

# INCORPORATION DU COPRAH ET DES CUTICULES DE CACAO ET D'ARACHIDE DANS L'ALIMENT DU TILAPIA DU NIL (*Oreochromis niloticus*, Linné, 1758) ELEVE EN ETANG : EFFET SUR LA CROISSANCE ET LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE

Y. BAMBA<sup>1\*</sup>, S. OUATTARA<sup>2</sup>, N. OUATTARA<sup>2</sup>, L. DOUMBIA<sup>1</sup>, A. OUATTARA<sup>1</sup>, K. S. DACOSTA<sup>3</sup>, G. GOURENE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA), UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, 02 Bp 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>Laboratoire de Biologie et de Cytologie Animale, UFR-Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua.

<sup>3</sup>Centre National de Recherche Agronomique station de Recherche en Pêche et Aquaculture Continentale (CNRA).

\*Auteur correspondant : [bamb\\_yacoub@yahoo.fr](mailto:bamb_yacoub@yahoo.fr)

## RESUME

Dans le but de réduire le coût de l'alimentation du tilapia en élevage, quatre aliments exogènes pulvérulents dont un industriel (Ivograin) servant de référence (AR) et trois tests locaux (A1, A2 et A3) formulés uniquement à base de sous-produits locaux ont été utilisés. La composition de base des aliments tests est : A1 (cuticules de de fève de cacao, son de maïs, tourteaux de soja et coton) ; A2 (cuticules de graine d'arachide, son de maïs, tourteaux de soja et coton) et A3 (tourteaux de coprah, soja et coton et son de maïs). Tous les aliments titrent environ 28 % de protéines. L'expérience est conduite à la ferme « Blondéy » (Côte d'Ivoire) sur des juvéniles de *Oreochromis niloticus* d'un poids initial de  $33,3 \pm 0,4$  g. Des juvéniles ne recevant pas d'aliment exogène ont servi de lot témoin (At) pour apprécier l'effet de l'aliment endogène. La densité de stockage était de 2 poissons/m<sup>2</sup>. Trois étangs par traitement ont été utilisés. La ration journalière a été distribuée à 9 h et à 15 h. Après 180 jours d'expérience, les poids moyens finaux ont atteint des valeurs respectives de  $273,42 \pm 26$  g ;  $295,08 \pm 18,5$  g ;  $352,1 \pm 20,7$  g ;  $309,38 \pm 22,3$  g et  $101,06 \pm 4$  g pour A3, A2, A1, AR et At. Au niveau des aliments exogènes, le meilleur quotient nutritif (Qn= 2,22) et de croissance journalière (1,77 g/jour) ont été obtenus avec A1. Le plus grand Qn (2,88) et la plus faible croissance journalière (1,33g /jour) sont enregistrés avec A3. La comparaison de tous les lots indique que la plus faible croissance (0,38 g/jour) est enregistrée chez les poissons non nourris à l'aliment exogène (At). Les lipides corporels (16 - 17 %) sont plus élevés chez les poissons nourris aux aliments tests que ceux des lots de référence (14 %) et témoins (13 %). Par rapport à l'aliment AR, les aliments tests réduisent le coût de revient de l'aliment et le coût de l'alimentation par unité de prise de poids de 15 - 18 % et 3,1 - 27,4 %, respectivement.

**Mots clés :** Aliments, arachide, cacao, coprah, cuticules, *Oreochromis niloticus*

## ABSTRACT

### **INCORPORATION OF COCONUT OIL CAKE, COCOA BEAN SHELL AND PEANUT SKIN IN DIET FOR NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*, LINNÉ, 1758) REARED IN POND : EFFECT ON GROWTH AND BIOCHEMICAL COMPOSITION**

