

**COMPARAISON ENTRE LES ECAILLES
ET D'AUTRES STRUCTURES OSSEUSES
POUR LA DETERMINATION DE L'AGE
ET DE LA CROISSANCE**

Henri LE LOUARN¹

Avec la collaboration technique de S. AZAM

RESUME

Une étude comparative sur la détermination de l'âge et de la croissance par l'examen de différentes structures osseuses (écaille, cleithrum, os operculaire, rayon de nageoire) a été menée chez quatre espèces : brochet, chevine, perche, sandre.

La scalimétrie reste la méthode la plus valable, sauf pour la perche. Elle est complétée par l'examen des os operculaires chez le brochet et le chevine (marques supplémentaires reliées à la fraye et au climat). Les rayons de nageoires sont fiables pour la détermination de l'âge, tandis que le cleithrum est la structure la moins intéressante.

***COMPARISON OF SCALES AND BONE STRUCTURES FOR THE
DETERMINATION OF AGE AND GROWTH***

ABSTRACT

A comparative study on the determination of age and growth was carried out on 4 Teleost species, namely, pike (Esox lucius), chub (Leuciscus cephalus), perch (Perca fluviatilis) and pike-perch (Stizostedion lucioperca). Bone structures used were scales, cleithrum, the opercular bone and the first dorsal fin ray.

¹ Laboratoire d'Ecologie Hydrobiologique INRA, 65 Rue de St Brieuc, 35042 RENNES Cedex

Observations were made using reflected light with a black background, and using transmitted light (natural and polarized). Sections of fin rays were cut using a freezing microtome and these stained with hematoxyline.

Scale reading was the best method except for the perch. A good linear relationship was found between fish length and scale length.

The opercular bone can be used to determine the age of pike and chub and growth of the latter species, even though marks of the first winter are often masked by a thickening of the opercular bone. Moreover, marks can be seen which indicate spawning or particular climatic conditions.

Sectioning the fin ray gives a good indication of age. In perch this appears to be the weakest bone structure indicator due to numerous false checks noted on the opercular bone.

On the other hand the cleithrum cannot be used in our determinations (many indistinguishable striations and thickening of the bone).

INTRODUCTION

La scalimétrie est la technique la plus fréquemment utilisée pour la détermination de l'âge et l'étude de la croissance, pour ses facilités de prélèvement, de préparation et de lecture. D'autres structures pallient l'absence ou les inégalités ("fausses marques") des écailles. Peu d'études critiques ont été menées jusqu'à présent.

L'objectif de ce travail est de comparer les données obtenues sur quelques structures : écaille, cleithrum, os operculaire, rayon de nageoire. Quatre espèces de poissons ont été prises en compte : le brochet *Esox lucius* (L.), le chevaine *Leuciscus cephalus* (L.) la perche *Perca fluviatilis* (L.) et le sandre *Stizostedion lucioperca* (L.). 79 brochets (2 échantillons), 26 chevaines, 36 perches (2 échantillons) et 16 sandres ont été examinés.

Les degrés de validité d'une structure seront, du plus simple au plus précis : la détermination de l'âge ; le calcul de la croissance ; la présence de marques supplémentaires apportant des informations nouvelles. La répétition d'un individu à l'autre des images observées indiqueront une formation non aléatoire.

TECHNIQUES ET METHODES

L'observation des écailles s'est effectuée selon les procédés classiques (Boët et Le Louarn, 1985). Les pièces osseuses une fois nettoyées ont été examinées à l'aide de différentes optiques : lecteur d'écailles (x 10 à 100) pour les images en lumière transmise ; loupe binoculaire (x 6 à 50) pour l'observation en lumière réfléchie ; stéréomicroscope (x 6 à 50) à lumière polarisée. Les coupes de rayons de nageoire (épaisseurs de 16, 20 et 30 μm) effectuées au microtome à congélation, ont été préparées et examinées selon la méthode utilisée par Klevezal et Kleinenberg (1967), Smirina (1974) et Meunier *et al.* (1979) après coloration à l'hématoxyline.

