour en eau douce des adultes est majoritairement de 1 an (60%). A noter la présence d'un poisson de 3 ans d'eau douce. Les 1HM ont une taille moyenne de 596,8 mm (ec.type = 32,4 mm) pour un poids moyen de 2185g (ec.type = 380 g), ce qui est inférieur aux années précédentes et la quatrième année consécutive de baisse du gabarit moyen des castillons. Il est à noter qu'une évolution similaire est observée sur la Nivelle, petit fleuve côtier du Pays Basque faisant l'objet d'un suivi analogue à celui du Scorff (Mennessier, 2007). Elle s'accompagne également d'une diminution du coefficient de condition des castillons (ratio poids/longueur des animaux indicateur de leur embonpoint). Pour les PHM, les poissons ayant séjourné 2 hivers en mer mesurent en moyenne 735,1 mm (ec.type = 27,9 mm) pour un poids moyen de 4228 g (ec.type = 610 g), alors que ceux effectuant un second retour avaient une taille moyenne de 646,5 mm (ec.type = 49,4) pour un poids moyen de 2759 g (ec.type = 543 g).

La distribution des captures au piège au cours de l'année 2006 est présentée à la figure 3. Le premier adulte échantillonné à la station du Moulin des Princes a été pris le 17 février, ce qui est relativement précoce. Les captures de PHM se sont étalées ensuite jusqu'en août (septembre pour les poissons de 2^{ème} retour), même si 74% des saumons de printemps ont été capturés jusqu'en mai et 20% en juin-juillet. Le premier castillon passé par le piège a été pris le 25 juin. L'essentiel des 1HM ont été capturés de la première décade de juillet à la troisième décade d'août (85%), avec un pic de remontée plus marqué en juillet (44%) et en août (41%). Après ce pic de remontée estival, des retours ont été observés au cours de l'automne, essentiellement à partir d'octobre. Cette vague automnale représente 7,3% des captures de castillons au piège du Moulin des Princes. Cette proportion est dans la gamme des observations habituelles. Les derniers adultes pris au piège de montée ont été capturés au cours de la période de reproduction (décembre et janvier). La distribution temporelle des captures à la station du Moulin des Princes ne représente pas exactement le rythme d'entrée des adultes dans le Scorff car elle est influencée par les variations de l'efficacité du dispositif de piégeage au cours du temps et donc suivant le type d'adulte.

Tout en tenant compte de cette dernière réserve, il est intéressant d'observer l'évolution régulière de la date moyenne de capture des castillons depuis le début des opérations de piégeage en 1994. Pour la fraction estivale, elle est en constante augmentation et le pic de capture se trouve actuellement décalée de près de 3 semaines par rapport au milieu des années 90. Là encore une évolution similaire est observée sur la Nivelle dans le sud-ouest (Mennessier, 2007). L'origine de ces changements dans les caractéristiques biométriques et le rythme de remontée des castillons est inconnue, mais on peut penser qu'elle a une origine marine du fait que deux rivières distantes de plusieurs centaines de kilomètres sont affectées de la même façon.

II.3 - Estimation de l'échappement

Estimation du nombre d'adultes participant à la reproduction (Tableau 2)

Échappement 1HM

661 1HM ont été libérés marqués en amont de l'installation du Moulin des Princes en 2006 (uniquement des poissons capturés à ce piège). 70 1HM ont été capturés à la ligne, dont 45 étaient marqués (64%). 82 1HM ont été recapturés pendant ou après la reproduction, dont 62 étaient marqués (76%). Aucun 1HM n'a été récupéré mort avant la reproduction. On obtient alors une estimation d'échappement de 1HM de 626 (intervalle *a posteriori* à 95% [241, 805]) pour 2006. Ce chiffre est parmi les meilleurs enregistré à ce jour (Tableau 2).

Échappement PHM

39 PHM (dont 4 poissons de 2^{ème} retour) ont été relâchés marqués en amont du piège du Moulin des Princes en 2006. Aucun poisson n'a été retrouvé mort avant la reproduction. 30 PHM ont été capturés par pêche à la ligne dont 5 étaient marqués (17%). 10 PHM ont été capturés pendant ou après la reproduction, dont 6 étaient marqués (60%). On estime à 37 individus (intervalle *a posteriori* à 95% [19, 80]) l'échappement de PHM. Cette valeur faible et inférieure à celle de 2005 reste cependant dans la gamme de celles observées depuis 1995.

Estimation et distribution de probabilité de la dépose d'œufs

La dépose d'œufs est estimée à 1300000 œufs en 2006 (intervalle a posteriori à 95% [645000, 1745000]). Cette valeur, assez élevée, est dans la gamme des observations précédentes.

II.4 - Comparaison de la dépose d'œufs par rapport à la limite de conservation

La dépose d'œufs estimée en 2006 est égale à 136% de la limite de conservation du Scorff (953852 œufs). La probabilité que la dépose d'œufs ait été supérieure à la limite est de 78,5%. Le diagnostic de fin de saison est bon.

