

## CRYOMARQUAGE : CARACTERISTIQUES D'UN APPAREIL ET ESSAI SUR DE JEUNES SAUMONS ATLANTIQUES (*Salmo Salar* L.)

J. DUMAS

Centre de Recherches Hydrobiologiques  
INRA de Biarritz — St-Pée-sur-Nivelle  
Laboratoire d'Ecologie des Poissons et  
d'Aménagement des Pêches  
ST-PEE-SUR-NIVELLE  
64310 ASCAIN

---

### RESUME

#### 1 — INTRODUCTION

#### 2 — MARQUAGE A L'AZOTE LIQUIDE — RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

2.1 — Principe du cryomarquage

2.2 — Les appareils

— Cuves et outils

— Symboles

2.3 — Techniques de marquage et utilisation des appareils

— Manipulation du poisson

- Temps d'application
- Localisation de la marque
- Cicatrisation
- Tenue et lisibilité
- Effets sur le poisson
- Performances des appareils

### **3 — APPAREILLAGE UTILISE PAR L'I.N.R.A.**

- 3.1 — Description de l'appareil
- 3.2 — Coûts et performances.

### **4 — EFFETS DU CRYOMARQUAGE SUR DE JEUNES SAUMONS LISIBILITE DES MARQUES**

- 4.1 — Matériel et méthodes
- 4.2 — Résultats et discussions
  - Survie
  - Croissance
  - Smoltification
  - Lisibilité

### **5 — CONCLUSION**

REMERCIEMENTS

SUMMARY

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### **RESUME**

Un rappel bibliographique sur le marquage à l'azote liquide est présenté avant la description détaillée d'un appareil à quatre fers marqueurs et de ses performances lors de l'utilisation. L'appareillage complet est d'un prix abordable et le prix de revient du marquage d'un poisson est de 0,03 Franc.

Après comparaison de lots marqué et non marqué de jeunes saumons atlantiques d'élevage, cette technique s'est avérée peu ou pas traumatisante sur une période d'observation de 38 jours. Aucune mortalité due au marquage n'est constatée, et aucune différence de croissance significative n'est mise en évidence ; toutefois, une présomption de ralentissement de la croissance lors de

la période de cicatrisation est envisagée. La smoltification, et donc l'époque de migration, ne sont pas retardées par la manipulation.

Tous les individus cryomarqués ont conservé leur marque sur cette courte période et la lisibilité augmente entre la troisième (76 p. 100) et la cinquième semaine (85 p. 100) ; elle décroît ensuite alors que la smoltification s'avance. Les symboles demeurent nettement lisibles à condition de maintenir le poisson dans l'eau pour effectuer la lecture.

Mots clefs : *Saumon atlantique, marquage, survie, croissance, migration.*

## 1 — INTRODUCTION

Quel que soit le but poursuivi, le marquage des poissons est une pratique courante en Biologie des Pêches. Une bonne marque doit être peu ou pas traumatisante pour le sujet qui la porte et facilement détectable à long terme (visuellement ou par appareil) par les observateurs.

Plusieurs techniques sont utilisées, le marquage par objet externe ou interne (« tags » des Anglo-Saxons) dont il existe de nombreuses variétés (ROUNSEFELL et KASK, 1943), par mutilation (une ablation de nageoire le plus souvent), par teinture, ou par tatouage.

Chez les Salmonidés migrateurs, les marques étiquettes dorsales (CARLIN, 1955) ou des combinaisons d'ablations de nageoires sont les plus couramment employées ; elles présentent un inconvénient majeur, la réduction des taux de retour à la rivière respectivement d'au moins 75 p. 100 et 60 p. 100 (SAUNDERS et ALLEN, 1967). L'ablation de la nageoire adipeuse réputée pour être la moins traumatisante peut dans des cas extrêmes abaisser considérablement la survie de jeunes alevins (NICOLA et CORDONE, 1973). Plus récemment, des marques magnétiques codées ont été implantées avec succès chez de très petits individus (LEARY et MURPHY, 1975), mais la pose et la détection de ces marques sont subordonnées à un appareillage de haute technicité et coûteux. D'autres méthodes ont un intérêt plus limité dans le temps par la faible tenue de la marque comme l'apposition de colorants et de pigments (WARD et VERHOEVEN, 1963 ; PHINNEY *et al.*, 1967 ; KELLY, 1967 ; PHINNEY, 1974) ou sont peu applicables à de gros contingents comme le marquage des tissus osseux par la tétracycline (WEBER et RIDGWAY, 1967 ; MEUNIER, 1972).

Pour toutes ces raisons, nombreux sont les auteurs à s'orienter vers le tatouage de symboles sur le flanc des poissons par cautérisation à chaud (WATSON, 1961 ; GROVES et NOVOTNY, 1965 ; FUJIHARA et NAKATANI, 1967 ; SMITH, 1973), ou ce qui est plus efficace, à froid, appelée alors cryomarquage. Certains utilisent un mélange réfrigérant de glace et d'éthanol (— 80°C) comme FUJIHARA et NAKATANI ou de glace et d'acétone (—78°C) comme EVEREST et EDMUNDSON (1967). L'azote liquide (— 196°C) ne fut utilisé que plus tard par MIGHELL (1969), PIGGINS (1972), SMITH (1973), RALEIGH *et al.* (1973), CHAMPION et HILL (1974), TURNER *et al.* (1974), SLATICK *et al.* (1975), REFSTIE et AULSTAD (1975), LAIRD *et al.* (1975) sur des Salmonidés ou autres familles.

L'emploi de cette technique a nécessité la mise au point d'un appareil et son essai sur de jeunes saumons atlantiques élevés, pour le Ministère de la Qualité de la Vie, au domaine expérimental INRA de St-Pée-sur-Nivelle. Par la suite, elle fut appliquée à des gros contingents libérés dans la Nivelle aux printemps 1976 et 1977.

