



HAL
open science

Techniques de production du saumon de repeuplement a la station de Newport (Irlande)

Roland Billard, P. Carpentier

► **To cite this version:**

Roland Billard, P. Carpentier. Techniques de production du saumon de repeuplement a la station de Newport (Irlande). Pisciculture Française d'Eau Vive et d'Etang, 1978, 53-54, pp.67-76. hal-01600921

HAL Id: hal-01600921

<https://hal.science/hal-01600921>

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Techniques de production du saumon de repeuplement à la station de Newport (Irlande)

par P. CARPENTIER et R. BILLARD (*)

1. — LA PRODUCTION DE SAUMON EN IRLANDE

L'Irlande est terre d'élection pour le saumon qui est présent dans toutes les rivières de ce pays. L'exploitation des stocks est importante (90 %) dont 70 % en filet dérivant, par la pêche côtière. La pêche en eau douce qui représente 5 % est pratiquée essentiellement dans des rivières privées. Par conséquent, la gestion des stocks est chose importante, cependant elle reste aujourd'hui encore aléatoire, se basant sur des modèles mathématiques qui reposent sur des données telles que le nombre de frayères et les captures déclarées.

C'est pour améliorer ces conditions de gestion que le Salmon Research Trust of Ireland (S.R.T.I.) fut créé en 1955. Cet organisme de recherches est constitué à parts égales par le ministère de l'Agriculture et des Pêches et par la société privée Arthur Guinness (qui possède des parcours de pêche sur des rivières importantes). La vocation du R.S.T.I. est donc le contrôle des stocks de poissons migrateurs (saumon, truite de mer, anguille) et son amélioration éventuelle.

II. — STATION EXPÉRIMENTALE DE NEWPORT (Co Mayo)

A) Moyens mis en œuvre

Appartenant au S.R.T.I., la station (Farran laboratory, Newport Mayo) est situé entre deux lacs (figure 1), l'un d'eau douce (Lough Feeagh : 485 ha) l'autre d'eau saumâtre (Lough Furnace : 200 ha), l'ensemble constitue la Burrishoole river qui se jette dans une baie magnifique (Clew Bay) au nord-ouest de l'Irlande du Sud. La station est située sur un des deux bras de rivière (Mill Race) reliant les deux lacs.

Figure 1. — Site de la station expérimentale de Newport ; en amont à droite, le lac Feeagh (eau douce), à gauche le lac Furnace (eau saumâtre).



(*) Laboratoire de physiologie des poissons, I.N.R.A., 78350 Jouy-en-Josas.

Le personnel de la station se composait de sept employés permanents en 1977 : D.-J. PIGGING, Directeur de la station, J.-P. LAWRIE, biologiste, et cinq techniciens affectés à l'entretien des bâtiments et à l'élevage, plus des stagiaires.

Le bâtiment principal de la station se compose :

- d'un petit laboratoire de microbiologie ;
- d'une chambre noire (scalimétrie) ;
- d'un laboratoire principal ;
- d'un bureau où la plupart des publications concernant le saumon sont présentes ;
- d'une salle de travail, destinée aux manipulations habituelles (prélèvements, scalimétrie, fabrication du matériel, etc.) ;
- d'une salle de fécondation des œufs et de programmation automatique du nourrissage des alevins (abandonné) ;
- d'une salle d'alevinage ;
- d'une salle de stockage de la nourriture artificielle et de préparation de la nourriture fraîche le cas échéant (foie). Cette salle sert également à toutes les manipulations de poissons (pesées, marquages, etc.) ;
- d'une salle de chauffage (locaux + thermorégulation des eaux de la salle d'alevinage) ;
- de deux autres bâtiments à Mill Race et Salmon Leap (figures 2-3) qui abritent les dispositifs de capture et de comptage.

B) Objectifs de la station

Ils sont divers et ont évolué au cours des années. La vocation première de la station fut de gérer les stocks de la Burrishoole river (recensement des animaux et analyse de leurs migrations). Des programmes plus spécifiquement liés à l'élevage et génétique (souche locale) furent ensuite abordés. Les résultats encourageants obtenus permirent la production de smolts destinés au repeuplement d'autres rivières et maintenant un programme destiné à la conservation de géniteurs sélectionnés mais aussi à la production d'animaux destinés à la consommation est mis en œuvre par un élevage en cage marine à Mulrany (cf. IV).

III. — L'ÉLEVAGE DU SAUMON ATLANTIQUE (*Salmo salar*)

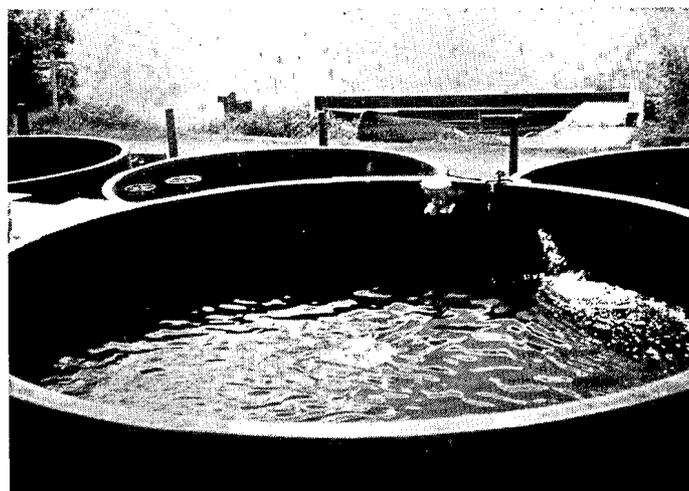
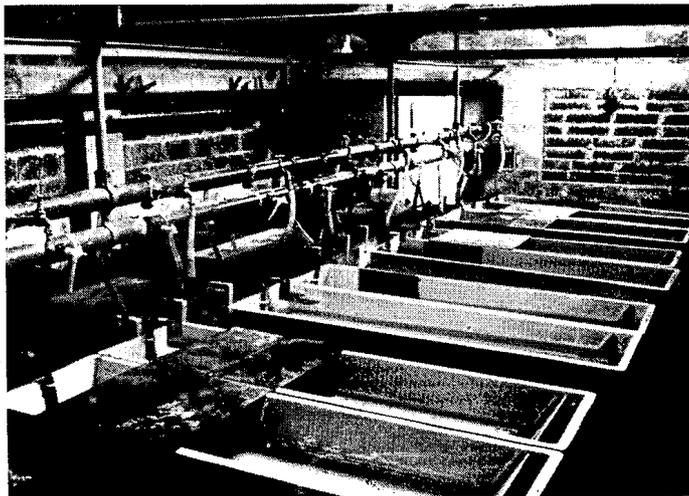
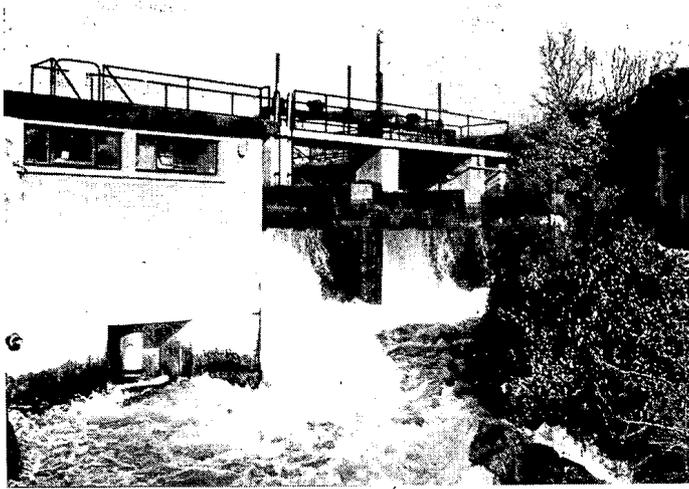
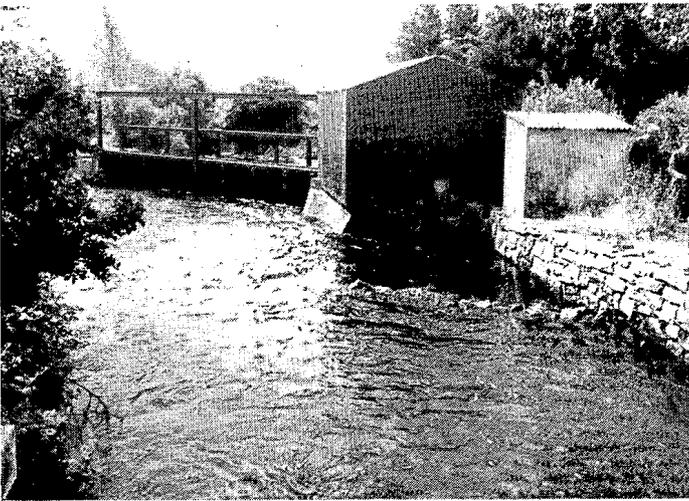
Après plus de quinze ans d'expérience, le D^r PIGGINGS maîtrise parfaitement l'élevage du saumon.

