

Note technique

PREMIÈRE ÉVALUATION DES TECHNIQUES DE MARQUAGE D'ALEVINS D'OMBRE COMMUN (*Thymallus thymallus* L.) PAR CAUTÉRISATION DE LA NAGEOIRE ADIPEUSE OU PAR INJECTION DE MICROMARQUES MAGNÉTIQUES

J.-P. MALLET (1, 2), H. PERSAT (1), E. FIÈVET (1, 3)

-
- (1) Université Lyon I, UMR CNRS 5023 Écologie des Hydrosystèmes Fluviaux, 43, boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France.
E-Mail : persat@biomserv.univ-lyon1.fr
- (2) ASCONIT Consultants, Domaine Scientifique de la Doua, 62, boulevard Niels Bohr, BP 2132, 69603 Villeurbanne Cedex, France.
E-Mail : jp.mallet@asconit.com
- (3) Groupe de Recherche et d'Étude : Biologie, Environnement (GREBE), 23, rue Saint-Michel, 69007 Lyon, France.
E-Mail : fievet.eric@laposte.net

RÉSUMÉ

Il est souvent nécessaire de marquer les poissons pour contrôler l'efficacité des opérations d'alevinage ou étudier la dynamique des populations en milieu naturel. L'article décrit des adaptations de deux techniques de marquage d'alevins d'Ombre commun (*Thymallus thymallus* L.) de 6-8 cm : (1) l'ablation par cautérisation de la nageoire adipeuse et (2) l'injection de micromarques magnétiques dans le cartilage nasal. Afin de mettre en évidence les effets à long terme de ces deux techniques de marquage, la survie et la croissance d'alevins marqués ont été comparées à celles d'alevins témoins non marqués élevés en bassins artificiels. Les taux observés de rétention ou de persistance des marques étaient très élevés (> 99 %). Les taux de survie et de croissance des alevins marqués, élevés séparément ou non, n'étaient pas significativement inférieurs à ceux des alevins témoins. Les deux méthodes sont donc bien adaptées au marquage de groupes de juvéniles d'Ombre commun.

Mots-clés : micromarques magnétiques, cautérisation de la nageoire adipeuse, survie, croissance, ombre commun.

FIRST EVALUATION OF TAGGING TECHNIQUES ON YOUNG EUROPEAN GRAYLING (*Thymallus thymallus* L.) BY CAUTERISATION OF THE ADIPOSE FIN OR BY INJECTION OF CODED WIRE TAGS

ABSTRACT

It is often necessary to tag fish in order to control the efficiency of stocking or to investigate population dynamics in the wild. The paper deals with adaptations of two methods of tagging young European grayling (*Thymallus thymallus* L.) of 6-8 cm long:

(1) ablation by cauterisation of the adipose fin and (2) injection of coded wire tags into the nasal cartilage. In order to investigate the long-term effects of each tagging techniques, survival and growth of young tagged fish were compared to those of untagged fish. Rearing took place in artificial tanks and ponds. Observed rates of tag retention or tag persistence were very high (> 99%). Both survival and growth rates of tagged and untagged groups of fish, reared apart or not, did not differ significantly. Consequently, both methods appear to be suitable for tagging groups of young grayling.

Key-words: coded wire tags, adipose fin cauterization, growth, survival, European grayling.

INTRODUCTION

L'Ombre commun, *Thymallus thymallus* L., est une des espèces françaises de poisson les plus menacées par l'aménagement des cours d'eau (PERSAT, 1996). Cette espèce à haute valeur halieutique est en effet très exigeante quant à la qualité de l'habitat (GUTHRUF, 1996 ; MALLETT *et al.*, 2000) et ne colonise que la partie intermédiaire des hydrosystèmes, la « zone à ombre » (HUET, 1959) souvent concernée par les aménagements (PERSAT *et al.*, 1995; MALLETT, 1999). Il existe donc une forte demande des gestionnaires en vue de soutenir, de restaurer ou d'implanter des populations de cette espèce.

Les opérations d'alevinage ou de repeuplement en général ne sont pas toujours justifiées car les conditions de réussite en fonction des paramètres environnementaux n'ont pas, à ce jour, été mises en évidence. L'efficacité de tels déversements, et donc le bien-fondé des dépenses considérables qui s'y rapportent, ont rarement fait l'objet d'investigations.

