

**PRODUCTION DE SAUMON ATLANTIQUE (*SALMO SALAR* L.)
JUVENILES ET ADULTES
SUR UN RUISSEAU PEPINIÈRE DE BRETAGNE NORD (FRANCE)
A PARTIR D'UNE SOUCHE IRLANDAISE**

par Patrick PROUZET et Jean-Louis GIGNON⁽¹⁾

Résumé

Dans le cadre d'un programme de gestion des stocks et de repeuplement en saumon atlantique entrepris sur l'Elorn depuis 1974, une expérience de repeuplement extensif a été effectuée en 1977 sur un affluent de l'Elorn (rivière de Bretagne Nord). Les résultats recueillis ont permis de préciser à la fois les productions en saumon atlantique obtenues au stade juvénile et au stade adulte à partir d'alevins vésiculés issus d'une souche irlandaise immergés dans un ruisseau pépinière affluent de l'Elorn. Les principaux résultats enregistrés font apparaître les points suivants :

Au stade juvénile, on note une mortalité importante (83,4 %) des alevins immergés, durant les trois premiers mois qui suivent l'alevinage. Cette mortalité se stabilise par la suite et diminue progressivement jusqu'à l'automne de la 2^e année de croissance. La croissance des jeunes saumons subit des rythmes saisonniers présentant un maximum printanier suivi d'un ralentissement estival puis d'une légère reprise de croissance à l'automne et d'un court arrêt de croissance en hiver. La dispersion des juvéniles est principalement tournée vers l'aval et présente une forte intensité durant les trois premiers mois qui suivent l'alevinage. Les productions enregistrées montrent un minimum hivernal et un maximum printanier et la production élaborée au cours de la première année représente 72 % de la production totale obtenue au cours des deux années de croissance.

Au stade adulte, on observe une montée des géniteurs dans le ruisseau entre la mi-novembre et la mi-décembre au moment des augmentations brutales du débit du ruisseau. L'ensemble de la population est formé de castillons tardifs (classe 1⁺⁺) dont la taille est comprise entre 57 et 79 cm. Ce sont en majorité des femelles. Le taux de retour des saumons marqués et produits dans le ruisseau est élevé et estimé globalement à 5,8 %.

Abstract

An extensive restocking experiment has been undertaken in 1977 on a tributary of Elorn river in the framework of an Atlantic salmon management program of this river of northern

(1) Centre Océanologique de Bretagne, B.P. 337, 29273 Brest Cédex, France.

Brittany. The results gathered during this experiment allowed to precise Atlantic salmon productions obtained during the juvenile and adult stages from immersion of unfed fry of Irish origin in a small nursery streams, unlighting the following points :

High mortality (83,4 %) of young fry during the first three months following the immersion, then a plateau during summer, followed by a progressive decrease up to the autumn of the second year of growth ; the rate of growth of young salmon showed seasonal rythms with a maximum in spring, a slight decrease in summer and a slight increase in autumn followed by a short stop of growth in winter ; the migration of parrs is mainly a downstream migration with a high intensity during the first three months following the restocking ; the fluctuations of salmon production in freshwater showed a winter minimum and a spring maximum. The annual production elaborated during the first year represented 72 % of the total production of the two years of growth.

Concerning the adult stage, we observed adult runs into the nursery stream between mid-november and mid-december. These runs were initiated by high increases of rate of flow of the nursery stream. The whole part of the adult population is constituted by late grilsees whose size ranged between 57 and 79 cm. The majority of these grilsees were female. Their rate of return was estimated at 5,8 %.

Introduction.

Depuis 1974, un programme d'étude portant sur le repeuplement extensif en saumon atlantique est mené sur les bassins versants de deux rivières de Bretagne : l'Aulne et l'Elorn. Le but de ce programme est de préciser les possibilités de production de juvéniles et d'adultes à partir de l'utilisation de la technique des ruisseaux pépinières. La faiblesse des stocks de géniteurs des rivières bretonnes (HARACHE et PROUZET, 1977 ; PROUZET, 1979 a) nous a amené à utiliser des souches étrangères (écossaise, irlandaise) de manière à élaborer des actions de repeuplement sans pour cela entamer le potentiel reproducteur de la souche locale. Parallèlement à cet aspect quantitatif, des études ont été menées pour essayer de connaître l'influence de quelques facteurs de production (PROUZET, 1979 a et b) de manière à préciser les normes d'utilisation de ce type de technique.

Les expériences les plus précises et les plus complètes ont été menées sur un ruisseau pépinière affluent de l'Elorn et ont été effectuées à partir d'œufs embryonnés d'origine irlandaise.

Caractéristiques du site d'expériences.

Le ruisseau Saint-Jean a une longueur de 4 km et est situé sur la rive gauche du cours moyen de l'Elorn (fig. 1). Le tableau 1 donne en détail les caractéristiques physiques du ruisseau. On peut retenir de ce tableau les points suivants :

a) Les variations de débit sont caractéristiques d'un régime hydrologique de climat océanique tempéré : hautes eaux de novembre à mars (maximum en février) ; basses eaux d'avril à septembre (minimum juillet-août).

b) L'amplitude thermique mensuelle (différence entre les températures quotidiennes les plus hautes et les plus basses) peut atteindre durant les mois d'été 8° C. La moyenne des températures mensuelles minima est élevée (8° C) et les températures mensuelles moyennes sont comprises entre 10° C et 16° C entre le mois d'avril et le mois de novembre.

c) Le pH est proche de la neutralité et les teneurs en calcium sont faibles.

La diversité spécifique est faible⁽²⁾ et la population de saumon atlantique originelle était résiduelle ($d/100 \text{ m}^2 = 2$) et cantonnée à la partie inférieure du ruisseau (1 300 premiers mètres).

(2) 4 espèces : *Salmo trutta*, *Anguilla anguilla*, *Cottus gobio*, *Salmo salar*.

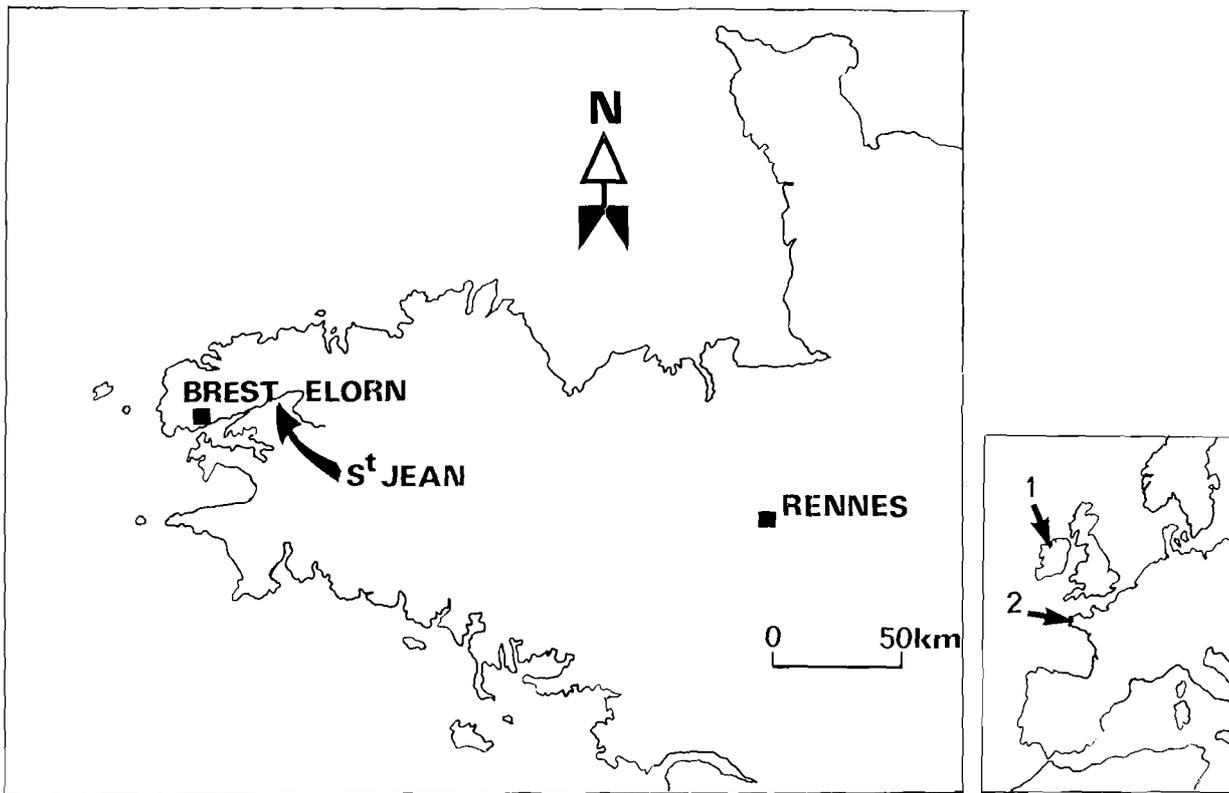


FIG. 1. Situation géographique du site d'expérience ; la petite carte indique la zone de provenance des œufs (1) et la zone d'immersion des œufs (2).

