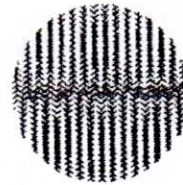


Conseil Supérieur de la Pêche



INRA

Conseil scientifique du Moulin des Princes

**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.**

Étienne Prévost
INRA
Laboratoire d'écologie aquatique
65 rue de St Brieuc
35042 Rennes cedex (France)

Mars 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.**

Étienne Prévost
INRA
Laboratoire d'écologie aquatique
65 rue de St Brieuc
35042 Rennes cedex (France)

Résumé

Le Scorff est un petit fleuve côtier breton, représentatif des cours d'eau à saumon du Massif armoricain. Depuis mai 1994, il est équipée 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 le mer.

La quantification de la production de smolts 1999 a été perturbée par une forte crue. Un ordre de grandeur de 3000 juvéniles migrants est cependant proposé. La taille moyenne des smolts (longueur fourche) est de 145 mm et la composition en âge est de 65% de 1 an, pour 35% de 2 ans.

Les retours d'adultes sont estimés à 268 1HM (individus ayant séjourné un seul hiver en mer ou castillons) et 85 PHM ("saumons de printemps" âgés de 2 ans de mer ou poissons effectuant un second retour). La taille moyenne (longueur fourche) des 1HM est de 606 mm contre 737 mm pour les PHM. Tous types confondus, la composition en âge d'eau douce des adultes est de 72% de 1 an et 28% de 2 ans. Les retours de 1HM sont les plus bas observés depuis le début du suivi scientifique en 1994. Ceux de saumons de printemps sont nettement supérieurs à l'année précédente mais demeurent faibles.

La dépose d'œufs lors de la reproduction 1999 est estimée à 820 000 œufs soit 86% de la cible d'échappement du Scorff, qui n'est donc pas atteinte pour la deuxième année consécutive.

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 faibles : 0.32% de l'œuf au smolt pour la cohorte née en 1997 et 5.7% pour du smolt à l'adulte pour les juvéniles ayant quitté le Scorff en 1997. Les implications de ces faibles survies en matière de gestion et préservation du patrimoine naturel saumon en Bretagne sont abordées.

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 le 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 nouveau 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 1999 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 saumon bretons dont il est un élément bien représentatif.

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 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

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 nouveau 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.

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 fréquentée 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 seulement dénombrés et marqués. 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, examinés pour la présence de marques, mesurés (longueur fourche (Lf), mm) et pesés (g). Des écailles sont prélevées sur certains pour déterminer leur âge, en essayant d'atteindre un nombre minimum de 20 prélèvements par classe taille de 5 mm. Une attention particulière est portée à ce que pour chaque classe de taille les prélèvements d'écailles soient répartis tout au long de la période de dévalaison. Les individus récupérés morts à l'un des deux pièges sont sexés.

La dévalaison 1999 a été marquée par une forte crue durant la troisième décade du mois d'avril. En raison de l'élévation du débit, le piège du Moulin du Leslé a été totalement inopérant durant près de 10 jours (du 20 avril au matin au 29 avril en fin d'après-midi). En conséquence, aucun poisson marqué n'a été disponible pour la recapture au Moulin des Princes. Le piégeage n'a pas été interrompu au Moulin des Princes, même si il a été affecté par les forts débits. Après cette forte crue, très peu de juvéniles migrant ont été capturés (10 au Moulin du Leslé contre 26 au Moulin des Princes), indiquant que la dévalaison était pour ainsi dire terminée au moment où le piège du Moulin du Leslé a pu être remis en fonction. L'estimation du flux dévalant en 1999 a donc été effectuée en distinguant deux périodes : du début de la dévalaison au 20 avril et du 20 avril à la fin de la dévalaison. Pour la première période, la même technique a été employée que pour les dévalaisons 1997 et 1998 (méthode de Darroch telle que mise en œuvre par logiciel SPAS ; Arnason *et al.*, 1996), avec une stratification en 5 strates de marquage et de recapture. Pour la seconde période, on ne dispose pas de données de marquage/recapture permettant de faire une estimation de l'effectif dévalant correspondant. Un ordre de grandeur est cependant fourni en faisant une hypothèse sur l'efficacité du piégeage au Moulin des Princes durant cette période de forts débits.

Estimation de l'échappement

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 peu 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 bécardes "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 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.

Le nombre de IHM participant à la reproduction est estimé directement en prenant en compte les échantillons recapturés pendant et après la reproduction et en utilisant la exactement la même méthode que pour l'année 1998 (Prévoist, 1999).

La méthodologie subit quelques variations pour les PHM. Deux poissons morts attribuables à un épisode à caractère épidémique (de type UDN en première approche) durant le printemps 1999 ont été récupérés sur le Scorff. Des observations du même type ont été faites sur d'autres cours d'eau bretons. Le fait que des PHM sont morts dans le Scorff lors du printemps 1999 est incorporé dans la procédure d'estimation, en conditionnant le nombre de poissons morts par le fait 2 d'entre eux ont effectivement été observés. L'approche suivie pour estimer les retours et l'échappement de PHM de l'année 1998 a été intégralement reprise (Prévoist, 1999).

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 (Prévoist et Porcher, 1996). On utilise ces mêmes valeurs pour convertir le nombre d'adultes ayant participé à la reproduction en dépose d'œufs, soit :

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

Estimation et distribution de probabilité de la dépose d'œufs

L'estimation de l'échappement étant menée séparément pour les IHM et les PHM, on obtient deux distributions de probabilité *a posteriori* du nombre d'adultes participant à la reproduction. Après conversion des nombres de IHM et de PHM en nombres d'œufs grâce aux paramètres présentés au paragraphe précédent, les deux distributions de déposes d'œufs ainsi obtenues sont combinées, en considérant qu'elles sont indépendantes, pour bâtir une distribution de probabilité *a posteriori* de la dépose d'œufs totale (IHM + PHM). Cette dernière est approximée au moyen de simulations de Monte-Carlo (100000 tirages) en échantillonnant indépendamment dans les distributions *a posteriori* des échappements de IHM et de 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 de l'effectif des retours d'adultes et du taux d'exploitation par la pêche à la ligne

Les effectifs des retours de IHM et de PHM sont estimés selon la même méthode que celle employée pour l'année 1998 (Prévost, 1999). 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 survies 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 15 mars, le dispositif de piégeage du Moulin du Leslé a été maintenu en opération jusqu'au 21 mai, avec une période d'interruption entre le 20 et le 29 avril en raison d'une forte crue. Il a permis de capturer 405 juvéniles dévalants dont 387 (95.6%) présentaient une livrée de smolt caractéristique (robe argentée, nageoires décolorées ourlées d'un liseré noir...) et 18 étaient des pré-smolts (argenture incomplète). Au Moulin des Princes, 549 juvéniles dévalants ont été capturés parmi lesquels 542 (98.7%) avaient un aspect de smolt caractéristique alors que 7 autres étaient des pré-smolts. Un individu a été récupéré mort au piège du Moulin du Leslé contre 20 au Moulin des Princes (soit 3.6% des captures à cette installation), que ce soit dans le piège ou surtout contre les grilles défeuilles. Le "taux de mortalité" à la station du Moulin des Princes est revenu au niveau des années antérieures après une valeur exceptionnellement élevée enregistrée en 1998 (16.3% ; Prévost, 1999). Aucun élément suggérant une mortalité différentielle entre individus marqués et non marqués n'a été observé.