*In order to reduce feeding cost of rearing tilapia, four powdered diets including an industrial product (Ivograin) (as reference = AR) and three practical diets (A1, A2 and A3) formulated using local by-products were used. Formulated diets were designated as A1 (cocoa bean shell, corn bran, soybean oil cake, cottonseeds oil cake, premix), A2 (peanut skin, corn bran, soybean oil cake, cottonseeds oil cake, premix) and A3 (corn bran, soybean oil cake, cottonseeds oil cake and coconut oil cake). The four diets contained approximately 28 % crude protein. The experiment was carried out at farm « Blondéy » (Ivory Coast) on fingerlings *Oreochromis niloticus* with an initial body weight of  $33.3 \pm 0.4$ g. In addition, fingerlings non-fed*

with exogenous diet were used as control group to assess the impact of the natural food. The used stocking density was 2 fish/m<sup>2</sup>. Three replicate ponds were assigned to each of the treatment. Fish were fed twice daily (9.00 h and 15.00 h). After 180 days of experiment, the final body weight observed were respectively 273.42 ± 26 ; 295.08 ± 18.5 ; 352.1 ± 20,7 ; 309.38 ± 22.3 g and 101.06 ± 4 g for A3, A2, A1, AR and At. Considering the four diets (A1, A2, A3 and AR), the best daily weight gain (1.77 g/day) and feed conversion ratio (2.22) were obtained with A1 which were significantly different ( $p < 0.05$ ) from values obtained for the other groups. The poorest weight gain (1.33 g/day) and the highest feed conversion ratio (2.88) were recorded for A3. The comparison of all groups (A1, A2, A3, AR and At) revealed that the poorest value of the daily weight gain (1.33 g/day) was recorded for the control group (At). Fat deposition was highest (16 - 17 %) in fish fed practical diets, while fish fed diets AR and control fish (At) recorded respectively (14 %) and (13 %). Practical diets reduced the feed cost and feeding cost per unit of weight gain by 15 - 18 % and 3.1 - 27.4 %, respectively.

**Keywords :** Diets, peanut skin, cocoa bean shell, coconut oil cake, *Oreochromis niloticus*

## INTRODUCTION

En aquaculture, l'aliment représente une part importante du coût de production des poissons en raison de l'utilisation de la farine de poisson comme principale source protéique (Hardy, 2010 ; NRC, 2011 ; Burel et Medale, 2014). En effet, cet intrant se raréfie et devient de plus en plus cher, constituant ainsi un facteur limitant majeur à la production de poisson. Il est devenu donc nécessaire de trouver des substituts afin de limiter la dépendance de l'aquaculture à la farine de poisson (Medale et Khausik, 2009 ; Medale et al., 2013 Burel et Medale, 2014). En outre, les demandes en ressources marines deviennent de plus en plus préoccupantes à cause des concurrences alimentaires entre les humains et les animaux (Tacon et Metian, 2009). Plusieurs travaux ont été initiés pour trouver des sources de protéines qui ne sont pas directement utilisables pour la consommation humaine (Hardy, 2010 ; Burel et Medale, 2014). Medale et Khausik (2009) et Zhao et al. (2010) ont indiqué que la valorisation des sous-produits agricoles dans l'alimentation des animaux pourrait réduire les compétitions entre les humains et les animaux mais aussi les coûts de production tout en améliorant la rentabilité des exploitations. Parmi ces résidus agricoles les cuticules de graines d'arachide, les cuticules de cacao et le tourteau de coprah sont accessibles et disponibles en Côte d'Ivoire (Anonyme 1, 2002 ; Sangaré et al., 2009 ; FAO, 2014 ; Anonyme 2, 2015). En effet, selon ces sources, les statistiques de productions agricoles estiment à 1 700 000 tonnes de cacao, 250 000 tonnes de noix de coco, 75 000 tonnes

d'arachide et 600 000 tonnes de maïs, avec une variation inter-annuelle des productions de l'ordre de 8 %. Leur utilisation dans l'alimentation du poisson est rare, voire inexistante. Pourtant, ces intrants (cuticules de cacao et de graines d'arachide et le tourteau de coprah) contiennent 16 à 23 % de protéines (Chung et al., 2003 ; Sundu et al., 2009 ; Abdelrahim et al., 2012) et pourraient servir comme ingrédients dans l'alimentation des poissons. Mais, l'utilisation des sous-produits végétaux comme seules sources de protéines dans les aliments composés est souvent limitée par des niveaux élevés de fibres et des carences en certains nutriments (acides aminés essentiels) (Francis et al., 2001 ; NRC, 2011). Toutefois, certains sources (Wilson, 1994; Nguyen et al., 2009 ; Burel & Medale, 2014) ont mentionné que l'utilisation de mélanges de plusieurs sources protéiques végétales et l'ajout de certains acides aminés indispensables rendent possible la mise au point d'aliments dépourvus de protéines d'origine animale pour les espèces d'eau chaude comme la carpe et le tilapia.

