

VOLET POISSONS MIGRATEURS

Contrat de Projet Etat-Région
2007 - 2013



ETAT DU STOCK DE SAUMON ATLANTIQUE (*SALMO SALAR*) DU SCORFF (BRETAGNE SUD, FRANCE) EN 2011

Maître d'ouvrage :

**Fédération du Morbihan
Pour la Pêche et la Protection
du Milieu Aquatique**



Edition : novembre 2012



PREFECTURE DE LA REGION BRETAGNE



**État du stock de saumon atlantique (*Salmo salar*)
du Scorff (Bretagne sud, France) en 2011 :
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

novembre 2012

**État du stock de saumon atlantique (*Salmo salar*)
du Scorff (Bretagne sud, France) en 2011 :
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 2011 a été estimée à 9189 juvéniles migrants. La taille moyenne des smolts (longueur fourche) est de 144.7 mm. Cette valeur de production en smolts est inférieure à celles des 3 années précédentes, mais reste élevée. La proportion de smolts de 2 ans (23.4%) est plus faible qu'en 2010, mais reste relativement importante.

Les retours d'adultes sont estimés à 350 IHM (individus ayant séjourné un seul hiver en mer ou castillons) et 215 PHM (en majorité des "saumons de printemps" âgés de 2 ans de mer, avec une contribution de poissons de second retour (12.1%) inférieure à celle de 2010, mais qui reste néanmoins élevée par rapport à l'ensemble de la série). La taille moyenne (longueur fourche) des IHM est de 574 mm contre 724 mm pour ceux ayant séjourné 2 hivers en mer. Les poissons de second retour ont quant à eux une taille moyenne intermédiaire de 679 mm. Tous types confondus, la composition en âge d'eau douce des adultes est de 69.9% de 1 an et 30.1% de 2 ans. Les retours de saumons de printemps en 2011 sont les plus élevés depuis le début des suivis, alors que ceux des castillons sont en dessous de la moyenne. Le taux de retour de ces castillons est faible, dans la gamme basse des observations précédentes (3.32%). Les castillons étaient attendus plus nombreux du fait de la forte dévalaison de smolts observée en 2010.

La dépose d'œufs lors de la reproduction 2011 est estimée à 1030000 œufs soit 108% de la limite de conservation du Scorff (953852 œufs). La probabilité que l'objectif de dépose ait été atteint est de 72.5%. 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 1.51% de l'œuf au smolt pour la cohorte née en 2008 et 6.7% du smolt à l'adulte pour les juvéniles ayant quitté le Scorff en 2009.

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 2011 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 l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), 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

En 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 Conseil International pour l'Exploration de Mer et de l'Organisation pour Conservation du Saumon de l'Atlantique Nord, 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 (L_f), 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.

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 IHM). 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 sont menées essentiellement de nuit au moyen d'épuisettes 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 IHM et des PHM parmi les poissons recapturés est faite à partir d'un prélèvement d'écailles sur tous les poissons afin d'éviter les erreurs sur les seconds retours.

Pour les retours de l'année 2011, la méthode d'estimation est celle présentée par 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 IHM et peut être résumé ainsi :

- Recaptures de fin de saison

$E_{rm} \sim \text{binomiale}(E_m, pr)$

$E_{rnm} \sim \text{binomiale}(E_{nm}, pr)$

où :

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

E_{rm} est le nombre de poissons participant à la reproduction, recapturés, marqués au Moulin des Princes,

E_{rnm} est le nombre de poissons participant à la reproduction, recapturés, non marqués au Moulin des Princes,

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

E_{nm} 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

$C_m \sim \text{binomiale}(RV_m, pcm)$

$C_{nm} \sim \text{binomiale}(RV_{nm}, pcnm)$

où :

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

C_{nm} est le nombre de poissons capturés à la ligne et non marqués au Moulin des Princes,

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

RV_{nm} 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 surmortalité psm par rapport à leurs congénères non marqués.
- Observation des mortalités

$$Mvm \sim \text{binomiale}(Mm, pv)$$

$$Mvnm \sim \text{binomiale}(Mnm, pv)$$

où :

Mvm est le nombre de poissons morts, marqués au Moulin des Princes qui ont été observés,

$Mvnm$ est le nombre de poissons morts, non marqués au Moulin des Princes qui ont été observés,

pv est la probabilité de mortalité d'observer un poisson mort.

Pour compléter le modèle on écrit :

$$R = Rm + Rnm$$

$$RVm = Rm - Mm$$

$$RVnm = Rnm - Mnm$$

$$Em = RVm - Cm$$

$$Enm = RVnm - Cnm$$

$$E = Em + Enm$$

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_{rm} , E_{rnm} . 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 paramètres 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_{mnm} 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 la valeur 0.1 et 0.9,
- p_{smm} (loi Beta(1; 10)) ce qui correspond à une révision à la baisse par rapport aux années précédentes de la surmortalité affectant les poissons marqués par rapport aux non marqués.

