

INRA
Laboratoire d'écologie aquatique
65 rue de St Brieuc
35042 Rennes cedex

Agence de l'eau Loire ~ Bretagne
Av de Buffon
B.P. 6339
45063 Orléans

Etat du stock de saumon atlantique du Scorff (Morbihan) en 1995
***Comparaison de la dépose d'oeufs lors de la reproduction
par rapport à une cible d'échappement***

par

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

Etat du stock de saumon atlantique du Scorff (Morbihan) en 1995

Comparaison de la dépose d'oeufs lors de la reproduction par rapport à une cible d'échappement

par

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

En résumé...

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 sans équivalent en France pour l'étude de la dynamique de population chez le saumon atlantique. L'Agence de l'eau Loire ~ Bretagne apporte son soutien à un projet visant à évaluer la population de saumon du Scorff, fleuve côtier breton représentatif des cours d'eau à saumon du Massif Armoricain. Le premier rapport annuel de ce projet porte sur les données 1995 et traite de l'appréciation de l'état du stock par comparaison avec une cible d'échappement. Conformément au nouveau système de gestion des stocks de saumon bretons mis en place en 1996, on appelle cible d'échappement le nombre d'oeufs nécessaires lors de la reproduction pour, en moyenne sur le long terme, maximiser la fraction du stock prélevable par la pêche.

Pour pouvoir la comparer la dépose d'oeufs de l'année à la cible d'échappement on doit en premier lieu estimer le nombre d'adultes participant à la reproduction. On y procède par la méthode dites de "marquage et recapture". Sur les Scorff, les opérations de marquage sont menées à la station du Moulin des Princes située à la limite de l'influence des marées. Des échantillons de recapture sont récoltés tout au long de l'année. Ils proviennent des prises des pêcheurs à la ligne, d'individus échantillonnés pendant la reproduction sur les frayères ou de poissons récupérés morts ou mourants. La procédure d'estimation proprement dite est fondamentalement une "règle de trois" : à partir des recaptures on déduit la proportion d'individus marqués dans la population étudiée, proportion qui permet elle même d'estimer l'effectif total de la population connaissant le nombre de marques présentes au moment des opérations de recapture. Après conversion des nombres d'adultes en nombres d'oeufs, on peut bâtir une distribution de probabilité de la dépose d'oeufs.

508 castillons ou 1HM (ayant séjourné un seul hiver en mer, taille moyenne 612 mm pour 2490 g) et 43 saumons de printemps ou PHM (ayant passé deux hivers en mer, taille moyenne 747 mm pour 4570 g) ont été marqués au Moulin du Princes en 1995. Le nombre de poissons ayant participé à la reproduction est estimé à 742 1HM (intervalle de confiance à 95% [613, 1018]) et 45 PHM (intervalle de confiance à 95% [25, 188]), soit une dépose d'oeufs de 1700000 oeufs (intervalle de confiance à 95% [1300000, 2700000]), représentant 178% de la cible d'échappement du Scorff (953852 oeufs). La probabilité que la dépose d'oeufs 1995 ait été inférieure à la cible d'échappement est nulle.

En tenant compte des mortalités et prélèvements, on peut évaluer la remontée 1995 à environ 1000 adultes comprenant un peu plus de 900 1HM et au moins 74 PHM. Le faible nombre de PHM est relativement inquiétant. Il serait prudent de veiller à maintenir la fraction de PHM à un niveau maximum (en limitant par exemple les prélèvements) afin que le potentiel génétique qu'ils représentent puisse s'exprimer au mieux. 86 poissons ont été capturés par pêche à la ligne en 1995 (11 PHM et 75 1HM), soit un taux d'exploitation inférieur à 9%. La comparaison dépose d'oeufs/cible d'échappement montre que, pour des années comparables à 1995, il existe encore une marge de progression pour l'activité pêche sans mettre en péril la pérennité du stock.

Introduction

Le saumon en Bretagne

Le Saumon atlantique est un poisson migrateur amphihalín. Il naît en eau douce, où il séjourne 1 à 2 ans, avant de passer en mer pour entreprendre une migration océanique de grande amplitude (14 à 36 mois, certains individus vont jusqu'au Groenland), puis de revenir dans sa rivière natale pour se reproduire. La reconnaissance quasi-infaillible de leur rivière d'origine par les adultes fait qu'à chaque bassin hydrographique correspond (au moins) une population isolée, fonctionnant "en circuit fermé" et que l'on appelle aussi un stock.

Sur le plan national, la Bretagne est la région de France où le patrimoine des rivières à Saumon s'est globalement maintenu depuis un siècle et demi. Cette situation contraste fortement avec les autres régions françaises, puisque sur la même période l'espèce a cessé de fréquenter la majorité des grands fleuves de notre pays. A l'heure actuelle, le saumon est présent dans plus de 20 fleuves côtiers bretons. Il est exploité presque exclusivement par pêche à la ligne et la Bretagne représente entre les 2/3 et les 3/4 du total national des captures à l'aide de cette technique.

Avec la mise en service en mai 1994 de la station de contrôle des migrations de saumon du Moulin des Princes¹ 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*). Cet outil a permis le démarrage d'un programme scientifique mené par le Laboratoire d'écologie aquatique (Rennes) de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), en collaboration avec le Conseil supérieur de la pêche (CSP). Un des objectifs finalisés de ce programme est l'évaluation du stock sur un système bien représentatif des cours d'eau à saumon bretons. L'Agence de l'eau Loire ~ Bretagne a décidé d'apporter son soutien à ce projet en supportant une étude sur trois ans de suivi de l'état de la population de saumon à partir de l'ensemble très complet des données acquises sur le Scorff. Le présent document constitue le premier rapport annuel de cette étude. Il traite de l'appréciation de l'état du stock en 1995 par comparaison avec une cible d'échappement.

Évaluation de stock ?

Si l'on se réfère à la définition proposée par Hilborn et Walters (1992), l'évaluation d'un stock consiste en la production d'informations quantitatives sur l'état d'un stock et/ou son comportement en réponse à l'action de l'homme (par l'exploitation ou des modifications de son environnement) afin d'éclairer les décideurs dans leurs choix en matière de gestion. Dans le cas présent, il s'agit de gérer un patrimoine naturel, le saumon atlantique. L'élaboration de diagnostics quantitatifs passe par un processus d'analyse statistique et de modélisation qui se nourrit des données récoltées directement sur les stocks concernés : c'est un travail scientifique avec tout ce que cela implique en terme de rigueur dans l'élaboration des protocoles de récoltes des données, de spécification des méthodes et des hypothèses utilisées et d'analyse critique des résultats obtenus. Le fruit de ce travail scientifique est fourni aux gestionnaires qui pourront l'utiliser pour orienter leurs choix d'ordre politique, choix qui ont aussi à prendre en compte des éléments d'ordre économique et social externes à l'évaluation de stocks. Dans ce contexte, scientifique et gestionnaire ont chacun leur rôle qui ne doivent pas se substituer l'un à l'autre. Les scientifiques ne peuvent considérer que "l'objectivité" de leur démarche leur permet de déterminer une solution optimale aux problèmes posés par la gestion de la ressource, pas plus que les gestionnaires ne doivent transférer sur les scientifiques la responsabilité du choix politique qui leur incombe en arguant du fait que la science fournirait "la" réponse qui s'impose nécessairement à tous.

