

REGIME ALIMENTAIRE DE LA CARPE HERBIVORE (*CTENOPHARYNGODON IDELLA*, VALENCIENNES 1844) EN STADE D'ALEVINAGE DANS LES ETANGS DE LA STATION DE PISCICULTURE DEROUA, MAROC.

FOOD DIET OF GRASS CARP FRIES (*CTENOPHARYNGODON IDELLA*, VALENCIENNES 1844) IN DEROUA FISH FARMING PONDS, MOROCCO.

S. FARID^(1,*), A. OUIZGANE⁽¹⁾, F.Z. MAJDOUBI⁽¹⁾, M. HASNAOUI⁽¹⁾, M. DROUSSI⁽²⁾

¹Equipe Génie de l'Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sultan Moulay Slimane, BP. 523, Béni Mellal, Maroc.

²Consultant international en aquaculture, Béni-Mellal, Maroc.

* Corresponding author E-mail: sana1farid@yahoo.fr

Received: April 24, 2018, Accepted: November 15, 2019, Online: December 27, 2019.

RESUME

Afin de déterminer les préférences alimentaires des alevins de la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes 1844) dans les étangs d'alevinage de la station Deroua (Fkih Ben Saleh, Maroc) et de comprendre leur évolution en fonction de la taille, une étude a été réalisée entre avril et juin 2014 sur 81 spécimens répartis en trois classes de tailles (1 : 0,7 à 0,8 cm ; 2 : 0,81 à 2,2 cm et 3 : 2,3 à 3,9 cm). Ces classes de tailles ont été choisies afin d'étudier l'effet de la taille sur le régime alimentaire de cette espèce.

Les résultats ont montré que les alevins dont la taille se situe dans la classe 1 (0,7 à 0,8 cm) se nourrissent en particulier de Chlorococcales (Chlorophycée) telles que *Scenedesmus protuberans*, *Coelastrum microporum* var. *microporum*, *Scenedesmus smithii* et *Scenedesmus serratus*, par la suite les individus de la classe 2 (0,81 à 2,2 cm) consomment préférentiellement les larves de Copépodes et d'insectes. Les individus de la classe 3 consomment surtout *Spirogyra varians* et *Spirogyra majuscula*.

Il est clairement notable qu'au-delà de la taille de 2,3 cm (après 4 semaines), le régime alimentaire de la carpe herbivore, devient exclusivement herbivore. Ainsi la taille > 2,3 cm peut être considérée comme la taille propice pour

l'empoissonnement des plans d'eau pour une éventuelle lutte contre les macrophytes.

Mots clés : *Ctenopharyngodon idella*, Régime alimentaire, alevins, classe de taille, Chlorophycée, Deroua, Maroc.

SUMMARY

In order to determine the feeding preferences of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Valenciennes 1844) fry in the nursery ponds of the Deroua station (Fkih ben Saleh, Morocco) and to understand their evolution according to the size, a study was carried out between April and June 2014 on 81 specimens divided into three size classes (1: 0.7 to 0.8 cm; 2: 0.81 to 2.2 cm and 3: 2.3 to 3.9 cm). These size classes were chosen to study the effect of size on the diet of this species.

The results showed that fry found in class 1 (0.7-0.8 cm) feed particularly on Chlorococcales (*Chlorophyceae*) such as *Scenedesmus protuberans*, *Coelastrum microporum* var. *Microporum*, *Scenedesmus smithii* and *Scenedesmus serratus*, subsequently Class 2 individuals (0.81 to 2.2 cm) preferentially consume Copepod and insect larvae. Individuals in class 3 consume mainly *Spirogyra varians* and *Spirogyra majuscula*.

It is clearly significant that beyond the size of 2.3 cm (after 4 weeks), the diet of grass carp becomes exclusively herbivorous. Thus size > 2.3 cm can be

considered as the suitable size for stocking water bodies to fight against macrophytes.

Keywords: *Ctenopharyngodon idella*, diet, fry, size class, green algae, Deroua, Morocco.

1. INTRODUCTION

L'alimentation est une fonction vitale que le poisson doit pouvoir assouvir en s'adaptant aux contraintes imposées par son environnement. Le régime alimentaire varie ainsi en fonction de l'état ontogénique du poisson (Amara et al., 2001). Il peut être également modulé en fonction de la disponibilité en nourriture, constituant essentielle de la qualité de l'habitat (Belaïfa et al., 2013).

La réussite de l'élevage de la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*) dépend de la maîtrise de nombreux paramètres. L'alimentation de cette espèce constitue la clef de voûte d'une croissance optimale et, par conséquent, d'un bénéfice maximal.

Son régime alimentaire, exclusivement carnivore (du zooplancton tels que *Moina rectirostris*, *Keratella vulga* et *Brachionus sp.* et des larves de chironomides) dans les premières semaines (Dah-Shu, 1957 ; Ling, 1967 ; Sobolev, 1970 ; Bardach et al., 1972 ; Opuszynski, 1972 ; Opuszynski, 1973 ; Tamas et Horvath, 1976) devient herbivore à une longueur de 20 mm (Kilgen et Smithmerman, 1973).

Afin d'optimiser la productivité en alevins de la carpe herbivore dans les conditions environnementales de la station de pisciculture

Deroua et de déterminer la meilleure durée d'alevinage et la taille optimale à l'empeusement des plans d'eau, il a été nécessaire de suivre l'évolution alimentaire du régime alimentaire des alevins de cette espèce en fonction de la taille au sein des étangs d'alevinage de la station Deroua (Fkih Ben Salah, Maroc).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Site de l'étude

La station de pisciculture Deroua est située dans la province de Fkih Ben Saleh à 25 km au Sud-Ouest de la ville de Béni-Mellal, Maroc (figure 1).

Selon les conditions climatiques et la végétation, Emberger (1933) classe cette région dans le domaine semi-aride à hiver tempéré. L'été est chaud (température moyenne de l'eau atteint 35°C en août) et l'hiver est doux (température moyenne de l'eau en janvier est de 14°C). Le maximum de la pluviométrie est enregistré en Décembre. Les orages abondants d'été présentent une grande variabilité interannuelle mais n'arrivent pas à compenser l'évaporation estivale très importante.