II.5 - Estimation de l'effectif des retours d'adultes et du taux d'exploitation par la pêche à la ligne

En 2006, les effectifs des retours dans le Scorff (Tableau 2, Fig. 5) sont estimées à 89 PHM (intervalle a posteriori à 95% [76, 161]) et 823 IHM (intervalle a posteriori à 95% [752, 955]). Les retours de PHM sont inférieurs à ceux de 2005, mais sont les deuxième plus forts observés depuis 1995. Ils étaient prévisibles du fait du retour de moyen de castillons observé en 2005, lui même issu d'un flux assez importants de smolts en 2004. Les retours de PHM en 2006 sont en majorité composés de saumons de printemps âgés de 2 ans de mer. La contribution de poissons de seconde remontée est moins forte qu'en 2005 mais reste significative (10,3%). Les retours de saumons de printemps sensu stricto restent cependant à des niveaux très bas justifiant des mesures de protection spécifique de cette fraction des stocks. Les retours de IHM sont très élevés. Ils correspondent à un fort flux de smolts observé en 2005 avec une taille moyenne élevée (Tableau 1).

Les captures ayant été estimées à 30 PHM (valeur supérieure à celle de 2005 qui était déjà la plus forte observée depuis 1995) le taux d'exploitation par la pêche à la ligne peut être évalué à 33,7% pour les PHM (37,6% s'il on ne prend en compte que la fraction de poissons vierges de 2 hivers de mer). C'est le plus fort observé depuis 1995 et il fait suite à une augmentation régulière du taux d'exploitation des saumons de printemps pour la quatrième année consécutive intensification de l'exploitation traduit un net regain d'intérêt des pêcheurs pour la capture de saumons de printemps. Pour les castillons, il est évalué à 8,5% avec 70 prises estimées, ce qui est faible, mais dans la gamme des valeurs observées depuis 1995 (Tableau 2; Fig. 5).

II.6 - Estimation des taux de survie de l'œuf au smolt et du smolt à l'adulte

En 2003, la dépose d'œufs a été estimée à 520000 œufs (Caudal et Prévost, 2003b). Si l'on reprend les estimations d'effectifs et de composition par classe d'âge des flux de smolts 2005 et 2006 (Tableau 1), cette dépose d'œufs a produit 7746 juvéniles migrants d'âge 1 an en 2005 et 2327 smolts de 2 ans en 2006. Le taux de survie de l'œuf au smolt pour la cohorte 2004 (année de naissance) peut donc être évalué à 1,94%. Ce chiffre est le meilleur observé.

En 2004, la production de smolts du Scorff a été estimée à 7842 individus (Tableau 1). Ces juvéniles migrants ont donné au retour de leur phase marine 418 IHM en 2005 et 78 saumons de printemps ayant passé 2 hivers en mer en 2006 (Tableau 2). On évalue à 6,3% la survie en mer totale des smolts ayant quitté le Scorff en 2004. Cette valeur est faible mais était attendue car la taille moyenne des smolts en 2004 était elle aussi faible et il existe une relation positive entre la taille des smolts et leur survie en mer. Le taux de retour des castillons revenus en 2006, de 7,7%, supérieur à celui des castillons de 2005, correspond à un flux de smolt 2005 dont la taille moyenne était supérieure à celle enregistrée en 2004.

Conclusion

L'année 2006 est conforme aux attentes énoncées à l'issue de l'année 2005 (Caudal et Prévost, 2005) :

- la production en smolts est moyenne et est pénalisée par une taille moyenne relativement faible. Le pronostic pour les retours de castillons en 2007 est donc passable.
- la dépose d'œufs lors de la reproduction est supérieure à la limite de conservation. Ce bon diagnostic de fin de saison est surtout lié à des forts retours de castillons.
- le taux de survie en mer des smolts ayant migré vers la mer en 2004 est faible mais le taux de survie de l'œuf au smolt de la cohorte née en 2004 est exceptionnellement élevé. Ce dernier permettra certainement d'assurer un renouvellement des générations.

