



HAL
open science

Devalaison et survie d'alevins de saumon atlantique, *Salmo salar* L., en milieu semi-naturel controle

Edward Beall, C. Marty

► **To cite this version:**

Edward Beall, C. Marty. Devalaison et survie d'alevins de saumon atlantique, *Salmo salar* L., en milieu semi-naturel controle. Bulletin francais de Pisciculture, 1983, 290, pp.135-148. hal-02727274

HAL Id: hal-02727274

<https://hal.inrae.fr/hal-02727274>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DÉVALAISON ET SURVIE D'ALEVINS DE SAUMON ATLANTIQUE, *SALMO SALAR* L., EN MILIEU SEMI-NATUREL CONTROLÉ *

E. BEALL, C. MARTY**

RÉSUMÉ

Dans un chenal artificiel expérimental, des œufs de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) ont été pondus naturellement ou ont été enfouis au stade embryonné. A la fin de la résorption de la vésicule, une fraction importante des alevins survivants dévale de la zone de frayère. La dévalaison semble stimulée par des baisses de niveau ou des hausses de température et ralentie en période de pleine lune. D'autres facteurs pouvant être responsables de cette dévalaison sont discutés.

La survie jusqu'à la collecte de tous les alevins est estimée à 74 p. 100 pour les sujets issus de la reproduction naturelle et est égale à 80 p. 100 pour ceux issus d'œufs introduits dans le gravier au stade embryonné. Des comparaisons entre ces résultats et ceux obtenus dans d'autres chenaux de fraie ou en milieu naturel montrent la validité de cette méthode pour la production d'alevins de saumon atlantique destinés au repeuplement.

ABSTRACT

Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) eggs were deposited naturally or artificially introduced at the eyed-egg stage in an experimental stream channel. At end of yolk sack absorption, a large proportion of surviving fry moved downstream from the redd area. Downstream migration seems stimulated by falling water levels or rising temperatures, and inhibited during full moon periods. Other factors possibly responsible for downstream movements are discussed.

Survival from egg deposition (natural spawning) to collection of all fry was estimated at 74 p. 100. Survival rate from planted eggs was 80 p. 100. Comparison between these results and those obtained in other spawning channels or in natural environments shows the validity of this method for Atlantic salmon fry production for stocking.

1 - INTRODUCTION

Dans un précédent article (BEALL et MARTY, 1983), la reproduction du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans un chenal de fraie a été décrite et le nombre d'œufs effectivement pondus, estimé. Nous examinons maintenant le devenir des alevins nés dans le gravier, en particulier :

- les modalités et les caractéristiques de la dévalaison des jeunes saumons, qui a lieu peu de temps après l'émergence des graviers ;
- la survie entre le moment de l'enfouissement des œufs et la collecte des alevins au stade vésicule résorbée.

Ces données sont nécessaires pour une meilleure compréhension de l'écologie des juvéniles pendant cette phase critique de leur cycle vital. Elles permettront de définir les conditions d'utilisation du chenal en vue d'une production optimale d'alevins de saumon atlantique destinés au repeuplement.

* Étude réalisée dans le cadre du Plan Saumon du Ministère de l'Environnement avec le concours financier de la Direction de la Protection de la Nature (service Pêche et Hydrobiologie).

** Laboratoire d'Écologie des Poissons et d'Aménagement des Pêches. Centre de Recherches Hydrobiologiques - I.N.R.A. BP 3, Saint-Pée-sur-Nivelle 64310 ASCAIN

2 - MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le chenal de fraie du Lapitxuri est un ruisseau artificiel en dérivation sur un affluent de la Haute Nivelle, à 15 km du centre INRA de St-Pée-sur-Nivelle. Il mesure 130 m de long et est divisé en 13 sections ou biefs, numérotés de 1 à 13 de l'amont vers l'aval, de 10 m de long et 2,8 m de large. Le fond consiste en une couche de graviers roulés de rivière, de 1 à 8 cm de diamètre. Pour une description plus détaillée du milieu expérimental, se reporter à BEALL et MARTY (1983).

Les données relatives à l'origine des œufs, à la collecte des alevins et aux conditions environnementales particulières pendant l'incubation et la dévalaison sont maintenant précisées.

2.1. Origine des œufs

2.1.1. Reproduction naturelle

En décembre 1981, 5 couples de saumon atlantique ont frayé naturellement dans le chenal de fraie, entre le 3 et le 19 décembre dans le bief 8 et du 8 au 11 décembre dans le bief 6. Le nombre d'œufs effectivement pondus par 4 des 5 femelles castillons, compte tenu de la fécondité relative des différentes femelles et de la rétention d'ovules, a été estimé entre 15.000 et 20.000 œufs (BEALL et MARTY, 1983). L'intervalle assez large ne permet pas une estimation précise du taux de survie entre la ponte et la fin de la résorption. Une évaluation plus précise de la survie dans le chenal a été recherchée à partir d'un nombre connu d'œufs embryonnés enfouis par nous-mêmes dans le gravier.

2.1.2. Œufs artificiellement enfouis sous le gravier

Deux mille œufs embryonnés, comptés individuellement, provenant des deux premières pontes artificielles effectuées à la pisciculture de St-Pée-sur-Nivelle le 19 novembre 1981, ont été enfouis dans le gravier du bief 4 le 30 décembre 1981. Trois dépressions de 15 à 20 cm de profondeur sont creusées à la pioche dans le substrat en amont, au milieu et en aval du bief ; les plus gros galets, laissés au fond de chaque dépression, sont recouverts par un empilement d'autres galets. Le monticule ainsi formé contient une forte proportion d'espaces vides. A l'aide d'un entonnoir, 500 à 800 œufs sont déversés à l'intérieur d'un monticule qui est ensuite recouvert de graviers.

2.2. Collecte des alevins après l'émergence

Une expérience préliminaire menée en fin d'hiver début du printemps 1981 avait montré qu'une partie importante des alevins dévalait du bief où ils avaient été enfouis et qu'une fraction de la population se sédentarisait. Un peu avant l'émergence estimée des premiers alevins, des filets à dérive équipés d'un piège sont installés à l'aval de chaque bief. Le filet à dérive consiste en un cadre de bois de $1,03 \times 0,38$ m de dimensions intérieures sur lequel est fixé un filet en nylon tressé de maille étirée 3 mm. De forme conico-trapézoïdale, il mesure 1,65 m de long et possède une grande surface de filtration. Une boîte en contreplaqué marine de $0,4 \times 0,3 \times 0,3$ m est reliée à l'extrémité du filet par un tuyau en PVC de 10 cm de diamètre et 10 cm de long (fig. 1). Une ouverture grillagée (maille de 2 mm) sur l'un des côtés de la boîte permet l'évacuation de l'eau mais retient tous les poissons.