La reconnaissance des individus est nécessaire lors de l'évaluation de l'efficacité des opérations d'alevinage ou lors de l'étude de la dynamique des populations en milieu naturel. Le fluomarquage des otolithes est probablement une méthode de marquage de masse performante, notamment sur de petits individus (< 5 cm) (NAGIEC *et al.*, 1995). L'identification ultérieure nécessite cependant le sacrifice des individus, ce qui peut parfois s'avérer rédhibitoire en cas de faibles effectifs ou lors de l'utilisation de protocoles de capture-recapture. Parmi les méthodes permettant une reconnaissance des jeunes salmonidés sans sacrifice, l'ablation de la nageoire adipeuse (CHAMPIGNEULLE et ESCOMEL, 1984 ; RUBIN et BUTTIKER, 1993) et l'implantation de micromarques magnétiques (JEFFERTS ET AL., 1963 ; BERGMAN *et al.*, 1992) sont couramment utilisées. Plusieurs auteurs ont montré que ces types de marquage pouvaient réduire le taux de survie des poissons (SAUNDERS et ALLEN, 1967 ; WEBER et WHALE, 1969 ; NICOLA et CORDONE, 1973 ; BLANKENSHIP et HANRATTY, 1990). Toutefois à notre connaissance, aucune étude n'a porté sur l'influence de l'ablation de l'adipeuse ou de l'implantation de micro-marques sur la survie ou d'autres paramètres biologiques chez l'Ombre commun. Or, une mauvaise persistance des marques ou un effet négatif du marquage sur les ombrets (augmentation de la mortalité, ralentissement de la croissance, etc.) peuvent compromettre le calcul de l'efficacité des alevinages ou des paramètres démographiques. Dans la mesure où ces deux méthodes de marquage ont été appliquées à des ombrets de pisciculture destinés à soutenir la population naturelle du Rhône savoyard (PERSAT *et al.*, 1997), le principal objectif du présent travail a donc été de déterminer, en milieu contrôlé : (1) la pérennité des marques et (2) leurs effets sur la croissance et la survie.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Marquage

Les ombrets utilisés ont été élevés à la pisciculture Fédérale de Chazey-Bons (Ain) à partir d'œufs embryonnés en provenance de la pisciculture du Conseil Supérieur de la Pêche localisée à Augerolles (Puy de Dôme). Les ombrets ont été élevés jusqu'à atteindre la taille nécessaire pour leur marquage par micromarques, soit 6 cm (longueur totale). Tous les individus, qu'ils aient été destinés ou non au marquage, ont été anesthésiés au phénoxyéthanol (0,2 ml/l) afin d'être mesurés.

Un maximum de précautions devant être prises lors de la manipulation de ces alevins particulièrement fragiles, la vitesse de marquage par ablation de l'adipeuse n'a jamais excédé 500 individus par heure et par opérateur (assisté de plusieurs personnes). Les ombrets anesthésiés sont délicatement saisis au moyen d'une large pince souple aux bras recouverts d'une épaisse couche de mousse polyéther. Cet outil assure une parfaite contention des ombrets, leur permettant même de s'agiter sans dommage en cas de réveil prématuré, et ce sans que les opérateurs n'aient à les serrer davantage. L'ablation a été effectuée par cautérisation à l'aide d'un fer à souder (12 V, 30 W), méthode qui, sur des poissons d'aussi petite taille, est beaucoup plus facile à réaliser que l'ablation classique à l'aide de ciseaux fins. En permettant une ablation plus complète de la nageoire adipeuse, la cautérisation était supposée limiter davantage les possibilités ultérieures de régénération.