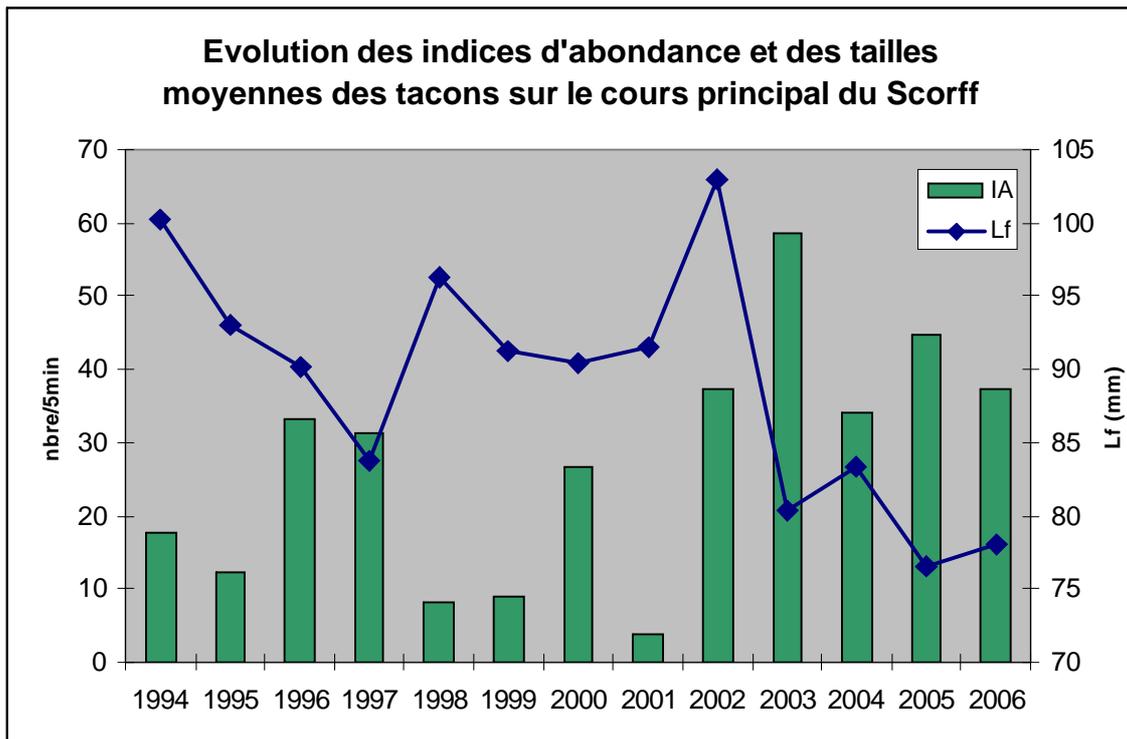
Le pronostic pour les prochaines années demeure positif. Les retours de l'année 2007 combineront le reliquat en saumons de printemps d'un fort retour d'adultes observé en 2006 pour les castillons, avec des retours de castillons qui s'annoncent passable. La production de tacons de l'année en 2006 s'est maintenue à un très bon niveau même si leur taille était très faible (Annexe). On notera cependant que le taux d'exploitation des saumons de printemps continue à augmenter alors que celui des castillons reste faible. Le différentiel d'exploitation entre saumons de printemps et castillons n'a jamais été aussi élevé depuis 1995. Ceci n'est pas de nature à favoriser une augmentation dans le futur de la proportion de saumon de printemps dans les retours.

BIBLIOGRAPHIE

- Caudal A.-L., Prévost E., 2006. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2005 : production de smolts, retours d'adultes, échappement, taux d'exploitation et de survie*. Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection des milieux aquatiques, INRA (UMR EQHC), 13 p.
- Caudal A.-L., Prévost E., 2005. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2004 : production de smolts, retours d'adultes, échappement, taux d'exploitation et de survie*. Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection des milieux aquatiques, INRA (UMR EQHC), 13 p.
- Caudal A.-L., Prévost E., 2004. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2003 : production de smolts, retours d'adultes, échappement, taux d'exploitation et de survie*. Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection des milieux aquatiques, INRA (UMR EQHC), 13 p.
- Caudal A.-L., Prévost E., 2003a. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2000 : production de smolts, retours d'adultes, échappement, taux d'exploitation et de survie*. Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection des milieux aquatiques, INRA (UMR EQHC), 20 p.
- Caudal A.-L., Prévost E., 2003b. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2002 : production de smolts, retours d'adultes, échappement, taux d'exploitation et de survie*. Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection des milieux aquatiques, INRA (UMR EQHC), 13 p.
- Claude A., 1996. *Deux éléments du recrutement chez le saumon atlantique (Salmo salar L.) dans le Massif Armoricaïn. Quantification des surfaces d'habitat favorables aux juvéniles et estimation de la survie embryo-larvaire sur le Scorff (Morbihan) et l'Oir, affluent de la Sélune (Manche)*. Mémoire C.E.S.A. option Halieutique, E.N.S.A. Rennes, 44 p.
- Johnstone R., 1981. Dye marking. Colour guide to growth performance. *Fish Farmer*, **4** : 24-25.
- Menessier J.-M., 2007. *Évolution temporelle des rythmes de remontée et des caractéristiques des saumons atlantiques (Salmo salar, L) adultes de la Nivelle et du Scorff*. Mémoire Master 1ère année DYNEA, Univ. Pau Pays Adour, 56 p.
- Parent E., Prévost E., 2003. Inférence Bayésienne de la taille d'une population de saumons par utilisation de sources multiples d'information. *Rev. Stat. Appl.*, LI(3) : 5-38. Prévost E., 1997. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) : production de smolts 1995-96, retours d'adultes et échappement 1994-96*. CIEM, Groupe de travail sur le saumon de l'Atlantique nord, Doc. trav. 97/37, 15p.
- Prévost E., 1999. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 1998 : production de smolts, retours d'adultes, échappement, taux d'exploitation et de survie*. CIEM, Groupe de travail sur le saumon de l'Atlantique nord, Doc. trav. 99/20, 16p.
- Prévost E., 2000. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 1999 : production de smolts, retours d'adultes, échappement, taux d'exploitation et de survie*. CIEM, Groupe de travail sur le saumon de l'Atlantique nord, 10p.
- Prévost E., 2002. *Suivi halieutique de l'exploitation du saumon par pêche à la ligne sur le Scorff – La saison 2001*. INRA, Unité d'écologie aquatique, 8 p.
- Prévost E., Baglinière J.-L., Maise G. et A. Nihouarn, 1996. Premiers éléments d'une relation stock/recrutement chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) en France. *Cybium*, **20** suppl. : 7-26.
- Prévost E. et J.-P. Porcher, 1996. *Méthodologie d'élaboration de totaux autorisés de captures (TAC) pour le Saumon atlantique (Salmo salar L.) dans le Massif Armoricaïn. Propositions et*

