LA DEVALAISON DES ALEVINS DE TRUITE COMMUNE SALMO TRUTTA L.

I. CARACTERISATION EN MILIEU ARTIFICIEL

par M. HELAND¹

A partir d'une population de 500 alevins vésiculés de Truite commune *Salmo trutta* L., introduits dans un ruisseau artificiel, les alevins « dévalants » sont isolés par un système de piègeages successifs et marqués par ablation de nageoire. Puis ils sont introduits dans d'autres ruisseaux artificiels vides d'occupants et leur comportement est observé.

Comme dans la nature, les alevins dévalent la nuit. Certains alevins dévalent plus longtemps que d'autres. Cependant, tous les alevins « dévalants » survivants finissent par adopter un comportement de nage statique diurne et s'organisent en une mosaïque de territoires. Mais ils le font plus tardivement que les sédentaires demeurés dans le premier ruisseau expérimental. Les alevins « dévalants » sont plus petits que les sédentaires à la fin de l'expérience. Leurs comportements de nage et territorial tardifs ainsi que leur moindre croissance renforcent l'hypothèse selon laquelle les alevins « dévalants » présentent un retard de développement par rapport aux alevins sédentaires.

The downstream migration of brown trout, *Salmo trutta*, fry. I. Characteristics in an artificial environment.

A population of 500 brown trout alevins, *Salmo trutta* L., introduced in an artificial stream, and downstream migrants were isolated by successive trapping and fin clipped. The latter were then introduced in other artificial streams without fry and their behaviour was observed.

As in nature, fry moved downstream during the night, some of them for a longer period than others. However, all surviving downstream migrants ended by taking up static swimming behaviour during the day and setting up a territorial mosaic. But they did it later than non-migrants settled in the first artificial stream. Downstream migrants were smaller than non-migrants at the end of the experiment. Their late swimming and territorial behaviours and their weaker growth strengthened the hypothesis that downstream migrants undergo delayed development when compared to non-migrants.

1. — INTRODUCTION

Au moment de l'émergence, certains alevins de Truite commune se laissent entraîner par le courant vers l'aval, sur des distances assez

1. Laboratoire d'Ecologie des Poissons et d'Aménagement des Pêches, I.N.R.A. Centre de Recherches Hydrobiologiques, B. P. 3, Saint-Pée-sur-Nivelle, 64310 Ascaïn.

importantes. Ce phénomène appelé dévalaison est un fait bien démontré (Huet, 1961 ; Le Cren, 1961 ; Elliott, 1966 ; Timmermans, 1966). Par contre, les causes de la dévalaison chez les très jeunes alevins sont moins bien connues, bien qu'il existe de nombreux travaux sur les déplacements des truitelles vers l'aval (Runnstrom, 1952 ; Pyefinch, 1960 ; Barré, 1972 ; Euzenat et Fournel, 1976). De même, le rôle et le devenir des alevins « dévalants » dans l'écosystème ont été très peu étudiés. Pourtant, la connaissance du mécanisme de la dévalaison et de sa signification écologique semble nécessaire au biologiste des pêches pour mieux comprendre le fonctionnement de l'écosystème et tirer parti dans ses directives d'aménagement de ce glissement printanier des juvéniles vers l'aval.

Après avoir observé la dévalaison des alevins de Truite commune en milieu naturel sur le Lissuraga (Cuinat et Héland, 1979), nous avons tenté d'analyser plus précisément ce phénomène en milieu artificiel. Nous avons étudié, en particulier, la durée du phénomène et le devenir des alevins « dévalants » ou nomades. Pour cela, nous avons réalisé une expérience basée sur le principe des piègeages successifs pour caractériser, isoler et observer les alevins nomades comparés aux sédentaires.

2. — MATERIEL ET METHODES

L'expérience a été réalisée au domaine expérimental de l'I.N.R.A. à Saint-Pée-sur-Nivelle dans un ruisseau artificiel fonctionnant en circuit fermé et constitué par 3 ruisseaux expérimentaux successifs I, II et III (voir Héland, 1978, pour plus de détails).

Le fond est constitué de galets et graviers (*fig. 1*). La vitesse du courant est de 18 cm/s en moyenne. Les variations de la température de l'eau inscrites sur un thermomètre enregistreur sont rapportées sur la figure 2. La lumière est artificielle et constante (10 h par jour) avec une intensité de 1 000 lux répartis sur toute la surface des ruisseaux.

