

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA  
DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA CELLULARE E AMBIENTALE  
SEZIONE DI BIOLOGIA ED ECOLOGIA

---

RIVISTA  
DI  
IDROBIOLOGIA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA  
DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA CELLULARE E AMBIENTALE  
SEZIONE DI BIOLOGIA ED ECOLOGIA

---

RIVISTA DI IDROBIOLOGIA  
REALIZZATA DA GIAMPAOLO MORETTI

PER LE PUBBLICAZIONI DELLA RIVISTA DI BIOLOGIA  
FONDATE DA ALDO SPIRITO

EDITA A CURA DI MARIA VITTORIA DI GIOVANNI

REDAZIONE	-	EDITORIAL OFFICE	
Direttore responsabile	-	editor in chief	Maria Vittoria Di Giovanni
Vice direttore	-	editor	Maria Illuminata Taticchi
Redattore capo	-	editor	Enzo Goretti
Segreteria	-	secretariat	Nicoletta Cincini

COMITATO CONSULTIVO - EDITORIAL BOARD

B.Baccetti, B.Battaglia, R.Cattaneo Vietti, F.Cianficconi, C.Corallini, E.Gaino,  
G.Gandolfi, F.S.Gianotti, F.Giusti, B.Granetti, E.Grimaldi, J.L.Jamet, M.Mearelli,  
A.Minelli, A.Moroni, F.Pedrotti, O.Ravera, L.Rossi, F.Stoch



---

Direttore responsabile: Maria Vittoria Di Giovanni

---

*Al momento di mandare in stampa il materiale del Vol.43, 2004-2007 di questa Rivista, quale nuovo Direttore Responsabile chiedo la comprensione degli Autori che da tempo attendono la pubblicazione dei loro lavori.*

*Una serie di problemi e di coincidenze sfavorevoli hanno reso molto complesso l'iter per la stampa. Ci auguriamo che in seguito possano essere rispettati tempi e programmi.*

*Questa nuova serie si presenta con una veste tipografica diversa, modificata in alcune caratteristiche di impostazione grafica ed arricchita di nomi di esperti nel comitato consultivo.*

*La Rivista mantiene immutate comunque la fruibilità e la massima disponibilità ad accogliere lavori di cultori italiani e stranieri "che abbiano pertinenza diretta o indiretta con l'indagine del mondo idrico".*

Maria Vittoria Di Giovanni

Copyright © 2007  
ARACNE editrice S.r.l.

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

via Raffaele Garofalo, 133 A/B  
00173 Roma  
(06) 93781065

ISSN 0048-8399

Edizione 2007

## INDICE DEI LAVORI

A. YAHYAHOU Contribution a la caracterization biologique des populations de <i>Cottus</i> sp. (Actinopterygii, Cottidae) en Allemagne. [Contributo alla caratterizzazione biologica delle popolazioni di <i>Cottus</i> sp , – Actynopterigii Cottidae, in Germania].	7
E. H. BOUSSALWA, N. DENNAI Etat actuel de la biodiversité des invertébrés benthiques superficiels d'une lagune polluée, Lagune de Nador (Maroc). [Stato attuale della biodiversità degli invertebrati bentonici di una laguna polluta, Laguna di Nador, Marocco].	16
C. TOLOMIO Osservazioni su campioni di diatomee planctoniche e bentoniche della Laguna di Venezia. Primo contributo: bacino meridionale. [Observations on planctonic and benthic Diatoms of the Venice Lagoon. First contribution: Southern Basin].	26
A. CHAOUTI, A. BAYED First record of <i>Alkmaria romijni</i> Horst, 1919 (Polychaeta: Ampharetidae) from a mediterranean lagoon (Smir Lagoon, Morocco). [Primo ritrovamento di <i>Alkmaria romijni</i> Horst, 1919 (Polychaeta: Ampharetidae) in una laguna mediterranea (Smir Lagoon , Barocci)].	38
C. TOLOMIO, E. MOSCHIN, I. MORO Cicli nictemerali stagionali nella Laguna di Venezia, bacino di Chioggia (Idrologia e fitoplancton). [Seasonal daily cycles in the Venice Lagoon, Basin of Chioggia (Hydrology and Phytoplankton)].	42
C. TOLOMIO Osservazioni su campioni di diatomee planctoniche e bentoniche nella Laguna di Venezia. Secondo contributo: bacino settentrionale. [Observations on benthic and planktonic Diatoms in the Venice Lagoon. Second contribution: Northern basin].	55
C. MARCUCCI, E. GORETTI, A. DI VEROLI, A. FABRIZI, L. SCOPETTA, M.V. DI GIOVANNI Prima segnalazione di Mixozoi (Phylum Mixozoa) parassiti di oligocheti in biotopi naturali dell'Umbria (Italia centrale). [First Record Of Parasitic Myxozoa Of Oligochaeta Of Natural Biotopes (Umbria, Central Italy)].	67
F. QUAGLIA, L. LATTUADA, R. BACCHETTA, P. MANTECCA, G. VAIATI Monitoraggio delle condizioni istopatologiche di <i>Dreissena polymorpha</i> in alcuni laghi subalpini. [Biomonitor of histopathological conditions of <i>Dreissena polymorpha</i> in some subalpine lakes].	85

A. APOSTOLOV Copepodes harpacticoides des eaux douces de l'Islande. [Copepodi Arpacticoidi delle acque dolci d'Islanda]. . . . .	96
R. MANENTI Considerazioni sulla cenosi erpetologica delle gallerie drenanti. [Erpetological census of draining galleries]. . . . .	114
V. D'ALLESTRO Note sulla distribuzione di <i>Austropotamobius pallipes italicus</i> (Faxon, 1914) in un'area appenninica dell'Italia centrale. [Results on the distribution of <i>Austropotamobius pallipes italicus</i> (Faxon, 1914) in the appennine area of Central Italy]. . . . .	119
M.P. ALBANESE, C. CALABRO', C. BERTUCCIO, N. GENTILE Ricerche strutturali, istochimiche e immunoistochimiche sul pancreas del teleosteo <i>Crenilabrus tinca</i> (L.). [Structural, hystochemical and immunohystochemical studies on the pancreas of <i>Crenilabrus tinca</i> L., Teleostei]. . . . .	127
C. TOLOMIO Prove sperimentali sui metodi per lo studio delle diatomee bentoniche di substrato duro. [Experimental methods to study the benthic Diatoms colonizing hard substrates]. . . . .	135
D. GIGANTE, F. MANELI, R. VENANZONI L'ecomosaico degli stagni temporanei nella Piana di Ferretto (Perugia, Italia centrale): un habitat prioritario della Direttiva 92/43/CEE. [The ecomosaic of the temporary pools in the plan of Ferretto (Perugia–Central Italy): a priority habitat of the Habitat Directive 92/43/CEE]. . . . .	148
S. PIERSANTI, M. REBORA, E. GAINO The influence of prey size and movement of predation by the larva of <i>Libellula depressa</i> (Odonata, Libellulidae). [Influenza della taglia e del tipo di movimento della preda nel comportamento predatorio da parte della larva di <i>Libellula depressa</i> – Odonata, Libellulidae]. . . . .	159

