

Utilisation du soja, de la cervelle bovine et de l'asticot comme sources de protéines alimentaires chez les larves de *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840)

Yapoga Bruno Ossey¹, Ahou Rachel Koumi², Kouamé Mathias Koffi³, Boua Célestin Atse^{2*}, Lucien Patrice Kouame¹

¹UFR Sciences et Technologies des Aliments, Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V 18 Abidjan, Côte d'Ivoire.

³UFR Biosciences, Université de Cocody Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

*Corresponding author: Cellphone: +22507610436; E-mail: atse_boua_celestin@hotmail.com

Mots clés : silure, alimentation larvaire, croissance, cannibalisme

Key words: catfish, larval feeding, growth, cannibalism

1 RESUME

Trois aliments ont été formulés à base des farines de soja (AS), de cervelle bovine (AC) et d'asticot (AA) à 35 % de protéines dans le but d'évaluer leur utilisation chez les larves de *Heterobranchus longifilis*. Les aliments ont été distribués aux larves de poids moyen 0,041 g à la ration de 100 % de leur biomasse pendant 49 jours. Les résultats montrent que les aliments AC et AA donnent les meilleurs taux de croissance. Les larves nourries avec l'aliment AS ont un taux de survie significativement plus élevé que celles nourries avec les aliments AA et AC. En revanche, les taux de cannibalisme sont plus élevés chez les larves nourries avec l'aliment AC suivi de l'aliment AA. Au niveau de la composition biochimique corporelle, la teneur en protéines des larves nourries avec l'aliment AA est la plus élevée. A l'inverse, les larves nourries avec l'aliment AS sont les plus riches en lipides. Le coût de l'aliment distribué aux larves est plus élevés avec l'aliment AC par rapport aux aliments AS et AA. Les aliments formulés à 35 % de protéines avec la farine de cervelle de bœuf et d'asticot améliorent la croissance des larves et permet la production de poisson de bonne qualité à moindre coût. Toutefois il convient d'étudier les conditions de réduction du taux de cannibalisme chez les larves nourries avec ces aliments.

SUMMARY

Three diets were formulated with soybean meal (AS), beef brain meal (AC) and maggot meal (AA) at 35% proteins to evaluate their potential as proteins sources in the *Heterobranchus longifilis* larvae diet. Fifty larvae initial weight 0.041 g stocked in each experimental aquarium were fed in triplicates at 100% of their total body weight during 49 days. Highest growth performance was recorded in larvae fed AC and AA. The high survival and lower cannibalism rates were recorded in fish fed with AS and AA following by AC. AA produce the richest fish protein contrary to the highest fish fat recorded with AS. Costs of distributed feed are higher with AC compared to AS and AA. Formulated diets at 35% protein with beef brain and maggot improve larvae growth and allow the production of good quality fish at a lower cost. However it is necessary to study the conditions for reducing cannibalism rate recorded with these diets.

2 INTRODUCTION

Les tendances récentes, partout dans le monde, pointent un déclin dans le débarquement de la pêche de capture, indiquant que les stocks halieutiques ont atteint ou même dépassé le point de rendement maximum (OCDE-FAO, 2011). Face à cette situation, l'aquaculture devient la seule alternative viable pour l'augmentation de la production halieutique dans le but de satisfaire les besoins en protéines de la population. A cet effet, *Heterobranchus longifilis* constitue avec *Clarias gariepinus* et *Oreochromis niloticus*, les espèces d'eau douce les plus élevées en Afrique occidentale notamment au Nigéria et en Côte d'Ivoire (FAO, 2010 De distribution Panafricaine, allant du Nil à l'Afrique de l'Ouest et de l'Algérie à l'Afrique du Sud (Teugels *et al.*, 1990), *Heterobranchus longifilis* présente un considérable potentiel de développement pour l'aquaculture intensive (Legendre, 1991). Cependant, si la reproduction artificielle de cette espèce est bien maîtrisée (Legendre, 1986 ; Slembrouck et Legendre, 1988), il n'en demeure pas moins que l'élevage larvaire dépend de l'importation de nauplii d'*Artemia salina* comme aliment de démarrage des larves de *H. longifilis*. En effet, l'*Artemia salina* est l'aliment le plus utilisé et le mieux adapté à l'élevage larvaire de *H. longifilis* (Kertchuen, et Legendre, 1994 ; Nguenga et Pouomogne, 2007 ; Atsé *et al.*, 2009). Cette importation est à la fois onéreuse et contraignante. Pour pallier à ces difficultés, les sous produits agricoles tels que le tourteau de soja, la cervelle de bœuf et la farine d'asticot de moindre coût, riches en protéines et disponibles localement peuvent être utilisés comme substitut aux nauplii d'*Artemia salina*. Leur potentielle utilisation dans l'alimentation larvaire de silure offrirait une bonne opportunité de développement d'aliment