recommandations scientifiques. GRISAM, Évaluation et gestion des stocks de poissons migrants, Doc. sci. tech. 1, 18 p.

Spiegelhalter D., Thomas A., Best, N. 2000. *WinBUGS version 1.3. User Manual*. MRC and Imperial College of Science, Technology and Medicine, 34 pp.



Collection des données

Les indices d'abondance moyens annuels sont calculés à partir d'un réseau d'une cinquantaine de stations réparties sur l'ensemble de la partie du réseau hydrographique du Scorff colonisée par le saumon atlantique. Chaque station est prospectée à l'automne (fin septembre début octobre) et un indice d'abondance en tacons de l'année (0+) est mesuré par la méthode décrite par Prévost et Baglinière (1995). Ces indices d'abondances sont exprimés en nombre d'individus capturés en 5 minutes de pêche électrique selon un protocole standardisé et sont proportionnels à une densité de population par unité de surface (Prévost et Nihouarn, 1999).

Commentaires

L'abondance moyenne des juvéniles de saumon sur le bassin du Scorff (barres) montre des fluctuations dans un rapport de 1 à 15. Ceci reflète à la fois les variations du nombre de géniteurs ayant donné naissance à ces juvéniles et les fluctuations des conditions environnementales qui affectent la survie des embryons et des juvéniles au cours du processus de recrutement. L'année 2006 montre une production de juvéniles de l'année inférieure à celle de 2005, mais qui reste à un niveau élevé, comparable à celles de 2002 et 2004. La taille moyenne des tacons 0+ était plus élevée qu'en 2005, mais reste la deuxième plus faible (78 mm) jamais observée.

Bibliographie

- PREVOST E., BAGLINIERE J.-L., 1995. Présentation et premiers éléments de mise au point d'une méthode simple d'évaluation du recrutement en juvéniles de Saumon atlantique (*Salmo salar*) de l'année en eau courante, pp. 39-48. In GASCUEL D., DURAND J.-L. et FONTENEAU A. [Eds]. *Les recherches françaises en évaluation quantitative et modélisation des ressources et des systèmes halieutiques*. Actes 1^{er} Forum halieumétrique (29 juin - 1^{er} juillet 1993, Rennes, France), Colloques et séminaires, ORSTOM, Paris.
- PREVOST E., NIHOARN A., (1999). Relation entre indices d'abondance de type CPUE et estimation de densité par enlèvements successifs pour les juvéniles de saumon atlantique de l'année. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 352 : 19-29.

Tableau 1 : Bilan des opérations de marquage/recapture, estimation de la production, composition en âge et taille moyenne des smolts. (voir § matériel et méthodes ; Prévost, 1997, 1998, 1999, 2000, 2003)									
Année		Effectif piégé au Moulin du Leslé	Effectif piégé au Moulin des Princes	Effectif marqué	Recaptures de marques totales	Estimation production	Composition en âge 1 an 2 ans		Taille moyenne Lf (mm)
1995	Marquage au Moulin des Princes, relâcher en amont et recapture au Moulin des Princes								
			594	458	43	6206 [4804, 8212]	90%	10%	148
1996	Marquage au Moulin des Princes, relâcher en amont et recapture au Moulin des Princes								
			336	279	50	3261 [1232, 5290]	91%	9%	145
1997	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		4974	2121	3318	706	10628 [9540, 11056]	99%	1%	133
1998	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		950	679	923	130	4827 [4081, 5574]	80%	20%	135
1999	Estimation du flux dévalant jusqu'au 20 avril, marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		405	457	379	97	1836 [1495, 2178]	65%	35%	145
2000	Marquage aux Moulins du Leslé et des Princes et recapture au Moulin des Princes								
		645	433	764	106	3035	88%	11%	142,5
2001	Marquage aux Moulins du Leslé et des Princes et recapture au Moulin des Princes								
		1253	1792	1431	242	10596	93%	7%	127
2002	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		469	315	465	120	1220	61%	39%	152
2003	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		5109	2460	4226	1027	10123 [9503, 10780]	99%	1%	144
2004	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		4210	1709	3944	861	7842 [7293, 8424]	92%	8%	134
2005	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		3684	2848	3428	904	10758 [10290, 11280]	72%	28%	141
2006	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		661	1062	1336	199	7137 [6389, 8053]	67%	33%	133