# CONTRIBUTION A LA CARACTERISATION BIOLOGIQUE DES POPULATIONS DE *COTTUS* SP. (ACTINOPTERYGII, COTTIDAE) EN ALLEMAGNE

A. YAHYAOU

---

## ABSTRACT

BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *COTTUS* SP. POPULATIONS (ACTINOPTERYGII, COTTIDAE) IN GERMANY. The bullhead, in all its geographical area, shows inter-populations variations. In the zone of our studies, in Germany, the four *Cottus* sp. populations studied, in Ottersbach, Logebach, Giertshagener Bach and in Krabach, show many different ecological requirements and each of these populations is characterized by its own average standard length (Ls). The comparison of this one two by two, shows significant differences (to 5 %), except between the populations of Krabach and Giertshagener Bach where there are not significant differences (to 1%). The age of the bullhead in the four studied habitats varies from 0<sup>+</sup> to 4<sup>+</sup> years and the Ls fluctuations amplitude, for the same age group, are small: the different ages groups recover each others and the growth of length is strongly linked to an increase of age. The studied *Cottus* sp. populations present the same growth with a slight advantage for the oldest fish of Logebach. In this one, the proportion of the females is raised 71,7 % followed by the population of Krabach (71,1 %) and Ottersbach (66 %). On the other hand, in the Giertshagener Bach population, the sex-ratio is balanced (47,9 % of males and 52,1 % of females).

*Key Words:* *Cottus* sp., population, length, weight, otolith, growth, sex-ratio, Germany.

---

## INTRODUCTION

Le chabot commun (*Cottus gobio* L., 1758) est un petit poisson benthique de la famille des Cottidés. Il est bien représenté en Europe centrale (SMYLY, 1957; MILLS & MANN, 1983; LELEK, 1987), où les populations de cette espèce n'ont pas fait l'objet de repeuplement et d'introductions artificielles et présentent deux formes micro-parapatriques ayant des exigences écologiques très différentes. De ce fait, c'est une espèce modèle, idéale pour l'étude de l'histoire de la colonisation des écosystèmes d'eau douce de l'Europe centrale par les poissons des eaux continentales, en particulier en ce qui concerne les influences possibles des cycles des glaciations pléistocènes. D'ailleurs, le séquençage de l'ADN mitochondriale des spécimens récoltés et l'analyse de réseaux phylogénétiques ont permis de dresser une première image de la colonisation de l'Europe par *Cottus gobio* (ENGLBRECHT *et al.*, 2000; VOLCKAERT *et al.*, 2002; KNAEPKENS *et al.*, 2002). De plus, les distances moléculaires entre les haplotypes ont permis de donner une tranche d'âge approximative pour l'origine des diverses populations. De même, SLECHTOVA *et al.* (2004), dressent l'histoire phylogéographique et l'état taxonomique du chabot commun et posent la question sur le rôle joué par la barrière des Alpes sur la dispersion des poissons d'eau douce. D'un autre côté, une étude récente sur les populations du chabot en Allemagne (FREYHOF, *communication personnelle*), a montré qu'il existe, en réalité, deux espè-

ces de *Cottus* (*Cottus* sp. A et *Cottus* sp. B) qui en plus de leur différenciation morphologique et génétique, elles ont des potentialités différentes de coloniser des habitats aquatiques. *Cottus* sp. A vit dans des rivières larges et relativement chaudes en été; par contre, la deuxième espèce (*Cottus* sp. B) est confinée en amont des petites rivières froides. Au niveau de la zone de transition, entre les deux écosystèmes fluviaux, on ne trouve que des hybrides entre les deux espèces. En effet, *Cottus* sp. A est plus de stratégie *r* que l'espèce *Cottus* sp. B. et donc, la première espèce est plus favorisée en amont des affluents froids, alors que l'espèce *Cottus* sp. B est plus adaptée aux larges rivières chaudes.

Il s'avère donc, nécessaire d'étudier des populations de *Cottus* sp. récoltées, plus particulièrement, en Allemagne méridionale où les principales canalisations européennes sont en contact le plus étroit et où est supposée être la population fondatrice de *Cottus* sp. et de là, la première colonisation de l'Europe centrale s'est produite par l'intermédiaire du Danube inférieur (KONTULA & VAINOLA, 2001). En conséquence, certains auteurs (ENGLBRECHT *et al.*, 2000; HANFLING *et al.*, 2002) ont trouvé que les populations du chabot commun du Rhin supérieur sont très distinctes de celles du Rhin inférieur. Cette variabilité inter-population serait due au fait que le Rhin inférieur a été séparé du Rhin supérieur jusqu'il y a approximativement 1 million d'années. D'autre

part, un mélange de populations pendant la recolonisation post-glaciaire a pu être détecté dans le Rhin inférieur et ses affluents. Cependant, le modèle général qui émerge de l'analyse de l'ensemble des travaux sur cette problématique suggère, qu'en Europe centrale, les cycles de glaciation n'ont pas eu un impact important sur la structure des populations de *Cottus gobio*.

Il nous apparaît donc, particulièrement intéressant d'étudier ces populations par:

1) leurs caractères biométriques et;

2) par leurs caractères bioécologiques (âge, croissance, sex-ratio) afin d'actualiser les données écobiologiques sur les populations de *Cottus sp.* pour pouvoir identifier et caractériser clairement les deux espèces que présente le chabot commun au sein des populations des écosystèmes fluviaux d'Allemagne méridionale. Cette étude, axée surtout sur l'analyse de la croissance linéaire et pondérale, l'établissement d'une relation taille-poids, l'étude de l'âge par otolithométrie, permettra de mieux préciser l'adaptation aux différents habitats, les modalités de croissance et le statut phylogénétique de ces espèces.

## MATERIEL ET METHODES

Certains paramètres morphométriques et otolithométriques ont été analysés chez quatre populations du chabot (*Cottus sp.*) échantillonnées, par la pêche électrique (FREYHOF, 1996), dans 4 sites différents en Allemagne (le 4, 5, 6 et le 7 août 2003 respectivement à Logebach, l'Ottersbach, Krabach et à Giertshagener Bach).