Ces filets, glissés dans les rainures des modules en ciment séparant les différents biefs, permettent de capturer tous les alevins dévalant de chaque zone de frayère (fig. 2). Nous définissons ici comme " dévalant " des alevins qui, par des déplacements actifs ou passifs, dépassent la limite aval d'un bief.

Tous les matins, pendant la période de dévalaison, les filets et les grilles sont nettoyés et les pièges visités. Les alevins sont alors dénombrés puis transportés au laboratoire de Saint-Pée où ils sont éventuellement échantillonnés. Pour chaque bief, 30 à 50 individus sont mesurés au mm près et des lots de 25 à 50 individus sont pesés à 0,1 g. L'avancement de la résorption du sac vitellin est estimé visuellement.



Figure 1 : Filet et piège de capture des alevins.

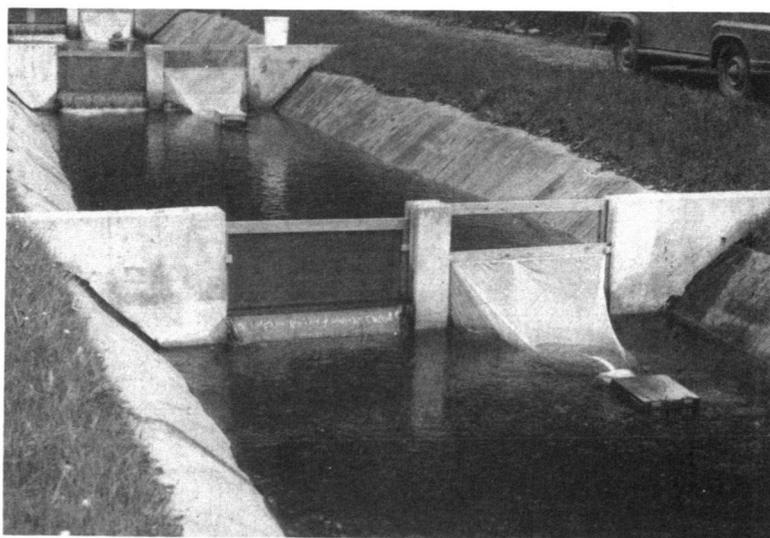


Figure 2 : Filets et pièges de capture en place dans les modules de séparation du chenal.

La taille des alevins du bief 4 est comparée, en fin de résorption, à celle de leurs frères des premières pontes artificielles restés en incubation à la pisciculture de St-Pée. Comme la température de l'eau à la pisciculture est légèrement supérieure de 1 à 2°C à celle des ruisseaux alimentant le chenal, les comparaisons sont effectuées au même stade de développement, exprimé par le nombre de degrés-jours cumulés depuis la ponte. Cette notion cependant est à considérer avec précaution car approximative et conventionnelle.

Les alevins sont ensuite, soit gardés en élevage à la pisciculture, soit déversés dans des ruisseaux pépinières ou autres milieux d'accueil favorables.

Lorsque le nombre d'alevins capturés dans les pièges tend vers zéro, la dévalaison est considérée comme terminée ; les alevins restant dans le bief sont alors appelés " sédentaires ". Une série de pêches électriques est effectuée dans chaque bief, jusqu'à la collecte de la quasi totalité des alevins en place, ce qui demande 5 ou 6 passages dans

la même journée. Le lendemain, après contrôle des pièges, un ou deux passages sont encore effectués pour retirer le maximum d'alevins restants et les pièges sont encore visités pendant 15 jours. Le peuplement total dénombré est alors comparé à l'estimation du peuplement obtenue par la méthode de LESLIE et DAVIS modifiée par RICKER (1975) avec les données des pêches effectuées le premier jour. Comme les effectifs capturés sont inférieurs de seulement 5 p. 100 aux peuplements estimés et que les limites de confiance pour les estimations sont très larges, nous garderons comme chiffre du peuplement les nombres effectivement contrôlés qui correspondent à une valeur minimale des effectifs de sédentaires. Ces alevins sont également mesurés et pesés.

2.3. Évaluation de la survie

Le nombre total d'alevins survivant jusqu'à la résorption de la vésicule et les premières semaines de vie libre est obtenu par la somme du nombre de dévalants et du nombre de sédentaires. Le taux de survie global est estimé par le rapport du nombre total d'alevins survivants au nombre connu ou estimé d'œufs enfouis sous le gravier. Le chiffre ainsi obtenu couvre toute la période de développement embryonnaire pour les alevins issus de la reproduction naturelle, alors que pour les œufs enfouis artificiellement, la survie ne concerne la phase d'incubation que depuis le stade œuf récemment embryonné.

2.4. Paramètres environnementaux

Deux périodes sont à distinguer quant aux conditions environnementales pendant l'incubation et la dévalaison (tabl. 1). Durant la majeure partie de l'incubation (hormis la période de reproduction en décembre 1981, voir BEALL et MARTY, 1983), le débit est réglé à environ 40 l/s, les grilles et les planches sont retirées dans le chenal afin de diminuer l'épaisseur de la lame d'eau et augmenter la vitesse du courant sur le substrat pour réduire les risques de sédimentation.

Période	Débit (l/s) moy. (extrêmes)	Profondeur (cm) moy. ¹ (extrêmes)	Vitesse du courant (cm/s) moy. ^{1,2} (extrêmes)
Incubation	43 (1,9 - 124)	5,6 (* - 8,5)	27,3 (* 57,6)
Dévalaison	43 (5,5 - 72)	8,5 (2,8 - 11)	19,0 (* 26,2)

- 1 moyenne de 15 mesures effectuées aux différents débits
 2 mesurée à 5 cm du fond
 * mesure impossible

Tableau 1 : Conditions expérimentales au cours de l'incubation et de la dévalaison des jeunes saumons dans le chenal de fraie en 1982.

A partir de l'apparition des premiers alevins, les filets sont installés avec des planches et des grilles qui rehaussent le niveau et ralentissent le courant, ceci afin d'éviter que les alevins à l'émergence ne soient entraînés contre les grilles par un courant trop vif.

En raison des crues, le débit n'est pas toujours maintenu constant, mais doit être diminué pour éviter le colmatage des grilles. Tous les matins, le niveau de l'eau est déterminé sur une échelle graduée en tête du milieu expérimental et les conditions climatiques sont notées.