Tableau 2 : Bilan des opérations de marquage/recapture, estimation de l'échappement et des retours et taux d'exploitation.								
(voir § matériel et méthodes ; Prévost, 1997, 1998, 1999, 2003)								
Les intervalles a posteriori à 95 % sont donnés entre crochets.								
Année	Catégorie d'adulte	Effectif marqué relâché en amont	Marques disponibles lors du frai	Recaptures pendant ou après le frai	Echappement participant au frai	Retours d'adultes	Captures à la ligne	Taux d'exploitation pêche à la ligne
1994	1HM	156	130	4 marqués 14 non marqués	587 [344, 2400]	694	41	6%
1995	1HM	500	390	31 marqués 28 non marqués	742 [613, 1018]	908	75	8%
	PHM	42			45 [25, 188]	≥74	11	=15%
1996	1HM	502	382	45 marqués 14 non marqués	501 [449, 598]	654	92	14%
	PHM	30	27	3 marqués 6 non marqués	81 [48, 349]	102	11	11%
1997	1HM	320	263	19 marqués 9 non marqués	387 [327, 563]	467 [400, 664]	35	7%
	PHM	38			51 [13, 151]	75 [55, 186]	8	11%
1998	1HM	442	334	56 marqués 13 non marqués	411 [380, 473]	527 [492, 596]	70	13%
	PHM	9			13 [5, 144]	24 [18, 161]	5	21%
1999	1HM	167	129	16 marqués 11 non marqués	217 [177, 340]	268 [224, 405]	25	8%
	PHM	41			66 [28, 178]	85 [68, 212]	7	9%
2000	1HM	151	117	5 marqués 9 non marqués	325 [215, 1101]	402 [280, 1265]	41	10%
	PHM	12			30 [7, 276]	57 [41, 339]	10	17,5%
2001	1HM	227	173	33 marqués 11 non marqués	232 [209, 292]	286 [260, 352]	31	11%
	PHM	17			60 [18, 340]	76 [45, 355]	6	7,8%
2002	1HM	424	368	30 marqués 12 non marqués	514 [450, 665]	595 [524, 763]	24	4%
	PHM	7			32 [15, 665]	32 [15, 280]	1	2,3%
2003	1HM	130		28 marqués 22 non marqués	193 [113, 270]	221 [186, 297]	0	0%
	PHM	25		5 marqués 4 non marqués	24 [14, 68]	57 [45, 141]	7	12,3%
2004	1HM	761		133 marqués 65 non marqués	870 [516, 1038]	1098 [990, 1208]	86	8%
	PHM	33		5 marqués 2 non marqués	22 [12, 56]	55 [46, 113]	9	16,4%
2005	1HM	335		67 marqués 20 non marqués	336 [187, 404]	418 [392, 476]	27	6,5%
	PHM	73		16 marqués 10 non marqués	51 [30, 116]	119 [101, 184]	26	21,8%
2006	1HM	661		62 marqués 20 non marqués	626 [241, 805]	823 [752, 955]	70	8,5%
	PHM	39		6 marqués 4 non marqués	37 [19, 80]	89 [76, 161]	30	33,7%

