

Évaluation de l'effet d'un système de refuge sur la survie et la croissance des alevins de *Heterobranchus longifilis* élevés en cage flottante

André Coulibaly¹, Tidiani Koné¹, Nahoua Issa Ouattara¹, Valentin N'Douba¹,
Jos Snoeks², Essetchi Paul Kouamélan¹ & Gouli Gooré Bi¹

¹ Laboratoire d'Hydrobiologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

² Laboratoire d'Ichtyologie, Musée Royal de l'Afrique Centrale, 13, B-3080 Tervuren, Belgique et Laboratoire d'Anatomie Comparée et Biodiversité, Katholieke Universiteit Leuven, Belgique.

Corresponding author : Ktidiani@yahoo.fr

RÉSUMÉ. La présente étude a consisté à évaluer en cage flottante (1m³) l'effet de l'introduction d'un système de refuge (bandelettes plastiques) sur la survie et la croissance des alevins de *Heterobranchus longifilis*. Trois séries d'expériences ont été menées. La première [poids moyen initial (P_{mi}): 0.9±0.1g; densité: 100 individus/m³] a porté sur l'évaluation de l'effet de la coloration (blanche, bleue, noire) du système de refuge sur la survie et la croissance. Après 90 jours d'élevage, aucune influence ($p>0.05$) de la coloration des bandelettes qui constituent le système de refuge n'a été observé sur le taux de survie (Ts) et le poids moyen final (Pmf). Par contre, comparativement aux cages sans système de refuge, ces paramètres ont été nettement améliorés ($p<0.05$) avec l'utilisation du dispositif de refuge (respectivement 70.9-74.0% et 16.2-17.1g contre 64% et 11.8g pour les cages sans refuge). La deuxième expérience (durée: 90 jours; Pmi: 0.9±0.1g) a permis de suivre, pour les deux types de cages testées, l'effet de quatre densités de mise en charge (100, 200, 500 et 1000 individus/m³) sur la survie et la croissance. D'une manière globale, le système de refuge a produit les meilleurs résultats. La densité de 100 individus/m³ a donné les meilleurs taux de croissance et de survie. La troisième expérience (durée: 60 jours; densité: 100 individus/m³) a porté sur la détermination de l'effet du système de refuge et du poids moyen initial (13.2±1.3g, 25.2±2.5g, 40.3±4.0g et 60.3±6.0g) sur la survie et la croissance dans les deux types de cages testées. Les résultats de cette expérience ont permis de mettre en évidence deux types d'effets du système de refuge: (1) un effet positif chez les poissons de poids compris entre 13.2 et 29.2g et (2) un effet négatif chez les poissons de poids compris entre 60.3 et 92.0g.

MOTS CLÉS : *Heterobranchus longifilis*, système de refuge, survie, croissance

Evaluation of a man-made shelter's effects on survival and growth of *Heterobranchus longifilis* fry under cage culture

ABSTRACT. The effects of shelter made from inert synthetic shade materials on the survival and growth of *Heterobranchus longifilis* fingerlings were evaluated under cage (1m³) culture conditions in man-made Lake Ayame (Côte d'Ivoire) from September 2003 to March 2004 (180 days). In the first experiment, fishes (initial mean weight: 0.9±0.1g; density: 100 fishes/m³) were reared during 90 days in either unsheltered or sheltered (white, blue or black synthetic shade material) cages. Survival and final mean weight were not affected by the colour of the shelter but were significantly higher ($p<0.05$) when shelter was provided (70.9-74.0% and 16.2-17.1g for sheltered cages vs 64.0% and 11.8g for unsheltered). During the second experiment (90 days), *H. longifilis* (initial mean weight 0.9±0.1g) were reared at four different stocking densities (100, 200, 500 and 1000 fishes/m³) in both sheltered and unsheltered cages. Survival and final mean weight noted were better in the sheltered cages. In both sheltered and unsheltered cages, these parameters were better for cages of 100 fishes/m³ and worst for cages of 1000 fishes/m³. In the third experiment (stocking density: 100 fishes/m³), *H. longifilis* of four different initial mean weight (13.2±1.3g, 25.2±2.5g, 40.3±4.0g and 60.3±6.0g) were reared during 60 days in either unsheltered or sheltered cages. Results showed two different effects of the shelter on survival and final mean weight of fishes: (1) positive effect for fishes weighting from 13.2 to 29.2g, and (2) negative effect for fishes weighting from 60.3 to 92.0g.

KEY WORDS : *Heterobranchus longifilis*, man-made shelter, survival, growth

INTRODUCTION

Le poisson-chat africain *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840, utilisé en pisciculture en Afrique de l'Ouest, est une espèce chez laquelle le cannibalisme est très développé aux stades larvaire et juvénile (OTÉMÉ &

GILLES, 1994; OTÉMÉ et al., 1996). Ce phénomène débute quatre jours après l'éclosion des larves et devient insignifiant à partir d'un poids moyen de 30g (BARAS et al., 1999). De ce fait, les stades larvaire et juvénile sont considérés comme les plus délicats de l'élevage de ce poisson, étant donné les taux élevés de mortalité liés, entre

autres, au phénomène de cannibalisme (OTÉMÉ & GILLES, 1994; OTÉMÉ et al., 1997; GILLES et al., 2001).

