

## NOTE BRÈVE

# CROISSANCE ET ALIMENTATION DES LARVES DE CORÉGONES (*COREGONUS LAVARETUS*) DANS LE LAC D'ANNECY DE MARS À AVRIL 1996.

L. CRETENOY et D. GERDEAUX

Station d'Hydrobiologie Lacustre, INRA, BP 511, 74203 Thonon-les-Bains Cedex, France.

Reçu le 24 juillet 1996  
Accepté le 26 février 1997

Received 24 July, 1996  
Accepted 26 February, 1997

### RÉSUMÉ

La capture de plus de 400 larves de *Coregonus lavaretus* à 7 dates différentes dans le lac d'Annecy de mars à avril 1996 a permis d'étudier conjointement leur croissance et l'évolution de leur régime alimentaire. Les larves capturées ont une taille comprise entre 8,5 et 20 mm et un stade larvaire allant de 0 à 4, ces deux paramètres étant fortement liés. À mesure qu'elles grandissent, les larves qui consomment d'abord préférentiellement les stades larvaires des copépodes, puis leurs stades adultes, se nourrissent ensuite majoritairement de cladocères. La comparaison des structures de taille des proies ingérées et du zooplancton présent dans le lac conduit à évoquer la notion d'expérience acquise par les larves pour expliquer cette dérive alimentaire.

**Mots-clés** : corégone, larve, croissance, régime alimentaire, lac, Annecy.

### GROWTH AND FEEDING OF COREGONID LARVAE (*COREGONUS LAVARETUS*) IN LAKE ANNECY DURING MARCH AND APRIL 1996.

### ABSTRACT

400 larvae of *Coregonus lavaretus* have been sampled in Lake Annecy on seven days between mid March and the end of April to study their growth and their feeding. The larvae measure between 8.5 and 20 mm and their larval development stages vary between 0 and 4, these two parameters being linked. As far as they grow, larvae first eat mainly nauplii, secondly other stages of copepods, and finally cladocerans. The comparison of the length distribution of the ingested preys and the zooplankton in the lake leads to bring the notion of experience of the larvae to explain these diet changes.

**Key-words** : coregonid, larva, growth, feeding, lake, Annecy.

### INTRODUCTION

L'intérêt porté à l'étude des phases larvaire et juvénile des poissons est dû à l'importance de ces phases dans la dynamique des populations de poissons et dans les contrôles descendants qu'elles sont susceptibles d'avoir sur le fonctionnement trophique des écosystèmes aquatiques. C'est à ce stade que la mortalité est la plus élevée avant la phase recrutée dans la pêche et que la gestion intervient par le pacage lacustre.

Des travaux sur l'alimentation des larves de corégones ont déjà été publiés ces dernières années montrant que les spectres alimentaires dépendent principalement du type de proie disponible (PONTON et MULLER, 1988, 1989 ; ROJAS-BELTRAN *et al.*, 1991). Ces travaux tendent à dégager un schéma général de l'évolution de cette alimentation.

Dans ce contexte, il nous paraissait intéressant de faire une étude comparable au lac d'Annecy où la population de corégones, introduite pour la première fois en 1898, constitue actuellement la principale composante de la pêche (7 kg/ha en moyenne depuis 12 ans). Les déversements de larves à vésicule résorbée sont négligeables dans ce lac (moins de 300 larves/ha) par rapport aux pratiques suisses, par exemple (MULLER, 1988). Le recrutement de cette espèce résulte donc ici pour l'essentiel de la reproduction naturelle.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **Milieu étudié**

Le lac d'Annecy (Haute-Savoie) est un lac subalpin français qui a été préservé de l'eutrophisation dès les années 1960. Le taux de phosphore total est inférieur à 5 µg/l. Le peuplement pisciaire actuel, à dominante salmonicole, est le résultat de plusieurs introductions dont celles de l'omble chevalier et du corégone à la fin du siècle dernier (GERDEAUX, 1988). Le corégone est exploité par des pêcheurs professionnels et des pêcheurs amateurs qui déclarent en moyenne annuelle 18 tonnes pour ces 12 dernières années. Des déversements de larves à vésicule résorbée sont réalisés depuis quelques années. Ces larves proviennent de l'incubation en eau froide d'un million d'œufs obtenus à partir de géniteurs du lac.