La station de pisciculture Deroua dispose d'un ensemble de 47 étangs en terre subdivisé en 6 séries (A, B, C, D, E et F) d'une surface allant de 200 à 2000 m². L'eau de remplissage des étangs provient de la nappe phréatique et du barrage Bin El Ouidane.

La présente étude a été réalisée dans l'étang B2 d'une superficie de 2000 m².

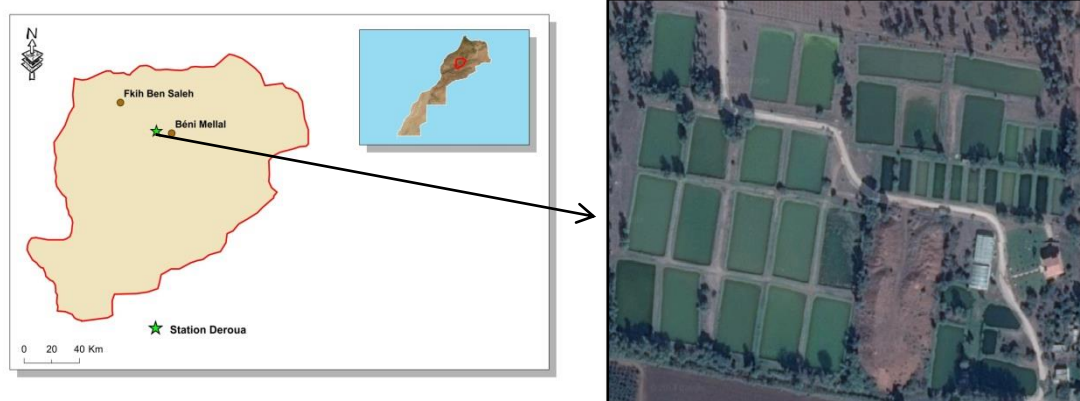


Fig. 1. Situation géographique de la station de pisciculture Deroua.

Fig. 1. Location of the Deroua fish farm.

2.2 Echantillonnage

2.2.1 Chronologie d'activités

Après la reproduction artificielle, les alevins de 5 à 7 mm de longueur sont transférés des bacs d'écloserie vers les étangs d'alevinage. Ces étangs, préalablement vidés et exposés au soleil durant une à deux semaines pour désinfection, sont remplis d'eau de la nappe phréatique. Les alevins,

deversés dans ces étangs, reçoivent chaque jour une farine granulée pendant un mois. Par la suite, ils commencent à se nourrir sur les communautés planctoniques qui s'installent dans les étangs.

Le tableau 1 illustre la chronologie de la reproduction et de l'empoissonnement des étangs ainsi que le nombre d'alevins déversés dans les étangs et leurs densités pendant la période d'alevinage (mai-juin 2014).

Tab 1. Dates de reproduction et d'empoissonnement, densité et nombre d'alevins déversés dans les différents étangs durant la période d'alevinage mai - juin 2014.

Table 1. Dates of breeding and stocking, density and number of fry dumped into the various ponds during the rearing period May - June 2014.

<i>Etang</i>	<i>Date de reproduction</i>	<i>Date de déversement</i>	<i>Nombre d'alevins déversés</i>	<i>Densité d'alevinage (individu/m²)</i>	<i>Espèce</i>	<i>Durée de suivi (jours)</i>
B2	06/05/2014	16/05/2014	200 000	100	Carpe Herbivore	27

2.2.2 Stations de mesure et prélèvements

Au cours de cette période d'alevinage, les échantillons destinés à l'analyse qualitative et quantitative du plancton ont été prélevés chaque jour pendant la première semaine, puis tous les trois jours pour le reste de la période. Les prélèvements ont été effectués au niveau de quatre stations de mesure dans l'étang B2 (figure 2).

2.3 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de l'étang

Les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau de remplissage sont données dans le tableau 2. L'eau est légèrement alcaline, minéralisée et riche en nitrates.

Le tableau 3 apporte qu'au cours de la période d'étude (mai-juin), la température de l'eau varie

entre 22,1 et 27,3°C et le pH est alcalin avec des valeurs variant entre 8,02 et 8,61. La grande variation de l'oxygène dissous avec la valeur maximale de 10,92 d'O₂mg/l est liée à l'activité photosynthétique du phytoplancton provoquée par les conditions optimales après remplissage (Tableau 3).



♦ Station de mesure

Fig. 2. Localisation de l'étang d'alevinage B2.

Fig. 2. Location of the rearing pond B2.

Tab 2. Paramètres physico-chimiques de l'eau de la nappe.

Table 2. Physicochemical parameters of groundwater.

	<i>pH</i>	<i>Cond.</i> ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	<i>O₂.dis.</i> ($\text{mg O}_2/\text{l}$)	<i>T</i> (°C)	<i>N-NO₃</i> (mg N/l)	<i>N-NO₂</i> (mg N/l)	<i>PO₄</i> (mg P/l)
<i>Eau de la nappe</i>	7,4±0,08	952±187	6,6±1,2	23±2,7	7,28±0,19	0,02±0,017	0,2±0,05

Tab 3. Variations journalières des caractéristiques physico-chimiques de l'eau.

Table 3 : Daily variations of physicochemical characteristics of pond water B2.

	<i>T</i> (°C)	<i>pH</i>	<i>Cond.</i> (μ S/cm)	<i>O₂ dis.</i> (mg O ₂ /l)	<i>N-NO₂</i> (mg N/l)	<i>N-NO₃</i> (mg N/l)	<i>PO₄</i> (mg P/l)
19 mai	24,5	8,03	689	6,62	0,545	6,05	0,35
21 mai	24,7	8,61	553	10,92	0,22	4,19	0,25
23 mai	23,4	8,11	622	4,95	0,065	5,64	0,3
26 mai	22,1	8,31	564	6,23	0,14	5,04	0,13
29 mai	25,1	8,19	860	4,63	0,074	0,28	0,259
02 juin	26,3	8,12	862	4,74	0,32	5,11	0,15
07 juin	23,4	8,02	828	4,61	0,18	2,21	0,31
09 juin	27,3	8,17	990	2,99	0,78	5,01	0,42
11 juin	27,2	8,17	930	2,99	0,18	5,63	0,24

2.4 Paramètres biologiques

2.4.1 Plancton

Qu'il s'agit d'un inventaire systématique ou d'une estimation quantitative, la récolte des algues a été réalisée à l'aide d'un filet à plancton de 53 μ m de vide de mailles descendu verticalement jusqu'au fond puis remonté jusqu'à la surface. La fréquence d'échantillonnage est identique à celle de l'eau. Le plancton est recueilli dans une bouteille étiquetée. Cette opération est répétée trois fois à chaque station de mesure.