L'implantation de micromarques magnétiques standard (1 mm de long et 0,25 mm de diamètre) a été effectuée dans le cartilage nasal à l'aide d'un injecteur automatique (modèle MK IV) diffusé par Northwest Marine Technology. L'implantation nasale de marques codées permet de différencier jusqu'à 250 000 lots, mais nécessite le sacrifice des poissons pour la lecture des marques ou l'utilisation de marques lisibles aux rayons X (HIGGINS, 1985 ; MILES *et al.*, 1985). Les embouts de marquage standard (conçus pour la truite et le saumon) ne convenant pas aux ombrets, deux nouveaux embouts qui maintiennent quasiment l'ensemble du corps ont été utilisés : le premier s'avérant convenable pour des individus de 6,5 à 7,0 cm et le second pour ceux de 7,2 à 7,8 cm.

Les micromarques ont été implantées dans le cartilage nasal des alevins, juste en avant des cavités olfactives. La position des marques, visible à l'œil nu, a été systématiquement contrôlée. Avec une équipe bien rodée de quatre personnes, ce procédé a permis de marquer environ 450 poissons par heure. La reconnaissance de l'origine du lot n'étant pas nécessaire dans le cadre de cette étude, seule la vérification de la présence d'une micromarque magnétique a été effectuée à l'aide d'un détecteur magnétique du même constructeur, et donc sans extraire la marque.

Conditions d'élevage

Les alevins marqués et les alevins témoins ont été transférés à la pisciculture d'Augerolles. Cette pisciculture est relativement isolée en montagne ; elle est alimentée par des eaux froides et faiblement minéralisées (conductivité : 27,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Trois lots de poissons ont été constitués comme suit :

1. lot A : alevins marqués magnétiquement ;
2. lot B : alevins marqués par cautérisation de l'adipeuse ;
3. lot mixte : 25 % d'individus marqués magnétiquement, 25 % d'individus cautérisés et 50 % non marqués.

Le nombre limité d'ombrets disponibles pour l'expérience et les contraintes de tailles liées aux embouts de marquage nous ont obligés à privilégier certaines classes de taille lors du marquage par micro-marques. De ce fait, les plus grands alevins ont été utilisés plus fréquemment lors du marquage magnétique que lors de la cautérisation de l'adipeuse. Les longueurs moyennes initiales des poissons ayant servi à constituer chaque lot ont été estimées à partir de 400 individus.

Les alevins ont été marqués le 14/9/95 et installés à l'abri des prédateurs, dans des auges en intérieur, avant d'être transférés le 24/11/95 dans des bassins en terre en milieu découvert (Tableau I) où ils n'ont plus été nourris.

Tableau I

Conditions d'élevage à Augerolles. S : surface en m², V : volume en m³ et D.I. : densité initiale (individus par m³). Bassin : Bassin de pisciculture en terre. Auge : bassins en intérieur. Température moyenne annuelle de l'eau : 8,3 °C.

Table I

Rearing conditions at Augerolles. S: area in m², V: capacity in m³ and D.I.: initial density (individuals by m³). Bassin: breeding ponds. Auge: U-shaped rearing tanks. Annual water temperature: 8,3 °C.

Période	Paramètres	Lot A	Lot B	Lot mixte
21/09/95 au 24/11/1996	structure	auge	auge	auge
	S	1,25	1,25	1,25
	V	0,2	0,2	0,2
	D.I.	125,0	131,0	261,9
25/11/1996 au 31/10/1996	structure	bassin	bassin	bassin
	S	630,0	330,0	450,0
	V	410,0	260,0	300,0
	D.I.	0,51	0,84	1,43

Analyse des résultats

La mortalité a été estimée à l'aide du taux mensuel Mm de mortalité de RICKER (1975) :

$$Mm = \left(1 - \sqrt[t]{\frac{n_{t_2}}{n_{t_1}}} \right) * 30$$

où n_{t_1} = nombre initial d'individus, n_{t_2} = nombre d'individus au jour t_2 et $t = t_2 - t_1$ en jours.

Les taux de croissance mensuels Cm ont été calculés d'après la formule de RICKER (1975).

$$C_m = \left(\frac{\log l_2 - \log l_1}{t_2 - t_1} \right) * 30$$

où l_1 = longueur à la date t_1 ; l_2 = longueur à la date t_2 ; $t_2 - t_1$ en jours.

Les proportions d'individus morts ou vivants à l'intérieur de chaque lot ont été comparées à l'aide de tests Chi-2. Les différences de longueur entre les différentes dates de contrôle, témoignant d'une différence de croissance, ont fait l'objet de tests-t et d'analyses de variance (ANOVA) avec un risque d'erreur alpha fixé à 5 %.