On appelle échappement la fraction d'un stock qui a échappé à l'exploitation et qui peut participer à la reproduction. Une cible d'échappement est un point de référence qui représente un nombre de géniteurs ou d'oeufs jugé nécessaire pour atteindre en moyenne sur le long terme un niveau d'abondance du stock répondant à certains critères d'optimalité relativement à

¹ La station du moulin des Princes est la propriété de la Fédération du Morbihan pour la pêche et la protection du milieu aquatique.

des objectifs de gestion préalablement spécifiés. Le concept de cible d'échappement et son utilisation concrète pour fournir des avis scientifiques sur l'état des stocks ont été initialement développés au Canada, où il constitue encore une des bases fondamentales des procédures d'évaluation des stocks de saumon atlantique. Ce concept a été plus récemment validé par le Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM, organisation scientifique internationale de conseil à la gestion des ressources halieutiques) qui a recommandé à l'ensemble des pays possédant des stocks de saumon atlantique de définir des cibles d'échappement pour chacun d'entre eux. A la suite de cette décision, deux ateliers scientifiques internationaux se sont tenus (l'un en décembre 1993 à Bushmills en Irlande du nord, l'autre en juin 1996 à Pont-Scorff en France²) pour faire le point et diffuser les méthodes disponibles pour l'élaboration de cibles d'échappement.

La définition de cible d'échappement a joué un rôle essentiel dans la mise en place de mesures de gestion visant à contrôler l'exploitation du saumon atlantique. En particulier, la politique de réduction des prélèvements par pêche entreprise au Canada depuis les années 80 a été fortement motivée par le constat que l'écrasante majorité des stocks canadiens n'étaient pas en mesure d'atteindre leurs cibles d'échappement. De même, depuis quelques années, les propositions scientifiques de quotas de pêche au Groenland, élaborées sous l'égide du CIEM, sont issues d'analyses incorporant la notion de cible d'échappement. C'est dans le prolongement de la dynamique qui existe autour de ce concept qu'ont été faites des propositions scientifiques (Prévost et Porcher, 1996) lors de la mise en place en 1996 à l'échelle de la Bretagne d'un nouveau système de gestion des stocks de saumon atlantique. 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 recommandations internationales du CIEM (Anonyme, 1996), sur la détermination de cibles d'échappement bassin par bassin selon la définition suivante (validées par le COGEPOMI Bretagne) : la cible d'échappement est le nombre d'oeufs 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)³.

Dans la suite de ce document, on se propose d'utiliser les données récoltées sur le Scorff en 1995 pour présenter, à l'occasion d'un exemple, les différentes étapes de la procédure permettant la comparaison entre nombre d'oeufs déposés lors de la reproduction et cible d'échappement.

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.

² Cette manifestation a été co-organisée par l'INRA et Pêches et Océans (Canada).

³ Relativement à cette définition, le terme "cible" est sans doute mal choisi (Anonyme, 1995) car il s'agit plutôt d'un seuil ou d'un point de référence limite pour reprendre la terminologie employée par Caddy et McGarvey (1996). En effet, il n'existe aucune justification pour le maintien d'un stock sous le niveau permettant de maximiser la fraction prélevable, car en dessous de cette valeur on se situe dans la zone dangereuse où le recrutement peut chuter rapidement par manque de géniteurs. A l'inverse, il n'y a pas de danger réel à dépasser cette valeur car on ne trouve aucun exemple de stock qui se soit écroulé consécutivement à un excès de reproducteurs.

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

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 953852 oeufs, représentant la quantité d'oeufs nécessaire pour maximiser en moyenne sur le long terme la fraction du stock prélevable.

Estimation de la dépose d'oeufs

Avant de pouvoir la comparer à la cible d'échappement, la dépose d'oeufs effective de l'année considérée doit préalablement avoir été quantifiée. Pour ce faire on doit disposer d'estimations :

- du nombre d'adultes participant à la reproduction,
- de la proportion de femelles parmi les reproducteurs,
- de la fécondité moyenne par femelle.

Parmi les adultes de saumon atlantique on distingue classiquement au moins deux catégories dont les caractéristiques biologiques sont bien distinctes :

- les poissons à court séjour marin (14 à 18 mois pour un seul hiver passé en mer et que l'on notera IHM), encore appelés castillons, dont la taille moyenne est de 60-65 cm pour un poids de 2 à 3 kg et parmi lesquels le rapport des sexes est plutôt équilibré ;
- les poissons à long séjour marin (environ 24 mois soit deux hivers passés en mer et que l'on notera PHM), encore appelés saumons de printemps, dont la taille moyenne tourne autour de 75 cm pour un poids de 3 à 5 kg et parmi lesquels on trouve une très forte majorité de femelles. On peut adjoindre à ce groupe les individus passant 36 mois en mer et ceux s'étant déjà reproduits au moins une fois, qui représentent actuellement tout au plus quelques pourcent des adultes dans les stocks du Massif Armoricaïn.

Ces deux catégories diffèrent aussi par leurs périodes de retour en eau douce : les IHM entrent en rivière principalement du 15 juin à la fin juillet et plus secondairement à l'automne, alors que les PHM reviennent dans leur cours d'eau natal essentiellement durant les mois de mars, avril et mai (voire juin). Du point de vue de l'exploitation les PHM sont, en raison surtout de leur grande taille, plus recherchés par les pêcheurs que les IHM. A l'heure actuelle la composante PHM est très peu abondante et ceci est un phénomène général qui affecte l'ensemble de l'aire de répartition des deux cotés de l'Atlantique nord. L'ensemble des ces considérations justifie que l'on sépare IHM et PHM lors des principales étapes de la procédure de traitement des données.

Estimation du nombre d'adultes participant à la reproduction

Quelle que soit la catégorie d'adulte concernée, l'estimation du nombre de reproducteurs participant au frai repose sur la technique dites de "marquage et recapture".

Les opérations de marquage sont menées à la station du Moulin des Princes située en fond d'estuaire à la limite de l'influence des marées. Les poissons sont prélevés dans une sorte de nasse métallique, un épi rocheux qui barre le cours du Scorff en aval de l'installation

servant à les guider vers le dispositif de capture⁴. Chaque poisson piégé est mesuré (longueur fourche 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 (colorant qui se fixe dans les structures calcifiées) 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 par une combinaison de trois points parmi huit positions possibles permet un codage de la semaine de passage au piège du Moulin des Princes. Une fois marqué 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 marque 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 qui ont été présentées au Moulin des Princes pour détecter la présence éventuelle d'une marque. Plus secondairement il s'agit également de poissons récupérés morts ou mourants à la station du Moulin des Princes ou dans le Scorff puis amenés à la station pour identification d'un possible marquage.

- de 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 (le recours à la pêche électrique est exceptionnel) 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.

Quelque soit le mode de recapture utilisé, on ne considère pour les estimations d'effectifs d'adultes que les poissons ayant été examinés par du personnel scientifique pour minimiser l'incertitude dans l'identification des marques. La séparation des IHM et des PHM parmi les poissons recapturés a été faite soit à partir d'un prélèvement d'écailles (captures à la ligne et poissons morts), soit à partir d'un critère de taille (poisson capturés vivants sur les frayères) en fixant une limite à environ 700 mm de longueur fourche (cf. § II.1) et en s'aidant de l'indication de la semaine de passage au piège du Moulin des Princes pour les individus marqués.