L'objectif général de ce travail a été de mettre au point des aliments à coût réduit pour le tilapia *O. niloticus* à partir de tourteau de coprah, des cuticules de fève cacao et de graine d'arachides combinés avec d'autres sous-produits locaux en vue d'améliorer la sécurité alimentaire. De façon particulière, il s'est agi de déterminer leur effet sur les performances zootechniques et la composition biochimique du tilapia *Oreochromis niloticus* en phase de grossissement. Ensuite, d'évaluer les impacts des aliments expérimentaux sur le coût de l'alimentation des poissons élevés.

## MATERIEL ET METHODES

### STRUCTURES D'ELEVAGE ET POISSONS EXPERIMENTAUX

L'expérimentation a été réalisée à la ferme piscicole « Blondey » (N 05° 35.451' ; W 004° 05.425') située dans la Sous-préfecture d'Azaguié à environ 25 kilomètres d'Abidjan. Les essais ont été conduits dans 15 étangs (600 à 800 m<sup>2</sup>) à raison de 3 étangs par traitement alimentaire. Ces étangs ont été alimentés en eau par gravité à partir d'un barrage de retenue d'eau de deux hectares. Ils sont dotés d'un système de canalisation en PVC enterré, dont le tuyau d'arrivée d'eau dans la structure d'élevage a été équipé d'une toile moustiquaire de protection (maille : 1 mm). Un débit d'eau minimal a été maintenu dans les étangs expérimentaux, à raison de 16 m<sup>3</sup> d'eau / seconde.

Les essais ont porté sur des juvéniles mâles de tilapia *Oreochromis niloticus* d'un poids moyen de 33,3 ± 0,4 g. La densité de stockage était de 2 poissons/m<sup>2</sup>. Le prédateur *Hemichromis fasciatus* (25 g) a été ajouté à chaque élevage à raison de 5 % de la biomasse totale de la population de *O. niloticus* (Bamba *et al.*, 2014). Ce prédateur élimine les alevins issus de l'erreur de sexage et n'utilisent pas les aliments distribués.

### ALIMENTS EXPERIMENTAUX

Les aliments tests (A1, A2 et A3) ont été formulés à base de matières premières végétales uniquement et 1% de *premix* (Complexe minéraux-vitamines). Les tourteaux de soja, de coton, de coprah, le son de maïs, les cuticules de graine d'arachide torréfiées, les cuticules de

fève de cacao, le complément minéral et vitaminique et l'huile végétale sont les ingrédients utilisés. Les cuticules de graine d'arachide et de fève de cacao utilisées sont des résidus constitués principalement de mince couverture rouge-brun (téguments) et de quelques brisures de germes. Le son de maïs, les cuticules de graine d'arachide torréfiée et de fève de cacao ont été séchés au soleil deux jours durant. Les ingrédients utilisés ont été achetés auprès des fournisseurs locaux. Pour la fabrication de chaque aliment test, les ingrédients bruts ont été moulus à l'aide d'un broyeur à marteau de fabrication locale et passés à travers un tamis de maille un millimètre. Un pré-mélange constitué de sel, de farine de coquille, d'huile végétale et un complexe minéraux-vitamines (CMV) a été effectué. Les autres ingrédients constitués de son de maïs, des tourteaux de coton et soja ont été ajoutés au pré-mélange afin d'obtenir un produit de base. Les cuticules de fève de cacao, les cuticules de graine d'arachide torréfiée, et le tourteau de coprah moulus ont été ajoutés à ce produit de base pour obtenir respectivement les aliments expérimentaux A1, A2 et A3 présentés dans le Tableau 1. Pour chaque aliment, les ingrédients ont été pesés et mélangés à l'aide d'un mélangeur de fabrication locale jusqu'à l'obtention d'un produit homogène. Une tonne de chacun des aliments tests pulvérulents a été produite au cours de chaque séance de fabrication. Un aliment pulvérulent industriel (Ivograin), titrant 28 % de protéines brutes a servi de référence dans les essais. Les compositions bromatologiques des quatre aliments expérimentaux sont présentées dans le Tableau 2. Les analyses biochimiques ont été effectuées à l'Université Georg-August de Göttingen (Allemagne) selon les méthodes de Naumann et Bassler (1976-1997).