A) Installations

La haute qualité de l'eau permet une prise directe dans la rivière Mill Race, une simple filtration mécanique est utilisée pour l'écloserie.

La salle d'alevinage (55 m²) comprend :

- 11 auges (50 cm × 200 cm) type Grice et Young (figure 4), trop larges et lisses selon PIGGINS ;



- 2 Auges (30 cm × 200 cm) du même principe ;
- un double réseau d'alimentation des bacs en eau réchauffée ou normale, un système de chauffage de l'eau par échange de chaleur (figure 4) est greffé sur le réseau général de chauffage de la station, le système est en circuit ouvert, ce qui conduit à des pertes de calories considérables pendant la saison froide ;
- un dispositif de distribution automatique de nourriture fut installé, mais abandonné : le début de nourrissage est trop délicat et ne peut être mécanisé, de plus les paillettes de nourriture colmatent le distributeur ;
- à l'extérieur, nous trouvons des bassins circulaires ou subcirculaires (figures 5 et 5 bis) dénombrés dans le tableau suivant :

Nombre bassins	Diamètre (m)	Matériaux	Débit m ³ /h
5	2	Polyester	2,4 - 3,7
8	2	Béton (type Burrows)	–
4	4,5	Béton	9,2 - 14,3
7	8	Béton	–

La densité d'élevage varie de 4,5 à 7 kg/m².

- deux grands bassins (60 m²) débouchent sur le lac Furnace, ils serviront lors du lâcher des smolts ;
- de plus, il faut rajouter un contrôle journalier des conditions météorologiques (figure 6) : température de l'air, pluviomètre, ensoleillement, etc.) ainsi qu'une mesure en continu du niveau et de la température de la rivière.

B) Stabulation des géniteurs

1. Capture.

Il y a quelques années, les géniteurs provenaient des pêches côtières pratiquées au filet. Maintenant

A gauche, de haut en bas :

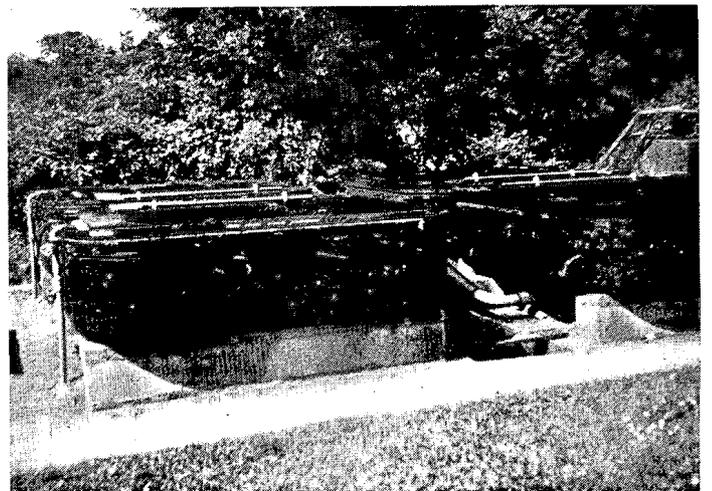
Figure 2. – Dispositif de comptage sur la rivière Mill-Race (remontée).

Figure 3. – Dispositif de comptage à Salmon leap (dévalaison).

Figure 4. – Auges d'alevinage type Grice et Young avec double alimentation en eau.

Figure 5. – Bassins circulaires en béton.

Figure 5 bis. – Bassins sub-rectangulaires en polyester.



deux systèmes sont susceptibles d'être utilisés : soit la capture lors de la remontée à l'aide des deux pièges (Mill Race et Salmon Leap) : 250 femelles en 1976 ; soit par la conservation des géniteurs dans les cages marines, les saumons effectuant tout leur cycle en captivité.

2. Choix des géniteurs.

De manière à favoriser, voire à tester, certains effets génétiques, les géniteurs utilisés proviennent des lignées élevées depuis plusieurs générations (répertoriées par cryomarquage).

3. Stabulation.

Les remontées des adultes ne coïncident pas avec le début de la fraie, ce qui nécessite la mise en place de bacs de stabulation. Celle-ci ne pose pas de problèmes particuliers malgré les charges importantes rencontrées à ce moment : 14 kg/m² pour des bassins type Burrows de 8 m avec une hauteur d'eau de 30 à 40 cm (figure 7).

La stabulation débute lors des premières remontées de septembre jusqu'en décembre (fécondation). Les géniteurs sont stockés dans une quasi-obscurité (75 %) afin de diminuer autant que possible l'activité des animaux. Durant cette stabulation, de l'eau de mer est pompée à partir du lac Furnace afin d'obtenir une eau saumâtre dans les bassins (12 ± 2 ‰) jusqu'au début novembre. L'effet le plus visible de cet apport d'eau de mer semble être l'abaissement de la température d'élevage (effet de tampon thermique de l'eau de mer).

Les sexes sont mélangés jusqu'au début du mois de décembre, ce qui permet une meilleure synchronisation des maturations, ensuite les sexes sont séparés et les femelles sont examinées chaque semaine jusqu'à ovulation. A chaque manipulation, les animaux sont traités de manière préventive par injection intramusculaire d'antibiotiques (oxytétracycline ou terramycine) à raison de 0,4 ml/poisson la première fois, et 0,2 ml ensuite. D'après PIGGINGS ces injections sont efficaces contre l'infection qui peut résulter des manipulations (fungus, ulcérations) et contre la furonculose.