Les poissons de chaque prélèvement sont immédiatement identifiés, dénombrés, et seuls les individus de *Cottus sp.* sont fixés à l'alcool 70°. Au laboratoire, les paramètres suivants sont prélevés:

– la longueur standard ( $L_s$ ), mesurée au mm près, à l'aide d'un pied à coulisse électronique;

– le poids ( $W$ ), obtenu, à 0,001 g près, à l'aide d'une balance électronique;

– les otolithes: Les sagittae sont extraites de la boîte crânienne à travers une incision pratiquée sur la face dorsale de la tête, au niveau de la partie postérieure de la boîte crânienne (YAHYAOUÏ, 1998; YAHYAOUÏ, 1991). Puis, en vue de la détermination de l'âge des poissons, nous avons utilisé la technique de ponçage et coloration (LECOMTE & YAHYAOUÏ, 1989). Les otolithes ainsi préparés sont observés, sous le stéréomicroscope, en lumière réfléchie. La surface poncée révèle alors des stries violettes (zones riches en fibres protéi-

ques, colorées par le Bleu de Toluidine) correspondant au anneaux d'arrêt de croissance saisonnières. Le comptage de ces stries permet de déterminer l'âge du poisson. De plus, la mesure, sous la loupe binoculaire équipée d'un micromètre oculaire, de ces otolithes, du centre du nucléus vers le bord postérieur qui correspond au grand rayon de l'otolithe ( $R_y$ ) puis du centre aux différentes stries ( $R_1, R_2, R_3, \dots$ ) considérées comme des stries annuelles, permet d'une part, de déterminer la meilleure relation entre le rayon moyen des otolithes et la longueur du poisson et d'autre part, de rétrocalculer les longueurs des poissons à chaque formation d'annulus et d'établir donc, les courbes de croissance des différentes populations de chabot étudiées.

Le sex-ratio: après mensurations et extractions des otolithes, les viscères sont écartés, les gonades sont isolées et le sexe de chaque individu est déterminé sous la loupe.

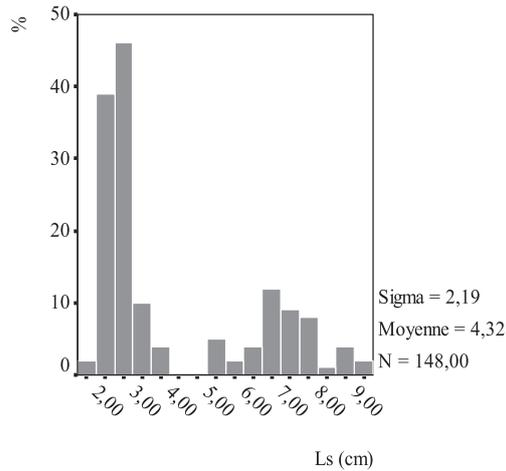
## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### LONGUEUR STANDARD

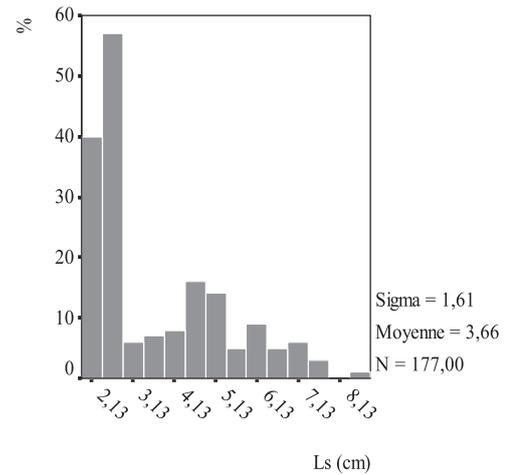
La distribution de la longueur standard ( $L_s$ ) a été étudiée sur l'ensemble des individus de *Cottus sp.* pêchés dans les quatre sites, soit 148 chabots de Logebach, 177 de l'Ottersbach, 152 de Krabach et 149 poissons de Giertshagener Bach.

Chez les populations de chabot qui ont fait l'objet de cette étude, les histogrammes de distribution de la longueur standard ( $L_s$ ) présentent des allures multimodales (figures 1a, 1b, 1c et 1d). La base de ces histogrammes est large (jusqu'à 14 classes de tailles) montrant la grande dispersion de la longueur standard. Celle-ci, varie de la classe 2 à 9,5 cm avec une longueur moyenne de  $4,32 \pm 2,19$  cm à Logebach: à Giertshagener Bach, elle fluctue entre les classes 2,38 et 7,88 cm avec une moyenne de  $5,16 \pm 1,12$  cm; à Krabach, la taille moyenne est de  $5,26 \pm 1,67$  cm avec une classe minimale de 2,63 cm et une maximale de 8,63 cm; alors que dans l'Ottersbach, la longueur standard fluctue entre les classes 2,13 et 8,63 cm et la moyenne est de  $3,66 \pm 1,61$  cm.

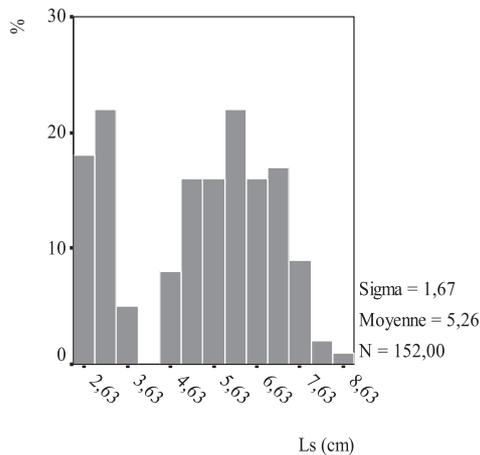
Par ailleurs, en Italie, BEVAGNA *et al.* (1990), enregistrent des longueurs totales de 3,4 à 12 cm, supérieures à celles notées dans nos milieux d'étude. De même, en Angleterre, MAITLAND & CAMPBELL (1992), notent que *Cottus gobio* est une espèce de petite taille, elle excède rarement 15 cm de longueur et 28 g de poids.