**Tableau 1** : Composition des aliments tests locaux A1, A2 et A3 (g /100 g) utilisés pour l'élevage de *Oreochromis niloticus* en étang.*Composition of practical test diets (g /100 g) used for rearing of Oreochromis niloticus in pond.*

Intrants	Traitements alimentaires		
	A1	A2	A3
Tourteau de soja	24,5	25	25
Tourteau de coton	29	29	28,5
Son de maïs	18	18	18,5
Cuticules de fève de cacao	23,5	0	0
Tourteau de coprah	0	0	23
Cuticules de graine d'arachide	0	23	0
Sel de cuisine	1,5	1,5	1,5
Huile de palm	1	1	1
Poudre de coquillage	1,5	1,5	1,5
Complexe minéraux-vitamines (CMV)	1	1	1

A1 : Aliment à base de cuticules de fève de cacao ; A2 : Aliment à base de cuticules de graine d'arachide ; A3 : Aliment à base de tourteau de coprah ; AR : Aliment de référence ; At : Aliment naturel dans les étangs

A1: *Diet containing cocoa bean shell* ; A2 : *Diet containing peanut skin* ; A3 : *Diet containing coconut oil cake* ; AR : *Reference diet* ; At : *Naturel food inside ponds*

**Tableau 2** : Composition chimique et acides aminés essentiels des aliments expérimentaux utilisés.*Chemical composition and essential amino acid profile of the experimental diets used.*

Composition (% matière sèche)	Traitements alimentaires				Besoin en acides aminés essentiels du tilapia*
	A3	A2	A1	AR	
Matière sèche (%)	90,5	91,4	90,6	89,7	
Protéine brute (%)	28,14	28,16	28,08	29,06	
Lipide (%)	4,79	7,76	8,96	4,51	
Fibre (%)	12,19	11,59	9,5	7,28	
Cendre (%)	5,71	5,25	6,24	6,99	
Extractif non azoté (%)	39,67	38,64	37,82	41,86	
Energie brute (kJ/g)	14,93	15,92	16,22	15,41	
Energie digestible (kJ/g)	10,62	11,52	11,83	10,90	
Compositions en acides aminés essentiels (en % de protéine)					
Arginine	8,77	6,9	5,1	8,34	4,2
Lysine	2,73	3,27	4,97	5,01	5,12
Méthionine	1,75	1,99	2,32	2,26	2,68
Histidine	1,79	1,97	2,33	3,13	1,72
Phénylalanine	3,05	3,34	3,71	4,53	3,75
Tyrosine	1,98	2,82	2,52	3,29	3,75
Leucine	5,55	6,03	6,3	6,82	3,39
Isoleucine	3,27	2,41	3,01	3,4	3,11
Valine	2,5	2,15	2,63	4,43	2,8
Thréonine	3,71	3,52	4,2	3,72	3,75
Rapports de certains acides aminés					
Arg/Lys	3,58	2,11	1,23	1,66	0,82

A1 : Aliment à base de cuticules de fève de cacao ; A2 : Aliment à base de cuticules de graine d'arachide ; A3 : Aliment à base de tourteau de coprah ; AR : Aliment de référence \* : Besoin en acides aminés essentiels du tilapia.