Environnement	bassin versant (km ²)	longueur (km)	largeur moyenne (m)	pente (%)	débit (l/s)	
pâturage, chênes et châtaigniers sur les cours moyen et supérieur du ruisseau	6	4	2,03	3,5	30 à 260	
	T° C	pH	NO ₃ mg/l-N	NO ₂ mg/l-N	NH ₄ mg/l-N	Calcium mg/l
	6 à 21	6,9 ± 0,2	1,47 ± 0,08	0,06 ± 0,08	0,01 ± 0,02	3,5 à 8,5

TABL. 1. — Caractéristiques physiques du Saint-Jean.

Nomenclature utilisée.

Définition des groupes d'âges (tabl. 2). Exemple : le groupe d'âge (2.1⁺) correspond à un castillon de printemps ayant séjourné deux hivers en eau douce.

PERIODE	(Mars)	(Avril)	(Décembre)
CYCLE BIOLOGIQUE	Naissance	Smoltification	Reproduction
MILIEU	Rivière		Mer
DUREE MOYENNE DES PRINCIPALES PHASES DU CYCLE	15 à 27 mois		15 à 36 mois
DENOMINATION DES DIFFERENTS TYPES	Tacon 1 an	Tacon 2 ans	Castillon ou Grilse petit Saumon de printemps grand Saumon de printemps
NOMENCLATURE UTILISEE	(1.)	(2.)	(.1 ⁺) (2.) (3.)

★ Correspond à la durée de temps entre l'entrée en rivière et la reproduction.

TABLE. 2. — Nomenclature utilisée pour le saumon atlantique.

Matériels et méthodes.

Technique de repeuplement.

Les œufs embryonnés ont été importés d'Irlande du Nord (Bush Fishery) au mois de mars 1977. Ils proviennent d'un stock de « grilse » sauvages. L'incubation est réalisée en pisciculture jusqu'au stade alevin à mi-résorption de vésicule. Une partie des alevins est conservée

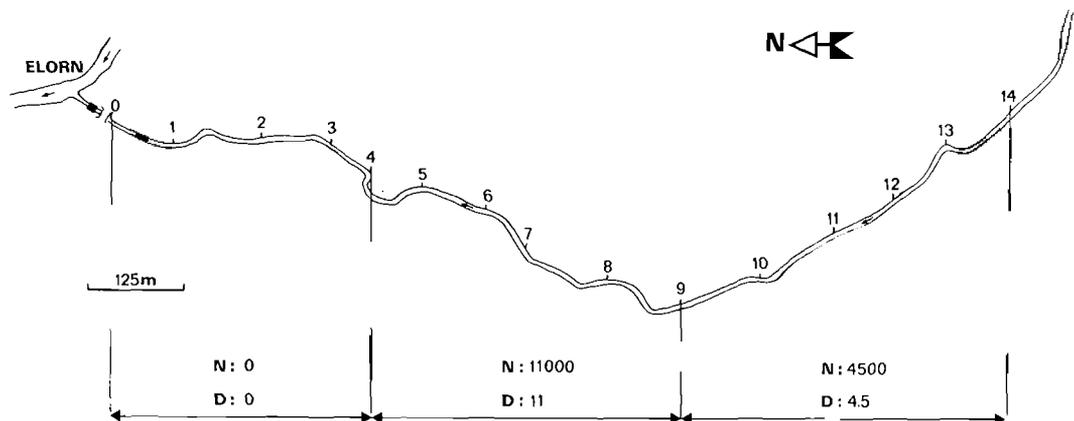


FIG. 2. — Zone d'expérimentation sur le Saint-Jean; N: nombre d'alevins sur le Saint-Jean, D: densité par m².

pour l'élevage des smolts et le contrôle de la mortalité. L'alevinage sur le ruisseau a eu lieu le 20 avril 1977 : 15 500 alevins vésiculés (poids moyen = 0,122 g) ont été répartis sur 2 000 m² à partir d'une limite de 400 m en amont de la confluence (fig. 2), soit à une densité moyenne de 7,8 alevins par m². Aucune pêche électrique n'avait été effectuée avant alevinage pour enlever les prédateurs ou compétiteurs potentiels (truites, anguilles, chabots).

Collecte des données.

Population de juvéniles.

Un ensemble de pêches électriques a été effectué durant les étés, automnes et hivers des années 1977 et 1978, le ruisseau étant divisé, de la confluence jusqu'à 1,500 km en amont, en secteurs de 100 m de longueur environ. Sur chaque secteur, isolé l'un de l'autre par des filets, deux pêches électriques successives ont été pratiquées et le produit de chaque pêche fut analysé séparément pour chaque secteur avec le protocole suivant :

anesthésie des poissons au MS 222 tamponné par une solution de soude ;

mesuration des salmonidés au mm près (longueur à la fourche) ;

pesée des poissons (échantillon) au dixième de gramme près à l'aide d'une balance électrique alimentée par accumulateurs ;

immersion des poissons dans un bain de vert malachite pour désinfection et réveil ;

marquage par ablation de la nageoire adipeuse de tous les saumons récupérés ;

libération des truites et des saumons dans le ruisseau, en groupe, dans les portions inférieures et moyennes du secteur inventorié et non dans les secteurs de prélèvement d'origine (secteurs de 100 m).

Population d'adultes.

Durant l'été 1979 une nasse de capture (1,50 m au cube) a été installée à la confluence du Saint-Jean et de l'Elorn afin de recapturer les géniteurs issus des repeuplements effectués sur le Saint-Jean, mais au cours de la période de reproduction (novembre-décembre), les saumons sont passés à côté de la nasse et leur comptage n'a pu se faire que dans le ruisseau et devient, de ce fait, très imprécis (fig. 3).

En ce qui concerne la période de reproduction 1980 (novembre-décembre) la nasse a permis la récupération d'environ la moitié des reproducteurs, et une pêche dans le ruisseau a été nécessaire pour recapturer la totalité des géniteurs présents. Durant cette période, chaque géniteur capturé était transporté à la pisciculture du Quinquis pour l'évaluation de ces caractéristiques (âge, poids, longueur à la fourche) et pour la ponte. La reproduction a été faite à sec et les femelles ont été libérées de leurs ovules en une seule fois. Chaque ponte a été isolée afin de permettre la définition des caractéristiques suivantes : nombre d'œufs par femelle, taille des œufs, mortalité des différentes pontes. Les fécondités totale et relative ont été estimées à partir des pontes de 32 femelles dont la taille variait de 57,5 à 79 cm et le poids de 1 620 à 5 000 g.

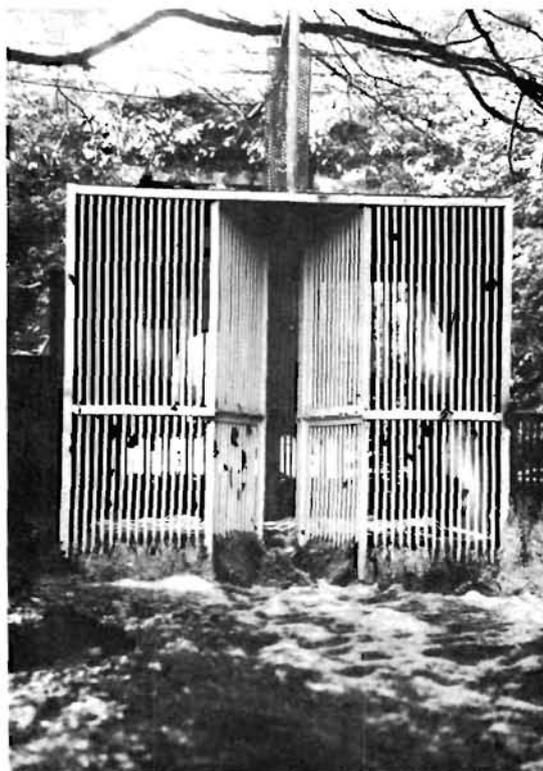


FIG. 3. — Trappe de capture située à la confluence de l'Elorn et du ruisseau Saint-Jean.

Traitement des données.