### **Méthodes de capture des larves et du zooplancton**

Un filet tracté conique de 1,5 m de diamètre d'ouverture, 4 m de long, en nylon de 1 mm de maille est utilisé pour la capture des larves. Chaque trait est effectué à une vitesse de 1 m/s pendant 10 minutes. Le filet est placé à différentes profondeurs entre 0 et 1,5 m. Les échantillonnages ont été effectués chaque semaine, de début mars à fin avril. Les premières larves ont été capturées le 14 mars. Aussitôt pêchées, les larves sont conservées dans l'éthanol à 70 %.

Le zooplancton a été échantillonné par des traits verticaux de 20 m à la surface et de 5 m à la surface réalisés avec un filet standard de vide de maille de 200 µm, du type employé par la Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman (CIPEL, 1984).

### **Température de l'eau**

Une sonde enregistreuse horaire a été placée en zone littorale à un mètre en-dessous de la surface dans la zone prospectée.

### **Traitement des échantillons**

#### *Contenu du tractus digestif*

Les larves ont été disséquées sous une loupe binoculaire après mensuration et détermination du stade larvaire. Les deux premiers tiers du tractus digestif ont été ouverts et le contenu mis sous lamelle pour comptage et mensuration des organismes au microscope équipé d'une chambre claire.

Trois catégories de proies ont été distinguées : les nauplii, les copépodes aux autres stades que l'on dénommera par la suite copépodes et les cladocères.

### Zooplancton

L'abondance relative de chacune des trois catégories planctoniques précédemment définies a été obtenue par un sous-échantillon de plusieurs centaines d'individus. Pour chaque catégorie, un lot d'une centaine d'individus a été mesuré afin de définir la distribution de taille. La taille prise en compte est la plus grande dimension de l'animal. Le zooplancton crustacéen était alors dominé par *Cyclops prealpinus* et *Daphnia hyalina*.

## RÉSULTATS

### Taille des larves

La taille des larves varie de 8,5 à 20 mm (Figure 1). Le stade larvaire a été décrit selon la nomenclature proposée par LUCZYNSKI *et al.* (1988). Des larves au stade 0 ou 1 ont toujours été pêchées, même le 25 avril. Par des observations visuelles régulières, on sait que la reproduction naturelle s'est déroulée sur environ 1 mois, du 20 décembre 1995 au 20 janvier 1996. Il n'est donc pas surprenant que les éclosions soient également réparties dans le temps. Le début des éclosions coïncide avec la première augmentation des températures et des variations journalières. De janvier jusqu'à fin février, la température de l'eau diminuait régulièrement de 7 °C à 5 °C avec des variations journalières de quelques dixièmes de degré. Début mars, le réchauffement journalier provoque des fluctuations supérieures à 1 °C. L'eau se réchauffe régulièrement jusqu'à 8 °C le 25 mars. Un fort refroidissement fait alors chuter la température brusquement de 2 °C pendant une semaine. Ensuite, le réchauffement redémarre régulièrement.

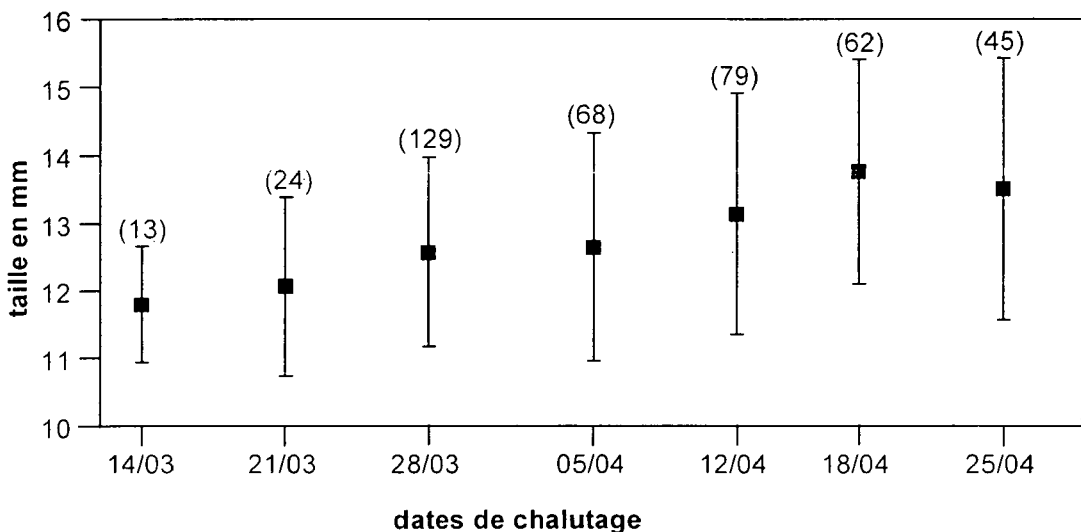


Figure 1

Évolution de la taille des larves capturées en mars et avril 1996 dans le lac d'Annecy. La moyenne est figurée par le carré, la barre représente l'écart-type et le chiffre entre parenthèses est l'effectif des captures.