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 Armoricain 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 1HM et les PHM, on obtient deux distributions de probabilité *a posteriori* du nombre d'adultes participant à la reproduction. Après conversion des nombres de 1HM 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 (1HM + 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 24 mars 2011, le dispositif de piégeage du Moulin du Leslé a été maintenu en opération jusqu'au 11 mai 2011. Il a permis de capturer 1807 juvéniles dévalants dont 1714 (94.8%) présentaient une livrée de smolt caractéristique (robe argentée, nageoires décolorées ourlées d'un liseré noir...), 88 étaient des pré-smolts (argenteure incomplète) et 5 avaient encore leur aspect de tacons. Au Moulin des Princes, 602 juvéniles dévalants ont été capturés parmi lesquels 592 (98.3%) avaient un aspect de smolt caractéristique alors que 9 autres étaient des pré-smolts et 1 tacon. Le premier smolt a été capturé au Moulin des Princes le 23 mars et le dernier le 4 mai. Au Moulin du Leslé, la première capture a été effectuée le 21 mars et la dernière le 24 mai. 14 individus ont été récupérés morts au piège du Moulin du Leslé et 1 au Moulin des Princes.

Les données biologiques collectées au Moulin des Princes permettent d'estimer la taille moyenne des smolts (longueur fourche) en 2011 à 144.7 mm (ec.type : 16.6 mm). Cette valeur est élevée mais reste dans la gamme des valeurs observées depuis 1995 (Tableau 1). La gamme de taille regroupant 95% des individus s'étend de 117 mm à 177 mm. A partir des 351 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 2011 : 76.6% de smolts de 1 an et 23.4% de 2 ans. Cette proportion de smolts de 2 ans est légèrement inférieure à celle de 2010 et également plus faible que les années 2005 à 2008, mais reste néanmoins dans la gamme haute des observations des années précédentes. Parmi les 9 poissons morts dont le sexe a été déterminé, on a trouvé 5 femelles et 4 mâles. Si l'on se réfère au rythme des captures au Moulin des Princes, 97% des juvéniles migrants ont quitté le Scorff entre le 1 avril et le 3 mai.

Sur les 1787 juvéniles dévalant marqués au Moulin du Leslé, 118 ont été recapturés au Moulin des Princes, parmi lesquels 1 avait perdu sa marque individuelle (taux de perte de marque : 0.8%). A partir de ces données de marquage/recapture, on obtient une efficacité moyenne du piège du Moulin des Princes de 6.6%. Sachant que 602 juvéniles ont été pris au Moulin des Princes, on estime à 9189 le nombre de juvéniles dévalant en 2011. Cette production en smolts est inférieure à celles des trois années précédentes, mais reste forte. Elle est en cohérence avec les abondances relativement fortes de tacons de 2010 de taille plutôt faible, qui ont donc pour partie smoltifié à l'âge de 1 an, et la contribution d'un reliquat significatif de smolts de 2 ans provenant d'une année de naissance (2009) ayant donné une forte production de smolts.

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

447 adultes de saumon atlantique ont été capturés au piège du Moulin du Princes en 2011. Il s'agit en majorité de 1HM (307 individus soit 68.7%). Parmi les PHM (140), 17 effectuaient leur second retour (parmi lesquels 2 de longue absence) et les 123 autres étaient âgés de 2 ans de mer. Tous âges de mer confondus, le temps de séjour en eau douce des adultes est plus fréquemment de 1 an (69.9%) que de 2 ans. Il n'a pas été observé de poisson de 3 ans d'eau douce. Les 1HM ont une taille moyenne de 574 mm (ec.type = 31 mm) pour un poids moyen de 1967g (ec.type = 363 g). Cette taille et ce poids moyens sont les plus faibles observés depuis 1994. Depuis le début des années 2000, la tendance est à la nette diminution du gabarit moyen des castillons. Pour les PHM, les poissons ayant séjourné 2 hivers en mer mesurent en moyenne 724 mm (ec.type = 46 mm) pour un poids moyen de 4164 g (ec.type = 967 g), alors que ceux effectuant un second retour avaient une taille moyenne de 679 mm (ec.type = 34 mm) pour un poids moyen de 3350 g (ec.type = 541 g). La même tendance à la diminution du gabarit moyen que pour les castillons est observée pour les saumons de printemps (2HM) mais de façon moins marquée. Contrairement aux castillons, le gabarit moyen des 2HM en 2012 est supérieur aux années précédentes et se rapproche de la moyenne observée depuis 1994.