L'estimation des peuplements de juvéniles a été faite par 2 méthodes : la méthode de SEBER et LE CREN (1967) et la méthode de capture-recapture (CHAPMAN, 1951). L'analyse des structures d'âge est effectuée au moyen de la méthode d'HASSELBLAD (1966). La coupure entre deux classes contiguës est précisée par l'analyse scalimétrique. La mortalité (définie ici comme la résultante de la mortalité naturelle et des mouvements d'émigration ou d'immigration hors et dans le secteur inventorié) est exprimée par le coefficient instantané de mortalité :

$$Z = -\frac{1}{t} \log \frac{N_0}{N_t} \quad \begin{array}{l} N_0 : \text{nombre initial d'individus,} \\ N_t : \text{nombre d'individus au temps } t. \end{array}$$

La croissance en longueur des juvéniles est calculée à partir de l'évolution des structures démographiques au cours du temps. La transformation des longueurs à la fourche en poids est réalisée par l'intermédiaire des relations tailles-poids définies comme les droites fonctionnelles des régressions linéaires entre ces deux variables. Le taux de croissance en poids et en longueur est calculé à partir de la formule de FROST et BROWN (1967) :

$$G = \left(\frac{\text{Log } X_2 - \text{Log } X_1}{T_2 - T_1} \right) \cdot 100 \quad \begin{array}{l} X_2 : \text{longueur à la fourche ou poids au temps } T_2, \\ X_1 : \text{longueur à la fourche ou poids au temps } T_1. \end{array}$$

La croissance en longueur des populations d'adultes (lors de leur phase marine) est calculée par rétrospective en établissant une relation curvilinéaire simple de type puissance de la forme :

$$L_F = a (L_e)^b \quad \begin{array}{l} L_F : \text{longueur à la fourche au moment de la capture,} \\ L_e : \text{longueur de l'écaille au moment de la capture,} \\ b : \text{coefficient de régression (dans le cas d'une linéarisation par transfor-} \\ \quad \text{mation logarithmique).} \end{array}$$

Le rétrocalcul de la croissance est effectué à partir de la formule de LE CREN (1947) :

$$L_n = L_F \frac{L_{en}^b}{L_e^b} \quad \begin{array}{l} L_n : \text{longueur à la fourche correspondant au } n^{\text{e}} \text{ annulus,} \\ L_{en} : \text{longueur de l'écaille correspondant au } n^{\text{e}} \text{ annulus.} \end{array}$$

La production annuelle de jeunes saumons en ruisseaux-pépinières est calculée par la formule de RICKER (1946) :

$$P = G_p \cdot B_0 (e^{(G_p - Z)} - 1) / (G_p - Z)$$

P : production en gramme,
 B_0 : biomasse initiale au moment du 1^{er} inventaire en gramme,
 G_p : taux de croissance en poids instantané.

Les principaux tests statistiques utilisés sont le test de BARTLETT pour l'homogénéité des variances, l'analyse de variance à une dimension pour la comparaison des valeurs moyennes, et le test de corrélation des rangs de KENDALL pour mesurer l'indépendance entre 2 variables. L'énoncé des différents tests statistiques utilisés se trouve dans SOKAL et ROHLF (1969) ainsi que dans DIXON et MASSEY (1969).

Résultats.

Production de juvéniles de saumon atlantique sur le ruisseau du St-Jean.

Evolution de la mortalité (tabl. 3).

Elle est élevée durant les premiers mois qui suivent l'alevinage. Par la suite elle se stabilise et diminue progressivement jusqu'au deuxième automne. La disparition de la cohorte est quasiment complète au 3^e printemps.

Evolution des densités (tabl. 4).

On constate suivant les secteurs des variations importantes de la densité pour une date d'inventaire déterminée. Les rapports des densités maximum aux densités minimum varient, suivant les dates, d'un facteur 2,6 à 23,5.

Date de l'inventaire	Estimation du nb de saumons	Estimation du nb de saumons marqués	Estimation moyenne du nb de saumons (**)	Z/jour x 10 ²	S
20-04-77	15 500		15 500	1,9	16,65
25-07-77	1/ 1 940 * 2/ 3 125 ± 470	434	2 350	58,7	0,63
17-10-77	1/ 1 048 ± 28 2/ 1 982 ± 170	925 - 939	1 515	0,52	46,4
15-03-78	1/ 609 ± 268 2/ 796 ± 77	311 - 557	703	0,32	62,6
13-07-78	1/ 440	280	440	0,39	78,2
13-09-78	1/ 344 ± 6	226 ± 5	344	1,62	0,3
13-10-79	1	—	1		

1/ Estimation par la méthode de SEBER - LE CREN ;
 2/ Estimation par la méthode de CHAPMAN ;
 * Extrapolation à la surface totale ;
 ** Moyenne arithmétique des estimations 1 et 2 ;
 Z/jour : Taux instantané de mortalité par jour ;
 S : Taux de survie en %.

TABL. 3. — Evolutions en nombre des populations (marquées et totales) de saumons du Saint-Jean.

Date de l'inventaire	Densité * moyenne	Variations observées
20-04-77	780	
21-07-77	94,5	42 - 110
17-10-77	55,4	4 - 94
14-03-78	25,7	3 - 19
13-07-78	16	—
13-09-78	12,6	2 - 39

* Estimation par la méthode de SEBER - LE CREN.

TABL. 4. — Evolution des densités en saumons (nombre de saumons/100 m²) sur le Saint-Jean.

Evolution de la croissance des saumons (tabl. 5).

De l'immersion des alevins au début de l'été, les taux de croissance en longueur et en poids sont élevés (respectivement 1,03 et 2,66 %/jour). Cette phase de croissance rapide est suivie d'une période de diminution de croissance durant l'été (0,216 %/j et 0,854 %/j), puis on note une légère augmentation du taux de croissance en longueur à l'automne (0,243 %/jour). Durant l'hiver la période de croissance pratiquement nulle (0,035 %/jour) est courte et suivie par une reprise de croissance printanière (0,210 %/jour). Au cours de la deuxième année, ce schéma de croissance se reproduit, mais l'on constate une baisse très sensible du taux de croissance durant l'été (0,035 %/jour) qui correspond à une période de débit faible et de température élevée.

Date de l'inventaire	Intervalle de temps entre 2 inventaires (en jours)	Longueur à la fourche moyenne (cm)	G_L en %/jour	Poids moyen (g)	G_p en %/jour
20-04-77		2		0,122	
25-07-77	96	5,39 ± 0,05	1,033	1,57	2,66
17-10-77	83	6,45 ± 0,05	0,216	3,19	0,854
6-01-78	81	7,85 ± 0,26	0,243	6,22	0,824
15-03-78	68	8,04 ± 0,20	0,035	6,67	0,103
27-04-78	43	8,40 ± 0,10	0,102	7,56	0,291
13-07-78	77	10,34 ± 0,19	0,270	14,80	0,873
13-09-78	62	10,57 ± 0,12	0,035	15,90	0,115
29-03-79	197	13,09 ± 0,85	0,109	24,36	0,214
9-10-79	164	16,4	0,137	44,18	0,366

TABLE. 5. — Croissance en longueur et en poids des saumons du Saint-Jean; G_L : taux de croissance instantané en longueur, G_p : taux de croissance instantané en poids.

Dispersion des saumons dans le ruisseau.

Durant la première tranche de trois mois qui suit l'alevinage (20-04-77 au 21-07-77), on constate une migration des jeunes saumons vers l'aval qui se manifeste par l'occupation des zones non alevinées (fig. 4). Cette migration semble affecter, en majorité, des alevins à forte croissance. En effet, la taille moyenne des alevins à l'aval est supérieure à celle des secteurs plus amont ($P = 0,01$). Puis la dévalaison semble se stabiliser (automne 1977) et surtout durant la période hivernale (mars 1978). Le marquage des saumons indique qu'ils restent en majorité près des points de lâcher et que le sens de la migration est surtout aval et non amont pour les 0⁺, alors que la classe 1⁺ montre une mobilité plus importante vers l'amont (fig. 5).

Production de jeunes saumons (tabl. 6).

La production est caractérisée par des variations saisonnières qui présentent un minimum en hiver et un maximum printanier. La production élaborée au cours de la 1^{re} année représente 453 g/100 m²/an, celle élaborée au cours de la 2^e année 178 g/100 m²/an, soit 28 % de la production totale obtenue au cours des 2 années de croissance de la population de saumon atlantique.

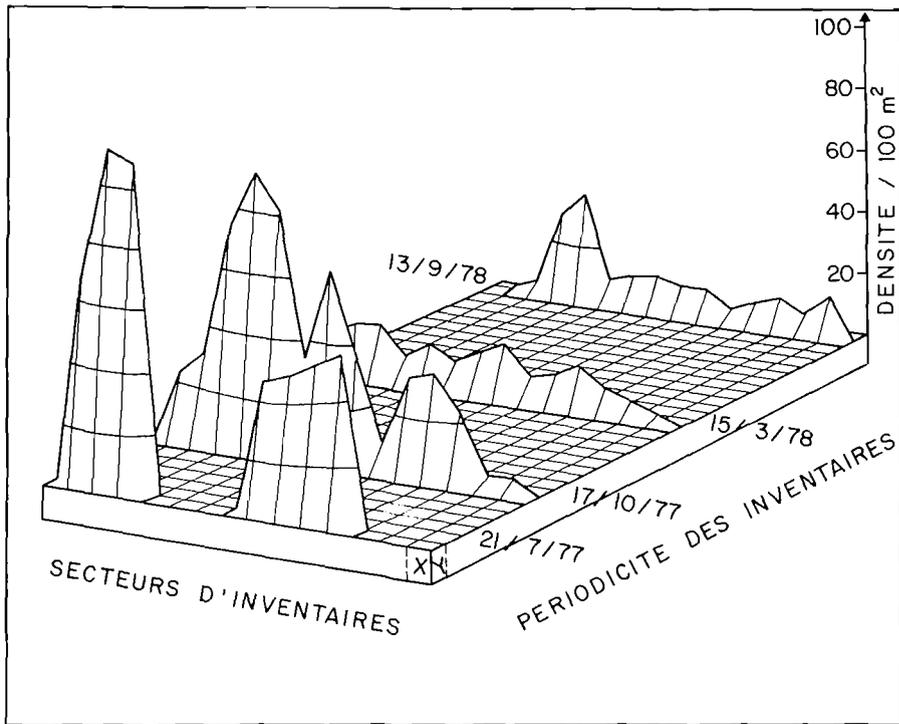


FIG. 4. — Dispersion de la population de saumons juvéniles sur le ruisseau du Saint-Jean selon les secteurs (X) et le temps (Y).