à faible coût en particulier pour les pays tropicaux où l'*Artemia salina* n'est pas disponible localement. De même, chez les silures Africains, *Clarias gariepinus* et *H. longifilis*, la farine de soja (Nguenga et Pouomogne, 2007; Atsé *et al.*, 2008; Toko *et al.*, 2008), la farine d'asticot (Oyelese, 2007) et la cervelle bovine (Nguenga et Pouomogne, 2007; Atsé *et al.*, 2009) ont déjà été utilisés pour l'alimentation des larves et des juvéniles. Les résultats de ces travaux montrent une diminution de la croissance des larves nourries avec le tourteau de soja et la cervelle fraîche de bœuf par rapport à l'*Artemia salina*. Toutefois, ces travaux rapportent de très bon taux de survie chez les larves nourries avec l'aliment cervelle fraîche (Nguenga et Pouomogne, 2007 ; Atsé *et al.*, 2009). Tous ces sous produits agricoles ont été utilisés sous forme brute sans enrichissement d'ingrédients et à des teneurs de protéines diverses rendant difficile les comparaisons de performances. En revanche, les farines de cervelle, de soja et d'asticot sont des concentrés de nutriments et leur incorporation dans l'alimentation pourrait améliorer la croissance, le taux de survie et le coût de production des larves. Par ailleurs, l'incorporation de ces sous produits comme source de protéines dans la formulation d'aliment pourrait être une alternative protéique à l'*Artemia salina* dans l'alimentation des larves de *H. longifilis*. Dans cette étude, nous nous proposons de déterminer les effets de l'utilisation des aliments formulés à 35% de protéines à base de tourteau de soja, de cervelle de bœuf et de farine d'asticot sur la croissance, le coût de production et la composition biochimique des larves de silure *H. longifilis* en élevage intensif en circuit fermé.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1. Formulation des aliments expérimentaux : les principales matières premières utilisées comme sources de protéines

dans la formulation des aliments sont le tourteau de soja, la cervelle de bœuf et la farine d'asticot de mouches domestiques Le tourteau

de soja acheté auprès des providiers a été séché à l'étuve à 105°C pendant 24 heures, puis broyé et tamisé à l'aide d'un tamis de 1 mm de maille. La cervelle de bœuf fraîche extraite des lobes de cervelet de bœuf, a été réduite en une pâte tendre et homogène puis séchée à l'étuve à 80°C pendant 24 heures. La pâte séchée est ensuite transformée en farine. Les asticots sont produits à partir des viscères et des carcasses de poissons rejetés au Port de Pêche d'Abidjan. Les asticots ont été blanchis à l'eau bouillante et séchés à l'étuve à 105°C pendant 24 heures puis transformés en farine et tamisés à l'aide d'un tamis de 1 mm de maille. La farine de maïs a été utilisée pour servir de liant et ajuster la teneur protéinique des aliments formulés à 35 % de protéines brutes. Les autres composantes

telles que l'huile rouge de palme, la lysine, la méthionine, les prémix vitamines-acides aminés, le fer, le chlore et le phosphore ont été ajoutées à proportion identique aux aliments formulés (Tableau 1). Chaque aliment formulé a été rendu en pâte homogène par ajout de 80 ml d'eau bouillante à 100 g du mélange. La pâte obtenue a été ensuite séchée à l'étuve à 80°C pendant 48 heures puis broyée et tamisée à l'aide d'un tamis de 1 mm de maille. Les trois aliments expérimentaux ainsi formulés: l'aliment soja (AS), l'aliment cervelle (AC) et l'aliment asticot (AA) ont été conservés à -20°C jusqu'à utilisation. Les compositions centésimales et bromatologiques ainsi que le coût de ces trois aliments expérimentaux sont présentés au Tableau 1.

Tableau 1 : Ingrédients (g.kg⁻¹), composition biochimique et coûts des aliments expérimentaux

Ingrédients	Régimes alimentaires		
	AS	AC	AA
Farine d'asticot	—	—	81,15
Farine de tourteau de soja	89,23	—	—
Farine de cervelle bovine	—	89,26	—
Farine de maïs	1,50	1,00	8,76
Huile de palme rouge	2,00	2,00	2,00
Lysine	2,83	2,83	2,83
Méthionine	1,21	1,21	1,21
VMD-Aminovit (Premix) [#]	2,00	2,00	2,00
Phosphore	0,67	0,67	0,67
Fer	0,67	0,67	0,67
Chlore	0,66	0,66	0,66
Total	100	100	100
Composition des aliments			
Humidité (%)	10,59	10,53	10,66
Protéines (%)	35,11	35,02	35,07
Lipide (%)	10,83	32,01	26,06
Cendres (%)	6,27	5,48	7,25
Fibre brute (%)	6,85	0,03	5,53
Extractifs non azotés (ENA) (%) ^Y	30,35	16,93	15,43
Energie brute (kJ) ^Z	17,23	22,94	22,50

