

**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.**

Anne Laure Caudal¹ et Etienne Prévost²

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

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

juillet 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.**

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 2004 a été estimée à 7842 juvéniles migrants. La taille moyenne des smolts (longueur fourche) est de 133,9 mm et la composition en âge est de 92,4% de 1 an, pour 7,6% de 2 ans. La production en smolts 2004 est inférieure à celle de 2003, mais reste néanmoins parmi les plus fortes depuis 1995 avec une taille des juvéniles migrants assez faible quoique dans la gamme de celles déjà observées.

Les retours d'adultes sont estimés à 1098 IHM (individus ayant séjourné un seul hiver en mer ou castillons) et 55 PHM (en majorité des "saumons de printemps" âgés de 2 ans de mer). La taille moyenne (longueur fourche) des IHM est de 610,4 mm contre 719,0 mm pour ceux ayant séjourné 2 hivers en mer. Tous types confondus, la composition en âge d'eau douce des adultes est de 84% de 1 an et 16% de 2 ans. Les retours de castillons en 2004 sont les plus forts observés depuis 1994. Les retours de saumons de printemps sont dans la gamme de ceux déjà enregistrés mais restent cependant très faibles.

La dépose d'œufs lors de la reproduction 2004 est estimée à 1730000 œufs soit environ 181% de la cible d'échappement du Scorff (953852 œufs). La probabilité que l'objectif de dépose ait été atteint est très élevée (99,4%). Le diagnostic de fin de saison est le meilleur depuis 1994.

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 1,45% de l'œuf au smolt pour la cohorte née en 2001 et 21,6% du smolt à l'adulte pour les juvéniles ayant quitté le Scorff en 2002. Ce taux de survie en mer est le plus élevé de la série observée, confirmant l'influence de la taille des smolts (très forte en 2002) sur la survie en mer des saumons du Scorff. Le taux de survie de l'œuf au smolt est également le plus fort enregistré à ce jour.

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 2004 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.

Cible d'échappement

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 CIEM (Anonyme, 1996a), sur la détermination de cibles d'échappement bassin par bassin selon la définition suivante : la 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 cibles d'échappement pour chacune des rivières du Massif Armoricain 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 cible d'échappement 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. Aucune forte crue n'est intervenue durant la période de dévalaison 2004. Le moulin du Leslé n'a jamais été inopérant et il n'a pas été nécessaire de procéder à des marquages et remises en amont à partir du Moulin des Princes.

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 (début avril à début mai). 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 dès lors que leur taille ($Lf > 670$ mm) et/ou leur marquage (à partir du mois de juin, il y a très peu de semaines où des PHM ont été capturés, cf. résultats) ne permet pas de les classer sans ambiguïté.

Pour les retours de l'année 2004, la méthode d'estimation est la même qu'en 2003 (Caudal et Prévost, 2004). Elle repose sur un emboîtement de tirage 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

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

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

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

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

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

où :

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

Mnm 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 Rm , Cm , Cnm , Mvm , $Mvnm$, Erm , Enm . Toutes les autres sont des inconnues du modèle. On leur affecte des distributions de probabilité *a priori* peu informatives uniformes sauf pour :

- pv 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.
- pr qui a été affecté du prior informatif proposé par Parent et Prévost (2003),
- pm 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 cible d'échappement 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 1HM ;
- 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 cible d'échappement

La confrontation de la dépose d'œufs totale avec la cible d'échappement se fait en deux temps. On compare tout d'abord la valeur la plus probable et la cible, puis on positionne la cible dans la distribution de probabilité cumulée *a posteriori* de la dépose d'œufs totale pour en déduire une probabilité que la cible d'échappement 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 16 mars, le dispositif de piégeage du Moulin du Leslé a été maintenu en opération jusqu'au 28 mai. Il a permis de capturer 4210 juvéniles dévalants dont 4074 (97%) présentaient une livrée de smolt caractéristique (robe argentée, nageoires décolorées ourlées d'un liseré noir...), 135 étaient des pré-smolts (argenteure incomplète) et 1 avait encore son aspect de tacon. Au Moulin des Princes, 1709 juvéniles dévalants ont été capturés parmi lesquels 1684 (99%) avaient un aspect de smolt caractéristique alors que 20 autres étaient des pré-smolts et 5 des tacons. Le premier smolt a été capturé au Moulin du

Leslé le 17 mars et le dernier le 28 mai. Au Moulin des Princes, la première capture a été effectuée le 16 mars et la dernière le 30 mai. 33 individus ont été récupérés morts au piège du Moulin du Leslé et 19 au Moulin des Princes.