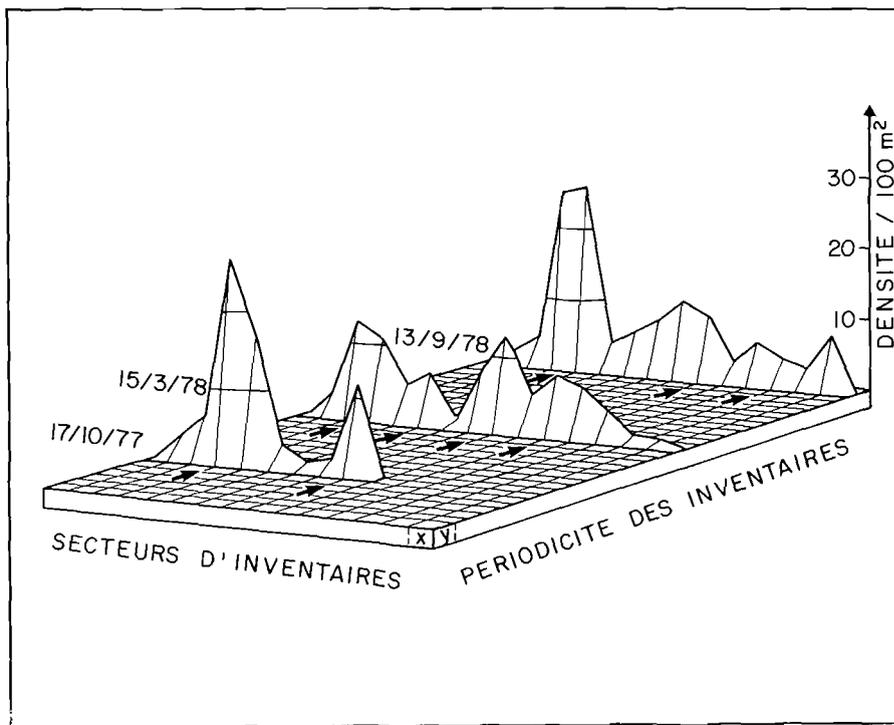


FIG. 5. — Dispersion de la population de saumons juvéniles marqués sur le ruisseau du Saint-Jean selon les secteurs (X) et le temps (Y); (→) secteurs de relâcher à la pêche électrique précédente.

ΔT	N	\bar{P}	B	$G_p \times 10^2$	$Z \times 10^2$	Pr_1	Pr_2
96	15 500	0,122	1 891	2,66	1,9	1,85	50,5
84	2 580	1,57	4 051	0,854	0,63	1,27	34,6
147	1 515	3,19	4 832	0,502	0,52	0,89	24,3
120	703	6,67	4 689	0,665	0,32	1,14	31,2
63	440	14,81	6 516	0,115	0,39	0,27	7,5
360	344	15,90	5 470	0,284	1,62	0,56	15,4
	1	44,2	44,2				

TABLE. 6. — Production de juvéniles de saumon atlantique sur le Saint-Jean; ΔT : intervalle de temps en jours séparant 2 inventaires piscicoles, N: nombre de poissons, P: poids moyen en g, B: biomasse en g, G_p : taux de croissance instantané en poids par jour, Z: taux de mortalité instantané, Pr_1 : production en g par jour, Pr_2 : production en g par jour et par 100 m².

Production de saumon atlantique adulte sur le ruisseau du St-Jean.

Période et caractéristiques de la remontée.

En 1979, les premiers saumons remontent le 12 décembre au moment de la première crue du ruisseau. Par suite de l'inefficacité de la trappe de capture, la durée pendant laquelle se produisent les remontées n'a pu être appréciée durant cette période de reproduction. En 1980, les premières montées ont lieu plus tôt, le 20 novembre, et sont induites par une augmentation importante du débit du ruisseau. La durée de la période de remontée est de 34 jours et la montée des géniteurs est caractérisée principalement par la succession de trois vagues qui coïncident chacune avec une augmentation brutale du débit (fig. 6).

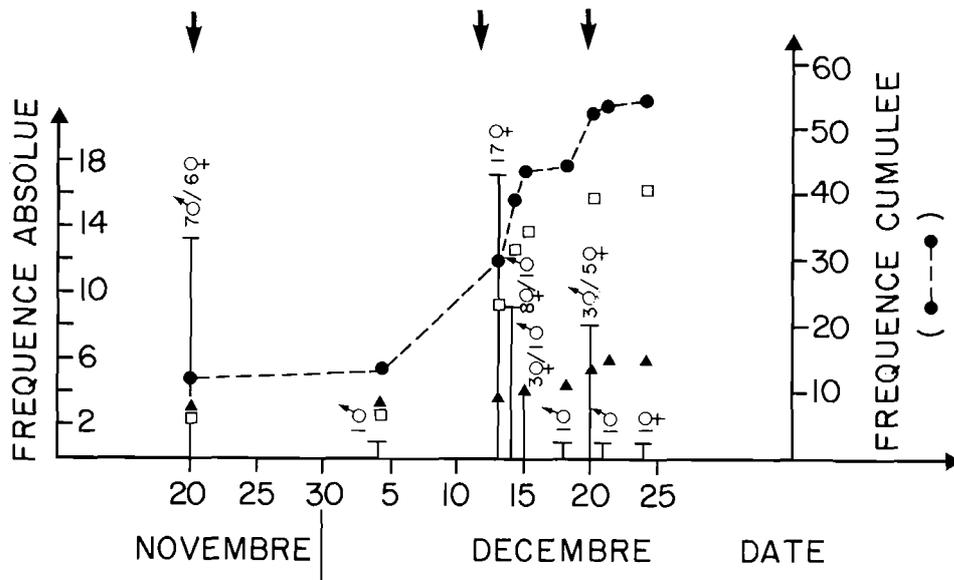


FIG. 6. — Evolution du nombre de géniteurs de saumon atlantique sur le Saint-Jean durant la saison de ponte 1980, ▲ mâles; □ femelles; ● total; augmentation du débit; → augmentation du débit du ruisseau.

Répartition des géniteurs et des frayères sur le ruisseau (fig. 7).

En 1979, tous les géniteurs sont laissés dans le ruisseau et l'on estime à 7 le nombre de reproducteurs présents. Les adultes ne semblent pas dépasser la zone 8 et la ponte s'effectue principalement en 2 zones (4-5 et 7-8). En 1980, la limite amont de remontée des géniteurs pénétrant dans le ruisseau (27 sur 55 adultes capturés) correspond à la limite amont de répartition des juvéniles de saumon atlantique. Le frai a été principalement déposé en deux zones (0-1 et 4-5) caractérisées toutes deux par une profondeur faible et une granulométrie de gros galets.

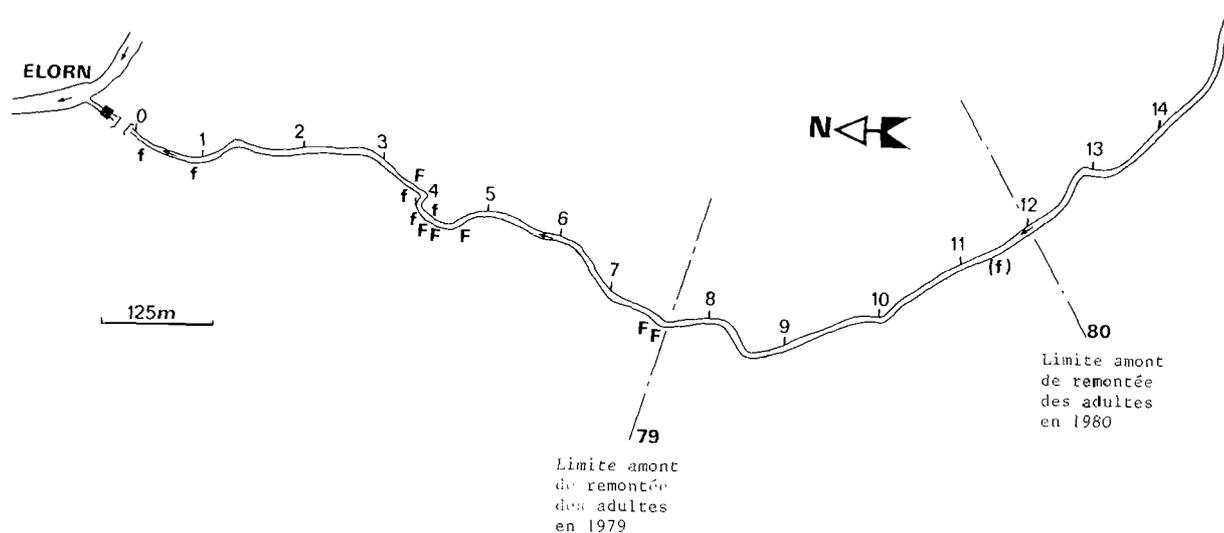


FIG. 7. — Emplacement des frayères de saumon atlantique en 1979 (F) et en 1980 (f) sur le Saint-Jean.