AS = aliment soja ; AC = aliment cervelle; AA = aliment asticot. V.M.D. n.v./s.a. – Belgium – web site ://www.vmdvet.com

[#]VMD-Aminovit : Vitamine A = 10000 UI, Méthionine = 50,0 mg, Vitamine D3 = 1000 UI, Vitamine E = 10,0 mg, Vitamine B1 = 2,0 mg, Vitamine B2 = 4,0 mg, Calcium pantothenate = 10,0 mg, Vitamine B6 = 1,5 mg, Vitamine B1 = 2,0 mg, Vitamine B2 = 4,0 mg, Calcium pantothenate = 10,0 mg, Vitamine B6 = 1,5 mg Lysine HCl = 50,0 mg, Alanine

= 12,96 mg, Arginine = 15,6 mg, Acide Aspartique = 27,8 mg, Cystine = 1,9 mg, Acide Glutamique = 85,0 mg, Glycine = 8,0 mg, Histidine = 11,8 mg, Isoleucine = 23,6 mg, Cystine = 1,9 mg, Acide Glutamique = 85,0 mg, Glycine = 8,0 mg, Histidine = 11,8 mg, Isoleucine = 23,6 mg, Leucine = 35,4 mg, Phénylalanine = 19,0 mg, Proline = 39,2 mg, Sérine = 24,0 mg, Thréonine = 18,6 mg, Tryptophane = 6,4 mg, Valine = 27,4 mg.

¥ Extractifs non azotés déduits de 100-(% protéines + % lipides + % Cendres + % fibres déterminés par rapport à la matière sèche)

℥ Energie brute = % protéines x 22, 2 kJ/g + % lipides x 38, 9 kJ/g + % extractifs non azotés x 17, 2 kJ/g

3.2. Protocole expérimental : les travaux se sont déroulés dans des aquariums (38,5cm x 46,5cm x 28cm) de 50 litres de volume fonctionnant en eau recyclée à l'écloserie du Centre de Recherches Océanologiques (CRO) d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Les larves de *H. longifilis* utilisées dans cette étude proviennent de la reproduction artificielle réalisée au CRO. Les larves ont été transférées dans les aquariums expérimentaux trois jours après l'éclosion et acclimatées pendant 4 jours. Au total, 450 larves âgées de 7 jours et de poids moyen initial $0,041 \pm 0,010$ g ont été divisées en trois lots avec triplicats pour chaque aliment formulé. Les larves ont été distribuées à une densité de 1 larve L⁻¹ et nourries à la ration de 100 % de la biomasse totale trois fois par jour (08:00, 12:00 et 17:00 heures) pendant 49 jours. Chaque matin, les particules alimentaires non ingérées par les larves et leurs fèces ont été siphonnées à l'aide d'un tuyau flexible avant la distribution des aliments. Chaque semaine, toutes les larves par aquarium ont été récupérées dans des barquettes en plastiques, puis la biomasse totale et le nombre de larve ont été déterminés. Dix (10) larves ont été prélevées de façon aléatoire par aquarium, mesurées et pesées individuellement. A la fin de l'expérience, toutes les larves par aquarium ont été comptées, mesurées et pesées puis 25 larves par lot d'aliment ont été prélevées et conservées à -20°C pour les analyses de la composition biochimique corporelle.

3.3. Analyses biochimiques : les compositions biochimiques des trois aliments formulés et des poissons en fin d'élevage ont été déterminées selon les méthodes définies par AOAC (1990). La teneur en humidité de chaque échantillon a été déterminée après séchage à l'étuve à 105°C pendant 24 heures. La teneur en cendres est obtenue par calcination de l'échantillon au four à moufle à 550°C pendant 24

heures. La teneur en protéines est déterminée selon la méthode de Kjeldahl dosant l'azote total (N x 6,25). Les lipides totaux ont été déterminés par la méthode de Soxhlet avec l'hexane comme solvant. Les teneurs en fibres ont été obtenues par hydrolyse acide des échantillons. La teneur en énergie brute a été calculée en utilisant les facteurs de conversion des nutriments définis par Luquet et Moreau (1989) : Protéines = 22,2 kJg⁻¹, lipides = 38,9 kJg⁻¹ et extractifs non azotés = 17,2 kJ.