Cependant, chez certaines espèces cannibales, quelques travaux ont permis de mettre au point des techniques permettant d'améliorer le taux de survie lors de l'élevage des larves et des juvéniles: (1) l'utilisation d'alevins de taille homogène pour le démarrage des cultures (OTÉMÉ & GILLES, 1994; OTÉMÉ et al., 1996), (2) la réalisation de tris réguliers au cours de l'élevage (GILLES et al., 2001; BARAS et al., 2000), (3) l'utilisation d'un aliment à haute teneur en protéine (GILLES et al., 2001), (4) la réalisation de l'élevage dans des conditions optimales de température de manière à raccourcir le temps de développement durant lequel l'exercice du cannibalisme est accru (YADA & FURUKAWA, 1999), (5) la réalisation de l'élevage à l'obscurité (HOSSAIN et al., 1998; APPELBAUM & KAMLER, 2000) et (6) la réalisation de l'élevage à des densités optimales de mise en charge (HAYLOR, 1991; HENGSAWAT et al., 1997). Bien que de nombreuses méthodes aient été testées pour réduire la mortalité due au cannibalisme, aucune d'entre elles n'a permis à ce jour de la maintenir à des seuils acceptables. Très peu d'expériences basées sur l'introduction dans le milieu d'élevage de dispositifs pouvant servir de refuges pour les larves ou alevins les plus faibles ont été menées. En milieu naturel, *Heterobranchus longifilis* colonise préférentiellement les biotopes difficiles d'accès (herbiers de bordure) (LEGENDRE, 1991). Partant de ces observations, l'hypothèse de travail de la présente étude a consisté à vérifier si l'introduction dans le milieu d'élevage d'un nuage de bandelettes plastiques (polyéthylène) enchevêtrées peut servir de refuges pour des larves ou alevins de *H. longifilis*.

La présente étude est entièrement réalisée en cage flottante. Compte tenu du fait que les poissons sont sensibles à la coloration de leur enceinte d'élevage (FONTAINE & LE BAIL, 2004), elle se propose de suivre dans un premier temps, l'effet d'un système de refuge constitué de bandelettes plastiques de différentes couleurs sur la survie et la croissance des alevins de *H. longifilis*. Dans un second temps, elle déterminera l'effet de la variation de la densité de mise en charge et du poids moyen initial sur la survie et la croissance des alevins de *H. longifilis*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude a été réalisée entre septembre 2003 et mars 2004 (180 jours) dans le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Les cages flottantes utilisées dérivent de celles mises en œuvre par COCHE (1978) et CAVAILLES et al. (1981). D'un volume utile de 1m³, chaque cage est constituée d'une armature en bois (1 × 1 × 1.5m) habillée de grillage plastique de type NORTENE de 1mm (expérience 1 et 2) ou 10mm (expérience 3) de vide de maille.

Le système de refuge utilisé est constitué de bandelettes plastiques (polyéthylène) enchevêtrées (Fig. 1). Ces bandelettes (0.5 à 1m de longueur, 3mm de largeur et 0.2mm d'épaisseur) sont localement disponibles en couleur blanche, bleue et noire. Elles sont utilisées en industrie pour la confection de sacs couramment utilisés pour la conservation des produits agricoles. Des cages avec système de refuge (ou cages aménagées) ont ainsi été

mises au point en fixant sur le fond de chacune d'elles 2kg de bandelettes (environ 25% du volume utile de la cage).

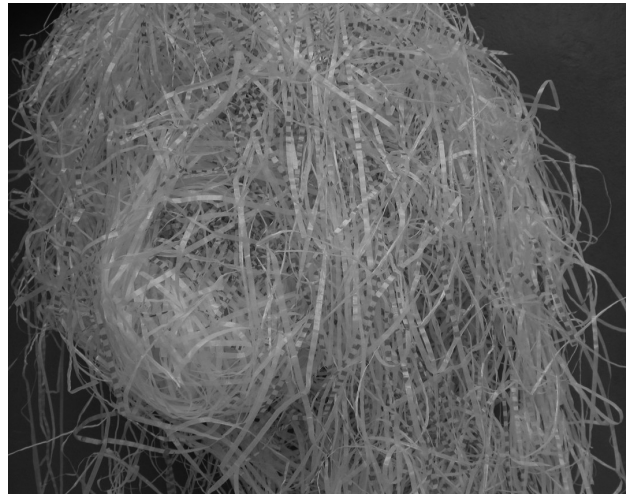


Fig. 1. – Bandelettes plastiques (polyéthylène) utilisées comme système de refuge.

Les alevins utilisés au cours de ce travail ont été obtenus en écloserie par fécondation artificielle (SLEMBROUCK & LEGENDRE, 1988) à partir de géniteurs capturés dans la rivière Bia (Côte d'Ivoire).