Les données biologiques collectées au Moulin des Princes permettent d'estimer la taille moyenne des smolts en 1999 à 145 mm (ec.type : 16.2 mm) pour un poids moyen de 33.3 g (ec.type : 11.0 g). La distribution en taille des smolts est essentiellement unimodale (mode : 148 mm) et 95% des individus ont une longueur fourche comprise entre 116 et 178 mm. La longueur moyenne revient au niveau de celles observées pour les années 1995 (148 mm) et

1996 (145 mm), après deux années où elle avait été réduite de plus de 1 cm (133 mm en 1997 et 135 mm en 1998 ; Tableau 1). A partir des 238 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 1999 : 65% de smolts de 1 an et 35% de 2 ans. la proportion de smolts âgés de 2 ans est la plus forte observée depuis 1995 (Tableau 1). Les individus récupérés morts dont le sexe a été déterminé (21) montrent un rapport des sexes en faveur des femelles, qui représentent 62% de l'échantillon collecté. Si l'on se réfère au rythme des captures au Moulin des Princes, 95% des juvéniles migrants ont quitté le Scorff entre le 29 mars et le 2 mai.

Jusqu'au 20 avril, 369 juvéniles dévalants ont été marqués au Moulin du Leslé, 97 ont été recapturés au Moulin des Princes, parmi lesquels 1 avait perdu sa marque individuelle (taux de perte de marque : 1%). Le temps séparant marquage et recapture est généralement court : 59% des individus recapturés le sont le jour même ou lendemain de leur marquage et 75% le sont moins de 2 jours après. Cinq strates de marquage et 5 strates de recapture ont été individualisées (M1 à M5 et R1 à R5 ; Tableau 1). Le flux de smolts jusqu'au 20 avril est estimé à 1836 (I. C. 95% [1495, 2178]).

A partir du 20 avril, 95 juvéniles dévalants ont été capturés au Moulin des Princes (aucun marqué, 10 poissons seulement ont été marqués après la remise en service du piège du Moulin du Leslé). Pour estimer la quantité de juvéniles ayant quitté le Scorff au cours de cette seconde partie de la période de dévalaison, on doit évaluer l'efficacité du piège du Moulin des Princes. Ne disposant pas de données de recapture pour ce faire, on en est réduit à faire des hypothèses sur l'efficacité du piège du Moulin des Princes. L'efficacité du dispositif de piégeage a sans doute été réduite par les forts débits enregistrés lors de la crue de la fin avril (cf. la relation inverse mise en évidence en 1997 entre débit et efficacité de piégeage ; Prévost, 1998). La plus faible efficacité de piégeage estimée en 1997 est d'environ 10%, mais cette valeur concerne une période où les débits avaient été beaucoup plus faibles que lors de la crue de la fin avril 1999. Malgré cela, si on retient cette efficacité hypothétique pour l'installation du Moulin des Princes, on obtient un ordre de grandeur d'environ 1000 smolts qui auraient quitté le Scorff après le 20 avril. Cette "estimation" est à prendre avec la plus grande prudence, car elle repose sur une hypothèse d'efficacité de piégeage qui n'est validée à ce jour par aucune donnée ferme. Cumulée avec l'estimation du flux dévalant avant le 20 avril, elle aboutit à un ordre de grandeur de 3000 smolts ayant quitté le Scorff en 1999. Cette valeur est faible pour le Scorff (Fig. 2), mais est cohérente avec les faibles abondances de tacons observées à l'automne 1998 (voir Annexe). Une partie de l'incertitude inhérente à l'évaluation de la production de smolts 1999 pourrait être levée en conditionnant l'estimation du flux dévalant par les données d'abondance de tacons observées à l'automne précédent. Une telle approche n'est pas encore envisageable actuellement car elle nécessite d'avoir des années supplémentaires avec une estimation de la production de smolts d'une bonne fiabilité.

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

208 adultes de saumon atlantique ont été capturés au piège du Moulin du Princes en 1999. Il s'agit en majorité de 1HM (167 individus soit 80%). Parmi les PHM (41), 4 effectuaient leur second (premier retour comme castillons), tous les autres (37) étant 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 (72%). Les 1HM ont une taille moyenne de 606 mm (ec.type = 36.1 mm) pour un poids moyen de 2431 g (ec.type = 460 g). Pour les PHM, les poissons ayant séjourné 2 hivers en mer mesurent en moyenne 737 mm (ec.type = 35.6 mm) pour un poids

moyen de 4697 g (ec.type = 720 g), alors que ceux effectuant un second retour ont une taille moyenne de 709 mm (ec.type = 52.1 mm) pour un poids moyen de 3936 g (ec.type = 721 g).

La distribution des captures au piège au cours de l'année 1999 est présentée à la figure 3. Le premier adulte échantillonné à la station du Moulin des Princes a été pris le 8 février. Les captures de PHM se sont étalées ensuite jusqu'à la fin mai. Le premier castillon passé par la piège a été pris le 19 mai. L'essentiel des IHM ont été capturés de la troisième décennie de juin à la deuxième décennie d'août (77.8%). Après ce pic de remontée estival, des retours plus rares et irréguliers ont été observés au cours de l'automne. 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.

II.3 - Estimation de l'échappement

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

Échappement IHM

167 IHM ont été libérés marqués en amont de l'installation du Moulin des Princes en 1999. Les captures à la ligne de IHM ont été estimées à 25 poissons, parmi lesquels 80% étaient marqués (16 sur 20 poissons pour lesquels un contrôle de marquage fiable a été opéré). Une fois tenu compte de la mortalité qui a pu affecter les IHM entre la date de leur marquage et la période du frai, le nombre de marques potentiellement recapturables pendant ou peu après la reproduction est de 129. 27 IHM ont été capturés pendant ou après la reproduction dont 16 étaient marqués (59.3%). On obtient alors une estimation d'échappement de IHM de 217 (intervalle *a posteriori* à 95% [177, 340]) pour 1999. Ce chiffre est de loin le plus faible jamais enregistré depuis le début du suivi scientifique initié en 1994 (Tableau 2). La précédente plus mauvaise année était 1997 avec un échappement estimé de 387 castillons.

Échappement PHM

41 PHM ont été relâchés marqués en amont du piège du Moulin des Princes en 1999. Deux PHM (marqués) ont été récupérés morts lors du printemps du fait d'une possible épizootie printanière de type UDN (non confirmé faute de diagnostic vétérinaire). Tous modes de recapture confondus, 7 PHM marqués ont été observés parmi un échantillon de 17 individus (41.2%). On estime alors à 81 (intervalle *a posteriori* à 95% [39, 206]) le nombre de PHM revenus dans le Scorff en 1999 déduction faites des mortalités éventuellement occasionnées par une épizootie au printemps. En tenant compte d'un prélèvement par pêche de 7 PHM et du taux de mortalité (hors épizootie) entre le marquage et la reproduction, on estime à 66 individus (intervalle *a posteriori* à 95% [28, 178]) l'échappement de PHM.