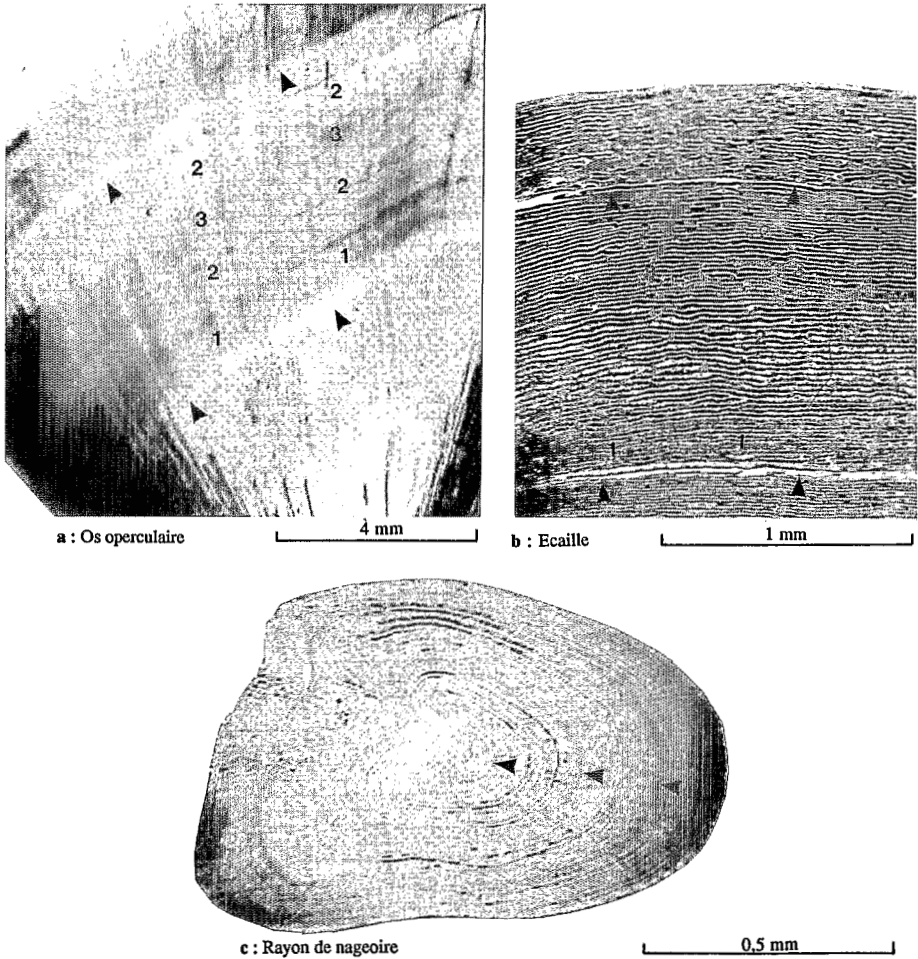


Figure 1. Brochet femelle. LF = 420 mm. Dampierre/Boutonne (17). Capture le 7.08.84 ► L.A.C. Age 3+.

Si la marque du premier hiver est masquée sur l'os operculaire, on y note des structures supplémentaires, plus nettes que sur l'écaille, pouvant être mise en relation avec des facteurs climatiques :

a - Printemps pluvieux (315 mm pour une moyenne de 113 mm sur 15 ans).

b - Été chaud ($\Sigma\theta^\circ$: 1794 pour 1653). c - Fortes précipitations (150 mm pour 51)

ESPECES ETUDIEES

LE BROCHET

L'âge et la croissance sont déterminés dans la quasi totalité des cas par **scalimétrie** dont Williams (1955) et Casselmann (1967) font une étude critique. Dans l'échantillon étudié, deux individus seulement ont posé des problèmes d'interprétation de l'âge.

Il existe une relation linéaire très étroite entre les longueurs du poisson et de l'écaille pour l'échantillon étudié : $L = 32,75 + 0,58 Le$, $r = 0,91$.