Au début du moins de mars, 500 alevins vésiculés (soit 150/m²), éclos depuis 12 jours, de la souche Ibarron (à l'origine, croisement de femelles de la pisciculture Cabillon sur la Nive avec des mâles sauvages de la Nivelle), ont été introduits à l'aide d'un tube à l'intérieur des graviers de la zone amont du ruisseau expérimental I. D'importantes quantités d'invertébrés benthiques ont été déversées dans les ruisseaux avant l'introduction des alevins, puis chaque ruisseau reçoit journallement (matin et soir) des rations de plancton récolté dans un étang du domaine et des invertébrés de fond récoltés dans la Nivelle. Les alevins ont la possibilité de quitter le ruisseau vers

FIG. 1. — Représentation schématique des ruisseaux expérimentaux :
 en haut : aménagement correspondant aux ruisseaux I et II.
 en bas : aménagement du ruisseau III.

l'amont ou vers l'aval. Ils sont alors capturés dans des pièges en forme de nasse situés à l'amont et à l'aval du ruisseau artificiel (fig. 1). Ces pièges sont relevés le matin et le soir. Les alevins qui dévalent (presque aucun ne remonte) sont récupérés puis maintenus en stabulation dans un bac en plastique perforé, situé en aval du piège, pendant 24 heures, pour éviter les perturbations consécutives aux manipulations.

FIG. 2. — Variations de la température de l'eau des ruisseaux artificiels au cours de l'expérience.

Ensuite ils sont déversés dans le ruisseau expérimental II, identique au I, mais où il n'y a aucun poisson à l'origine. Ce transfert quotidien des alevins « dévalants » dure trois semaines. Dans le ruisseau expérimental II, qui comporte aussi des pièges de capture amont et aval, les alevins qui dévalent (aucun ne remonte) sont marqués par ablation de la nageoire pectorale gauche, après anesthésie au MS 222 Sandoz. Après 24 heures de repos dans un bac de stabulation, ils sont réintroduits dans le ruisseau expérimental II, dans la zone amont. S'ils redévalent, ils subissent l'ablation de la seconde nageoire pectorale et sont à nouveau mis en amont après stabulation de 24 heures. Trois semaines environ après le début de l'émergence, la dévalaison cesse dans le ruisseau expérimental I et aucun alevin « dévalant » nouveau n'est remis dans le ruisseau II.

Les alevins pris dans le piège aval du ruisseau expérimental II pour la troisième fois, c'est-à-dire avec les 2 nageoires pectorales ablationnées (appelés aussi « dévalants persistants »), sont déversés dans le ruisseau expérimental III où il n'y a aucun poisson. Le ruisseau expérimental III est divisé en 2 compartiments séparés par des grilles sans pièges (*fig. 1*). Les alevins « dévalants persistants » sont introduits pendant les 2 premières semaines dans le compartiment aval, puis dans le compartiment amont ; là, leurs comportements sont observés.

Dans les 3 ruisseaux expérimentaux, les observations consistent à enregistrer chaque matin l'activité des alevins (nage statique, immobilité sur le fond, déplacement), ainsi que l'emplacement qu'ils occupent. Ces observations sont effectuées pendant 3 semaines, après le début de l'émergence dans le ruisseau expérimental I et pendant 1 mois dans les 2 autres. A la fin de l'expérience, 40 jours après l'in-

production des alevins, les ruisseaux sont pêchés à l'électricité et les poissons sont dénombrés et mesurés.

FIG. 3. — Histogrammes de captures des alevins dans les pièges aval des ruisseaux expérimentaux I et II au cours de l'expérience. Pour le ruisseau II, les alevins (qui ont déjà dévalé une fois dans le ruisseau I), ont été séparés en :
 — alevins sans ablation ayant dévalé 1 seule fois dans ce ruisseau.
 — alevins ayant la pectorale gauche ablationnée, ce qui correspond à 2 dévalaisons.
 — alevins ayant les 2 pectorales ablationnées, ce qui correspond à 3 dévalaisons.

3. — RESULTATS

Les observations ont débuté dès que les premiers alevins ont été visibles à la surface des graviers, c'est-à-dire dès le début de l'émergence une semaine environ après l'introduction. L'émergence s'étale sur une période de 8 à 10 jours (Héland, 1978). Dans cette expérience, elle est terminée 15 jours après l'introduction des alevins vésiculés.