Les échantillons destinés à l'analyse du phytoplancton (200ml) et du zooplancton (1000ml) ont été fixés au formol à 10%. Pour le phytoplancton, les dénombrements sont effectués au microscope inversé de type Euromex d'après la méthode d'Utermöhl (1958) modifiée par Legendre & Watt (1972), dans une cellule de comptage de volume connu (25ml). Pour le zooplancton, les dénombrements ont été réalisés sous une loupe binoculaire.

2.4.2 Poissons

a. Échantillonnage et analyse des contenus des tubes digestifs

81 spécimens d'alevins de carpe herbivore dont la taille variant de 0,7 à 4,7 cm ont été pêchés entre 9h et midi (trois individus par prélèvement).

La taille totale des alevins en centimètres (mesurée par une règle graduée et le poids en grammes (mesuré par une balance de précision de type Mettler à 0,1g) ont été relevés pour chaque individu avant d'être disséqué. Les contenus des tubes digestifs sont conservés dans des tubes contenant du formol à 4% (Neuveu, 1978).

Les différents taxons-aliments présents dans le contenu des différents tubes digestifs ont été déterminés et dénombrés. L'identification de ces proies a été réalisée en se référant aux ouvrages de Bourrelly (1970, 1972, 1981), Anagnostidis & Komarek (1989) ; Komarek & Fott (1983) ; Krammer & Lange-bertalot (1986) ; Starmach (1966, 1983) pour le phytoplancton, et de Pourriot et Francez (1986), Amoros (1984) et Dussart (1969) pour le zooplancton.

b. Corrélation poids - taille

La relation entre la longueur des poissons et leur poids est représentée selon la relation de Le Cren (1951) :

$$W = a.L^b$$

où W est le poids total du poisson en g,

L est la longueur totale du poisson en cm,

a et b sont des facteurs caractéristiques du milieu et de l'espèce.

La valeur de référence $b=3$ indique que le poisson a une croissance isométrique ou symétrique (poisson bien symétrique).

Lorsque $b>3$ ou <3 , la croissance est allométrique ou asymétrique ; le poisson est respectivement plus lourd ou moins lourd que sa taille. Lors des pontes, les poissons ont un $b>3$. Autrement dit, la valeur de b est affectée par la nourriture disponible et le stade de reproduction.

La constante b est déduite de la droite de régression linéaire et varie entre 2 et 4, mais il est souvent proche de 3. La constante de proportionnalité a de la relation entre le poids et une puissance de la longueur est déterminée par calcul ($a = e^x$, avec x constante logarithmique de la courbe de régression) (Pauly et Moreau, 1997). La corrélation linéaire entre ces deux variables (poids et longueur) est exprimée par le coefficient (r^2).

2.5 Expression des résultats

La caractérisation du régime alimentaire d'un poisson suppose une description qualitative et quantitative des proies contenues dans l'estomac. En vue d'atteindre cet objectif, de nombreuses méthodes qualitatives et quantitatives ont été proposées par divers auteurs. Dans le cadre du présent travail, nous avons utilisé des coefficients et indices alimentaires.

L'analyse quantitative des contenus stomacaux se traduit par le calcul des indices suivants :

- Indice d'occurrence (Io) renseigne sur les préférences alimentaires, mais n'apporte aucune indication sur l'importance quantitative des différentes proies. Il a été exprimé selon la relation (Lauzanne, 1976) :

$$Io (\%) = \frac{\text{Nombre d'estomacs contenant une catégorie de proies} \times 100}{\text{Nombre total d'estomacs examinés}}$$

Les proies sont considérées :

- constantes lorsque $Io > 50\%$,
- accessoires lorsque $20\% > Io > 50\%$ et
- accidentelles lorsque $Io < 20\%$.

- Indice volumétrique (Iv) : nous avons adopté la méthode de «points» de Hynes (1950). Elle consiste à attribuer à chaque proie, un certain nombre de points en fonction de son abondance et sa taille. Le nombre total des points obtenus pour chaque item alimentaire est exprimé en pour-cent par rapport à l'ensemble des points obtenus pour toutes les proies.

Dans notre cas, nous avons attribué 16 points à l'item alimentaire dont le volume est le plus élevé. Les autres composants ont obtenus 8, 4, 2, 1 et 0 points en fonction du volume par rapport au composant de plus grand volume. Les pourcentages en volume au sein de chaque sous-échantillon ont été calculés en tant que :

$$Iv (\%) = \frac{\text{Nbre de points attribués à une catégorie de proies (Np)} \times 100}{\text{Nbre total des points attribués au sous échantillon (Npt)}}$$

Quoique subjective suite aux erreurs d'estimation de l'observateur, cette méthode a le grand avantage d'être rapide et applicable à presque toute nature de contenus stomacaux, aux proies bien dénombrables qu'indénombrables et très souvent difficiles à peser en raison du volume réduit du bol alimentaire (Ulyel, 1991), tel est le cas chez les alevins de la carpe herbivore des étangs d'alevinage de la Deroua.

- Indice d'abondance (indice numérique) (Iab ou IN) : Il permet une semi quantification du régime alimentaire (Lauzanne, 1976) :

$$Iab (\%) = \frac{\text{Nbre d'individus d chaque catégorie de proie} \times 100}{\text{Nbre total des proies}}$$

- Indice alimentaire (IA) : Cet indice composite, variant entre 0 et 100, est utile pour comparer l'importance relative de différentes proies dans le régime alimentaire, les régimes alimentaires d'une même espèce en fonction de la taille, des saisons ou du biotope, et il se prête bien à une représentation graphique très parlante (Paugy et D'Leveque, 1999). Il est utilisé aussi afin de comparer l'importance d'une catégorie de proie dans le régime alimentaire et minimiser les biais possibles liés à l'utilisation des indices d'occurrence et volumétrique (Lauzane, 1975) :

$$IA \text{ (Indice alimentaire)} = \frac{IO \times IV}{100}$$

Cet indice renseigne aussi sur les préférences alimentaires.