Trois séries d'expériences ont été effectuées. L'expérience 1, réalisée à la densité de mise en charge de 100 individus/m³, a consisté à suivre sur une durée de 90 jours, l'effet du système de refuge et de sa coloration sur la survie et la croissance des alevins de poids moyen initial égal à 0.9±0.1g. L'expérience 2 (durée: 90 jours; Pmi: 0.9±0.1g) a permis de tester l'effet de quatre densités de mise en charge (100, 200, 500 et 1000 individus/m³) sur la survie et la croissance des alevins (poids moyen initial 0.9g) en cages aménagées et en cages non aménagées (cages sans système de refuge). L'expérience 3 (durée: 60 jours; densité de mise en charge: 100 individus/m³) a permis de faire une étude comparative de la survie et de la croissance entre les cages aménagées et les cages non aménagées pour des poissons de différents poids moyens initiaux notamment 13.2±1.3g, 25.2±2.5g, 40.3±4.0g et 60.3±6.0g. Dans toutes ces expériences, les cages témoins (ou cages non aménagées) ne contiennent pas de système de refuge. Chaque traitement a été répliqué trois fois, soit 12 cages pour l'expérience 1 et 24 cages pour chacune des expériences 2 et 3. Les poissons ont été nourris tous les jours (à l'exception des jours de pêche de contrôle) à 6h30, 12h30 et 18h30 avec un aliment commercial (Aliment FACI) titrant 35% de protéines brutes. La composition de cet aliment est présentée dans le Tableau 1. Pour les expériences 1 et 2, l'aliment a été distribué aux alevins sous forme de farine les 30 premiers jours et ensuite sous forme de granulés de 2mm de diamètre les 60 jours suivants. Au cours de l'expérience 3, ces granulés de 2mm de diamètre ont été distribués pendant toute la durée de l'essai. Le taux de rationnement journalier était de 10% (expériences 1 et 2) et de 5% (expérience 3) du poids vif selon les recommandations de HEM et al. (1994) et OTÉMÉ

et al. (1996; 1997). Ces différents taux ont été réajustés tous les 15 jours après une pêche de contrôle. Tous les jours, les alevins morts flottant à la surface de l'eau ont été comptés et examinés individuellement. Ont été considérés comme victimes d'une mortalité naturelle, les individus morts dont le corps ne présentait aucune trace de lésion. Quant aux poissons morts dont le corps était incomplet ou lésé (cannibalisme de type I) et ceux ayant disparu (cannibalisme de type II), ils ont été considérés comme victimes de cannibalisme (HECHT & APPELBAUM, 1988; BARAS et al., 1999).

TABLE 1

Composition de l'aliment commercial selon le fabricant FACI (Fabrication d'Aliments Composés Ivoiriens: 18 BP 686 Abidjan 18, Côte d'Ivoire).

Ingrédients	Proportions
Farine de poisson	41%
Issues de céréales (son de blé et de riz)	35%
Tourteaux de coton et de soja	13%
Tourteaux de coprah	10%
Prémix vitamines et minéraux	1%
Caractéristiques analytiques	
Protéines brutes	35%
Matière grasse brute	6%
Matière minérale	10%
Matière cellulosique brute	5%
Calcium	2,3%
Phosphore	1%
Sodium	0,4%
Vitamine C	400mg/kg
Vitamine A	10 000U.I./kg
Vitamine D3	3 000U.I./kg
Vitamine E	135mg/kg

Les caractéristiques physico-chimiques du milieu d'élevage ont été mesurées 3 fois par semaine à l'aide d'un oxymètre de modèle WTW OXY 330 (pour la température et le taux d'oxygène dissous), d'un pH-mètre de modèle WTW pH 330 (pour le pH) et d'un disque de Secchi de diamètre 30cm (pour la transparence). Les caractéristiques physico-chimiques mesurées tout au long des trois expériences sont consignées dans le Tableau 2. Les valeurs enregistrées sont comprises dans la fourchette admise en pisciculture (WESTERS, 1979; McDONALD, 1983; DÉLINCÉ, 1992).

En fin d'expérience, le contenu de chaque cage a été entièrement compté et pesé (au g près) et au moins 30% de la population a été pesée individuellement (au 1/10g près). A partir des données récoltées, le taux de survie Ts (%), le taux de mortalité Tm (%), le taux de cannibalisme Tc (%), le poids moyen final Pmf (g), la croissance journalière Cj (g/j), le coefficient de variation du poids Cv (%) et le taux apparent de conversion alimentaire Taca ont été calculés selon les formules suivantes:

TABLE 2

Caractéristiques physico-chimiques enregistrées au cours de l'élevage de *Heterobranchus longifilis* dans le lac de barrage d'Ayamé de septembre 2003 à mars 2004 (Temp=Température; O₂=Taux d'oxygène dissous; Trp=Transparence; min=valeur minimale; max=valeur maximale).

		Temp (°C)	O ₂ (mg/l)	pH	Trp (mm)
Expérience 1	Min	23	3.9	6.5	1008
	Max	31.5	6.9	7.8	1310
Expériences 2 & 3	Min	22	4	6.4	1000
	Max	32.1	6.7	7.7	1320

Ts (%) = $\frac{nf}{ni} \times 100$, avec nf=nombre final de poissons et ni=nombre initial de poissons.

Tm (%) = $\frac{nm}{ni} \times 100$, avec nm=nombre final de poissons retrouvés morts.

Tc (%) = $\frac{nd}{ni} \times 100$, avec nd=nombre de poissons ayant disparus de la cage.

Pmf (g) = $\frac{Pt}{nf}$, avec Pt=poids total (g).

Cj (g/j) = $\frac{Pmf - Pmi}{t}$, avec Pmf=poids moyen final (g), Pmi=poids moyen initial (g), et t=durée de l'élevage en jours.

Cv (%) = $100 \times (\text{écart type} / \text{poids moyen})$.