RÉSULTATS

Persistance des marques

Aucune régénération d'adipeuse n'a été notée lors des premiers contrôles. Par la suite, aucune régénération n'a été suffisante pour mettre en doute un marquage par cautérisation et le risque de classer comme non marqué un individu initialement marqué est donc resté nul. Les taux de rétention des micromarques magnétiques étaient très élevés lors des différentes expériences puisque seulement 0,5 % des ombrets ont perdu leur marque.

Effet du marquage sur la survie

Les mortalités observées avant la mise en bassins extérieurs (24/11/95) étaient majoritairement dues à des poissons ayant sauté en dehors des auges (L. JONARD, communication personnelle). La mortalité mensuelle est néanmoins restée très faible (0,67 % en moyenne) et aurait été quasiment nulle sans ces morts accidentelles. Lors de la vidange finale des bassins, la fuite accidentelle de la plupart des individus du lot B a empêché le calcul du taux de mortalité des individus cautérisés (Tableau II). Toutefois, les taux de mortalité des trois catégories d'ombrets du lot mixte sont apparus très proches les uns des autres ($P = 0,962$), malgré des valeurs relativement élevées, mais ne différant cependant pas de celles du lot A ($P = 0,320$).

Effet du marquage sur la croissance

Les longueurs moyennes des poissons des trois lots lors de chaque contrôle ont été consignées dans le Tableau II. Elles apparaissent significativement différentes ($P < 0,001$) par suite sans doute de la sélection des individus de taille compatible avec les embouts de marquage et du nombre limité d'ombrets disponibles. Les différences initiales perdurent durant tout le suivi.

Lors du contrôle final, les longueurs moyennes des lots A et B étaient proches ($P = 0,465$), mais ce résultat peut avoir été compromis par la fuite accidentelle d'une grande partie des individus de ce dernier lot lors de la vidange précédant le contrôle final (31/10/96). Dans le lot mixte, les différences de taille sont significatives ($P = 0,003$), les individus marqués magnétiquement étant plus grands que les deux autres catégories, elles-mêmes de tailles équivalentes ($P = 0,258$). Les taux de croissance mensuels des trois catégories étaient cependant très proches (compris entre 2,32 % et 2,45 %). Les tailles des individus marqués magnétiquement des lots A et mixte ne sont pas significativement différentes ($P = 0,196$), alors que celles des individus cautérisés du lot mixte sont significativement plus petites que celles des cautérisés du lot B ($P = 0,010$).

Tableau II

Taux de croissance (Cm) et de survie (Mm) des ombrets non marqués (non-m) et des ombrets marqués par cautérisation de l'adipeuse ou par micromarques magnétiques (microm). Moy : moyen. TL : longueur totale (cm) moyenne et écart-type (e.t.).

Table II

Growth rates (Cm) and survival rates (Mm) of unmarked young grayling (non-m) and young grayling marked by adipose fin cauterisation or tagged with coded wire tags (micro-m). Moy: mean. LT: total length (cm) and standard error (e.t.).

		Lot mixte				Lot A	Lot B
		Microm	Cautérisation	Non-m	Total	Microm	Cautérisation
21/9/95	Nombre	110	110	220	440	210	220
	LT (e.t.)	7,7 (0,3)	7,5 (0,9)	7,0 (0,9)	7,4 (0,8)	7,7 (0,3)	7,5 (0,9)
24/11/95	Nombre	110	105	214	429	210	219
	LT (e.t.)	—	—	—	—	—	—
	Mm (%)	0,00	2,18	1,30	1,19	0,00	0,21
	Cm (%)	—	—	—	—	—	—
31/10/96	Nombre	42	42	83	167	66	25*
	LT (e.t.)	16,2 (1,4)	15,4 (2,0)	15,0 (1,8)	15,4 (1,8)	16,5 (1,2)	16,5 (1,9)
	Mm (%)	7,73	7,36	7,61	7,58	9,29	—
	Cm (%)	2,32	2,38	2,45	2,35	2,44	2,53
	Mm moy	7,11	7,11	7,19	7,15	8,54	—
	Cm moy	2,32	2,38	2,45	2,35	2,44	2,53

* Fuite accidentelle d'un certain nombre d'individus à la fin de l'expérience.