Selon la classification de ce même auteur, les proies sont classées suivant leur valeur d'indice alimentaire en :

- **Proies secondaires** si $0 < IA < 10$
- **Proies importantes** si $10 < IA < 25$

- **Proies essentielles** si $25 < IA < 50$
- **Proies dominantes** si $IA > 50$

3. RESULTATS

3.1 Croissance des alevins en longueur et en poids

La variation temporelle de la croissance en longueur et en poids des alevins de la carpe herbivore est illustrée sur les figures 3 et 4.

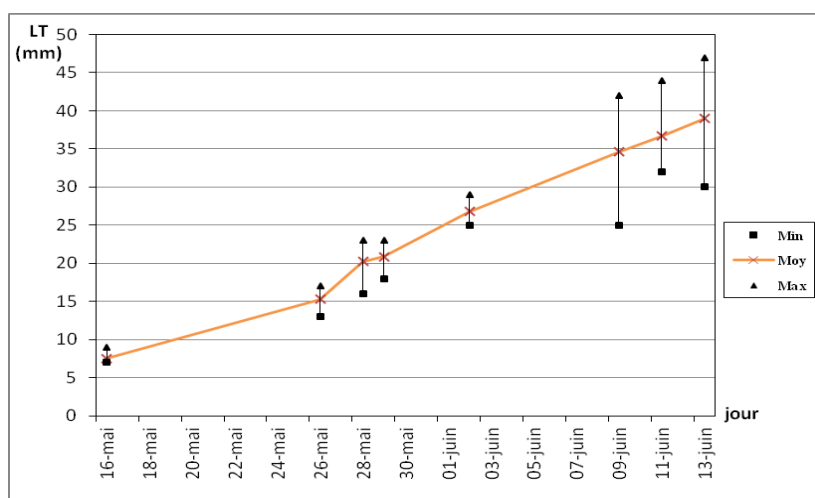


Fig. 3. Evolution de la taille des alevins de la carpe herbivore.

Fig. 3. Evolution of the fry size of grass carp.

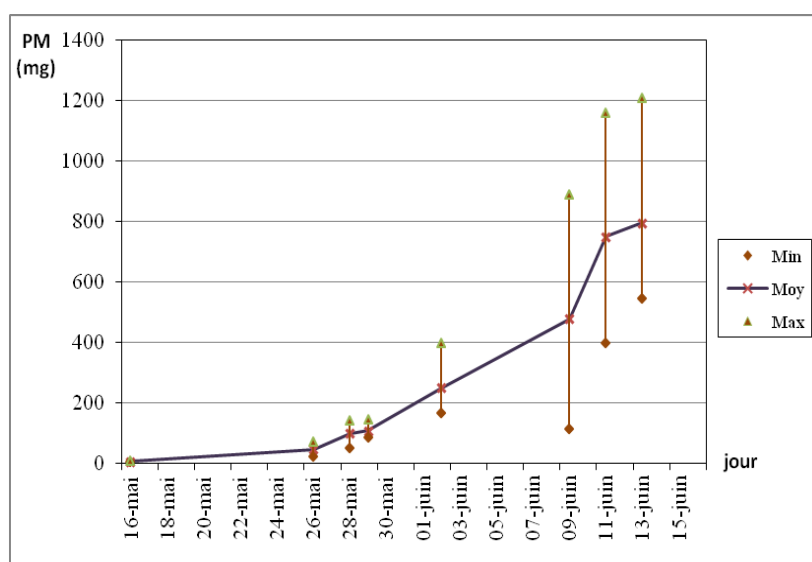


Fig. 4. Evolution du poids des alevins de la carpe herbivore.

Fig. 4. Evolution of the fry weight of grass carp.

L'évolution de la longueur moyenne des alevins a montré une augmentation progressive du 16 mai (date du début d'alevinage) au 13 juin en passant de 7,5 à 39 mm, soit un gain de taille journalier de 1,16 mm/j. Les écarts de tailles minimales et maximales augmentent entre les alevins capturés durant les trois derniers échantillonnages de la période.

La croissance pondérale de ces alevins subit des variations journalières avec un gain de poids journalier de 7,88 mg/j du 16 au 29 mai. Il a atteint 37,03mg/l en 10 jours (du 29 mai à 09 juin) et il est plus important du 09 au 13 juin où il a atteint 79,51 mg/j en 4 jours d'alevinage.

3.2 Relation longueur-poids

La courbe de régression pour cette espèce est indiquée sur la figure 5. L'étude de la relation longueur-poids des alevins de carpe herbivore a permis de déterminer les paramètres «a et b».

Chez la carpe herbivore, la valeur b est très proche de 3 ($b = 3,106$), la forme du corps ne change pas avec la croissance. Cette constatation corrobore celle de Le Cren (1951) qui a rapporté que chez un poisson idéal qui maintient en parfaite égalité les dimensions du corps et de la longueur, la valeur isométrique (symétrique) de b est de 3.

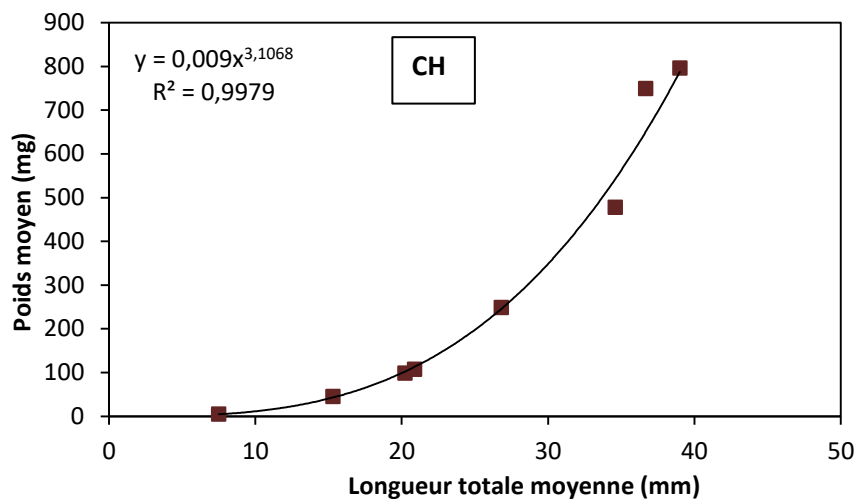


Fig. 5. Relation du poids moyen –taille totale moyenne des alevins de la carpe herbivore.