Taca = $\frac{Pn}{A}$, avec Pn: poids total sec de l'aliment distribué (g), A: biomasse produite (g)

Les résultats sont présentés sous forme de moyennes \pm écarts types entre triplicats. Les comparaisons ont été réalisées en procédant à une analyse de variance (Anova, expérience 1) ou de covariance (Ancova, expérience 2). Lorsque ces tests révélaient une différence significative, des comparaisons "Post Hoc" (Least Significant Difference: LSD) ont été exécutées. Les moyennes des traitements de l'expérience 3 ont été comparées deux à deux à l'aide du test de Student. La relation entre la densité (expérience 2) et les paramètres de croissance et de survie a été étudiée à l'aide de l'analyse de la régression linéaire. Dans tous ces tests statistiques, les différences ont été considérées significatives au seuil de 5%. Les analyses ont été effectuées à l'aide du programme STATISTICA 6.0 (Statsoft, Inc.).

RÉSULTATS

Expérience 1

Étude de l'effet du système de refuge et de sa coloration sur la survie et la croissance des alevins de *Heterobranchus longifilis*:

Après 90 jours d'élevage, les valeurs les plus intéressantes du poids moyen final Pmf (17.1±2.4g: refuge noir), du taux de survie Ts (74.0±2.8%: refuge bleu), de la croissance journalière Cj (0.18±0.02g/j: refuge noir), du coefficient de variation du poids Cv (30.0±2.3%: refuge blanc), du taux de cannibalisme Tc (17.3±1.3%: refuge bleu), du taux de mortalité Tm (10.0±1.4%: refuge bleu) et du taux apparent de conversion alimentaire Taca (3.57±0.17: refuge noir) ont été observées au niveau des cages aménagées (Tableau 3). A l'exception

du coefficient de variation du poids final et du taux apparent de conversion alimentaire (Anova, $p > 0.05$) la différence entre ces deux systèmes est statistiquement (Anova, $p < 0.05$) significative. Parmi les cages aménagées, aucun effet (Anova, $p > 0.05$) de la coloration (blanc, bleu et noir) du système de refuge n'a été observé ni sur les paramètres de survie (Tc, Tm et Ts), ni sur les paramètres de croissance (Pmf, Cv, Cj et Taca).

TABLE 3

Paramètres de survie et de croissance de *Heterobranchus longifilis* après 90 jours d'élevage en cage flottante sans système de refuge et en cage flottante munie de système de refuge de trois colorations différentes (bandelette synthétique blanche, bleue et noire) dans le lac de barrage d'Ayamé (Pmi=poids moyen initial, Pmf=poids moyen final, Cv=coefficient de variation du poids, Tc=taux de cannibalisme, Tm=taux de mortalité, Ts=taux de survie, Cj=croissance journalière et Taca=taux apparent de conversion alimentaire). Pour chaque ligne, les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes (*Post Hoc*: LSD, $p < 0,05$); les écarts-types ont été calculés entre triplicats.

	Sans refuge	Refuge (blanc)	Refuge (bleu)	Refuge (noir)	p
Pmi (g)	0.9±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1	>0.05
Pmf (g)	11.8±1.7a	16.7±2.1b	16.2±2.3b	17.1±2.4b	<0.05
Cv final (%)	31.5±2.8	30.0±2.3	30.3±2.4	30.2±2.2	>0.05
Tc (%)	21.8±1.7b	17.7±1.2a	17.3±1.3a	17.8±1.2a	<0.05
Tm (%)	15.0±1.7b	11.3±1.5a	10.0±1.4a	11.1±1.2a	<0.05
Ts (%)	64.0±3.4a	71.1±2.6b	74.0±2.8b	70.9±2.4b	<0.05
Cj (g/j)	0.12±0.02a	0.17±0.02b	0.17±0.02b	0.18±0.02b	<0.05
Taca	3.77±0.18	3.61±0.14	3.59±0.16	3.57±0.17	>0.05

Expérience 2

Étude comparative de la survie et de la croissance entre les cages aménagées et les cages non aménagées pour différentes densités de mise en charge (100, 200, 500 et 1000 individus/m³):

En fin d'élevage, les variations du poids moyen final (Pmf), du coefficient de variation du poids (Cv) et du taux de survie (Ts) en fonction des différentes densités de mise en charge entre les deux types de cages étudiées se font dans le même sens (Fig. 2), avec: (1) des Pmf élevés, (2) des Cv un peu plus faibles et (3) des Ts élevés dans les cages aménagées. Contrairement au coefficient de variation du poids (Ancova, $p > 0.05$), le poids moyen final et le taux de survie sont plus hauts (Ancova, $p < 0.05$) dans les cages aménagées (Tableau 4). Pour chacun des deux types de cages étudiées, aucune différence significative (*Post Hoc*: LSD, $p > 0.05$) n'a été observée entre les Pmf obtenus aux densités de 100, 200, 500 et 1000 individus/m³. Par contre, les valeurs de Cv et de Ts obtenues à ces densités sont différentes (*Post Hoc*: LSD, $p < 0.05$) les unes des autres: les valeurs les plus intéressantes ont été enregistrées à la densité de 100 individus/m³ et les moins intéressantes à celle de 1000 individus/m³. Dans les cages non aménagées, le Pmf ne présente pas de liaison avec la densité de mise en

charge. Par contre, le Cv et le Ts sont fortement liés à ce paramètre (Tableau 5). Les relations observées entre la densité de mise en charge et le Pmf, le Cv ou le Ts en cages non aménagées sont similaires à celles notées dans les cages aménagées.