Les données biologiques collectées au Moulin des Princes permettent d'estimer la taille moyenne des smolts en 2004 à 133,9 mm (ec.type : 13,4 mm). La distribution en taille des smolts présente un mode aux alentours de 131 mm. 95% des individus ont une longueur fourche comprise entre 110 mm et 161 mm. La longueur moyenne est assez faible, mais dans la gamme des valeurs observées depuis 1995 (Tableau 1). A partir des 427 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 2004 : 92,4% de smolts de 1 an et 7,6% de 2 ans. La proportion de smolts âgés de 2 ans est dans la gamme des observations depuis 1995. Sur 23 poissons morts dont le sexe a été déterminé, on a trouvé 9 femelles et 14 mâles. Si l'on se réfère au rythme des captures au Moulin des Princes, 95% des juvéniles migrants ont quitté le Scorff entre le 9 avril et le 13 mai. Cette période est plus tardive que la moyenne des années 1995 à 2003.

Sur les 3944 juvéniles dévalant marqués au Moulin du Leslé, 861 ont été recapturés au Moulin des Princes, parmi lesquels 44 avaient perdu leur marque individuelle (taux de perte de marque : 5,1%). A partir de ces données de marquage/recapture, on obtient une efficacité moyenne du piège du Moulin des Princes de 22%. Sachant que 1709 juvéniles ont été pris au Moulin des Princes, on estime à 7842 le nombre de juvéniles dévalant en 2004. Cette production en smolts est parmi les plus fortes depuis 1995, mais peut sembler plutôt faible compte tenu des abondances exceptionnellement élevées de tacons de l'année observées à l'automne 2003 (voir Annexe). Néanmoins ce résultat n'est pas inattendu car les tacons de l'année 2003 étaient de très faible taille (la plus faible jamais observée; Caudal et Prévost, 2004). Or il existe une relation positive entre la taille des tacons et à la fois leur survie hivernale et leur taux de smoltification à l'âge d'un an. Ceci a certainement contribué à atténuer l'effet de la forte production de tacons 0+ en 2003 sur la production de smolts de 1 an en 2004. Ce relatif déficit en smolt de 1 an n'a pu être compensé par des smolts de 2 ans. Ces derniers étaient issus de la production de tacons 0+ observée en 2002. La taille moyenne des tacons cette année là était la plus élevée jamais observée et ces juvéniles ont donc quitté le Scorff essentiellement à l'âge de 1 an en 2003.

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

794 adultes de saumon atlantique ont été capturés au piège du Moulin du Princes en 2004. Il s'agit en grande majorité de 1HM (761 individus soit 95,8%). Parmi les PHM (31), 7 effectuaient leur second retour (premier retour comme castillon), l'un d'entre eux étant un poisson de longue absence (>1an), et les 26 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 (84%). Les 1HM ont une taille moyenne de 610,4 mm (ec.type = 35,1 mm) pour un poids moyen de 2402 g (ec.type = 436 g). Pour les PHM, les poissons ayant séjourné 2 hivers en mer mesurent en moyenne 719,0 mm (ec.type = 32,1 mm) pour un poids moyen de 4109 g (ec.type = 591 g), alors que ceux effectuant un second retour avaient une taille moyenne de 676 mm (ec.type = 35,3) pour un poids moyen de 3238 g (ec.type = 652 g). Le poisson de longue absence mesurait 900 mm pour 8288 g.

La distribution des captures au piège au cours de l'année 2004 est présentée à la figure 3. Le premier adulte échantillonné à la station du Moulin des Princes a été pris le 5 mars, ce qui est dans la gamme des observations précédentes. Les captures de PHM se sont étalées ensuite jusqu'en juin (décembre pour les poissons de 2^{ème} retour), même si 96% des saumons de printemps ont été capturés jusqu'en mai. Le premier castillon passé par le piège a été pris le 19 mai. L'essentiel des 1HM ont été capturés de la troisième décennie de juin à la deuxième décennie d'août (78%), avec un pic de remontée plus marqué en juillet (51%). Après ce pic de remontée estival, des retours ont été observés au cours de l'automne, essentiellement en octobre-novembre. Cette vague automnale représente 12% des captures de castillons au piège du Moulin des Princes. Cette proportion est dans la gamme des observations habituelles. 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. Les derniers adultes pris au piège de montée ont été capturés au cours de la période de reproduction (décembre).

