

**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.**

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

Octobre 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.**

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 2003 a été estimée à 10123 juvéniles migrants. La taille moyenne des smolts (longueur fourche) est de 144,4 mm et la composition en âge est de 98,6% de 1 an, pour 1,4% de 2 ans. La production en smolts 2003 est parmi les plus fortes depuis 1995 avec une taille des juvéniles migrants dans la moyenne de celles déjà observées.

Les retours d'adultes sont estimés à 221 1HM (individus ayant séjourné un seul hiver en mer ou castillons) et 57 PHM (essentiellement "saumons de printemps" âgés de 2 ans de mer). La taille moyenne (longueur fourche) des 1HM est de 610,8 mm contre 726,8 mm pour ceux ayant séjourné 2 hivers en mer. Tous types confondus, la composition en âge d'eau douce des adultes est de 62,2% de 1 an et 33,3% de 2 ans. Les retours de castillons en 2003 sont les plus faibles 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 2003 est estimée à 520000 œufs soit environ 55% de la cible d'échappement du Scorff (953852 œufs). La probabilité que l'objectif de dépose n'ait pas été atteint est très élevé (99,66%). Le diagnostic de fin de saison est le moins bon 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 0,09% de l'œuf au smolt pour la cohorte née en 2000 et 6,2% du smolt à l'adulte pour les juvéniles ayant quitté le Scorff en 2001. Ce taux de survie en mer est parmi les plus faibles de la série observée, confirmant l'influence de la taille des smolts (très faible en 2001) sur la survie en mer des saumons du Scorff. Le taux de survie de l'œuf au smolt est également le plus faible enregistré à ce jour. Ce très mauvais résultat est certainement lié aux fortes crues de l'hiver 2001 qui auraient affecté la survie des embryons dans les frayères.

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 2003 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 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 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 2003. 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 ($L_f > 670$ 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 2003, la méthode d'estimation a été révisée. 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 1HM et peut être résumé ainsi :

- Recaptures de fin de saison

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

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

où :

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

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

Enm 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.

- Observations des mortalités

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

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

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 :

$$R = R_m + R_{nm}$$

$$RV_m = R_m - M_{vm}$$

$$RV_{nm} = R_{nm} - M_{nm}$$

$$E_m = RV_m - C_m$$

$$E_{nm} = RV_{nm} - C_{nm}$$

$$E = E_m + E_{nm}$$

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_{nm} , 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 1HM (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 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 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 13 mars, le dispositif de piégeage du Moulin du Leslé a été maintenu en opération jusqu'au 2 juillet. Il a permis de capturer 5109 juvéniles dévalants dont 4946 (97%) présentaient une livrée de smolt caractéristique (robe argentée, nageoires décolorées ourlées d'un liseré noir...), 159 étaient des pré-smolts (argenteure incomplète) et 4 avaient encore leur aspect de tacon. Au Moulin des Princes, 2460 juvéniles dévalants ont été capturés parmi lesquels 2455 (99%) avaient un aspect de smolt caractéristique alors que seulement 5 autres étaient des pré-smolts. Le premier smolt a été capturé au Moulin du Leslé le 14 mars et le dernier le 20 mai. Au Moulin des Princes, la première capture a été effectuée le 13 mars et la dernière le 30 mai. 28 individus ont été récupérés morts au piège du Moulin du Leslé et 8 au Moulin des Princes.

Les données biologiques collectées au Moulin des Princes permettent d'estimer la taille moyenne des smolts en 2003 à 144,4 mm (ec.type : 13,3 mm). La distribution en taille des smolts présente un mode aux alentours de 140 mm. 95% des individus ont une longueur fourche comprise entre 123 mm et 174 mm. La longueur moyenne est dans la gamme des valeurs observées depuis 1995 (Tableau 1). A partir des 388 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 2003 : 98,6% de smolts de 1 an et 1,4% de 2 ans. La proportion de smolts âgés de 2 ans est très faible du fait du chevauchement d'une cohorte très

abondante (smolts de 1 an nés en 2002) et d'une cohorte très faible (smolts de 2 ans nés en 2001). Sur 17 poissons morts dont le sexe a été déterminé, on a trouvé 9 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 31 mars et le 9 mai. Cette période correspond à la moyenne des années 1995 à 2002.