Caractéristiques des géniteurs capturés.

Age (tabl. 7).

En 1979, les 3 adultes capturés (dont 2 marqués) appartiennent à la classe d'âge 1.1⁺. En 1980, la majorité des adultes (89,4 %) a séjourné deux années en eau douce avant de dévaler. Tous les géniteurs ont passé en moyenne 18 mois en mer et appartiennent à la catégorie « castillons » ou « grilses » (groupe d'âge de mer 1⁺). La totalité des poissons marqués sont des saumons appartenant au groupe d'âge 2.1⁺.

Caractéristiques métriques (tabl. 7 et fig. 8).

Du fait du peu de données obtenues en 1979, nos observations concernant les caractéristiques métriques porteront exclusivement sur la période de reproduction 1980. Pour cette période, l'analyse de variance à une dimension indique que :

la longueur à la fourche et le poids des saumons appartenant au groupe d'âge 1.1⁺ sont significativement ($P = 0,001$) supérieurs à ceux du groupe d'âge 2.1⁺. Le coefficient de condition de ces deux groupes d'âge ne diffère cependant pas de manière significative ;

pour le groupe d'âge 2.1⁺ (sous-échantillon marqué ou échantillon total), la longueur à la fourche des mâles est significativement supérieure ($P = 0,05$) à la longueur à la fourche des femelles. Par contre les poids ne diffèrent pas significativement ;

le coefficient de condition des femelles est supérieur ($P = 0,05$) à celui des mâles, que ce soit pour le sous-échantillon marqué ou pour l'échantillon total ;

les caractéristiques métriques (longueur fourche, poids, coefficient de condition) des populations marquées et non marquées (groupe d'âge 2.1⁺) ne diffèrent pas significativement ($P = 0,05$).

			Longueur fourche (cm)	Poids (g)	Relation Taille-Poids	Facteurs de condition K	Distribution des groupes d'âge (en %)
1979	Mâle	1.1+	71,1 (2) (68,7 - 73,5)	2728 (1)	—	0,84 (1)	
	Femelle	1.1+	60 (1)	—	—		
	Total	1.1+	67,4 (3)	2728 (1)	—	0,84 (1)	
1980	Mâle	1.1+	75,25 (2)	—	—	—	14,3 % 1.1+
		2.1+	66,43 ± 3,36 (12)	2394 ± 4,34 (8)	W = 0,0029 L _F 3,238 R = 0,94 ; V _b = 0,183	0,78 ± 0,05 (0,68 — 0,85)	85,7 % 2.1+
		Total	68,03 ± 3,26 (15)	2394 ± 4,34 (8)		0,78 ± 0,05 (0,68 — 0,85)	
	Femelle	1.1+	77,8 ± 2,59 (3)	4370 ± 1380 (3)		—	0,93 ± 0,30
		2.1+	62,73 ± 1,49 (30)	2137 ± 162 (25)	W = 0,0055 L _F 3,117 R = 0,967 ; V _b = 0,023	0,89 ± 0,02	90,1 % 2.1+
		Total	64,53 ± 2,06 (35)	2377 ± 302 (29)		0,89 ± 0,02	
	Total	1.1+	76,8 ± 3,12 (5)	4370 ± 1380 (3)		—	0,93 ± 0,30
		2.1+	63,32 ± 1,42 (42)	2199 ± 158 (33)	—	0,86 ± 0,02	89,4 % 2.1+
		Total	65,58 ± 1,74 (50)	2381 ± 250 (37)	W = 0,0073 L _F 3,042 R = 0,942 ; V _b = 0,030	0,87 ± 0,03 (0,68 — 1,10)	
	Mâle marqué		67,66 ± 4,37 (6)	2480 ± 709 (5)	W = 0,0056 L _F 3,625 R = 0,915 ; V _b = 0,716	0,79 ± 0,09 (0,68 — 0,87)	100 % 2.1+
	Mâle non marqué		67,3 ± 6,04 (6)	2337 ± 889 (4)	—	0,80 ± 0,09 (0,73 — 0,87)	
	Femelle marquée		62,02 ± 1,90 (17)	2047 ± 151 (14)	W = 0,0035 L _F 3,231 R = 0,901 ; V _b = 0,163	0,90 ± 0,03 (0,79 — 1,00)	100 % 2.1+
	Femelle non marquée		63,78 ± 2,10 (15)	2268 ± 308 (12)	—	0,88 ± 0,03 (0,75 — 0,94)	
	Total marqué		63,55 ± 2,14 * (23)	2161 ± 193 (19)	W = 0,0030 L _F 2,704 R = 0,889 ; V _b = 0,09	0,87 ± 0,03 (0,68 — 1,00)	100 % 2.1+
	Total non marqué		65,1 ± 0,99 (21)	2306 ± 119 (15)	—	0,86 ± 0,01 (0,75 — 0,95)	

* $t \times \frac{\sigma}{N}$; () Nombre de poissons ; V_b : Variance de la pente ; (mini-maxi) ; R : coefficient de corrélation.

TABLE 7. — Caractéristiques de la population de géniteurs de saumon atlantique capturée sur le Saint-Jean.

La comparaison des pentes des droites de régression des relations taille-poids des populations mâles et femelles des 2 groupes (marqués et total) par le test de Student n'indique pas de différence significative. On constate en outre que ces pentes ne sont pas significativement différentes de la valeur 3.

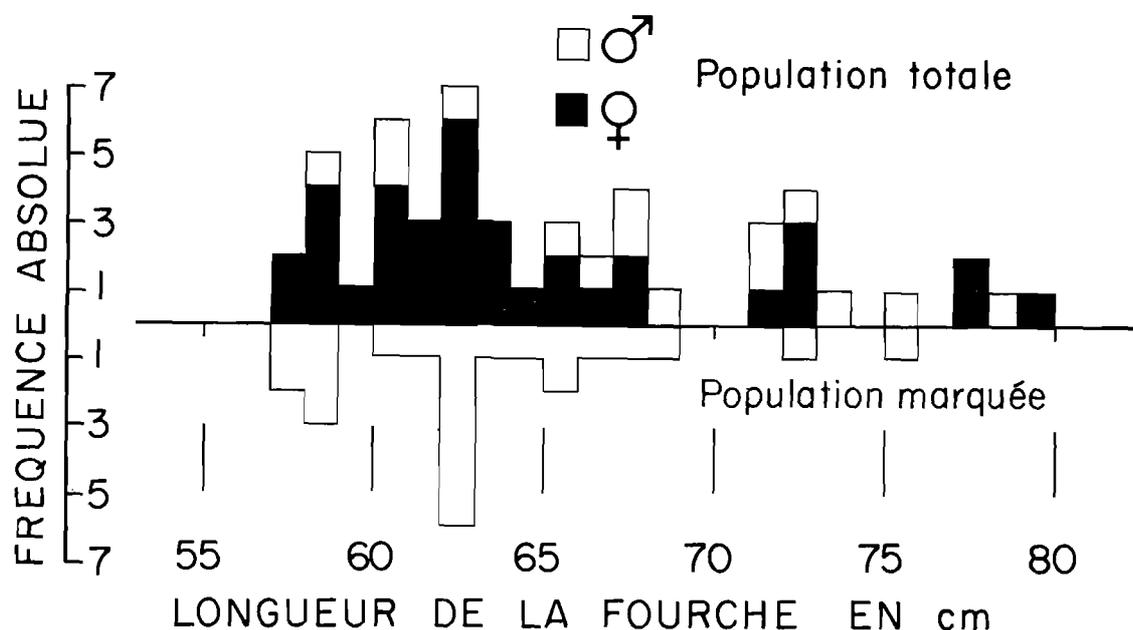


FIG. 8. — Distribution des longueurs à la fourche des géniteurs.

Croissance marine, géniteurs 1980 (fig. 9).