3.4. Expression des résultats : les paramètres zootechniques suivants ont été déterminés : Gain de Poids (GP = Poids final – Poids initial); Gain de Poids Quotidien (GPQ = Poids final– Poids initial / Nombre de jours de suivi) ; Taux de Croissance Spécifique (TCS = [Ln (Poids final) – Ln (Poids initial) / Nombre de jours de suivi]) x 100 ; Taux de Survie (TS = Nombre final de poissons / Nombre initial de poisson) ; Taux de Cannibalisme (TC = Nombre de poissons morts mutilés + Nombre de poissons disparus/ Nombre initial de poissons) ; Taux de Mortalité (TM = Nombre de poissons morts retrouvés entier / Nombre initial de poissons); Taux de Conversion Alimentaire apparent (TCA = Quantité d'aliment distribué en un temps donné / Gain de poids pendant le même temps); Coefficient d'Efficacité Protéique (CEP = Gain de poids / Protéines distribuées); Coût de l'aliment distribué = Quantité de l'aliment distribuée x Prix de l'aliment.

3.5. Analyses statistiques : les données ont été exprimées en moyenne \pm écart type. Les données ont été analysées par ANOVA à un facteur au seuil $\alpha = 0,05$. Les comparaisons multiples des moyennes ont été effectuées avec le test de Duncan. Les analyses ont été considérées significatives à $p < 0,05$. Le logiciel Statistica 7.1 a été utilisé pour les analyses statistiques.

4 RESULTATS

4.1. Croissance : les paramètres zootechniques des larves en fin d'élevage sont présentés dans le Tableau 2. Le poids final, le gain de poids et le taux de croissance spécifique ont été significativement plus élevés ($p < 0,05$) chez les larves nourries avec l'aliment cervelle (AC), suivies de celles nourries avec l'aliment asticot (AA). Les plus faibles valeurs de ces paramètres ont été enregistrées chez les larves nourries avec l'aliment soja (AS). La valeur moyenne de taux de conversion alimentaire apparent ($3,65 \pm 0,41$) obtenue chez les larves nourries avec l'aliment AS est significativement ($p < 0,05$) plus élevée que celles obtenues chez les larves nourries avec les aliments AC ($2,7 \pm 0,19$) et AA ($2,38 \pm 0,1$). Inversement, le coefficient d'efficacité protéique apparent (CEP) est plus élevé

chez les larves nourries avec l'aliment AA ($1,32 \pm 0,01$), suivi de celles nourries avec l'aliment AC ($1,09 \pm 0,08$). La plus faible valeur de CEP est été obtenue avec AS ($0,33 \pm 0,02$). Le taux de survie de $70,02 \pm 2,83$ % enregistré chez les larves nourries avec l'aliment AS est significativement plus élevé ($p < 0,05$) que ceux obtenus chez les larves nourries avec les aliments AA ($63,04 \pm 9,70$ %) et AC ($54,10 \pm 2,04$ %). Inversement, le taux de cannibalisme est significativement plus faible chez les larves nourries avec l'aliment AS ($17,04 \pm 4,24$ %). Le taux de cannibalisme a presque doublé chez les larves nourries avec l'aliment AC ($31,10 \pm 2,83$ %). Les taux de mortalité naturelle ont varié de 12,94 à 14,80 % et n'ont pas été influencés par le régime alimentaire.

Tableau 2 : Paramètres zootechniques et utilisation alimentaire des larves de *Heterobranchus longifilis* nourries avec les différents aliments expérimentaux

Paramètres	Régimes alimentaires		
	AS	AC	AA
Poids initial (g)	$0,04 \pm 0,01^a$	$0,04 \pm 0,01^a$	$0,04 \pm 0,01^a$
Poids final (g)	$0,41 \pm 0,11^a$	$2,21 \pm 0,27^c$	$1,77 \pm 0,15^b$
Gain poids (g)	$0,37 \pm 0,01^a$	$2,17 \pm 0,07^c$	$1,73 \pm 0,07^b$
Gain poids quotidien ($g \cdot J^{-1}$)	$0,01 \pm 0,00^a$	$0,05 \pm 0,00^c$	$0,04 \pm 0,00^b$
Taux de croissance spécifique (% jour ⁻¹)	$5,51 \pm 0,01^a$	$9,52 \pm 0,02^c$	$9,01 \pm 0,08^b$
Taux de survie (%)	$70,02 \pm 2,83^b$	$54,10 \pm 2,04^a$	$63,04 \pm 9,70^{ab}$
Taux de cannibalisme (%)	$17,04 \pm 4,24^a$	$31,10 \pm 2,83^c$	$24,60 \pm 1,40^b$
Taux de mortalité (%)	$12,94 \pm 1,41^a$	$14,80 \pm 2,09^a$	$12,36 \pm 3,27^a$
Taux de conversion alimentaire	$3,65 \pm 0,41^b$	$2,70 \pm 0,19^a$	$2,38 \pm 0,10^a$
Coefficient d'efficacité protéique	$0,33 \pm 0,02^a$	$1,09 \pm 0,08^b$	$1,32 \pm 0,01^c$