A1 : *Diet containing cocoa bean shell* ; A2 : *Diet containing peanut skin* ; A3: *Diet containing coconut oil cake* ; AR : *Reference diet* \* : *Essential amino acid requirements for tilapia*

## DISPOSITIF ET PROCEDURES EXPERIMENTALES

Les expériences ont consisté à donner l'aliment pendant 180 jours aux poissons. Pour l'empeusement des étangs, les poissons ont été comptés par lots de 100 et pesés. Les différentes pesées ont été effectuées pour réaliser la densité de mise en charge appliquée. En outre, 50 poissons de chacun des étangs ont fait l'objet de mesure du poids individuel au moyen d'une balance SARTORIUS de précision 1 g. Cette pesée individuelle a été faite pour déterminer la variabilité du poids en début et fin d'expérimentation si possible. A la suite de cette opération, un poids moyen général de juvéniles a été calculé ( $33,3 \pm 0,4$  g) pour tous les étangs. Une densité de mise en charge de 2 poissons/m<sup>2</sup> a été employée pour les essais. Les trois aliments tests locaux et un aliment industriel commercial (Tilapia 2) fabriqué par Ivograin servant de référence (AR) ont été utilisés. Les aliments exogènes distribués sont en poudre. Par ailleurs, des lots ne recevant que des apports endogènes ont été utilisés comme témoin pour apprécier l'effet de l'apport naturel provenant des structures piscicoles. Quinze étangs ont été utilisés, dont 3 étangs par aliment. Les rations alimentaires quotidiennes ont été servies manuellement à la volée en deux repas (9 h et 15 h). Des rations de 4 % (premier mois), 3 % (deuxième au cinquième mois d'élevage) et 2,5 % (sixième mois) du poids total vif ont été appliquées conformément à Bamba *et al.* (2014). Des contrôles mensuels de croissance pondérale ont été effectués sur un échantillon de 25 % de la population de chaque étang. Ces contrôles ont permis de réajuster conséquemment, les rations alimentaires du mois suivant au prorata de la biomasse totale. A l'issue du 180<sup>ème</sup> jour d'élevage, 50 individus ont été prélevés dans chaque étang, ensuite ils ont fait l'objet de mesure du poids individuel (Bamba *et al.*, 2014) pour les traitements statistiques de comparaison. A partir de ces données, différents paramètres de performances zootechniques, de production et de coûts utilisés ont été calculés. En outre, tous les étangs ont été vidés de leur contenu pour évaluer la production piscicole et la survie.

## PARAMETRES DE LA QUALITE DES EAUX

Les paramètres abiotiques ont été mesurés *in situ*. Un multi-paramètre portable de Modèle « HANNA Instruments HI 83141 pH & Water

Analysis » a été utilisé pour mesurer simultanément les valeurs de la température en degrés Celsius et le pH. L'oxygène dissous (mg/l) a été mesuré au moyen d'un oxymètre portable de Modèle « HANNA Instruments HI 9146 ». Pour ce qui concerne la transparence, elle a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. Les mesures ont été effectuées une fois par semaine à 6 h du matin et à 14 h.

## EVALUATION DU COUT DES ALIMENTS TESTS

L'analyse économique réalisée n'a concerné que les charges liées à l'alimentation. L'estimation du prix de revient des aliments a été fondée sur le coût des matières premières, transport et celui de la fabrication. La comparaison entre traitements alimentaires a porté sur les coûts de revient des aliments et le coût de chaque aliment pour produire un kilogramme de gain de poids. En outre, les taux de réduction ou marges bénéficiaires de ces coûts par rapport à ceux de l'aliment de référence (AR) ont été calculés.

## ECHANTILLONNAGE ET ANALYSE BIOCHIMIQUE DES POISSONS

Avant le début des essais d'alimentation, 20 poissons ont été échantillonnés dans le stock initial de poissons expérimentaux et sacrifiés pour les analyses de la composition biochimique du poisson. Après 180 jours d'expérimentation, 15 poissons par traitement alimentaire (5 poissons dans chaque étang) ont été échantillonnés pour l'analyse de la composition chimique du poisson (Bamba *et al.*, 2014). Les protéines brutes, les lipides, les cendres totales et l'humidité ont été déterminés conformément à la méthode standard AOAC (2003). Brièvement, la matière sèche est déterminée après séchage à l'étuve à 105 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant ; protéines brutes (N x 6,25) par la méthode de Kjeldahl après digestion acide ; lipides par extraction à l'éther à l'aide de Soxhlet et les cendres par incinération dans un four à moufle à 550° C pendant 24 h. Les énergies brute (E) et digestible (DE) ont été calculées conformément à la méthode de Jobling (1983). L'énergie brute (E) a été déterminée en utilisant les valeurs de conversion moyenne de protéines (23,6 kJ / g), lipides (39,8 kJ / g) et de glucides (17,2 kJ / g). La valeur de l'énergie digestible (DE) a été calculée à partir des valeurs moyennes de conversion de l'énergie brute pour les protéines (23,6 kJ / g), lipides (39,8 kJ / g)