Fig. 5. Relationship of the average weight - Total average size of fry of grass carp.

3.2 Etude du régime alimentaire

3.3.1 Analyses qualitative et quantitative du régime alimentaire en fonction de la taille

L'analyse des tubes digestifs des alevins a montré une nette variation du régime alimentaire en fonction des trois classes de taille identifiées : la classe 1 de 0,7 à 0,8 cm, la classe 2 (0,81 à 2,2 cm) et la 3^{ème} classe de 2,3 à 3,9 cm (Figure 6).

En classe de taille 1 (0,7 à 0,8 cm), les alevins ont consommé 2 items proies : les Chlorophycées représentées par des Chlorococcales ($lo=54,9\%$) et des Volvocales ($lo=17,64\%$), et les Diatomophycées

($lo=27,45\%$). Cependant, seules les Chlorococcales et les Diatomophycées ont été des proies accessoires et les Volvocales des proies accidentelles. Les taxons *Kirchneriella obesa* ($lo=15,69\%$), *Scenedesmus serratus* ($lo =15,1\%$), *Navicula veneta* ($lo=17,65\%$) et *Chlamydomonas gloeophila* ($lo=17,6\%$) ont été les taxons les plus consommés au niveau de cette classe de taille.

Les deux Diatomophycées *Navicula veneta* et *Nitzschia dissipata* ont formé l'aliment le plus abondant mais le moins dégradée des tubes digestifs ($lab=37,5$) quoique accidentelles dans la composition alimentaire de la carpe herbivore.

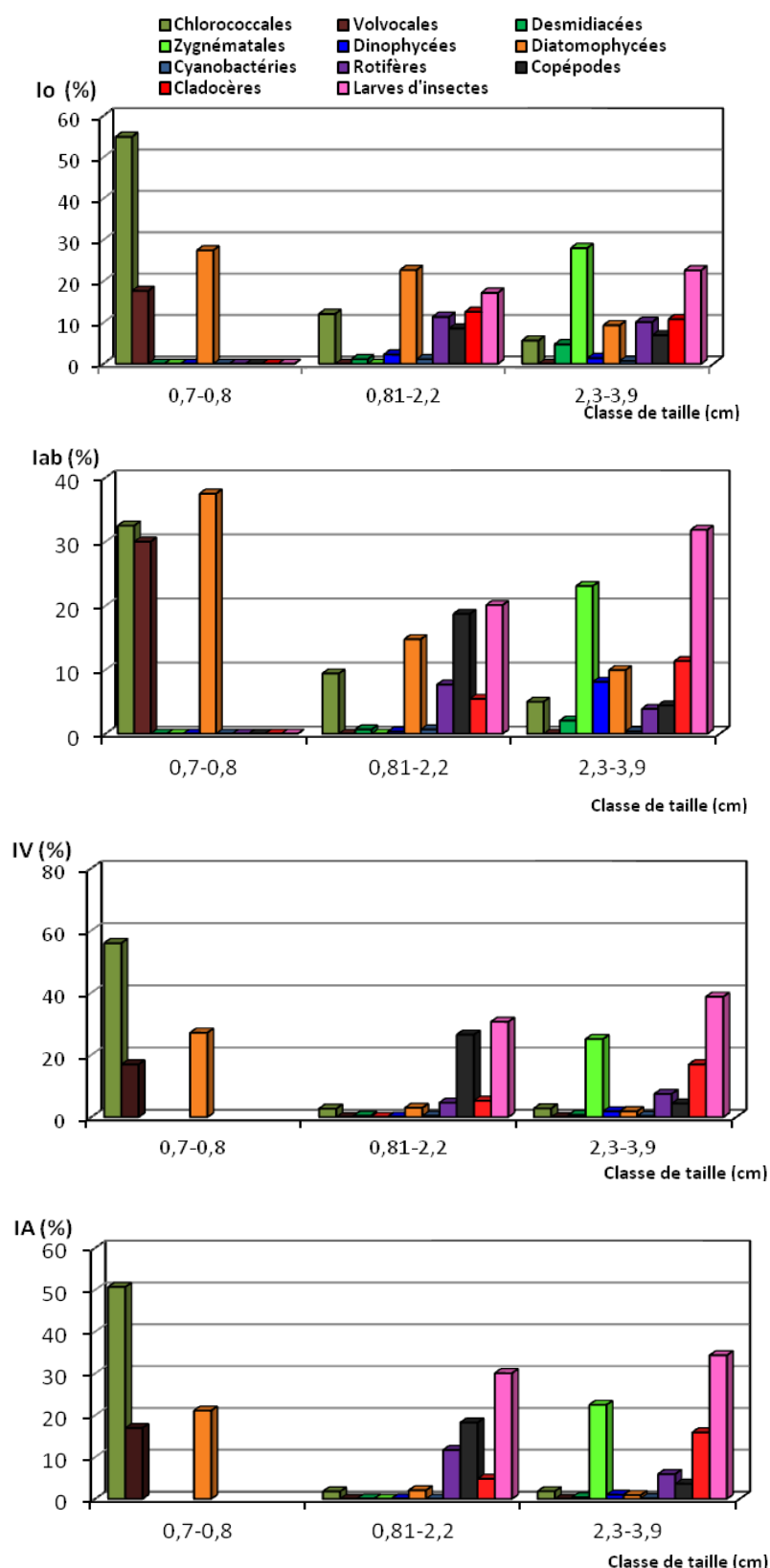


Fig. 6. Indices d'occurrence (Io), d'abondance, volumétrique (IV) et alimentaire (IA) en pourcentage des groupes d'items proies dans les contenus des tubes digestifs des alevins de la carpe herbivore, en fonction de la taille.

Fig. 6. Indices of Occurrence (Io), Abundance, Volumetric (IV) and Food (AI) as a percentage of prey item groups in the contents of the digestive tracts of grass carp fry as a function of size.