Les valeurs sont exprimées en moyennes \pm écart type. AS = aliment soja; AC = aliment cervelle; AA = aliment asticot. Les valeurs portant les mêmes lettres alphabétiques sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha = 0,05$

4.2. Composition biochimique : la composition biochimique des larves de *H. longifilis* nourries avec les aliments expérimentaux est présentée au Tableau 3. La teneur en humidité enregistrée chez les larves nourries avec l'aliment AC ($78,98 \pm 0,08\%$) est plus élevée ($p < 0,05$) que celles enregistrées avec les aliments AS ($75,46 \pm 1,07\%$) et AA ($74,31 \pm 1,54\%$). L'aliment AA a

donné les larves les plus riches en protéines ($15,09 \pm 0,92\%$) suivi de l'aliment AC ($13,3 \pm 0,18\%$). La plus faible valeur de protéines a été obtenue avec l'aliment AS ($11,9 \pm 1,01\%$). A l'inverse les larves nourries avec l'aliment AS ont été plus riches ($p < 0,05$) en lipides ($7,86 \pm 1,29\%$) suivies des larves issues des aliments AA ($5,06 \pm 0,35\%$) et AC ($2,67 \pm 0,34\%$). Les valeurs de cendres obtenues chez les

larves nourries avec les aliments AA ($5,08 \pm 0,21\%$) et AC ($4,64 \pm 0,12\%$) ont été significativement plus élevées ($p < 0,05$) que celle obtenue avec l'aliment AS ($3,78 \pm 0,80\%$).

4.3. Coût de l'aliment distribué : le coût de l'aliment distribué est présenté au Tableau 4. Le

coût de l'aliment distribué aux larves est significativement plus élevé ($p < 0,05$) avec l'aliment AC ($1648,37 \pm 124,26$ FCFA/kg) par rapport aux autres aliments AA ($170,90 \pm 25,19$ FCFA/kg) et AS ($144,63 \pm 20,12$ FCFA/kg).

Tableau 3 : Composition biochimique corporelle des larves de *Heterobranchus longifilis* nourries avec les différents aliments expérimentaux

Paramètres	Régimes alimentaires		
	AS	AC	AA
Humidité (%)	$75,46 \pm 1,07^a$	$78,98 \pm 0,08^b$	$74,31 \pm 1,54^a$
Protéines (%)	$11,90 \pm 1,01^a$	$13,30 \pm 0,18^{ab}$	$15,05 \pm 0,92^b$
Lipides (%)	$7,86 \pm 1,29^c$	$2,67 \pm 0,34^a$	$5,06 \pm 0,35^b$
Cendres (%)	$3,78 \pm 0,90^a$	$4,64 \pm 0,12^b$	$5,08 \pm 0,21^b$

Les valeurs sont exprimées en moyennes \pm écart type. AS = aliment soja; AC = aliment cervelle; AA = aliment asticot. Les valeurs portant les mêmes lettres alphabétiques sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha = 0,05$

Tableau 4 : Paramètres économiques issus des larves de *Heterobranchus longifilis* nourries avec les différents aliments expérimentaux

Paramètres	Régimes alimentaires		
	AS	AC	AA
Nombre de larves initiales	150	150	150
Nombre de larves finales	105	81	95
Quantité d'aliment distribué (g)	$340,3 \pm 47,3$	$385,7 \pm 29,4$	$347,9 \pm 51,6$
Prix de l'aliment (FCFA/kg)	425,40	4226,60	488,30
Coût de l'aliment distribué (FCFA)	$144,63 \pm 20,12^a$	$1648,37 \pm 124,26^c$	$170,90 \pm 25,19^b$
Coût en aliment d'une larve (FCFA)	$1,37 \pm 0,19^a$	$20,35 \pm 15,30^b$	$1,79 \pm 0,26^a$

Les valeurs sont exprimées en moyennes \pm écart type. AS = aliment soja; AC = aliment cervelle; AA = aliment asticot. Les valeurs portant les mêmes lettres alphabétiques sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha = 0,05$. 1 € = 655 FCFA