L = Longueur du poisson à la fourche de la nageoire caudale

Le = Longueur de l'écaille.

Sur les **os operculaires** dont l'emploi est préconisé par Frost et Kipling (1958), les lignes d'arrêt de croissance (L.A.C.) sont bien visibles chez les individus de moins de 3 hivers, moins ensuite. 72 % de lectures correctes ont été effectuées sur l'échantillon. Ces observations rejoignent les conclusions de Mann (1976), Vostradovsky (1977), Craig et Smiley (1986), alors que Bregazzi et Kennedy (1980) jugeaient cette structure inutilisable. On observe parfois des marques supplémentaires, plus nettement que sur les écailles. Dans un des échantillons, elles semblent en liaison avec des conditions météorologiques particulières (figure 1 a et b) (observation chez 11 individus sur 19). Par contre, la correspondance avec les rétromesures obtenues par scalimétrie est mauvaise, en raison de la surface fortement ondulée de l'opercule.

Les **coupes de rayons de nageoire** permettent dans la majorité des cas (60 %) la détermination de l'âge (figure 1c) mais non des mesures de croissance. On y observe des marques supplémentaires.

Enfin le **cleithrum** utilisé par Casselmann (1974) ne donne que peu de renseignements en raison de nombreuses stries non identifiables.

LE CHEVAINE

La plupart des études de croissance ont pour base la **scalimétrie**. Après Hellawell (1971), Philippart (1972) et Delisle (1986) en font une revue détaillée. Sur les écailles, les années de croissance se marquent par une alternance de zones claires et sombres, et dans le champ latéral par un recoupement prononcé des cercles (Baglinière et Le Louarn, 1987). Il existe une relation linéaire très étroite entre la longueur du poisson et celle de l'écaille. Pour l'échantillon utilisé, $L = 20,4 + 2,36 Le$, $r = 0,92$.

L'observation des **os operculaires** permet de déterminer l'âge, et les rétromesures sont possibles en prenant comme origine (Le Cren, 1947) le milieu de la cavité de fixation de l'os. On retrouve une bonne correspondance avec les observations scalimétriques (figure 2 a et b) avec une erreur moyenne de 3,6 % sur 155 mesures, due au bombement de la surface et à la limite irrégulière de sa bordure distale. Chez les poissons d'âge supérieur à deux ans la marque du premier hiver s'estompe.

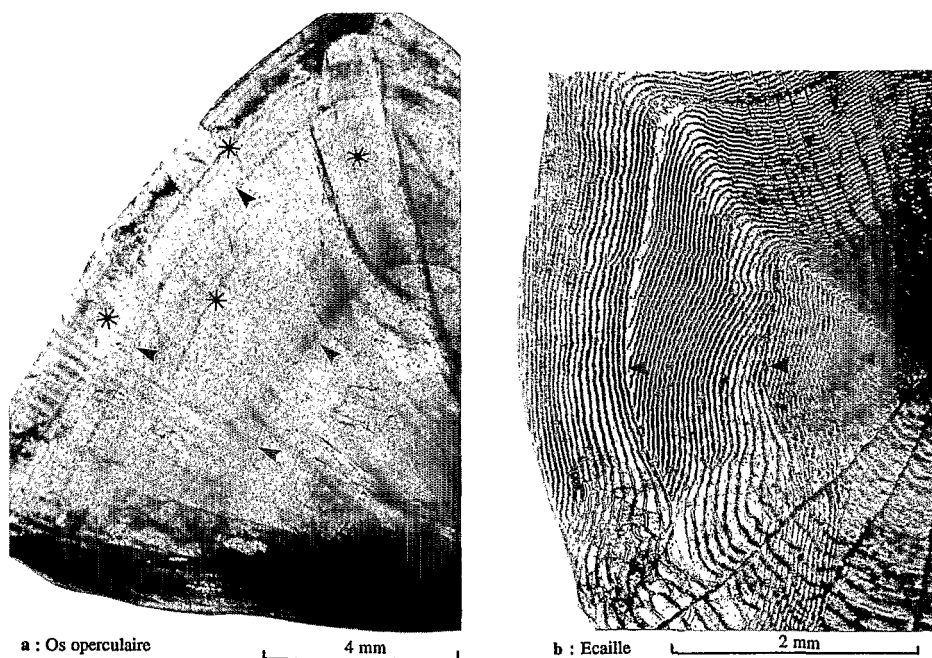


Figure 2. Chevainne femelle. LF = 213 mm. Le Rheu (35). Capture le 10.08.87. L.A.C. Age 3+. ►