Des thermographes à mécanisme hebdomadaire enregistrent la température de l'eau dans le chenal et dans la salle d'incubation de la pisciculture. La pression atmosphérique journalière et la couverture nuageuse sont tirées des tableaux climatologiques mensuels de la station météorologique de Biarritz-Parme, située à une trentaine de kilomètres du domaine du Lapitxuri.

3 - RÉSULTATS

3.1. Dévalaison

La reproduction naturelle a eu lieu dans deux biefs du chenal en décembre 1981. Pour simplifier l'analyse des modalités et du rythme de dévalaison des alevins, seules les données du bief 6 sont considérées ici. En effet, 2 frayères homogènes y ont été creusées sans interruption sur une courte période de 4 jours, alors que dans le bief 8, les cinq frayères observées sont réparties de façon inégale dans l'espace et dans le temps, sur une période de 16 jours (BEALL et MARTY, 1983).

Les données du bief 4 sont également considérées (œufs provenant de deux pontes effectuées le même jour à la pisciculture) pour profiter du décalage d'environ trois semaines entre les pontes artificielles et la reproduction naturelle, ce qui permet d'examiner sur une plus longue période l'influence des facteurs de l'environnement sur la dévalaison.

Bief		Dévalaison					Fin de la résorption
		Début	2,5 %	50 %	97,5 %	Fin	
4	Date	29/01	31/01	19/02	10/03	16/03	9/02
	Nombre de jours depuis la ponte	71	74	93	112	118	83
	Degrés jours cumulés	768	788	975	1 165	1 230	879
6	Date	15/02	1/03	17/03	26/03	2/04	10/03
	Nombre de jours depuis la ponte ¹	68	82	98	107	114	91
	Degrés jours cumulés ¹	712	850	1 017	1 108	1 184	941

1 Le 10/12/81 est pris comme date moyenne de ponte dans ce bief

Tableau 2 : Dates et durée des différentes étapes de la dévalaison des alevins de saumons atlantiques dans deux biefs du chenal en 1982.

3.1.1. Période et durée

Les premières dévalaisons interviennent dans les deux biefs 9 à 10 semaines après la ponte (tabl. 2). La même durée (47 jours) s'écoule entre les captures des premiers et des derniers alevins dans les pièges avant la pêche électrique, mais 95 p. 100 des effectifs dévalants sont capturés en 38 jours dans le bief 4 et 26 jours dans le bief 6. Les pics de dévalaison ne correspondent pas exactement aux 50 p. 100 de la population dévalante, particulièrement dans le bief 6 où les deux principaux pics sont nettement décalés vers la fin de la période de dévalaison (fig. 5). Les distributions des fréquences journalières pour les deux populations présentent plusieurs modes, ce qui laisse supposer l'intervention de facteurs externes sur le rythme de dévalaison. Dans les deux biefs, cependant, la proportion du maximum d'alevins dévalants en une seule journée est la même (13,1 et 13,8 p. 100).

3.1.2. Stade de développement et taille des dévalants

Les premiers alevins capturés possèdent encore une partie de leur sac vitellin qui disparaît au fur et à mesure de l'avancement de la dévalaison. Ainsi, dans le bief 6, 21 p. 100 des alevins ont complètement résorbé le 2 mars et 100 p. 100 le 10 mars. Tous les alevins ont fini de résorber après 941 degrés-jours cumulés depuis la ponte dans le bief 6 et 879 dans le bief 4 (tabl. 2).

On remarque que 50 p. 100 de la dévalaison interviennent dans les deux biefs à 1.017 et 975 degrés-jours, respectivement, soit 7 à 10 jours après la fin de la résorption (tabl. 2). La taille et le poids des alevins (fig. 3 et 4) augmentent légèrement dans les 2 biefs au cours de la dévalaison. Au même nombre de degrés-jours cumulés (940, fig. 3), les alevins du bief 4 sont significativement plus grands que ceux du bief 6.

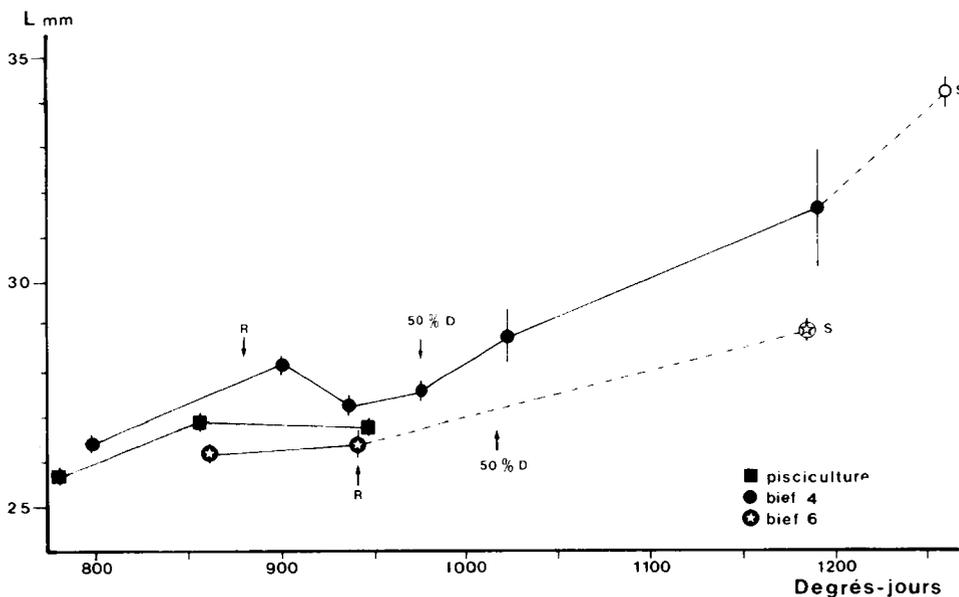


Figure 3 : Evolution de la taille des alevins à différents stades de développement exprimés en degrés-jours cumulés depuis la ponte. Les barres verticales représentent les limites de confiance à 95 p. 100 sur les moyennes. R = fin de la résorption D = dévalaison S = sédentaires.