L'indice alimentaire indique que *Kirchneriella obesa* (IA=12%) et *Scenedesmus serratus* (IA=33,8%) sont les proies les plus dominantes parmi les Chlorococcales (IA=50,66%) dans le tractus digestif des alevins de cette classe de taille.

Les alevins de la carpe herbivore dont la taille se situe entre 0,81 et 2,2 cm (classe 2) présentent une préférence alimentaire aux Rotifères (Io=11,34%, lab=7,67%, Iv=4,62% et IA=11,68%), Copépodes (Io=8,54%, lab=18,72%, Iv=26,48% et IA=18,23%), Larves d'insectes (Io=17,18%, lab=20,1%, Iv=30,63% et IA=30%) et Cladocères (Io=12,58%, lab=5,44%, Iv=5,24% et IA=4,79%).

Les autres proies Chlorococcales et Diatomophycées se trouvent accidentellement dans les tubes digestifs des individus disséqués. L'analyse des résultats de ces indices montre que les Cladocères sont des proies d'importance secondaire, les Larves d'insectes sont des proies dominantes des tubes digestifs, alors que les Rotifères (*Finilia terminalis*, *Asplanchna priodonta*, *Epiphanes senta* et *Lecane monostyla*) et les Copépodes (*Nauplius*) ont été les proies les plus importantes et les plus digérées.

En classe 3 (2,3 à 3,9 cm), les Zygnématales représentées par l'espèce *Spirogyra varians* trouvent place dans l'alimentation des alevins de la carpe herbivore avec (Io=27,98%, lab=23%,

Iv=25,09% et IA=22,48%) ceci montre que ces alevins ont bien développé des dents pharyngiennes à 2,3 cm et peuvent consommer leur alimentation préférée (l'absence des macrophytes au niveau des tubes digestifs des individus étudiés est lié à leurs absence dans l'étang B2). Les autres proies (Chlorococcales, Diatomophycées, Desmidiacées, Dinophycées, Rotifères, Copépodes, Cladocères et larves d'insectes ont été ingérées accidentellement puisqu'elles ne sont pas dégradées.

3.3.2 Fractions animale et végétale du régime alimentaire des alevins

L'évolution de l'indice alimentaire (IA) de la fraction végétale et celle animale trouvées dans le contenu intestinal des alevins de la carpe herbivore en fonction de la taille est rapportée sur la figure 7.

Les alevins dont la taille est de 0,7 à 0,8 cm se nourrissent surtout de phytoplancton. Lorsque la taille est comprise entre 0,9 et 2,2 cm, la fraction animale augmente et elle atteint son maximum (IA = 97,68%) à 1,53 cm. Au-delà de 2,3 cm, le contenu des tubes digestifs renferment à la fois la fraction animale et la fraction végétale, cette dernière est représentée en grande proportion par *Spirogyra varians* ce qui signifie qu'à ce stade ces alevins ont bien développé des dents pharyngiennes et ils ont la capacité de sélectionner l'aliment préféré.

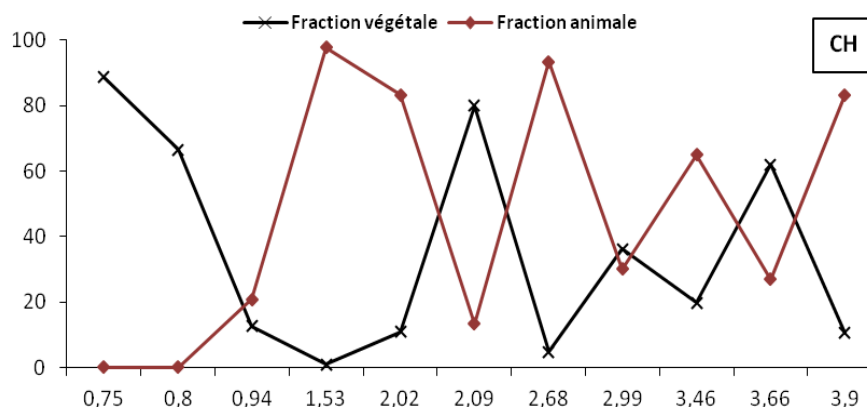


Fig. 7. Comparaison de la proportion animale-végétale exprimée par l'indice alimentaire dans le régime alimentaire des alevins la carpe herbivore (CH).

Fig. 7. Comparison of the animal-vegetable proportion expressed by the dietary index in the diet of the fry of grass carp (CH).

4. DISCUSSION

L'étude de la relation longueur-poids a permis de déterminer, la valeur de $b = 3,106$. Cette valeur concorde avec celle habituellement rapportée et admise dans la littérature 2,50 et 3,50 (Pauly et Moreau, 1997). Elle montre que la croissance des alevins de la carpe herbivore est symétrique dans les étangs d'alevinage Deroua.

Les paramètres de la relation poids-longueur constituent un outil essentiel de comparaison entre diverses populations d'une même espèce vivant dans des écosystèmes similaires ou différents (Stergiou et Moutopoulos, 2001 ; Thomas et al., 2003 ; Odat, 2003).

Les alevins de la carpe herbivore de 0,7 à 0,8 cm de taille consomment essentiellement des Chlorococcales. D'après Aliev, In Antalfi et Tolg (1972), au 7ème jour post-éclosion, la méso-larve mesure 0,75 à 0,8cm. La vésicule vitelline est complètement résorbée et l'individu consomme exclusivement de la nourriture exogène. Les résultats obtenus montrent que les alevins de 0,81 à 2,2 cm de longueur moyenne consomment préférentiellement des Copépodes et des Rotifères. Ces résultats ne corroborent pas avec ceux trouvés par George (1982) qui rapporte que les alevins de la carpe herbivore ont un régime alimentaire, exclusivement carnivore dans les premières semaines. Au niveau des étangs d'alevinages Deroua, le régime alimentaire des alevins de la carpe herbivore évolue en fonction de la taille et de l'âge du poisson. Au début de leur alimentation exogène (alevins de 9 jours, $\pm 0,0045$ g, $\pm 0,7$ cm), les larves se nourrissent de microalgues vertes telles que *Scenedesmus serratus* et *Kirchneriella obesa*. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Rozmanova (1966). Un peu plus tard, chez les alevins de 0,84 à 2,3 cm, du zooplancton tel que *Lecane monostyla*, *Nauplius* et des larves d'insectes apparaissent dans l'alimentation. Bardach et al. (1972) rappellent que le régime alimentaire se généralise chez les larves d'environ 10 cm (cladocères, copépodes et petits animaux benthiques), ainsi Opuszynski (1972, 1973) a montré que les larves de chironomides sont une composante importante de l'alimentation des larves de 17-18 mm et plus.