L'utilisation de la méthode du rétrocalcul pour l'estimation de la croissance marine à partir de l'écaille, nous a conduit à scinder la population suivant le sexe. En effet, l'érosion importante des écailles chez les mâles rend hasardeuse l'utilisation de cette technique et la corrélation liant ces deux variables est d'ailleurs non significative ($R = 0,45$). Pour la population femelle, la relation liant la longueur à la fourche et la longueur totale de l'écaille est :

$$L_F = 21,735 L_o^{0,834} \quad R = 0,72 \text{ (significatif à } P = 0,001) \\ \sigma_b = 0,011$$

L'utilisation de cette équation pour le rétrocalcul de la croissance indique qu'il n'existe pas de différence significative entre les tailles moyennes atteintes à la fin du 1^{er} hiver en mer des populations femelles marquées et non marquées (respectivement $51,99 \pm 1,31$ cm et $53,90 \pm 1,88$ cm). Par contre, la taille moyenne à la fin du 1^{er} hiver en mer du groupe d'âge 1.1⁺ ($57,6 \pm 3,97$ cm) est significativement supérieure ($P = 0,025$) à celle du groupe d'âge 2.1⁺ ($52,80 \pm 1,16$ cm). L'accroissement de taille moyen, de la fin du 1^{er} hiver au retour en rivière, est de 9,2 cm pour le groupe d'âge 2.1⁺ (marqués et non marqués) et de 20,2 cm pour le groupe d'âge 1.1⁺.

Sex-ratio et fécondité potentielle.

En 1979, le faible nombre de géniteurs capturés (2 mâles et 1 femelle) ne permet pas d'avoir une idée précise du rapport des sexes. En 1980, sur les 55 géniteurs recensés et capturés sur le Saint-Jean, on dénombre 15 mâles pour 40 femelles, soit un rapport des sexes de 0,38 ♂/1 ♀ (27,2 % de mâles et 72,7 % de femelles) très en faveur des femelles pour cette population de castillons tardifs. Le rapport des sexes varie en fonction du temps. Il est équilibré en début de période de remontée (20-11-79 : 1,17 ♂/1 ♀) mais largement en faveur des femelles en fin de période (13 au 25-12-79 : 0,2 ♂/1 ♀).

Le poids total d'œufs est bien corrélé avec le poids ou la longueur à la fourche du saumon. Les relations liant cette variable au poids et la longueur sont exprimées par les équations suivantes :

$$\begin{aligned}
 P_T \text{ œufs} &= 0,24 P_T \text{ saumon} - 43,173 & R &= 0,94 \\
 \sigma_b &= 0,019 & & \text{(significatif à } P = 0,01) \\
 P_T \text{ œufs} &= 34,7 L_f \text{ saumon} - 1644 & R &= 0,86 \\
 \sigma_b &= 3,86 & & \text{(significatif à } P = 0,01)
 \end{aligned}$$

En moyenne, la fécondité totale est de $3\,930 \pm 520$ œufs (2 020 — 9 515) et la fécondité relative (nombre d'œufs/kg) est de $1\,660$ œufs ± 110 (1 100 — 2 160).

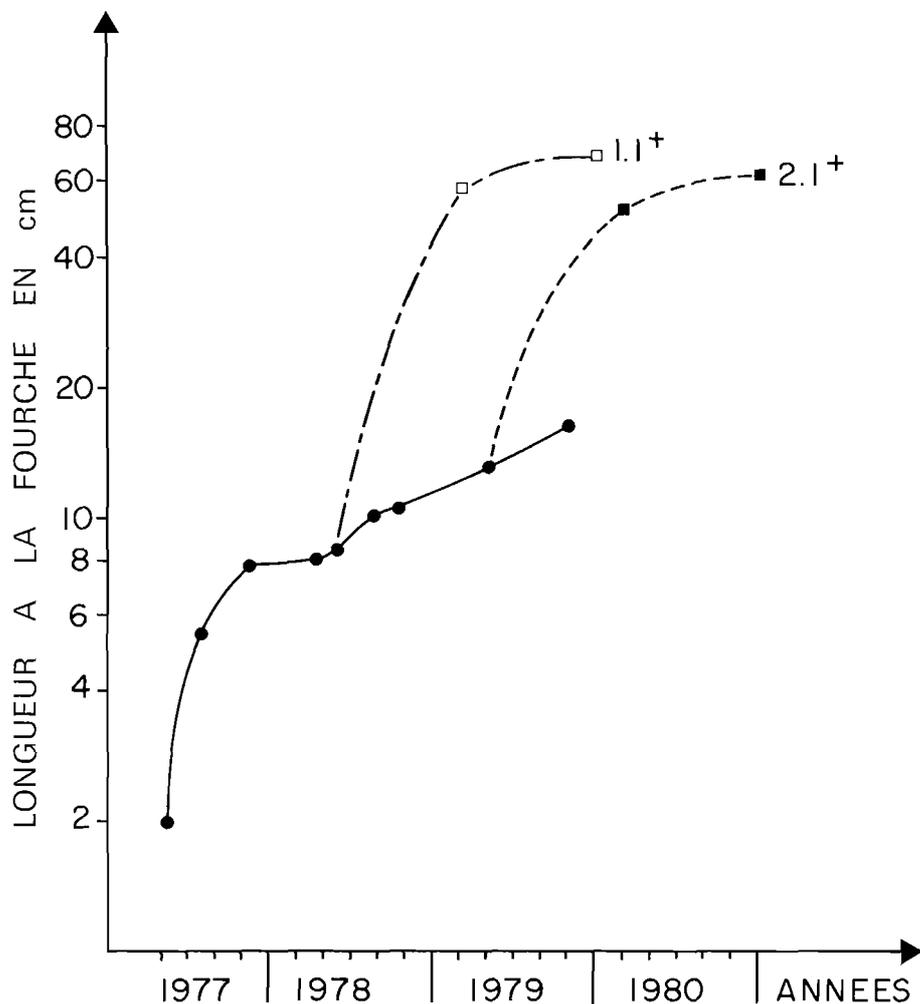


Fig. 9. — Courbe de croissance en longueur des saumons produits sur le Saint-Jean ; ——— eau douce ; - - - - mer.

Estimation du taux de retour.

Sur les 25 saumons marqués qui ont été recensés, deux ont été capturés dans le Saint-Jean en 1979 (cohorte 1.1⁺), 22 ont été capturés sur ce même ruisseau (cohorte 2.1⁺) et un sur le cours moyen de l'Elorn (cohorte 2.1⁺) en 1980. Ainsi, à partir d'une population de tacons d'une année marquée et estimée à 428 poissons (311-557), on obtient 25 castillons, ce qui représente un taux de retour global de 5,8 % (4,5 % — 8 %).

Discussion.

Validité des résultats.

L'absence de piège à smolts ne permet pas de contrôler l'importance des populations qui dévalent du Saint-Jean vers l'Elorn et, en particulier, l'importance de la dévalaison des populations marquées entre le mois de juillet 1977 (date du premier marquage) et le mois de mars 1978. Il devient alors difficile de préciser, d'une part l'évolution de la mortalité *sensu stricto* des populations de saumons immergés dans le Saint-Jean et d'autre part le nombre de saumons ayant subi une ablation de la nageoire adipeuse qui ont contribué à la production des adultes sur le Saint-Jean en 1979 et 1980.

Néanmoins, deux types d'observations laissent à penser que la diminution des poissons marqués est due principalement à la mortalité plutôt qu'à une émigration importante et que, par conséquent, cette population présente dans le ruisseau au mois de mars 1978 est bien à l'origine de la production d'adultes : la figure 4 montre que les poissons sans nageoire adipeuse restent bien cantonnés dans leur secteur de lâcher, et ce, dès le premier marquage ; l'analyse scalimétrique des adultes marqués indique qu'ils ont eu une croissance très faible la première année et caractéristique d'une croissance en ruisseau.

Par la suite, il est possible que les migrations soient plus intenses (bien que la distribution des saumons marqués à l'automne de la deuxième année ne semble pas l'indiquer) et c'est pour cette raison que nous avons pris comme point de référence la population marquée et présente dans le ruisseau à la fin du premier hiver (mars 1978) suivant l'immersion.

Production de juvéniles de saumon atlantique.

Des expériences de repeuplement effectuées, soit en Irlande ou en Ecosse à partir de la souche locale, soit en Bretagne à partir d'une souche étrangère (écossaise ou irlandaise) permettent d'apporter des points de comparaison aux résultats obtenus lors de cette expérience de repeuplement. Le tableau 8 indique que la croissance des populations de saumons issus de cette souche irlandaise est comparable (compte tenu du décalage des dates d'éclosion) à celle des saumons atlantiques⁽³⁾ issus de géniteurs locaux et se trouvant sur le Saint-Jean avant tout repeuplement (PROUZET, 1979). La croissance de cette souche irlandaise introduite dans un environnement de latitude moins septentrionale semble supérieure à celle des populations de même souche (FROST et WENT, 1940 ; MCCARTHY, 1972) ou écossaise (MILLS, 1964 ; EGGLESHAW, 1967) placées dans leur environnement d'origine. Cette observation confirme les résultats obtenus, sur d'autres ruisseaux-pépinières de Bretagne, à partir de populations issues de souches étrangères (BAGLINIÈRE, 1979 ; PROUZET, 1979). La croissance obtenue dans ce ruisseau est, cependant, inférieure à celle observée sur le cours principal de l'Elorn. Cette observation confirme des résultats antérieurs (BAGLINIÈRE, 1979 ; PROUZET, 1979) et permet de penser que la production de smolts en ruisseau-pépinière sera détournée en majeure partie vers la production de smolts de 2 ans.