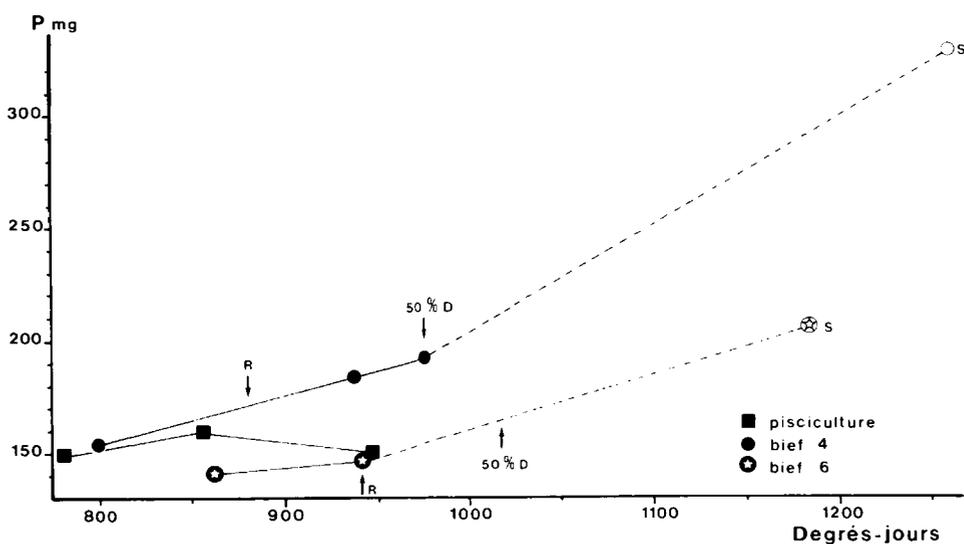


Figure 4 : Evolution des poids des alevins à différents stades de développement exprimés en degrés-jours cumulés depuis la ponte. R = fin de la résorption D = dévalaison S = sédentaires

A la fin de la résorption, pour des nombres de degrés-jours comparables (780 et 798 d'une part, 946 et 936 d'autre part, fig. 3), la taille moyenne des alevins incubés à la pisciculture est très significativement ($p < 0,001$ et $p < 0,005$ respectivement, test de t) inférieure à celle de leurs frères des mêmes pontes incubés dans le chenal.

3.1.3. Influence des facteurs abiotiques sur la dévalaison

3.1.3.1. Variations de niveau

Pendant toute la durée de la dévalaison, on constate la présence de deux périodes de débit stable (1-20 février et 25 février-20 mars) et trois périodes de niveau instable (fig. 5).

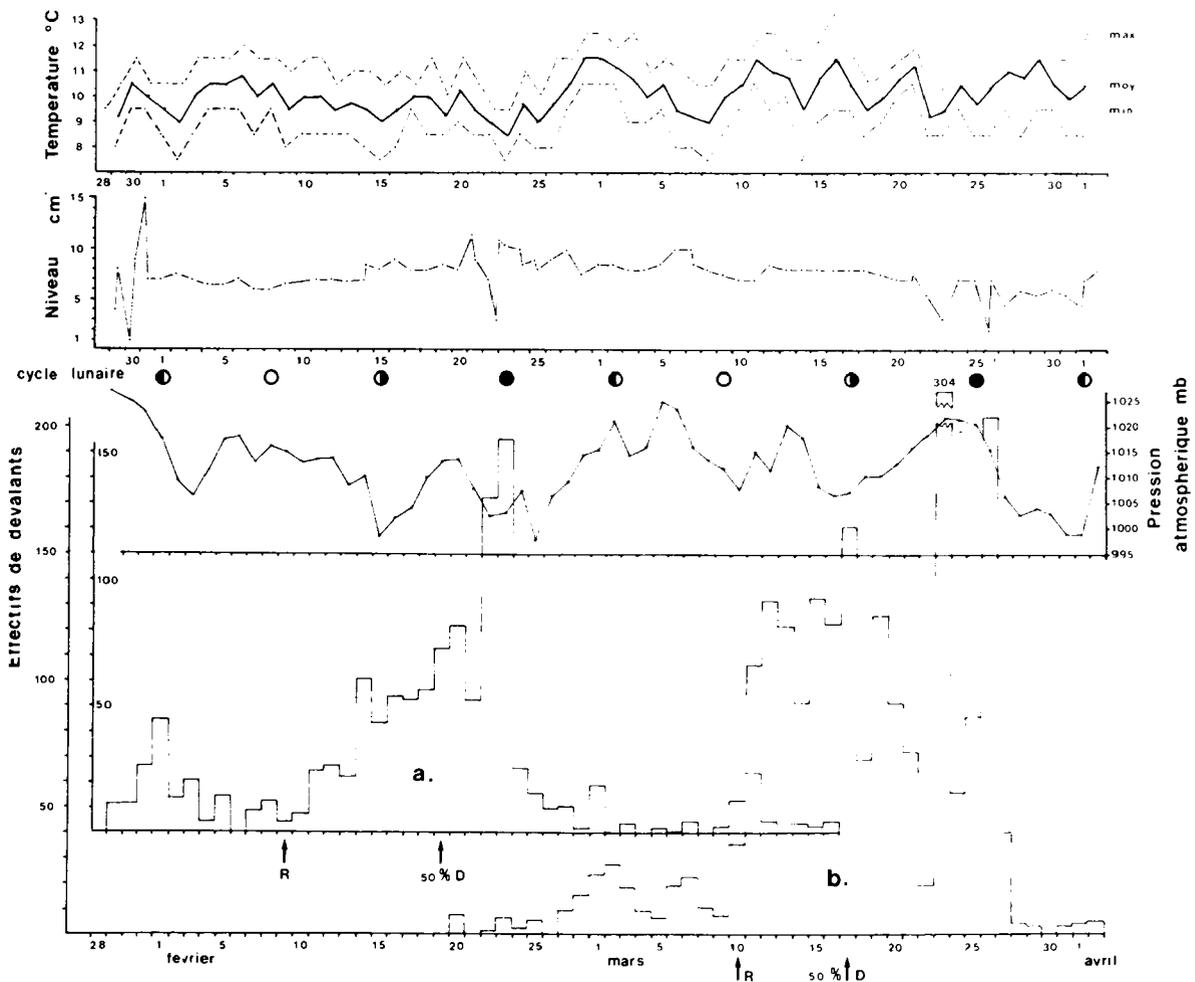


Figure 5 : Rythmes journaliers de dévalaison dans les biefs 4 (a) et 6 (b) et variations de quelques paramètres de l'environnement.
 R = fin de la résorption D = dévalaison

Un premier pic de dévalaison dans le bief 4 (1er février) est consécutif à la plus forte baisse (niveau minimum 1 cm sur l'échelle) suivi d'une hausse importante. Les alevins dévalants ont alors incomplètement résorbé leur sac vitellin.