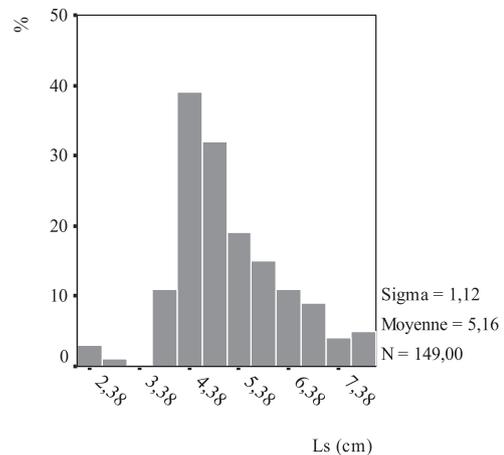
**Fig. 1a.** Distribution de la longueur standard (Ls en cm) chez *Cottus sp.* du Logebach



**Fig. 1b.** Distribution de la longueur standard (Ls en cm) chez *Cottus sp.* de l'Ottersbach



**Fig. 1c.** Distribution de la longueur standard (Ls en cm) chez *Cottus sp.* du Krabach



**Fig. 1d.** Distribution de la longueur standard (Ls en cm) chez *Cottus sp.* du Giertshagner Bach

Du point de vue longueur standard moyenne ( $L_s$ ), les quatre populations étudiées peuvent être classées selon l'ordre croissant suivant: Ottersbach < Logebach < Giertshagener Bach < Krabach.

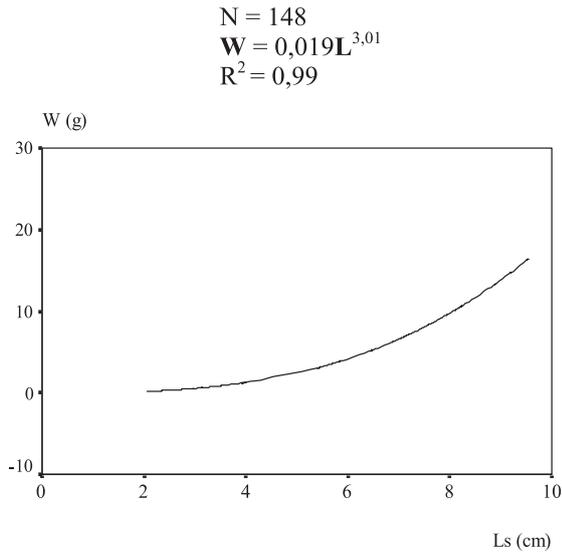
Ces résultats montrent donc, que la croissance linéaire est plus importante chez la population de *Cottus sp.* de Krabach et de Giertshagener Bach que chez celles de Logebach et de l'Ottersbach. En effet, la comparaison des longueurs standard moyennes deux à deux, montrent des différences significatives (à 5%) entre pratiquement toutes les populations étudiées excepté, entre celles de Krabach et de Giertshagner Bach où la différence n'est pas significative au risque de 1%. Du point de vue longueur standard moyenne, nous avons deux groupes, celui formé par les populations de l'Ottersbach et de Logebach et celui regroupant les populations de Giertshagener Bach et Krabach. D'ailleurs, dans le nord-est de la Bavière, l'étude des allozymes a révélé l'existence,

d'au moins, deux taxons différents de *Cottus sp.* (HÄN-FLING & BRANDL, 1998).

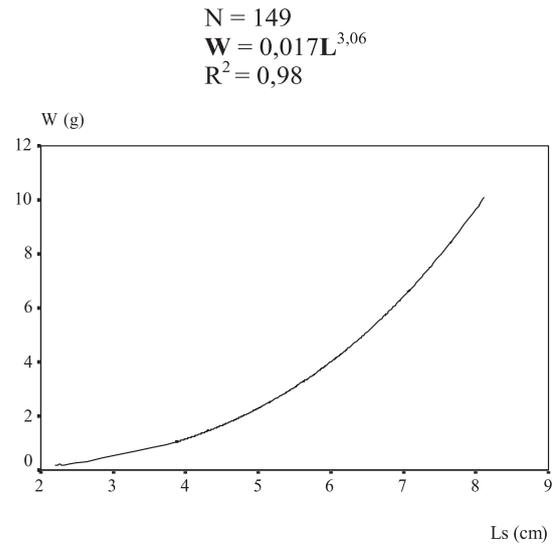
*Relation taille – poids*

La relation longueur standard — poids a été étudiée sur 148 chabots de Logebach, 177 de l'Ottersbach, 152 de Krabach et 149 poissons de Giertshagener Bach. Pour les populations des quatre sites, la courbe de régression a été calculée avec le logiciel SPSS 10. Cette relation est de la forme:  $W = aL_s^b$  où  $W$ : poids frais (en g);  $L_s$ : longueur standard (en cm);  $a$ ,  $b$ : constantes.

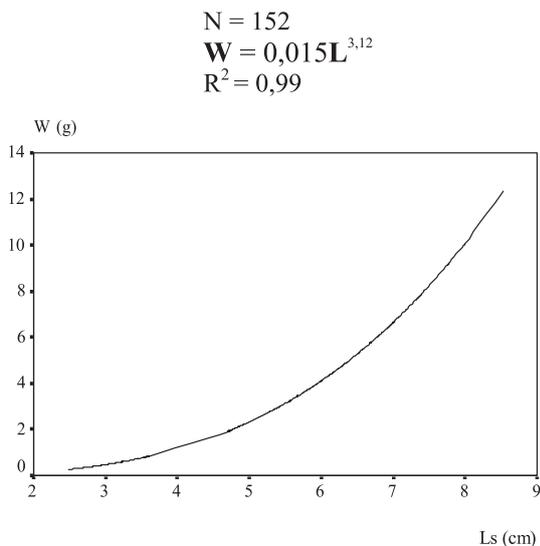
La constante "a" représente la condition ou l'embonpoint du poisson et traduit le taux d'allométrie. Elle exprime aussi, la façon dont le poids évolue en fonction de la longueur. Cette relation liant le poids à la taille des chabots est de la forme:  $W = 0,019L^{3,01}$



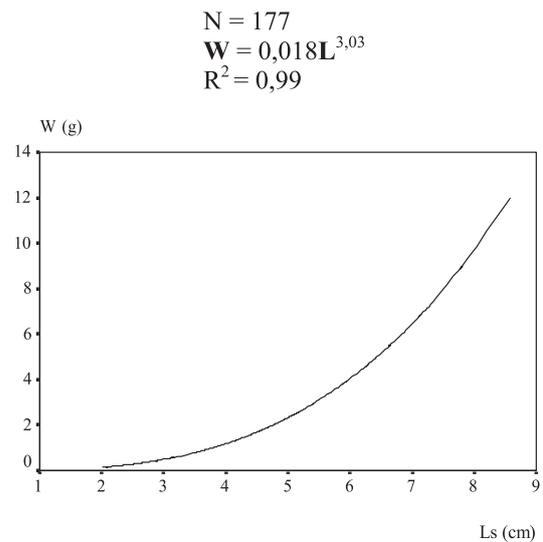
**Fig. 2a.** Variation du poids (W) en fonction de la longueur standard ( $L_s$ ) chez *Cottus sp.* dans Logebach.