Sur les 5109 juvéniles dévalant marqués au Moulin du Leslé, 1027 ont été recapturés au Moulin des Princes, parmi lesquels 39 avaient perdu leur marque individuelle (taux de perte de marque : 3,8%). A partir de ces données de marquage/recapture, on obtient une efficacité moyenne du piège du Moulin des Princes de 24%. Sachant que 2460 juvéniles ont été pris au Moulin des Princes, on estime à 10123 le nombre de juvéniles dévalant en 2003. Cette production de smolts du Scorff est parmi les meilleures observées depuis 1995, du même niveau que les précédents maximum enregistrés en 1997 et 2001. Ceci est cohérent avec les fortes abondances de tacons observées à l'automne 2002 (voir Annexe).

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

156 adultes de saumon atlantique ont été capturés au piège du Moulin du Princes en 2003. Il s'agit en majorité de 1HM (130 individus soit 83%). Parmi les PHM (26), 1 effectuait son second retour (premier retour comme castillon), et les 25 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 (62%). Les 1HM ont une taille moyenne de 610,8 mm (ec.type = 31,1 mm) pour un poids moyen de 2398 g (ec.type = 462 g). Pour les PHM, les poissons ayant séjourné 2 hivers en mer mesurent en moyenne 726,8 mm (ec.type = 34,4 mm) pour un poids moyen de 4084 g (ec.type = 504 g), alors que celui effectuant un second retour a une taille de 707 mm pour un poids de 3922 g.

La distribution des captures au piège au cours de l'année 2003 est présentée à la figure 3. Le premier adulte échantillonné à la station du Moulin des Princes a été pris le 12 mars, ce qui est dans la gamme des observations précédentes. Les captures de PHM se sont étalées ensuite jusqu'en novembre, même si 83% des saumons de printemps ont été capturés jusqu'en mai. Le premier castillon passé par le piège a été pris le 12 juin. L'essentiel des 1HM ont été capturés de la deuxième décennie de juin à la deuxième décennie d'août (67%), avec un pic de remontée plus marqué en juillet (51%). Après ce pic de remontée estival, des retours assez nombreux ont été observés au cours de l'automne, essentiellement en novembre. Cette vague automnale représente 30% des captures de castillons au piège du Moulin des Princes. Cette proportion est inhabituellement élevée. Elle est sans doute la résultante d'une bonne efficacité de piégeage consécutive aux débits faibles enregistrés à l'automne 2003 et d'un été particulièrement sec et chaud qui a pu contribuer à retarder l'entrée de certains poissons. 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). Une femelle ovulée PHM avec des poux de mer, de 785 mm pour 4770 g, a même été capturée le 26 janvier 2004.

II.3 - Estimation de l'échappement

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

Échappement IHM

130 IHM ont été libérés marqués en amont de l'installation du Moulin des Princes en 2003 (uniquement des poissons capturés à ce piège). Les captures à la ligne de IHM ont été nulles en 2003 en raison d'une fermeture anticipée de la pêche (pas de réouverture automnale) en raison à la fois des très faibles débits et des fortes températures enregistrées en 2003 et des très faibles retours de IHM attendus consécutivement à la très faible production de smolts enregistrée en 2002 (Tableau 1). 52 IHM ont été capturés pendant ou après la reproduction, dont 28 étaient marqués (54%). Aucun IHM mort avant la reproduction n'a été directement observé en 2003. On obtient alors une estimation d'échappement de IHM de 193 (intervalle *a posteriori* à 95% [113, 270]) pour 2003. Ce chiffre est le plus faible enregistré depuis 1994, en dessous du précédent minimum de 1999 (Tableau 2).

Échappement PHM

25 PHM ont été relâchés marqués en amont du piège du Moulin des Princes en 2003. 3 PHMs ont été récupérés morts dont un avait été marqué au Moulin des Princes. 7 PHM ont été capturés par pêche à la ligne dont 1 était marqué. 9 PHM ont été capturés pendant ou après la reproduction, dont 5 étaient marqués (56%). On estime à 24 individus (intervalle *a posteriori* à 95% [14, 68]) 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 520 000 œufs en 2003 (intervalle *a posteriori* à 95% [430 000, 690 000]). Cette estimation est la plus faible depuis le début du suivi scientifique en 1994.