## 2 — MARQUAGE A L'AZOTE LIQUIDE — RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

De manière à servir de base de comparaison, un bref rappel bibliographique des caractéristiques essentielles des appareils à azote liquide ainsi que de leur utilisation est nécessaire avant de passer à la description de celui employé par l'INRA et de ses performances.

### 2.1 — Principe du cryomarquage

Des fers marqueurs dépassant d'une cuve à azote liquide sont portés à très basse température. Ils sont porteurs de symboles en relief. Le poisson est appliqué un bref instant contre cet outil et une cicatrice sombre se développe ; elle n'est visible quelques semaines après qu'en faisant varier l'incidence de la lumière sur les flancs du poisson (PIGGINS). La marque peut parfois tenir plus de deux ans.

### 2.2 — Les appareils

#### — Cuve et outils

Ces appareils sont constitués d'une cuve à azote liquide de 200 ml (LAIRD *et al.*) à 800 ml (RALEIGH *et al.*) en cuivre ou en acier inoxydable protégée par un isolant (polystyrène expansé). Elle est munie d'un seul (MIGHELL, PIGGINS) ou plusieurs bras dans lequel s'insèrent les outils porteurs des symboles (trois chez LAIRD *et al.*, douze chez RALEIGH *et al.*) qui baignent dans l'azote. Les outils marqueurs sont en argent (REFSTIE et AULSTAD) ou en cuivre avec parfois un embout argenté évitant au mucus des poissons de coller au symbole et de s'amasser (PIGGINS).

#### — Symboles

Le diamètre des symboles est proportionnel à la taille des poissons. Pour des smolts (12 à 18 cm), il est de 6 mm le plus souvent (FUJIHARA et NAKATANI, EVEREST et EDMUNDSON, PIGGINS, RALEIGH *et al.*) avec des extrêmes de 5 à 7,5 mm (REFSTIE et AULSTAD). De très jeunes poissons (3,2 à 4,8 cm) ont été marqués par SMITH avec des symboles de 3,2 et 1,6 mm. L'épaisseur du trait est inférieure au sixième du diamètre de la marque, soit moins de 1 mm pour celle destinée aux smolts.

Tous les auteurs s'accordent pour n'utiliser que des symboles ouverts, simples et facilement reconnaissables (1, 7, Y, H, V, L.), sans pousser la simplicité à l'extrême : un trait (—) peut être confondu avec une blessure. Ils déconseillent l'emploi de signes fermés (0, 6, 8, 9, B, P) ; les marques cicatrices n'ont pas de contours très nets et peuvent être mal interprétées ultérieurement (risque de confusion entre 8 et B).

### 2.3 — Technique de marquage et utilisation des appareils

#### — Manipulation du poisson

Dans tous les cas, le poisson est maintenu à la main ou dans une gouttière de contention s'il est petit (SMITH) et appliqué légèrement contre le fer marqueur. La pression de contact doit être suffisante pour que l'embout de l'outil s'enfonce très faiblement dans la peau (comme un découpage). Il faut surtout éviter de rouler le poisson sur l'embout, la lisibilité du tatouage est alors mau-

vaise. SLATICK *et al.* proposent un réglage précis et automatique de la pression de marquage et du temps de contact.

#### — Temps d'application

Le temps d'application de l'animal contre l'outil varie pour la plupart des auteurs de 1 à 2 secondes. Un temps plus court est insuffisant et diminue la durée de tenue de la marque ; une application supérieure à 3 secondes provoque de larges blessures qui affectent la survie des poissons (REFSTIE et AULSTAD).

#### — Localisation de la marque

RALEIGH *et al.* ont déterminé les localisations optimales sur plusieurs Salmonidés et Centrarchidés et concluent que la région antero-dorsale (au-dessus de la ligne latérale) chez les premiers est celle où la rétention du tatouage est la meilleure. PIGGINS, ainsi que LAIRD *et al.* utilisent aussi avec succès chez le jeune saumon atlantique les zones postero-dorsale et medio-dorsale.

#### — Cicatrisation

LAIRD *et al.* ont étudié chez cette dernière espèce les phénomènes anatomiques et histologiques entraînés par le cryomarquage. Dans la demi-heure qui suit l'application du symbole, le poisson développe une marque sombre avec un halo ; 48 heures plus tard, l'intensité de la couleur du tatouage a diminué mais les contours sont mieux définis. Après 15 semaines, la marque est encore visible sur un fond sombre avec une légère dépression de la peau à son emplacement. La noirceur de la marque est d'abord due à la destruction du contrôle des mélanophores puis à l'invasion de la strate spongieuse et de l'hypoderme par des cellules mélaniques.

#### — Tenue et lisibilité

La tenue de la marque varie essentiellement selon le temps de contact et la taille lors du marquage. La période d'identification facile n'excède pas 2 mois pour SMITH, sur de très jeunes individus ; elle peut être étendue à 4 mois si l'opérateur lit lui-même les marques qu'il a apposées. MIGHELL obtient des Saumons du Pacifique identifiables après 8 à 14 mois ou plus ; toutefois, les poissons marqués à une taille inférieure à 55 mm ne gardent pas longtemps leur cicatrice. L'identification demeure facile après 2 ans chez des truites arc-en-ciel marquées par TURNER *et al.* Pour REFSTIE et AULSTAD qui ont opéré sur plusieurs espèces de Salmonidés, dont le Saumon atlantique, 87 à 92 p. 100 des marques sont lisibles 9 à 13 mois après le tatouage ; PIGGINS peut identifier 94 p. 100 des grilses contrôlés 15 à 18 mois après leur marquage.