Les techniques statistiques d'estimation de population à partir d'expériences de marquage/recapture reposent sur un certain nombre d'hypothèses de base qui peuvent légèrement varier suivant la méthode utilisée, mais dont la plus importante est une égale probabilité de (re)capture des individus marqués et non marqués. Elles ont fait l'objet de nombreux développements (voir entre autres : Seber, 1982 ; Gazey et Staley, 1986 ; Arnason *et al.*, 1996). Quelque soit la méthode statistique, le principe fondamental de l'estimation est toujours une "règle de trois" : à partir d'un échantillon de recapture on déduit une estimation de la proportion d'individus marqués dans la population étudiée, proportion qui permet elle même d'estimer l'effectif de la population connaissant le nombre de marques présentes au moment des opérations de recapture. Ainsi, pour estimer l'effectif d'une population il nous faut connaître :

- le nombre de marques apposées potentiellement récupérables lors des opérations de recapture,

⁴ Cet épi rocheux a été renforcé en cours d'année (fin avril 1995).

- le nombre d'individus recapturés et marqués,
- le nombre d'individus recapturés et non marqués.

Dans le cas présent, la méthode bayésienne de Gazey et Staley (1986) a été choisie et appliquée au moyen d'une feuille de calcul conçue par G. Chaput (Pêches et Océans, Moncton, Canada), l'estimateur retenu étant la valeur la plus probable. Cette méthode présente l'avantage de permettre l'obtention directe d'une distribution de probabilité de la taille de la population. Les estimations ont été menées séparément et avec quelques variantes méthodologiques pour les IHM et les PHM.

Pour les IHM, l'échappement a été estimé directement en prenant en compte les échantillons recapturés pendant et juste après la reproduction. Le nombre de marques présentes dans la population de IHM lors du frai (m_{1f}) a été calculé de la façon suivante :

$$m_{1f} = m_{1t} \cdot s_1 - m_{1l}$$

m_{1t} = nombre de IHM marqués à la station du Moulin des Princes et relâchés vivants en amont,

s_1 = taux de survie pour les IHM entre la capture au piège et la période de reproduction,

m_{1l} = nombre de IHM marqués extraits par les captures à la ligne.

Le nombre de poissons marqués capturés par pêche à la ligne est lui même estimé par :

$$m_{1l} = C_{1l} \cdot p_{1ml}$$

C_{1l} = estimation des captures de IHM à la ligne faites lors du suivi de la pêche⁵,

p_{1ml} = proportion de poissons marqués dans les captures à la ligne de IHM présentées pour identification de marques au Moulin des Princes.

Le taux de survie (s_1) a pour but de tenir compte du fait que, en dehors de celles retirées par la pêche, toutes les marques ne sont plus présentes au moment de la reproduction. En effet, des mortalités occasionnelles sont observées (7 IHM récupérés morts à la station du Moulin des Princes ou trouvés le long du Scorff en 1995) et les poissons effectivement récupérés ne constituent qu'une valeur minimale du nombre de marques non disponibles en fin d'année. D'autres mortalités que celles réellement constatées (quelqu'en soit la cause : naturelle, braconnage...) peuvent intervenir. Le taux s_1 n'est pas connu et on envisagera donc trois valeurs possibles : un maximum correspondant aux seules mortalités effectivement observées, un minimum fixé à 90% et une valeur intermédiaire de 95%.

Le nombre total de PHM marqués potentiellement recapturables a été estimé en tenant compte des mortalités importantes observées au cours des mois d'avril à juin 1995 consécutivement à une épizootie qui a affecté uniquement les PHM. Le stress inhérent aux manipulations réalisées lors de la capture et du marquage au Moulin des Princes a pu entraîner une surmortalité chez les poissons marqués. Par ailleurs, les poissons passés au piège et récupérés morts par la suite ont montré que cette maladie entraînait la mort rapidement après l'entrée en eau douce (généralement dans un délai de moins de deux semaines) et les individus malades sont réputés très difficilement capturables par pêche à ligne. On a donc considéré qu'aucun des poissons marqués affectés par l'épizootie n'était disponible pour une recapture ultérieure d'aucune sorte. Le nombre total de PHM marqués et morts au cours de cette épizootie est estimé en faisant l'hypothèse que seule la moitié d'entre eux a pu être effectivement récupérée au cours des mois d'avril à juin (que ce soit au Moulin des Princes ou le long du Scorff). Une fois tenu compte du nombre de marques retirées par l'épizootie, l'échappement de PHM ne peut être estimé selon la même méthode que pour les IHM en raison du nombre trop faible de recaptures effectuées en 1995 pendant ou peu après la reproduction (7 PHM dont un seul marqué). On a donc cumulé l'ensemble des recaptures faites tout au long de l'année. En faisant l'hypothèse que la proportion de PHM marqués a été stable au cours du temps, ce cumul permet d'estimer le nombre d'individus étant retournés

⁵ Un suivi halieutique de l'exploitation du saumon dans le Scorff est réalisé chaque année depuis 1992 par l'INRA en collaboration avec l'association de pêche locale (AAPPMA de Plouay).

dans le Scorff en 1995 déduction faites des mortalités consécutives à l'épizootie. Le nombre total de marques disponibles pour une recapture éventuelle (m'_{Pt}) est calculé comme suit :

$$m'_{Pt} = m_{Pt} - m_{Pm}$$

m_{Pt} = nombre de PHM marqués à la station du Moulin des Princes et relâchés vivants en amont,

m_{Pm} = nombre de PHM marqués et morts lors de l'épizootie.

L'échappement (E_p) est alors ainsi obtenu :

$$E_p = R'_p \cdot s_p - C_{Pl} \text{ (a)}$$

R'_p = nombre de PHM étant retournés dans le Scorff en 1995 déduction faites des mortalités consécutives à l'épizootie,

s_p = taux de survie pour les PHM entre la capture au piège et la période de reproduction (hors épizootie),

C_{Pl} = nombre de captures de PHM estimé lors du suivi de la pêcherie.

Compte tenu du temps de séjour en rivière important des PHM (plusieurs mois), on a retenu pour s_p la valeur minimale considérée pour les IHM soit 90%.

Proportion de femelles et fécondité moyenne par femelle

La méthode retenue pour le calcul de la cible d'échappement du Scorff reposant 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 utilisera ces mêmes valeurs pour convertir le nombre d'adultes ayant participé à la reproduction en dépose d'oeufs, soit :

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

Distribution de probabilité de la dépose d'oeufs

L'estimation de l'échappement étant menée séparément pour les IHM et les PHM, on obtient deux distributions de probabilité du nombre d'adultes participant à la reproduction. Pour les IHM, on retiendra la distribution la plus pessimiste, c'est à dire celle correspondant à $s_1 = 90\%$. Pour les PHM, la distribution de probabilité donnée par la méthode d'estimation est celle de R'_p ; elle est secondairement transformée en celle de E_p par application directe de l'équation (a). Après conversion des nombres de IHM et de PHM en nombres d'oeufs grâce aux paramètres présentés au paragraphe précédent, les deux distributions sont combinées, en considérant qu'elles sont indépendantes, pour obtenir une distribution de probabilité de la dépose d'oeufs totale. La valeur la plus probable est retenue comme estimation de la dépose d'oeufs.

Comparaison de la dépose d'oeufs avec la cible d'échappement

La confrontation de la dépose d'oeufs 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 de la dépose d'oeufs pour en déduire une probabilité que la cible d'échappement ait été dépassée, probabilité qui incorpore l'incertitude dans la détermination de la dépose d'oeufs.