Les taux de survie enregistrés sont supérieurs à ceux obtenus par MCCARTHY (1972) en Irlande, sur deux affluents de la rivière Owenea, à partir de repeuplements effectués à la même époque (avril) et avec des densités initiales équivalentes (5 et 12/m²) : 1,2 % à 5,02 % de survie en juin ; 0,4 à 2,01 % en octobre. Ils sont comparables aux observations de MILLS (1969) qui obtient, à partir de repeuplements effectués sur des ruisseaux écossais, des taux de survie moyens à l'automne variant entre 6,3 % et 10,8 %, et ce, pour des densités initiales de 1,7 à 15,5 alevins vésiculés par m².

Les taux de mortalité instantanés enregistrés pour les populations de 0⁺ sont analogues et varient de la même manière que ceux observés par EGGLESHAW et SHACKLEY (1977) sur un ruisseau écossais : 1,33 % de mortalité par jour de juillet à novembre (en moyenne sur la période 1966-1971) pour 1,29 % de mortalité par jour sur le Saint-Jean au cours de cette même période ; 0,51 % de mortalité par jour de décembre à mars (en moyenne sur la période 1966-1971) pour 0,52 % sur le Saint-Jean de novembre à mars.

(3) Faible population, densité par m² : 0,02.

Site	0+	1	1+	2	2+	Observations	Références
Shelligan Burn (Scotland)	52,6 ± 5,1		99,4 ± 4,0		128	Longueur à la fourche moyenne de 1966 à 1975 à la fin de la saison de croissance (septembre-octobre)	EGGLISHAW et SHACKLEY (1977)
Allt A'Chomair (Scotland)	40,5 ± 49,3					Variation de la longueur à la fourche de 1960 à 1966 à l'automne	MILLS (1969)
Allt Dos Mhuicarain (Scotland)	48,3 ± 60,7					Variation de la longueur à la fourche de 1960 à 1966 à l'automne	MILLS (1969)
Allt Coire Nan Laogh (Scotland)	39,7 — 48,6					Variation de la longueur à la fourche de 1961 à 1964 à l'automne	MILLS (1969)
Glen River (Ireland)		61		102		Longueur fourche	McCARTHY (1972)
Stracashel river (Ireland)		62		108		Longueur fourche	McCARTHY (1972)
Liffey river (Ireland)		48		134		Longueur fourche	FROST et WENT (1940)
St-Jean (France)		89,9 ± 4,4		132,5 ± 3,9		Longueur fourche (souche locale)	PROUZET (1979)
St-Jean (France)	64,5 ± 0,5	78,5 ± 2,6	105,7 ± 1,2	130,9 ± 8,5		Longueur fourche (souche irlandaise)	Etude présente
Elorn (France)		127,9 ± 6,1		149,5 ± 6,6		Longueur fourche	PROUZET (1979)

TABLE 8. — Comparaisons des longueurs à la fourche exprimées en mm de différentes populations de saumon atlantique de plusieurs rivières d'Irlande, d'Ecosse ou de France et de la population de saumon atlantique issue d'un stock irlandais élevée sur le Saint-Jean.

On constate, d'autre part, au cours des trois premiers mois qui suivent l'alevinage, une dévalaison importante d'alevins à forte croissance vers la partie non alevinée. Cette migration pourrait être due, ainsi que le mentionne KALLEBERG (1958), à la dévalaison d'individus vers des zones plus favorables à leur croissance. Ainsi que le notent EGGLESHAW et SHACKLEY (1980), les migrations de la population de saumons 0⁺ sont tournées vers l'aval. On observe par la suite (automne-hiver) une stabilité plus grande des populations. Les populations de saumons 1⁺ se caractérisent par des mouvements plus limités et se cantonnent près de l'endroit où on les relâche (fig. 5). Ces observations sont en accord avec celles de SAUNDERS et GEE (1964) qui notent une tendance des jeunes saumons à rester dans des endroits proches de leurs zones de production d'origine ou de lâcher.

Enfin, les productions enregistrées se situent, que ce soit pour les populations de saumons 0⁺ (4,53 g/m²/an) ou pour les populations de saumons 1⁺ (1,78 g/m²/an), dans les gammes de valeurs données par EGGLESHAW et SHACKLEY (1980) pour des ruisseaux écossais : 2,8 - 9,15 g/m²/an pour la classe 0⁺ et 0,95 - 5,17 g/m²/an pour les 1⁺.

Production d'adultes.

Taux de retour.

Le taux de retour des saumons issus du Saint-Jean est élevé (5,8 %), et ce, d'autant plus si l'on considère qu'il peut être minimisé, d'une part par l'existence d'une divagation des saumons lors de leur retour au site de production initial (recapture d'un saumon marqué sur le cours supérieur et qui ne pouvait provenir que du repeuplement effectué sur le Saint-Jean), d'autre part par la possibilité d'une remontée ultérieure de grands saumons qui devrait cependant être restreinte si l'on considère que le stock d'œufs d'origine est issu d'une population de grilses irlandais et qu'il existe selon PIGGINS (1973) et NAEVDAL *et al.* (1977) une influence importante de la lignée parentale sur le déterminisme du taux de grilses. L'importance de ce taux de retour confirme les résultats préliminaires obtenus à partir de souches écossaises en Bretagne (stock de saumons de printemps de la rivière Tay) : taux de recapture compris entre 1,7 % et 3,2 % (PROUZET *et al.*, 1977 ; PROUZET, 1979).

Ces résultats permettent de nuancer l'hypothèse émise par RITTER (1975) à la suite d'expériences de repeuplement en smolts issus d'un stock déterminé et immergés sur des rivières plus ou moins éloignées de la rivière originelle : « diminution du taux de recapture des saumons au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la rivière d'origine ». Cette différence pourrait provenir, en premier lieu, du mode d'élevage. La production extensive permettrait une imprégnation plus profonde des juvéniles tout en leur conférant une « rusticité » plus importante et conduirait ainsi à l'obtention de taux de retour plus élevés. Notons, cependant, que des taux de recapture relativement importants (1,4 %) ont été obtenus à partir de smolts d'âge 2 ans de souche écossaise élevés en pisciculture sur la Nivelle, rivière du Sud-Ouest de la France, (DUMAS, 1979). Elle pourrait être également due au stock d'origine. En effet, lors des deux expériences réalisées en France, la majorité des recaptures provenait du retour de grilses, alors qu'il semble que dans l'expérience canadienne, il y ait une majorité de saumons de printemps. Or, PIGGINS (1973) observe que les taux de recapture issus de « saumons vrais » sont quatre fois moindres que ceux provenant de grilses. Ce phénomène pourrait être expliqué (en dehors du fait que les populations de castillons ne sont pas soumises à la pêche groënlandaise) par un homing plus précis, entre autres, à une migration marine plus courte.

Caractéristiques des géniteurs.

La plupart des adultes capturés présentait une livrée bleue encore accentuée. L'érosion des écailles surtout chez les femelles était peu marquée. Il est vraisemblable que la majorité de ces saumons soit des castillons tardifs (classe d'âge de mer 1⁺).

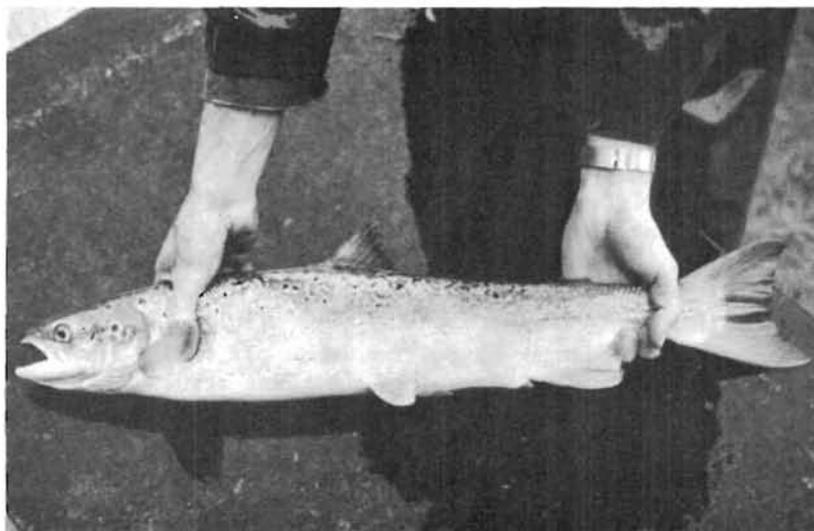
La taille moyenne (63,6 cm ± 2,1) des castillons appartenant à la cohorte 2.1⁺ marquée est comparable à celle des castillons de 2 ans d'eau douce (63,2 cm) capturée sur la rivière Shannon (WENT, 1948), mais inférieure à celle des castillons issus de souche écossaise observée sur la

Nivelle (69.9 cm) (DUMAS, 1979). On observe, d'autre part, une différence de taille importante entre les cohortes d'âges 2.1⁺ (63.3 cm ± 1,4) et 1.1⁺ (76.8 cm ± 3,1) qui pourrait provenir de l'action de deux facteurs :

influence de l'âge en eau douce sur la taille finale de l'adulte, bien que l'on ne constate pas sur l'Elorn de différence entre la taille moyenne des castillons de 1 an et de 2 ans d'eau douce capturés durant la saison de pêche ⁽⁴⁾ ;

influence de la souche sur la croissance : les populations marquées et non marquées appartenant à la cohorte d'âge 2.1⁺ forment un groupe bien homogène. Il existe, en effet, une similitude d'aspect (caractéristiques métriques, croissance) entre les poissons marqués et non marqués et l'analyse des écailles de la population non marquée montre que la croissance lors de la première année en ruisseau est très faible et caractéristique de la croissance dans ce milieu. Il est alors très probable que la totalité de ce groupe d'âge soit issue des alevins vésiculés de souche irlandaise.