Les premières femelles sont prêtes à ovuler début décembre, mais la récolte complète des ovules n'est achevée qu'à la fin de la troisième semaine de décembre (ponte tardive comme dans toutes les populations de grilses en Irlande). Le Dr PIGGINS serait intéressé par une induction précoce de maturation par injection d'extraits hypophysaires ou par une manipulation judicieuse de la photopériode qui conduiraient à une production de smolts 1⁺ plus importante.

C) Fécondation (méthode sèche)

Le prélèvement des ovules et du sperme par pression abdominale (strippage) est toujours effectué sans anesthésie. Chaque mâle peut être « réutilisé » jusqu'à quatre fois de suite à une semaine d'intervalle.

Ces saumons étant de taille respectable (60 à 80 cm), leur manipulation est facilitée par l'utilisation par l'opérateur d'une ceinture comportant une poche (fort tissu ou chambre à air) sur la hanche gauche, dans laquelle est engagée la tête du poisson, ce dernier étant maintenu par la queue dans la main droite, la gauche procédant au massage abdominal.

Les œufs d'une femelle (1 700 œufs/kg) sont recueillis dans une cuvette de plastique (les premiers jets de liquide coelomique sont éliminés tandis que le liquide venant ensuite reste mélangé aux ovules). Ces ovules sont mélangés au sperme d'un ou plusieurs mâles à l'aide d'une plume d'oiseau pendant 30 secon-

Figure 6. — Station météo.

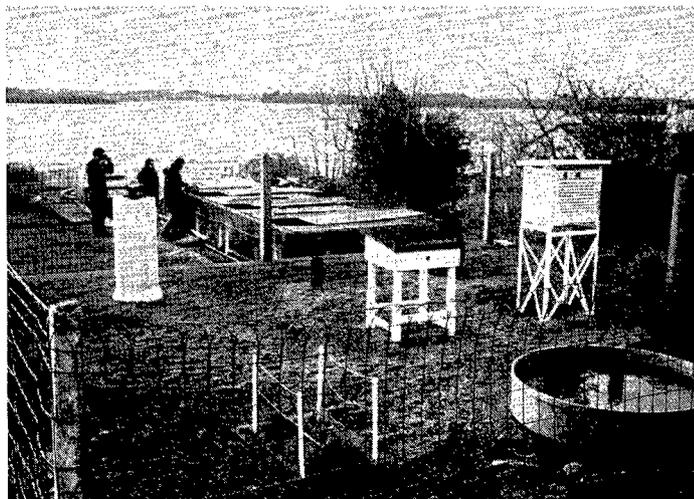
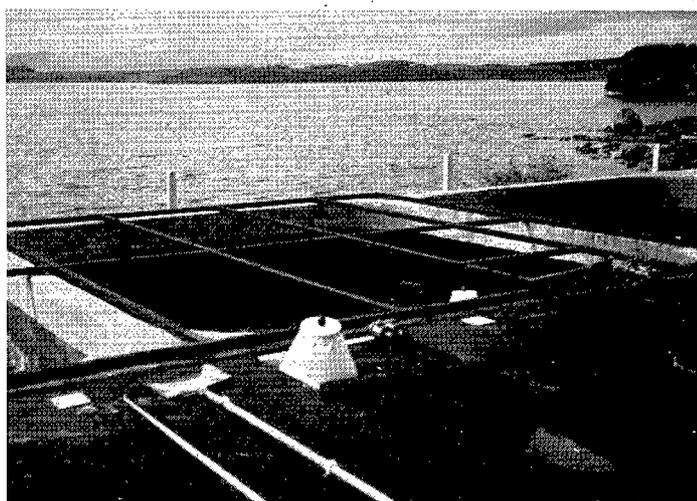


Figure 7. — Bassins de stabulations des géniteurs.



des, puis laissés au repos pendant 10 minutes à l'abri du soleil, dont l'influence néfaste est bien connue (KWAIN, 1974). De l'eau est ensuite ajoutée pour permettre le gonflement des œufs et le mélange est laissé au moins 30 minutes à 1 heure au repos, durée nécessaire au durcissement de la zone radiata (HAYES, 1949).

Toujours à l'abri du soleil et en lumière atténuée, les œufs sont lavés six fois à l'eau claire pour éliminer l'excès de sperme, puis sont dénombrés (4 600 à 5 700/l), mis ensuite en incubation sur des paniers ou clayettes dont le fond est constitué d'un grillage en fils d'acier inox.

Les œufs « verts » (juste gonflés) peuvent être manipulés sans risques pendant les trois à six heures suivant la fécondation, selon le Dr PIGGINS ; en réalité, les manipulations peuvent porter sur des durées plus longues (BILLARD, 1976, CARPENTIER, 1977). Par la suite, le personnel chargé de l'entretien sanitaire (enlèvement des œufs blancs) prendra soin de ne plus toucher les œufs.

Chaque mâle ne donne que peu de sperme (3 à 5 ml), ce qui sera largement suffisant pour féconder 10 000 ovules, soit la production d'une à deux femelles selon leur taille (par exemple, une femelle de 2,7 kg produit environ 4 500 œufs, une de 4,5 kg en produit 8 000). Les gamètes contaminés lors du prélèvement par du sang sont éliminés car considérés comme infertiles par le Dr PIGGINS.

D) Incubation-résorption

1. En condition thermique naturelle.

La salle d'incubation close et plongée dans une quasi-obscurité comporte 23 auge d'alevinage (type Grice et Young). Chaque auge comporte deux plateaux ou clayettes remplis d'œufs, répartis en une mono-couche, soit 5 000 œufs/auge (110 000 œufs au total). L'eau utilisée est celle du lac amont : sa température varie de + 2 à + 6 °C (moyenne + 4,3 °C) de décembre à mars, un système de thermorégulation en circuit ouvert peut être utilisé. Le débit pendant l'incubation est de 6 l/mn/auge avec juste une mince couche d'eau (1 à 2 cm) séparant les œufs de la surface, ce qui permettra aux alevins d'aller pipetter l'air sans difficulté à l'éclosion.

L'incubation dure 400 à 500 jour ; le stade œillé est atteint vers 55 jours (235 jour) et l'éclosion environ trois mois après la fécondation.

Environ une semaine après l'apparition des yeux (stade œillé), les œufs sont lavés et « choqués » (agitation par un jet d'eau) afin d'éliminer les œufs non fécondés ou avortés que le choc a fait blanchir. D'une manière générale les conditions d'hygiène étant très strictes (élimination des œufs « blancs » tous les matins et des gamètes douteux), ceci associé à une bonne qualité des géniteurs et à un milieu favorable (qualité de l'eau excellente), la mortalité est très faible : $\leq 1,5\%$ 48 heures après la fécondation, rarement plus de 1 % lors du lavage, soit au total 3 à 4 % jusqu'à l'éclosion.