II - Résultats

II.1 - Caractéristiques des adultes échantillonnés à la station du Moulin des Princes en 1995

551 adultes de saumon atlantique ont été capturés au piège du Moulin du Princes en 1995. Il s'agit essentiellement de 1HM (508 individus soit 92%), les PHM représentant une fraction minoritaire (43 individus soit 8%) composée uniquement de poissons ayant passé deux hivers en mer. Aucun individu âgé de trois ans de mer ou ayant survécu à une première reproduction n'a été observé en 1995. Tous âges de mer confondus, le temps de séjour en eau douce des adultes est de un an (61%) ou 2 ans (39%). Les 1HM ont une taille moyenne de 612 mm (ec.type = 34 mm) pour un poids moyen de 2490 g (ec.type = 448 g) contre 747 mm (ec.type = 36 mm) et 4570 g (ec.type = 690 g) pour les PHM (Fig. 2). Une limite à 700 mm permet séparer 1HM et PHM avec un taux d'erreur de moins de 2%. Le distribution des captures au piège au cours de l'année 1995 est présentée à la figure 3. On notera qu'aucun PHM n'a été pris avant la troisième décade mars, que 93% des 1HM l'ont été de la deuxième décade de juin à la première décade d'août et que presque aucun poisson n'a été échantillonné au cours de l'automne (6 1HM). Cette distribution temporelle ne représente pas directement 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 (voir "Discussion").

II.2 - Estimation de la dépose d'oeufs lors du frai 1995 sur le Scorff

Estimation du nombre d'adultes participant à la reproduction

Échappement 1HM (Tableau 1)

508 1HM ont été échantillonnés au piège du Moulin des Princes. Sept d'entre eux sont morts lors de leur capture ou au cours de leur manipulation et un individu a été relâché non marqué. 500 1HM marqués ont donc été libérés vivants et marqués en amont de l'installation de piégeage. Les captures à la ligne de 1HM ont été estimées à 75 poissons (Prévoist, 1996), dont 80% étaient marqués (39 sur 49 1HM pris à la ligne et présentés pour identification de marque à la station du Moulin des Princes). Sept 1HM marqués ont été récupérés morts avant la période de reproduction, ce qui constitue une évaluation minimale de la mortalité qui a pu affecter les 1HM entre la date de leur marquage et la période de frai. Le nombre de marques potentiellement recapturables pendant ou peu après la reproduction est donc au maximum de 433 ($500 - (75 \times 0.8) - 7$) et de 415 ou 390 selon que l'on retient l'hypothèse d'une survie entre la marquage et le frai de 95% ou de 90%. 59 1HM ont été recapturés pendant ou peu après la reproduction dont 31 étaient marqués. Selon l'hypothèse de survie en rivière retenue, on obtient alors les estimations d'échappement suivantes :

- pas de mortalités entre marquage et reproduction autres que celles effectivement constatées : 824 1HM, intervalle de confiance à 95% [680,1127],
- 95% de survie du marquage à la reproduction : 791 1HM, intervalle de confiance à 95% [650, 1082],
- 90% de survie du marquage à la reproduction : 742 1HM, intervalle de confiance à 95% [613, 1018].

A partir de ces valeurs on peut, en réintégrant les captures et autres mortalités, rétro-calculer l'effectif des retours de 1HM. On obtient ainsi une estimation d'un peu plus de 900 1HM revenus dans le Scorff en 1995.

Échappement PHM (Tableau 1)

43 PHM ont été échantillonnés au piège du Moulin des Princes. 42 ont été relâchés marqués et vivants en amont, un d'entre eux ayant été capturé mourant. 10 PHM marqués ont été effectivement récupérés morts lors de l'épizootie printanière. En considérant que seulement 50% des poissons marqués morts ont pu être récoltés, on évalue à 22 le nombre de marques disponibles pour une recapture ultérieure au cours de l'année 1995. Tous modes de recapture confondus, 5 PHM marqués ont été observés parmi un échantillon de 14 individus.

On estime alors à 62 (intervalle de confiance à 95% [40, 221]) le nombre de PHM revenus dans le Scorff en 1995 déduction faites des mortalités occasionnées par l'épizootie du printemps. En tenant compte d'un prélèvement par pêche de 11 PHM (Prévost, 1996) et d'un taux de mortalité (hors épizootie) de 10% entre le marquage et la reproduction, on estime à 45 individus (intervalle de confiance à 95% [25, 188]) l'échappement de PHM. Les retours de PHM avant mortalité liée à l'épizootie printanière sont difficiles à quantifier car on ne connaît pas le nombre total de poissons affectés par cette dernière. Néanmoins, une estimation minimale de 74 PHM peut être avancée en réintégrant l'ensemble des mortalités printanières dûment constatées.

Estimation et distribution de probabilité de la dépose d'oeufs

En combinant, après conversion des nombres d'individus en nombre d'oeufs, les distributions de probabilité de l'échappement en IHM (celle correspondant à une survie de 90% entre le marquage et la reproduction) et PHM, on obtient une distribution de probabilité de la dépose d'oeufs totale (Fig. 4). Ainsi, la dépose d'oeufs 1995 sur le Scorff est estimée à 1700000 oeufs avec un intervalle de confiance à 95% s'étendant de 1300000 à 2700000 oeufs.

II.3 - Comparaison de la dépose d'oeufs 1995 par rapport à la cible d'échappement du Scorff

La dépose d'oeufs estimée pour 1995 est égale à 178% de la cible d'échappement du Scorff. L'examen de la distribution de probabilité cumulée (Fig. 4) de la dépose d'oeufs indique que la probabilité que la dépose d'oeufs ait été inférieure à la cible d'échappement est nulle.

III - Discussion

Précision des estimations et validité des résultats

La proportion de IHM marqués dans les captures à la ligne (80%) est très nettement supérieure celle observée parmi ceux échantillonnés pendant ou peu après le frai (53%). La pêche à la ligne fermant au début octobre, cet écart pourrait être dû, soit à des pertes de marques entre la capture au piège du Moulin des Princes et le frai, soit à un afflux de poissons non marqués au cours de l'automne. La seconde hypothèse est la seule vraisemblable car :

- le marquage des poissons se fait en plusieurs points du corps (voir "Matériel et méthodes") et il est très peu probable qu'il disparaisse en même temps de tous ces points.

- en 1994 (année de mise en service de la station du Moulin des Princes) et 1996, les retours de IHM se sont faits en deux "vagues" (Prévost, données non publiées) : une principale correspondant à un pic de migration très marqué au cours de l'été, une plus secondaire et plus diffuse au cours de l'automne. En 1995, seulement 6 poissons ont été échantillonnés à la station du Moulin des Princes en automne.

- un système anti-retour a été installé au début de l'automne sur le piège de montée et une petite expérience (mise en fonction de ce système à jour alterné) menée au printemps 1996 a montré qu'il constituait un frein presque absolu à l'entrée des poissons dans la nasse de capture.

Ainsi, les retours automnaux n'ont pratiquement pas été échantillonnés en 1995. En considérant que la proportion de IHM marqués dans les captures à la ligne est un bon reflet de la proportion de IHM marqués au cours de la "vague" estivale on peut estimer cette dernière à un peu plus de 600 poissons, ce qui, par différence, permet d'évaluer grossièrement à un peu moins de 300 poissons les retours automnaux de IHM. La répartition dans le temps des

captures au piège de Moulin des Princes (Fig. 3) ne peut donc être interprétée en 1995 comme le rythme d'entrée en eau douce des adultes.