Un deuxième grand pic de dévalaison (13,1 p. 100 des effectifs) intervient le 23 février, lors d'une forte baisse sur deux jours, peu après les 50 p. 100 de dévalaison dans ce bief. Dans le bief 6, les deux pics les plus importants (13,8 et 9,3 p. 100 de la dévalaison totale) suivent les baisses de niveau à 3 et 2 cm, après une longue période de débit stable.

3.1.32. Variations de la température

Au cours de la dévalaison, les températures moyennes journalières oscillent autour de 10°C, mais présentent des variations importantes à partir du 25 février (fig. 5). En période de débit stable, deux pics secondaires dans le bief 4 (les 1er mars et 10-11 mars), en fin de dévalaison, peuvent être associés à des hausses constantes de 9 à 12,5 °C sur 3 jours. On retrouve les mêmes pics dans le bief 6 en début de dévalaison. Dans ce dernier milieu, durant la période de dévalaison intense, les pics des 15 et 17 mars suivent des journées où l'écart de température entre le minimum et le maximum journaliers atteint 4° C, et le maximum absolu de température (13,5 ° C le 16 mars) est observé pour toute la période.

3.1.33. Éclairement nocturne

La figure 5 montre que lors des deux pleines lunes pendant la période considérée (8 février et 9 mars), le rythme de dévalaison est très faible alors que les alevins, qui ont totalement résorbé leurs réserves vitellines, ont déjà commencé à migrer dans les quinze jours précédents. Dans le bief 6, la dévalaison commence massivement les 10, 11 et 12 mars, juste après la pleine lune, mais sous un ciel couvert qui a réduit considérablement l'effet de l'éclairement nocturne (6 à 8 octas à la station météorologique de Biarritz-Parme). On remarquera également que les pics de dévalaison liés aux baisses de niveau (23 février, 23 et 25 mars) correspondent à la nouvelle lune.

3.1.34. Pression atmosphérique

Le rythme de dévalaison ne semble pas avoir de relation directe avec les variations de la pression atmosphérique enregistrée à Biarritz-Parme.

3.2. Collecte des alevins sédentaires et estimation de la survie totale.

Peu de temps après la fin des dévalaisons massives, les pêches électriques effectuées dans les différents biefs ont permis de capturer la quasi totalité des alevins non dévalants (tabl. 3).

Bief	Nombre de passages	Effectifs totaux capturés en PE	Effectifs contrôlés après PE	Total contrôlé
4	5	384	25	409
6	5	501	1	502
8	6	995	68	1 063

Tableau 3 : Effectifs d'alevins sédentaires capturés dans chaque bief. PE = pêche électrique.

La survie totale minimale pour les alevins issus de la reproduction naturelle ou artificielle est présentée au tableau 4. Elle est de 80 p. 100 dans le bief 4 à partir du stade œuf embryonné. La survie globale pour les alevins des biefs 6 et 8, considérés ensemble puisque le nombre d'œufs pondus n'a pas été déterminé dans chaque bief individuellement, est à peine inférieure, avec cependant une fourchette assez importante (65,5 à 85,8) autour de la moyenne estimée.

Bief	Effectif initial	Dévalants	Sédentaires	Survie totale	
				N	%
4	2 000	1 183	409	1 592	79,6
6 et 8	17 854 † 2 395	11 693	1 565	13 258	74,3 (65,5 - 85,8)

Tableau 4 : Survie totale des alevins de saumon atlantique dans le chenal en 1982.

4. DISCUSSION

4.1. Dévalaison

Après l'émergence des graviers, la plupart des alevins de salmonidés se dispersent à partir de la zone de frayère en développant leur comportement de nage en pleine eau contre le courant (rhéotaxie positive). Pendant cette période, nombre d'entre eux se déplacent vers l'aval, ce mouvement étant appelé dévalaison. Ce phénomène n'est pas bien connu chez l'alevin de saumon atlantique. STUART (1953) note qu'à partir de l'émergence, les alevins commencent à se disperser autour de la frayère mais les émigrations d'alevins dans un ruisseau écossais sont considérés comme faibles par EGGLESHAW et SHACKLEY (1977). RANDALL (1982), étudiant la dévalaison d'alevins de saumon atlantique sur deux rivières canadiennes, conclut qu'elle coïncide avec la sortie des graviers.

Nos observations montrent que les variations de niveau semblent avoir un effet prononcé sur le rythme de dévalaison. Les principaux pics de captures consécutifs à de fortes baisses pourraient être expliqués par une réaction de fuite de la part des alevins menacés de se retrouver à sec (LINDROTH, 1955). BAMS (1969) a par ailleurs noté que des alevins de sockeye (*Oncorhynchus nerka*) en fin de résorption pouvaient être induits à sortir des graviers en coupant ou réduisant le courant d'eau alimentant les incubateurs.

Par ailleurs, les baisses de niveau sont consécutives à la réduction du débit nécessaire pour un bon fonctionnement du chenal dans les conditions actuelles lors des crues. Les eaux sont alors plus ou moins teintées. La turbidité, connue pour jouer un rôle stimulant sur la dévalaison d'alevins de salmonidés (MAC DONALD, 1960 ; THOMAS, 1975) a pu également intervenir à ces occasions.

La température, dont l'action sur la dévalaison des smolts a bien été étudiée, par exemple (BAGLINIÈRE, 1976 ; SOLOMON, 1978), semble également influencer celle des alevins dans le chenal. COBURN et Mc CART (1967), THOMAS (1975), ont observé que la migration des alevins de saumon pink (*O. gorbuscha*) ou chinook (*O. tshawytscha*) était stimulée par des hausses de température qui, d'après KEENLEYSIDE et HOAR (1954), diminuent leur réponse rhéotactique.

L'étude du cycle lunaire fait apparaître une tendance à la dévalaison en dehors des périodes de pleine lune lorsque l'éclairage nocturne est faible ou nul. MASON (1975) a également constaté que les pics de dévalaison d'alevins de coho (*O. kisutch*) coïncident avec les nouvelles lunes. Or, nous avons observé (non publié) que lors du maximum de dévalaison dans le chenal, près de 99 p. 100 des captures sur un cycle de 24 heures sont effectuées pendant la nuit. La dévalaison nocturne pourrait être liée à un déplacement vers l'aval par le courant en raison d'une plus grande activité et de la perte du contact visuel avec le substrat (HOAR, 1954). Elle pourrait également résulter d'un comportement de défense contre la prédation (HARTMAN *et al.*, 1967, GODIN, 1980).

Cependant, l'existence de la dévalaison ne peut être expliquée uniquement par l'action de facteurs abiotiques, en période de débit stable ou de température constante par exemple.