Figure 1

Length evolution of the coregonid larvae caught during March and April 1996 in Lake Annecy. The square indicates the mean, the bar is the deviation and the number of caught larvae is in brackets.

Il y a peu de larves de plus de 15 mm dans les échantillons, traduisant sans doute le fait qu'à partir de cette taille les larves nagent suffisamment bien pour éviter le filet. Le dispositif de capture employé ne permet donc un bon échantillonnage des larves qu'aux stades 0 à 2. Le stade 3, dont la taille moyenne est ici de 15,87 mm, est constitué de larves déjà en mesure d'éviter le filet, et peut donc introduire un biais. La plupart des travaux publiés sur les larves de corégones portent souvent sur des larves de moins de 20 mm. À partir de cette taille, l'emploi d'autres dispositifs de capture doit être envisagé.

Il est donc difficile de suivre la croissance des larves après le stade 2. D'autant que, comme l'ont montré LUCZYNSKI *et al.* (1988), le stade larvaire, déterminé en fonction des caractéristiques anatomiques, est beaucoup plus lié à la taille des larves qu'à leur âge (Figure 2). De plus, la température de l'eau était trop basse pour que des stries d'accroissement journalières se marquent sur les otolithes (WANG et ECKMANN, 1992). Il n'y a que sur une larve au stade 4, mesurant 20 mm, pêchée le 18 avril, que des stries étaient correctement discernables.

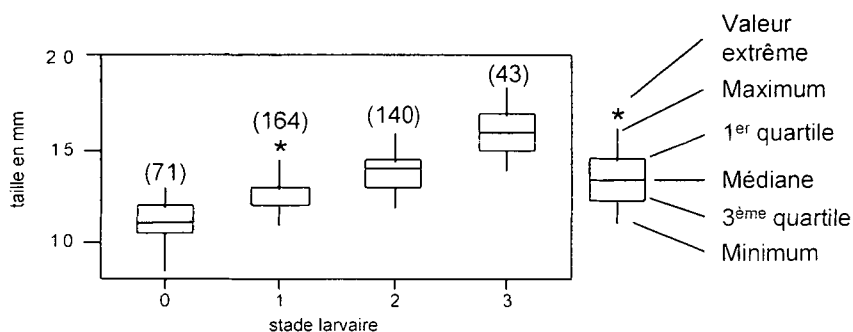


Figure 2

Évolution de la taille des larves en fonction du stade larvaire.

Figure 2

Length evolution of the larvae according to the larval stage.

**Le régime alimentaire des larves**

Les proportions des trois catégories alimentaires considérées évoluent suivant des tendances nettes (Figure 3). Au début, le régime est constitué exclusivement de copépodes : 10 % de nauplii et 90 % des autres stades. Ensuite, le 28 mars, la proportion de nauplii augmente, puis le 5 avril apparaissent des cladocères dans le contenu digestif. Dans les 3 dernières semaines, le taux de cladocères augmente jusqu'à 80 %.