* Accidental escape of unknown number of fish at the end of the experience.

DISCUSSION

La présente étude montre clairement que (1) les taux de persistance des micromarques magnétiques et des marques par cautérisation de la nageoire adipeuse sont excellents (> 99 %), (2) le taux de mortalité des ombrets marqués n'est pas supérieur à celui des ombrets non marqués, et (3) la croissance des ombrets marqués n'est pas inférieure à celle des ombrets non marqués. Les taux de persistance des marques enregistrés au cours de cette étude sont proches de ceux indiqués dans la littérature pour d'autres espèces moins délicates. Dans l'exemple des salmonidés, la proportion d'individus présentant une régénération de l'adipeuse après ablation est très faible, voire nulle (WEBER et WAHLE, 1969 ; DUMAS et PROUZET, 1982 ; CHAMPIGNEULLE et ESCOMEL, 1984). Dans notre étude, aucune régénération de l'adipeuse n'a été enregistrée ce qui est explicable par le fait que la totalité de la nageoire adipeuse a été soigneusement enlevée, en brûlant parfois légèrement l'épiderme des ombrets. La cautérisation pourrait être une méthode plus performante que l'ablation classique à l'aide de ciseaux, méthode ne permettant pas une ablation complète des nageoires adipeuses

sur des petits individus. Les taux de rétention des micromarques magnétiques, dans notre étude comme dans la littérature, sont généralement très élevés (> 90 %) dès lors que la profondeur et la position des micro-marques sont bien ajustées (THROWER et SMOKER, 1984; MENG *et al.*, 1986; CHAMPIGNEULLE, 1987; HEIDINGER et COOK, 1988; BERGMAN *et al.*, 1968; OVEN et BLANKENSHIP, 1993; RUBIN et BUTTIKER, 1993).

Dans les conditions de notre étude, le taux de mortalité des alevins marqués n'était pas significativement inférieur à celui des alevins non marqués. Cependant, il n'est pas impossible que l'ablation de la nageoire adipeuse soit plus pénalisante dans le milieu naturel – avec des poissons fréquentant les secteurs de rivière relativement larges et au courant rapide (SEMPESKI et GAUDIN, 1995 ; MALLETT *et al.*, 2000) – que dans un élevage en milieu stagnant. Une mesure de l'hydrodynamisme et des capacités de nage d'ombrets (comme dans l'exemple de SAGNES *et al.*, 2000) avec et sans adipeuse pourrait permettre de vérifier l'importance éventuelle de la nageoire adipeuse dans les « performances hydrauliques » de l'Ombre commun. Plusieurs auteurs (SAUNDERS et ALLEN, 1967; WEBER et WHALE, 1969; NICOLA et CORDONE, 1973) ont observé que l'ablation de l'adipeuse pouvait diminuer la survie de certains salmonidés de 30 à 60 % en milieu naturel. Cependant dans des conditions apparentes, d'autres auteurs (BRYNILDSON et BRYNILDSON, 1967; STOLTE, 1973; MEARS et HATCH, 1976; VINCENT-LANG, 1993) ne relèvent aucune différence de survie entre les individus marqués par ablation de l'adipeuse et les individus non marqués. En définitive, si l'ablation de l'adipeuse est admise comme relativement peu traumatisante (CRISTAU-QUOST, 1980; CHAMPIGNEULLE et ESCOMEL, 1984), ses conséquences réelles restent à vérifier dans la mesure où il est difficile de penser que cet organe n'a pas de valeur adaptative vu sa permanence au sein de certaines familles de poissons comme les salmonidés.

Au cours de notre élevage, aucun ralentissement significatif de la croissance ne peut être imputé au marquage. Des résultats similaires ont été observés, parfois sur de longues périodes, chez certains salmonidés ou d'autres poissons marqués à l'aide de micromarques, (JEFFERTS *et al.*, 1963; BERGMAN *et al.*, 1968; CHAMPIGNEULLE, 1987; HEIDINGER et COOK, 1988; RUBIN, 1990 ; BERGMAN *et al.*, 1992). Par contre, SAUNDERS ET ALLEN (1967) ont détecté un léger ralentissement de la croissance chez des saumons atlantiques *Salmo salar* marqués par ablation de la nageoire adipeuse.