La distribution des captures à la station du Moulin des Princes au cours de l'année 2010 est présentée à la figure 3. Elle 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. Le premier adulte échantillonné à la station du Moulin des Princes a été pris le 28 mars. Les captures de PHM se sont étalées ensuite jusqu'en août pour les poissons de 1er retour comme pour les poissons de 2ème retour (hormis quelques arrivées sporadiques (huit individus) de septembre au début décembre). 68% des saumons de printemps ont été capturés entre avril et mai. Le premier castillon passé par le piège a été pris le 19 mai. L'essentiel des 1HM a été capturé de la première décennie de juillet à la dernière décennie d'août (83%) Après ce pic de remontée estival, très peu de retours ont été observés au cours de l'automne, essentiellement en septembre. Cette vague automnale ne représente que 5% des captures de castillons au piège du Moulin des Princes. Ces dates de migration s'inscrivent dans une tendance à des dates d'entrée des castillons de plus en plus tardives au cours de l'été. On retrouve en 2011 la situation de 2007 et 2008 où les retours du mois d'août étaient plus importants que ceux du mois de juillet.

II.3 - Estimation de l'échappement

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

Échappement 1HM

307 1HM ont été libérés marqués en amont de l'installation du Moulin des Princes en 2011 (uniquement des poissons capturés à ce piège). 28 1HM ont été capturés à la ligne, dont 21 étaient marqués (75%). 32 1HM ont été recapturés pendant ou après la reproduction, dont 28 étaient marqués (88%). 1 1HM marqué a été récupéré mort avant la reproduction. On obtient alors une estimation d'échappement de 1HM de 270 (intervalle *a posteriori* à 95% [167, 330]) pour 2011. Ce chiffre est sensiblement inférieur à celui de 2010 et rejoint ainsi les estimations de 2007 à 2009 (Tableau 2).

Échappement PHM

140 PHM (dont 17 poissons de 2^{ème} retour) ont été relâchés marqués en amont du piège du Moulin des Princes en 2011. 12 PHM ont été capturés à la ligne, dont 5 marqués. 2 poissons, dont 1 marqué, ont été retrouvés morts avant la reproduction. 20 PHM ont été capturés pendant ou après la reproduction, dont 13 étaient marqués (65%). On estime à 91 individus (intervalle *a posteriori* à 95% [47, 208]) l'échappement de PHM. Cette valeur est sensiblement supérieure à celle de 2010, et la plus haute observée depuis 1995.

Estimation et distribution de probabilité de la dépose d'œufs

La dépose d'œufs est estimée à 1030000 œufs en 2011 (intervalle *a posteriori* à 95% [700000, 1690000]). Cette valeur est inférieure à celle de 2010, mais reste nettement supérieure à celles observées entre 2007 et 2009.

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

La dépose d'œufs estimée en 2011 est égale à 108% de la limite de conservation du Scorff (953852 œufs). La probabilité que la dépose d'œufs ait été supérieure à la limite est de 72.5%. Il y a 96.8% de probabilité que la dépose d'œufs ait représenté au moins 75% de la limite de conservation. 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 2011, les effectifs des retours dans le Scorff (Tableau 2, Fig. 5) sont estimés à 215 PHM (intervalle a posteriori à 95% [182, 312]) et 350 IHM (intervalle a posteriori à 95% [335, 411]). Les retours de PHM sont élevés, les plus hauts observés depuis 1995. Ils n'étaient pas attendus à un niveau si élevés même si un fort retour de castillons avait été observé en 2010, eux-mêmes issus d'une forte dévalaison de smolts de 2009. Les retours de PHM en 2011 sont en majorité composés de saumons de printemps âgés de 2 ans de mer ; la contribution de poissons de seconde remontée est plus faible que celle de 2010, mais reste néanmoins élevée par rapport à l'ensemble de la série. Les retours de saumons de printemps sensu stricto restent globalement à des niveaux faibles justifiant des mesures de protection spécifique de cette fraction des stocks. Les retours de IHM sont quant à eux sensiblement inférieurs à ceux de 2010. Ils sont en dessous de la moyenne des années précédentes, mais restent dans la gamme des observations réalisées depuis 1994. Ils sont moins nombreux que ce qui était attendu, du fait d'une très forte dévalaison de smolts en 2010 dont la taille était par ailleurs plutôt faible (Tableau 1).

Les captures ayant été estimées à 12 PHM le taux d'exploitation par la pêche à la ligne peut être évalué à 5.6% pour les PHM (6.3% s'il on ne prend en compte que la fraction de poissons vierges de 2 hivers de mer). Ce taux est à un niveau faible, comme en 2010, mais après 7 années d'exploitation plus élevée. Pour les castillons, il est évalué à 8.9% avec 31 prises estimées, ce qui reste dans la gamme des observations précédentes (Tableau 2; Fig. 5).

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

En 2008, la dépose d'œufs a été estimée à 645000 œufs (Caudal et Prévost, 2009). Si l'on reprend les estimations d'effectifs et de composition par classe d'âge des flux de smolts 2010 et 2011 (Tableau 1), cette dépose d'œufs a produit 7596 juvéniles migrants d'âge 1 an en 2010 et 2150 smolts de 2 ans en 2011. Le taux de survie de l'œuf au smolt pour la cohorte 2008 (année de naissance) peut donc être évalué à 1.51%. C'est un taux élevé dans la lignée des bons taux de survie des juvéniles en eau douce observés régulièrement depuis le début des années 2000.