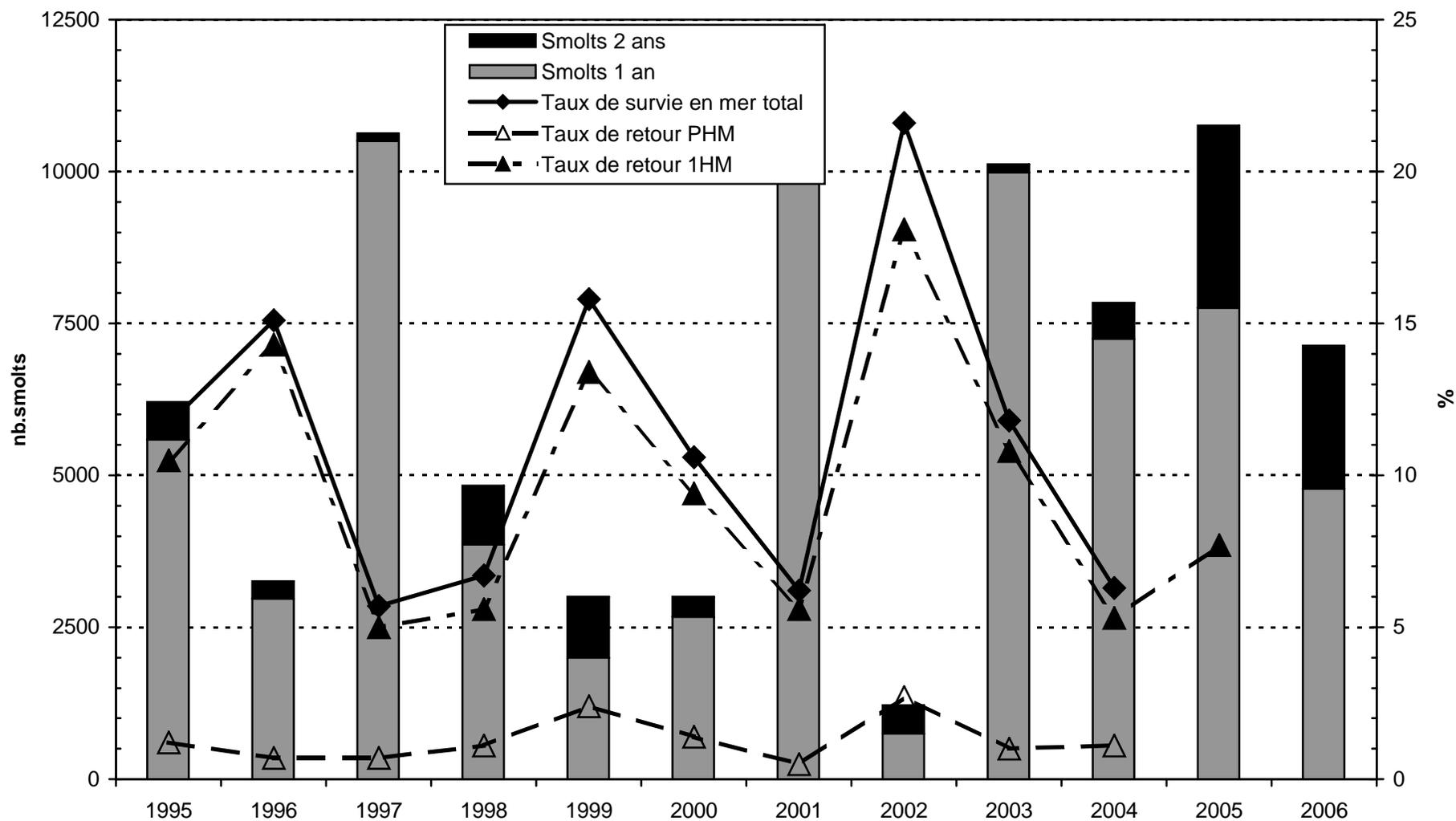


Figure 2 : Production de smolts par classe d'âge d'eau douce, taux de retours par catégorie d'âge de mer et taux de survie en mer total, par année de dévalaison. Pour l'année 1999, seul un ordre de grandeur de la production de smolts est donné.