**Fig. 2b.** Variation du poids (W) en fonction de la longueur standard ( $L_s$ ) chez *Cottus sp.* dans Giertshagener Bach.



**Fig. 2c.** Variation du poids (W) en fonction de la longueur standard ( $L_s$ ) chez *Cottus sp.* dans Krabach.



**Fig. 2d.** Variation du poids (W) en fonction de la longueur standard ( $L_s$ ) chez *Cottus sp.* à l'Ottersbach.

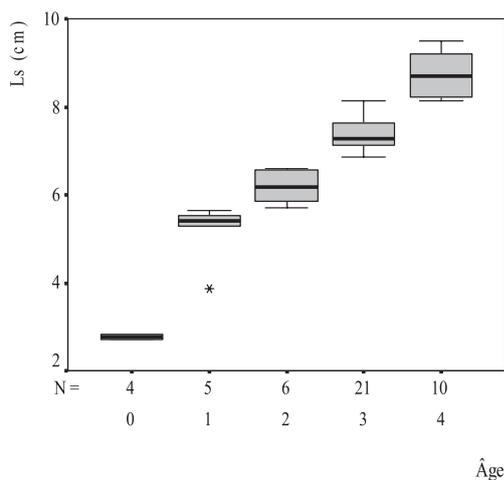
à Logebach,  $W = 0,017L^{3,06}$  à Giertshagener Bach,  $W = 0,015L^{3,12}$  à Krabach et  $W = 0,018L^{3,03}$  à l'Ottersbach. Chez les quatre populations, le taux d'allométrie est légèrement supérieur à 3, dans les quatre habitats, le poids croît donc, proportionnellement plus que le cube de la longueur (RICKER, 1975). De même, en Italie, BEVAGNA *et al.* (1990), notent, chez une population de *Cottus gobio*, un taux d'allométrie de l'ordre de 3,304 nettement supérieur à 3.

Pour l'ensemble des individus des populations étudiées, la distribution du poids en fonction de la longueur standard est représentée sur les figures 2a, 2b, 2c et 2d.

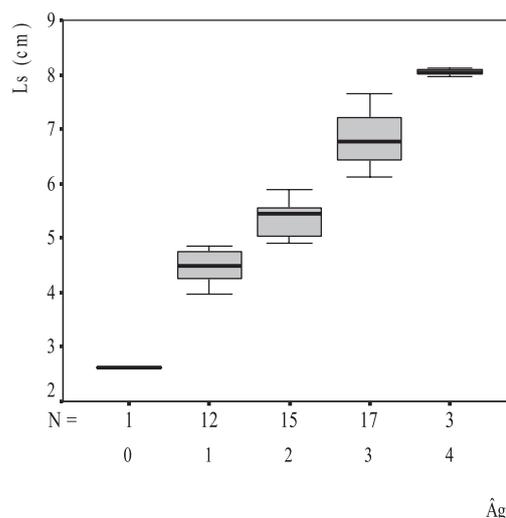
#### VARIATION DE LA LONGUEUR STANDARD EN FONCTION DE L'ÂGE

Non seulement les otolithes servent à évaluer l'âge du poisson en année mais sont aussi utiles pour caractériser les différentes populations et pour les identifier. Pour toute caractérisation biologique d'une espèce de poissons, l'étude otolithométrique est donc, une donnée de base.

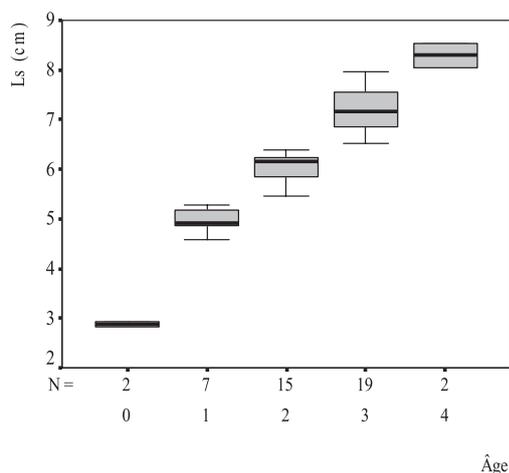
Chez *Cottus sp.*, le problème de l'évaluation de l'âge est particulièrement délicat. En absence d'écaillés, la détermination de l'âge du chabot repose sur la lecture des otolithes et l'interprétation des



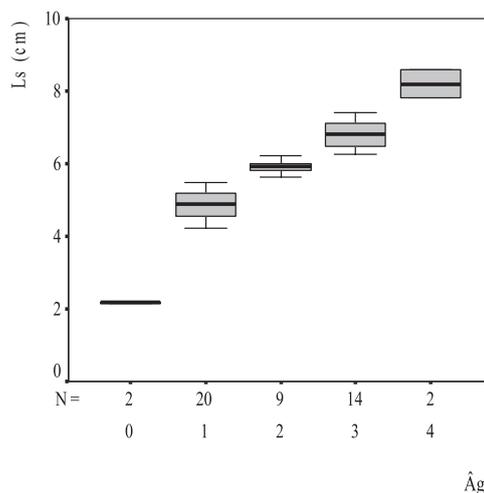
**Fig. 3a.** Variation de la longueur standard en fonction de l'âge chez *Cottus sp.* de Logebach.



**Fig. 3b.** Variation de la longueur standard en fonction de l'âge chez *Cottus sp.* de Giertshagener Bach.



**Fig. 3c.** Variation de la longueur standard en fonction de l'âge chez *Cottus sp.* de Krabach.



**Fig. 3d.** Variation de la longueur standard en fonction de l'âge chez *Cottus sp.* de l'Ottersbach.

stries observées. Cependant, l'apparition de discontinuités dans la structure de l'otolithe (stries surnuméraires) rend difficile leur lecture et représente, des sources d'erreurs non négligeables (SVEDANG *et al.*, 1998). Pour une meilleure utilisation des otolithes en vue de l'estimation de l'âge, il est nécessaire de discerner entre les différentes catégories de stries visibles sur la surface poncée de l'otolithe. Les résultats obtenus, montrent que l'âge des chabots des quatre sites étudiés varie de 0<sup>+</sup> à 4<sup>+</sup> ans.

D'après les données (Fig. 3a, 3b, 3c, 3d), nous constatons que la longueur standard ( $L_s$ ) évolue avec l'âge du poisson et que chacune des populations de *Cottus sp.* est constituée par les groupes d'âge suivants:

- **Groupe d'âge 0<sup>+</sup>:** Chabots dont l'âge est inférieur à une année. Chez ce groupe, la longueur standard ( $L_s$ ) est inférieure ou égale à 2,82 cm à Logebach,  $L_s \leq 2,63$  cm à Giertshagener Bach,  $L_s \leq 2,94$  cm à Krabach et  $L_s \leq 2,20$  cm à l'Ottersbach.