Une précision importante sur la lisibilité des marques de Truite commune est apportée par RALEIGH *et al.* Le changement de teinte de la robe affecte la lecture et le marquage : si l'animal est cryomarké en phase claire (après maintien dans un réservoir éclairé), la cicatrice restera claire, même si la robe devient sombre par la suite, et inversement si le poisson est marqué en phase sombre. Cette constatation peut aider le repérage et la détermination des marques en faisant changer artificiellement la teinte du poisson avant la lecture.

#### — Effets sur le poisson

Cette technique est peu traumatisante pour le poisson si l'on respecte un temps de marquage optimum. Les mortalités sont négligeables sur les alevins

de saumons coho et sockeye manipulés par SMITH, ainsi que sur les truites et saumons marqués par MIGHELL. CHAMPION et HILL constatent que, sur une période de 2 mois en cours d'eau, la survie des pré-smolts de saumons atlantiques cryomarqués est très supérieure à celle des individus du même lot marqués avec des étiquettes dorsales. Il n'y aurait pas non plus d'incidence sur la croissance d'après SMITH.

### — Performances des appareils

Ce procédé permet de marquer rapidement un nombre important de poissons, mais la moyenne horaire est variable : 160 d'après RALEIGH *et al.*, 250 d'après REFSTIE et AULSTAD, 400 à 500 d'après PIGGINS et TURNER *et al.* et jusqu'à 450 à 650 d'après MIGHELL.

La consommation d'azote liquide est généralement faible et dépend du nombre d'outils utilisés et des caractéristiques de l'appareil : 175 à 250 ml/h d'après MIGHELL, 350 ml/h d'après PIGGINS. Le prix de revient du marquage de chaque poisson est donc considérablement plus bas que celui obtenu avec tous les autres types de marquage, exception faite des ablations de nageoires. Le coût de l'appareil et des outils est en général peu élevé (600 F pour RALEIGH *et al.*).

## 3 — APPAREILLAGE UTILISE PAR L'I.N.R.A.

Cet appareil est construit pour marquer un grand nombre de poissons avec des symboles différents sans interrompre le travail.

### 3.1 — Description de l'appareil

Il est composé d'une cuve à azote liquide quadrangulaire de 3,4 l en acier inoxydable sur laquelle sont soudés quatre bras en tube de même nature (Fig. 1). L'ensemble est isolé par du polystyrène expansé de 5 cm d'épaisseur et le tout est maintenu dans une caissette en contreplaqué de qualité marine avec quatre perforations correspondant aux extrémités des bras (Fig. 2 et 3). Un couvercle isolé et non hermétique, de manière à laisser s'échapper librement le gaz, recouvre la boîte.

Les outils marqueurs (Fig. 1) sont en duralumin dont la conductivité thermique est bonne (140 kcal/mh°C). Le choix de cet alliage a permis de faire graver les symboles directement sur l'embout de la tige et d'éviter les problèmes de soudure entre deux métaux de nature différente ainsi que les pertes de conductivité qui lui sont liées. Les outils sont fixés dans chacun des bras, par l'intérieur, et maintenus par un écrou extérieur. L'étanchéité est obtenue par une rondelle de métal mou (plomb) du côté intérieur (Fig. 1). Cette tige de duralumin baigne dans l'azote, sa masse est suffisante pour lui conférer une grande inertie calorifique et absorber aisément les ondes thermiques lors des marquages successifs.

Les symboles destinés aux poissons de 10 à 20 cm (taille des smolts) ont un diamètre de 6,5 mm, une épaisseur de trait de 1 mm et une profondeur de gravure de 3 mm. Ce sont des signes simples et ouverts (1, 4, C, E, V, Z, +) comme la littérature le conseille et choisis de manière à pouvoir être fixés selon différentes orientations.

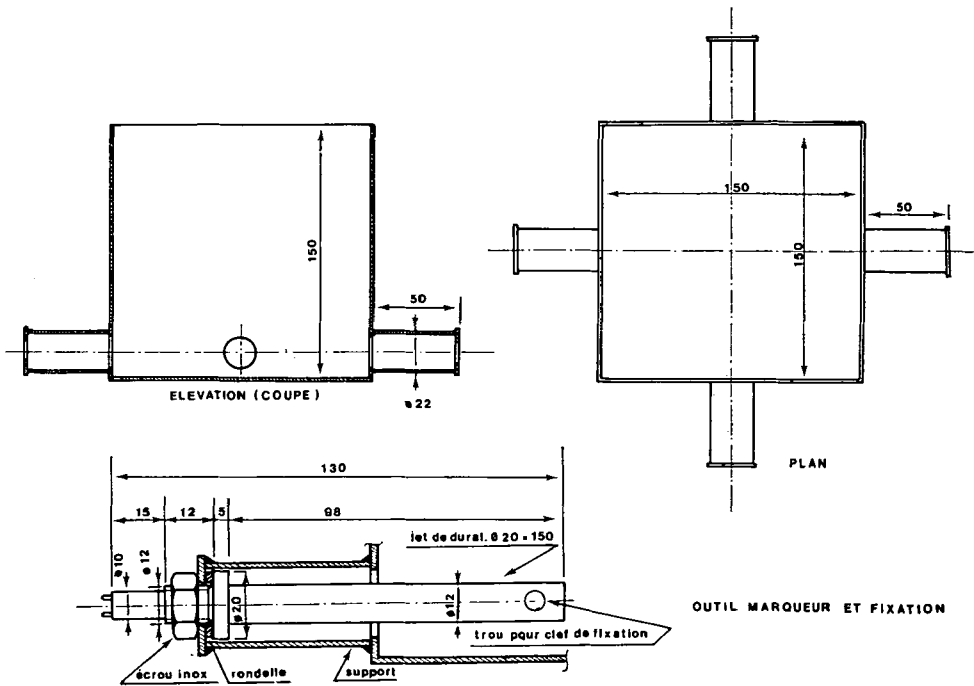
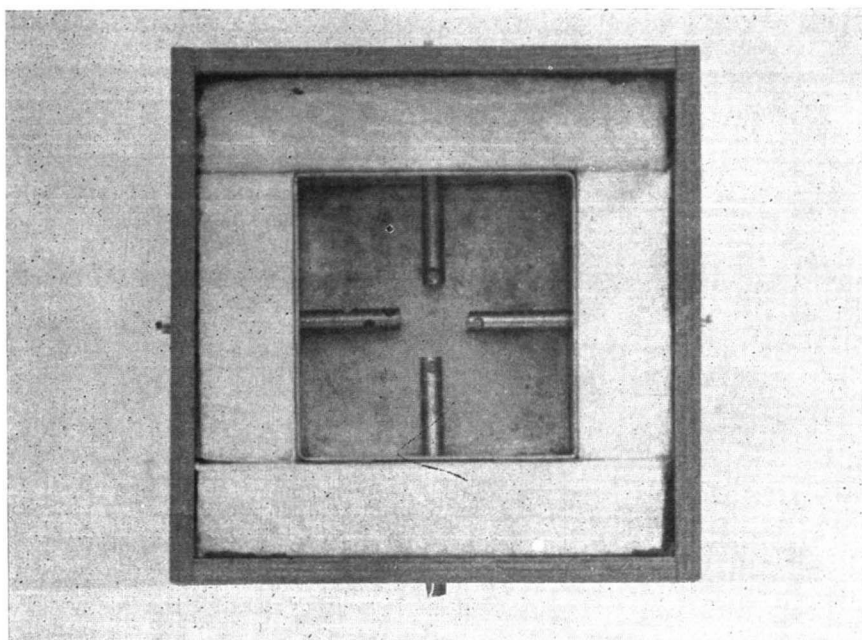