La pérennité des marques et l'absence d'effet négatif du marquage (augmentation de la mortalité et ralentissement de la croissance) montrent que les techniques de marquage par cautérisation de la nageoire adipeuse ou par injection de micromarques magnétiques dans le cartilage nasal sont bien adaptées aux alevins d'Ombre commun.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la convention d'étude 93-191 entre le Conseil Supérieur de Pêche et l'UMR-CNRS 5023. Nous remercions vivement la Fédération de Pêche de l'Ain et la Délégation Régionale du CSP de Clermont-Ferrand pour avoir mis à notre disposition les installations de la Pisciculture de Chazey-Bons et d'Augerolles, ainsi que les pisciculteurs L. Joly, L. Jonard et M. Lejeune pour leur disponibilité lors des opérations de marquage et pour la surveillance des bassins d'élevage. Nous tenons également à remercier deux relecteurs anonymes qui, par leurs critiques constructives, nous ont permis d'améliorer grandement l'exposé de ces travaux. Le résumé en anglais a été substantiellement amélioré par les propositions de Cristina et de David I. Burke.

BIBLIOGRAPHIE

- BERGMAN P.K., HAW F., BLANKENSHIP H.L., BUCKLEY R.M., 1992. Perspectives on design, use and misuse of fish tags. *Fisheries*, 17, 20-25.
- BERGMAN P.K., JEFFERTS K.B., FISCUS H.F., HAGER R.C., 1968. A preliminary evaluation of an implanted, coded wire fish tag. *Wash. Dep. Fish. Res. Pap.*, 3, 63-84.
- BLANKENSHIP H.L., HANRATTY P.R., 1990. Effects on survival of trapping and coded-wire tagging coho salmon smolts. In N. Parker and five co-editors, Fish marking techniques, 259-261. American Fisheries Society, Symposium 7, Bethesda, Maryland.
- BRYNILDSON O.M., BRYNILDSON C.L., 1967. The effect of pectoral and ventral fin removal on survival and growth of wild brown trout in a Wisconsin stream. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 96, 353-355.
- CHAMPIGNEULLE A., 1987. Marquages d'ombles chevaliers (*Salvelinus alpinus*) de petite taille par injection de micromarques magnétiques. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 304, 22-31.
- CHAMPIGNEULLE A., ESCOMEL J., 1984. Marquage des salmonidés de petite taille par ablation de l'adipeuse ou des nageoires pelviennes. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 293-294, 52-58.
- CRISTAU-QUOST I., 1980. Essais d'étude comparative de différents types de marquage de poissons ; observations histologiques préliminaires de l'effet du cryomarquage. Thèse de troisième cycle, Univ. Lyon 1, 201 p.
- DUMAS J., PROUZET P., 1982. Marquage magnétique interne : essais de tolérance par de jeunes saumons atlantiques (*Salmo salar* L.). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 287, 23-33.
- GUTHRUF J., 1996. Populations dynamik und Habitatwahl der Äsche (*Thymallus thymallus* L.) in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes. Doktorarbeit, Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich, Diss Eth. Nr 11 720, 180 p.
- HEIDINGER R.C., COOK S.B., 1988. Use of coded wire tags for marking fingerling fishes. *N. Amer. J. Fish. Mgmt.*, 8, 268-272.
- HIGGINS, P.J., 1985. X-ray microtags for identification of individuals in studies of fish energetics. *J. Fish Biol.*, 26, 153-159.
- HUET, M., 1959. Profiles and biology of western European streams as related to fish management. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 88, 155-163.
- JEFFERTS K.B., BERGMAN P.K., FISCUS H.F., 1963. A coded wire identification system for macroorganism. *Nature*, 198, 460-462.
- MALLET J.P., 1999. Recherche des facteurs de contrôle de la dynamique des populations d'Ombre commun *Thymallus thymallus* L., 1758 de la Basse Rivière d'Ain. Thèse de Doctorat, Univ. Lyon 1, 204 p.
- MALLET J.P., LAMOUREUX N., SAGNES P., PERSAT H., 2000. Habitat preferences of European grayling in a medium size stream, the Ain river, France. *J. Fish Biol.*, 56, 1312-1326.
- MEARS H.C., HATCH R.W., 1976. Overwinter survival of fingerling brook trout with single and multiple fin clips. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 105, 669-674.
- MENG H.J., MULLER R., GEIGER W., 1986. Growth, mortality and yield of stocked coregonid fingerlings identified by microtags. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 22, 319-325.