Les alevins de saumons et de truites montrent un comportement agressif dès l'émergence et établissent un territoire dans la semaine ou les quinze jours qui suivent (KALLEBERG, 1958 ; HELAND, 1971). La dévalaison serait ainsi le résultat de la compétition territoriale, les alevins en surnombre ayant tendance à s'établir dans les secteurs

aval moins peuplés (CHAPMAN, 1962 ; MASON, 1969, 1975). Cependant, CUI NAT et HELAND (1979) ne trouvent pas de relation entre la dévalaison et la densité d'alevins de truite. Ils observent en outre, comme nous, que des alevins dévalent précocement, avec la vésicule non résorbée, donc avant que la hiérarchie territoriale ne soit formée. D'après HELAND (1980) il existerait trois types de dévalaison chez les très jeunes alevins de truite. Le premier, à l'émergence, résulterait de l'apprentissage du comportement de nage et d'un glissement vers l'aval sous l'effet du courant. Le deuxième implique la majorité des alevins juste après l'émergence, caractérisés par un manque d'aptitude à la nage statique. Enfin, il y aurait la dévalaison résultant de la compétition territoriale, comme énoncée plus haut.

Ainsi, la dévalaison serait l'un des mécanismes de dispersion des populations à partir des zones de frayère surpeuplées (CHAPMAN, 1962). Elle résulte de l'interaction d'un ensemble de facteurs, internes et externes, ces derniers stimulant ou modulant le rythme de la migration.

4.2. Survie

La survie dans les biefs 4, 6 et 8 peut être considérée comme bonne. Les chiffres obtenus confirment les résultats d'une expérience préliminaire menée pendant l'hiver-printemps 1981, au cours de laquelle 57.000 larves de saumon atlantique ont été introduites dans le gravier du chenal. Malgré la manipulation délicate de larves à l'éclosion, la survie a varié de 73 à 90 p. 100. Pour les deux biefs où les œufs ont été pondus naturellement, la survie moyenne estimée, comprise dans une fourchette assez large (65-86 p. 100) en raison de la variabilité des fécondités calculées à partir d'un petit échantillon de 15 femelles (BEALL et MARTY, 1983), est cependant proche de celle des autres biefs, compte tenu du temps d'incubation plus long passé sous le gravier, et semble donc réaliste.

Espèce	Chenal	Année de ponte	Survie (%) (extrêmes)	Référence
a				
<u>O. gorbuscha</u>	Jones Creek	1955	37	Mac KINNON <i>et al.</i> , 1961
	Jones Creek	1957	38,4	"
	Jones Creek	1959	63	"
	Upper Seton	1979	45,7	Anon., 1981
	Lower Seton	1979	55,6	"
<u>O. keta</u>	Big Qualicum River	1963	25,2	LISTER <i>et WALKER</i> , 1966
		1965	24,5	" "
	Jones Creek	1955	30	HOURSTON <i>et Mac KINNON</i> , 1956
	Big Beef Creek	1970-1972	39,9 (32,4-59,3)	SCHRODER <i>et al.</i> , 1973
<u>O. tshawytscha</u>	Rocky Reach	1961-1967	34,4 (7 - 61,7)	MEEKIN, ALLEN <i>et MOSER</i> , 1971
	Priest Rapids	1964-1971	40,9 (5 - 78,1)	ALLEN <i>et MEEKIN</i> , 1973
<u>O. nerka</u>	Upper Pitt	1979	73,4	Anon., 1981
	Weaver Creek	1979	55,7	"
	Gates Creek	1979	56,7	"
	Nadina River	1979	46,3	"
<u>S. gairdneri</u>	Liawenee (Tasmanie)	1978	12,4	SLOANE, 1979
<u>S. salar</u>	Noel Paul's Brook	1968-1973	60 (50-70)	PRATT <i>et al.</i> , 1974
	" " "	1974	58	MEERBURG, 1976 (Comm. pers.)
	" " "	1975	33	"
	Indian River	1964-1973	41 (12-70)	PRATT <i>et al.</i> , 1974
	" " "	1974	50	MEERBURG, 1976 (comm. pers.)
" " "	1975	55	"	
b				
<u>O. gorbuscha</u>	Robertson Creek	1959	95	Mac KINNON, 1960
<u>O. tshawytscha</u>	Abernathy	1959	50	THOMAS <i>et SHELTON</i> , 1968
	Abernathy	1964	78,5	" "
<u>O. keta</u>	Abernathy	1964	83,4	" "

Tableau 5 : Survie jusqu'au stade alevin dévalant de différentes espèces de salmonidés issus de la reproduction naturelle (a) ou d'œufs enfouis au stade embryonné (b) dans quelques chenaux de fraie.

Les taux de survie en chenaux de fraie, rapportés en bibliographie, sont assez variables (tabl. 5a) pour une valeur moyenne autour de 50 p. 100. Comparés à ces données, les premiers résultats obtenus dans le chenal de fraie du Lapitxuri sont très satisfaisants en ce qui concerne la reproduction naturelle. L'enfouissement d'œufs embryonnés donne des résultats comparables à ceux du tableau 5b.

Espèce	Rivière	Survie (%)	Référence
a			
<u>O. tshawytscha</u>	Sacramento	4	GANGMARK et BAKKALA, 1960
<u>O. tshawytscha</u>	Big Qualicum	0,17 à 7 sur 3 ans	LISTER et WALKER, 1966
<u>O. keta</u>	Big Qualicum	11,2 (5-17) sur 4 ans	" "
<u>O. kisutch</u>	Big Qualicum	0,3 - 4,3 sur 2 ans	" "
<u>O. gorbuscha</u>	Sashin Creek	7 (0,06 à 21,75) sur 26 ans	Mc NEIL, 1968
<u>S. salar</u>	Indian River	0 ; 2,5 ; 7,9, pour 3 frayères	PRATT <u>et al.</u> , 1974
b			
<u>S. trutta</u>) <u>S. gairdneri</u>) <u>O. tshawytscha</u>)	77 rivières de Nouvelle Zélande	92,4 (711 frayères)	HOBBS, 1948
<u>O. tshawytscha</u>	Prairie Creek	86 (7 frayères)	BRIGGS, 1953
<u>O. kisutch</u>	" "	74,3 (15 frayères)	"
<u>S. gairdneri</u>	" "	64,9 (13 frayères)	"
<u>S. salar</u>	Fish River	92	WARNER, 1963

Tableau 6 : Quelques données de survie en milieu naturel pour différentes espèces de salmonidés. a : entre ponte et collecte des alevins à l'émergence ou la dévalaison ; b : entre ponte et stade œuf embryonné ou larvaire.