Après l'éclosion, les alevins sont conservés quelques jours en clayettes, puis les coques enlevées, ils sont déversés dans l'auge où s'effectuera la résorption vitelline et la première prise de nourriture

2. En eau réchauffée.

L'eau peut être réchauffée par un système d'échange de chaleur en circuit ouvert couplé avec le chauffage de la station. Mais compte tenu du système ouvert et du gain de température désiré (passage de + 4 °C à + 10 °C), le débit est de 6 l/mn/auge pendant l'ovulation, il atteint 18 l/mn/auge pendant la résorption, et le prix de revient du smolt s'en trouve significativement majoré. Le chauffage peut être utilisé à deux époques de la vie du poisson. Il peut débuter quinze jours après la fécondation ou à partir du stade œillé. Les résultats sont les suivants :

L'emploi d'eau réchauffée conduit à un allongement de la période d'alimentation et à une accélération de la croissance permettant :

– d'obtenir une majorité de smolts 1⁺ (70 %) contre 30 % dans les conditions normales ;

– d'échelonner la production et donc d'optimiser l'occupation des bacs d'élevage. Une température de 8 °C à 10 °C semble être optimale pour l'alevinage chez le saumon atlantique (PETERSON et al., 1977). Le D^r PIGGINS choisit $10 \pm 0,5$ °C jusqu'à la première prise de nourriture, date à laquelle la température est augmentée de 1 °C. Il faut noter que toutes les auges sont indépendantes et peuvent par conséquent être thermorégulées de manière différente.

En conclusion, tout aspect génétique non considéré (intérêt focalisé sur une production de smolts 1⁺), l'augmentation de la température pendant les premiers stades de la vie aura par exemple pour conséquence d'avancer de six semaines la date de la première prise de nourriture et ainsi, en jouant sur la croissance, d'augmenter le nombre de smolts 1⁺ (la taille obtenue

en septembre est déterminante pour la smoltification l'année suivante).

3. Effets du substrat lors de la résorption.

D'autres facteurs externes susceptibles d'influencer la croissance de l'alevin furent testés ; ainsi l'influence de la composition du substrat : rugueux ou lisse (ANDERSON, 1964) ou composé de matériaux divers : gravier, gazon artificiel, etc. (BAILEY, 1874, LEON, 1975, CARPENTIER, 1977).

En résumé, le D^r PIGGINS (Annual Report n° XX) observe que les alevins dont la résorption s'est effectuée à l'abri de divers substrats ou sur des substrats rugueux sont, en fin de résorption, plus lourds que les témoins. Mais au bout de trois mois d'élevage, les effets s'estompent. Une étude complémentaire sur le taux de retour des adultes est en cours, bien que BAMS (1974) en nie l'influence contrairement à PHILLIPS (1975). L'influence du substrat a été étudiée conjointement à celle de l'eau réchauffée. Les résultats sont résumés dans le tableau 1. Les avantages acquis par le substrat furent indécélables après six mois, alors que l'avantage acquis par la taille du poisson élevé en eau réchauffée persiste encore après un an.

Tableau 1. – Longueur moyenne à la fourche (mm) d'alevins de saumon atlantique élevés en conditions thermiques et sur substrats différents.

	Première nage	Date		
		4-6-75	4-7-75	24-7-75
Eau chaude (10 °C)/ substrat rugueux	27,7	42,6	54,7	58,7
Eau chaude (10 °C)/ substrat lisse	27,1	37,1	47,1	60,2
T° ambiante/ substrat rugueux	28,6		40	49,6
T° ambiante/ substrat lisse	28,1		43,3	50,9

On peut dès lors estimer que dans le cas d'alevins destinés à être déversés dans leur milieu naturel juste avant ou après la première prise de nourriture, ce type d'incubation peut être retenu, surtout si l'on ne dispose pas d'une source de chaleur.

E) Première prise de nourriture

La distribution de nourriture débute lorsque la vésicule vitelline est résorbée aux 2/3, soit environ cinq à six semaines après l'éclosion. Ce stade critique entraîne une mortalité non négligeable (12-13 %) et doit par conséquent faire l'objet du plus grand soin.

Jusqu'en 1976, le démarrage s'effectuait avec du foie de bœuf broyé en faible quantité que l'on siphonnait ensuite afin d'éviter toute pollution. Maintenant avec la mise au point d'aliments artificiels sous forme de pailletés et riches en lipides (tableaux 2 et 3) [Ewos n° 1 F 139], il ne semble plus y avoir de gros problèmes. Le nourrissage automatique fut testé mais rapidement abandonné car l'aliment gras colmatait les orifices de sortie ; pour le démarrage, la distribution manuelle permet de surveiller la bonne acceptation de la nourriture. La distribution a lieu tous les quarts d'heure les premiers jours pour s'espacer peu à peu dès que les alevins semblent se nourrir convenablement.

Tableau 2. - Composition en % de l'aliment de démarrage Ewos.

	Starter Ewis n° 1 F 139	Grower Ewis F 139
Protéines	58	57
Lipides	16	8
Cendres	11	13,8
Eau	7	8
Cellulose	1,4	0,5
Hydrate de carbone	6,6	13,5

+ vitamines : A, C, D, E, K, B, B₂, B₆, B₁₂, Cycloheximide, Niacine, Panthothénate de calcium, Biotine, Acide folique, Inositol, Acide PAB, Choline.

Tableau 3. - Types d'aliments utilisés pendant l'élevage.

N° aliment	Taille de l'aliment (mm)	Poids du poisson (g)	Longueur du poisson (cm)
1 Starter E	0,2 - 0,4		2,5 - 3,2
2 Grower F	0,4 - 0,8		3,2 - 4,5
3 Cooper	0,8 - 1,4	1,3	4,5 - 7
4 Ewos	1,4 - 2,4	3 - 15	7 - 11
5 Cooper	2,4 - 4	15 - 40	11 - 15

Ces aliments se présentent sous forme de paillettes et non de farine, donc plus gros, avec une meilleure flottabilité.

Il faut noter que le succès de cette première alimentation est due à la conjugaison de divers facteurs : bonne qualité de l'aliment, fréquence des distributions, soins apportés, mais aussi à quelques petits systèmes ingénieux :

- faible hauteur d'eau (4 cm) amenant l'aliment à portée de l'alevin ;
- passage à ce stade à une température de 10-11 °C ;

- mise en place sur le fond d'une zone peinte en noir de 40 cm (figure 4) ; l'auge étant couverte à cet endroit, cette zone est située à 20 cm de l'arrivée d'eau. Ainsi, les saumons qui présentent un phototropisme très négatif s'amassent à cet endroit et la densité très importante favorise, par les jeux de la compétition, une bonne prise de nourriture.

Dès que les alevins s'alimentent normalement, la nourriture est distribuée *ad libitum* sept à huit fois/jour. Mais la distribution dans la salle d'alevinage se fait toujours selon le même itinéraire et l'opérateur évite de trop s'approcher des alevins qui refuseraient alors de se nourrir. A ce moment les fenêtres de l'écluserie sont ouvertes et les alevins sont ainsi exposés à la lumière.

F) Croissance des parrs

L'élevage dans la salle d'alevinage se poursuit jusqu'à ce que ces alevins aient atteint 3 à 4 cm. A ce moment, ils sont transférés en bacs de 2 m à l'extérieur. Cette taille correspond au changement d'aliment (Ewos grower n° 2, tableau 4) et à la distribution automatique de l'aliment (vibreurs Ewos). La nourriture est toujours distribuée *ad libitum*, peu à la fois, mais le plus souvent possible. Le transfert à l'extérieur intervient en juillet pour les alevins élevés à température ambiante et en avril pour ceux élevés en eau réchauffée. La croissance durant le premier été a une importance fondamentale : la taille acquise par les parrs en septembre déterminera le nombre de smolts 1⁺.

Pendant cette période estivale, le jeune parr est toujours nourri *ad libitum* et protégé de la lumière (couverture des bacs), la station est maintenant également fermée aux visiteurs (figure 8).