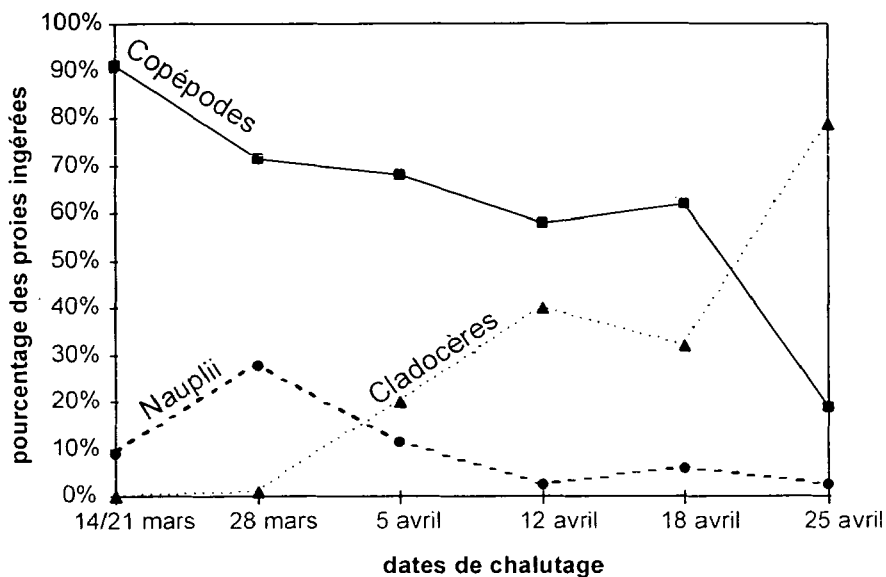
Tableau I

Fréquences numériques des différentes proies dans le lac d'Annecy en avril 1996.

Table I

Numeric frequencies of the different prey species in Lake Annecy in April 1996.

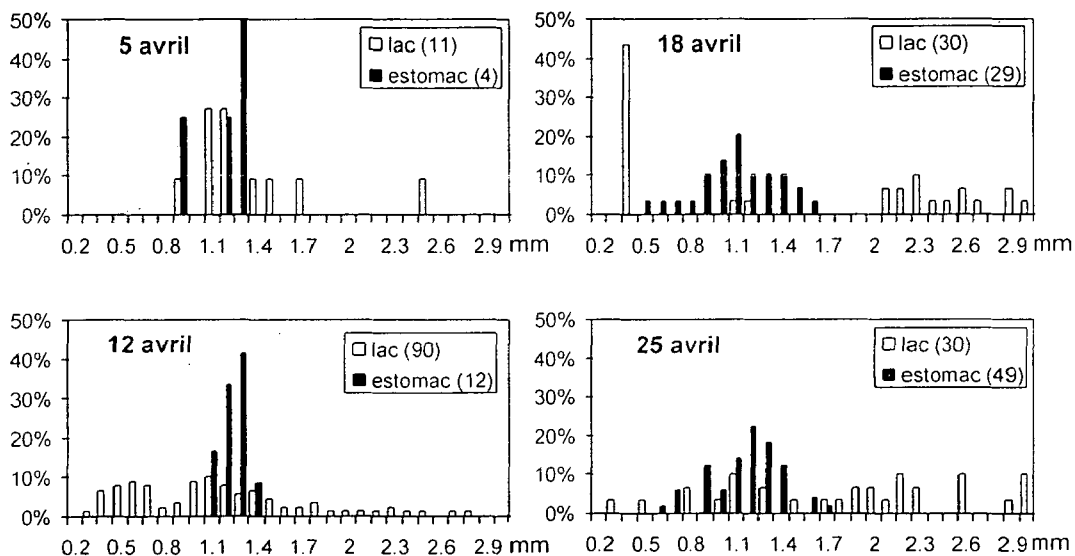
Dates	Nauplii	Copépodes	Cladocères
05 avril	6 %	83 %	11 %
12 avril	0 %	76 %	23 %
18 avril	6 %	91 %	4 %
25 avril	3 %	90 %	7 %



**Figure 3**  
Évolution de la part des proies ingérées au cours du temps.

**Figure 3**  
Evolution of the prey frequencies in larval digestive tracts survey.

L'évolution des fréquences de ces catégories de proies dans le milieu naturel est par contre peu variable (Tableau I). Les copépodes sont toujours les plus abondants en nombre. L'évolution du régime alimentaire est en relation avec l'évolution des tailles des proies disponibles.



**Figure 4**  
Répartitions en taille des cladocères dans le lac et dans les tubes digestifs des larves de corégones de mars à avril 1996.

**Figure 4**  
Length frequency distributions of the cladocerans in the lake and in the guts of larvae during March and April 1996.