TABLE 4

Résultats de la comparaison (analyse de covariance: Ancova) de la variation du poids moyen final (Pmf), du coefficient de variation du poids (Cv final) et du taux de survie (Ts) en fonction de la densité de mise en charge de *Heterobranchus longifilis* (poids initial: 0.9g) élevé pendant 90 jours en cage flottante sans système de refuge et en cage flottante avec système de refuge. Les valeurs de p marquées de (*) indiquent des différences significatives.

Paramètres	dl Effet	MC Effet	dl Erreur	MC Erreur	F	p
Pmf	1	72.4538	21	6.1038	11.8702	0.0024*
Cv final	1	13.5	21	104.8943	0.1287	0.7234
Ts	1	494.1338	21	66.8935	7.3869	0.0129*

TABLE 5

Résultats de la régression linéaire du poids moyen final (Pmf), du coefficient de variation du poids (Cv final) et du taux de survie (Ts) en fonction de la densité de mise en charge de *Heterobranchus longifilis* (poids moyen initial 0.9g) après 90 jours d'élevage en cage flottante sans système de refuge et en cage flottante munie de système de refuge (bandelette plastique blanche). Les valeurs de p marquées de (*) indiquent des liaisons significatives.

Traitements	Paramètres	n	R ²	F ₁₀ ¹	p
Sans refuge	Pmf	12	0.0299	0.31	0.5907
	Cv final	12	0.7425	28.84	0.0003*
	Ts	12	0.8285	48.32	0.0001*
Avec refuge	Pmf	12	0.0001	0.01	0.996
	Cv final	12	0.7315	27.25	0.0001*
	Ts	12	0.8394	52.27	0.0001*

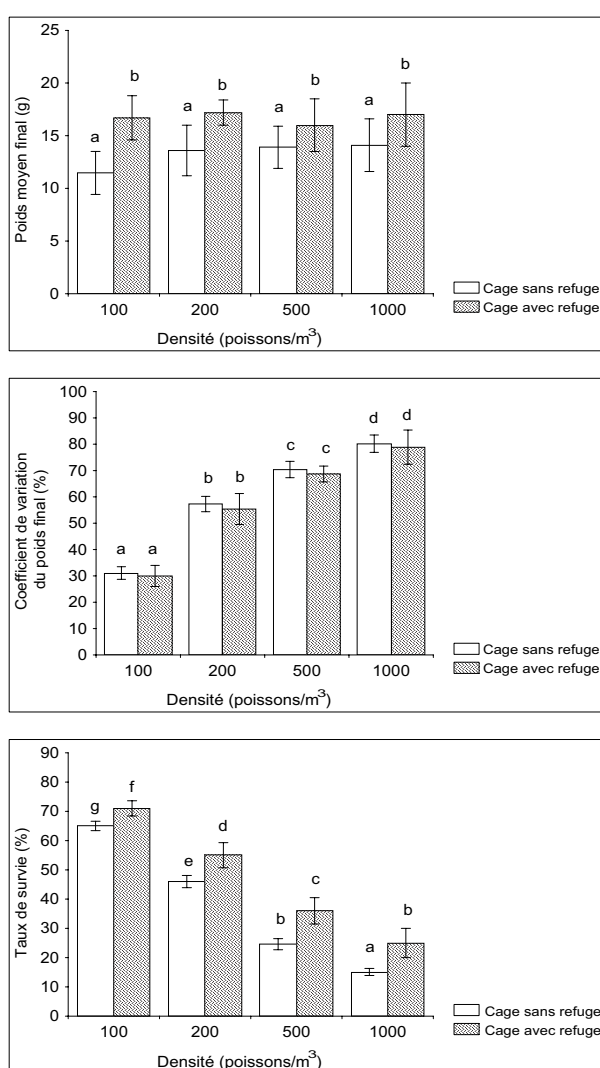


Fig. 2. – Influence de la densité de mise en charge (100, 200, 500 et 1000 individus/m³) sur les paramètres de survie et de croissance des alevins de *Heterobranchus longifilis* (Poids moyen initial 0.9g) élevés pendant 90 jours en cages flottantes munies de système de refuge et en cages flottantes sans système de refuge. Pour chaque paramètre, des lettres différentes au dessus des histogrammes indiquent une différence significative $p < 0.05$ (Post Hoc: LSD). Les barres verticales représentent les écarts entre réplicats $n=3$.

Expérience 3

Étude comparative de la survie et de la croissance entre les cages aménagées et les cages non aménagées pour des alevins de poids moyens initiaux différents (13.2±1.3g, 25.2±2.5g, 40.3±4.0g et 60.3±6.0g):

Après 60 jours d'élevage, pour les alevins de poids compris entre 13.2 et 29.2g, les valeurs les plus intéressantes de Pmf, de Ts et de Cv ont été enregistrées dans les cages aménagées (Tableau 6). Chez les poissons de Pmi égal à 13g, les paramètres (Pmf, Cv et Ts) enregistrés présentent des différences significatives (Test de Student, $p < 0.05$). Pour les poissons de poids variant entre 25.2 (Pmi) et 46.0g (Pmf), seul le Ts en cages aménagées (plus intéressante valeur: 94.0±1.0%) est statistiquement différent (Test de Student, $p < 0.05$) de celui enregistré en cages non aménagées. Chez les individus de 40.3 (Pmi) à 65.0g (Pmf), la comparaison des paramètres (Pmf, Cv et Ts) enregistrés dans les cages aménagées à ceux obtenus dans

TABLE 6

Paramètres de survie et de croissance en fonction du poids moyen initial (Pmi) de mise en charge de *Heterobranchus longifilis* élevé pendant 60 jours en cage flottante munie de système de refuge (bandelette plastique blanche) dans le lac de barrage d'Ayamé (Pmf=poids moyen final, Cv=coefficient de variation et Ts=taux de survie). Pour chaque Pmi, dans une même colonne, les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes (Test de Student, $p < 0.05$); les écarts-types ont été calculés entre triplicats.