- **Groupe d'âge I<sup>+</sup>:** Chabots dont l'âge est d'une année et plus. Ce groupe est constitué de poissons dont la longueur standard ( $L_s$ ) est comprise entre 3,86 et 5,65 cm à Logebach, entre 3,97 et 5,33 cm à Giertshagener Bach, entre 4,58 et 5,28 cm à Krabach et entre 4,22 et 5,46 cm à l'Ottersbach.

- **Groupe d'âge II<sup>+</sup>:** Chabots dont l'âge est de deux années et plus. Ce groupe regroupe des poissons d'une longueur standard ( $L_s$ ) variant entre 5,71 et 6,58 cm à Logebach, entre 5,35 et 5,88 cm à

**Tab. I.** Longueur standard moyenne rétrocalculée (cm) à chaque âge pour la population de *Cottus sp.* de Logebach.

Âge	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>
I	3,29 ± 0,73			
II	3,62 ± 0,40	4,95 ± 0,40		
III	3,87 ± 0,36	5,18 ± 0,36	6,40 ± 0,36	
IV	4,33 ± 0,54	5,92 ± 0,54	6,74 ± 0,54	8,03 ± 0,54

**Tab. II.** Longueur standard moyenne rétrocalculée (cm) à chaque âge pour la population de *Cottus sp.* de Krabach.

Âge	L1	L2	L3	L4
I	3,71 ± 0,25			
II	4,02 ± 0,29	5,17 ± 0,29		
III	4,02 ± 0,43	5,11 ± 0,43	6,24 ± 0,43	
IV	3,85 ± 0,34	5,28 ± 0,34	6,45 ± 0,34	7,29 ± 0,34

**Tab. III.** Longueur standard moyenne rétrocalculée (cm) à chaque âge pour la population de *Cottus sp.* de l'Ottersbach.

Âge	L1	L2	L3	L4
I	3,64 ± 0,39			
II	3,98 ± 0,20	4,93 ± 0,20		
III	3,91 ± 0,37	5,12 ± 0,37	5,94 ± 0,37	
IV	4,18 ± 0,54	5,43 ± 0,54	6,42 ± 0,54	7,40 ± 0,54

Giertschagener Bach, entre 5,46 et 6,38 cm à Krabach et entre 5,62 et 6,24 cm à l'Ottersbach.

– **Groupe d'âge III<sup>+</sup>**: Chabots dont l'âge est de trois années et plus. Ce groupe est constitué de poissons dont la longueur standard ( $L_s$ ) est comprise entre 6,85 et 8,12 cm à Logebach, entre 6,12 et 7,66 cm à Giertschagener Bach, entre 6,51 et 7,58 cm à Krabach et entre 6,24 et 7,13 cm à l'Ottersbach.

– **Groupe d'âge IV<sup>+</sup>**: Chabots dont l'âge est de quatre années et plus. Chez ce groupe la longueur standard ( $L_s$ ) est supérieure ou égale à 8,15 cm à Logebach,  $L_s \geq 7,96$  cm à Giertschagener Bach,  $L_s \geq 7,58$  cm à Krabach et  $L_s \geq 7,23$  cm à l'Ottersbach.

Les fluctuations en taille pour un même groupe d'âge sont de petite amplitude; les différents groupes d'âges se recouvrent légèrement les uns les autres (Fig. 3a, 3b, 3c, 3d). Nous remarquons aussi qu'en fonction du stade de développement du poisson, sa taille change d'un site à un autre et donc, le taux de croissance est différent d'une population à une autre.

#### CROISSANCE

Afin d'établir les courbes de croissance des populations de *Cottus sp.* échantillonnées, nous

avons déterminé, pour chaque population, la meilleure relation entre le grand rayon ( $R_y$ ) des otolithes analysés et la longueur standard des poissons ( $L_s$ ). Ces variables sont en réalité interdépendantes (SMALE et TAYLOR, 1987) et la meilleure relation entre les deux variables est de la forme:  $R_y = aL_x + b$ , avec  $R_y$ : rayon moyen des otolithes (mm) et  $L_x$ : longueur du poisson (mm). Chez les populations de *Cottus sp.* étudiées, cette relation s'écrit:

$$R_y = 0,021 L_s + 0,070 \text{ à Logebach avec } R^2 = 0,71,$$

$$R_y = 0,023 L_s + 0,084 \text{ à Krabach avec } R^2 = 0,74 \text{ et}$$

$$R_y = 0,023 L_s + 0,080 \text{ à l'Ottersbach avec } R^2 = 0,80$$

Puis, les longueurs standards des poissons à chaque formation d'annulus ont été calculées selon la méthode de Lee (CARLANDER, 1981) en utilisant l'ordonnée à l'origine de la régression entre la longueur standard ( $L_s$ ) et le grand rayon des otolithes ( $R_y$ ) déterminée précédemment (Tableaux I, II et III). La longueur standard rétrocalculée selon Lee s'écrit:

$$L_i = L_x (R_i - b) / (R_y - b)$$

$L_i$ : longueur standard du poisson à l'âge  $i$

$L_x$ : longueur standard du poisson au moment de sa capture

$R_i$ : rayon nucléus – annulus d'âge  $i$

**R<sub>y</sub>**: grand rayon de la sagittae au moment de la capture du poisson

**b**: ordonnée à l'origine de l'équation de régression

Les résultats des Tableaux I, II et III, montrent que la longueur standard rétrocalculée change avec l'âge et le milieu de vie du poisson.

Cependant, l'analyse des courbes de croissance linéaire des trois populations de *Cottus sp.* étudiées (Fig. 4), laisse apparaître les mêmes vitesses de croissance avec un léger avantage pour les poissons les plus âgés de la population de Logebach. Mais, dans l'interprétation de ces résultats, il s'avère nécessaire de tenir compte d'un éventuel comportement migratoire noté chez certains individus de cette espèce. En effet, selon KNAEPKENS *et al.* (2004), les populations de rivières de *Cottus gobio*, se composent d'individus sédentaires et aussi d'individus migrants.

Selon MAITLAND & CAMPBELL (1992), cette espèce atteint une longueur de 40 à 50 mm après la première année, 60 mm après la deuxième année et 70 à 90 mm après la troisième année. Généralement, *Cottus gobio* ne vit pas plus de 4 ans, cependant de rares individus pourraient atteindre 10 ans.