La distribution de probabilité de la dépose d'oeufs présentée à la figure 4 est une représentation optimiste de la précision de l'estimation de l'échappement. En effet, en dehors de l'incertitude propre à la technique d'estimation par marquage recapture, celle inhérente à un certain nombre d'autres éléments n'a pas été prise en compte dans le processus d'estimation. En particulier n'a pas été considéré l'incertitude liée à :

- la survie entre le marquage et la période de reproduction,
- l'estimation du nombre de marques retirées par les captures à la ligne, avec deux éléments l'estimation des captures et l'estimation de la proportion de poissons marqués sur un échantillon (les poissons présentés au moulin des Princes) tiré parmi les captures.
- le nombre de marques non disponibles pour une recapture éventuelle du fait de l'épizootie du printemps et les variations possibles de la proportion de poissons marqués au cours de l'année, ces deux points concernant les PHM uniquement.

L'incertitude liée à ces éléments peut être évaluée par des approches de simulation et/ou de rééchantillonnage (voir Chaput *et al.* (1996) pour un exemple de mise en oeuvre de ces techniques sur un problème du même type). En tout état de cause, une augmentation de l'étalement de la distribution de probabilité de la dépose d'oeufs se ferait de façon dissymétrique, préférentiellement du côté des fortes valeurs. En effet, la dispersion du côté des faibles valeurs est fortement contrainte par le minimum effectivement observé (nombre de marques disponibles + nombre de recaptures non marqués) qui est conséquent dans notre cas. L'incertitude du côté des fortes valeurs est la moins gênante dans la mesure où l'objectif premier est de comparer la dépose d'oeufs à une cible d'échappement, valeur de référence que l'on souhaite dépasser. Quoiqu'il en soit, on peut considérer que la distribution de probabilité de la dépose d'oeufs présentée à la figure 4 demeure tout à fait valable. En effet, outre que la plus forte incertitude dans les estimations d'échappement concerne la fraction minoritaire des PHM, il faut également noter que :

- pour les IHM :

- α la mortalité (hors capture à la ligne) entre le marquage et la période de reproduction ne peut qu'être faible, car dans le cas inverse la présence régulière des pêcheurs et du personnel scientifique le long d'un cours d'eau de taille relativement modeste comme le Scorff conduit à observer des indices contraires (comme pour les PHM au printemps par exemple).

- α la précision de l'estimation des captures n'est pas connue dans l'absolu, mais la méthode utilisée, reposant sur un suivi journalier des informations de capture en collaboration avec l'association de pêche locale, permet d'assurer une bonne précision dont l'ordre de grandeur peut être évalué à 10%. En outre une relative imprécision sur l'estimation des captures est peu gênante dans la mesure où elles sont faibles comparées à l'échappement.

- α la proportion de poissons marqués dans les captures est évaluée sur un échantillon de bonne taille (49 IHM présentés au Moulin des Princes sur 75 captures, soit 65%). En outre la proportion obtenue (80% de marqués) est confirmée sur l'échantillon plus important des poissons déclarés officiellement auprès du CSP (50 IHM marqués sur 62 déclarés) mais dont tous n'ont pas pu être examinés directement par le personnel de la station du Moulin des Princes.

- pour les PHM, la distribution de probabilité de l'échappement dérivée de l'estimation des retours (déduction faite des mortalités printanières) est conservatrice dans le sens où :

- α la limite basse de l'intervalle de confiance à 95% du nombre d'individus participant à la reproduction (25 PHM, Tableau 1) est pessimiste. En effet, si l'on retient une hypothèse basse de seulement 10 PHM marqués présents lors de la reproduction, et sachant que sur 7 PHM recapturés pendant ou peu après le frai un seul était marqué,

on peut estimer par la méthode de Gazey et Staley (1986) que la probabilité que l'échappement de PHM soit inférieur à 25 est en fait inférieure à 0.5%.

✕ dans le cas où la précision d'estimation des PHM aurait été surestimée, la limite haute de l'intervalle de confiance de l'échappement en PHM (224, Tableau 1) pourrait être la aussi pessimiste. Néanmoins, cette borne supérieure est tout à fait vraisemblable ; elle correspond à des retours supérieurs à 250 PHM, chiffre qui est très peu probable dans le contexte général actuel de faible abondance des PHM.

Ainsi, la conclusion que la dépose d'oeufs 1995 a été certainement (probabilité de 100%) supérieure à la cible d'échappement du Scorff conserve toute sa validité.

Les mortalités de PHM au printemps

Au cours du printemps (d'avril à juin) des poissons malades ont été fréquemment observés dans le Scorff, 12 ayant pu être repris ou récupérés morts. Parmi ces poissons effectivement observés tous sauf un étaient marqués. Une telle proportion de marqués pourrait faire penser à une mortalité liée aux opérations de marquage, mais un certain nombre d'éléments contredisent cette hypothèse. En effet :

- les mortalités printanières n'ont pas été limitées au Scorff. Elles ont été observées, avec une intensité variable, sur la majorité des rivières à saumon bretonnes. Il s'agissait donc d'un phénomène épizootique à l'échelle au moins régionale, comme cela est observé de manière récurrente depuis plus de 20 ans.

- un poisson mourant et d'autres présentant des signes d'affection par la maladie (relative apathie, nageoires endommagées...) ont été observés lors de leur capture avant marquage.

- proportionnellement au nombre de poissons marqués, l'épizootie a touché très sélectivement (comme pour les autres années où ce phénomène a été observé) les PHM, alors que les IHM ont subi les mêmes manipulations.

- l'essentiel des poissons récupérés morts ou mourant l'ont été à la station du Moulin des Princes. Or, la configuration de la prise d'eau du dispositif de piégeage fait que les poissons se trouvant en amont de l'entrée du canal d'amenée du Moulin des Princes vont en dévalant préférentiellement emprunter le cours majeur du Scorff. Ainsi, la récupération à la station du Moulin des Princes de saumons dérivant vers l'aval pourrait être sélective en faveur des individus marqués, en concernant en premier lieu des poissons qui n'ont pas migré hors du canal d'amenée (comportement qui pourrait être favorisé par une affection pathologique).

Même s'il fait peu de doute que les mortalités de PHM observées au printemps aient été causées par une épizootie, il n'en demeure pas moins que la mortalité des saumons marqués à la station du Moulin des Princes a pu être supérieure à la moyenne, le stress lié essentiellement à la capture étant connu pour avoir un effet immunodépresseur.

L'importance même approximative de l'ensemble des mortalités consécutives à l'épizootie est très difficilement quantifiable. Les 12 poissons effectivement récupérés morts ou mourant constituent une valeur minimale. Quelqu'ait été l'ampleur du phénomène, des PHM ont cependant été échantillonnés pendant ou peu après le frai. Même en prenant un hypothèse basse de seulement 10 PHM marqués participant au frai, la recapture en fin de saison de 7 PHM dont un seul été marqué permet d'évaluer, par la méthode de Gazey et Staley (1986) qu'il existe 90% de chances que l'échappement en PHM ait été malgré tout supérieur à 60 individus.