En 2009, la production de smolts du Scorff a été estimée à 13800 individus (Tableau 1). Ces juvéniles migrants ont donné au retour de leur phase marine 736 1HM en 2010 et 189 saumons de printemps ayant passé 2 hivers en mer en 2011 (Tableau 2). On évalue à 6.7% la survie en mer totale des smolts ayant quitté le Scorff en 2009. Cette valeur est supérieure à celle de 2010, qui était la plus basse depuis le début des suivis, mais reste dans la gamme basse des observations depuis 1995. Le taux de retour des castillons revenus en 2011 est évalué à 3.3%. C'est le troisième plus mauvais taux de retour de castillon observé depuis le début du suivi.

Conclusion

L'année 2011 est contrastée par rapport aux attentes énoncées à l'issue de l'année 2010 (Caudal et Prévost, 2011) :

- la production des smolts est assez forte, comme prévu.
- les retours de saumons de printemps sont plus élevés qu'attendus (les meilleurs depuis 1995), alors que les retours de castillons sont en dessous de la moyenne, alors qu'ils étaient plutôt prévus nombreux du fait d'une forte dévalaison de smolts en 2010.
- la dépose d'œufs est assez forte en 2011, supérieure à la limite de conservation, comme en 2010 mais après 3 années consécutives de faible dépose d'œufs.
- le taux d'exploitation des saumons de printemps est faible en 2011, comme en 2010, sensiblement inférieur au niveau des années précédentes. Le taux d'exploitation des castillons est plus élevé que celui des saumons de printemps, dans la gamme des observations précédentes.

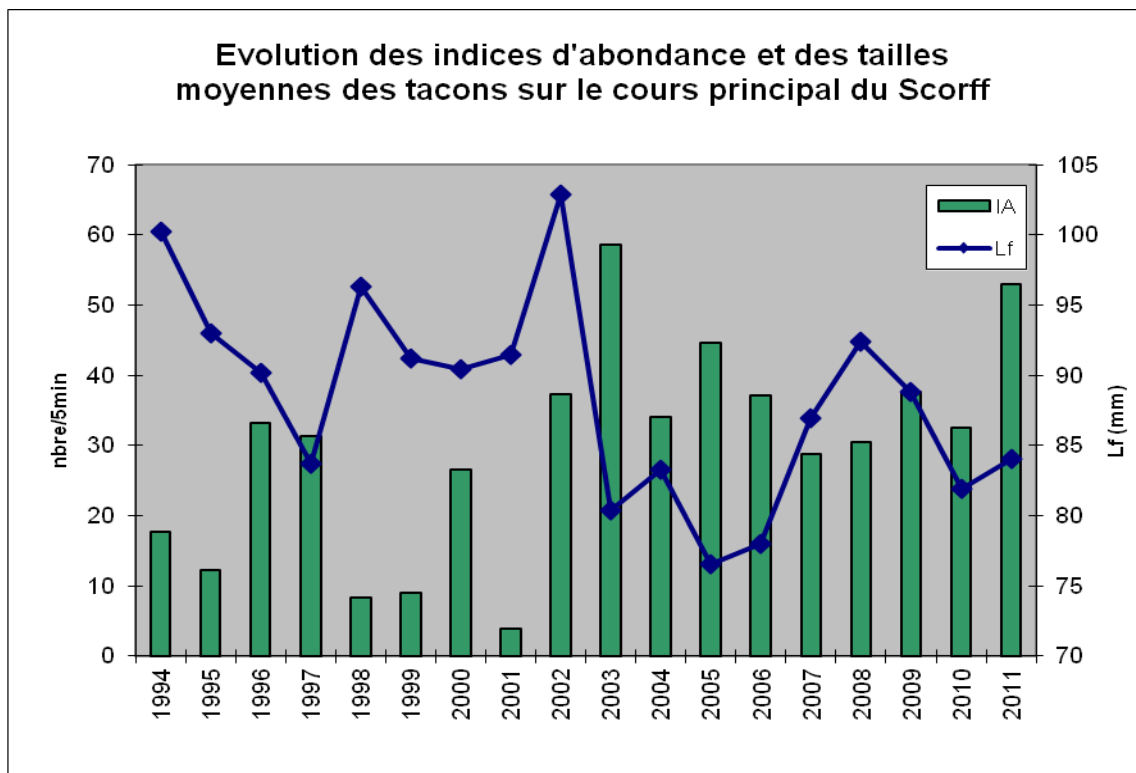
Le pronostic pour les prochaines années est contrasté. La production de tacons de l'année en 2011 est à un niveau très élevé, nettement supérieur à ceux des sept années précédentes. La taille des tacons 0+ est assez faible, mais supérieure à celle de 2010 (Annexe). On prévoit donc une forte dévalaison de smolts en 2012. A côté d'une production de juvéniles en eau douce qui est régulièrement élevée avec des bons taux de survie, il semble que la phase de vie marine entre dans une zone de turbulence marquée par des fortes variations à la baisse de la survie en mer. Dans un tel contexte, il devient très délicat de fournir un pronostic pour les retours d'adultes de 2012. Pour les saumons de printemps, des retours dans la moyenne sont plutôt attendus si l'on tient compte qu'ils seront issus d'une forte dévalaison de smolts de 2010 mais dont le taux de retour en tant que castillons en 2011 a été très faible. Les retours de castillons de 2012 proviendront d'une forte dévalaison de smolts en 2009 dont la survie en mer est, malgré une taille moyenne plutôt élevée et donc favorable, beaucoup plus incertaine que par le passé.