#### SEX-RATIO

Chez le chabot commun, les critères morphologiques externes sont parfois suffisants pour l'identification du sexe. Les mâles, en plus de la tête relativement développée, ils possèdent une papille bien visible au niveau de l'orifice anal. Pour mieux s'assurer du sexe du poisson, après dissection, nous avons examiné les gonades isolées sous la loupe binoculaire. L'ovaire apparaît de section ronde et de coloration noire tandis que la gonade mâle est de section triangulaire et grisâtre. Ces différences apparentes, entre gonade mâle et femelle, s'avèrent très suffisantes et fiables pour l'identification du sexe. Cette étude a été réalisée sur l'ensemble des poissons dans le but de mieux identifier le sexe afin d'établir le sex-ratio des populations étudiées.

Les résultats obtenus montrent, qu'au niveau de la population de Logebach, les mâles représentent 19,6 %, les femelles 71,7 % et les indifférenciés 8,7 %; de même à Krabach, on a 71,1 % de femelles et 28,9 % de mâles et à l'Ottersbach, on a 66 % de femelles, 29,8 % de mâles et 4,3 % des indifférenciés; alors que la population de *Cottus sp.* de Giertschagener Bach est constituée de 47,9 % des mâles et de 52,1 % des femelles.

Nous constatons donc, que la portion des femelles est nettement, plus élevée dans les trois premières populations étudiées, notamment, dans les popula-

tions de Logebach (71,7 %) et dans celle de Krabach (71,1 %). Par contre, chez la population de Giertschagener Bach, le sex-ratio est presque équilibré (47,9 % de mâles et 52,1 % de femelles).

Les populations de *Cottus sp.* de Logebach et de Krabach seraient, relativement, plus de la stratégie *r* que celles de l'Ottersbach et de Giertschagener Bach. Mais, selon PRETTY *et al.*, 2003, les abondances de populations de *Cottus gobio* présentent des fluctuations interannuelles et donc des variations dans le sex-ratio.

#### CONCLUSION

L'étude de certaines caractéristiques biologiques de quatre populations du chabot commun (*Cottus sp.*), récoltées, en Allemagne, pendant les mois d'août et de septembre 2003, montrent des différences significatives entre pratiquement l'ensemble des populations sauf entre celles de Krabach et de Giertschagener Bach où la différence apparente n'est pas significative au risque de 1%. Chez ces dernières populations, la longueur standard moyenne est supérieure à celle notée chez les deux autres populations (Logebach et Ottersbach). Au niveau des habitats étudiés, les populations de *Cottus sp.* n'ont pas les mêmes potentialités de croissance, le taux d'allométrie est légèrement supérieur à 3, le poids croît donc proportionnellement plus que le cube de la longueur standard. Par ailleurs, l'âge des chabots dans les quatre sites étudiés, varie de 0<sup>+</sup> à 4<sup>+</sup> ans et les fluctuations en taille, pour un même groupe d'âge, sont de petite amplitude. Les différents groupes d'âges se recouvrent légèrement les uns les autres et la croissance en longueur est fortement liée à une augmentation d'âge, le poisson le plus long est donc, le plus âgé. Cependant, l'analyse des courbes de croissance linéaire des populations étudiées, laisse apparaître les mêmes vitesses de croissance avec un léger avantage, pour les poissons les plus âgés, de la population de Logebach. Dans cette dernière population, la proportion des femelles est nettement plus élevée (71,7 %), suivie par celle de Krabach (71,1 %) puis par celle de l'Ottersbach (66 %). Par contre, chez la population de Giertschagener Bach, le sex-ratio est presque équilibré (47,9 % de mâles et 52,1 % de femelles). Les populations de *Cottus sp.* de Logebach et de Krabach seraient, relativement, plus de stratégie *r* que celles de l'Ottersbach et de Giertschagener Bach.

En conclusion, dans les habitats étudiés, la caractérisation biologique des populations de *Cottus sp.*, contribue à confirmer la présence, dans ces milieux,

de taxons différents comme l'ont révélé HÄNFLING et BRANDL en 1998 par l'analyse des allozymes.

### RÉSUMÉ

Le Chabot commun, dans toute son aire de répartition, montre des variations inter-populations. Dans la zone de notre étude, en Allemagne, les quatre populations de *Cottus sp.* étudiées, à l'Ottersbach, Logebach, et à Krabach, montrent des exigences écologiques très différentes et chacune des populations se caractérise par sa longueur standard moyenne (Ls). La comparaison des longueurs standard moyennes deux à deux, montre des différences significatives (à 5%), pratiquement entre l'ensemble des populations étudiées sauf entre celle de Giertshagener Bach et de Krabach où la différence n'est pas significative au risque de 1%. L'âge des chabots, dans les quatre habitats étudiés, varie de 0<sup>+</sup> à 4<sup>+</sup> ans et les fluctuations en taille, pour un même groupe d'âge, sont de petite amplitude, les différents groupes d'âges se recouvrent légèrement les uns les autres. La croissance en longueur est fortement liée à une augmentation d'âge. Les trois populations de *Cottus sp.* étudiées, présentent les mêmes vitesses de croissance avec un léger avantage pour les poissons les plus âgés de la population de Logebach. Dans cette dernière population, la proportion des femelles est élevée (71,7 %) suivie de celle de Krabach (71,1 %). Par contre, chez la population de Giertshagener Bach, le sex-ratio est presque équilibré (47,9 % de mâles et 52,1 % de femelles).

### RIASSUNTO

CONTRIBUTO ALLA CARATTERIZZAZIONE BIOLOGICA DELLE POPOLAZIONI DI *COTTUS SP.* (ACTINOPTERYGII, COTTIDAE) IN GERMANIA. I Cottidi, in tutta la loro area geografica di distribuzione, mostrano variazioni nelle popolazioni. Nelle zone dei nostri studi, in Germania, le quattro popolazioni presenti di *Cottus sp.*, in Ottersbach, Logebach e Krabach, mostrano caratteristiche ecologiche diverse e ciascuna delle popolazioni ha un proprio standard di lunghezza (Ls). Il confronto due a due di esse mostra significative differenze (fino a 5%), fatta eccezione per le popolazioni del Krabach e del Giertshagener Bach dove non si notano differenze significative (fino all'1%). L'età degli esemplari studiati varia da 0 a 4 anni e la ampiezza delle fluttuazioni, per ogni gruppo di età, è modesta; i diversi gruppi d'età recuperano le differenze con l'età. Le popolazioni di *Cottus sp.* manife-

stano la stessa crescita con un modesto vantaggio per i pesci di età maggiore nel Logebach. In questa ultima popolazione, le femmine raggiungono, in numero, il 71,7%, seguite da quelle del Krabach (71,1 %). Al contrario, nella popolazione del Giertshagener Bach la sex-ratio è in equilibrio (47,9% maschi e 52,1% femmine)