5 DISCUSSION

Les paramètres zootechniques de croissance des larves de *H. longifilis* en fin d'élevage sont influencés par le régime alimentaire distribué. Les meilleurs résultats de croissance ont été enregistrés avec l'aliment cervelle AC suivis de l'aliment asticot AA. Les plus faibles valeurs ont été obtenues avec l'aliment soja AS. Ces variations de croissance observées pourraient être dues aux différences nutritionnelles des aliments; liées aux qualités intrinsèques des principales matières premières utilisées pour la formulation. Les aliments formulés

ont la même teneur en protéines (35% de protéines brutes) mais différent au niveau des teneurs en lipides, cendres, fibre brute et en énergie brute. L'aliment cervelle AC, plus riche en lipides (32,01 %) et en énergie brute (22,94 kJ) mais pauvre en cendres (5,48 %) et en fibre brute (0,03 %) a donné les meilleurs résultats de croissance des larves. Cette différence de croissance observée chez les larves nourries avec l'aliment AC pourrait être due non seulement à la teneur en lipides mais également à la composition lipidique de cet aliment. L'utilisation

efficace des protéines alimentaires pour la croissance dépend à la fois du niveau d'incorporation de protéines et de la disponibilité des sources d'énergie non protéiques telles que les lipides et les fibres (Helland et Grisdale-Helland, 1998). L'incorporation des lipides dans la formulation permet d'épargner les protéines alimentaires du catabolisme et donc de couvrir les besoins en croissance et en substrats énergétiques des poissons, améliorant ainsi la croissance chez les larves de *H. longifilis* (Kertchuen, 1992 ; Babobala et Apata, 2006). .. Ceci pourrait expliquer les meilleurs résultats de croissance enregistrés chez les larves nourries avec l'aliment formulé à base de cervelle bovine (AC). Aussi, les valeurs de gain de poids obtenues avec cet aliment (AC ; 2,17 g) et l'aliment formulé à base de farine d'asticot (AA ; 1,73 g) sont supérieures à celle de 1,09 g, rapporté par Atsé *et al*(2009) dans les mêmes conditions chez les larves nourries avec l'*Artemia salina*. Cependant, nos résultats sont différents de ceux obtenus par Kertchuen et Legendre (1994) et Nguenga et Pouomogne (2007) qui ont obtenu de meilleurs résultats de croissance avec l'*Artemia salina* comparés aux sous produits. Cette différence pourrait être due à la durée des tests qui est de 14 et 12 jours (respectivement) chez ces auteurs comparée à 49 jours dans la présente étude. Par ailleurs, nos résultats montrent qu'en plus de l'aliment formulé à base de farine de cervelle bovine, l'aliment asticot (AA) améliore également la croissance des larves de *H. longifilis*. Ces résultats suggèreraient que *H. longifilis* utilise aussi bien les lipides que les protéines pour sa croissance. L'utilisation des lipides alimentaires pour la croissance larvaire chez cette espèce a déjà été rapportée par Legendre *et al*(1995). La faible croissance des larves de *H. longifilis* nourries avec l'aliment soja AS pourraient être due d'une part à la présence de facteurs antinutritionnels (facteurs anti-trypsiniques, lectines, saponines, génistine, tanins), d'acide phytique, de certains carbohydrates indigestibles par les poissons et d'autre part, à la forte teneur en fibres et au déficit en lysine du tourteau de soja (Liener, 1981; Hertrampf et Piedad-Pascual, 2000). Ces composés perturberaient le processus de digestion des nutriments alimentaires, entraînant ainsi la réduction de la digestibilité de l'aliment (Storebakken *et al.*, 2000;

Krogdahl *et al.*, 2010). Des résultats similaires ont été observés chez les juvéniles de *H. longifilis* nourris avec les aliments formulés avec la farine de soja par Atsé *et al*(2008) et Toko *et al*(2008). Ces résultats montrent clairement la difficulté de *H. longifilis* à utiliser efficacement l'aliment formulé à base de soja pour sa croissance. Ces observations corroborent la valeur élevée de TCA (3,65) obtenue chez les larves nourries avec l'aliment AS. *H. longifilis*, poisson à régime alimentaire omnivore à nette tendance carnassière digèrerait donc mieux les protéines d'origine animale par rapport aux protéines végétales ce qui expliquerait aussi la meilleure croissance observée chez les larves nourries avec les aliments cervelle et asticots.