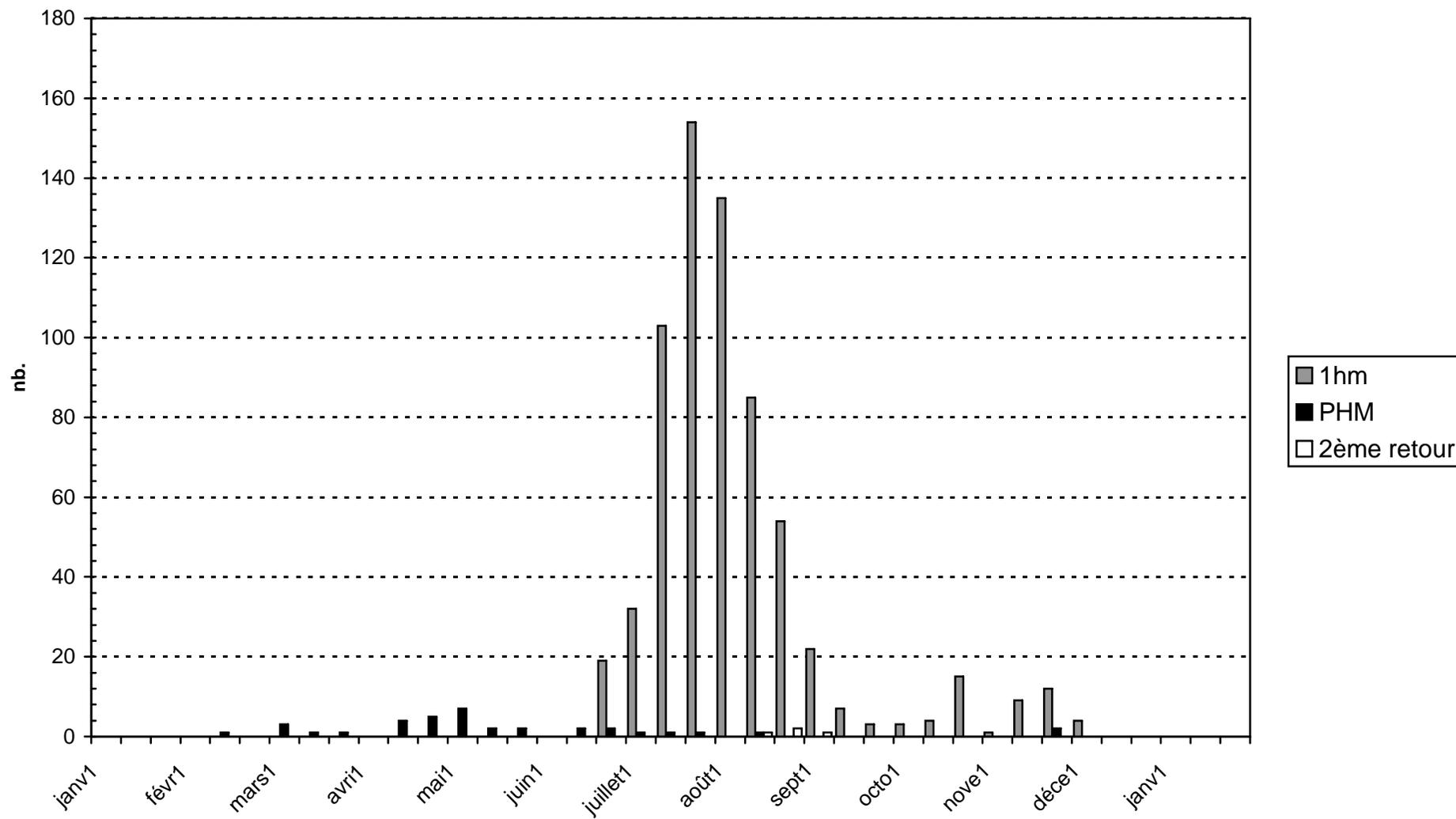


Figure 3 : Distribution par décade et par catégorie d'âge de mer des captures d'adultes à la station du Moulin des Princes.