Quant à la cohorte 1.1⁺ récupérée en 1980, elle ne peut pas provenir de la souche irlandaise immergée en 1977, mais elle pourrait être issue soit de la souche locale (naissance dans l'Elorn et retour sur le Saint-Jean), soit de tacons non marqués provenant d'alevins issus d'œufs d'origine islandaise immergés sur ce ruisseau en février 1978.



Saumon atlantique, marqué par ablation de la nageoire adipeuse, provenant d'alevins vésiculés immergés sur le Saint-Jean au printemps 1977.

Le coefficient de condition de cette population de saumons est en moyenne équivalent à celui des castillons capturés sur l'Elorn (0.89) (PROUZET, 1979) et à celui des castillons de la Nivelle (0.90) (DUMAS, 1979). On observe, ainsi que DUMAS (1979), un coefficient de condition pour les mâles (0.78) significativement inférieur à celui des femelles (0.89). Le sex ratio est largement en faveur des femelles alors que la majorité des grilses sexés sur l'Elorn durant la saison de pêche sont des mâles ⁽⁴⁾. Cette prépondérance des femelles est également notée par DUMAS (1979) chez la population de grilses tardifs de la Nivelle. La fécondité relative moyenne (1 660 œufs/kg) de ces castillons (marqués et non marqués) est identique à celle des castillons produits sur la Nivelle (1 611 œufs/kg ; DUMAS, 1979) et comparable à celle des grilses irlandais de la rivière Owenea (1 500 à 1 700 œufs/kg ; McCARTHY, 1972) ou du Lough Feagh (1 725 œufs/kg ; PIGGINS, 1973).

(4) Données non publiées.

Conclusion.

L'utilisation du repeuplement extensif en ruisseaux-pépinières nous a permis d'obtenir une production non négligeable de saumons atlantiques (jeunes et adultes) à partir de l'utilisation d'une souche irlandaise. Cette production a été élaborée à partir d'une surface de ruisseau peu étendue (2 000 m²) et l'extension de cette technique aux nombreux affluents de l'Elorn, de même structure que le Saint-Jean, repeuplés sur la totalité de leur cours, permettrait sans nul doute la production d'un nombre important de géniteurs. Dans le contexte actuel, où les efforts financiers de repeuplement incombent presque exclusivement aux Associations de Pêcheurs, cette technique d'un coût peu onéreux (4 000 F d'investissement pour cette opération de repeuplement), dont le rendement tient compte de la qualité du milieu naturel, peut permettre un soutien des effectifs sans que pour cela le budget des associations, qui ont su préserver l'équilibre naturel du milieu qu'elles ont à gérer, soit sérieusement grevé.

Manuscrit déposé en avril 1982.

BIBLIOGRAPHIE

- BAGLINIÈRE (J.-L.), 1979. — Production de juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans quatre affluents du Scorff, rivière de Bretagne Sud. — *Ann. Limnol.*, 15 (3) : 347-366.
- CHAPMAN (G.C.), 1951. — Some properties of the hypergeometric distribution with applications to zoological sample censuses. — *Univ. Calif. Publ. Statist.*, 1 : 131-160.
- DUMAS (J.), 1979. — Les saumons (*Salmo salar* L.) adultes de la Nivelle (Pyrénées-Atlantiques) en 1977. Début de restauration avec des smolts d'élevage d'origine écossaise. — *Ann. Limnol.*, 15 (2) : 223-238.
- DIXON (W.) et MASSEY (F.), 1969. — Introduction to statistical analysis. — Ed. McGraw.
- EGGLISHAW (H.J.), 1967. — The food, growth and population structure of salmon and trout in two streams in the Scottish Highlands. — *Fresh. Salm. Fish. Res.*, 38, 32 p.
- EGGLISHAW (H.J.) et SHACKLEY (P.E.), 1977. — Growth, survival and production of juvenile salmon and trout in a scottish stream, 1966-1975. — *J. Fish. Biol.*, 11 : 647-672.
- EGGLISHAW (H.J.) et SHACKLEY (P.E.), 1980. — Survival and growth of salmon, *Salmo salar* (L.), planted in a scottish stream. — *J. Fish. Biol.*, 16 : 565-584.
- FROST (W.E.) et WENT (A.E.J.), 1940. — The river Liffey. Survey III. The growth and food of young salmon. — *Proc. Roy. Irish Acad.*, 46 B4.
- FROST (J.) et BROWN (M.E.), 1967. — The trout. — London: Collins Press, 286 p.
- HARACHE (Y.) et PROUZET (P.), 1977. — Characteristics of salmon caught during the fishing season on the Aulne and Elorn rivers. — C.I.E.M., C.M. 1977/M : 19, 11 p.
- HASSELBLAD (J.), 1966. — Estimation of parameters for a mixture of normal distribution. — *Technometrics*, 8 : 431-444.
- KALLEBERG (H.), 1958. — Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* and *Salmo trutta*). — *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 39 : 55-98.
- LE CREN (E.D.), 1947. — The determination of the age and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone. — *J. Anim. Ecol.*, 16 : 188-204.
- MCCARTHY (D.T.), 1972. — The ecology of brown trout and juvenile salmon in the river Owenea, Co. Donegal. — *Irish fish. Invest.*, serie A, 9, 26 p.
- MILLS (D.H.), 1964. — The ecology of the young stages of the Atlantic salmon in the river Bran, Ross-shire. — *Freshw. Salm. Fish. Res.*, 32 : 58 p.
- MILLS (D.H.), 1969. — The survival of hatchery-reared salmon fry in some Scottish streams. — *Freshw. Salm. Fish. Res.*, 39 : 12 p.

- NAEVDAL (G.), HOLM (M.), INGEBRIGTSEN (O) et MOLLER (D.), 1978. — Variation in age at first spawning in Atlantic salmon (*Salmo salar*). — *J. Fish. Res. Bd Canada*, 35: 145-147.
- PIGGINS (D.J.), 1973. — The results of selective breeding from known grilse and salmon parents. — *Salmon Res. Trust Ireland Inc., Ann. Rep. n° 18*: 35-39.
- PROUZET (P.), 1979 a. — Le saumon atlantique de l'Elorn et de l'Aulne. Etude des stocks et repeuplement. — Thèse de 3^e Cycle en Océanographie Biologique, 233 p.
- PROUZET (P.), 1979 b. — Interspecific competition between juveniles of brown trout (*Salmo trutta*) and atlantic salmon (*Salmo salar*) in a nursery stream of Northern Brittany. — C.I.E.M., C.M. 1979/M: 31, 11 p.
- PROUZET (P.), HARACHE (Y.), DANIEL (P.) et BRANELLEC (J.), 1977. — Extensive production of salmon parr (*Salmo salar* L.) in four nursery streams of Northern Brittany. — C.I.E.M., C.M. 1977/M: 18: 25 p.
- RICKER (W.E.) et FOERSTER (R.E.), 1946. — Computation of fish production. — *Bull. Bingham Ocean. Coll.*: 173-211.
- RITTER (J.A.), 1975. — Lower ocean survival rates for hatchery-reared atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks released in rivers others than their native streams. — C.I.E.M., C.M. 1975/M26: 10 p.
- SAUNDERS (R.L.) et GEE (J.H.), 1964. — Movements of young Atlantic salmon in the Northwest Miramichi river, New Brunswick. — *J. Fish. Res. Bd Canada* 24: 21-32.
- SEBER (G.A.F.) et LE CREN (E.D.), 1967. — Estimating population parameters from catches large relative to the populations. — *J. Anim. Ecol.*, 36: 631-643.
- SOKAL (R.R.) et ROHLF (F.J.), 1969. — Biometry. — Ed. W.H. Freeman and Co., 776 p.
- WENT (A.E.J.), 1948. — Salmon of the river Shannon in 1946 and 1947. — *J. Anim. Ecol.*, 341-357.