

## Effets du micromarquage magnétique nasal sur des juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar*)

Claire Prignon et Jean-Claude Micha

Unité d'Ecologie des Eaux Douces, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix,  
61, rue de Bruxelles, 5000 Namur, Belgique.

Reçu le 23 mars 1995; accepté le 23 janvier 1996.

---

Prignon C., J.-C. Micha. *Aquat. Living Resour.*, 1996, 9, 107-112.

*Effects of magnetic microtagging on Atlantic salmon juveniles (Salmo salar).*

---

### INTRODUCTION

De nombreuses techniques de marquage sont pratiquées sur les juvéniles de saumon atlantique. Chacune présente des avantages et des inconvénients. Ainsi, les marquages individuels par étiquettes dorsales Carlin réduisent le taux de survie des poissons (Saunders et Allen, 1967; Berg et Berg, 1987; Fournel *et al.*, 1990). A l'exception de la nageoire adipeuse qui ne repousse pas, les ablations de nageoires et le cryomarquage, dont l'influence sur la survie est réduite ou nulle, ne permettent d'identifier qu'un nombre restreint de lots de poissons et perdent de leur efficacité après un ou deux ans (Fournel *et al.*, 1990). Le cryomarquage (Piggins, 1972; Refstie et Aulstad, 1975; Dumas, 1977; Dumas, 1978), le marquage magnétique interne (PIT Tag) dans la cavité interne (Prentice *et al.*, 1990; Peterson *et al.*, 1994) et le radiopistage (Moser *et al.*, 1990) présentent des contraintes quant à la taille des individus à marquer. Enfin, le micromarquage magnétique nasal, peu traumatisant pour le poisson, est permanent. Grâce à la petite taille de la microétiquette, la technique peut être adaptée chez des poissons dont la taille est inférieure à 10 cm (Potter et Browne, 1985; Champigneulle, 1987; Peterson *et al.*, 1994). Cependant, il faut sacrifier le poisson pour extraire et décoder la marque.

Depuis 1988, un programme de restauration du cycle complet du saumon atlantique (*Salmo salar*) est mis en place dans le bassin de la Meuse (Philippart *et al.*, 1994). Afin d'effectuer un suivi des différentes étapes

de la migration du saumon et d'évaluer l'efficacité des repeuplements, il est impératif de disposer d'une technique de marquage appropriée qui, dans la mesure du possible, doit être permanente, rapide et efficace, de contrôle aisé, peu traumatisante pour le poisson et adaptée à une taille comprise entre 5 et 10 cm. Jusqu'en 1992, les principales techniques de marquage utilisées dans le cadre de ce programme étaient l'ablation d'une nageoire ou le cryomarquage. Le micromarquage nasal y est utilisé depuis 1993.

Cette note présente les premiers résultats expérimentaux concernant l'utilisation du micromarquage nasal chez des juvéniles de saumon atlantique: mise en œuvre, calcul du taux et de la durée de rétention de la marque, influence sur la survie et la croissance des saumons.

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### Technique de marquage

Le principe du micromarquage est d'insérer dans le cartilage nasal des poissons une micromarque magnétisée, dotée d'un code binaire permettant de différencier plusieurs lots de poissons. Il ne s'agit pas d'une marque individuelle.

Les différentes étapes de la procédure de micromarquage nasal s'effectuent sous anesthésie à l'éthylenglycol monophényléther. Le marquage est