Estimation et distribution de probabilité de la dépose d'œufs

La dépose d'œufs est estimée à 820 000 œufs en 1999 (intervalle *a posteriori* à 95% [570 000, 1 490 000]). Cette estimation est la plus faible enregistrée depuis le début du suivi scientifique en 1994, légèrement en dessous du précédent minimum observé en 1998 (850000 œufs ; Fig. 4). On notera qu'alors que l'échappement de IHM a été divisé par 2 en 1999 (217) par rapport à 1998 (411), la dépose d'œufs est restée à un niveau les deux années. Ceci est dû à l'écart en matière de contribution des PHM à l'échappement (13 en 1998 contre 66 en 1999). Ceci souligne tout l'intérêt qu'il peut y avoir à préserver les saumons de printemps pour la reproduction pour assurer une dépose d'œufs à un niveau ne compromettant pas la production de la génération suivante.

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

La dépose d'œufs estimée en 1999 est égale à 86.0% de la cible d'échappement du Scorff. La probabilité *a posteriori* que la dépose d'œufs ait été supérieure à la cible d'échappement est de 33.8%. Il est donc très probable que la cible d'échappement n'ait pas été atteinte en 1998, et l'on ne peut pas exclure que la dépose d'œufs ait pu être nettement inférieure à cette dernière. En effet, la probabilité qu'elle ait représenté moins de 75% de la cible d'échappement est de 12.9%. Le diagnostic de fin de l'année 1999 est le plus inquiétant fait depuis 1994 (Fig. 4).

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

En 1999, les effectifs des retours dans le Scorff (Tableau 2, Fig. 5) sont estimées à 85 PHM (intervalle *a posteriori* à 95% [68, 212]) et 268 IHM (intervalle *a posteriori* à 95% [224, 405]). Les retours de PHM sont bien au dessus de ceux observés en 1998 (24, la plus mauvaise année enregistrée), mais n'ont pour autant rien d'exceptionnels, un effectif plus important avait même été observé en 1996 (102) et sans doute également en 1995 (forte incertitude sur l'estimation cette année là). Ce constat est encore plus vrai quand on considère les "saumons de printemps" *sensu stricto* seuls, puisque les PHM en 1999 contiennent environ 10% de poissons de second retour. L'amélioration constatée en 1999 par rapport à 1998 est due au fait que les flux de smolts correspondant étaient eux même très différents : 3261 smolts en 1996 (année de remontée 1998) contre 10628 en 1997 (année de remontée 1999). Le taux de retour des saumons de printemps reste inchangé à 0.7% entre ces deux années de dévalaison, valeur très faible et inférieure à la première estimation obtenue pour le flux de smolt 1995 (1.2% ; Fig. 5). Les retours de saumons printemps sont toujours à des niveaux très bas justifiant la mise en place de mesures de protection spécifique de cette fraction des stocks.

Les captures ayant été estimées à 7 PHM et 25 IHM, les taux d'exploitation par la pêche à la ligne peuvent être évalué à 8.2% pour les PHM et 9.3% pour les IHM. Ces taux d'exploitation sont très modérés et ont contribué à limiter les conséquences des faibles retours sur la dépose d'œufs lors de la production. On notera cependant que la situation du Scorff n'est certainement pas le reflet de ce qui s'est passé au plan régional en matière d'exploitation des saumons de printemps. Alors que les captures sur le Scorff n'ont pas progressé en 1999, on a noté un fort accroissement sur les autres cours d'eau à saumon breton (J.-P. Porcher, comm. pers.).

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

En 1996, la dépose d'œufs a été estimée à 1 380 000 œufs (Prévost, 1997). Si l'on reprend les estimations d'effectifs et de composition par classe d'âge des flux de smolts 1998 (Tableau 1) et 1999, cette dépose d'œufs a produit 3430 juvéniles migrants d'âge 1+ en 1998 et une ordre de grandeur de 1000 smolts d'âge 2+ en 1999. Le taux de survie de l'œuf au smolt pour la cohorte 1997 (année de naissance) peut donc être évalué en première approche à 0.32%. Ce chiffre est dans la gamme des observations précédentes (0.19% cohorte 1995 et 0.71% cohorte 1996). Il n'en demeure pas moins très faible³ et pèse sur les capacités de renouvellement de la population. A titre d'illustration, en se plaçant dans l'hypothèse où le

³ Voir Prévost *et al.* (1996) pour des éléments de comparaison avec d'autres rivières au travers l'aire de répartition de l'espèce.

taux d'exploitation par la pêche à la ligne est de 15% et où les retours d'adultes sont composés de 10% de PHM et de 90% de IHM (approximativement la moyenne des 6 dernières années), pour que la cohorte 97 génèrent une dépose d'œufs équivalente à la cible d'échappement, il faut que le taux de survie en mer des smolts soit de l'ordre de 13%. Dans le contexte actuel (cf. infra) un tel taux se situe dans la partie haute de la fourchette observée. Ceci illustre qu'avec des taux de survie de l'œuf au smolt aussi faible que celui enregistré pour la cohorte 1997, le maintien de la population du Scorff à un niveau d'abondance optimal requiert une compensation par des bons taux de survie en mer.

En 1997, la production de smolts du Scorff a été estimée à 10628 individus (Tableau 1). Ces juvéniles migrants ont donné au retour de leur phase marine 527 IHM en 1998 et 77 saumons de printemps en 1999 (Tableau 2 et en tenant compte du fait que parmi les PHM on trouve une proportion de 9.8% de poissons de second retour). On peut donc évaluer à 5.7% la survie en mer des smolts ayant quitté le Scorff en 1998 (Fig 2). Cette valeur est nettement inférieure à celles enregistrées précédemment, 11.7% (dévalaison 1995) et 15.1% (dévalaison 1996). Un chiffre similaire, est à attendre pour la dévalaison 1998 sachant que le taux de retour des IHM (qui constituent l'essentiel des retours) n'est que de 5.6% (268 castillons revenus dans le Scorff en 1999 pour une production de 4827 smolts en 1998). On notera que les faibles survies en mer des flux de smolts 1997 et 1998 sont associées à des faibles tailles moyennes des smolts comparées aux deux années antérieures (Tableau 1).

Conclusion

Les données de taux de survie qui commencent à pouvoir être récoltées sur le Scorff sont riches d'enseignements, même si elles restent à confirmer par des années supplémentaires de suivi scientifique. La survie de l'œuf au smolt est faible (nettement inférieure à 1% sur la base des premières informations disponibles) et ne peut permettre le maintien à moyen terme de la population à un niveau d'abondance optimal, c'est à dire capable de supporter un prélèvement par pêche équivalent au TAC alloué au Scorff actuellement, que si la survie en mer est bonne à très bonne (*i.e.* de l'ordre de 15%). De tels taux de survie en mer ne sont pas garantis, bien au contraire si l'on en juge par les premières estimations obtenues. Face à une telle situation d'équilibre instable, voire déjà de déclin, la préservation du patrimoine saumon passe par une double démarche :

- entreprendre une restauration de la qualité des cours d'eau supportant la production des juvéniles de saumons pour permettre de faire remonter la survie de l'œuf au smolt. Sans entrer dans le détail des modalités d'action, il est important de souligner qu'une telle entreprise se situe sur un pas de temps dont l'unité est sans doute plus la décennie que l'année et que les points sur lesquels il faudrait agir sont multiples (il n'y a pas une cause majeure et facilement identifiable des faibles taux de survie de l'œuf au smolt observés actuellement mais certainement un ensemble de causes dont l'effet individuel est marginal, mais dont le cumul aboutit à la situation préoccupante d'aujourd'hui).
- dans l'attente d'une amélioration des taux de survie de l'œuf au smolt, qui ne se fera pas sentir rapidement, il importe à plus court terme de modérer les prélèvements par pêche, sans doute à des niveaux inférieurs à ceux autorisés actuellement par le système de TACs appliqué aux cours d'eau bretons et plus proches de ceux opérés aujourd'hui par les pêcheurs du Scorff.