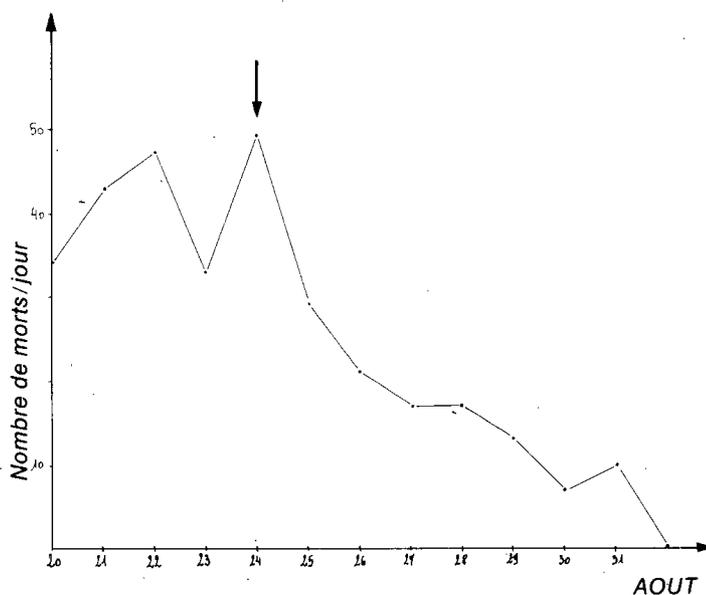
Au bout d'un d'élevage, la survie est d'environ 60 à 70 %, les mortalités sont réparties comme suit :

- jusqu'au stade œillé : 2 % ;
- œillés jusqu'à l'éclosion : 3 % ;
- première prise de nourriture : 15 % ;
- alevins et parrs : 10 %.

Tableau 4. - Type d'aliment distribué pour l'élevage des parrs.

Aliments	% lipides	Taille (cm)
1 Starter Ewos n° 1 F 189	17	< 4
2 Grower Ewos n° 2	17,5	6
3 Cooper n° 3	7,5	11
4 Ewos n° 4	17,5	→ smolts 1 ⁺ < 15
5 Cooper n° 5		→ smolts 2 ⁺ > 23

Figure 8. - Incidence sur la mortalité de la fermeture de la salmoniculture au public (la flèche indique le jour de fermeture).



Tris de poissons.

Les poissons sont calibrés trois fois pendant la première année (calibreur semi-automatique Grice et Young : 10 000 poissons/h).

En décembre 1976, les tailles étaient :

- 13-14 cm : 30 % ;
- 10-11 cm : 35 % ;
- 7- 8 cm : 35 %.

Le premier tri a lieu à peu près en juillet puis deux autres jusqu'au 31 décembre. Mais nous n'avons pas de données précises sur l'évolution de la variabilité au sein de la population, critère pourtant important si l'on désire connaître le nombre de smolts qui seront « prêts » à la dévalaison.

G) Élevage des parrs

Tout d'abord un grand soin et une grande hygiène sont la règle de cet élevage (par exemple : 1 épui-sette/bac, etc.) [fig. 9].

Figure 9. — Chaque bassin est équipé d'une épuisette et comporte un couvercle opaque.



Débits :

Les débits sont de l'ordre de 10-15 l/mn/m², ce qui correspond aux données de JOHANSSON (1977) [cf. tableau, § III]. Dans les bassins de 8 m le débit de 9 à 14 m³/h permet un changement complet de l'eau deux fois/h. Il ne faut pas oublier que dans cette station, l'eau arrive toujours à saturation en oxygène et que les charges en poisson sont faibles.

Densité :

Elle est donc faible : 150 à 250 smolts 1⁺ (30 g) par m², soit une charge de 4,5 à 7 kg/m². Contrairement à d'autres salmonidés (truite arc-en-ciel) occupant tout le volume offert, la charge en saumon (poissons répartis sur le fond) s'exprime en mètre carré (la hauteur d'eau est faible : 30 à 40 cm maximum), par contre le débit et la vitesse de l'eau peuvent influencer cette répartition des animaux sur le fond. Ces charges faibles ne sont donc guère comparables à celles pratiquées par les scandinaves (20 kg/m²), soit 220 à 450 smolts (JOHANSSON, 1977).

H) Les smolts

La taille moyenne lors de la smoltification est :

- smolts 1⁺ : 14,5 cm pour 30 g ;
- smolts 2⁺ : 17,5 cm pour 50 g.

A la station de Newport, la taille moyenne 1976 est de 168 mm (137 ↔ 209) avec quelques géants > à 25 cm (27 en 1975).

Selon le D^r PIGGINS et quelques autres auteurs, le phénomène de smoltification ne serait pas dû à un poids ou taille optimum, mais plus à une accélération de la croissance à la fin de l'hiver ; des animaux ayant au printemps un gain de poids rapide peuvent smoltifier bien qu'étant de taille réduite.

Dans les conditions normales de température, 35 % des animaux smoltifient à 1 an, le reste la deuxième année avec une survie de 90 %. En eau réchauffée au démarrage, le pourcentage de smolts 1⁺ atteignait 70 % en avril 1976. Malgré l'augmentation des coûts de production résultant du chauffage et qui est de l'ordre de 50 %, l'opération reste rentable (le prix de 7 693 smolts 1⁺ a été de 750 livres sterling, soit un peu plus de 1 F par smolt). Mais le problème n'est pas de produire des smolts, mais plutôt de connaître quels en seront les taux de retour et la taille ; les informations actuellement disponibles (tableau 5) montrent que les smolts 2⁺ (16,4 cm pour 50 g) ont un taux de retour plus important que les 1⁺ (13,8 cm, 30 g).

Tableaux 5. — Taux de retour des smolts d'élevage à Newport.

Année	Nombre de saumons		% de retours	
	Lâchés	Recapturés	Smolts 2 ⁺	Smolts 1 ⁺
1970	16 636	312	3,04	1,25
1971	10 219	136	1,27	1,65
1972	10 237	682	1,70	4,08
1973	7 906	117	1,55	0,85
1974	5 479	60	1,10	1,08
1975	10 206	354	4,13	0,70
1976	7 828 (2 ⁺)	253	1,62	1,60
	7 252 (1 ⁺)			

Les intérêts immédiats d'une production de smolts 1⁺ sont :

- une économie de nourriture ;
- une mortalité plus faible ;
- une optimisation dans l'utilisation des installations d'élevage ;
- un retour plus tardif ; mais ces animaux à retour plus tardif seront-ils de plus grande taille ? (les expériences de marquage en cours devraient répondre à cette question).

I) Marquage

Différents types de marques sont utilisés :

a) **Étiquettes.** — Pour les adultes qui dévalent en mars-avril après la fraie, de grosses marques cylindriques contenant un message pour renvoi sont utilisées. Pour les smolts sauvages au moment de la dévalaison de printemps : petites marques avec un numéro d'identification (figure 10).

Pendant leur marquage, les animaux sont immobilisés dans un appareil spécialement conçu à cet effet dont l'intérieur est garni de mousse de polyuréthane (figure 11).

b) **Cryomarquage.** — Réservé aux smolts élevés à la station, différents motifs sont utilisés en fonction des expériences (on a soin d'éviter les signes pouvant prêter à confusion).