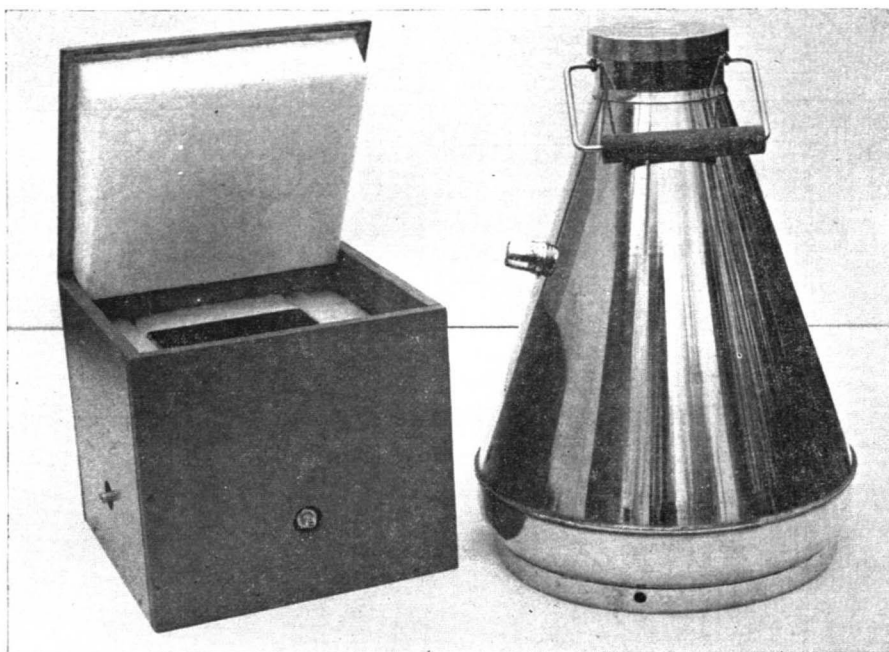
Fig. 1 — Appareil de cryomarquage à l'azote liquide : détails de la cuve en acier inoxydable et d'un outil marqueur en duralumin.

Apparatus for cold branding with liquid nitrogen : details of the stainless reservoir and a duralumin branding tool.



**Fig. 2 — Appareil de cryomarquage fonctionnel : cuve isolée par du polystyrène expansé de 5 cm d'épaisseur maintenue dans une caissette de quatre outils marqueurs en place.**

**Cold branding apparatus in working order : reservoir insulated with 5 cm thick styrofoam, kept in a small case and four branding tools.**



**Fig. 3 — Matériel nécessaire au cryomarquage : boîte de marquage avec outils fixés (à gauche), récipient de transport (12 l) de l'azote liquide (à droite).**

**Implements necessary for cold branding : branding box with fastened tools (left), transport container (12 l) for liquid nitrogen (right).**

Un récipient de stockage (1) de l'azote liquide de 12 l s'est avéré très utile pour travailler sur le terrain deux jours consécutifs (Fig. 3).

### **3.2 — Coûts et performances**

L'appareil de cryomarquage complet (cuve isolée et 4 outils marqueurs) s'élève en 1977 à 980 F (540 F pour la cuve et 110 F par outil gravé).

L'achat d'une cuve de stockage n'est pas obligatoire ; certains fournisseurs d'azote liquide en louent. Son prix de 1 400 Francs.

---

(1) Récipient TC 12 L — Société des Machines Cryogéniques L'AIR LIQUIDE et PHILIPS, 50 rue Thiers, 38000 GRENOBLE.

L'azote liquide revient à 18,80 F/l (quantité de 1 à 5 l) ou à 10,60 F/l (quantité de 6 à 15 l), ce qui est plus avantageux pour les marquages de grandes séries.

Lors utilisation, sur plusieurs essais (3 200 smolts marqués en 9 h 20), l'appareil a permis de marquer 290 à 470 tacons par heure, ce qui est comparable aux moyennes signalées par MIGHELL, puis PIGGINS et par REFSTIE et AULSTAD ou TURNER *et al.*

La consommation d'azote liquide est en moyenne de 0,93 l/h en utilisation, soit 2,5 fois plus que celle signalée par les différents auteurs avec des cuves plus petites et moins d'outils. Il est nécessaire d'emporter une quantité de 7 à 8 l pour travailler pendant 8 à 10 heures en toute sécurité.