Pmi (g)	Cage flottante	Pmf (g)	Cv final (%)	Ts (%)
13.2±1.3	Sans refuge	23.1±2.4a	66.0±3.0b	80.0±3.6a
	Avec refuge	29.2±2.6b	59.0±2.6a	89.0±4.0b
25.2±2.5	Sans refuge	45.0±2.4a	56.0±3.0a	88.0±3.0a
	Avec refuge	46.0±2.6a	54.0±2.6a	94.0±1.0b
40.3±4.0	Sans refuge	65.0±2.1a	47.0±2.5a	92.0±3.4a
	Avec refuge	64.0±2.6a	49.0±2.3a	93.0±3.0a
60.3±6.0	Sans refuge	92.0±1.1a	43.0±2.5a	95.0±2.6a
	Avec refuge	85.0±2.6b	44.0±2.0a	89.0±2.0b

les cages non aménagées n'a révélé aucune différence significative (Test de Student, $p > 0.05$). A l'exception du Cv (Test de Student, $p > 0.05$), le suivi du Pmf et du Ts pour des poissons de poids compris entre 60.3 et 92.0g, indique une différence significative (Test de Student, $p < 0.05$) entre les lots de poissons élevés en cages aménagées et ceux élevés en cages non aménagées: les valeurs les moins intéressantes (Pmf: 60.3 ± 6.0 g; Ts: 89.0 ± 2.0 %) ont été notées dans les cages aménagées.

DISCUSSION

D'une façon générale, le système de refuge proposé dans cette étude s'est révélé efficace pour l'amélioration du taux de survie des alevins de *H. longifilis* de poids moyen compris entre 0.9 et 17.1g quelle que soit la densité de mise en charge (100, 200, 500 et 1000 individus/m³). Une telle amélioration de la survie a déjà été notée suite à des aménagements intervenus dans le milieu d'élevage. En effet, en introduisant un système de refuge constitué de touffes de nylon dans des "cages enclos" implantées en milieu lagunaire, LEGENDRE et al. (1991) sont parvenus à faire passer la survie de *H. longifilis* (Pmi: 1.8mg; Pmf: 369mg; durée d'élevage: 14 jours) de 7 à 15% en moyenne avec des valeurs pouvant atteindre 50%.

Les mortalités obtenues lors de la présente étude sont surtout (expérience 1) le fait du comportement cannibale des alevins de *H. longifilis*. Il est bien connu que chez certains poissons-chats, la mortalité due à ce comportement est liée à la différence de tailles au sein de la population (HECHT & APPELBAUM, 1988; APPELBAUM & KAMLER, 2000). Par conséquent, l'amélioration de la survie suite à l'introduction d'un système de refuge dans le milieu d'élevage peut être liée à la capacité de certains individus (éventuellement les plus vulnérables) à se réfugier à l'intérieur du nuage constitué par les bandelettes plastiques.

L'estimation du risque de cannibalisme au sein d'une population a été abordée dans plusieurs travaux (APPELBAUM & KAMLER, 2000; BARAS & D'ALMEIDA, 2001; BROWN & BRAITHWAITE, 2004). Ce risque est d'autant plus grand que la variabilité de taille est élevée (APPELBAUM & KAMLER, 2000). Dans la présente étude, cette variabilité a été estimée au moyen du coefficient de variation du poids. Dans les expériences 1, 2 et 3 [excepté le lot de poissons de poids variant entre 13.2 (Pmi) et 29.2g (Pmf)], aucune différence ($p > 0.05$) n'a été enregistrée entre les coefficients de variation du poids des deux types de cages testées. Malgré cette variabilité de poids comparable, la survie a été meilleure chez les individus élevés en cages aménagées. Dans ces dernières, les individus les plus vulnérables et/ou les plus petits ont probablement utilisé le nuage de bandelettes comme refuge pour échapper à la prédation. Ces observations pourraient par conséquent expliquer les valeurs élevées de survie enregistrées en présence du système de refuge.

Lors du suivi des paramètres de survie en fonction du poids moyen initial des poissons, les résultats ont montré que l'utilisation du système de refuge testé a influencé significativement et positivement le taux de survie des *H. longifilis* de poids moyen compris entre 0.9 (Pmi) et

29.2g (Pmf). Cette influence du système de refuge est négative pour les poissons de poids moyens compris entre 60.3 (Pmi) et 92g (Pmf). Ces résultats tendent à confirmer que l'efficacité du système de refuge testé dans la présente étude dépend de la taille des poissons.