Ce marquage couramment utilisé donne d'excellents résultats.

c) **Ablation de la nageoire adipeuse.** — Elle est associée à tout marquage (identification plus rapide lors d'une reprise), elle est réservée essentiellement aux parrs (queue d'élevage) lâchés dans les cours d'eau en amont (figure 12) et pour les truites arc-en-ciel destinées au repeuplement des réserves de pêche.

J) Le lâcher des smolts

Deux grands bassins de lâcher (60 m²) [figure 13] sont situés en aval de la station directement reliés au lac d'eau saumâtre (lac Furnace). Ces bassins sont recouverts d'un filet protégeant les smolts de la prédation aviaire, ils renferment les pré-smolts et smolts qui continuent à être nourris jusqu'à leur départ qui s'effectue par vagues successives.

En 1975, 12 501 smolts ont été relâchés en avril et 15 080 smolts en 1976 avec pour 1975 des taux de retour de 4,8 % (6 % pour les smolts sauvages et 1,61 % pour les smolts d'élevage, ces derniers ayant souffert de la furunculose). De 1970 à 1975, les taux de retour ont varié de 2,2 à 11 % (environ 9 % des recaptures proviennent des pêches côtières). Les retours (deux

ans de mer) furent bons en 1976, mais essentiellement composés de petits saumons de printemps (60 % de grilses remontés avant juillet).

Les lâchers de 1976 portent sur 20 000 poissons (dont 6 709 1⁺ et 484 smolts géants > 25 cm). En plus une expérience portant sur des animaux ayant reçu une nourriture enrichie en lipides a abouti au lâcher de 1 152 smolts expérimentaux et 6 077 témoins.

K) Maladie - Prophylaxie

Du fait des strictes conditions d'hygiène qui règnent dans la station, les mortalités restent faibles (30-40 % la première année).

L'état sanitaire de la souche locale est satisfaisant, mais on a déploré l'apparition de mycobactériose chez des alevins importés d'Écosse. Dans tous les cas, un traitement de routine est effectué une fois par semaine ou, s'il y a des mortalités, tous les jours en alternant sel et vert malachite (on préfère les bains de sel de mer à 1 % pendant 15 minutes qui semblent moins « toxiques »).

La présence de furunculose est observée régulièrement pendant la période estivale entraînant par exemple une mortalité de 67 % en 1975 sur 24 110 parrs 1⁺. Le traitement à la **Terramycine** ou l'**Oxytétracycline** est préféré au chloramphénicol qui provoque des troubles intestinaux, de plus la furunculose semble devenue résistante à certains antibiotiques; nous avons d'ailleurs observé une telle inefficacité du chloramphénicol sur un type de furunculose (CARPENTIER, sous presse).

Une autre maladie causant de grosses pertes de 1970 à 1974 fut l'infection de la région caudale par champignon. Cette maladie sévissait sur les mâles précoces, mais semble maintenant en régression grâce à

Figure 13. — Bassin de lâcher des smolts en communication directe avec le lac d'eau saumâtre.



un traitement préventif au vert de malachite en novembre avant l'apparition des spores. T. MURPHY, vétérinaire au laboratoire, suggère que cet état semble lié aux changements hormonaux qui modifient, entre autre, la structure de la peau des mâles.

Le vanodine (iodophore) est utilisé en routine pour les travaux de désinfection des bassins, épuisettes, et bacs divers.

Figure 10. — Marques cylindriques (3,5 cm) destinées au marquage des adultes lors de leur seconde dévalaison.

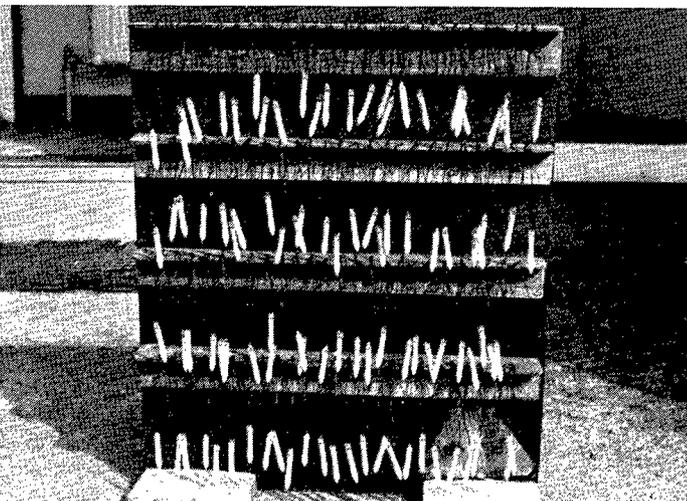


Figure 11. — Dispositif d'immobilisation des saumons adultes lors du marquage.

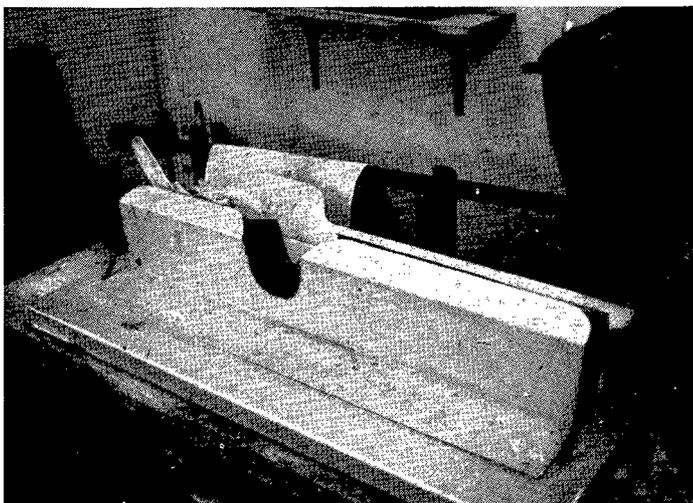


Figure 12. — Vue du lac amont (eau douce) où sont relâchés les queues d'élevage (parr). Les saumons se reproduisent naturellement dans ce lac; au premier plan, les frayères.



Ainsi pour cette espèce réputée très fragile, les conditions d'hygiène, les faibles charges en bassins et une bonne nourriture contribuent efficacement à un bon état sanitaire de l'élevage.

IV. – ÉLEVAGE MARIN EN CAGE FLOTTANTE

Afin de réaliser un élevage complet du saumon atlantique et de développer un secteur commercial, la mise en place d'un élevage en cage en mer est en cours de réalisation. Un élevage de truites arc-en-ciel en mer est également pratiqué.

1) Site

Une baie (Mulrany) presque fermée, située à 10 km de la station, fut choisie en raison d'une houle limitée (hauteur maximale des vagues : 50 cm) et d'un marnage réduit : 3 m. La profondeur est cependant importante (15-40 m), ce qui nécessite un ancrage onéreux. L'absence d'habitation diminue les risques de pollution, l'eau y est limpide (visibilité supérieure à 5 m) de mai à octobre, puis se trouble (turbidité due aux pluies fréquentes).

Les caractéristiques de l'eau étaient pour 1976 (figure 14) :

- salinité : maxi 35 ‰, juin à octobre ;
- température : maxi 21 °C pic en juin, 18 °C pendant l'été ;
- oxygène dissous : mini août-octobre, pic à 6 ppm.

2) Installations

Un programme comportant la mise en place de 30 cages à raison de 10 par an démarre en 1977. L'agencement d'un radeau de 10 cages est décrit dans la figure 15.