Si le premier hiver est masqué par l'épaississement de l'os operculaire, on note par contre des marques supplémentaires (marques de fraie ?) *

Des renseignements supplémentaires sont par contre apportés par des irrégularités dans la croissance, facilement reconnaissables des arrêts hivernaux. Certaines, rencontrées chez tous les poissons de plus de 2 ans, peuvent être identifiées comme marques de fraie (figure 2 a).

Le **cleithrum** est aussi peu utilisable que chez le brochet, pour les mêmes raisons. De plus, il est formé de deux parties situées sur des plans orthogonaux avec pour conséquence une mise au point malaisée.

Les **rayons de nageoire** n'ont pas été prélevés.

LA PERCHE

Sur l'**écaille**, la position du premier hiver est particulièrement difficile à fixer et les L.A.C. peu évidentes (Schmieds, 1981 ; Krisek, 1987).

C'est pour cette raison que l'**os operculaire** a été de préférence utilisé pour la détermination de l'âge et de la croissance chez cette espèce après les études fines de Le Cren (1947). Dans l'échantillon étudié, de nombreuses marques supplémentaires rendent la détermination de l'âge malaisée, comme le notent par ailleurs Burrough et

Kennedy (1978), Mann (1978), Goldspink et Goodwin (1979) et Hoestland (1980). Comme l'interprétation des écailles, assez peu fiable, empêche toute comparaison, aucune remarque n'est généralisable.