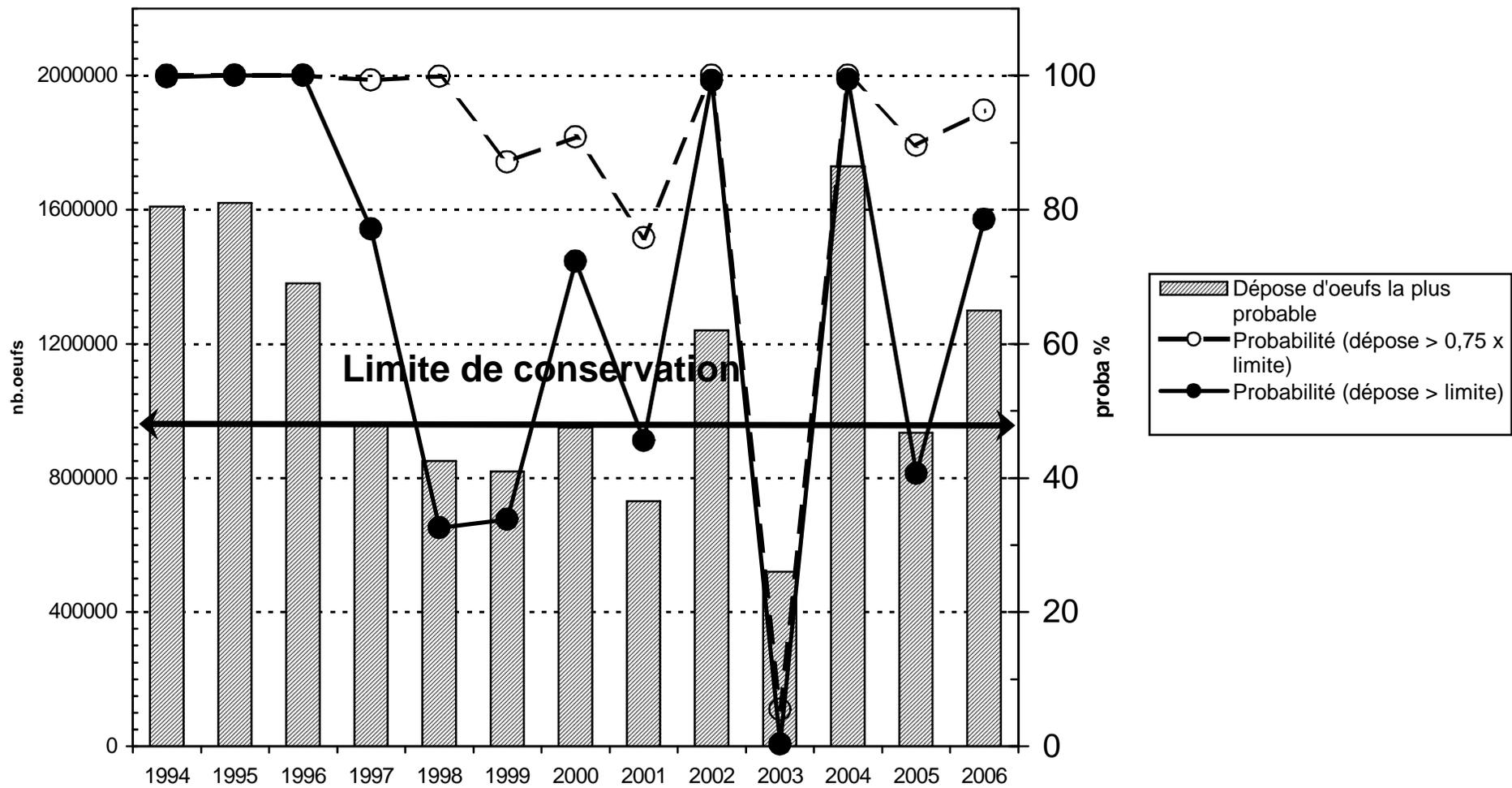


Figure 4 : Estimation de la dépense d'oeufs annuelle (valeur la plus probable) et comparaison par rapport à la limite de conservation (probabilité de dépasser la limite ou 75% de la limite)

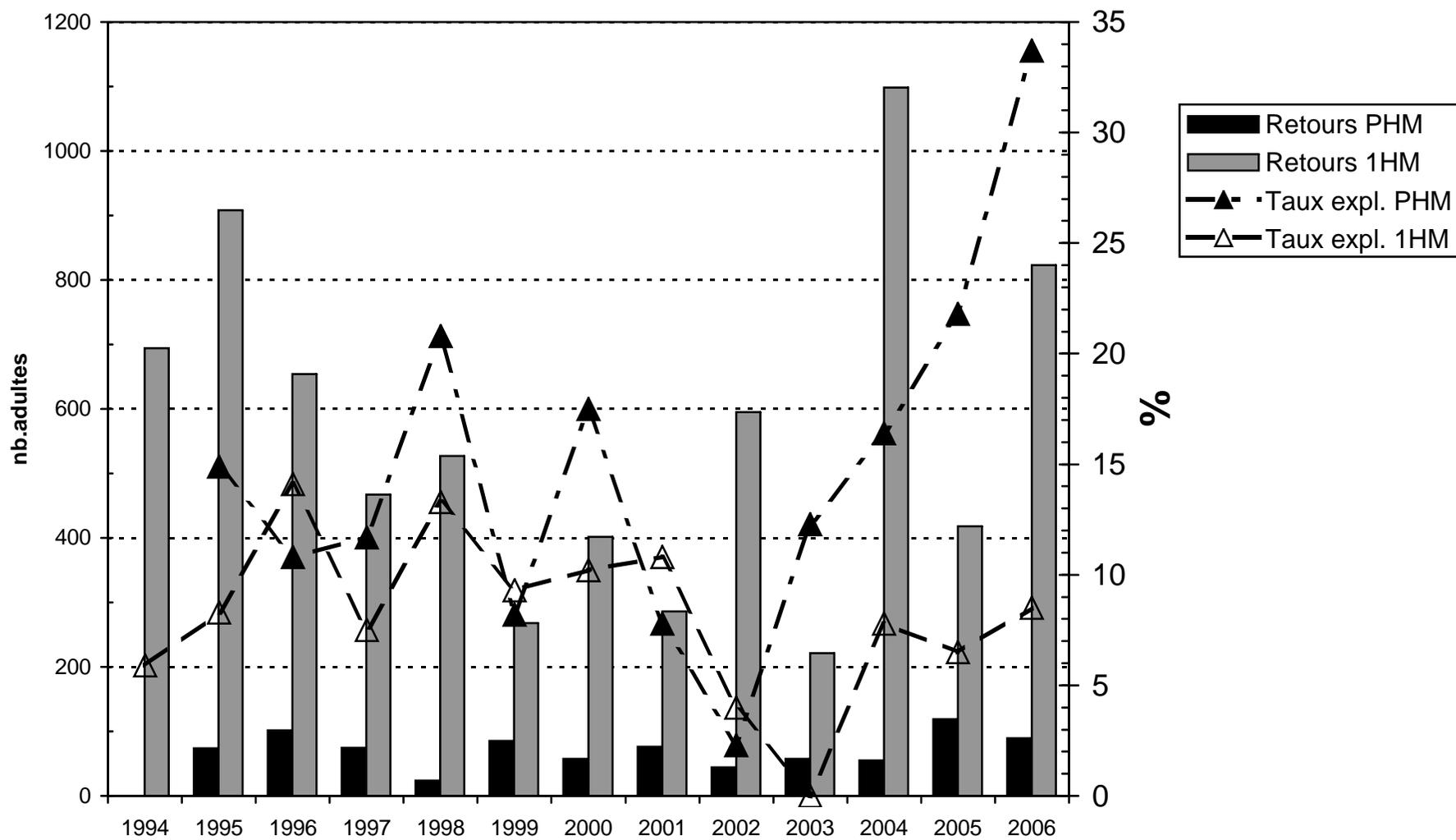


Figure 5 : Les retours d'adultes et les taux d'exploitation par pêche à la ligne par classe d'âge de mer.