Tous les alevins pris dans les pièges sont récupérés le matin et aucun ne descend pendant la photophase. Les histogrammes de capture des pièges aval des ruisseaux expérimentaux I et II sont représentés sur la figure 3. La tendance à la dévalaison apparaît nettement chez certains alevins si l'on considère le nombre important d'alevins « dévalants persistants » capturés dans le piège aval du ruisseau II. Cependant, parmi ces derniers, certains ont pu dévaler sous l'effet du marquage par ablation de nageoire. Il ressort néanmoins de cette figure 3 que de nombreux alevins dévalent au moins deux fois bien que n'ayant subi aucune ablation.

Le tableau I récapitule l'évolution des nombres d'alevins des différentes catégories dans les 3 ruisseaux. Il permet aussi d'évaluer les nombres d'alevins disparus et les pourcentages de disparition selon les catégories. Dans le ruisseau I, ces disparitions correspondent sans doute exclusivement à des mortalités intra-graviers des alevins vésiculés et non pas à une caractéristique des alevins sédentaires présents en petit nombre en fin d'expérience dans ce ruisseau. Dans le ruisseau II, des mortalités importantes apparaissent chez les alevins remis en amont après l'ablation d'une nageoire (72 et 75 p. 100) comparés aux alevins « dévalants » sans ablation provenant du ruisseau I : 27 p. 100. Dans le ruisseau III où les « dévalants persistants » sont introduits sans ablation nouvelle, le pourcentage de disparition retombe à 33 pour cent.

Cette évolution des captures dans les pièges doit être mise en parallèle avec l'activité des alevins dans les ruisseaux. La figure 4 représente l'évolution des nombres d'alevins en nage statique et immobiles sur le fond dans les 3 ruisseaux expérimentaux. Sur cette figure, on retrouve très nettement dans le ruisseau expérimental I le schéma de la stabilisation territoriale des alevins de Truite commune en ruisseau (Héland, 1971) :

- le nombre important d'alevins immobiles juste après l'émergence pendant la période d'apprentissage du comportement de nage (Héland, 1978) tend à disparaître ;
- les alevins en nage statique deviennent alors de plus en plus nombreux jusqu'à un maximum qui correspond à l'occupation de tout le milieu ;

TABLEAU I. — Tableau récapitulatif des effectifs totaux d'alevins sédentaires, « dévalants » et disparus dans les 3 ruisseaux expérimentaux. Pourcentages de disparitions.

Nombre d'alevins	Ruisseau expérimental I	Ruisseau expérimental II			Ruisseau expérimental III	
		alevins sans ablation	al. ablation pect. gauche	al. ablation 2 pectorales	amont	aval
Introduits	500	404	342	234	114	
Devalants	404 *	342 *	234 *	151 * dont 37 morts	Impossible	
Théoriquement présents	96	62	103	83	43	71 114
Repeches à l'inventaire final	36	45	30	21	35	41 76
Disparus	60	17	78	62	8	30 38
Pourcentage	63%	27%	72%	75%	33%	

* Ces alevins sont déversés en amont du ruisseau indiqué par la fleche

— puis une hiérarchie s'instaure et sous l'influence des compétitions pour les meilleurs postes de chasse, le nombre d'alevins en nage statique diminue puis se stabilise et correspond alors au nombre d'alevins dominants propriétaires de territoires.

Cette stabilisation se produit une douzaine de jours après l'émergence, ce qui correspond au 18^e ou 19^e jour sur la figure 4 pour le ruisseau I.

Pour le ruisseau II, on retrouve le même phénomène de stabilisation territoriale que celui observé dans le ruisseau I, mais avec 2 différences :

- 1) les alevins en présence sont plus nombreux en raison de l'apport quotidien d'alevins « dévalants » nouveaux qui crée une surdensité et amplifie le phénomène ;
- 2) les courbes sont décalées vers la droite, ce qui signifie que la stabilisation territoriale se produit avec un retard de 4 à 5 jours par rapport au niveau I.