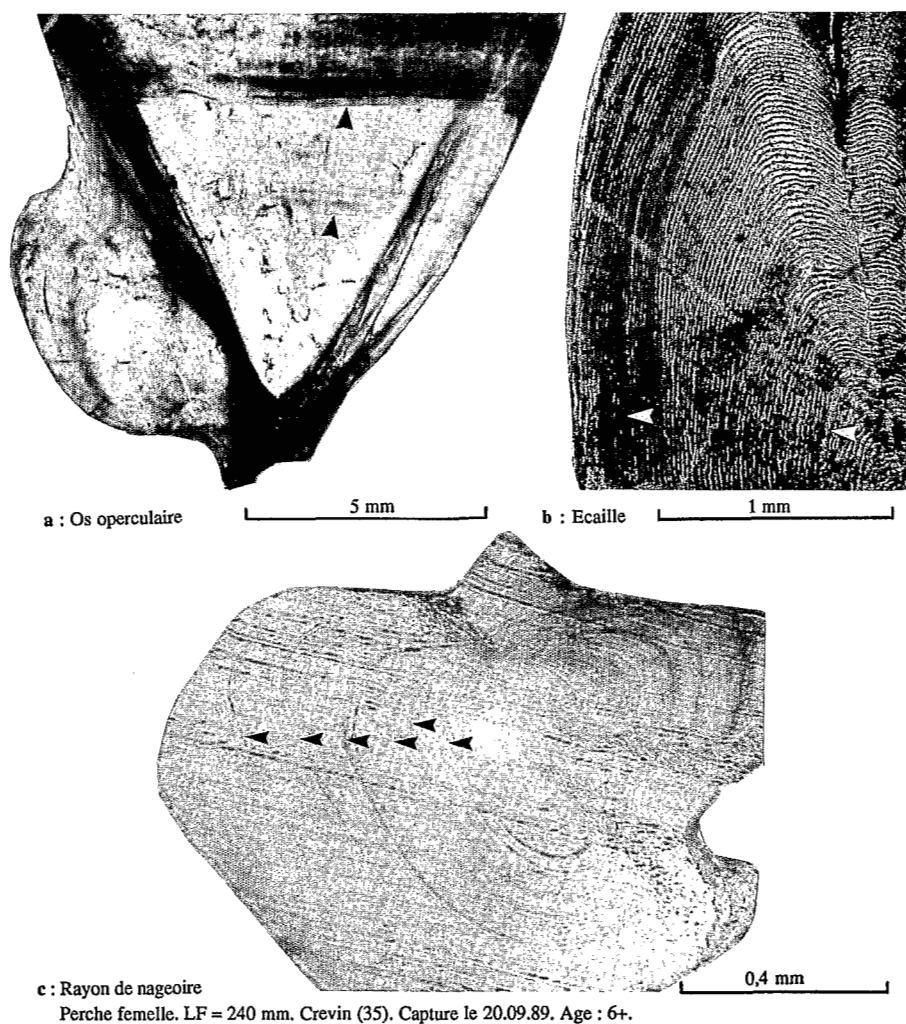


Figure 3. Perche mâle. LF = 130 mm. Lac de Guerlédan (22). Capture le 12.05.82. Age : 2+. Les saisons de croissance se distinguent bien sur les deux structures. L.A.C..

Le seul point positif est la validation possible pour les poissons de moins de 2 ans (figure 3 a et b) avec correspondance entre les retromesures basées sur les deux

structures. Les coupes de **rayons de nageoires**, comme le note Willemsen (1977), semblent la structure la plus intéressante (figure 3 c). Si on y observe de nombreuses stries, les L.A.C. sont assez nettes, contrairement aux observations de Renoncourt (1982).

LE SANDRE

L'**observation scalimétrique** permet de déterminer l'âge et la croissance (Willemsen, 1977 ; Yermakhanov et Rasulov, 1984) avec quelques imprécisions sur la place du premier hiver. Les L.A.C. apparaissent dans les champs latéraux soit sous forme de bandes claires, soit par un recouplement de circuli (Baglinière et Le Louarn, 1987) (figure 4 a). Il existe une bonne relation linéaire entre la longueur du poisson et celle de l'écaille. Pour l'échantillon étudié, $L = 94,58 + 5,52 L_e$, $r = 0,95$. En comparaison avec la scalimétrie, l'observation de l'**os operculaire** est décevante en raison du manque de netteté des L.A.C. comme le notent Draulans *et al.* (1985), et contrairement aux travaux de Craig et Smiley (1986). Le **cleithrum** est une structure aussi peu valable que chez le chevaine, pour les mêmes raisons. Par contre les **coupes de rayons de nageoire**, bien lisibles dans la majorité des cas, permettent d'estimer l'âge et probablement aussi la croissance (figure. 4 b).

CONCLUSION

Pour les quatre espèces étudiées, l'intérêt des structures osseuses examinées diffère (tableau 1) :

- chez le **brochet**, la scalimétrie peut être complétée par l'examen des operculaires dont une étude plus approfondie doit apporter des renseignements sur les anomalies de croissance au cours de l'été. Les coupes de rayons de nageoires montrent en plus des L.A.C., des annuli réguliers actuellement non identifiés.

Tableau 1. Récapitulation des structures osseuses étudiées (*) et de leur validité :

+ Intéressantes ; ● Valables pour certaines raisons (comparaisons interstructures, détails supplémentaires) ; - Inutilisables.

	N	Structures utilisées - Résultats*							
		Ecaille		Os operculaire		Cleithrum		Rayon nageoire	
Brochet	79	*	+	*	●	*	●	*	+
Chevaine	26	*	+	*	+	*	-		
Perche	36	*	-	*	●				+
Sandre	16	*	+	*	-	*	-		+

- chez le **chevaine**, la lecture des écailles est la technique recommandable, compte tenu des images particulièrement nettes obtenues.

On observe une bonne correspondance avec les lignes d'arrêt de croissance de l'os operculaire, où se notent en plus des irrégularités de croissance (marques de fraye ?).