Les bonnes survies constatées en chenal de fraie contrastent avec celles généralement rapportées en milieu naturel (tabl. 6a), malgré la très bonne efficacité de la reproduction naturelle dans des conditions favorables (tabl. 6b). Les données du tableau 6b sont toutefois à considérer avec précaution car elles ne couvrent pas toute la durée d'incubation. En outre, la survie a tendance à être surévaluée par la méthode du déterrage des œufs dans les frayères, en raison de la disparition des œufs morts attaqués préférentiellement par les champignons ou les invertébrés (BRIGGS, 1953 ; Mc DONALD, 1960). De plus, HOBBS (1948) ne tient pas compte des pertes par érosion des frayères lors des crues, qui est considérée comme l'une des principales causes de mortalité en milieu naturel (GANGMARK et BAKKALA, 1960 ; LUCAS, 1960 ; Mc NEIL, 1964). Le contrôle du débit, caractéristique majeure d'un chenal de fraie, procure un milieu stabilisé et permet d'éviter le bouleversement des frayères.

Parmi les autres facteurs importants pour la survie pendant l'incubation, sont cités les dépôts de sédiments fins consécutifs aux crues (STUART, 1953 ; GANGMARK et BAKKALA, 1960 ; LUCAS, 1960 ; Mc NEIL et AHNELL, 1964) qui réduisent la percolation de l'eau dans le gravier, asphyxient les œufs ou larves, empêchent leurs mouvements, réduisent la concentration en oxygène en raison de la décomposition de la matière organique et empêchent l'évacuation des produits du métabolisme. Cette sédimentation est en partie limitée dans le chenal par la réduction du débit en temps de crue. En outre, la présence en tête du système de deux ruisseaux possédant des caractéristiques de bassin versant différentes permet de choisir le plus propre pour l'alimentation en eau.

Le surcreusement des frayères, quand les densités de géniteurs sont élevées, est également un facteur de mortalité (Mc NEIL, 1964). Il peut être évité par un contrôle de la densité des adultes, une fois connues les conditions optimales pour la reproduction naturelle.

D'après nos observations, les alevins issus du chenal sont en excellente condition. Ils sont également plus grands, au moment de la résorption de la vésicule, que leurs frères incubés à la pisciculture. Cependant, la différence de température de 1 à 2°C entre la pisciculture et le chenal pourrait expliquer les différences significatives de taille entre les deux lots d'alevins, pour le même nombre de degrés-jours (PETERSON *et al.*, 1977). Il n'en reste pas moins que l'incubation sous gravier semble conférer aux alevins une supériorité de croissance par rapport à ceux incubés artificiellement sur substrat lisse (VIBERT, 1953 ; BAMS, 1969). Il est probable que cet avantage de taille permet également une meilleure survie ultérieure (SALO et BAYLIFF, 1958).

5. CONCLUSION

Cette première étude montre que le chenal de fraie du Lapitxuri procure un environnement favorable au développement des œufs et des larves de saumon atlantique jusqu'au stade de la résorption (malgré quelques problèmes hydrauliques encore à résoudre). Les bonnes survies enregistrées démontrent la validité de cette méthode qui offre une alternative intéressante dans certains cas à l'incubation traditionnelle en pisciculture pour la production de sujets de repeuplements.

Une dévalaison massive de la majorité des alevins à l'émergence ou peu de temps après est mise en évidence. Le biologiste des pêches peut tirer profit de ce comportement pour repeupler directement l'aval d'un système fluvial comportant suffisamment de zones favorables pour accueillir les juvéniles, ou bien pour collecter aisément les saumons dévalants et les distribuer dans des ruisseaux pépinières ou autres milieux d'accueil convenables.

Cependant, le mécanisme de la dévalaison chez l'alevin de saumon atlantique n'est pas bien connu. Des études approfondies sont encore nécessaires pour en déchiffrer les causes et examiner le sort des alevins " dévalants " par rapport aux " sédentaires ". Il reste également à déterminer si les alevins issus du chenal sont capables de survivre aussi bien que leurs congénères sauvages.

Enfin, des travaux en cours doivent permettre de définir la capacité optimale de production du chenal du Lapitxuri, en fonction du stock d'œufs ou de géniteurs disponibles.

REMERCIEMENTS

Le chenal de fraie expérimental du Lapitxuri a été réalisé grâce au financement du Service Pêche et Hydrobiologie de la Direction de la Protection de la Nature (Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie) dans le cadre du Plan Saumon.

Nous tenons à remercier tout particulièrement les dirigeants de l'A.P.P. de la Nivelle, sans le soutien desquels cette réalisation n'aurait pas été possible. Nous remercions également M. R. CUINAT qui a lu et discuté le manuscrit et y a apporté de sensibles améliorations.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN R.L., MEEKIN T.K., 1973. An evaluation of the Priest Rapids chinook salmon spawning channel. *Tech. Rep. Wash. Dept. Fish.*, 11, 52 p.
- ANONYME, 1981. Annual report 1980. Spawning channel operations. *Int. Pac. Salm. Fish. Comm.*, 16-19.
- BAGLINIÈRE J.L., 1976. Etude des populations de saumon atlantique (*Salmo salar* L., 1766) en Bretagne-Basse Normandie. 2. Activité de dévalaison des smolts sur l'Ellé. *Ann. Hydrobiol.*, 1, 2, 159-177.
- BAMS R.A., 1969. Adaptations of sockeye salmon associated with incubation in stream gravel. In : T.G. NORTHCOTE (Ed.). Symposium on salmon and trout in streams. H.R.MAC MILLAN Lectures in Fisheries. Vancouver UBC Inst. Fish, 71-87.