A partir de 2,3 cm, les alevins de la carpe herbivore dans nos étangs commencent à se nourrir des algues filamenteuses (surtout *Spirogyra varians* et *Spirogyra majuscula*) comme ceux trouvés par Pípalová (2006). A ce stade, nous pouvons considérer que la carpe herbivore devient exclusivement herbivore, ce qui est en concordance avec les résultats des travaux de Kottelat et Freyhof (2007) qui ont montré que le régime alimentaire devient quasi-exclusivement herbivore au-delà de 2 à 5 cm mais en contradiction avec ceux de George (1982) qui a trouvé que le régime alimentaire de cette espèce devient exclusivement herbivore dès que le poisson a atteint la longueur de 2,5 à 3 cm. D'après ces résultats, nous considérons qu'en stade alevins cette espèce majoritairement herbivore, n'entre pas en compétition alimentaire avec les autres espèces (carpe argentée, carpe commune) avec lesquelles elle est associée dans l'étang en polyculture (Farid et al., 2017) ou en milieu naturel. Kilgen et Smitherman (1973) ont montré qu'en absence de nourriture végétale, les juvéniles se nourrissaient d'insectes. La proportion de matériel végétal va aller sans cesse en augmentant avec l'accroissement de la taille du poisson. Selon Aliev (1976), après le 20^{ème} jour post-éclosion, la post-larve de la carpe herbivore mesure de 15 à 23,4mm, les dents pharyngiennes (corbeille branchiale) sont bien développées et sont identiques à l'adulte. Hickling (1962) et Hephher (1988) ont montré que la cavité buccale de la carpe herbivore contient des dents pharyngiennes très dures et très tranchantes, qui permettent au poisson de couper ses aliments, et non pas de le râper comme pour d'autres espèces. Les autres proies ont été ingérées accidentellement puisqu'elles ne sont pas dégradées. Ceci est en accord avec Cudmore et Mandrak (2004) qui montrent que les juvéniles peuvent ingérer en même temps divers organismes vivant parmi ces plantes (mollusques, larves d'insectes, etc.).

La proportion des fractions végétale et animale dans l'alimentation de la carpe herbivore semble varier en fonction de la disponibilité des aliments et de la taille des poissons. Ces résultats permettent de dresser le tableau 2 récapitulatif du régime alimentaire des alevins de cette espèce de carpe en fonction de la taille et de l'âge.

Tab 2. Aliments préférentiels pour les alevins de la carpe herbivore à la station Deroua.**Table 2. Preferred food for grass carp fry in the ponds of Deroua fish farming.**

Alevins de carpes	Taille (cm)	Age (jour)	Fraction dominante	Aliments dominants
Carpe herbivore	• 0,7-0,8	• 10-11	• Fraction végétale	• Chlorococcales (<i>Scenedesmus serratus</i> , <i>Kirchneriella obesa</i>).
	• 0,81-2,2	• 12-23	• Fraction animale	• Rotifères (<i>Lecane monostyla</i>), Larves de Copépodes (<i>Nauplius</i>) et Larves d'insectes.
	• 2,3-3,9	• 24-38	• Fraction végétale	• Algues filamenteuses (<i>Spirogyra varians</i> et <i>Spirogyra majuscula</i>).

5. CONCLUSION

La compagne d'alevinage dans les étangs Deroua montre que le régime alimentaire des alevins de la carpe herbivore varie en fonction des classes de taille. Il évolue et se diversifie progressivement au cours de la croissance d'un régime planctophage à un régime phytophage dominant. Les alevins de 0,7 à 0,8 cm montrent une préférence alimentaire pour le phytoplancton. Ceux compris entre 0,81 et 2,2 cm présentent une préférence alimentaire pour les Rotifères et les Copépodes (*Nauplius*). Au-delà de 2,3 cm, ces alevins commencent à se nourrir également d'algues filamenteuses.

Les résultats ont montré que ces alevins peuvent ingérer en même temps divers organismes vivants : larves d'insectes, Desmidiacées (*Cosmarium binum*) et Diatomophycées (*Gomphonema intricatum*).

Il a été également constaté que les alevins de la carpe herbivore peuvent varier assez considérablement leur régime alimentaire selon la taille et la disponibilité de la nourriture dans le milieu dans lequel ils se trouvent. Il semblerait, en effet, que ce poisson soit capable d'élargir son préférence alimentaire en fonction de la plus ou moins grande disponibilité des proies qu'ils consomment habituellement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALIEV D.S. (1976). The role of phytofagous fish in the reconstruction of commercial ichthyofauna and biological melioration of water reservoirs.

Vopr. Ikhtiol., 16(2): 247-262 (transl. From Russian in *J. Ichthyol.*, 16(2): 216-229.

- AMARA, R-LAFFARGUE, P-DEWARUMEZ, JM-MARYNIAK, C-LAGARDÈRE, FLUCZAC C. (2001). Feeding ecology and growth of 0-group flatfish (sole, dab and plaice) on a nursery ground (Southern bight of the North Sea). *J. Fish Biol.* 58: 788-803.
- AMOROS C. (1984). Crustacés Cladocères, Extrait du Bulletin mensuel de la société Linnéenne de Lyon 53 année, n° 3 et 4.
- ANAGNOSTIDIS K., KOMAREK J. (1989). Modern approach to the classification system of cyanophytes.3- Oscillatoriales. *Archivfür Hydrobiologie. Suppl.*, 327-472.
- BARDACH J.E., RYTHER J.H., MCLARNEY W.O. (1972). Aquaculture: the farming and husbandry of freshwater and marine organisms. John Wiley and sons, New-York.
- BELAIFA B., BOUAMRA A., ATTOU F., ARAB Y.I., ARAB A. (2013). Comparaison du régime alimentaire du sandre *Sander lucioperca* (L., 1758) dans deux systèmes lacustres algériens. USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems "CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – ALGERIA, 19-21 November, 2013.
- BOURRELLY P. (1970). Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome 3 : Les algues bleues et rouges.
- BOURRELLY P. (1972). Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome 1 : Les algues vertes.