pratiqué à l'aide du système Northwest Marine Technology (NMT). La première étape consiste à introduire à l'aide d'un injecteur (MK IV) une microétiquette magnétisée à chaque spécimen. Il est possible de choisir une marque entière (longueur: 1,1 mm) ou, pour les poissons de moins de 2 g, une demi-marque (longueur: 0,5 mm). Afin de bien positionner la tête du poisson au moment de l'injection, un embout préfabriqué adapté à la taille et à la forme d'un individu moyen est utilisé. Pour assurer une bonne rétention de la microétiquette, il est indispensable de régler très finement en position terminale de l'aiguille (paramètre de calibration Show, option [96]) la profondeur d'implantation de l'aiguille, en fonction de la taille des poissons à marquer, ce qui se fait en ajustant la position de l'embout par rapport à l'extrémité de l'aiguille (*tableau 1*). Ensuite, grâce à un appareil de contrôle, l'opérateur vérifie la présence de l'implant et comptabilise les poissons marqués. Les poissons chez lesquels le micromarquage a échoué sont à nouveau micromarqués. Les poissons sont alors maintenus quelques jours dans un bac de stabulation (Northwest Marine Technology, 1990). Avant de marquer un grand nombre de poissons, un essai sur quelques individus est effectué et la profondeur d'implantation est contrôlée par dissection. Lorsque les poissons doivent être contrôlés au cours d'une expérience ou lors d'une recapture en rivière, ils sont passés au détecteur de terrain signalant l'éventuelle présence d'une marque mais ne donnant pas l'origine du poisson. Pour avoir une information de ce type, il faut disséquer le poisson et récupérer la marque, ce qui est un inconvénient de la méthode. La lecture du code binaire se fait sous loupe binoculaire.

## Expérimentations

### *Marquage et suivis en pisciculture*

Les études menées en pisciculture visent à mettre au point la technique et à tester l'incidence du micromarquage à court terme sur la survie et la croissance de saumons juvéniles à différents stades de développement: pré-smolts (juvéniles physiologiquement pré-adaptés à la vie en mer et dont les flancs sont argentés), tacons (juvéniles caractérisés par des stries verticales sur les flancs) et alevins (juvéniles dont la vésicule vitelline est résorbée mais

dont les stries latérales ne sont pas ou peu marquées). Dans le cadre de la présente étude, la taille des saumons varie de 110 à 142 mm pour les pré-smolts, de 92 à 106 mm pour les tacons et de 52 à 74 mm pour les alevins.

**Essai 1 :** mise au point du micromarquage chez des pré-smolts et chez des tacons de saumon atlantique.

Préalablement à cette expérience, des essais de micromarquage ont été effectués sur des pré-smolts de saumon atlantique (longueur moyenne à la fourche: 120 mm). Plusieurs profondeurs d'implantation ont été testées puis contrôlées par dissection, ce qui a permis de régler correctement la profondeur d'implantation (embout HM Atl 25/LB; profondeur d'implantation: 4 mm).

En mai 1993, une première expérience a été effectuée sur 36 saumons atlantiques, séparés en 3 lots:

- 15 pré-smolts de 1 an micromarqués (longueur moyenne à la fourche: 126 mm (114-142 mm); poids moyen: 20 g);

- 15 pré-smolts de 1 an micromarqués et marqués par ablation de la nageoire adipeuse (longueur moyenne à la fourche: 121 mm (110-130 mm); poids moyen: 18 g);

- 6 tacons de 1 an micromarqués (longueur moyenne à la fourche: 99 mm (92-106 mm); poids moyen: 11 g).

Le micromarquage a été effectué à l'aide de micromarques entières. Une fois marqués, les saumons atlantiques ont été maintenus dans un bassin de stabulation de 300 l. Après un mois, les contrôles suivants ont été effectués: calcul du taux de survie, mesure de la longueur à la fourche (taux de croissance) et vérification de la présence de la marque chez les survivants (taux de rétention).

**Essai 2 :** mise au point du micromarquage chez des alevins de saumon atlantique.

Ce test a porté sur 116 alevins de saumon atlantique dont la taille moyenne est 60 mm (52-74 mm). Le micromarquage a été réalisé à l'aide de marques entières. Les alevins ont été maintenus dans un bassin de stabulation de 300 l. Leur survie et le taux de rétention de la microétiquette ont été mesurés après 4 jours.