Pour le ruisseau III, nous avons regroupé les résultats des 2 compartiments sur le même graphique. Cependant, dans le compartiment aval, les alevins occupent le milieu depuis plus longtemps que ceux du compartiment amont qui ne sont là que depuis 10 jours pour les plus anciens. Bien que les observations dans ce milieu n'aient duré qu'une semaine, ces graphiques montrent, surtout pour le compartiment aval, la tendance à la stabilisation déjà décrite : une augmentation du nombre d'alevins en nage statique accompagnée d'une disparition du

FIG. 4. — Evolution des nombres d'alevins observés en nage statique ou immobiles sur le fond dans les 3 ruisseaux expérimentaux au cours de l'expérience.

nombre d'alevins immobiles sur le fond. Cette évolution correspond à ce que l'on observe alors dans le ruisseau, c'est-à-dire une stabilité des alevins sur les postes de chasse avec apparition de combats entre individus voisins. Tout ceci tend à montrer que les alevins « dévalants persistants » sont capables de se fixer et d'établir un territoire. Mais, à la différence des sédentaires du ruisseau I, ils le font entre 3 semaines et un mois après l'émergence de la population (30 ou 32^e jour sur le graphique du niveau expérimental III).

Le tableau II représente les longueurs des alevins des différentes catégories dans les trois ruisseaux expérimentaux à la fin de l'expérience. Il apparaît que les alevins sédentaires du ruisseau expérimental I sont les plus grands et que les alevins « dévalants » sont d'autant plus petits qu'ils ont dévalé plus longtemps. Cependant, on ne peut pas toujours dissocier le caractère dévalant de l'effet du marquage par ablation de nageoire. Ainsi, dans le seul ruisseau II, les 45 alevins sans ablation ont une longueur moyenne significativement plus grande ($t = 4,66 - P = 0,05$) que les 51 alevins marqués par ablation d'une ou de 2 pectorales correspondant à 1 ou 2 dévalaisons supplémentaires dans le piège aval du même ruisseau. Si l'on élimine de cette comparaison les alevins « dévalants » qui avaient été marqués par ablation surtout pour les reconnaître, les isoler et étudier leur comportement territorial ultérieur (voir § précédent), il n'en demeure par moins que les 45 alevins sans ablation retrouvés dans le ruisseau II ont eu une croissance moindre que les 36 alevins sédentaires du ruisseau I ($t = 3,20 - P = 0,05$). Bien que la nourriture soit disponible en excès dans

TABLEAU II. — Longueurs moyennes (et écarts-types) des différentes catégories d'alevins dans les 3 ruisseaux expérimentaux à la fin de l'expérience.

Ruisseau expérimental	Nombre d'alevins récupérés	Ablation	Longueur moyenne (mm)	Ecart type
I	36	sans	28,42	2,59
II	45	sans	26,33	3,27
II	30	pectorale gauche	23,73	1,89
II	21	2 pectorales	23,62	2,38
III compartiment aval	41	2 pectorales	23,27	2,11
III compartiment amont	35	2 pectorales	23,20	2,08

les ruisseaux expérimentaux, il convient de souligner que les densités d'alevins ne sont pas les mêmes : les 36 alevins sédentaires sont seuls dans le ruisseau I alors que les 45 alevins sans ablation du ruisseau II se partagent le même milieu avec 51 alevins marqués par ablation.

4. — DISCUSSION ET CONCLUSION

Le mode de marquage utilisé — l'ablation des nageoires pectorales — intervient sur la survie (tabl. I) et sans doute sur la croissance (tabl. II). Bien que cette technique de marquage soit la seule technique actuelle, applicable et efficace à long terme sur des poissons aussi petits (23 à 25 mm de longueur), elle a l'inconvénient d'interférer avec l'analyse de la dévalaison qui nous préoccupe ici : par les blessures qu'elle engendre, elle provoque l'augmentation des mortalités ainsi qu'une gêne des mouvements de nage chez l'alevin (Radcliffe, 1950) ; pour la même raison, ce mode de marquage doit être la cause d'une exagération du phénomène de la dévalaison. Mais il ne peut pas être la cause principale de la dévalaison, du retard d'établissement de la nage statique et expliquer en totalité la réduction de croissance, puisque ces phénomènes restent très nets chez les alevins « dévalants » qui n'ont pas subi ces ablations de nageoires.

Si l'on compare ces résultats obtenus en ruisseau artificiel avec ceux que l'on avait obtenus précédemment sur le ruisseau Lissuraga (Cuinat et Héland, 1979), on constate un certain nombre de convergences. Ainsi, la dévalaison est essentiellement nocturne, soulignant le rôle déclencheur de la photopériode, peut-être en synergie avec d'autres facteurs abiotiques comme la température, le débit ou la turbidité ; ces derniers, pratiquement constants dans notre expérience, n'auraient pas un rôle causal.