- BOURRELLY P. (1981). Les algues d'eaux douces. Initiation à la systématique. Tome 2 : Les algues jaunes et Brunes.
- CÉZILLY F., BRU N.B., HAFNE R.H. (1991). Foraging and fitness. *Acta Oecologica*, 12, 683-696.
- CUDMORE B., MANDRAK N.E. (2004). Biological synopsis of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2705: v + 44p.
- DAH-SHUH L. (1957). The method of cultivation of grass carp, black carp, silver carp and bighead carp. China, Aquatic Biology Research Institute, Academia Sinica: 90p. (Translated from Chinese by Language Services Branch, U.S. department of Commerce, Washington, D.C.
- DUSSART B. (1969). Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale, T 2.
- FARID S., OUIZGANE A., DROUSSI M., HASNAOUI M. (2017). Evolution des paramètres zootechniques de la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) élevée sous climat semi-aride à la station de pisciculture Deroua, Maroc. *J. Wat. Env. Sci.*, 1, 115-122.
- GEORGE T.T. (1982). The chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, its biology, introduction, control of aquatic macrophytes and breeding in the Sudan. *Aquaculture* 27 (3): 317-327.
- HEPHER B. (1988). Nutrition of pond fishes. *Cambridge University Press*, Cambridge: 388 p.
- HICKLING C.F. (1962). Fish culture. Faber and Faber, London: 295 p.
- HYNES H.B.N. (1950). The food of fresh water stickle backs (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*. 19: 36-58.
- KILGEN R.G., SMITHERMAN R.O. (1973). Appendix F. Food habits of the white amur (*Ctenopharyngodon idella*) stocked in ponds alone and in combination with others species. In : E.O. Gangstad (Ed.). Herbivorous fish for aquatic plant control. Aquatic Plant Control Program. Tech. Rep. U.S. Army Eng. Waterways Exp. Stn., Vicksburg, Miss., (4) : F1-F13.
- KOMAREK J., FOTT B. (1983). Chlorophyceae: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassersund Biologie. In : PHIL et PESTALOZZI MAD G.H (Eds), Die Binnengewässer, Stuttgart.
- KOTTELAT M., FREYHOF J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Suisse et Freyhof, Berlin, Allemagne. 646 p.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H. (1986). Naviculaceae. In: ETTL H., GERLOFF J., HEYING H, MOLLENHAUER D. (Eds), Süßwasser Flora von Mitteleuropa 2/1, Stuttgart.
- LAUZANNE L. (1975). Régime alimentaire d'*Hydrocyon Forskalii* (Pisces, Characidae) dans le lac Tchad et ses tributaires, Cach. ORSTOM, *Série Hydrobiol.*, VOL IX (2), 1056121.
- LAUZANNE L. (1976). Régimes alimentaires et relations trophiques des poissons du lac Tchad, Cah. ORSTOM, *Série Hydrobiol.*, vol X (4), 267-310.
- LE CREN E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 26 : 201 -29.
- LING S.W. (1967). Feeds and feeding of warm-water fishes in ponds in Asia and the Far East. *FAO Fish. Rep.*, 44(3) : 291-309.
- NEUVEU A. (1978). Les problèmes posés par l'étude de l'alimentation naturelle des populations sauvages de poissons. *Bull. Centre Et., Rech. Sci. Biarritz Fra.*, 3, 501-512.
- ODAT N. (2003). Length-weight relationship of fishes from coral reefs along the coastline of Jordan (Gulf of Aqaba). *Naga*, 26(1): 9-10.
- OPUSZYNSKI K. (1972). Use of phytophagous fish to control aquatic plants. *Aquaculture*, 1(1): 61-74.
- OPUSZYNSKI K. (1973). Weed control and fish production. Proceedings of the grass carp conferences, J.V. Shireman (Ed.). Gainesville, Florida, Aquatic Weeds Research Center, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, pp. 103-138.
- PAUGY D., LEVÊQUE C. (1999). Régimes alimentaires et réseaux trophiques. In Lévêque, C. & D. Paugy, (eds): Les poissons des eaux continentales africaines : Diversité, écologie, utilisation par l'homme. Editions de l'IRD, Paris: pp 167-190.
- PAULY D., MOREAU J. (1997). Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. *Collection polytech de l'I.N.P. de Toulouse, Cépaduès-Editions, France* : 288 p.

- PÍPALOVÁ I. (2006). A review of grass carp use for aquatic weed control and its impact on water bodies. *Journal of Aquatic Plant Management* 44: 1-12.
- POURRIOT R., FRANCEZ A. (1986). Rotifères. Extrait du bulletin mensuel de la société Linnéenne de Lyon 55 année, n°5.
- ROZMANOVA R.W. (1966). The feeding of white amur larvae kept in fish cages. Dokl. Akad. Nauk. SSSR., 166(3) : 729-731. (*Translated from Russian in J. Biol. Acad. USSR*, 166 (3): 27-28.
- SOBOLEV Y.A. (1970). Food interrelationships of young grass carp, silver carp, and carp reared jointly in ponds in Belorussia. *J. Ichthyol.*, 10(4) : 528-533.
- STARMACH K. (1966). Cyanophyta - Sinice Glaucophyta - Glaukofity. Flora Slodkowodna Polski. Warszawa.
- STARMACH K. (1983). Euglenophyta. Flora SlodkowodnaPolski. Warszawa.
- STERGIOU K.I., MOUTOPOULOS D.K. (2001). A review of length-weight relationship of fishes from Greek Marine Waters. *Naga*, 24 (1-2): 23–39.
- TAMAS G., HORVATH L. (1976). Growth of cyprinids under optimal zooplankton conditions. *Bamidgeh*, 28(3): 50-56.
- THOMAS J., VENU S., KURUP B.M. (2003). Length weight relationship of some deep-sea fish inhabiting the continental slope beyond 250 m along the west coast of India. *Naga*, 26(2): 17–21.
- ULYEL A.P. (1991). Ecologie alimentaire des *Haplochromis* spp (Teleostei : Cichlidae) du lac Kivu en Afrique Centrale. *Thèse de doctorat, KUL. Leuven*, 271pp.