et les glucides (17,2 kJ / g) et les valeurs de digestibilité estimée de 90 % pour les protéines, 85 % pour les lipides et 50 % pour les glucides.

#### CALCUL DES PARAMETRES ZOOTECHNIQUES ET ECONOMIQUES

Les paramètres pour la comparaison entre les traitements alimentaires ont été calculés comme suit :

- Gain de poids ( g ) = ( poids final ( g ) - poids initial ( g ) ) ;
- Gain de poids quotidien ( g / j ) = ( poids final ( g ) - poids initial ( g ) ) / durée de nourrissage ;
- Taux de survie ( % ) = 100 x ( nombre final de poisson / nombre initial de poissons ) ;
- Taux de croissance spécifique ( % / jour ) = 100 x [ Ln ( poids final ) - Ln ( poids initial de ) ] / durée de nourrissage ;
- Quotient nutritif = Quantité d'aliment sec distribuée / Gain de poids frais ;
- Coefficient d'efficacité protéique = ( gain de poids frais ) / ( protéines ingérées ) ;
- Rendement ( kg/a/an = Biomasse nette ( kg ) x 365 / [ durée d'élevage ( j ) x Superficie ( a ) ] ;
- Hydrates de carbone ( % ) = 100 - ( % d'humidité + % protéines brutes + % matières grasses brutes + % fibres + % cendres ) ;
- Energie brute ( kJ / g ) = ( 23,6 kJ / g x % protéines + 39,8 kJ / g x % lipides + 17,2 kJ / g x % extractif non azoté ) ;
- Énergie digestible ( kJ / g ) = [ ( 23,6 kJ / g x 0,9 x % protéines ) + ( 39,8 kJ / g x 0,85 x % de lipides ) + ( 17,2 kJ / g x % teneur en glucides x 0,5 ) ] / 100 ;
- Coût lié à l'alimentation par unité de gain de poids = Coût de 1 kg d'aliment x Qn, où le Qn est l'indice de conversion alimentaire ;
- Taux de réduction du coût des autres aliments comparé à l'aliment de référence ( % ) = 100 x [ ( coût de l'aliment de référence - coût de l'aliment formulé ) / ( coût de l'aliment de référence ) ] .

#### ANALYSES STATISTIQUES

Les traitements statistiques ont été effectués sur des prises de poids individuel de 50 poissons pour chaque étang, les données concernant les paramètres physico-chimiques et les

compositions biochimiques des poissons. Les données des paramètres physico-chimiques et des compositions chimiques des poissons ont été d'abord vérifiées pour une distribution normale par le test de Kolmogorov – Smirnov. Les paramètres zootechniques, qualité de l'eau ainsi que les compositions chimiques des poissons ont été soumis à l'analyse de variance (ANOVA) à deux caractères (Aliment et étangs) pour tester les différences entre les traitements. Lorsque des différences entre les groupes ont été identifiées, plusieurs comparaisons entre les moyennes ont été effectuées à l'aide du test de la différence vraiment significative de Tukey (test HSD de Tukey). Pour ces comparaisons, le seuil de signification de 5 % a été retenu. Ces analyses ont été exécutées à l'aide du logiciel SPSS, version « IBM SPSS Statistics version 20 ».