Retours d'adultes 1995 et exploitation par la pêche à la ligne

En rajoutant aux estimations réalisées les mortalités et prélèvements subis par les adultes, on peut évaluer la remontée 1995 à environ 1000 poissons comprenant un peu plus de 900 IHM et au moins 74 PHM. Malgré le peu de recul dont nous disposons encore, un tel chiffre correspond certainement à une bonne année pour le Scorff. Néanmoins. Il confirme

aussi la faible abondance actuelle de la composante PHM, faible abondance qui est un phénomène général à l'échelle de l'Atlantique nord (Gough *et al.*, 1992 ; Youngson, 1995 ; Anonyme, 1996).

Le faible nombre de PHM est relativement inquiétant. En effet, ces poissons du fait de leur grande taille et de leur rapport des sexes fortement biaisé en faveur des femelles ont un potentiel de dépose d'oeufs par individus près de trois fois supérieur à leur congénères IHM. En outre, ils sont aussi le type de poissons le plus recherché par les pêcheurs. Même si il n'existe pas de preuve formelle, il est aujourd'hui communément admis que la cause fondamentale de cette faible abondance des PHM serait liée à une conjoncture environnementale défavorable en milieu marin (Martin et Mitchell, 1985 ; Friedland *et al.*, 1993; Friedland et Haas, 1996.). Parallèlement, les données scientifiques disponibles indiquent aussi que le temps de séjour en mer est un caractère partiellement déterminé génétiquement (Naevdal, 1983 ; Ritter *et al.*, 1986 ; Jordan *et al.*, 1990). En conséquence, il serait prudent de veiller à maintenir au cours des années à venir l'échappement de PHM à un niveau maximum (en limitant par exemple les prélèvements) afin que le potentiel génétique qu'ils représentent puisse s'exprimer pleinement lorsque les conditions environnementales en milieu marin redeviendront plus favorables et favoriser ainsi une augmentation la plus rapide possible de cette composante des stocks à long séjour marin.

Les captures par pêche à la ligne ont été estimées à 86 poissons (Prévost, 1996) en 1995, soit 11 PHM et 75 IHM. Le taux d'exploitation de la population d'adultes est donc inférieur à 9%. Le rapport IHM/PHM des prises est globalement le reflet de celui des retours d'adultes, ce qui montre qu'en 1995 l'exploitation par pêche n'a pas porté sélectivement plus sur une composante que sur l'autre (comme c'est le cas général ailleurs en Bretagne où les PHM sont les plus fortement exploités). La comparaison de la dépose d'oeufs par rapport à la cible d'échappement montre que, pour des années comparables à 1995, il existe encore une marge de progression pour les captures, et donc pour l'activité pêche, sans mettre en péril la pérennité du stock.

Remerciements

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

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, 1995. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon. ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark, 3-12 April 1996. *ICES CM 1995/Assess: 14 Ref. M*, 191 p.
- Anonyme, 1996. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon. Moncton, Canada, 10-19 April 1996. *ICES CM 1996/Assess: 11 Ref. M*, 228 p.
- Aranason 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.
- Caddy J.F. et R. McGarvey, 1996. Targets or limits for management of fisheries. *North Am. J. Fish. Mgt*, **16** : 479-487.
- Chaput G., Biron M., Moore D., Dube B., Ginnish C., Hambrook M., Paul T. et B. Scott, 1996. Stock status of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Miramichi River, 1995. *DFO Atl. Fish. Res. Doc.*, **96/124** : 85 p.

- Claude A., 1996. *Le 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.
- Friedland K.D. et R.E. Haas, 1996. Marine post-smolt growth and age at maturity of Atlantic salmon. *J. Fish Biol.*, **48** : 1-15.
- Friedland K.D., Reddin D.G. et J.F. Kocik, 1993. Marine survival of North American and European Atlantic salmon: effects of growth and environment. *ICES J. Mar. Sci.*, **50** : 481-492.
- Gazey W.J. et M.J. Staley, 1986. Population estimation from mark-recapture experiments using a sequential Bayes algorithm. *Ecology*, **67** : 941-951.
- Gough P.G., Winstone A.J. et P.G. Hilder, 1992. Spring salmon. A review of factors affecting the abundance and catch of spring salmon from the river Wye and elsewhere, and proposals for stock maintenance and enhancement. *Natl. Riv. Auth., Welsh Reg. Tech. Rep.*, **2** : 57 p.
- Hilborn R. et C.J. Walters, 1992. *Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty*. Chapman et Hall, New York et Londres, 570 p.
- Johnstone R., 1981. Dye marking. Colour guide to growth performance. *Fish Farmer*, **4** : 24-25
- Jordan W.C., Yougson A.F. et J.H. Webb, 1990. Genetic variation at the malic enzyme-2 locus and age at maturity in sea-run Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **47** : 1672-1677.
- Martin J.H. et K.A. Mitchell, 1985. Influence of sea temperature upon the numbers of grilse and multi-sea-winter Atlantic salmon (*Salmo salar*) caught in the vicinity of the river Dee (Aberdeenshire). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42** : 1513-1521.
- Nævdal G., 1983. Genetic factors in connection with age at maturation. *Aquaculture*, **33** : 97-106.
- Prévost E., 1996. *Suivi halieutique de l'exploitation du saumon par pêche à la ligne dans le Scorff. Bilan 1995 et synthèse 1992-95*. Lab. écol. aquat. INRA, 11 p.
- 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.
- Ritter J.A., Farmer G.J., Misra R.K., Goff T.R., Bailey J.K. et E.T. Baum, 1986. Parental influences and smolt size and sex ratio effects on sea age at first maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*), p. 30-38. In D.J. Meerburg (Ed.) *Salmonid age at first maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, **89**.
- Seber G.A.F., 1982. *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. Charles Griffin and Co. Ltd, Londres et High Wycombe, 654 p.
- Youngson A., 1995. *Spring salmon*. Atlantic Salmon Trust/Atlantic Salmon Federation, Pitlochry (Royaume Uni), 52 p.

Tableau 1 : Bilan des opérations de marquage/recapture et estimations de l'échappement et des retours d'adultes par catégories d'âge de mer (voir Matériel et méthodes). Les valeurs en italique gras sont celles directement estimées par la méthode de Gazey et Staley (1986), les intervalles de confiance à 95% sont donnés entre crochets.

	Effectif échantillonné	Effectif marqué	Retours adultes	Morts épizootie printemps	Marques disponibles après épizootie	Recaptures tout au long de l'année	Retours après épizootie	Captures à la ligne	Proportion marqués captures	Taux de mortalité hors captures	Marques disponibles lors du frai	Recaptures pendant ou peu après le frai	Echappement participant au frai
1HM	508	500 (1)	906					75	80% (6)	1.4% (7)	433 (8)	31 marqués	824
												28 non marqués	[680, 1127]
	508	500 (1)	912					75	80% (6)	5%	415 (8)	31 marqués	791
												28 non marqués	[650, 1082]
	508	500 (1)	908					75	80% (6)	10%	390 (8)	31 marqués	742
												28 non marqués	[613, 1018]
PHM	43	42 (2)	>= 74 (3)	>= 10 marqués (4) >= 1 non marqué (4)	22 (5)	5 marqués 9 non marqués	62 [40, 221]	11		10%			45 [25, 188]

(1) 7 1HM morts lors de leur capture au piège ou au cours de leur manipulation (anesthésie, mesures, marquage...) et 1 relâché non marqué.

(2) 1 PHM est arrivé mourant au piège de montée et est mort dans les heures suivant son marquage.