Ainsi, le prix moyen du marquage d'un jeune saumon, calculé uniquement d'après le coût de l'azote lors utilisation, est de 0,03 F, ce qui est très faible comparé au marquage par étiquette dorsale (1,60 F) ; la différence des coûts permet un amortissement de l'appareil après 3 000 poissons marqués. A cet avantage, vient s'ajouter le gain de temps sur les opérations de marquage.

#### **4 — EFFETS DU CRYOMARQUAGE SUR DE JEUNES SAUMONS LISIBILITE DES MARQUES**

Avant de procéder à des marquages sur un nombre important de smolts, un essai a été effectué au domaine expérimental INRA de St-Pée-sur-Nivelle. Il vise à déterminer les effets du marquage à l'azote liquide sur la survie, la croissance et la smoltification de ces poissons, ainsi que la lisibilité des symboles, sur une période de 38 jours avant les lâchers.

##### **4.1 — Matériel et méthodes**

L'étude a lieu du 22.12.1975 au 29.01.1976 sur deux lots de 200 parrs chacun, d'origine écossaise, âgés de 2 ans et ayant subi 3 mois auparavant une ablation de la nageoire adipeuse. Leurs tailles s'échelonnent de 115 à 205 millimètres.

Ces lots sont manipulés de façon identique mais l'un reçoit un cryomarquage (V sur la partie antero-dorsale gauche) avec le matériel précédemment décrit (lot A) et l'autre pas (lot B). Les poissons sont anesthésiés au MS 222 (SANDOZ) à 1 p. 10 000, mesurés au millimètre près (longueur totale) et, soit apposés contre l'outil marqueur pendant une seconde (lot A), soit tenus de la même façon pendant le même temps sans apposition (lot B). Tous ces poissons sont issus d'un même groupe d'élevage et alternativement cryomarqués ou non, de manière à constituer chacun des lots. Chaque lot est ensuite mis en observation dans un bac circulaire (diamètre : 2 m ; débit : 30 l/mn ; densité : 65/m<sup>2</sup> ; nourriture identique et à satiété). Ils sont contrôlés au 14<sup>e</sup> puis au 38<sup>e</sup> jour après leur manipulation.

La smoltification des jeunes saumons est appréciée par une échelle allant de 0 (parrs) à 4 (smolts accomplis) convertie en 5 classes de pourcentages de la smoltification complète (classes 0 p. 100 pour les parrs à 100 p. 100 pour les smolts accomplis).

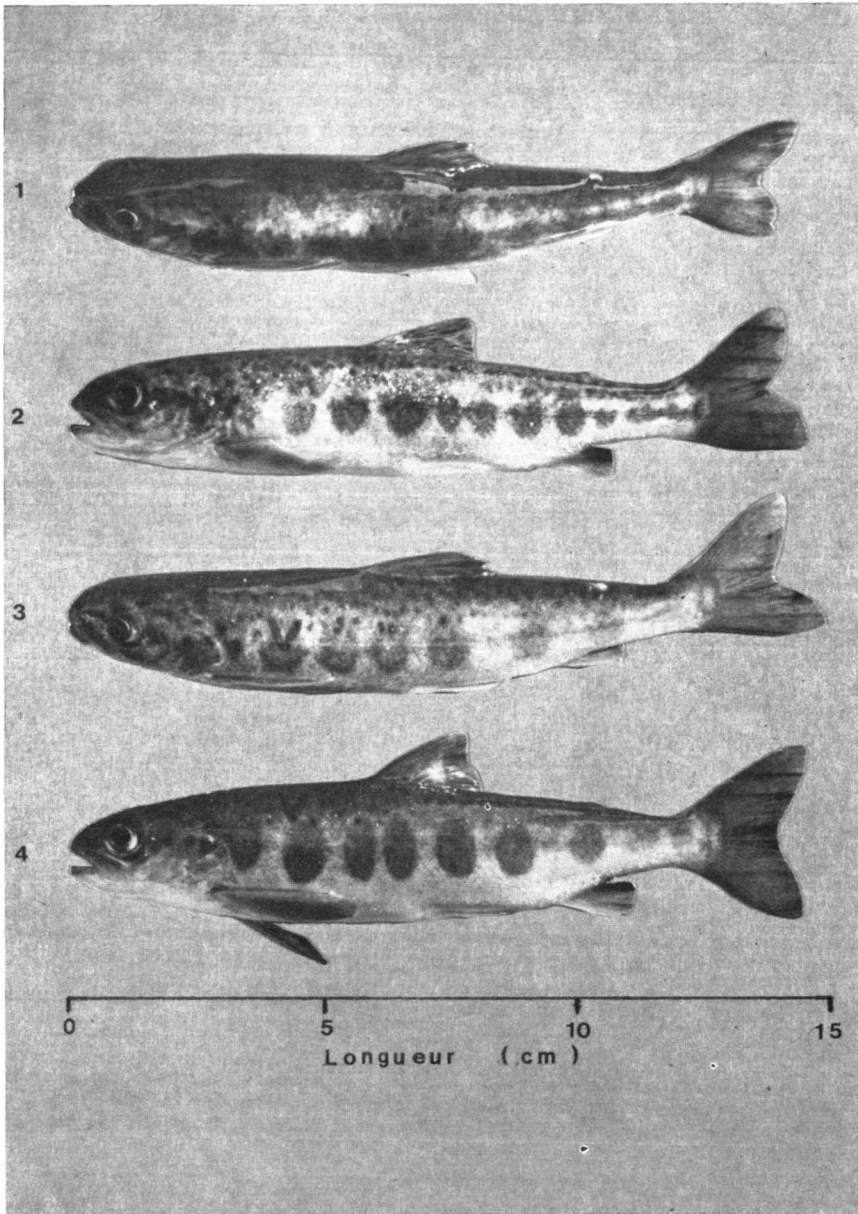
La lisibilité des cicatrices (Fig. 4) est appréciée de la même façon par une échelle allant de 0 (marque illisible) à 4 (meilleures marques) convertie en 5 classes de pourcentages de la meilleure lecture (0 p. 100 pour les marques non lisibles à 100 p. 100 pour les meilleurs tatouages).