Trois attitudes sont à éviter, si l'on veut prévenir de se trouver face à une situation plus préoccupante encore dans les années qui viennent :

- attendre encore et toujours plus de confirmations et de précisions de la part des scientifiques avant d'entreprendre une restauration de la qualité des cours d'eau vis à vis des besoins écologiques du saumon ;

- agir uniquement sur la réduction des prélèvements par pêche pour assurer le maintien à long terme des populations, car si les taux de survie en mer se maintiennent autour d'un niveau de 10% (voire moins) à moyen terme, même sans aucune exploitation par pêche, le déclin des populations risque d'intervenir si rien n'est fait pour améliorer les conditions de production des juvéniles en eau douce ;
- rejeter toute contrainte supplémentaire sur les prélèvements par pêche sous prétexte que la cause première de la fragilité actuelle des populations de saumon n'est pas l'exploitation, car ne pas relâcher à court terme la pression de l'exploitation pourrait compromettre et retarder l'effet à moyen terme sur le patrimoine saumon de mesures de restauration de la qualité des milieux.

Remerciements

La réalisation de ce travail a été rendue possible grâce aux moyens matériels (l'installation du Moulin des Princes) et humains (personnel technique) mis à disposition par la Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection des milieux aquatiques.

Il m'est agréable de remercier Nicolas Jeannot (INRA) et François Burban (FDPPMA 56) pour leur collaboration technique, ainsi que l'APPMA de Plouay et plus particulièrement son président Jean-Yves Moelo pour son aide et son soutien.

BIBLIOGRAPHIE

- Arnason A.N., Kirby C.W., Schwarz C.J. et J.R. Irvine, 1996. Computer analysis of data from stratified mark-recovery experiments for estimation of salmon escapements and other populations. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **2106** : 37 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.
- 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., 1998. État du stock de saumon atlantique (*Salmo salar*) du Scorff (Bretagne sud, France) en 1997: production de smolts, retours d'adultes échappement, taux d'exploitation et de survie. *Cons. scient. Moulin des Princes, INRA/CSP*, 22 p.
- 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. 97/20*, 16p.
- Prévost E., Baglinière J.-L., Maise G. et A. Nihouarn, 1996. Premiers éléments d'une relation stock/recrutement chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) en France. *Cybium*, **20** suppl. : 7-26.
- Prévost E. et J.-P. Porcher, 1996. *Méthodologie d'élaboration de totaux autorisés de captures (TAC) pour le Saumon atlantique (Salmo salar L.) dans le Massif Armoricain. Propositions et recommandations scientifiques.* GRISAM, Évaluation et gestion des stocks de poissons migrateurs, *Doc. sci. tech. 1*, 18 p.

Rennes, mars 2000

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)

Année	Marquage par strate(1)	Effectif piégé	Effectif marqué	Recaptures totales	Recaptures par strate (2)								Estimation production (3)	Composition en âge		Taille moyenne Lf (mm)	
					R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	1 an		2 ans			
1995	Marquage au Moulin des Princes, relâcher en amont et recapture au Moulin des Princes																
		594	458	43										6206	90%	10%	148
														[4804, 8212]			
1996	Marquage au Moulin des Princes, relâcher en amont et recapture au Moulin des Princes																
	M1	124	105	7	5	2								3261	91%	9%	145
	M2	212	174	43	0	43								[1232, 5290]			
	total marqués		279	50	5	45											
	total non marqués			286	119	167											
	total	336		336	124	212											
1997	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes																
	M1	279	272	60	0	55	5	0	0	0	0			10628	99%	1%	133
	M2	709	708	80	0	0	60	19	1	0	0			<i>Sans strate R0</i>			
	M3	1644	602	94	0	0	0	86	6	1	1			10298			
	M4	458	429	106	0	0	0	0	97	8	1			[9540, 11056]			
	M5	1727	1164	325	0	0	0	0	3	297	25						
	M6	151	142	41	0	0	0	0	0	0	41						
	total marqués		3317	706	0	55	65	105	107	306	68						
	total non marqués			1415	68	123	94	479	143	433	75						
	total	4968		2121	68	178	159	584	250	739	143						
1998	Marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes																
	M1	343	332	46	34	12	0	0						4827	80%	20%	135
	M2	218	210	29	0	29	0	0						[4081, 5574]			
	M3	243	238	33	0	0	33	0									
	M4	146	143	22	0	0	0	22									
	total marqués		923	130	34	41	33	22									
	total non marqués			549	222	129	116	82									
	total	950		679	256	170	149	104									

1999 Estimation du flux dévalant jusqu'au 20 avril, marquage au Moulin du Leslé et recapture au Moulin des Princes

M1	24	24	9	6	3	0	0	0	1836	65%	35%	145
M2	122	104	19	0	19	0	0	0	[1495,2178]			
M3	107	103	27	0	1	20	6	0				
M4	85	83	29	0	0	0	27	2				
M5	57	55	13	0	0	0	0	13				
total marqués		369	97	6	23	20	33	15				
total non marqués			360	23	124	42	91	80				
total	395		457	29	147	62	124	95				

(1) Strates de marquage

- 1996 : M1 : avant le 29/4/96
M2 : après le 29/4/96
- 1997 : M1 : du 1/4/97 au 6/4/97
M2 : du 7/4/97 au 9/4/97
M3 : du 10/4/97 au 16/4/97
M4 : du 17/4/97 au 25/4/97
M5 : du 26/4/97 au 2/5/97
M6 : du 3/5/97 au 11/5/97
- 1998 : M1 : avant le 11/4/98
M2 : du 12/4/98 au 19/4/98
M3 : du 20/4/98 au 29/4/98
M4 : après le 30/4/98
- 1999 : M1 : avant le 29/3/99
M2 : du 30/3/99 au 4/4/99
M3 : du 5/4/99 au 10/4/99
M4 : du 11/4/99 au 14/4/99
M5 : du 15/4/99 au 20/4/99

(2) Strates de recaptures

- 1996 : R1 : avant le 29/4/96
R2 : après le 29/4/96
- 1997 : R0 : jusqu'au 2/4/97
R1 : du 3/4/97 au 7/4/98
R2 : du 8/4/97 au 10/4/97
R3 : du 11/4/97 au 17/4/97
R4 : du 18/4/97 au 26/4/97
R5 : du 27/4/97 au 3/5/97
R6 : après le 4/5/97
- 1998 : R1 : avant le 13/4/98
R2 : du 14/4/98 au 21/4/98
R3 : du 22/4/98 au 29/4/98
R4 : après le 30/4/98
- 1999 : M1 : avant le 30/3/99
M2 : du 31/3/99 au 6/4/99
M3 : du 7/4/99 au 11/4/99
M4 : du 12/4/99 au 14/4/99
M5 : du 15/4/99 au 20/4/99

(3) intervalle de confiance à 95% donné entre crochets

Tableau 2 : Bilan des opérations de marquage/recapture, estimations de l'échappement et des retours et taux d'exploitation.