**Tableau 1.** – Caractéristiques de l'aiguille, type d'embout et profondeur d'implantation utilisés en fonction de la taille des saumons. *Characteristics of the needle, type of head mold, implantation depth used according to the salmon size.*

Taille (mm)	Type d'aiguille	Longueur de l'aiguille (mm)	Largeur de l'aiguille (mm)	Embout	Profondeur d'implantation (mm)
52-74	MK IV - "etched"	63,50	0,57 - 0,47	HM Atl 120/LB	3,00*
92-142	MK IV - "etched"	63,50	0,57 - 0,47	HM Atl 25/LB	4,00**

\* : embout enfoncé de 8 mm.

\*\* : embout enfoncé de 6 mm.

Pour ce test, l'embout HM Atl 120/LB a été utilisé, avec une profondeur d'implantation de 3 mm.

#### Marquage et suivis en milieu naturel

Les essais en milieu naturel ont été effectués dans le Samson, petit affluent de la Meuse namuroise de 21,4 km. L'objectif de cette expérience était d'obtenir une indication sur le taux de rétention de la microétiquette à long terme et de mesurer les effets possibles du marquage sur un nombre élevé de saumons vivant dans leur cadre de vie naturel.

En juillet 1993, 2 506 alevins de saumon atlantique (52-74 mm) ont été micromarqués avec des marques entières (embout HM Atl 120/LB; profondeur d'implantation: 3 mm). Après avoir été maintenus 9 jours en stabulation, ils ont été dispersés dans 4 secteurs situés sur le Samson. En novembre 1993 et en mai-juin 1994, des pêches électriques ont été effectuées afin de recapturer les saumons. La surface de pêche (1 440 m<sup>2</sup>) ne couvrait pas la surface totale de déversement (2 715 m<sup>2</sup>). Un contrôle systématique de la présence éventuelle d'une microétiquette était effectué avant de relâcher les poissons.

Lors des essais de marquage d'alevins de 60 mm, la vitesse du marquage a été évaluée. Il s'agit de la vitesse moyenne de marquage effectuée par 3 personnes, chacune faisant l'ensemble des opérations avec un relais s'effectuant toutes les demi-heures. Pour les smolts, la vitesse de marquage a été calculée lors du micromarquage d'un lot de 1 135 saumons de 149 mm (120-171 mm) en mars 1994.

Les données relatives aux taux de rétention de la marque et aux taux de survie ont été traitées à l'aide des tests statistiques de  $\chi^2$ .

## RÉSULTATS

### Marquage et suivis en pisciculture

#### Pré-smolts et tacons de saumon atlantique (tableau 2)

**Taux de rétention:** chez les pré-smolts, le taux de rétention de la micromarque sur un mois atteint 100%. Le taux de rétention de la micromarque chez les tacons est plus faible (83,3%) mais ne diffère pas significativement du taux de rétention chez les pré-smolts ( $\chi^2 = 2,24; \alpha = 0,05; 1dl$ ). C'est le tacon de plus petite taille qui a perdu la microétiquette. On observe une très bonne efficacité (100%) du double marquage (micromarquage et ablation de la nageoire adipeuse).

**Taux de survie:** le taux de survie après un mois est supérieur à 85% pour les pré-smolts et atteint 100% pour les tacons.

**Taux de croissance:** le taux de croissance varie de 10 à 14 mm/30 j selon le lot considéré.

#### Alevins de saumon atlantique

Un essai a porté sur 116 alevins de saumon atlantique d'une longueur de 60 mm (tableau 3). Le taux de survie après 4 jours est élevé (96,6%). La rétention est également bonne puisque 91,1% des saumons ont conservé la marque. Aucune blessure n'a été observée.

Aucune différence significative n'apparaît entre les taux de rétention chez les alevins, les tacons et les pré-smolts ( $\chi^2 = 1,79; \alpha = 0,05; 2dl$ ), ni entre les taux de survie de ces trois lots ( $\chi^2 = 3,09; \alpha = 0,05; 2dl$ ).

**Tableau 2.** – Efficacité du micromarquage et effets sur la survie et la croissance de pré-smolts et de tacons de saumon atlantique en pisciculture. LF: longueur moyenne à la fourche et intervalle de taille; P: poids moyen; Ns: nombre total de survivants; Nsq: nombre de survivants ayant gardé la marque.