Par contre, la liaison entre la dévalaison et un état de développement des alevins, qui se révélait sur le Lissuraga, semble se confirmer ici : l'état dévalant ou nomade de certains alevins au moment de l'émergence semble traduire un retard de développement de leur aptitude de nage statique face au courant notamment. Lorsque les alevins « dévalants » introduits dans des zones libres (absence de compétiteurs) sont capables d'effectuer la nage statique mais plus tard que les sédentaires, ils sont en mesure de structurer une mosaïque territoriale dont on assiste à un début de mise en place dans notre expérience.

Comme sur le Lissuraga, la liaison entre la dévalaison et la subordination dans la hiérarchie sociale (Onodera et Ueno, 1961 ; Chapman 1962 ; Onodera, 1962) n'apparaît pas nettement. La dévalaison se produit essentiellement au moment de l'émergence ou immédiatement

après (fig. 3). Ce fait tend à prouver que beaucoup d'alevins dévalent dès l'émergence et dans les jours qui suivent, donc avant l'établissement de la hiérarchie sociale qui se stabilise vers le 12^e jour après la fin de l'émergence (fig. 4). La relation de cause à effet, entre la position dans la hiérarchie sociale et le caractère « dévalant », n'est pas valable pour ces alevins là. Dans ce cas, nous pensons avec Jenkins, (1971) que la dispersion, y compris la dévalaison, est avant tout liée à la réponse dispersion, y compris la dévalaison, est avant tout liée à la réponse individuelle à l'habitat plutôt qu'à la densité ou à l'agression.

Cependant, l'hypothèse de la dévalaison liée à la subordination dans la hiérarchie reste valable pour expliquer les captures d'alevins « dévalants » après l'établissement du statut social et même juste avant, dès l'apparition des comportements agressifs vers le 5^e jour après l'émergence (12^e jour sur les graphiques des figures 3 et 4). Compte tenu de l'établissement de la période d'émergence, il existe un décalage dans le processus d'établissement du comportement territorial chez les alevins. Ainsi, les alevins précoces manifestent des comportements agressifs et établissent un territoire plus tôt que les autres, ce qui leur procure un avantage écologique (Mason et Chapman, 1965), du fait de l'antériorité de résidence (Payne, 1975 ; Figler *et al.*, 1976 ; Klein *et al.*, 1976). Ceci pourrait expliquer en partie la taille supérieure des alevins sédentaires par rapport aux « dévalants », constatée en fin d'expérience. Les alevins plus tardifs en surnombre seraient contraints de dévaler, d'où le rôle de l'agressivité et de la densité à ce niveau.

En définitive, il semble qu'il y ait plusieurs sortes de dévalaison chez le très jeune alevin et qu'elles se superposent légèrement dans le temps :

- La première coïncide avec l'émergence : les alevins (même précoces), au moment de la sortie des graviers, apprennent les mouvements de nage contre le courant d'eau (Héland, 1978) et cet apprentissage entraîne un glissement de certains d'entre eux vers l'aval. Comme les sédentaires, dont ils ne diffèrent pas, ces alevins sont en mesure d'établir un territoire dès qu'ils en trouvent la possibilité.
- La seconde catégorie d'alevins « dévalants », apparemment la plus nombreuse, se recrute parmi les alevins qui dévalent juste après l'émergence, mais avant les premières manifestations de la territorialité. Chez ces alevins, le mouvement de dévalaison est ample et durable et se traduit par un manque d'aptitude à la nage statique.
- Le troisième type de dévalaison, évoqué plus haut, apparaît au moment de la mise en place de la hiérarchie par le jeu des comportements agressifs et se poursuit jusqu'après la stabilisation territoriale. Il concerne non seulement les alevins qui émergent tardivement et trouvent l'espace occupé, mais aussi certains alevins

qui ne réussissent pas à établir de territoire au moment de la stabilisation dans les conditions de surpopulation de nos ruisseaux. Par ailleurs, cette surpopulation peut engendrer des réactions de stress chez certains alevins (Wedemeyer, 1976), un peu comme chez certains rongeurs (Holst, 1969), les contraignant ainsi à abandonner le milieu surpeuplé.

Dans les conditions de notre expérience, il n'a pas été possible de dissocier ces différentes catégories d'alevins « dévalants ». Cependant, nos résultats montrent que tous ces alevins « dévalants » s'avèrent capables d'établir un territoire, mais avec un retard plus ou moins grand par rapport aux alevins sédentaires.