BIBLIOGRAPHIE

- Caudal A.-L., Prévost E., 2011. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2010 : 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), 14 p.
- Caudal A.-L., Prévost E., 2010. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2009 : 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), 14 p.
- Caudal A.-L., Prévost E., 2009. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2008 : 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), 14 p.
- Caudal A.-L., Prévost E., 2008. *État du stock de saumon atlantique (Salmo salar) du Scorff (Bretagne sud, France) en 2007 : 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), 14 p.
- Caudal A.-L., Prévost E., 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*. Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection des milieux aquatiques, INRA (UMR EQHC), 13 p.
- 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 Armoricain. 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.
- 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., Maisse 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 Armoricain. Propositions et recommandations scientifiques*. GRISAM, Évaluation et gestion des stocks de poissons migrateurs, 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.

Annexe



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 2011 montre une forte production de juvéniles, ce qui fait de 2011 la 2^{ème} année la plus élevée derrière 2003. La taille moyenne des tacons 0+ est supérieure à celle de 2010, mais reste inférieure aux 3 années précédentes.

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.

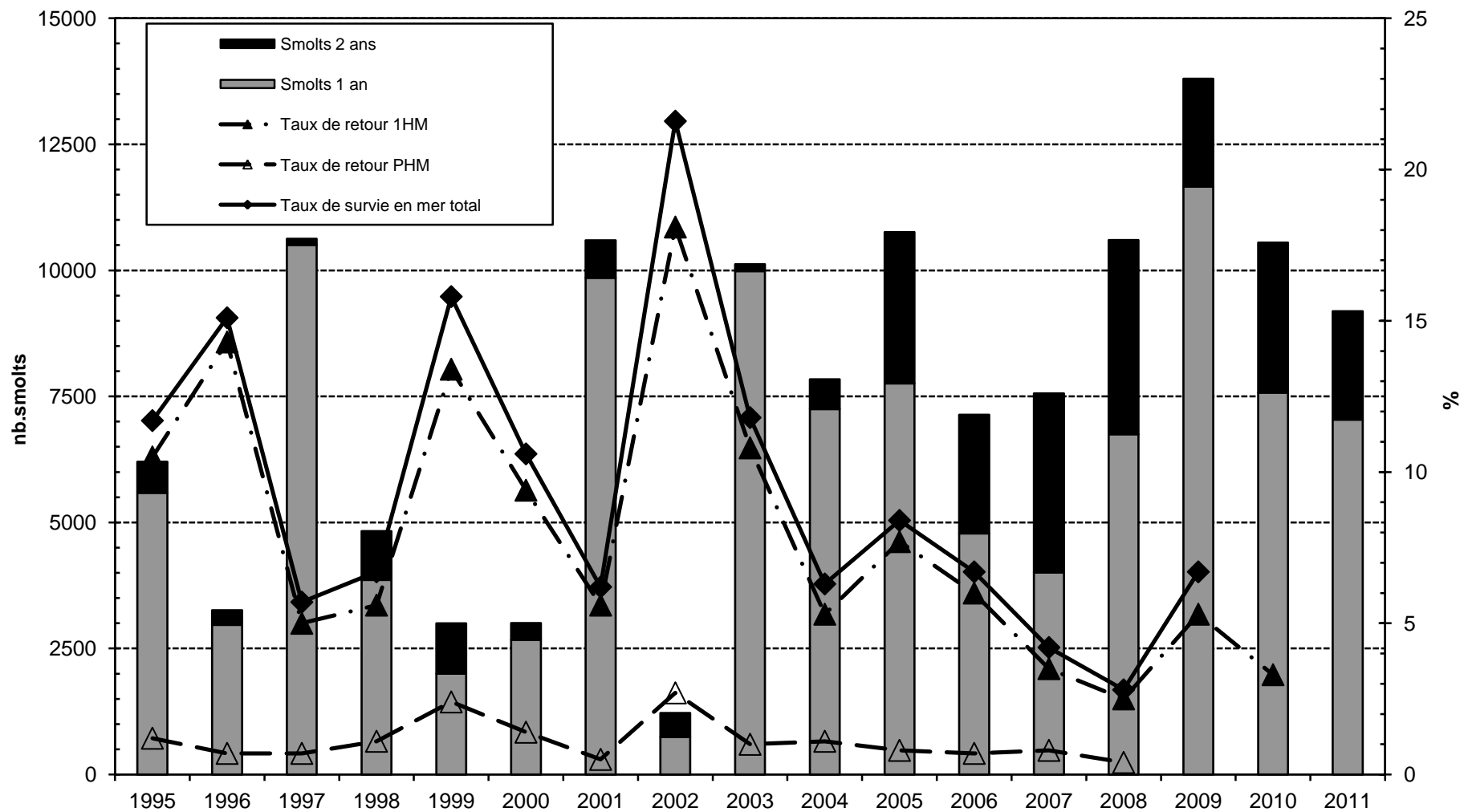


Figure 2 : Production de smolts par classe d'âge d'eau douce, taux de retours par catégorie d'âge de mer et taux de survie en mer total, par année de dévalaison. Pour l'année 1999, seul un ordre de grandeur de la production de smolts est donné.

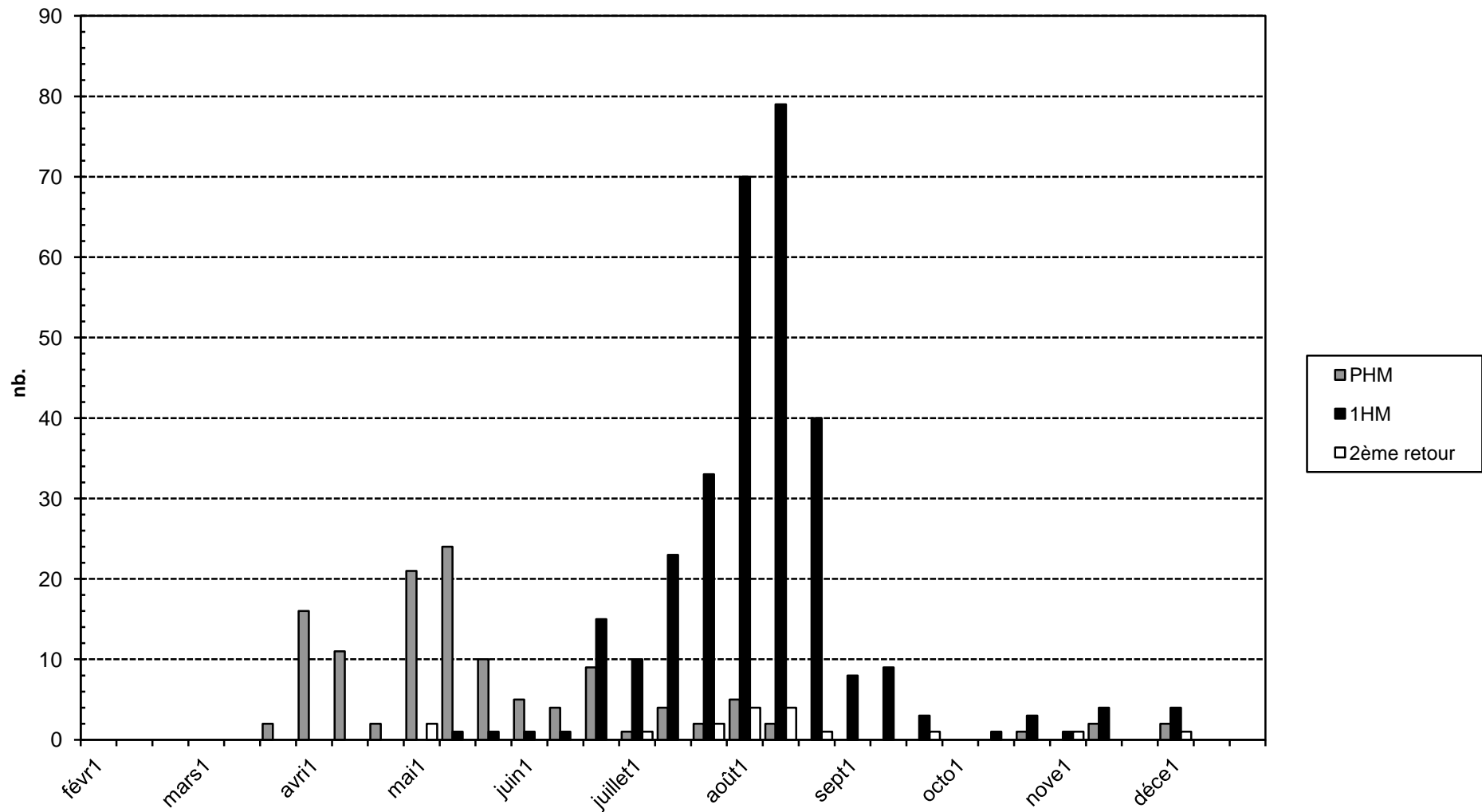


Figure 3 : Distribution par décade et par catégorie d'âge de mer des captures d'adultes à la station du Moulin des Princes.