(voir § matériel et méthodes ; Prévost, 1997, 1998, 1999)

Les intervalles *a posteriori* à 95% sont donnés entre crochets.

Année	Catégorie d'adultes	Effectif marqué relâché en amont	Marques disponibles lors du frai	Recaptures pendant ou après le frai	Echappement participant au frai	Retours 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%

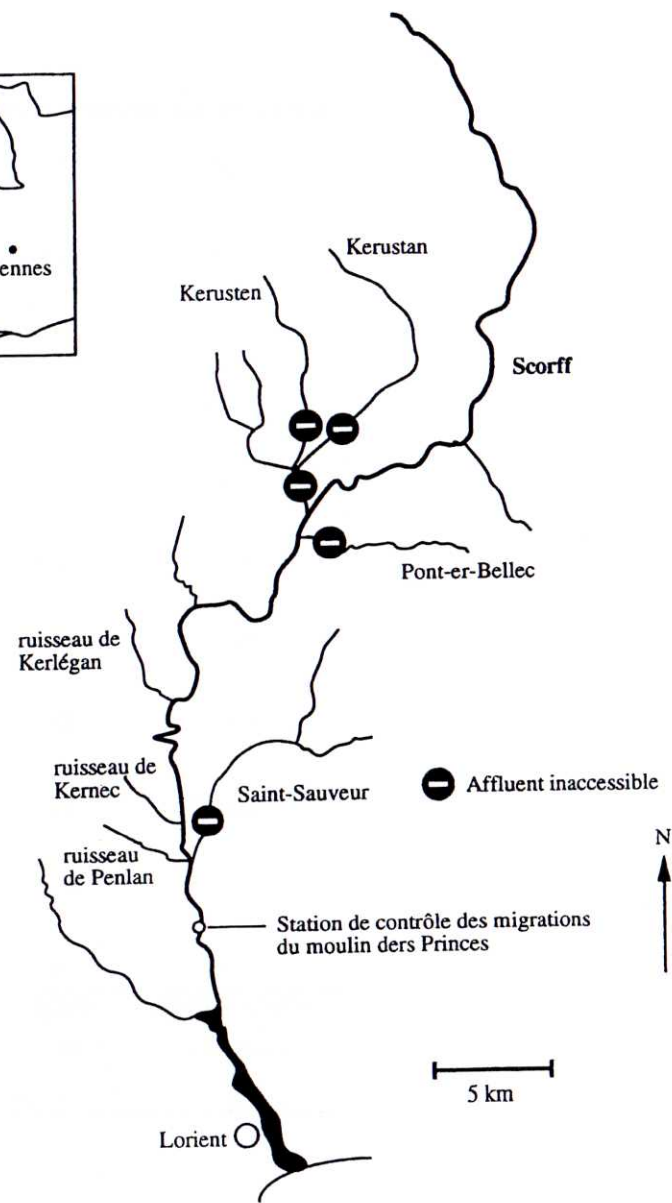
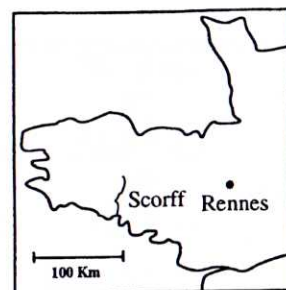
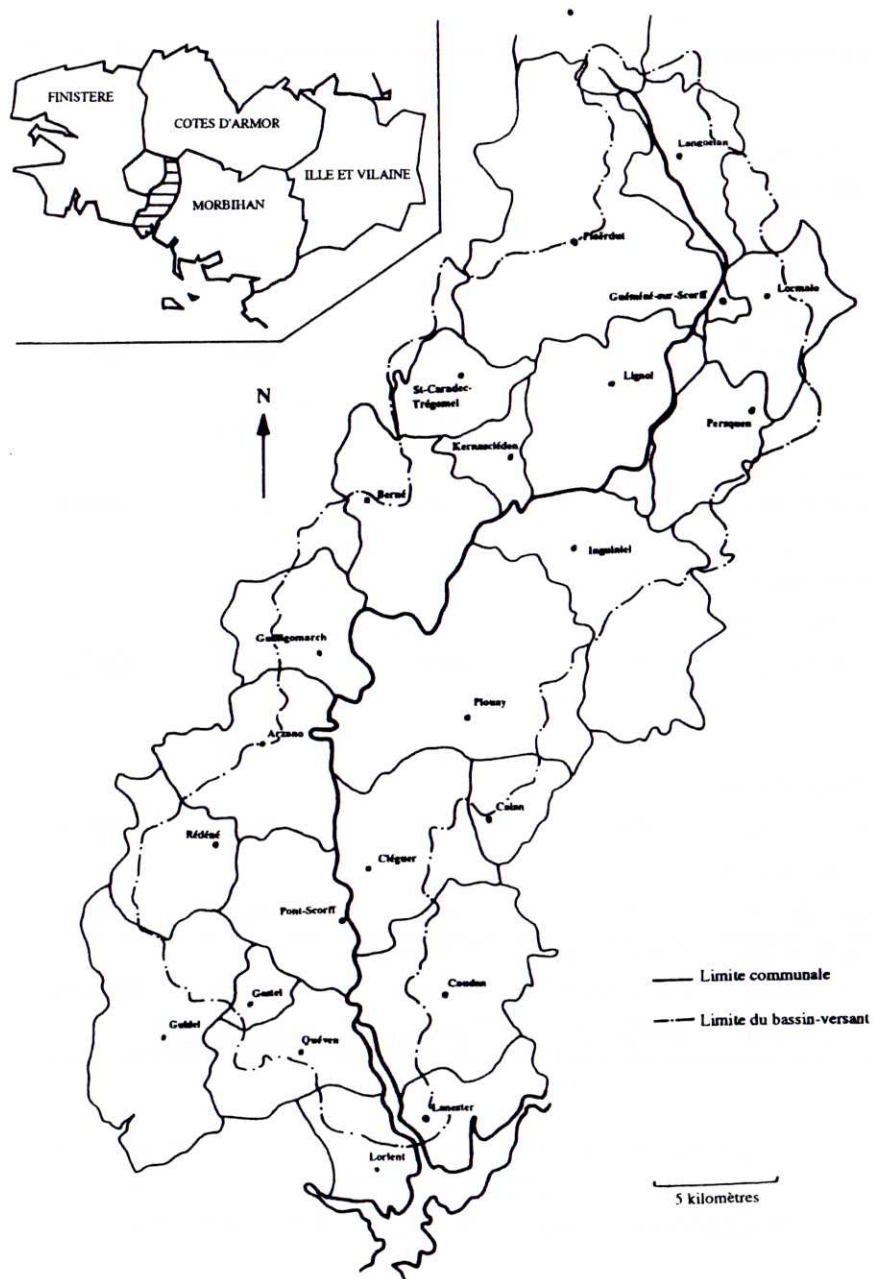


Figure 1 : Localisation géographique, bassin versant et réseau hydrographique du Scorff.