#### **4.2 — Résultats et discussions**

##### **— Survie**

Après 38 jours d'observation, aucune mortalité due au marquage n'est observée dans le lot A, alors que 3 mortalités sont apparues dans le lot témoin dès les 14 premiers jours (Tabl. 1). La différence de survie entre les deux lots n'est cependant pas significative (test  $X^2$ ). Par contre, une perte accidentelle (sauts des poissons hors des bacs lors d'un changement de niveau d'eau) a modifié le nombre d'individus entre la 3<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> semaine : 13 jeunes saumons ont été perdus dans le groupe A et 2 dans B (Tabl. 1).

Lors du dernier contrôle (29.01.1976) les poissons non marqués étaient dans un état sanitaire moins satisfaisant que les autres : 12 tacons présentaient un développement de mycelium à la base des nageoires dorsales, anales et caudales (Tabl. 1).



**Fig. 4 — Exemple d'appréciation de lisibilité de symboles apposés par cryomarquage sur des parrs de saumons (V de 6,5 mm de diamètre sur la partie antero-dorsale gauche du corps) :**

**(1) 25 p. 100    (2) 50 p. 100    (3) 75 p. 100    (4) 100 p. 100**

**Estimation example of legibility of symbols put by cold branding on salmon parrs (V : 6,5 mm in diameter on left antero-dorsal part of the body) :**

**(1) 25 p. 100    (2) 50 p. 100    (3) 75 p. 100    (4) 100 p. 100**

Date	Lot A cryomarké				Lot B témoin			
	Nombre	Lésions observées	Mortalités cumulées dues au marquage	Mortalités cumulées accidentelles *	Nombre	Lésions observées **	Mortalités cumulées dues aux manipulations	Mortalités cumulées accidentelles *
22.12.75	200	0	0	0	200	0	0	0
5.01.76	200	0	0	0	197	0	3	0
29.01.76	187	0	0	13	195	12	3	2

\* Mortalités accidentelles intervenues sur des poissons ayant sauté hors de leur bac.

\*\* Lésions observées : essentiellement un développement de mycelium à la naissance des nageoires.

Tabl. 1 — Mortalités de jeunes saumons marqués à l'azote liquide (A) comparées à celles d'un lot témoin (B) manipulé de façon identique, après 14 et 38 jours d'observation en bacs.

Mortality of young salmon marked with liquid nitrogen (A), compared with that in a check batch (B) handled in a similar way, after 14 and 38 days under observation in tanks.

Le cryomarquage ne semble pas avoir un effet à court terme sur la survie des jeunes saumons, ce qui est en accord avec les observations de SMITH sur des saumons du Pacifique et MIGHELL sur plusieurs Salmonidés. Cette constatation peut expliquer la meilleure survie des smolts de saumon atlantique cryomarkés par CHAMPION et HILL comparée à celle des smolts marqués avec une étiquette dorsale. La cicatrisation est rapide comme l'indiquent LAIRD *et al.* et aucune lésion n'est observée. Cependant, l'état sanitaire médiocre des poissons du lot non marqué témoigne de la prépondérance des facteurs pathologiques sur les effets du marquage.

— Croissance

Au début de l'expérience, l'écart entre les tailles moyennes des lots A et B, constitués à partir de la même population d'élevage, n'est pas significatif (2,3 mm).

La croissance sur une période de 38 jours est faible à cette époque de l'année. Les individus du lot marqué se sont accrus en moyenne de 2,3 mm et ceux du lot témoin de 5,1 mm (Tabl. 2). Il n'a pas été possible de tester la différence entre ces deux accroissements moyens, ne connaissant pas les accroissements individuels.

Lot	Date	Nombre	Longueur moyenne (mm)	Accroissement (mm)	Ecart-type (mm)
A cryomarké	22.12.75	200	156,5		13,45
	29.01.76	187	158,8	2,3	14,21
B témoin	22.12.75	200	154,2		14,24
	29.01.76	195	159,3	5,1	14,56

Tabl. 2 — Longueurs et croissances comparées de lots de jeunes saumons cryomarkés (A) ou non (B) entre le début et la fin des observations

Compared lengths and growths of young salmon batches cold branded (A) or not (B), between the beginning and the end of the observation period.

Le test 2 i, effectué pour comparer les distributions des tailles de chaque groupe entre le début et la fin de l'expérience, ne nous permet pas de mettre en évidence une différence significative au seuil 5 p. 100 ; elle deviendrait significative pour le lot B (dont l'accroissement est le plus fort) au seuil 15 p. 100.

L'accroissement des jeunes saumons cryomarqués paraît se poursuivre normalement comme l'affirme SMITH. Toutefois, il subsiste une présomption de ralentissement de la croissance dans la période précédant la cicatrisation de la marque, mais ce phénomène n'induirait qu'un très faible retard.

#### — Smoltification

Les poissons utilisés lors de cet essai sont parrs au début des observations. Au 38<sup>e</sup> jour, la smoltification est bien amorcée (Tabl. 3) et le quart des individus de chaque lot est smolt accompli. Les notes moyennes de smoltification, 55 p. 100 pour A et 59 p. 100 pour B, ainsi que les structures en classes d'états physiologiques différents, indiquent que le cryomarquage ne semble pas avoir d'effet sur le processus de smoltification (test 2 i), ce qui est généralement admis *a priori* par les utilisateurs.