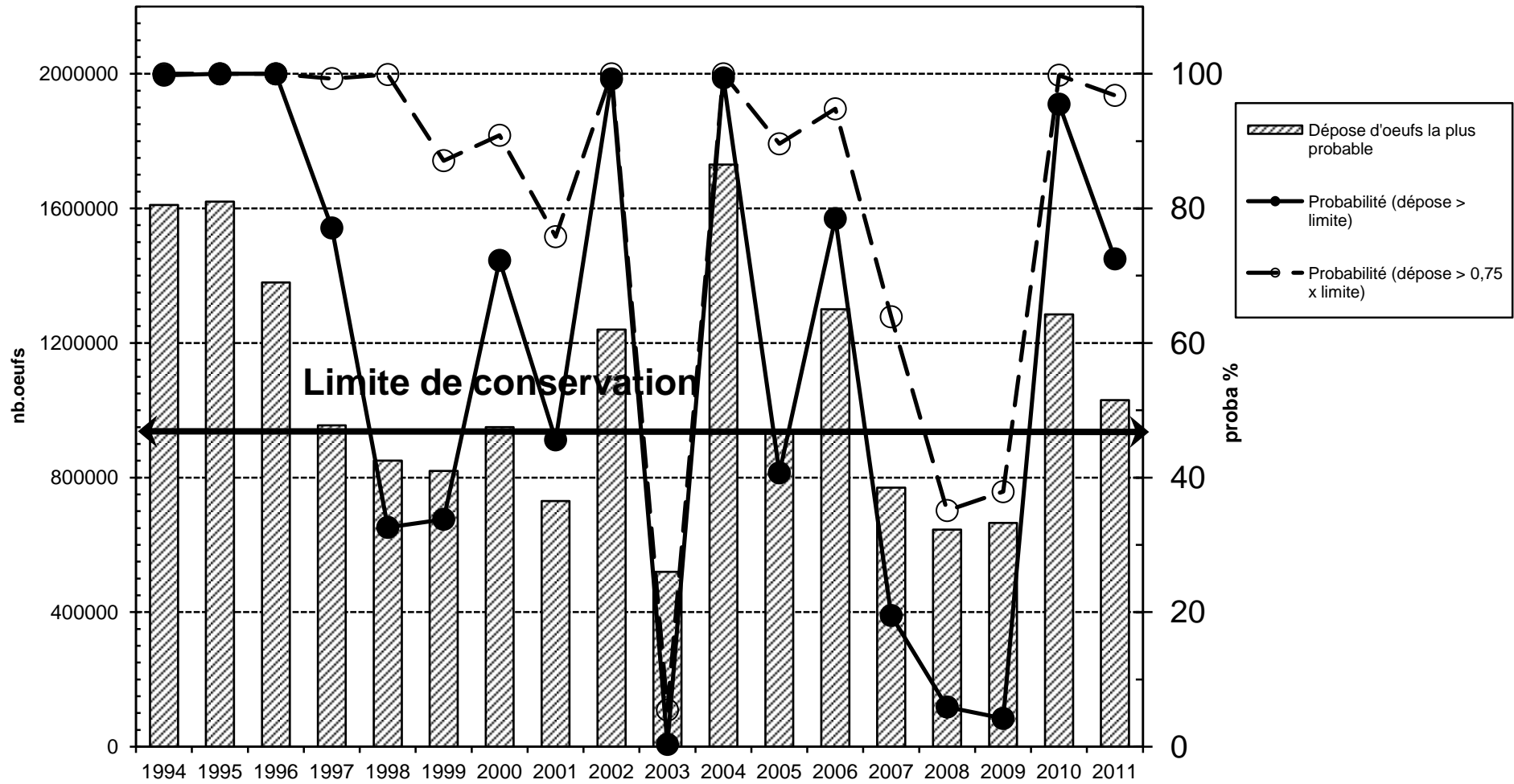


Figure 4 : Estimation de la dépense d'oeufs annuelle (valeur la plus probable) et comparaison par rapport à la limite de conservation (probabilité de dépasser la limite ou 75% de la limite)