- MILES M.S., TALBOT, C., THORPE, J.E., 1985. Reading X-ray microtags. *J. Fish Biol.*, 26, 147-151.
- NAGIEC M., CZERKIES P., GORYCZKO K., WITKOWSKI A., MURAWSKA E., 1995. Mass-marking of grayling, *Thymallus thymallus* (L.), larvae by fluorochrome tagging of otoliths. *Fish. Mgmt. Ecol.*, 2, 185-195.
- NICOLA S.J., CORDONE J.A., 1973. Effects of fin removal on survival and growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in natural environment. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 102, 753-758.
- OVEN J.H., BLANKENSHIP H.L., 1993. Benign recovery of coded wire tags from rainbow trout. *N. Amer. J. Fish. Mgmt.*, 13, 852-855.
- PERSAT, H., 1996. Threatened populations and conservation of the European grayling, *Thymallus thymallus* L., 1758. In Kirchhofer, A. & Hefti, D. (Eds.), Conservation of endangered freshwater fish in Europe, 233-247. Birkhäuser Verlag Basel, Switzerland.
- PERSAT H., EPPE R., MALLET J.P., 1997. Conséquences démographiques et génétiques des alevinages sur la population d'Ombre commun du Rhône savoyard. Rapport au Conseil Supérieur de la Pêche, Univ. Lyon 1, 51 p.
- PERSAT H., OLIVIER J.M., BRAVARD J.P., 1995. Stream and riparian management of large braided Mid-European rivers, and consequences for fish. In Armantrout, N.B. (Ed.), Condition of the world's aquatic habitat, 139-169. Proceedings of the World Fisheries Congress, Oxford & IBH Publishing Co., New-Delhi.
- RICKER W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, 191, 1-383.
- RUBIN J.F., 1990. Biologie de l'Ombre chevalier, *Salvelinus alpinus* (L.), dans le Léman (Suisse). Thèse de Doctorat. Archives du Centre de la Conservation de la Faune. CH-1025, St-Sulpice (Suisse), 169 p.
- RUBIN J.F., BUTTIKER B., 1993. Quelle est la proportion d'ombles chevaliers, *Salvelinus alpinus* (L.), issus de reproduction naturelle ou de repeuplement, dans le Léman ? *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 329, 221-229.
- SAGNES P., CHAMPAGNE J.Y., MOREL R. 2000. Shifts in drag and swimming potential during grayling ontogenesis : relations to habitat use. *J. Fish Biol.*, 57, 52-68.
- SAUNDERS R.L., ALLEN K.R., 1967. Effects of tagging and of fin-clipping on the survival and growth of Atlantic salmon between smolt and adult stages. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 24, 2595-2611.
- SEMPESKI P., GAUDIN P., 1995. Sélection et utilisation de l'habitat par les jeunes stades de poissons d'eau courante : le modèle Ombre commun (*Thymallus thymallus* L.). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 337/338/339, 215-220.
- STOLTE L.W., 1973. Differences in survival and growth of marked and unmarked coho salmon. *Prog. Fish Cult.*, 35, 229-230.
- THROWER F.P., SMOKER W.W., 1984. First adult return of pink salmon tagged as emergent with binary-coded wires. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 113, 803-804.
- VINCENT-LANG D., 1993. Relative survival of unmarked and fin-clipped coho salmon from Bear lake, Alaska. *Prog. Fish Cult.*, 55, 141-148.
- WEBER D., WHALE R.J., 1969. Effect of fin-clipping on survival of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Bd Can.*, 26, 1263-1271.