- la **perche** est une espèce difficile à étudier. Les coupes de rayons de nageoire semblent la structure la plus intéressante. Les os operculaires sont de lecture difficile, du moins dans l'échantillon étudié.

- pour le **sandre**, la scalimétrie et l'observation des coupes de rayons de nageoires donnent des résultats comparables et aussi corrects.

Les marques sur l'os operculaire sont par contre peu nettes.

- pour **toutes les espèces**, l'examen du cleithrum n'apporte aucun renseignement précis.

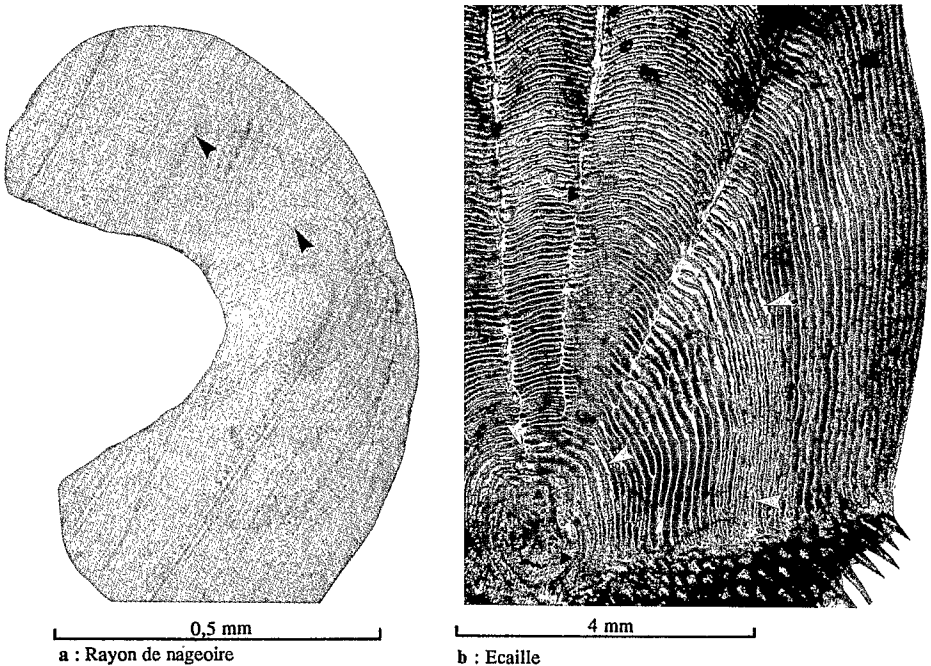


Figure 4. Sandre mâle. LF = 340 mm. Lac de Guerlédan (22) le 13.05.82.
L.A.C. Age 2+.

REFERENCES

- BAGLINIERE J.L., LE LOUARN H., 1987. Caractéristiques scalimétriques des principales espèces de poissons d'eau douce de France. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 306 : 1-39.
- BOET P., LE LOUARN H., 1985. La croissance du poisson. Techniques d'étude. In : Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles (Gerdeaux et Billard eds.) : 125-142.
- BREGAZZI P.R., KENNEDY C.R., 1980. The biology of pike, *Esox lucius* L., in a southern eutrophic lake. *J. Fish Biol.*, 17 : 113-125.