Le système de refuge testé a également influencé le poids moyen final des poissons. En effet, comparative-ment aux cages témoins, l'utilisation du système de refuge (cages aménagées) au cours de l'élevage des poissons de poids moyen inférieur ou égal à 29.2g a produit un effet bénéfique. Lors de l'utilisation d'un système de refuge constitué de touffes de nylon, LEGENDRE et al. (1991) ont également noté une amélioration du poids moyen final (de 1.8 à 369mg) chez *H. longifilis* élevé pendant 14 jours à une densité de mise en charge de 16 alevins/litre. Chez un autre poisson-chat (*Clarias gariepinus*) de poids moyen initial égal à 0.8g, HOSSAIN et al. (1998) ont aussi noté une amélioration du poids moyen final avec l'utilisation d'un système de refuge fait de matière plastique. Cette amélioration de la croissance avec l'introduction de système de refuge dans le milieu d'élevage pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs: la réduction du stress avec l'évitement des prédateurs (WOODLEY & PETERSON, 2003) et l'augmentation du temps des périodes d'inactivités (HECHT & APPELBAUM, 1988). Chez les poissons, il existe une relation inverse entre l'énergie utilisée pour couvrir les activités (métabolisme de base, locomotion, quête de nourriture, actions d'évitement des prédateurs et coût d'entretien) et celle investie pour la croissance (CALOW, 1985; APPELBAUM & KAMLER, 2000). Ainsi, lorsque le temps de repos est prolongé, une partie de l'énergie destinée à la locomotion, à la quête de nourriture et à l'évitement des prédateurs est utilisée pour la croissance. Les taux de croissance intéressants enregistrés lors de l'élevage des larves de *C. gariepinus* en condition continue d'obscurité ont été justifiés par un faible taux d'énergie utilisée pour la locomotion, ces larves étant moins actives dans ces conditions (APPELBAUM & KAMLER, 2000). Une telle influence de l'augmentation des périodes de faibles activités sur la croissance a également été observée chez des larves de cette espèce en présence de système de refuge (HECHT & APPELBAUM, 1988). Par conséquent, il est donc possible que l'amélioration de la croissance enregistrée au cours du présent travail (pour des poissons de poids moyen inférieur ou égal à 29.2g) soit le résultat d'une relative longue période de faible activité passée à l'intérieur du nuage constitué par les bandelettes du système de refuge. En plus du rôle de refuge des bandelettes, leur présence pourrait aussi avoir amélioré la croissance des poissons en fournissant une source non négligeable d'organismes se développant sur les bandelettes servant de substrat à un fouling. Chez les individus de plus grande taille (expérience 3: poids moyen initial de 25, 40 et 60g) le système de refuge testés n'a pas d'effet améliorateur sur la croissance. Il est donc possible que les bandelettes du système de refuge telle que présentées constituent un obstacle pour ces individus du fait de leur taille. Dans ces conditions, en plus de ce rôle d'obstacle, le système de refuge réduit de 25% (volume occupé par le nuage de bandelettes) l'espace vital de ces poissons par rapport aux individus maintenus en cages sans système de refuge. Une telle réduction de l'espace vital pourrait conduire à une situa-

tion de confinement dont l'une des conséquences est le développement d'un état de stress. Ce qui pourrait, d'après PICKERING (1993), provoquer une diminution de la prise de nourriture. Cette chute de la consommation d'aliment a pour conséquence la réduction de la croissance (MÉLARD, 1986).

Les travaux de LEGENDRE (1991) ont montré que de meilleurs taux de croissance de *H. longifilis* pouvaient être obtenus dans des structures sans système de refuge (étang, enclos, cage-enclos): chez des juvéniles de poids moyen 0.77g élevés en étang pendant 70 jours à la densité de 10 individus/m², une croissance journalière de 0.30g/j a été observée; chez des poissons de poids moyen supérieur à 10g, cet auteur a enregistré des gains de poids journaliers variant entre 2.74 et 3.90g/j en cage-enclos (3 à 8.5 individus/m²), 3.52g/j en étang (0.7 individus/m²), 4.27g/j en enclos (2 individus/m²) et 3.24g/j en bassin en béton (7.5 individus/m²). Les valeurs obtenues dans ces structures seraient surtout dues au fait qu'elles ont en commun une productivité naturelle importante composée de détritiques organiques, débris végétaux et animaux, graines, fruits, coquilles de gastéropodes, larves de batraciens, insectes, vertébrés aquatiques et proies planctoniques (GILLES et al., 2001). Selon MICHA (1973) et OTÉMÉ et al. (1996), *H. longifilis* est un poisson omnivore à tendance carnassière. Par conséquent, dans ces structures d'élevage, en plus de l'aliment artificiel, ce poisson bénéficie des ressources naturelles. Les espèces élevées en cages flottantes par contre ne dépendent que de l'apport d'aliment exogène (COCHE, 1978).

En définitive, le système de refuge proposé dans la présente étude pour l'amélioration de la survie et de la croissance des alevins de *H. longifilis* élevés en cage flottante s'est révélé efficace. L'efficacité de cette structure reste toutefois limitée aux individus de taille inférieure ou égale à 29.2g.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Dr MARC LEGENDRE, Mr SYLVAIN GILLES et trois arbitres anonymes qui ont contribué à l'amélioration de la qualité du manuscrit. Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet "Optimisation du potentiel aquacole du lac de barrage d'Ayamé: Pisciculture en Cages Flottantes" conduit par l'Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire) et le Musée Royal de l'Afrique Centrale (Belgique) et financé par la Coopération Technique Belge (CTB).