*Efficiency of microtagging and effects on survival and growth of smolts and parrs of Atlantic salmon in hatchery. LF: average fork length and length interval; P: mean weight; Ns: total number of survivors; Nsq: number of survivors which retained the tag.*

Lot	Marquage (5 mai 1993)					Contrôle (3 juin 1993)							
	Technique de marquage	Stade de développement	Nombre	LF (mm)	P (g)	Ns	Nsq	LF (mm)	P (g)	Taux de survie (%)	Taux de rétention (%)	Taux de croissance (mm/30 j) (g/30 j)	
1	micromarquage	Pré-smolt	15	126 (114-142)	20	13	13	137 (128-158)	25	86,7	100,0	11,0	5
2	micromarquage + adipeuse cautérisée	Pré-smolt	15	121 (110-130)	18	14	14	135 (122-143)	24	93,3	100,0	14,0	6
3	micromarquage	Tacon	6	99 (92-106)	11	6	5	109 (98-118)	16	100,0	83,3	10,0	5

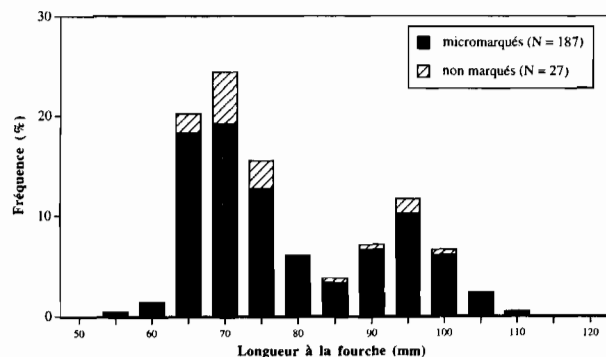
**Tableau 3.** – Efficacité du micromarquage et effet sur la survie d'alevins de saumon atlantique élevés en pisciculture en 1993. LF : longueur moyenne à la fourche et intervalle de taille ; P : poids moyen ; Ns : nombre total de survivants ; Nsq : nombre de survivants ayant gardé la marque. *Efficiency of microtagging and effect on survival of atlantic salmon fry reared in hatchery in 1993. LF : average fork length ; and length interval ; P : mean weigh ; Ns : total number of survivors ; Nsq : number of survivors which retained the tag ; survival rate ; tag retention.*

Marquage					Contrôle				
Stade de développement	Date	Nombre	LF (mm)	P (g)	Date	Ns	Nsq	Taux de survie (%)	Taux de rétention (%)
Alevin	16 juillet	116	60 (52-74)	1,9	20 juillet	112	102	96,6	91,1

## Marquage et suivi en milieu naturel

Aucune mortalité liée au marquage n'a été observée lors du micromarquage des 2506 alevins déversés dans le Samson en juillet 1993. Parmi les 214 tacons 0+ recapturés en novembre 1993, 187 étaient micromarqués, ce qui se traduit par un taux de rétention après 3 mois de 87,5 %, ne différant pas significativement du taux de rétention après 4 jours ( $\chi^2 = 0,98$ ;  $\alpha = 0,05$ ; *1dl*). Ce sont les tacons de petite taille (< 79 mm) qui sont le plus sujets à des pertes de marques (*fig. 1*). Cependant, il n'apparaît aucune différence significative ( $\chi^2 = 3,39$ ;  $\alpha = 0,05$ ; *1dl*) entre les taux de rétention chez les individus dont la taille est inférieure (111 marqués sur 132 individus) et supérieure à 79 mm (76 marqués sur 82 sujets). Lors des pêches électriques effectuées en mai-juin 1994, 63 tacons issus du même déversement ont été recapturés. Le taux de rétention après un an vaut 87,3 %, ce qui est comparable au taux de rétention automnal.