II.3 - Estimation de l'échappement

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

Échappement 1HM

761 1HM ont été libérés marqués en amont de l'installation du Moulin des Princes en 2004 (uniquement des poissons capturés à ce piège). 86 1HM ont été capturés à la ligne, dont 60 étaient marqués (70%). 198 1HM ont été recapturés pendant ou après la reproduction, dont 133 étaient marqués (67%). 2 1HM ont été récupérés morts avant la reproduction (1 marqué et 1 non marqué). On obtient alors une estimation d'échappement de 1HM de 870 (intervalle *a posteriori* à 95% [516, 1038]) pour 2004. Ce chiffre est le plus fort enregistré depuis 1994, nettement au dessus du précédent maximum de 1995 (Tableau 2).

Échappement PHM

33 PHM (dont 7 poissons de 2^{ème} retour) ont été relâchés marqués en amont du piège du Moulin des Princes en 2004. Aucun n'a été retrouvé mort avant la reproduction. 9 PHM ont été capturés par pêche à la ligne dont 1 était marqué. 7 PHM ont été capturés pendant ou après la reproduction, dont 5 étaient marqués (71%). On estime à 22 individus (intervalle *a posteriori* à 95% [12, 56]) l'échappement de PHM. Cette valeur très faible est 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 1 730 000 œufs en 2004 (intervalle *a posteriori* à 95% [1 090 000, 2 090 000]). Cette valeur est la meilleure depuis 1994.

II.4 - Comparaison de la dépose d'œufs par rapport à la cible d'échappement

La dépose d'œufs estimée en 2004 est égale à 181% de la cible d'échappement du Scorff (953852 œufs). La probabilité que la dépose d'œufs ait été supérieure à la cible d'échappement est de 99,4%. Il est donc certain que la cible d'échappement a été atteinte en 2004. Le diagnostic de fin de saison est très bon, et comparable à ceux des années 1994-96 et 2002.

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

En 2004, les effectifs des retours dans le Scorff (Tableau 2, Fig. 5) sont estimés à 55 PHM (intervalle a posteriori à 95% [46, 113]) et 1098 1HM (intervalle a posteriori à 95% [990, 1208]). Les retours de PHM sont dans la gamme ceux observés depuis 1995. Ils restent à des niveaux très bas justifiant des mesures de protection spécifique de cette fraction des stocks. Les retours de 1HM sont particulièrement nombreux, en relation avec la très forte production de smolts 2003 et la bonne taille des smolts cette année, ce critère conditionnant fortement leur survie en mer.

Les captures ayant été estimées à 9 PHM le taux d'exploitation par la pêche à la ligne peuvent être évalués à 16,4% pour les PHM (20,8% s'il on ne prend en compte que la fraction de poissons vierges de 2 hivers de mer). Pour les castillons, il est évalué à 7,8% avec 86 prises estimées. Les taux d'exploitation demeurent faibles, mais dans la gamme des valeurs observées depuis 1995 (Tableau 1; Fig. 5).

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

En 2001, la dépose d'œufs a été estimée à 730000 œufs (Caudal et Prévost, 2003a). Si l'on reprend les estimations d'effectifs et de composition par classe d'âge des flux de smolts 2003 (Tableau 1) et 2004, cette dépose d'œufs a produit 10022 juvéniles migrants d'âge 1 an en 2003 et 596 smolts de 2 ans en 2004. Le taux de survie de l'œuf au smolt pour la cohorte 2002 (année de naissance) peut donc être évalué à 1,45%. Ce chiffre est le meilleur depuis la première cohorte suivie (née en 1995).

En 2002, la production de smolts du Scorff a été estimée à 1220 individus (Tableau 1). Ces juvéniles migrants ont donné au retour de leur phase marine 221 1HM en 2003 et 43 saumons de printemps ayant passé 2 hivers en mer en 2003 (Tableau 2). On évalue à 21,6% la survie en mer totale des smolts ayant quitté le Scorff en 2004. Cette valeur est très élevée, c'est la meilleure observée depuis le début du suivi (Fig. 2). Ceci était attendu compte tenu de la forte taille des smolts ayant migré en 2002 (Tableau 1). Le taux de retour des castillons revenus en 2004 est dans la moyenne (10,8%).