(3) Valeur obtenue en réintégrant toutes les mortalités dues à l'épizootie printanière effectivement constatées : 1PHM piégé mourant + (10 PHM marqués + 1 PHM non marqué) récupérés morts.

(4) 10 PHM marqués et 1 non marqué effectivement récupérés morts lors de l'épizootie du printemps.

(5) Calculé en faisant l'hypothèse que seulement 50% des PHM marqués qui sont morts lors de l'épizootie du printemps ont pu être récupérés.

(6) 39 1HM marqués sur 49 capturés à la ligne et examinés au Moulin des Princes.

(7) 7 1HM marqués effectivement récupérés morts.

(8) Voir section "Matériel et méthodes" pour les modalités de calcul

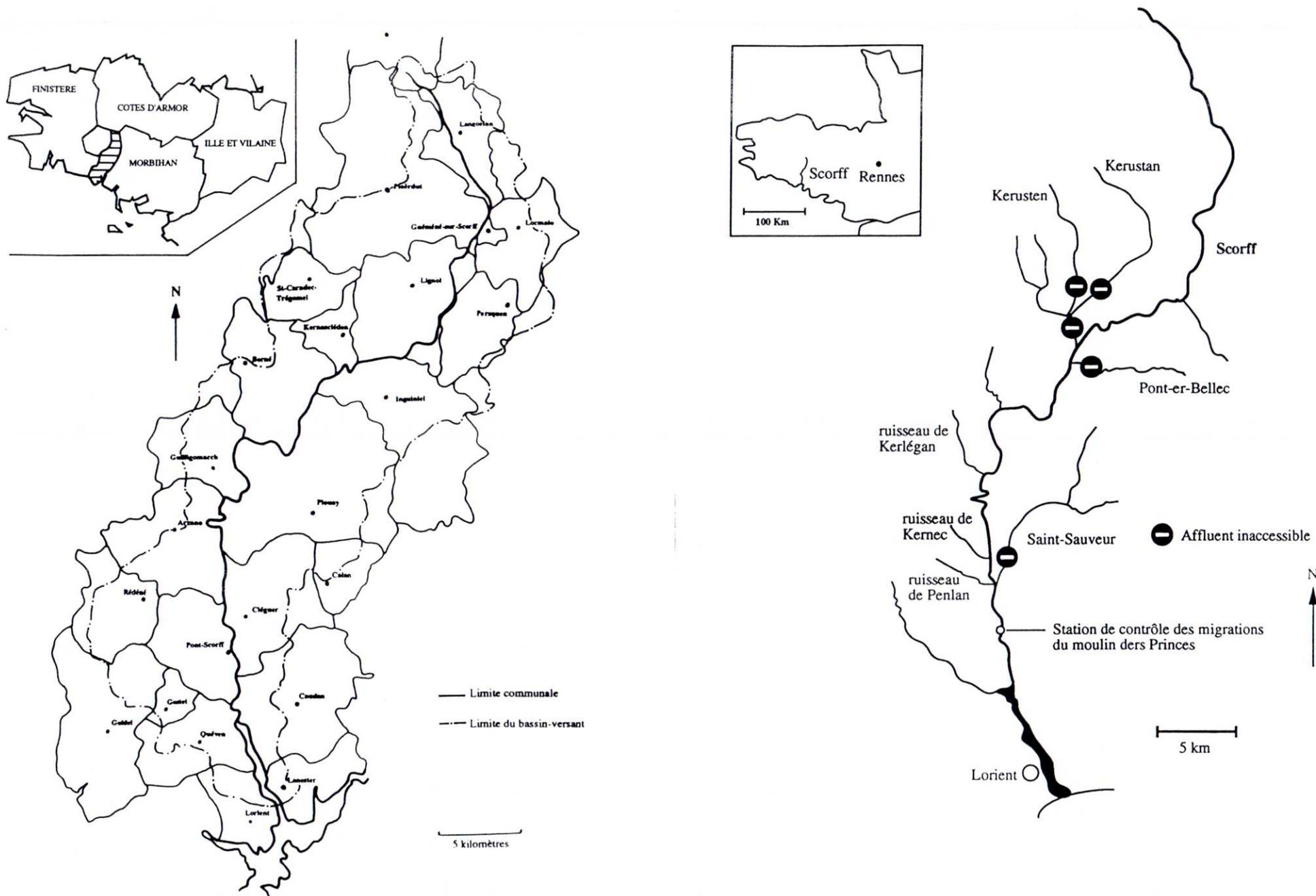


Figure 1 : Localisation géographique, bassin versant et réseau hydrographique du Scorff.

effectifs

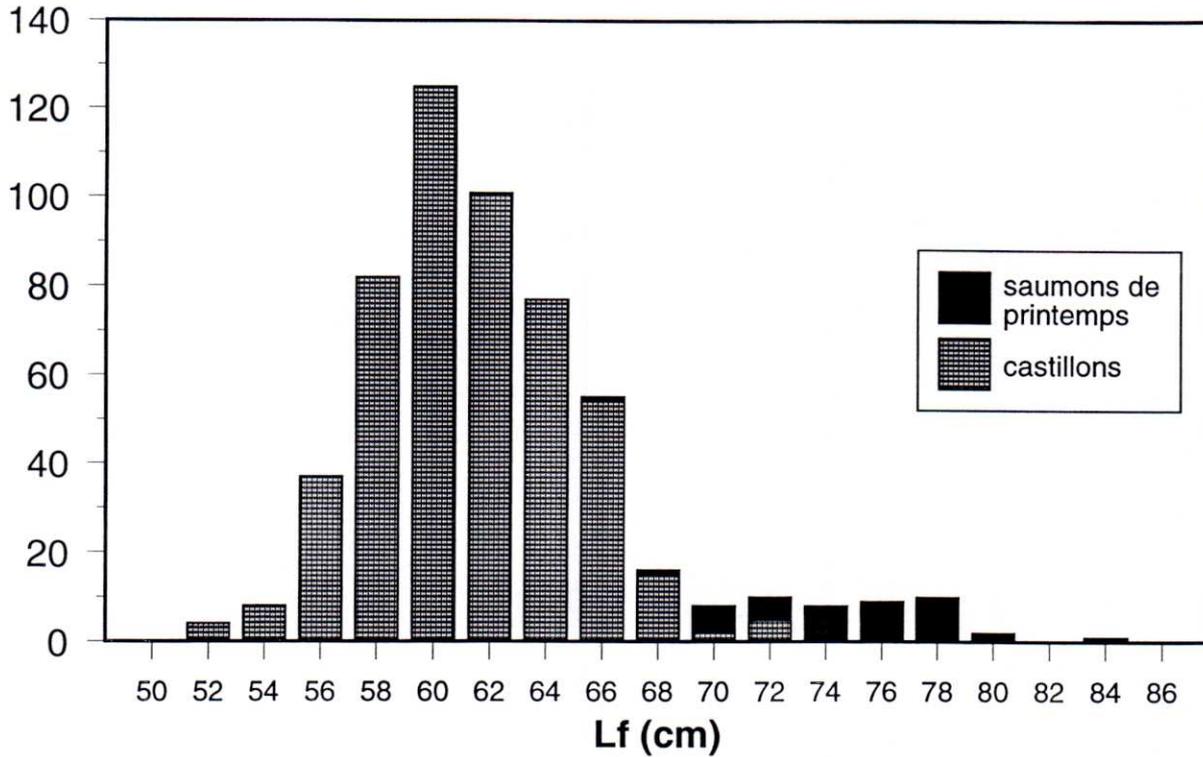


Figure 2 : Distribution de taille (longueur fourche) des saumons adultes capturés à la station du Moulin des Princes sur le Scorff en 1995.