Lorsque la technique est bien maîtrisée, la vitesse de marquage magnétique atteint 450 ind./h pour les alevins de 60 mm et 520 ind./h pour les pré-smolts de 149 mm.



**Figure 1.** – Histogramme de fréquence des longueurs des 214 saumons 0+ micromarqués en juillet 1993 et recapturés dans la rivière Samson en novembre 1993.

*Length-frequency distribution of the 214 salmon 0+ microtagged in July and captured in the River Samson in November 1993.*

## DISCUSSION

Il est unanimement admis que toute manipulation peut affecter la survie des poissons dépendant largement des conditions expérimentales dont le type de marques utilisées.

Chez les pré-smolts de saumon atlantique, le micromarquage nasal s'avère très performant (100 %). Chez les tacons, 83,3 % des individus ont conservé la marque. Ces résultats sont comparables aux taux de rétention à long terme obtenus par Potter et Browne (1985) sur des saumons atlantiques micromarqués au stade smolt (149 mm) avec un injecteur MK 2A et par Shubert *et al.* (1994) sur des saumons coho (*Oncorhynchus kisutch*) de 91,5 mm avec un injecteur MK IV. Le taux de survie est un paramètre difficile à étudier à cause de la vulnérabilité des smolts en pisciculture. La survie des pré-smolts ne semble pas affectée par le micromarquage. La mortalité observée peut être liée à la fragilité de ce stade vital. L'incidence sur la croissance est nulle. L'efficacité à court terme du double marquage (micromarquage et ablation de la nageoire adipeuse) est excellente (100 %). Il permet de faire un premier repérage extérieur rapide du caractère « poisson marqué » sur lequel un autre type de marquage est à rechercher. Il permet donc de distinguer deux lots sans sacrifier les poissons, tout en conservant la microétiquette (facilite le suivi d'un déversement). Chez les pré-smolts, étant donné qu'il y a peu de contraintes associées à la taille des poissons, le cryomarquage (Piggins, 1972; Dumas, 1977; Dumas, 1978; Fournel *et al.*, 1990) peut être envisagé comme marquage externe couplé à un micromarquage.

Les taux de rétention et de survie chez les alevins ne diffèrent pas significativement de ceux qui sont observés chez les tacons et les pré-smolts. Si l'injecteur est correctement calibré, le micromarquage magnétique permet de marquer efficacement des alevins de petite taille sans en affecter la survie. Nos expériences montrent qu'une profondeur d'implantation et l'utilisation d'un moule parfaitement ajustés à la taille du poisson garantissent une très bonne efficacité à court terme du micromarquage (91,1 %) chez les alevins de saumon atlantique. Selon les recommandations de Thrower et Smoker (1984) et de Champigneulle (1987), le système est réglé

de telle sorte que la marque soit implantée dans le cartilage situé en arrière des cavités olfactives. La qualité du marquage augmente avec l'expérience: le taux de rétention à court terme atteint 91,1 % en 1993 et 96 % en 1994 (données non publiées). La stabilité du taux de rétention (87,5 % en automne 1993) observée lors des essais en milieu naturel confirme que la marque est permanente. Comme l'ont constaté Potter et Browne (1985) et Champigneulle (1987), les pertes de marques ont lieu principalement les jours consécutifs au marquage. Les taux de rétention (> 90 %) et les taux de mortalité (< 5 %) que nous avons obtenus avec des marques entières sont comparables aux taux observés par Peterson *et al.* (1994) sur des saumons coho de 75 mm, par Potter et Browne (1985) et par Pepper et O'Connell (1990) sur des alevins et des tacons de saumon atlantique. Si l'implantation de l'étiquette est correcte, la survie est totale lors du marquage. Les excellents résultats relatifs à la densité (18,6 ind./100 m<sup>2</sup>) et au taux de reprise (21,9 %) des tacons 0+ micromarqués et recapturés en milieu naturel en automne 1993 confirment que la survie n'est pas entravée à long terme.