RÉFÉRENCES

- APPELBAUM S & KAMLER E (2000). Survival, growth, metabolism and behaviour of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) early stages under different light conditions. *Aquacult. Eng.*, 22: 269-287.
- BARAS E, TISSIER F, PHILIPPART JC & MÉLARD C (1999). Sibling cannibalism among juvenile vundu under controlled conditions. II. Effect of body weight and environmental variables on periodicity and the intensity of type II cannibalism. *J. Fish Biol.*, 54: 106-118.
- BARAS E, MAXI MY & MELARD C (2000). Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions. *J. Fish Biol.*, 57: 1021-1036.
- BARAS E & D'ALMEIDA AF (2001). Size heterogeneity prevails over kinship in shaping cannibalism among larvae of sharp-tooth catfish *Clarias gariepinus*. *Aquat. Living Resour.*, 14: 251-256.
- BROWN C & BRAITHWAITE V (2004). Size matters: a test of boldness in eight populations of the poeciliid *Brachyraphis episcopa*. *Anim. Behav.*, 68: 1325-1329.
- CALOW P (1985). Adaptive aspects of energy allocation. In: TYLER P & CALOW P (eds), *Fish Energetics New Perspectives*, Croom Helm, London: 13-31.
- CAVAILLES M, KONAN K & DOUDET T (1981). Essai d'élevage de poissons en cage flottante en eaux continentales. CTFT, Div. Rech. Piscic., Bouaké (Côte d'Ivoire): 1-28.
- COCHE AG (1978). Revue des pratiques d'élevage de poissons en cage dans les eaux continentales. *Aquaculture*, 13: 157-189.
- DÉLINCÉ G (1992). The ecology of the fish pond ecosystem with special reference to Africa. Kluwer Academic Publishers, Boston Dordrecht London.
- FONTAINE F & LE BAIL PY (2004). Domestication et croissance chez les poissons. *Prod. Anim.*, 17: 217-225.
- GILLES S, DUGUE R & SLEMBROUCK J (2001). Manuel de production d'alevins du silure africain *Heterobranchus longifilis*. Maisonneuve & Larose, Paris.
- HAYLOR GS (1991). Controlled hatchery production of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): growth and survival of fry at high stocking density. *Aquac. & Fisher. Manag.*, 22: 405-422.
- HECHT T & APPELBAUM A (1988). The culture of sharptooth catfish *Clarias gariepinus* in Southern Africa. *S. Afr. Nat. Sc. Progr. Rep.*, 153: 1-133.
- HEM S, LEGENDRE M, TREBAOL L, CISSÉ A, OTÉMÉ ZJ & MOREAU Y (1994). L'aquaculture lagunaire. In: DURAND JR, DUFOUR P, GUIRAL D & ZABI SGF (eds), *Les milieux lagunaires, Tome II: Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire*, ORSTOM, Paris: 455-505.
- HENGSAWAT K, WARD FJ & JARUTJARAMORN P (1997). The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) cultured in cages. *Aquaculture*, 152 (1-4): 67-76.
- HOSSAIN MAR, BEVERIDGE MCM & HAYLOR GS (1998). The effects of density, light and shelter on the growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) fingerlings. *Aquaculture*, 160: 251-258.
- LEGENDRE M (1991). Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II.
- LEGENDRE M, SLEMBROUCK J, KERDCHUEN N & OTÉMÉ ZJ (1991). Evaluation d'une méthode extensive d'alevinage des Clariidae en cages implantées en étangs. ORSTOM, Montpellier.
- MCDONALD DG (1983). The effect of H⁺ upon the gills of freshwater fish. *Can. J. Zoolog.*, 61: 991-703.
- MÉLARD C (1986). Les bases biologiques de l'élevage intensif du tilapia du Nil. *Cah. Ethol. Appl.*, 6: 1-224.

- MICHA J C (1973). Études des populations piscicoles de l'Ubangui et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture. Paris, France: CTFT, Division de Recherches en Pisciculture, 110 pp.
- OTÉMÉ ZJ & GILLES S (1994). Elevage larvaire du silure *Heterobranchus longifilis*: taux d'alimentation journalier et mise au point d'une grille de rationnement. Atelier International sur les Bases Biologiques des Siluriformes. Montpellier, France, 24-27.
- OTÉMÉ ZJ, HEM S & LEGENDRE M (1996). Nouvelles espèces de poissons-chats pour le développement de la pisciculture africaine. In: LEGENDRE M & PROTEAU JP (eds), The Biology and Culture of Catfish, Aquatic Living Resources volume 9, Hors Série, Paris: 207-217.
- OTÉMÉ ZJ, CISSÉ A & AVIT JBLF (1997). Reproduction artificielle, élevage larvaire et alevinage du Silure *Heterobranchus longifilis*, et technologie des aliments. Rapport Convention CRO/ Projet BAD-OUEST.
- PICKERING AD (1993). Growth and stress in fish production. *Aquaculture*, 111: 51-63.
- SLEMBROUCK J & LEGENDRE M (1988). Aspects techniques de la reproduction contrôlée de *Heterobranchus longifilis* (Clariidae). *Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidj.*, 2: 1-19.
- WESTERS H (1979). Controlled fry and fingerling production in fisheries. In: HUISMAN EA & HOGENDOORN H (eds), Workshop on mass rearing of fry and fingerlings of freshwater fishes, EIFAC technical paper N° 35, Suppl. 1: 32-52.
- WOODLEY CM & PETERSON MS (2003). Measuring responses to simulated predation threat using behavioural and physiological metrics: the role of aquatic vegetation. *Oecologia*, 136: 155-160.
- YADA O & FURUKAWA A (1999). Relationship between external and internal morphological changes and feeding habits in the fry stage of Japanese catfish *Silurus asotus*. *UJNR. Technical Report*, 28: 157-162.

Received: August 17, 2005

Accepted: March 20, 2007