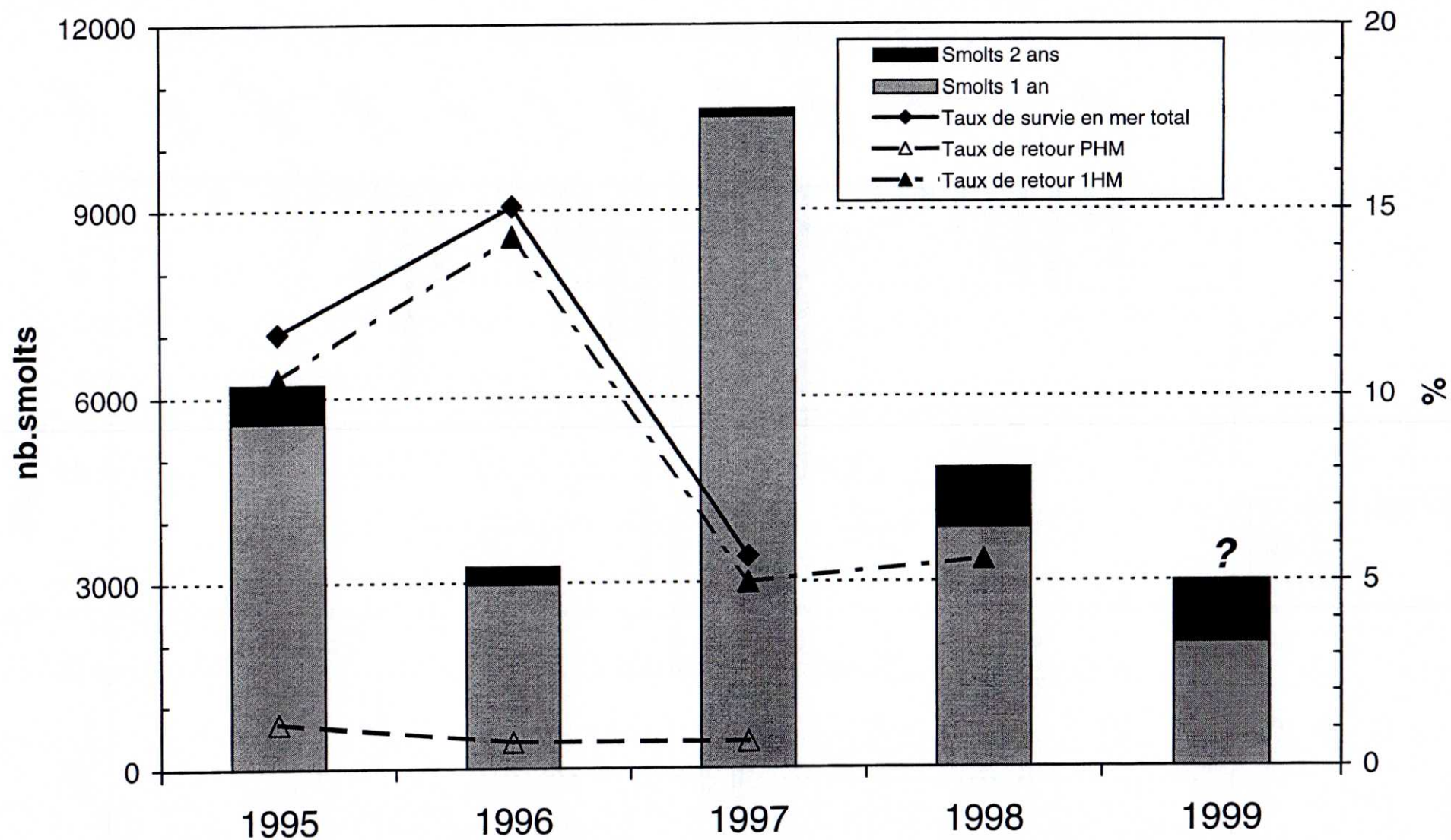


Figure 2 : Production de smolts par classe d'âge d'eau douce, taux de retours par catégorie d'âge de mer et taux de survie en mer total, par année de dévalaison. Pour l'année 1999, seul un ordre de grandeur de la production de smolts est donné.

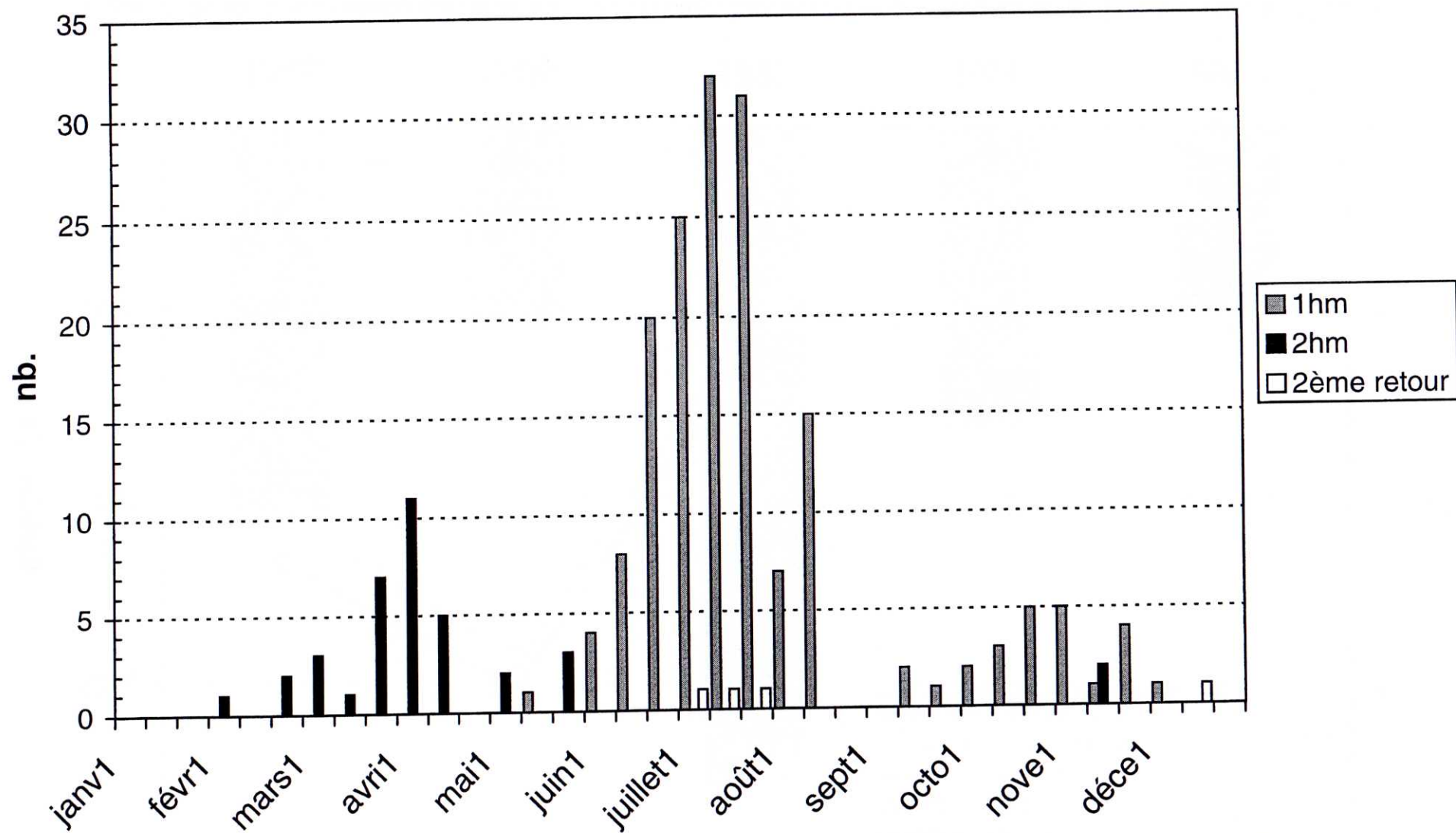


Figure 3 : Distribution par décade et par catégorie d'âge de mer des captures d'adultes à la station du Moulin des Princes.