- BEALL E., MARTY C., 1983. Reproduction du saumon atlantique, *Salmo salar* L., en milieu semi-naturel contrôlé. *Bull. Fr. Piscic.*, 289, 77-93.
- BRIGGS J.C., 1953. The behavior and reproduction of salmonid fishes in a small coastal stream. *Fish. Bull.*, 94, 1-62.
- CHAPMAN D.W., 1962. Aggressive behaviour in juvenile coho salmon as a cause of emigration. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 19, 1047-1080.
- COBURN A., Mc CART P., 1967. A hatchery release tank for pink salmon fry with notes on behavior of the fry in the tank and after release. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 24, 77-85.
- CUINAT R., HELAND M., 1979. Observations sur la dévalaison d'alevins de truite commune (*Salmo trutta* L.) dans le Lissuraga. *Bull. Fr. Piscic.*, 274, 1-17.
- EGGLISHAW H.J., SHACKLEY P.E., 1977. Growth, survival and production of juvenile salmon and trout in a Scottish stream, 1966-1975. *J. Fish Biol.*, 11 (6), 647-672.
- GANGMARK H.A., BAKKALA R.G., 1960. A comparative study of unstable and stable (artificial channel) spawning streams for incubating king salmon at Mill Creek. *Calif. Fish and Game*, 46 (2), 151-164.
- GODIN J.G., 1980. Temporal aspects of juvenile pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum) emergence from a simulated gravel redd. *Can. J. Zool.*, 58, 735-744.
- HARTMAN W.L., HEARD W.R., DRUCKER B., 1967. Migratory behaviour of sockeye salmon fry and smolts. *J. Fish Res. Bd Can.*, 24, 2069-2099.
- HELAND M., 1971. Observations sur les premières phases du comportement agonistique et territorial de la truite commune. *Salmo trutta* L., en ruisseau artificiel. *Ann. Hydrobiol.*, 2 (1), 33-46.
- HELAND M., 1980. La dévalaison des alevins de truite commune, *Salmo trutta* L., I. Caractérisation en milieu artificiel. *Annls Limnol.*, 16 (3), 233-245.
- HOAR W.S., 1954. The behavior of juvenile Pacific salmon with particular reference to the sockeye (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish Res. Bd Can.*, 11, 69-97.
- HOBBS D.F., 1948. Trout fisheries in New Zealand. Their development and management. *Fish. Bull. N.Z. Mar. Dept.*, 9, 175 p.
- HOURSTON W.R., MAC KINNON D., 1956. Use of an artificial spawning channel by salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 86, 220-230.
- KALLEBERG H., 1958. Observation in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *S. trutta* L.). *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 32, 55-98.
- KEENLEYSIDE M.H., HOAR W.S., 1954. Effects of temperature on the responses of young salmon to water currents. *Behaviour*, 7, 77-87.
- LINDROTH A., 1955. Distribution, territorial behaviour and movements of sea trout fry in the river Indalsälven. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm.*, 36, 104-119.
- LISTER D.B., WALKER C.E., 1966. The effect of flow control on freshwater survival of chum, coho and chinook salmon in the Big Qualicum River. *Can. Fish Cult.*, 37, 3-25.
- LUCAS K.C., 1960. The Robertson Creek spawning channel. *Can. Fish Cult.* 27, 3-24.
- MAC KINNON D., 1960. A successful transplant of salmon eggs in the Robertson Creek spawning channel. *Can. Fish Cult.*, 27, 25-31.
- MAC KINNON D., EDGEWORTH L., Mc LAREN R.E., 1961. An assessment of Jones Creek spawning channel, 1954-1961. *Can. Fish Cult.*, 30, 3-14.
- MASON J.C., 1969. Hypoxial stress prior to emergence and competition among coho salmon fry. *J. Fish Res. Bd Can.*, 26, 63-91.
- MASON J.C., 1975. Seaward movement of juvenile fishes, including lunar periodicity in the movement of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) fry. *J. Fish Res. Bd Can.*, 32, 2542-2547.
- Mc DONALD J., 1960. The behaviour of pacific salmon fry during their downstream migration to freshwater and saltwater nursery areas. *J. Fish Res. Bd Can.*, 17, 655-676.
- Mc NEIL W.J., 1964. Redd superimposition and egg capacity of pink salmon spawning beds. *J. Fish Res. Bd Can.*, 21, 1385-1396.

- Mc NEIL W.J., 1968. Migration and distribution of pink salmon spawners in Sashin Creek in 1965, and survival of their progeny. *Fish. Bull.*, 66, 3, 575-586.
- Mc NEIL W.J., AHNELL W.H., 1964. Success of pink salmon spawning relative to size of spawning bed materials. *U.S. Fish Wild. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish*, 469, 15 p.
- MEEKINT K., ALLEN R.L., MOSER A.C., 1971. An evaluation of the Rocky Reach chinook salmon spawning channel, 1961-1968. *U.S. Dept. Fish Tech. Rept.*, n° 6 : 1-28.
- PETERSON R.H., SPINNEY H.C.E., SREEDHARAN A., 1977. Development of Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs and alevins under varied temperature regimes. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 34, 31-43
- PRATT J.D., FARWELL M.K., RIETVELD H.J., 1974. Atlantic salmon production using a spawning channel. Int. Rep. Ser. N° New/1-74-7. Res. Develop. Branch, Newfoundland Region, Env. Can., Fish. Mar. Serv., 29 p.
- RANDALL R.G., 1982. Emergence, population densities, and growth of salmon and trout fry in two New Brunswick streams. *Can. J. Zool.*, 60, 10, 2239-2244.
- RICKER W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res., Bd Can.*, 191, 382 p.
- SALO E.O., BAYLIFF W.H., 1958. Artificial and natural production of silver salmon, *Oncorhynchus kisutch* at Minter Creek, Washington. *Wash. State Dept. Fish., Res. Bull.*, 4, 76 p.
- SCHRODER S.L., SNYDER B.P., KOSKI K.V., BEALL E.P., 1973. Measurement of spawning success and fry quality of chum salmon utilizing a spawning channel at Big Beef Creek, Washington. Part I of Closing Report for 1970-1973. Contract AFC-50 NOAA, NMFS, 18 p.
- SLOANE R., 1979. Experimental rainbow trout spawning channel at Liawenee. Investigations 1978. Appendix III. Report for year ended 30 june 1979, n° 59. Inland Fisheries Commission, Parliament of Tasmania, 28-31.
- SOLOMON D.J., 1978. Some observations on salmon smolt migration in a chalkstream. *J. Fish Biol.*, 12, 571-574.
- STUART T.A., 1953. Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (*Salmo trutta* L.). *Freshwat. Salm. Fish Res.*, 5, 39 p.
- THOMAS A.E., 1975. Migration of chinook salmon fry from simulated incubation channels in relation to water temperature, flow and turbidity. *Prog. Fish Cult.*, 37, 4, 219-223.
- THOMAS A.E., SHELTON J.M., 1968. Operation of Abernathy Channel for incubation of salmon eggs. *Tech. pap. Bur. Sport Fish Wild.*, n° 23, 19 p.
- VIBERT R., 1953. Effect of solar radiation and of gravel cover on development, growth and loss by predation in salmon and trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 83, 194-201.
- WARNER K., 1963. Natural spawning success of landlocked salmon (*Salmo salar* L.). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 92, 161-164.
-