Les cages sont de construction artisanale à partir d'un modèle écossais (Kanes). Les dimensions en surface sont de 6 m × 5 m et la profondeur initialement

prévue de 3 m sera portée à 5 m en 1978 (volume 150 m³ dont 120 m³ en charge). Le coût est environ 5 000 F par cage (structure 3 600 F, filet sans nœud 1 350 F).

Ces cages dont l'espérance de vie est de cinq ans conviennent parfaitement à ce type d'élevage en site abrité.

3) Transferts

Un transfert progressif en eau de mer est possible à la station de Newport où l'eau de mer est pompée dans le lac Furnace.

Ce transfert des smolts est progressif (deux mois) jusqu'à la salinité de 22 ‰ en mai. Pour les truites l'acclimatation est aussi pratiquée en automne au poids de 120 g. En 1976, 2 222 truites 0⁺ acclimatées à 13 ‰ entre le 5 et le 10 octobre furent transférées en mer le 18 à un poids de 94 g, avec des pertes de 3,4 %, essentiellement dues au développement sexuel précoce de mâles 0⁺.

4) Charges

Pour les cages de 100 à 120 m³, la mise en charge est de 1 500 truites ou 900 saumons. Un seul tri sera effectué en mai. En fin d'élevage, les charges seront de 10 kg/m³ pour les saumons (environ 1 t/cage).

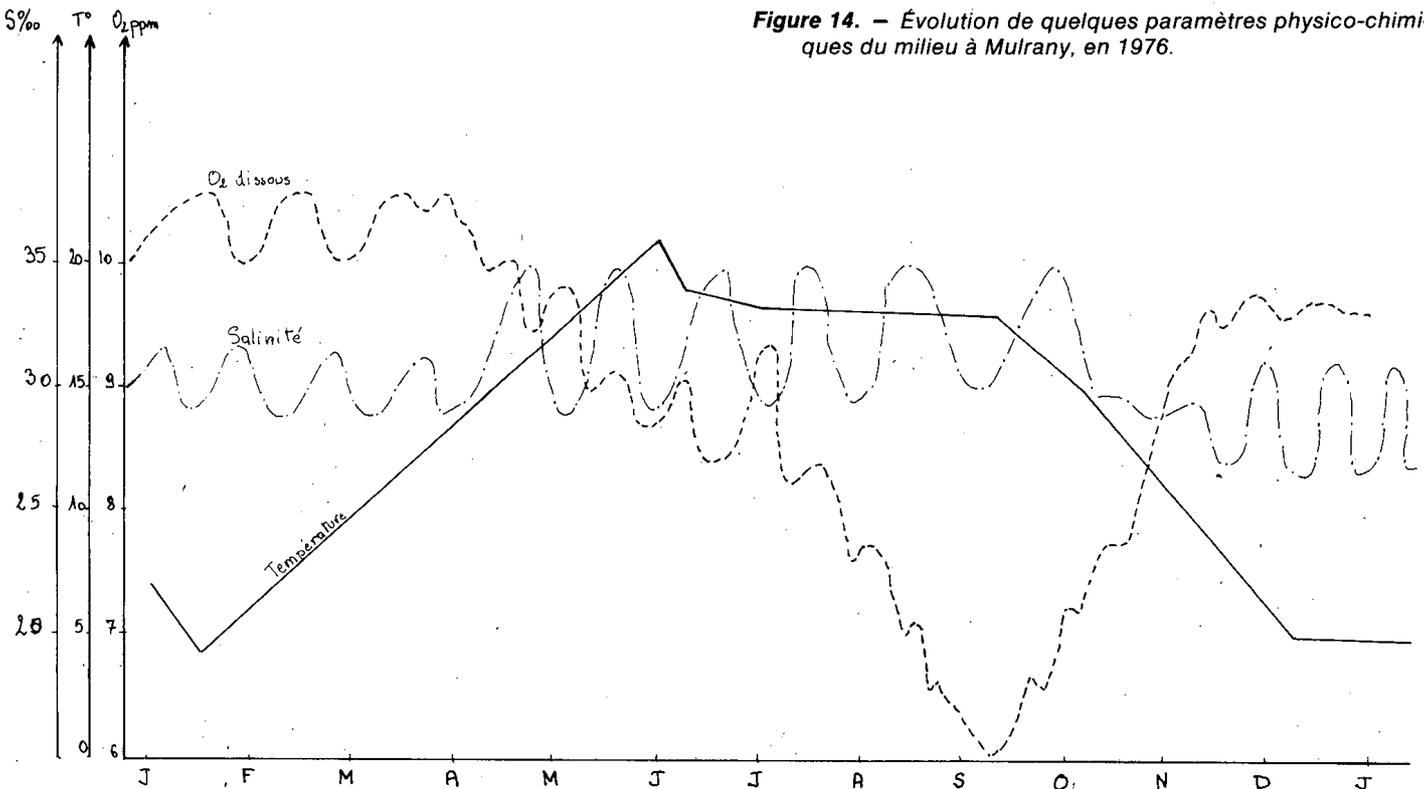
5) Nourriture

L'alimentation mixte (granulé Ewos n° 6 additionné d'aliment frais à base de poissons et crevettes) est préconisée. Au début de l'élevage marin, un peu de foie de bœuf broyé est ajouté aux granulés.

Par exemple, en mai pour des saumons de 1 kg et plus, il est distribué 14 kg par cage par jour en quatre rations (1,5 %/kg de poids vif).

Deux fois avant la commercialisation, des caroténoïdes seront ajoutés à l'alimentation et une alimentation plus riche en lipide est distribuée aux poissons destinés au fumage.

Figure 14. – Évolution de quelques paramètres physico-chimiques du milieu à Mulrany, en 1976.



6) Résultats

Truites :

En 1975-1976 : transfert en mai (120 g) jusqu'en septembre (700 g).

En 1976-1977 : 0+ 124 g (décembre) jusqu'à 240-400 g en mai.

Saumons :

Smolts 1+ (30 g) mai 1976 jusqu'à 1,2 à 1,5 kg mai 1977.

Smolts 2+ (50 g) > 2 kg mai 1977.

En mai 1977, le prix départ de la truite était 90 p/p, soit 17,76 F/kg, du saumon 140 p/p, soit 27,83 F/kg.

Cette production est principalement exportée.

Les quelques problèmes rencontrés dans ce type d'élevage marin sont les suivants :

- Une maturité précoce est observée chez les mâles élevés en mer, occasionnant quelques mortalités ; le D^r PIGGINS pense que cette maturité pourrait être induite par la température estivale élevée de l'eau.

- L'acclimatation utilisant l'eau pompée est chère (1 000 F environ/mois pour 800 l/mn), ainsi les futures opérations porteront plutôt sur des smolts 1+ avec un transfert rapide.

- L'éloignement géographique d'un tel élevage influe certainement sur les coûts d'exploitation.

V. - CONCLUSION

Une association fructueuse entre le ministère de l'Agriculture et une société privée (Société Guinness & Son) a permis la mise en place d'une station expérimentale qui, après quinze ans d'expérience, a pu mettre au point une méthodologie de production de saumons de repeuplement et assure régulièrement une production de 20 000 smolts par an. Le travail de production se double d'un contrôle des mouvements migratoires.