TRAVAUX CITES

- BARRE (N.). 1972. — Dynamique d'une population de truites sur un secteur d'une rivière normande, l'Andelle. *Thèse Doct. Vét., Fac. Méd.*, Créteil, 117 p.
- CHAPMAN (D. W.). 1962. — Aggressive behaviour of juvenile coho salmon as a cause of emigration. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 19 (6) : 1047-1080.
- CUINAT (R.), HELAND (M.). 1979. — Observations sur la dévalaison d'alevins de Truite commune (*Salmo trutta* L.) dans le Lissuraga. *Bull. fr. Fiscic.*, 274, 1-17.
- ELLIOTT (J. M.). 1966. — Downstream movements of trout fry (*Salmo trutta*) in a Dartmoor Stream. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 23 (1), 157-159.
- EUZENAT (G.), FOURNEL (F.). 1976. — Recherches sur la Truite commune (*Salmo trutta* L.) dans une rivière de Bretagne, le Scorff. *Thèse 3^e cycle Biol. Anim., Fac. Sci., Univ. Rennes*, 213 p.
- FIGLER (M. H.), KLEIN (R. M.), PEEKE (H. V. S.). 1976. — The establishment and reversibility of dominance relationships in jewel fish, *Hemichromis bimaculatus* Gill (Pisces, Cichlidae) : effects of prior exposure and prior residence situations. *Behaviour*, 58 (3-4), 254-271.
- HELAND (M.). 1971. — Observations sur les premières phases du comportement agonistique et territorial de la Truite commune *Salmo trutta* L. en ruisseau artificiel. *Ann. Hydrobiol.*, 2 (1), 33-46.
- HELAND (M.). 1978. — Observations sur l'établissement du comportement de nage face au courant chez l'alevin de truite, *Salmo trutta* L., en ruisseau artificiel. *Ann. Limnol.*, 14 (3), 273-280.
- HOLST (D. V.). 1969. — Sozialer Stress bei Tupajas (*Tupaia belangeri*). *Z. Vgl. Physiol.*, 63, 1-58.
- HUET (M.). 1961. — Reproduction et migrations de la Truite commune (*Salmo trutta fario* L.) dans un ruisseau salmonicole de l'Ardenne belge. *Verh. Int. Verein. theor. angew. Limnol.*, 14 (2), 757-762.
- JENKINS (J. M.) Jr. 1971. — Role of social behavior in dispersal of introduced rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Bd Can.*, 28 (7), 1019-1027.
- KLEIN (R. H.), FIGLER (M. H.), PEEKE (H. V. S.). 1976. — Modification of consummatory (attack) behavior resulting from prior habituation of appetitive (threat) components of the agonistic sequence in male *Betta splendens* (Pisces, Belontiidae). *Behaviour*, 58 (1-2), 1-25.
- LE CREN (E. D.). 1961. — How many fish survive? *Yb. River Bds Ass.*, 57-64.
- MASON (J. C.), CHAPMAN (D. W.). 1965. — Significance of early emergence, environmental rearing capacity and behavioral ecology of juvenile coho salmon in stream channels. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 22 (1), 173-190.

- ONODERA (K.). 1962. — Carrying capacity in a trout stream. *Bull. Freshwat. Fish. Res. Lab. Tokyo*, 12, 1-41.
- ONODERA (K.), UENO (T.). 1961. — On the survival of trout fingerlings stocked in a mountain brook. II. Survival rate measured and scouring effect of flood as a cause of mortality. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, 27 (6), 530-557.
- PAYNE (T. R.). 1975. — Study on the development of the prior residence effect in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Bull. Sth. Calif. Acad. Sci.*, 74 (2), 80-86.
- PYEFINCH (K. A.). 1960. — Trout in Scotland. *A story of Brown trout research at Pitlochry*. Her Majesty's Stat. Off., Edinburgh, 70 p.
- RADCLIFFE (R. W.). 1950. — The effect of fin-clipping on the *cruising speed* of goldfish and coho salmon fry. *J. Fish Res. Bd Can.*, 8 (2), 67-73.
- RUNNSTRÖM (S.). 1952. — The population of trout, *Salmo trutta* L., in regulated lakes. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 33, 179-198.
- TIMMERMANS (J. A.). 1966. — Etude d'une population de truites (*Salmo trutta fario* L.) dans une petite rivière de l'Ardenne belge. *Verh. Int. Verein. theor. angew. Limnol.*, 16 (2), 1204-1211.
- WEDEMEYER (G. A.). 1976. — Physiological response of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to handling and crowding stress in intensive fish culture. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 33 (12), 2699-2702.