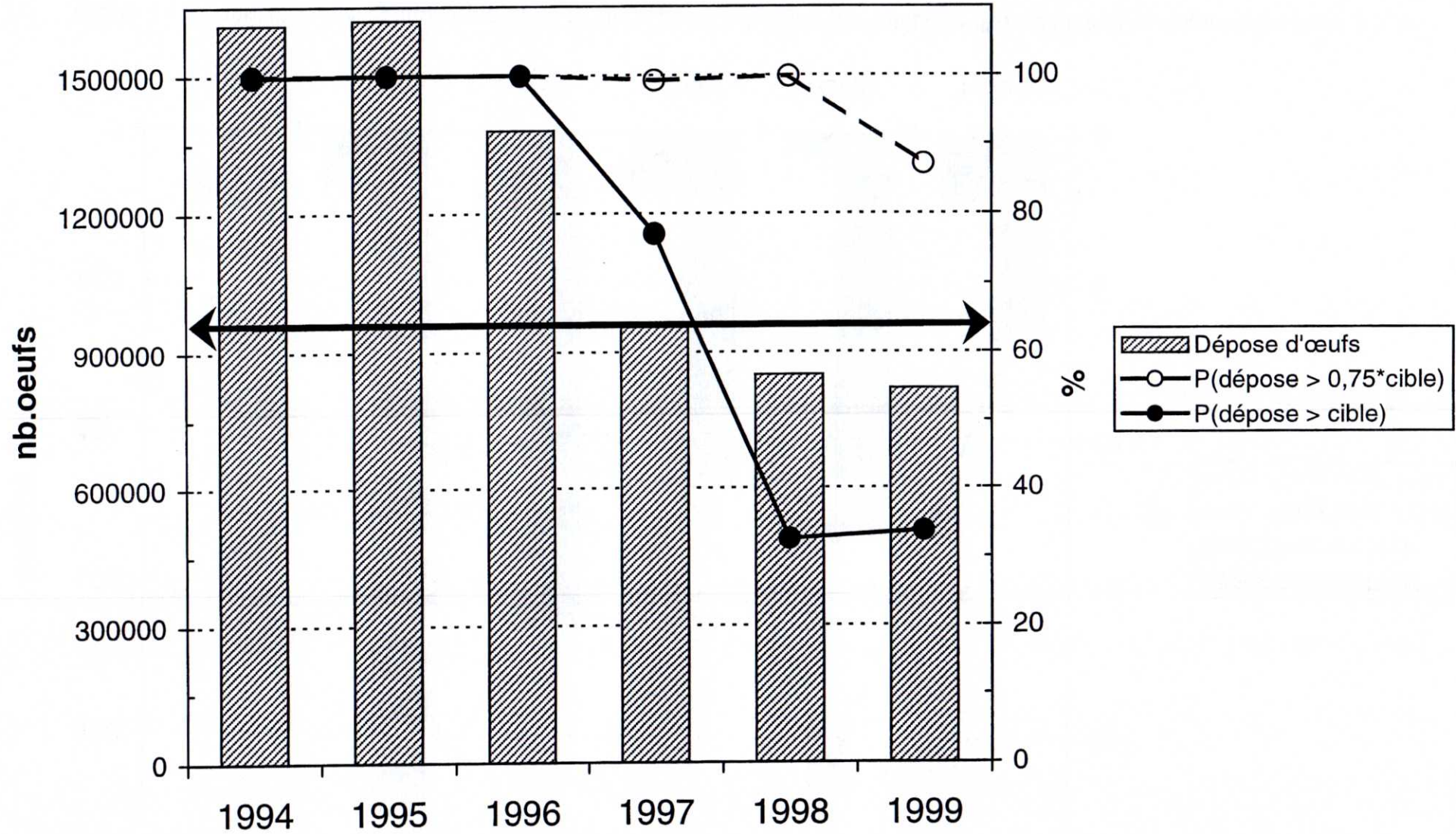


Figure 4 : Estimation de la dépense d'œufs annuelle (valeur la plus probable) et comparaison par rapport à la cible d'échappement (probabilité de dépasser la cible ou 75% de la cible).