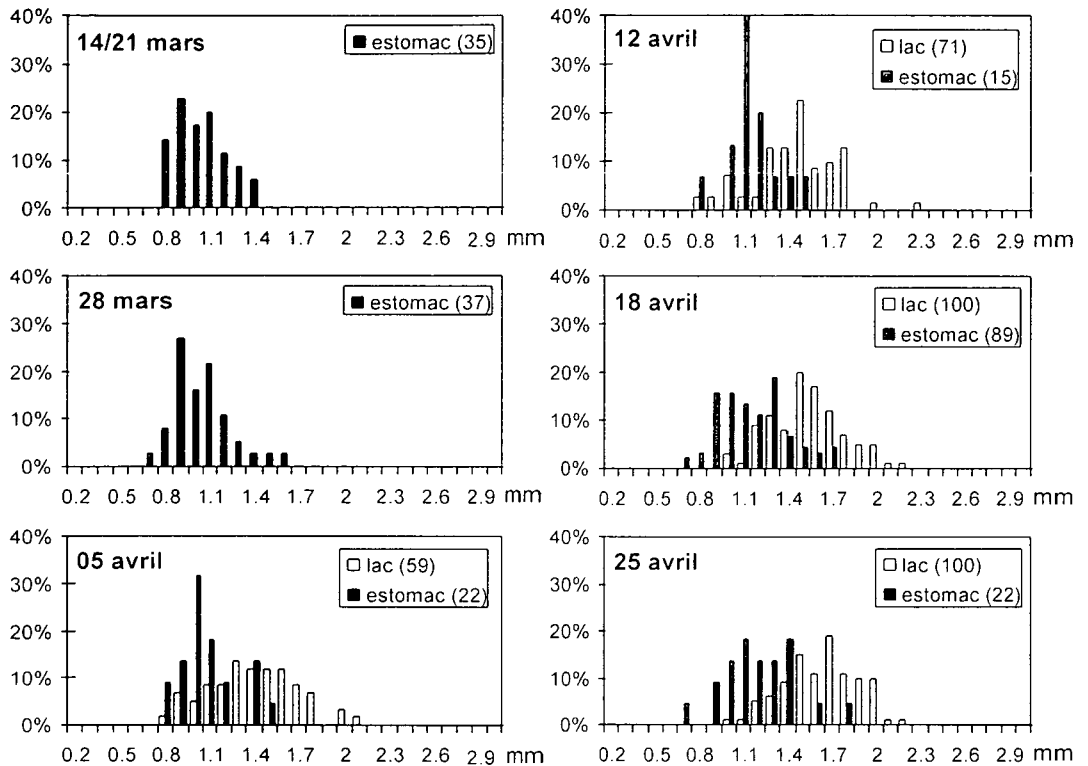


Figure 5

Répartitions en taille des copépodes dans le lac et dans les tubes digestifs des larves de corégones de mars à avril 1996.

Figure 5

Length frequency distributions of the copepods in the lake and in the guts of larvae during March and April 1996.

La taille des copépodes comme celle des cladocères ingérés par les larves varie de 0,5 mm au moins à 1,7 mm au plus alors que, dans le lac, les variations de longueur sont beaucoup plus fortes (Figures 4 et 5). La taille des copépodes augmente régulièrement. Le 25 avril, le mode de cette répartition atteint 1,7 mm. À cette date, les copépodes sont trop gros pour constituer une proie facile pour les larves. La répartition en taille des cladocères n'est toutefois pas plus favorable. Elle est très étalée et il n'y a pas de mode net coïncidant avec celui des proies ingérées, excepté le 5 avril. Les 12 et 18 avril, on note la présence plus forte de cladocères gestants et de jeunes qui viennent de naître.

## DISCUSSION - CONCLUSION

Les pêches infructueuses du 5 mars et d'avant indiquent que les éclosions ont débuté entre le 5 et le 14 mars 1996. Elles se sont étalées au minimum sur 1 mois. La distribution des tailles des larves pêchées permet de suivre leur croissance jusqu'au stade 3 à partir duquel elles évitent le filet. Le régime alimentaire observé ne traduit pas une évolution ontogénique du comportement des larves, mais plus une évolution du régime dans le temps d'une même catégorie de larves nées au cours du mois d'étude.

Au début du mois d'avril, il y a une bonne adéquation entre la gamme de taille des copépodes majoritairement ingérés par les larves et celle disponible dans le lac, ce qui explique les 70 % de copépodes dans les contenus digestifs, d'autant plus que les cladocères ne sont

pas fréquents dans le milieu. Au cours des semaines suivantes, les copépodes grossissent, le nombre de proies facilement ingérables se trouve donc diminué. Les copépodes étant de moins en moins accessibles, les larves se tournent vers les cladocères. Pourtant, il ne semble pas que la répartition des tailles des cladocères soit plus propice. Ce changement de proie est sans doute dû à d'autres causes en relation, par exemple avec l'importante naissance de cladocères dès le 12 avril qui traduit la fréquence élevée des femelles ovigères parmi les cladocères, rendant ces proies plus visibles et donc plus capturables. Les jeunes cladocères ont peut-être été ingérés sans qu'il soit possible de les distinguer dans les contenus digestifs, car ils sont rapidement digérés.