Afin d'obtenir des taux de rétention et de survie élevés, plusieurs auteurs préconisent l'utilisation de demi-marques pour des poissons de moins de 2 g (Thrower et Smoker, 1984; Champigneulle, 1987). Préalablement à nos expériences avec des marques entières, le système de demi-marques a été testé mais le détecteur restait insensible à la présence des implants. Pour les alevins, il est remarquable d'atteindre un taux de survie proche de 100 % après le marquage, compte tenu que nous utilisons des marques entières pour des poissons dont la taille varie de 52 à 74 mm. Meng *et al.* (1986) recommandent de n'utiliser le système de marques entières que pour des corégones (*Coregonus* sp.) dont la taille est supérieure à 60 mm, ceci afin de permettre une implantation profonde (> 2,5 mm) et de minimiser le problème de pertes de marques (8,5 %) et de mortalité (5 %).

L'inconvénient du micromarquage magnétique nasal est qu'il faut sacrifier le poisson pour connaître son lot de provenance. Actuellement, Northwest Marine Technology Inc. développe une technique de marquage interne (visible implant [VI] tag), permettant d'identifier les individus sans les tuer. Niva (1995) observe un taux de rétention et une lisibilité de la marque (VI tag) supérieurs à 95 % chez les truites fario (*Salmo trutta*) dont la taille varie de 164 à 270 mm. Cependant, contrairement au micromarquage nasal, ce marquage n'est pas efficace chez des sujets de taille inférieure à 160 mm.

Si le micromarquage n'a pas d'effets négatifs sur la survie des saumons juvéniles, dans l'état actuel des connaissances, il est impossible d'avancer qu'il n'a

aucune incidence sur le système olfactif des poissons. Thrower et Smoker (1984) affirment cependant que le taux de retour de saumons micromarqués est voisin de celui de saumons non marqués.

Outre ses qualités relatives à la permanence de la marque et à la survie, le micromarquage présente l'avantage d'être une technique rapide. La vitesse de micromarquage augmente avec la taille des poissons (450 ind./h pour les alevins et 520 ind./h. pour les smolts). A titre de comparaison, la vitesse de micromarquage pratiqué par Champigneulle (1987) atteint 250–450 ind./h pour des ombles chevalier (*Salvelinus alpinus*) de 25–55 mm et 600–800 ind./h pour des ombles chevalier de 8–10 cm.

## CONCLUSION

Pratiqué au stade alevin, le micromarquage magnétique (marques entières) est très bien toléré par les jeunes saumons atlantiques à une taille de 60 mm (52–74 mm) et à un poids de 2 g. Un des critères de succès du micromarquage étant un taux de rétention supérieur à 90 %, il est indispensable de maîtriser les facteurs assurant une rétention optimale: l'embout doit être parfaitement adapté à la forme de la tête et à la taille du poisson et la microétiquette doit être implantée en arrière des cavités olfactives du poisson. Dès lors, pour le saumon atlantique, nous préconisons d'utiliser un embout ATL 120/LB avec une profondeur d'implantation de 3 mm pour les alevins de 60 mm et un embout ATL 25/LB avec une profondeur d'implantation de 4 mm pour les smolts de 120 mm. En outre, avant de micromarquage un lot important de jeunes saumons, il est souhaitable de faire un essai sur 100 individus maintenus en pisciculture. La vérification de la présence de l'implant après 5 jours permettra d'ajuster la calibration du dispositif de marquage pour augmenter l'efficacité du marquage pour l'ensemble du lot.

Le micromarquage est particulièrement indiqué dans un programme de réintroduction à l'état d'alevin et de suivi d'une espèce migratrice. Toutefois, l'inconvénient majeur pour les stocks en voie de restauration est qu'il faut abattre l'adulte pour connaître le lot de provenance du poisson. Un double marquage est nécessaire pour le suivi des recaptures. En général, sont présentes dans un même bassin fluvial des populations marquées et non marquées (de repeuplement ou sauvages). Les sujets marqués, en principe moins nombreux, sont rapidement repérés grâce à l'ablation de la nageoire adipeuse. Ils sont alors les seuls à faire l'objet d'une détection de marquage magnétique.