Le D^r PIGGINS qui dirige cette station et ses cinq collaborateurs maîtrisent de façon satisfaisante les techniques d'élevage des jeunes saumons atlantiques.

Les performances se résument à quelques chiffres : taux de survie de 60 à 70 % après un an par rapport au nombre d'œufs incubés, taux de retour pouvant atteindre 7 %, prix de production du smolt 1,20 à 2 F. Mis à part des aspects généraux comme une bonne hygiène générale, des aliments de qualité, le succès de l'élevage réside dans une multitude de détails techniques : lumière fortement atténuée pour l'incubation et à un moindre degré pour l'alevinage et l'élevage, distribution de nourriture fréquente et essai de stimulation de la prise de nourriture lors de la première alimentation, faible hauteur d'eau dans les bassins, protection des jeunes contre le stress (présence de visiteurs par exemple).

Le D^r PIGGINS a ainsi démontré que le repeuplement en saumon atlantique était possible. Il a fait école puisque plusieurs pays européens ont imité son exemple. Son désir de communiquer son expérience aux autres (par exemple par l'accueil de stagiaires et l'organisation de stages de formation sur l'élevage du saumon) a grandement contribué à la diffusion de ses techniques.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé après diverses missions et stages pris en charge par l'I.N.R.A. et le ministère de la Culture et de l'Environnement. Il s'intègre dans un programme de restauration du saumon atlantique, entrepris en France par le ministère de la Culture et de l'Environnement. Nous remercions vivement le D^r PIGGINS qui nous a accueillis dans son laboratoire et nous a fait bénéficier de son expérience.

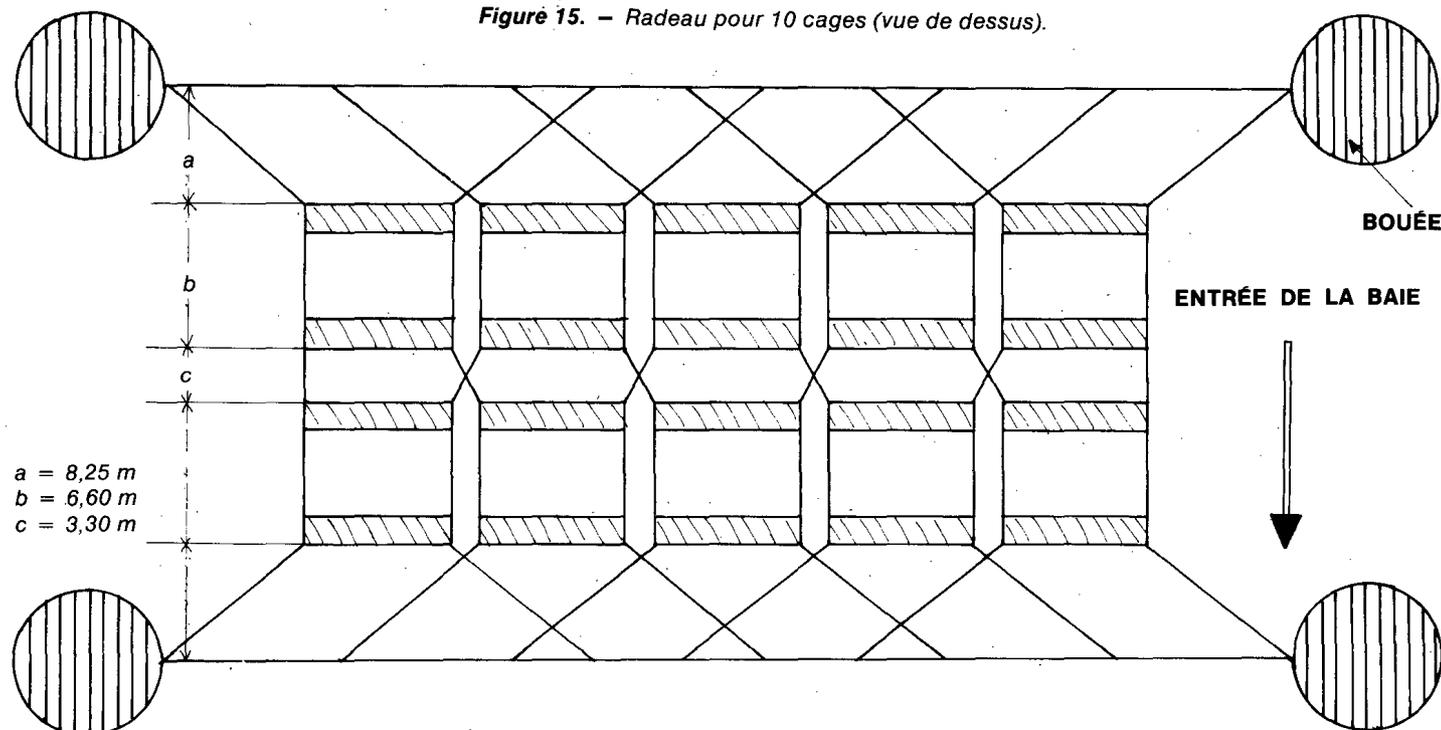
BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON, R.O., 1964. A sugar flotation method of picking -rout eggs. Prog. Fish. Cult., 124.-125.

BAILEY, J.E. and TAYLOR, S.G., 1974. Plastic turf substitute for gravel in Salmon incubators. Mar. Fish. Rev., 10, 35-38.

BAMS, R.A., 1974. Gravel incubators a second evaluation on Pink salmon, including adults returns. J. Fish. Res. Bd. Canada, 31, 1379-1385.

Figure 15. - Radeau pour 10 cages (vue de dessus).



BILLARD, R., 1976. *Effet de l'agitation des ovules et des œufs de truite arc-en-ciel sur la fécondabilité et le début du développement embryonnaire.* Bull. Fr. Pisci., **262**, 5-11.

CARPENTIER, P., 1977. *Essais de conservation de transport des gamètes et des œufs fécondés et étude des conditions optimales de résorption vésiculaire chez les Salmonidés.* D.E.A., Univ. Paris VI.

HAYES, F.R., 1949. *The growth, general chemistry and temperature relations of salmonids eggs.* The Quart. Rev. of Biol., **24**, 281-307.

JOHANSSON, N., 1977. *Studies on diseases in hatchery reared atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and sea trout (*Salmo trutta* L.) in Sweden.* Acta. Univ. Upsalensis, 10 p.

KWAIN, W.H., 1974. *Embryonic development, early growth and meristic variation in rainbow trout exposed to combinations of light intensity and temperature.* J. Fish. Res. Bd. Canada, **32**, 397-402.

LEON, K.A., 1975. *Improved growth and survival of juvenile atlantic salmon hatched in drums packed with a labyrinth in the plastic substrate.* The Prog. Fish. Cult., **37**, 158-163.

PETERSON, R.H., SPINNEY, H.C.E. and SREEDHARAN, A., 1977. *Development of Atlantic salmon (*Salmon salar*) eggs and alevins under varied temperature regimes.* J. Fish. Res. Bd. Canada, **34**, 31-43.

PHILLIPS, R.W. et al. (1975). *Some effects of gravel mixtures and emergence of coho salmon and steelhead trout fry.* Trans. Am. Soc., **104**, 461-465.

PIGGINS, D.J., 1970-1971. *Salmon research trust of Ireland incorporated. Annual Report nos XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX.*