Le changement de proie est lié à un ajustement du comportement alimentaire vis-à-vis de la ressource. La notion d'expérience, évoquée par plusieurs auteurs, peut expliquer cette évolution (BARNHISEL, 1991 ; CONFER et BLADES, 1975 ; LAZZARO, 1987). En effet, les copépodes sont les proies les plus fréquemment capturées au début de la période larvaire. Leur augmentation de taille les rend moins accessibles ensuite. Les cladocères, qui ne sont pas très abondants, ont alors la même accessibilité si l'on considère leur répartition en taille. Ils deviennent pourtant le type de proie préféré. Les cladocères sont plus faciles à capturer que les copépodes. Leur comportement de nage plus régulier fait qu'avec l'expérience il est plus facile de prévoir leur trajectoire (CONFER et BLADES, 1975). Les cladocères ovigères sont, de plus, bien visibles. Leur comportement d'immobilité face à un danger les rend également plus capturables que les copépodes qui ont un comportement de fuite, dans les mêmes conditions. Toutefois, les cladocères sont une ressource moins rentable sur le plan énergétique.

Le schéma d'évolution de la nourriture des larves de corégones dans le lac d'Annecy est semblable à celui qu'ont observé PONTON et MULLER (1988, 1989) dans différents lacs de Suisse. Les nauplii de copépodes et les cyclopidés constituent l'alimentation de base des larves. Ensuite, les cladocères deviennent la composante principale du régime alimentaire. Ce schéma est modulé en fonction des disponibilités.

Le dispositif de capture employé ne permet pas une approche quantitative facile. Les résultats des pêches n'ont pas été analysés quantitativement en termes de prises par unité d'effort, car la variabilité des captures a semblé dépendre au moins autant de paramètres physico-chimiques que de la densité des larves présentes. L'agitation de la surface du lac par un vent faible a toujours entraîné de meilleures pêches, par exemple. Il n'est donc pas possible de suivre correctement l'évolution de la densité des larves.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARNHISEL D.R., 1991. Zooplankton spine induces aversion in small fish predators. *Oecologia*, 88 (3), 444-450.
- Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman contre la pollution (CIPEL), 1984. Le Léman : synthèse 1957-1982. Lausanne, CIPEL, 650 p.
- CONFER J.L., BLADES P.I., 1975. Omnivorous zooplankton and planktivorous fish. *Limnol. Oceanogr.*, 20, 571-579.
- GERDEAUX D., 1988. Synthèse des connaissances actuelles sur le peuplement piscicole du lac d'Annecy. Octobre 1988. Bilan piscicole et halieutique, 43 p.
- LAZZARO X., 1987. A review of planktivorous fishes : their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hydrobiologia*, 146, 97-167.
- LUCZYNSKI M., FALKOWSKI S., KOPECKI T., 1988. Larval development in four coregonid species (*Coregonus albula*, *C. lavaretus*, *C. muskun*, *C. peled*). *Finnish Fisheries Research*, 9, 61-69.
- MULLER R., 1988. Management practices for lake fisheries in Switzerland. EIFAC/XV/88 Symp., Göteborg, 20 p.

- PONTON D., MULLER R., 1988. Distribution and food of larval and juvenile *Coregonus sp.* in lake Sarnen, Switzerland. *Finnish Fisheries Research*, 9, 117-125.
- PONTON D., MULLER R., 1989. Alimentation et facteurs de mortalité des larves de corégones (*Coregonus sp.*). Exemple de deux lacs de niveaux trophiques différents : les lacs de Sarnen et de Hallwil (Suisse centrale). *Aquatic Sciences*, 51 (1), 67-83.
- ROJAS-BELTRAN R., BALVAY G., TUNOWSKI J., GERDEAUX D., GUILLARD J., 1991. Relations trophiques zooplancton-poissons dans le lac Léman : première approche de l'alimentation des larves de *Coregonus lavaretus* en conditions naturelles et semi-naturelles, 128-131. In VERNET J.P. (Ed.), Hommage à F.A. FOREL, Troisième conférence internationale des limnologues d'expression française, Morges.
- WANG N., ECKMANN R., 1992. Effects of photoperiod, feeding regime and water temperature on the formation of daily growth increments in otoliths of larval pike (*Esox lucius*). *J. Appl. Ichtyol.*, 8, 246-250.