---

**Remerciements**

Cette étude a été financée par le Ministère de la Région wallonne («Convention Meuse Saumon 2000») et par le Fonds National de la Recherche Scientifique belge.

---

**RÉFÉRENCES**

- Berg O. K., M. Berg 1987. Effects of Carlin tagging on the mortality and growth of sea trout *Salmo trutta* L. *Fauna Norv. Ser. A.* **8**, 15-20.
- Champignucelle A. 1987. Marquage d'ombles chevalier (*Salvelinus alpinus*) de petite taille par injection de micromarques magnétisées. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* **304**, 22-31.
- Dumas J. 1977. Cryomarquage: caractéristiques d'un appareil et essai sur de jeunes saumons atlantiques (*Salmo salar* L.). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* **267**, 41-61.
- Dumas J. 1978. Premières observations de cryomarquage sur des adultes de saumons atlantiques (*Salmo salar* L.) de la Nivelles marqués au stade smolt. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* **270**, 218-222.
- Fournel F., G. Euzenat, J.-L. Fagard 1990. Evaluation des taux de recapture et de retour de la truite de mer sur le bassin de la Bresle (Haute-Normandie/Picardie). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* **318**, 102-114.
- Meng H. J., R. Muller, W. Geiger 1986. Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by microtags. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* **22**, 319-325.
- Moser M. L., A. F. Olson, T. P. Quinn 1990. Effects of dummy ultrasonic transmitters on juvenile Coho Salmon. *Am. Fish. Soc. Symp.* **7**, 353-356.
- Niva T. 1995. Retention of visible implant tags by juvenile brown trout. *J. Fish. Biol.* **46**, 997-1002.
- Northwest Marine Technology 1990. Model MK IV Tag Injector, Model MK IV Quality Control Device: operating instruction. Shaw Island, Washington USA 98286, 55 p.
- Pepper V. A., M. F. O'Connell 1990. Coded wire microtagging of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Newfoundland, Canada. *Int. Counc. Explor. Sea CM/M:15*, 4 p.
- Peterson N. P., E. F. Prentice, T. P. Quinn 1994. Comparison of sequential coded wire and passive integrated transponder tags for assessing overwinter growth and survival of juvenile coho salmon. *N. Am. J. Fish. Manag.* **14**, 870-873.
- Philippart J. C., J. C. Micha, E. Baras, C. Prignon, A. Gillet, S. Joris 1994. The Belgian project "Meuse Salmon 2000". First results, problems and future prospects. *Wat. Sci. Tech.* **29**, 315-317.
- Piggins J. D. 1972. Cold branding as smolt marking technique. *J. Inst. Fish. Manag.* **3**, 9-11.
- Potter E. C. E., J. Browne 1985. Use of coded wire microtags on juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Int. Counc. Explor. Sea CM/M:27*, 7 p.
- Prentice E. F., T. A. Flagg, C. S. McCutcheon, D. F. Brastow, D. C. Cross 1990. Equipment, methods, and an automated data-entry station for Pit Tagging. *Am. Fish. Soc. Symp.* **7**, 335-340.
- Refstie T., D. Aulstad 1975. Tagging experiments with salmonids. *Aquaculture* **5**, 367-374.
- Saunders R. L., K. R. Allen 1967. Effects of tagging and fin-clipping on the survival and growth of Atlantic salmon between smolt and growth stages. *J. Fish. Res. Board Can.* **24**: 2595-2611.
- Schubert N. D., M. K. Farwell, L. W. Kalnin 1994. A coded wire tag assessment of salmon river (Langley) coho salmon: 1992 tag application and 1993-1994 spawner enumeration. *Can. Rep. Fish. Aquat. Sci.* **2241**, 33 p.
- Thrower F. P., W. W. Smoker 1984. First adult return of Pink Salmon tagged as emergents with binary-coded wires. *Trans. Am. Fish. Soc.* **113**, 803-804.