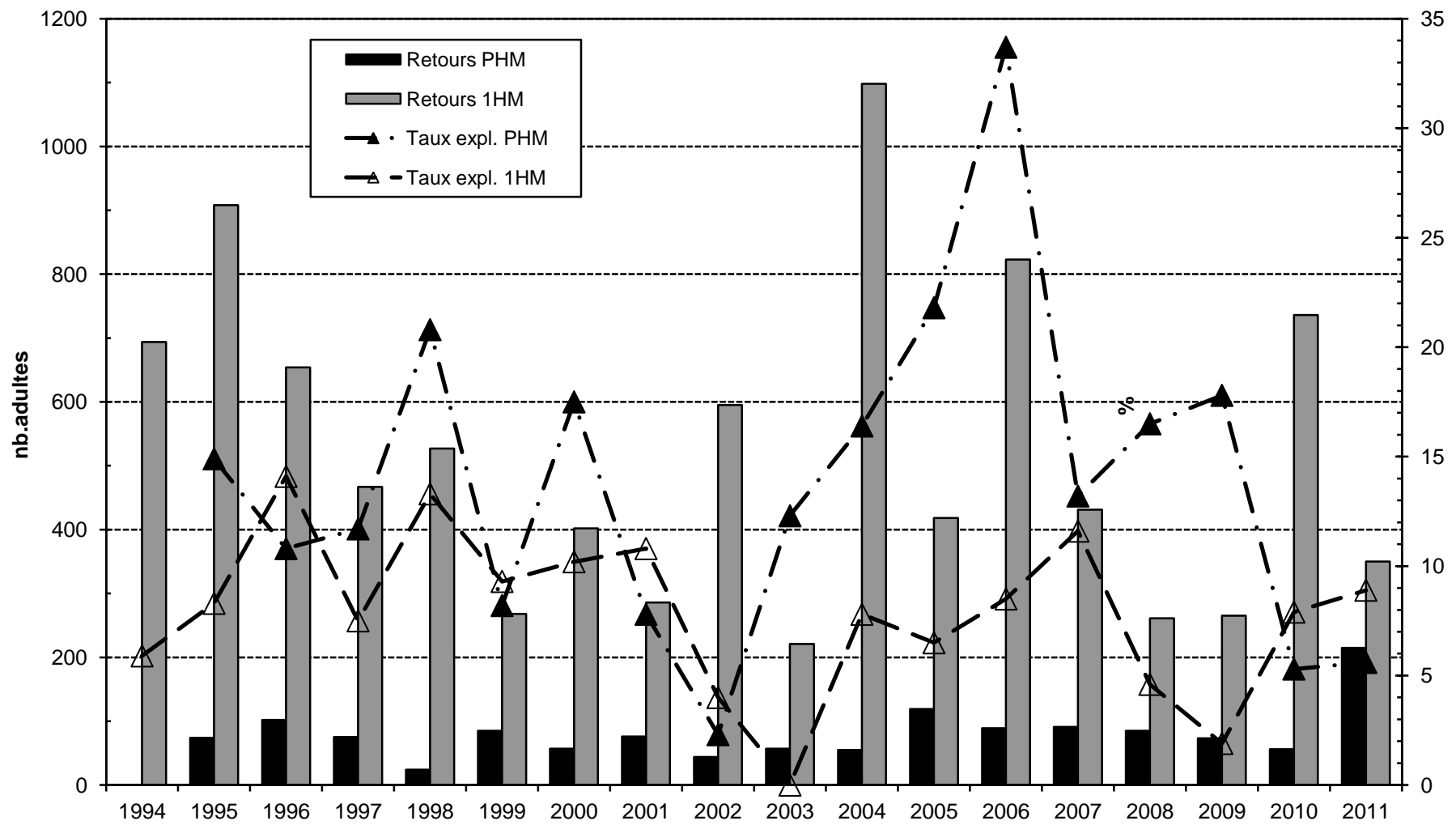


Figure 5 : Les retours d'adultes et les taux d'exploitation par pêche à la ligne par classe d'âge de mer.

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		Taille moyenne Lf (mm)
							1 an	2 ans	
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

Année		Effectif piégé au Moulin du Leslé	Effectif piégé au Moulin des Princes	Effectif marqué	Recaptures de marques totales	Estimation production	Composition en âge		Taille moyenne Lf (mm)
							1 an	2 ans	
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
2007	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		2504	1227	2476	403	7560 [7034, 8144]	53%	47%	138
2008	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		1700	1236	1692	196	10610 [9512, 12100]	64%	36%	143
2009	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		2592	1769	2582	330	13800 [12679, 15525]	85%	16%	135
2010	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		3638	963	3519	321	10550 [9729, 11550]	72%	28%	138
2011	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes								
		1807	602	1787	118	9189 [7866, 10780]	77%	23%	145

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, 280]	44 [28, 320]	1	2.3%

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
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%
2007	1HM	317		35 marqués 16 non marqués	314 [138, 428]	431 [384, 527]	50	11.6%
	PHM	47		4 marqués 5 non marqués	35 [18, 111]	91 [69, 197]	12	13.2%
2008	1HM	190		22 marqués 12 non marqués	198 [91, 296]	261 [227, 346]	12	4.6%
	PHM	29		5 marqués 9 non marqués	43 [26, 118]	85 [64, 196]	14	16.5%
2009	1HM	187		13 marqués 7 non marqués	222 [148, 358]	265 [223, 402]	5	1.9%
	PHM	54		5 marqués 1 non marqué	41 [17, 85]	73 [66, 137]	13	17.8%
2010	1HM	533		32 marqués 26 non marqués	597 [396, 706]	736 [685, 827]	58	7.9%
	PHM	34		4 marqués 3 non marqués	29 [14, 80]	56 [46, 167]	3	5.4%
2011	1HM	307		21 marqués 7 non marqués	270 [167, 330]	350 [335, 411]	31	8.9%
	PHM	140		5 marqués 7 non marqués	91 [47, 208]	215 [182, 312]	12	5.6%