Conclusion

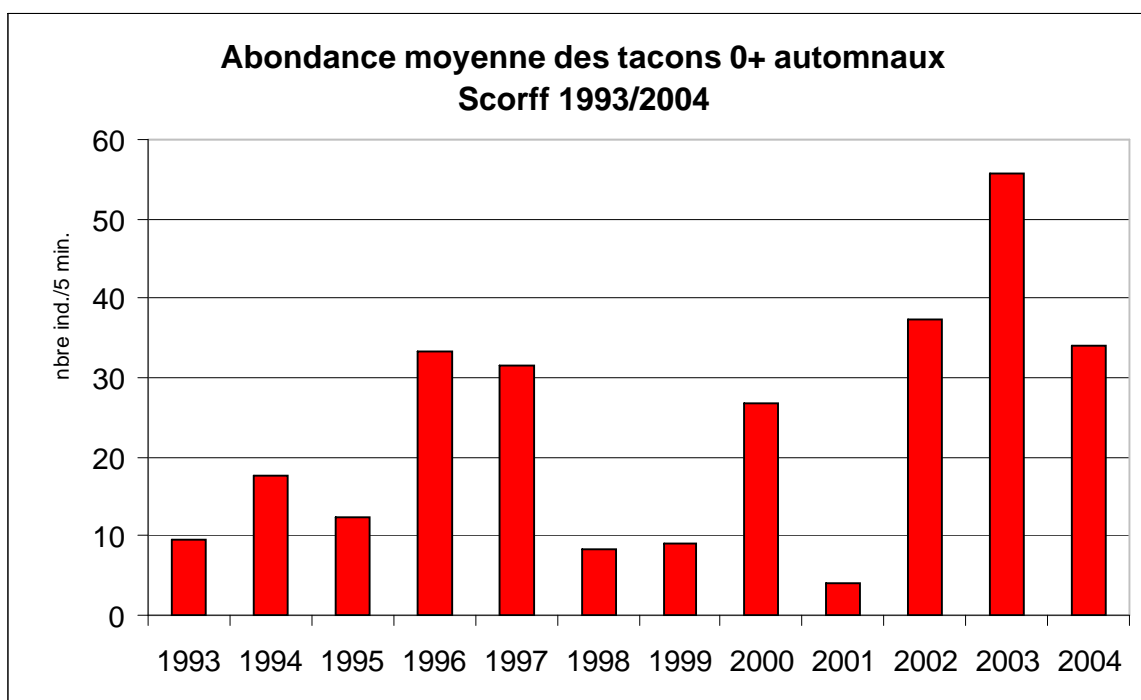
Contrairement aux années 2002 et 2003, où les résultats étaient contrastés, l'année 2004 apporte surtout des éléments optimistes sur la situation du stock et le renouvellement des générations :

- la production en smolts est supérieure à la moyenne. Ce point positif devrait cependant contrebalancer par leur taille assez faible, ce qui laisse augurer d'une survie en mer inférieure à la moyenne. Le pronostic pour les castillons en 2005 est donc plutôt neutre avec un effectif des retours devant se rapprocher de la moyenne.
- avec une dépose d'œufs lors de la reproduction très supérieure à la cible d'échappement, le diagnostic de fin de saison est le meilleur depuis début du suivi scientifique de la population de saumon du Scorff en 1994.
- les taux de survie de l'œuf au smolt de la cohorte née en 2002 ainsi que le taux de survie en mer des smolts ayant migrés vers la mer en 2002 sont exceptionnellement élevés (les meilleurs depuis 1995). Ils sont de nature à faciliter le renouvellement des générations. Ceci mérite d'être noté car depuis le début du suivi scientifique initié en 1994, le renouvellement des générations n'a généralement pas été assuré.

Le pronostic pour les prochaines années est positif. Les retours de l'année 2005 combineront le reliquat en saumons de printemps d'un fort retour d'adultes observé en 2004 pour les castillons, avec des retours de castillons attendus dans la moyenne. Sont actuellement en mer des individus issus de trois années de forte production de tacons 0+, à savoir les années 2002, 2003 et 2004. Dans le cours d'eau, les juvéniles présents sont constitués par le reliquat (n'ayant pas smoltifié à 1 an en 2005) d'une bonne année 2004 pour la production de tacons 0+ et ceux issus de la très forte dépose d'œufs de la même année. Sur ce dernier point, il convient cependant d'attendre la campagne d'évaluation de la production de juvéniles de l'automne 2005 pour vérifier que la forte dépose d'œufs 2004 n'aura pas été mise à mal par une mauvaise survie de l'œuf au tacon 0+, élément sur lequel aucun pronostic ne peut être établi.

BIBLIOGRAPHIE

- 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.



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 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 2004 montre une production de juvéniles de l'année inférieure à celle de 2003, mais qui reste élevée pour le Scorff. Elle est comparable aux années 1996, 1997 et 2002. La taille moyenne des tacons 0+ était faible (83 mm).

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.
- PRÉVOST 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.