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

La dépose d'œufs estimée en 2003 est égale à 55% de la cible d'échappement du Scorff (953852 œufs). La probabilité que la dépose d'œufs ait été inférieure à la cible d'échappement est de 99,7%. Il est donc certain que la cible d'échappement n'a pas été atteinte en 2003. Le diagnostic de fin de saison est le moins bon depuis 1994.

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

En 2003, les effectifs des retours dans le Scorff (Tableau 2, Fig. 5) sont estimées à 57 PHM (intervalle *a posteriori* à 95% [45, 141]) et 221 IHM (intervalle *a posteriori* à 95%

[186, 297]). Les retours de 1HM sont particulièrement faibles mais attendus au vu de la production de smolts 2002. 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 captures ayant été estimées à 7 PHM le taux d'exploitation par la pêche à la ligne peuvent être évalués à 12,2% pour les PHM. Il est nul pour les castillons en raison de l'absence de prélèvement consécutive à la fermeture anticipée de la pêche. Les taux d'exploitation demeurent très faibles. Pour les PHM, il est cependant dans la gamme des valeurs observées depuis 1995 (Tableau 1; Fig. 5). La modération des taux d'exploitation, a permis de ne pas aggraver le déficit en dépose d'œufs lors de la reproduction causé par les très faibles retours de castillons.

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

En 2000, la dépose d'œufs a été estimée à 950000 œufs (Caudal et Prévost, 2003a). Si l'on reprend les estimations d'effectifs et de composition par classe d'âge des flux de smolts 2002 (Tableau 1) et 2003, cette dépose d'œufs a produit 744 juvéniles migrants d'âge 1+ en 2002 et 138 smolts d'âge 2+ en 2003. Le taux de survie de l'œuf au smolt pour la cohorte 2001 (année de naissance) peut donc être évalué à 0,09%. Ce chiffre est extrêmement faible, le plus mauvais depuis la première cohorte suivie (née en 1995). Il est lié à une très faible survie de l'œuf au tacon d'automne déjà mise en évidence lors des mesures d'abondance par pêches électriques réalisées à l'automne 2001 (voir Annexe). Les très fortes crues de l'hiver 2001 intervenues durant les phases sensibles d'incubation sous graviers ont sans doute joué un rôle majeur dans la faillite de la cohorte 2001.

En 2001, la production de smolts du Scorff a été estimée à 10596 individus (Tableau 1). Ces juvéniles migrants ont donné au retour de leur phase marine 595 1HM en 2002 et 57 saumons de printemps en 2003 (Tableau 2). On évalue à 6,2% la survie en mer totale des smolts ayant quitté le Scorff en 2002. Cette valeur est faible et du même niveau que les mauvais résultats enregistrés pour les années de dévalaison 1997 et 1998 (Fig. 2). Ceci était attendu compte tenu de la faible taille des smolts ayant migré en 2001 (Tableau 1). Le taux de retour des castillons revenus en 2003 est exceptionnellement fort (21.9%). Il provenait d'un flux de smolts dont la taille moyenne était aussi la plus élevée depuis 1995. La relation positive entre taille des smolts et survie en mer des saumons du Scorff est ainsi confirmée.

Conclusion

Comme en 2002, des enseignements contrastés sont à tirer à l'issue de l'année 2003 du suivi scientifique de la population de saumon du Scorff:

- la production en smolts a été parmi les meilleures observée depuis 1995. Contrairement au deux autres années de production équivalente (1997 et 2001), les smolts de l'année