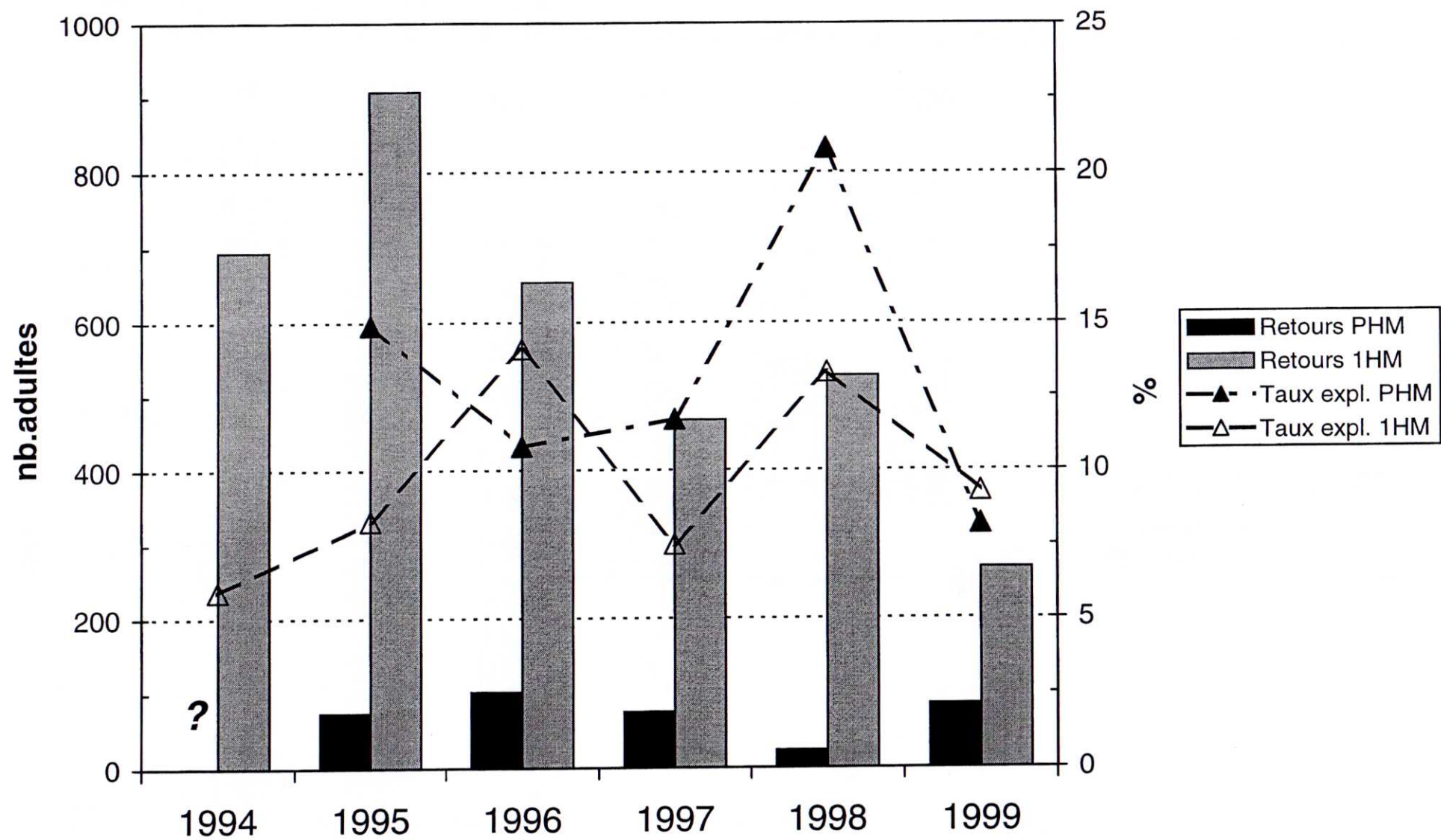
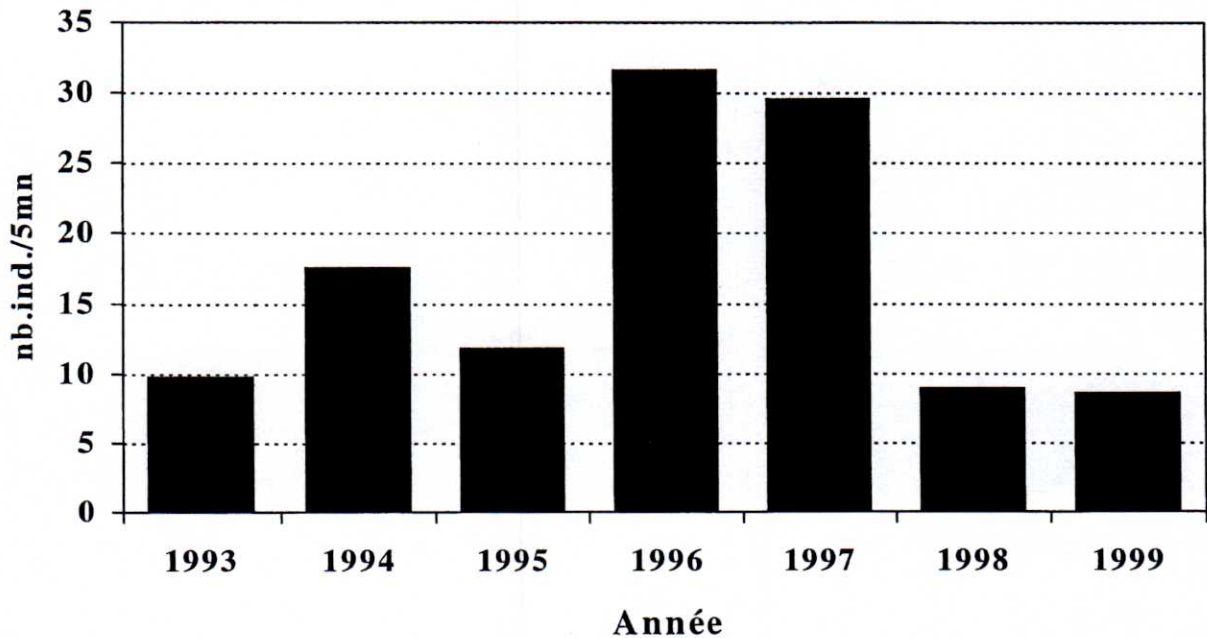


Figure 5 : Retours d'adultes et taux d'exploitation par la pêche à la ligne par catégorie d'âge de mer. Une valeur minimale est indiquée pour les PHM de l'année 1995 (Prévost, 1997).

ANNEXE

Abondance moyenne des tacons 0+ automnaux Scorff 1993/99



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 3.7, amplitude *a priori* normale pour une population naturelle. 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. Néanmoins, on notera que l'année 1999 est la plus faible observée depuis le début de la série et qu'elle suit une année elle aussi très faible.

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.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES

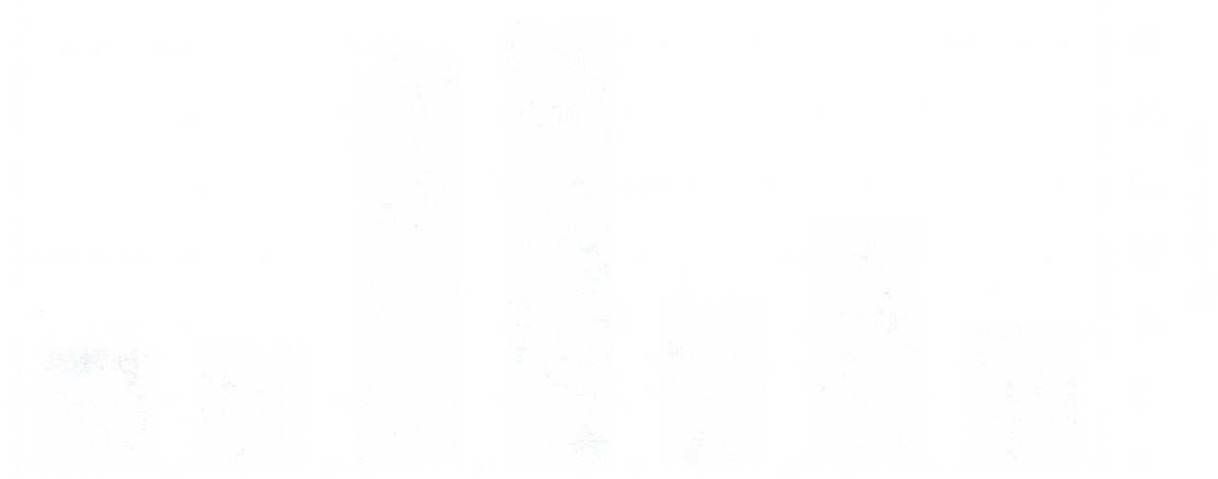


Figure 1: Population Growth in the United States, 1790-1860

The population of the United States grew rapidly during the early years of the nation. This growth was due to several factors, including high birth rates and immigration from Europe. The population increased from approximately 3.9 million in 1790 to over 31 million by 1860. This rapid increase in population led to the need for more land and resources, which in turn led to westward expansion.

Westward expansion was a major theme in the history of the United States. As the population grew, people sought new opportunities and land in the western part of the continent. This led to the discovery of gold in California and the opening of the transcontinental railroad. Westward expansion also led to conflicts with Native Americans and the Mexican-American War.

The history of the United States is a story of growth, expansion, and change. From a small colony to a major world power, the United States has overcome many challenges and achieved many successes. The history of the United States is a testament to the resilience and determination of the American people.