Sous réserve de traumatisme physiologique non visible, la période de migration des individus tatoués ne serait donc pas retardée par l'apposition de ce type de marque.

#### — Lisibilité

Les symboles deviennent suffisamment apparents 8 à 24 h après la cautérisation. La marque est alors plus sombre que la robe du parr, comme le notent LAIRD *et al.* Tous les individus ont une cicatrice identifiable lors des deux contrôles.

La lisibilité est bonne et s'améliore entre le 14<sup>e</sup> et le 38<sup>e</sup> jour (test 2 i sur la structure des fréquences de lisibilité, très hautement significatif) où l'on observe respectivement 79 et 88 p. 100 de marques dont la lisibilité est de 75 à 100 p. 100 (Tabl. 4 et Fig. 4). La note moyenne de lisibilité passe alors de 76 à 85 p. 100 entre ces 2 époques.

Ces observations sont effectuées sur une période brève et se situent dans la phase d'identification facile, comme l'indique SMITH. Cependant, un lot de saumons marqués hors expérience, de même âge et même origine, smoltifiant plus tardivement a été conservé en observation pendant 70 jours. Les poissons ont développé une marque d'abord sombre ; elle est devenue plus claire, légèrement creuse selon la description de LAIRD *et al.* et moins facile à interpréter sur la robe argentée des individus smoltifiés. Toutefois, le symbole demeure nettement lisible si l'on prend soin d'immerger les poissons, pour les contrôler, dans le bain anesthésiant par exemple (Fig. 5).

Lot	Paramètres	Smoltification (p. 100 de la smoltification complète)						Total	Note moyenne de smoltification (p. 100)				
		0		25		50				75		100	
A cryomarké	Nombre	3	32	56	72	24	187						
	Pourcentage	1,6	17,1	30,0	38,5	12,8	100						
	Note	0	800	1680	5400	2400	10280	55,0					
B témoin	Nombre	5	41	51	73	25	195						
	Pourcentage	2,6	21,0	26,2	37,4	12,8	100						
	Note	0	1025	2550	5475	2500	11550	59,2					

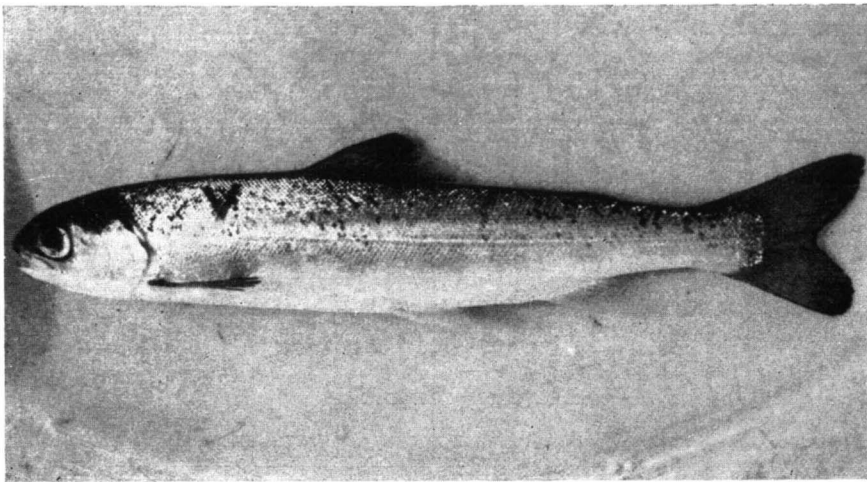
Tabl. 3 — Etat de smoltification de jeunes saumons cryomarkés (A) ou non (B)  
après 38 jours d'observation.

Smoltification stage of young salmon cold branded (A) or not (B)  
after 38 days under observation.

Date	Paramètres	Lisibilité (p. 100 de la meilleure lecture)					Total	Note moyenne de lisibilité (p. 100)
		0	25	50	75	100		
au 14 <sup>e</sup> jour (5.01.76)	Nombre	0	8	35	98	59	200	
	Pourcentage	0	4	17,5	49	29,5	100	
	Note	0	100	1750	7350	5900	15100	75,9
au 38 <sup>e</sup> jour (29.1.76)	Nombre	0	7	16	60	104	187	
	Pourcentage	0	3,7	8,6	32,1	55,6	100	
	Note	0	175	800	4500	10400	15875	84,9

Tabl. 4 — Evolution de la lisibilité des symboles d'un lot de jeunes saumons  
14 et 38 jours après le marquage.

Legibility evaluation of symbols of a young salmon batch 14 and 38  
days after cold branding.



**Fig. 5 — Lecture sur un smolt de saumon immergé (bain anesthésiant) pour faciliter l'interprétation du symbole, 70 jours après le cryomarquage (V sur partie antero-dorsale gauche du corps). Noter la différence de réflexion de la lumière au niveau de la cicatrice (peu visible à l'air libre).**

**Reading on salmon smolt under water (anesthetizing bath) in order to ease the symbol interpretation 70 days after cold branding (V on the left antero-dorsal part of the body). The difference in light reflexion at the cicatrice level should be noted (hardly visible in the open air).**

## 5 — CONCLUSION

La technique du cryomarquage à l'azote liquide est rapide et aisée. La commodité des manipulations se trouve grandement améliorée par la construction d'un appareil à quatre fers marqueurs interchangeable. Il est possible de tatouer un nombre important de groupes de poissons en associant 2 symboles ou plus selon un système de nombres à base 4, avec un même jeu d'outils, et en combinant cette possibilité avec le changement de localisation sur leurs flancs.

Le prix de revient de l'équipement est modéré et le coût du marquage d'un smolt est très avantageux comparé à l'emploi des étiquettes dorsales.