- BURROUGH R.J., KENNEDY C.R., 1978. Observations on the brown trout (*Salmo trutta*), and perch (*Perca fluviatilis*) of Malham Tarn, North Yorkshire. *Fld. Stud.*, 4 : 631-643.
- CASSELMANN J.M., 1967. Age and growth of Northern pike *Esox lucius* Linnaeus of the upper St Lawrence River. M.S. University of Guelph. : 216 p.
- CASSELMANN J.M., 1974. Analysis of hard tissue of pike *Esox lucius* L. with special reference to age and growth. In : Ageing of Fish (Bagenal T.B. ed.) : 13-27.
- CRAIG J.F., SMILEY K., 1986. Walleye, *Stizostedion vitreum*, and northern pike, *Esox lucius*, populations in three Alberta lakes. *J. Fish Biol.*, 29 : 67-85.
- DELISLE B., 1986. *Ecologie du chevaine Leuciscus cephalus* Linné dans une rivière du Bassin de Rennes. Mémoire ENITA Dijon : 26 p. + annexes.
- DRAULANS D., VAN VESSEM J., DEBONT A., 1985. Effects of heating on growth and condition of pike perch (*Lucioperca lucioperca*) in lowland ponds created by sand extraction. *Hydrobiologia*, 122 : 213-217.
- FROST W.E., KIPLING C., 1958. The determination of the age and growth of pike (*Esox lucius* L.) from scales and opercular bones. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 24 : 314-341.
- GOLDSPINK C.R., GOODWIN D., 1979. A note on the age composition, growth rate and food of perch *Perca fluviatilis* L. in four eutrophic lakes, England. *J. Fish. Biol.*, 14 : 489-505.
- HELLAWELL J.M., 1971. The autoecology of the chub, *Squalius cephalus* (L.), of the River Lugg and the Afon Llynfi. *Fresh. Biol.*, 1 : 29-60.
- HOESTLANDT H., 1980. La perche en France : biologie et nanisme. *La Pisc. Fra.*, 60 : 39-48.
- KLEVEZAL C.A., KLEINENBERG S.E., 1967. Age determination of mammals from annual layers in teeth and bones. Trad. du russe par Israël Progr. f. Sci. Translat., Jerusalem, 1969 : 142 p.
- KRISEK J., 1987. Development of the ichthyofauna and the growth of the perch *Perca fluviatilis* L. in the Stanovice Reservoir. *Pra. Vurh. Vodn.*, 16 : 18-31.
- LE CREN E.D., 1947. The determination of the age and growth of the Perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone. *J. anim. Ecol.*, 16 : 188-204.

- MANN R.H.K., 1976. Observations on the age, growth, reproduction and food of the pike *Esox lucius* (L.) in two rivers in Southern England. *J. Fish. Biol.*, 8 : 179-197.
- MANN R.H.K., 1978. Observations on the biology of the perch *Perca fluviatilis*, in the River Stour, England. *Freshw. Biol.*, 8 : 229-239.
- MEUNIER F.J., PASCAL M., LOUBENS G., 1979. Comparaison de méthodes squelettochronologiques et considérations fonctionnelles sur le tissu osseux acellulaire d'un ostéichthyen du Lagon néocalédonien, *Lethrinus nebulosus* (Forsk., 1775). *Aquaculture*, 17 : 137-157.
- PHILIPPART J.C., 1972. Age et croissance du Chevaine dans l'Ourthe et la Berwine. *Ann. Soc. Royale Zool. de Belgique*, 102 : 47-81.
- RENONCOURT L., 1982. Age et croissance de la carpe et de la perche dans le Réservoir Marne. *Mémoire DAA Halieutique*, ENSAR : 12 pages + figures.
- SCHMIEDS U.J., 1981. Okologische Studien an Fischen des Schierenseebaches, einem norddeutschen Seeansfluss. *Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst.*, 51 : 59-84.
- SMIRINA E.M., 1974. Prospects of age determination by bones layers in Reptilia (en russe). *Zool. Zh.*, 53 : 11-117.
- VOSTRADOVSKY J., 1977. The age and growth of pike (*Esox lucius* L.) in the artificial reservoir Lipno. *Prace Vuhr. Vodn.*, 10 : 21-46.
- WILLEMSSEN J., 1977. Population dynamics of percids in lake Ijssel and some smaller lakes in the Netherlands. *J. Fish. Res. Board Can.*, 34 : 1710-1719.
- WILLIAMS J.E., 1955. *Determination of age from the scales of Northern pike (Esox lucius L.)*. P.M.D. University of Michigan : 183 p.
- YERMAKHANOV Z., RASULOV A.K., 1984. Characteristics of a spawning population of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* (Percidae) from the lower Syr Darya River. *J. Ichthyol.*, 24 : 34-42.