## RESULTATS

### QUALITE DE L'EAU

Les données relatives aux paramètres de la qualité de l'eau des structures d'élevage sont résumées dans le Tableau 3. La température a varié de 23 à 30 °C sur l'ensemble de la durée de l'expérience. Les valeurs moyennes sont toutes proches de 26 °C. Les valeurs de l'oxygène dissous relevées ont varié de 3 à 8 mg/l, avec des moyennes comprises entre 4,12 ± 0,84 et 6,2 ± 0,4 mg / l, respectivement pour les étangs ayant reçu les aliments A1 et ceux qui n'ont pas reçu d'aliment exogène (At). Pour ce qui concerne les valeurs de pH et de la transparence, les valeurs mesurées ont été comprises entre 6,8 et 9, puis entre 18 cm et 47 cm, respectivement. Les valeurs moyennes obtenues ont varié de 7,5 ± 0,6 (At) à 7,84 ± 0,8 (A2) pour le pH, et de 19,8 ± 0,78 cm (A1) à 38,8 ± 2 cm (At) pour la transparence. Les valeurs moyennes de l'oxygène dissous et de la transparence des structures témoins (étangs n'ayant pas reçus d'aliment exogène) ont été significativement (p < 0,05) plus élevées que celles observées dans les autres. Toutefois, l'analyse statistique (ANOVA) montre que la différence entre la qualité des eaux des structures ayant reçu les aliments exogènes (A1, A2, A3 et AR) n'est pas significative (P > 0,05). Par ailleurs, la qualité des eaux ne diffère pas significativement (p > 0,05) d'un étang à un autre pour le même régime alimentaire.

**Tableau 3** : Valeurs moyennes des paramètres de la qualité des eaux des étangs.*Mean values of parameters of the water quality in ponds.*

Paramètres	Traitements alimentaires				
	A3	A2	A1	AR	At
Température eau (°C)	26,2 ± 0,53 <sup>a</sup>	26,5 ± 0,61 <sup>a</sup>	26,5 ± 0,6 <sup>a</sup>	26,7 ± 0,53 <sup>a</sup>	26,5 ± 0,46 <sup>a</sup>
Oxygène dissous (mg/l)	4,7 ± 0,83 <sup>a</sup>	4,61 ± 0,44 <sup>a</sup>	4,12 ± 0,84 <sup>a</sup>	4,4 ± 0,79 <sup>a</sup>	6,2 ± 0,4 <sup>b</sup>
pH	7,79 ± 0,4 <sup>a</sup>	7,84 ± 0,8 <sup>a</sup>	7,65 ± 0,80 <sup>a</sup>	7,49 ± 0,4 <sup>a</sup>	7,5 ± 0,6 <sup>a</sup>
Transparence (cm)	21,6 ± 1,14 <sup>a</sup>	20 ± 0,48 <sup>a</sup>	19,8 ± 0,78 <sup>a</sup>	22,4 ± 1,67 <sup>a</sup>	38,8 ± 2 <sup>b</sup>

Les valeurs représentent la moyenne ± ET (écart type) de trois répétitions (n = 3). Sur chaque ligne, les valeurs qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes ( $p < 0,05$ , et celles portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ ).

All values are mean of triplicate feeding groups (mean ± SD n=3). Values in the same row sharing the same superscript letter are not significantly different determined ( $P > 0.05$ ). Values in the same row not sharing a common superscript letter are significantly different between dietary treatments,  $P < 0.05$ .

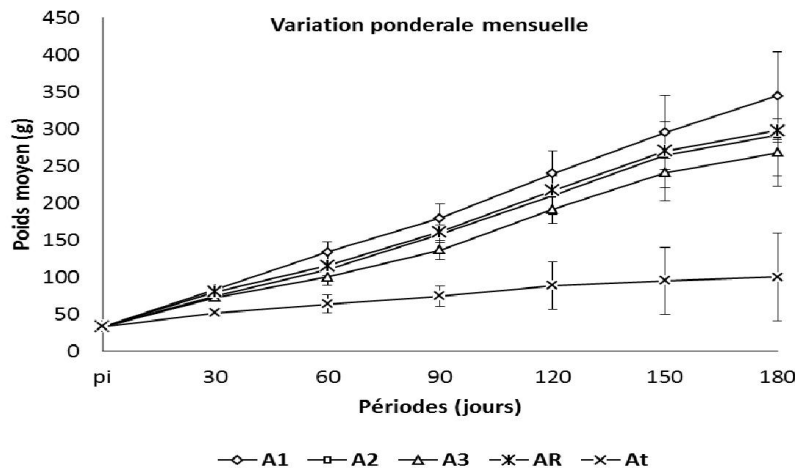
A1 : Aliment à base de cuticules de fève de cacao ; A2 : Aliment à base de cuticules de graine d'arachide A3 : Aliment à base de tourteau de coprah ; AR : Aliment de référence ; At : Aliment naturel dans les étangs