Les taux de survie enregistrés avec les aliments AC (54,10 ± 2,04%) et AA (63,04 ± 9,70%) sont faibles par rapport à celui obtenu avec l'aliment AS (70,02 ± 2,83). Le taux de survie dans ce dernier groupe est similaire à celui rapporté par Atsé *et al*(2009) avec l'*Artemia salina* (69,20%). Les faibles taux de survie enregistrés avec les aliments AC et AA sont une conséquence des forts taux de cannibalisme de 31,10% et 24,60% enregistrés respectivement avec les aliments AC et AA. Les plus gros individus se nourrissent des autres individus de plus petites tailles ce qui pourrait aussi améliorer leur croissance. En effet, le cannibalisme est intensifié par une hétérogénéité des tailles entre les poissons (Hseu, 2002), les contacts inter individuels (Barcellos *et al.*, 2004) et la compétition alimentaire (Haylor, 1992). La composition biochimique des larves de *H. longifilis* en fin d'élevage est fortement dépendante de la qualité de l'aliment distribué. Les aliments les plus riches en lipides ont donné les valeurs les plus faibles en lipides corporelles. Ces résultats montrent qu'il y a une accumulation de lipides chez les larves nourries avec les aliments pauvres en lipides. En revanche, les larves nourries avec des aliments riches en lipides, utiliseraient préférentiellement les lipides corporels pour les besoins énergétiques et la croissance au détriment des protéines. Les différents teneurs en protéines corporelles des poissons enregistrées dans cette étude seraient donc dépendantes de la capacité d'utilisation des protéines alimentaires des larves. Les valeurs de protéines corporelles obtenues sont en corrélation directe avec les valeurs de coefficient d'efficacité protéique enregistrées dans cette étude. Chez les

poissons, l'utilisation d'aliment à forte teneur en lipides diminuent l'activité des enzymes de la lipogenèse hépatique (Dias *et al.*, 2004; Richard, 2006). La diminution de la synthèse *de novo* acides gras est effective pour les variations de taux de lipides alimentaire supérieur à 10 % (Henderson et Sargent, 1981 ; Brauge *et al.*, 1995). Ces observations corroborent nos résultats. En effet, dans notre étude, les variations de teneur en lipides alimentaires sont de 21,18% entre AS et AC et de 15,23% entre AS et AA. L'utilisation des sous produits a entraîné une diminution des prix des aliments formulés (425,40 FCFA/kg, 4226,60 FCFA/kg et 488,30 FCFA respectivement AS, AC et AA) par rapport à l'aliment de référence *Artemia salina* (80 000 FCFA/kg) (Yavo, 2011). Cette réduction du prix de l'aliment a fortement influencé le coût de l'aliment distribué. Cependant, lorsque nous comparons les

résultats obtenus entre les différents régimes alimentaires, il ressort que le coût de l'aliment par larve produite est 20 x plus élevé avec l'aliment AC à cause du coût élevé de la cervelle bovine comparé à celui AS, 12 x plus avec l'aliment AA. Mais le poids moyen final des larves obtenues par l'aliment AS est 5 x inférieur à celui des larves issues des aliments AC et AA. La formulation d'aliment à 35% de protéines avec la farine de cervelle de bœuf et d'asticot permet de produire des larves à moindre coût vis-à-vis de l'utilisation de l'*Artemia salina* et d'obtenir de bonnes performances de croissance. Toutefois, il convient d'étudier les conditions de réduction des taux de cannibalisme et d'amélioration des taux de survie des larves avec ces aliments.

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists): 1990. Official Methods of Analysis. 15th edition, Arlington, VA. USA. 1298 pp.
- Atsé BC, Koumi AR. and Kouamé P: 2008. Growth and cannibalism of the African catfish *Heterobranchus longifilis* fingerlings (valenciennes, 1840) fed isoproteic diets with partial or total substitution of fish protein with soya protein. *Journal of Fisheries International* 3: 68-74
- Atsé BC, Konan KJ, Alla YL and Pangni K: 2009. Effect of rearing density and feeding regimes on growth and survival of African Catfish, *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) larvae in a closed recirculating aquaculture system. *Journal of Applied Aquaculture* 21: 183-195.
- Babobala TOO. and Apata DF: 2006. Effects of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth Performance and Body Composition of African Catfish *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) Fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 5(12): 1073-1079
- Barcellos LJG, Kreutz LC, Quevedo MR, Fioreze IL, Cericato M, Soso AB, Fagundes J Conrad RK, Baldissera AB. and Ritter F: 2004. Nursery rearing of *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. *Aquaculture* 232: 383-394.
- Brauge C, Corraze G. and Medale F: 1995. Effect of dietary levels of carbohydrate and lipid on glucose oxidation and lipogenesis from glucose in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared in freshwater or in seawater. *Comparative Biochemistry and Physiology b*. 111: 117-124.
- Dias J, Rueda-Jasso R, Panserat S, Conceiça LECD, Gomes EF. and Dinis MT: 2004. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth, lipid deposition and metabolic hepatic enzymes in juvenile Senegalese sole (*Solea Senegalensis*, Kaup). *Aquaculture Research* 35: 1122-1130.
- FAO: 2010. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2010. FAO, Rome. 224 pp...
- Haylor GS: 1992. Controlled hatchery production of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822): Growth and survival of fry at high stocking density. *Aquatic Fisheries Management* 23: 303-314.
- Helland SJ. and Grisdale-Helland B: 1998. Growth, feed utilization and body composition of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets differing in the ratio