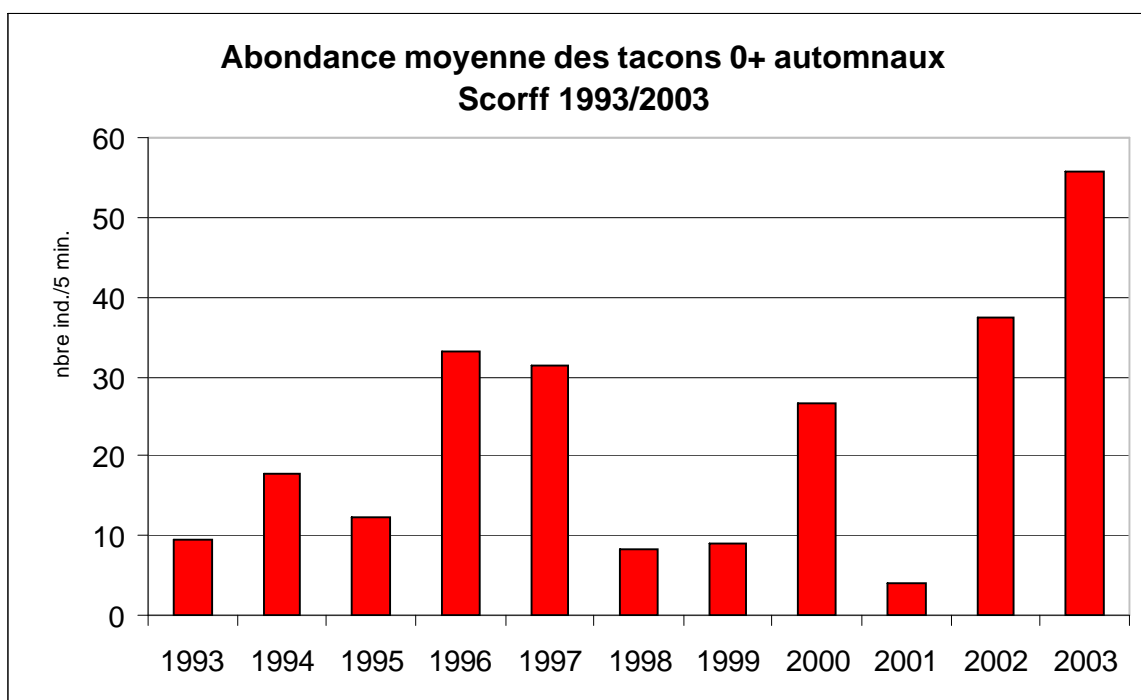
2003 sont d'une taille proche de la moyenne (ils étaient petits en 1997 et 2001). Le pronostic pour les retours de castillons en 2004 est donc très optimiste.

- avec une dépose d'œufs lors de la reproduction très inférieure à la cible d'échappement, le diagnostic de fin de saison est le pire depuis début du suivi scientifique de la population de saumon du Scorff en 1994. Ceci est le résultat de retours de castillons très faibles, les plus mauvais enregistrés à ce jour. La survie en mer exceptionnelle du flux de smolt 2002 ainsi que la fermeture anticipée de la pêche n'ont pas permis de compenser le déficit de production de juvéniles de la cohorte née en 2001.

Le taux de survie de l'œuf au smolt de la cohorte née en 2001 est trop faible pour pouvoir être compensé par une bonne survie en mer et ainsi autoriser un renouvellement de génération. En revanche un diagnostic beaucoup plus optimiste peut être avancé pour la cohorte née en 2002. Si l'on rapporte la production de smolts de 1 an de l'année 2003 (de l'ordre de 10000 individus) à la dépose d'œufs 2001 (730000 œufs), la survie en eau douce de cette cohorte sera supérieure à 1%, ce qui est un chiffre élevé pour le Scorff. Combiné avec le pronostic d'une survie en mer moyenne des smolts ayant migré en 2003, ceci devrait permettre sans difficulté de renouveler cette génération. 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.

BIBLIOGRAPHIE

- 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.
- 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 Armoricaïn. 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 2003 montre une production de juvéniles de l'année exceptionnellement élevée pour le Scorff, la meilleure depuis le début du suivi et nettement supérieure au précédent maximum. Néanmoins, les juvéniles étaient aussi les plus petits jamais observés, ce qui est plutôt défavorable à leur taux de conversion en smolts. L'été très chaud et sec de l'année 2003 semble donc plutôt avoir eu un effet dépressif sur la croissance des juvéniles que sur leur survie.

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 quantitatives 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.