La survie, la croissance et la smoltification des jeunes saumons ne sont pas ou très peu affectées par le cryomarquage et les manipulations associées à cette technique (anesthésie, mensurations) lors des 4 à 5 semaines après l'application.

Les symboles sont nettement visibles pendant les premières semaines et semblent passer par une phase de lisibilité maximale entre la 3<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> semaine. La lecture est facilitée par la suite en faisant varier l'incidence de la lumière sur les flancs du poisson ou en le maintenant dans l'eau.

Cette technique est applicable avec une grande fiabilité à d'autres salmonidés et spécialement pour toutes les observations effectuées sur une période allant de quelques jours à 3 ou 4 mois.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes remerciements à J.L. LARREGARAY et A. LAVIE pour la conception et la réalisation de l'appareil, ainsi qu'à J.M. BLANC pour les informations techniques fournies.

## SUMMARY

### COLD BRANDING : CHARACTERISTICS OF AN APPARATUS AND ITS TESTING ON YOUNG ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR* L.)

A bibliographic review on liquid nitrogen cold branding is presented as well as the detailed description of an apparatus with four branding tools and its working performances. The complete gear is of a reasonable price and the cost price of marking amounts to 0.03 F for one fish.

Two batches of hatchery reared young Atlantic salmon were compared, one with unmarked fishes and the other one with marked fishes; this technique appeared then as little or not at all traumatizing over an observation period of 38 days. No mortality due to branding was noted and no significant difference in growth was pointed out. However, presumption of slowing down in growth during the cicatrization period is considered. Smoltification and consequently the migration period are not slowed down by fish handling.

All cold branded fishes have kept their mark during this short time and its legibility increases between the 3<sup>rd</sup> (76 p. 100) and the 5<sup>th</sup> (85 p. 100) week. It then decreases as the smoltification is going on. Symbols are readable if the fish is kept in water during the reading.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CARLIN B., 1955. Tagging of salmon smolts in the river Lagan. *Rep. short Pap. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 1954, 36, 57 — 74.
- CHAMPION A.S., HILL H.J., 1974. Comparison of pre-migration mortality of hatchery-reared salmon smolts which had been tagged or liquid nitrogen cold-branded. *J. Inst. Fish. Mgmt.*, 5 (1), 23 — 24.
- EVEREST F.H., EDMUNDSON E.H., 1967. Cold branding for field use in marking juvenile salmonids. *Progve Fish Cult.*, 29 (3), 175 — 176.
- FUJIHARA M.P., NAKATANI R.E., 1967. Cold and mild heat marking of fish. *Progve Fish Cult.*, 29 (3), 172 — 174.
- GROVES A.B., NOVOTNY A.J., 1965. A thermal-marking technique for juvenile salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 94 (4), 386 — 389.
- KELLY W.H., 1967. Marking freshwater and marine fish by injected dyes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 96 (2), 163 — 175.
- LAIRD L.M., ROBERTS R.J., SHEARER W.M., McARDLE J.F., 1975. Freeze branding of juvenile salmon. *J. Fish Biol.*, 7 (2), 167 — 171.
- LEARY D.F., MURPHY G.I., 1975. A method for tagging the small fragile Engraulid, *Stolephorus purpureus*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 104 (1), 53 — 55.
- MEUNIER F., 1972. Marquages simples et multiples du tissu osseux de quelques Téléostéens par des substances fluorescentes. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris* 275, 1685 — 1688.
- MIGHELL J.L., 1969. Rapid cold-branding of salmon and trout with liquid nitrogen. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 26 (10), 2765 — 2769.
- NICOLA S.J., CORDONE J.A., 1973. Effects of fin removal on survival and growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in natural environment. *Trans. Am. Fish. Soc.* 102 (4), 753 — 758.
- PHINNEY D.E., 1974. Growth and survival of fluorescent-pigment-marked and finclipped salmon. *J. Wildl. Managt.*, 38 (1), 132 — 137.
- PHINNEY D.E., MILLER D.M., DAHLBERG M.L., 1967. Mass-marking young salmonids with fluorescent pigment. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 96 (2), 157 — 162.
- PIGGINS D.J., 1972. Cold branding as smolt marking technique. *J. Inst. Fish. Mgmt.*, 3, 9 — 11.
- RALEIGH R.F., McLAREN J.B., GRAFF D.R., 1973. Effets of topical location, branding techniques and changes in hue on recognition of cold brands in Centrarchid and Salmonid fish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 102 (3), 637 — 641.
- REFSTIE T., AULSTAD D., 1975. Tagging experiments with Salmonids. *Aquaculture*, 5 (4), 367 — 374.
- ROUNSEFELL G.A., KASK J.L., 1943. How to mark fish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 73, 320 — 363.
- SAUNDERS R.L., ALLEN K.R., 1967. Effect of tagging and fin-clipping on the survival and growth of Atlantic salmon between smolt and adult stages. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 24 (12), 2595 — 2611.

- SLATICK E., WHEELER C.O., FAAR W.E., 1975. Apparatus with automatic timer for freeze-branding juvenile salmon and trout. *Progve Fish Cult.*, 37 (4), 248 — 249.
- SMITH J.R. 1973. Branding chinook, coho, and sockeye salmon fry with hot and cold metal tools. *Progve Fish Cult.*, 35 (2), 94 — 96.
- TURNER S.E., PROCTOR G.W., PARKER R.L., 1974. Rapid marking of rainbow trout. *Progve Fish Cult.* 36 (3), 172 — 174.
- WARD F.J., VERHOEVEN L.A., 1963. Two biological stains as markers for sockeye salmon fry. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 92 (4), 379 — 383.
- WATSON J.E., 1961. The branding of sea herring as a short-term mark. *Progve Fish Cult.*, 23 (2), 105.
- WEBER D., RIDGWAY G.J., 1967. Marking Pacific salmon with tetracycline antibiotics. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 24 (4), 849 — 865.