nb adultes piégés

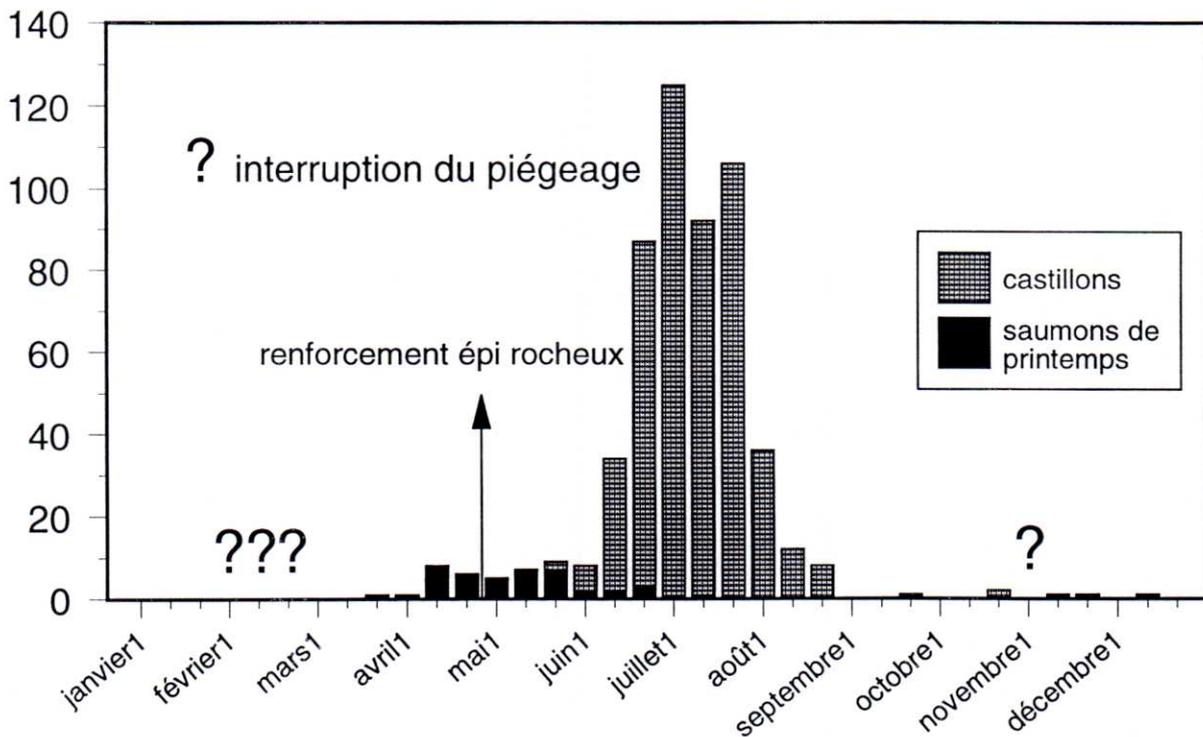


Figure 3 : Répartition dans le temps par décennie des captures de saumons adultes à la station du Moulin des Princes sur le Scorff en 1995.

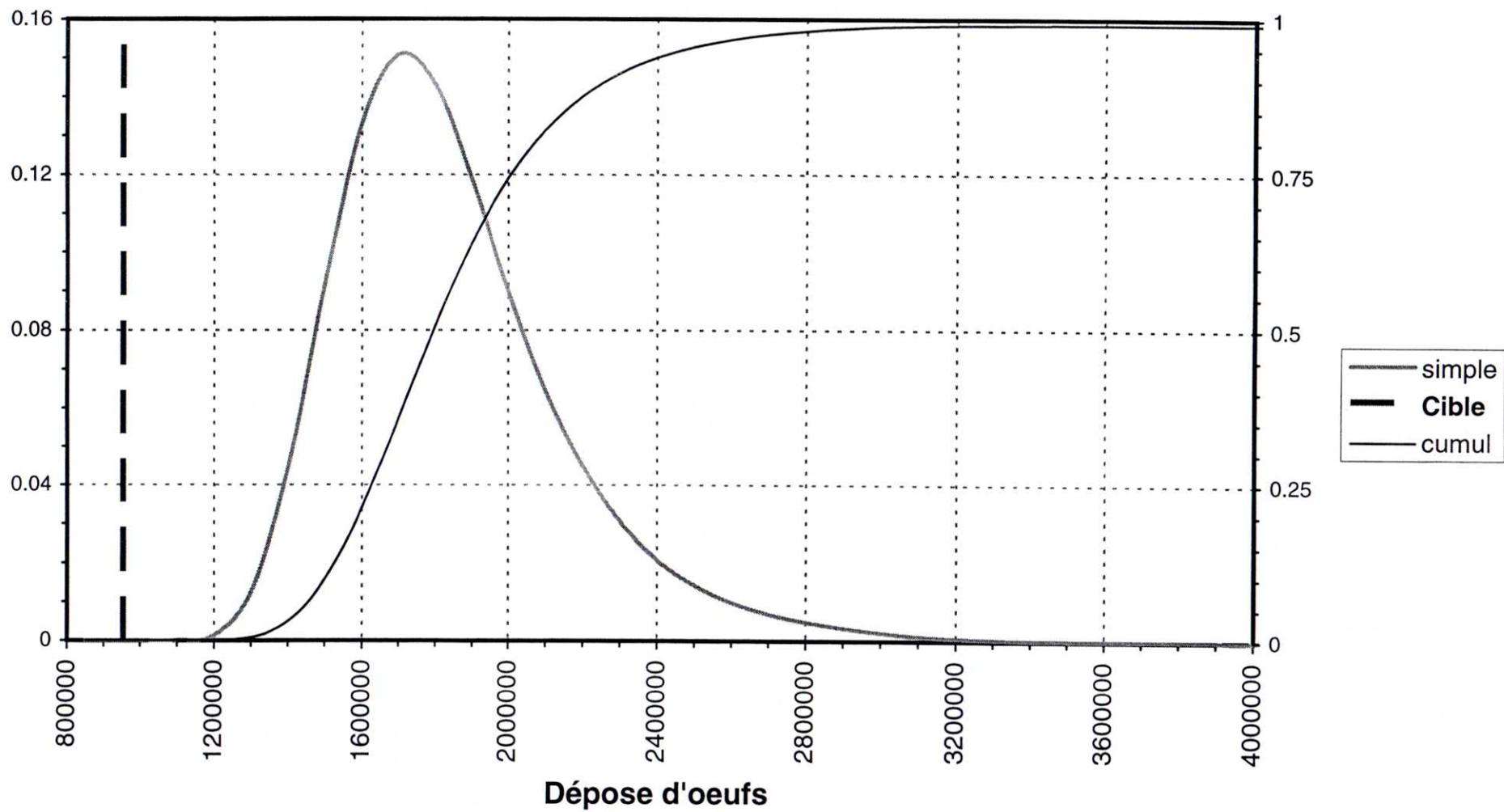


Figure 4 : Distributions de probabilité simple et cumulée de la dépense d'oeufs 1995 sur le Scorff.