### RÉFÉRENCES

- BAILLON N., 1990 – *Otolithométrie en milieu tropical. Application à trois espèces du Lagon de Nouvelle-Calédonie*. Thèse de Doctortat Océanographie biologique, Univer. d'Aix – Marseille II, 363 p.
- BEVAGNA D., GIOVINAZZO G., LORENZONI M., MEARELLI M. & PETESSE M.L., 1990 – Segnalazioni di *Cottus gobio* l. (*osteichthyes-cottidae*) in alcuni corsi d'acqua umbri. *Rivista di idrobiologia* 29(1): 114–122.
- CARLANDER K. D., 1981 – Caution of the use of the regression method of back-calculating lengths from scale measurements. *Fisheries*, 6: 2 – 4.
- ENGLBRECHT C. C., FREYHOF J., NOLTE A., RASSMANN K., SCHLIEWEN U. & TAUTZ D., 2000 – Phylogeography of the bullhead *Cottus gobio* (*Pisces: Teleostei: Cottidae*) suggests a pre-pleistocene origin of the major central European populations. *Mol Ecol.*, 9: 709 – 22.
- FREYHOF J., 1996 – Distribution of YOY-barbel *Barbus barbus* (L.) in the river Sieg/ germany. Conservation of endangered Freshwater Fish in Europe, A. Kirchhofer & D. Helfi (eds), *Birkhäuser verlag Basel / Swetzerland*, 259 – 267.
- HÄNFLING B. & BRANDL R., 1998 – Genetic variability, population size and isolation of distinct populations in the freshwater fish *Cottus gobio* L. *Molecular Ecology*, 7. (12): 1625–1632.
- HÄNFLING B., HELLEMANS B., VOLCKAERT F. A. M. & CARVALHO G. R., 2002 – Late glacial history of the cold-adapted freshwater fish *Cottus gobio*, revealed by microsatellites. *Mol Ecol.*, 11: 9, 1717 – 1729.
- KNAEPKENS G., KNAPEN D., BERVOETS L., HANFLING B., VERHEYEN E. & EENS M., 2002 – Genetic diversity and condition factor: a significant relationship in Flemish but not in German populations of the European bullhead (*Cottus gobio* L.). *Heredity* 89: 4, 280 – 287.
- KNAEPKENS G., BRUYNDONCX L., EENS M., 2004 – Spawning habitat enhancement in the european bullhead (*Cottus gobio*), an endangered

- freshwater fish in degraded lowland rivers. *Biodiversity and Conservation*, 13 (13): 2443–2452
- KONTULA T. & VAINOLA R., 2001 – Postglacial colonization of Northern Europe by distinct phylogeographic lineages of the bullhead, *Cottus gobio*. *Mol. Ecol.*, 10 (8), 1983 – 2002.
- LECOMTE-FINIGER R. & YAHYAOUÏ A., 1989 – La microstructure de l'otolithe au service de la connaissance du développement larvaire de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*. *C. R. Acad. Sc. Paris, T 308, Série III*, 1–7.
- LELEK A., 1987 – *The Freshwater Fishes of Europe*. Vol. 9: Threatened Fishes of Europe. Ed. by the Europ. Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources, Council of Europe, 343 p.
- MAITLAND PS & CAMPBELL RN., 1992 – *Freshwater Fishes of the British Isles*. Harper Collins, London. 368 pp.
- MILLS CA & MANN RHK., 1983 – The bullhead *Cottus gobio*, a versatile and successful fish. *Annual Reports of the Freshwater Biological Association* 51, 76–88.
- PRETTY J.L., HARRISON S.S.C., SHEPHERD D.J., SMITH C., HILDREW A.G. & HEY R.D., 2003 – River rehabilitation and fish populations: assessing the benefit of instream structures. *Journal of Applied Ecology*, 40 (2): 251–265.
- RICKER W.E., 1975 – *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Ottawa, Fisheries and Marine Service, Department of the Environment, 482pp.
- SLECHTOVÁ V., BOHLEN J., FREYHOF J., PER-SAT H. & DELMASTRO G., 2004 – the alps as barrier to dispersal in cold-adapted freshwater fishes? phylogeographic history and taxonomic state of the bullhead in the adriatic freshwater drainage. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 33: 225–239.
- SMALE M. A. & TAYLOR W. W., 1987 – *Sources of back-calculation error in estimating growth of lake whitefish*, p. 189–202. In: Summerfelt, R.C. & G.E. Hall (Eds). *Age and growth of fish*. Iowa, Iowa State University Press, 544pp.
- SMYLY WJP., 1957 – The life history of the bullhead or Miller's thumb (*Cottus gobio* L.). *Proceedings of the Zoological Society of London* 128, 431–453.
- SVEDÄNG H., WICKSTRÖM H., REIZENSTEIN M., HOLMGREN K. & FLORENIUS P., 1998 – Accuracy and precision in eel age estimation, using otoliths of known and unknown age. *Journal of Fish Biology*, 53: 456 – 464.
- VOLCKAERT F. A. M., HANFLING B. & CARVALHO G. R., 2002 – Timing of the population dynamics of bulhead *Cottus gobio* (Teleostei, Cottidae) during the Pleistocene. *Journal of Evolutionary Biology* 15, 6: 930 – 944.
- YAHYAOUÏ A., 1991 – *Contribution à l'étude de la biologie de l'anguille (A. anguilla L.) dans son aire méridionale de la répartition géographique: littoral atlantique et méditerranéen marocain*. Doct. d'État es-Sci. Nat. Univ. Med V, Rabat, 314 pp.
- YAHYAOUÏ A., 1998 – *Ecobiologie de l'Anguille (Anguilla anguilla) dans le Rhin (Région de Bonn)*. Rapport du séjour d'études scientifiques en République Fédérale d'Allemagne (DAAD: A/98/19251): 29 pp.

#### REMERCIEMENTS

Les échantillons analysés ont été récoltés par le Dr J. FREYHOF et ce travail a été réalisé au *Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Department Biology and Ecology of Fishes, Berlin*, grâce à la bourse de séjour d'études scientifiques (A/03/35775) de la Deutscher Akademischer Austauschdienst (D.A.A.D) et le Service Culturel de la République Fédérale d'Allemagne à Rabat, que toutes ces personnes et ces Institutions trouvent ici mes sincères remerciements.

#### Indirizzo degli Autori

A. YAHYAOUÏ  
 UFR: Biodiversité et Aquaculture (Bio-Aqua)  
 Département de Biologie, Faculté des Sciences,  
 B. P. 1014 Rabat (Maroc)  
 E Mail: a.yahyaoui@fsr.ac.ma Fax: +212 37 77 54 61

Ricevuto: Settembre 2004

Accettato: Giugno 2006