- between the macronutrients. *Aquaculture* 166: 49–56.
- Henderson RJ. and Sargent JR: 1981. Lipid biosynthesis in rainbow trout *Salmo gairdnerii* fed diets of differing lipid content. *Comparative Biochemistry and Physiology* 69: 31–37.
- Hertrampf JW. and Piedad-Pascual F: 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Netherland: Kluwer Academic Publishers. 573 pp.
- Hung, LT, Tam M, Cacot P. and Lazard J.: 1999. Larval rearing of the Mekong catfish, *Pangasius bocourti* (Pangasiidae, Siluroidei): Substitution of *Artemia* nauplii with live and artificial feed. *Aquatic Living Resources* 12(03): 229–232.
- Hseu JR: 2002. Effects of size difference and stocking density on cannibalism rate of juvenile grouper *Epinephelus coioides*. *Fisheries Sciences* 68: 1384–1386.
- Kerdchuen N : 1992. L'alimentation artificielle d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae): Incidence du mode d'alimentation et première estimation des besoins nutritionnels. Thèse de Doctorat Université Paris-VI, Paris, France. 182 pp.
- Kerdchuen N. and Legendre M: 1994. Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis*, (Teleostei, Clariidae): a comparison between natural and artificial diet. *Aquatic Living Resources* 7(04): 247–253.
- Krogdahl A, Penn M, Thorsen J, Refstie S. and Bakke AM: 2010. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmon. *Aquaculture research* 41: 333–344.
- Legendre M.: 1986. Seasonal changes in sexual maturity and fecundity, and HCG-induced breeding of catfish, *H. longifilis* Valenciennes (Clariidae) reared in Ebrié lagoon (Ivory Coast). *Aquaculture* 55: 201–213.
- Legendre M.: 1991. Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et du Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier, France. 83pp.
- Legendre M, Kerdchuen N, Corraze G. and Bergot P.: 1995. Larval rearing of an African catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. *Aquatic Living Resources* 8(04): 355–363.
- Liener IE: 1981. Factors affecting the nutritional quality of the soya products. *Journal of American Chemistry Society* 58: 406–415.
- Luquet P. and Moreau Y: 1989. Energy-protein management by some warm water fin fishes. Actes du Colloque 9, AQUACOP, IFREMER, Paris, France. 4 pp.
- Nguenga D. and Pouomogne V: 2007. Evaluation of the suitability of various dry and moist feeds for rearing larvae of the catfish, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae). *Cameroon Journal of Agricultural Science* 3(2):
- OCDE-FAO : 2011. Produits de la pêche et de l'aquaculture. In : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011–2020. OCDE/FAO, Rome, Italie. pp.171–184.
- Oyelese OA: 2007. Utilization of compounded ration and maggot in the diet of *Clarias gariepinus*. *Research Journal of Applied Science* 2(3): 301–306.
- Richard N : 2006. Effet du taux et de la nature des lipides alimentaires sur les mécanismes intervenant dans la constitution des dépôts lipidiques (transport, captage, synthèse) chez la truite Arc-en-ciel et le bar. Thèse de Doctorat Université de Bordeaux I, France. 189 pp.
- Slembrouck J. and Legendre M. 1988. Aspects techniques de la reproduction contrôlée de *Heterobranchus longifilis* (Clariidae). Document Technique, Centre de Recherches Océanologiques, Abidjan, Côte d'Ivoire. 20 pp.
- Storebakken T, Refstie S. and Ruyter B: 2000. Soy products as fat protein sources in fish feed for intensive aquaculture. In: J. K. Drackley ed. Soy in Animal Nutrition Fed: Animal Sciences Society, Savoy IL, New York, USA. pp. 127–170.



- Teugels GG, Denayer B. and Legendre M: 1990. A systematic revision of the African catfish genus *Heterobranchus* Geoffroy-Saint-Hilaire, 1809 (Pisces : Clariidae). *Zoology Journal of Limnology Society* 98: 237-257.
- Toko II, Fiogbe ED. and Kestemont P: 2008. Growth, feed efficiency and body mineral composition of juvenile vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*, Valenciennes 1840) in relation to various dietary levels of soybean or cottonseed meals. *Aquaculture Nutrition* 14 : 193-203.
- Yavo N: 2011. Étude comparée de deux aliments composés à base d'*Artemia Salina* et d'asticots sur la croissance des larves de silure africain *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840). Mémoire de Diplôme d'Ingénieur Agronome, EFCPC, Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. 70 pp.