A1: Diet containing cocoa bean shell ; A2 : Diet containing peanut skin ; A3 : Diet containing coconut oil cake ; AR : Reference diet ; At : Naturel food inside ponds

### CROISSANCE PONDERALE MENSUELLE

La Figure 1 présente la croissance pondérale mensuelle sur l'ensemble de la durée de l'élevage de *O. niloticus* soumis aux régimes alimentaires A1, A2, A3, AR et At. Après les 30 premiers jours d'élevage, les lots de poisson nourris avec les aliments exogènes ont eu une croissance quasi similaire. Au-delà de cette période, quatre groupes peuvent être distingués.

Les poissons nourris avec l'aliment A1 présentent une croissance pondérale supérieure à celles de ceux nourris avec les autres aliments lors des cinq derniers mois. Les poissons nourris avec les aliments A2 et AR se distinguent nettement à la fois de At, de A3 et de A1. Les poissons ne recevant pas d'aliment exogène montrent une croissance plus faible qui se maintient tout au long de l'expérience.



**Figure 1** : Variation de la croissance pondérale de *Oreochromis niloticus* élevé en étangs en fonction du temps et du type d'aliment à densité constante.

*Growth variation of Oreochromis niloticus reared in ponds over time and fed with different diets at constant density.*

A1 : Aliment à base de cuticules de fève de cacao ; A2 : Aliment à base de cuticules de graine d'arachide A3 : Aliment à base de tourteau de coprah ; AR : Aliment de référence ; At : Aliment naturel dans les étangs

A1 : Diet containing cocoa bean shell ; A2 : Diet containing peanut skin ; A3 : Diet containing coconut oil cake ; AR : Reference diet ; At : Naturel food inside ponds

## PARAMETRES ZOOTECHNIQUES

Les résultats des paramètres de croissance (poids moyen final : Pf, gain de poids journalier : Gpj et taux de croissance spécifique : TCS) et de l'efficacité de transformation des aliments (quotient nutritif : Qn et coefficient d'efficacité protéique : CEP) sont présentés dans le Tableau 4. Pour les lots ayant reçu les aliments A3, A2 et A1, les valeurs moyennes (GPj) obtenues sont comprises entre  $1,33 \pm 0,13$  g/j (A3) et  $1,77 \pm 0,1$  g/j (A1) contre  $1,53 \pm 0,1$  g/j pour AR. Les valeurs les plus élevées sont obtenues avec le régime A1 ( $1,77 \pm 0,1$  g/j) suivi de l'aliment de référence AR ( $1,53 \pm 0,1$  g/j), de l'aliment A2 ( $1,45 \pm 0,1$  g/j) et l'aliment A3 ( $1,33 \pm 0,13$  g/j). La plus faible valeur ( $0,38 \pm 0,1$  g/j) a été obtenue avec le régime At. Les taux de croissance spécifique (TCS) correspondants vont de  $1,17 \pm 0,05$  %/j (A3) à  $1,31 \pm 0,03$  %/j (A1), contre  $1,24 \pm 0,08$  %/j pour l'aliment de référence (AR). Chez les lots n'ayant pas reçu d'aliment exogène, la valeur enregistrée pour ce paramètre est de  $0,62 \pm 0,04$  %/j. A la récolte, les poids moyens finaux des poissons ont varié de  $101,06 \pm 4$  g pour les lots témoins ne recevant pas d'aliment exogène (At) et de  $352,1 \pm 20,7$  g pour l'aliment A1. Au niveau des lots nourris aux aliments tests, ces poids ont été compris entre  $273,42 \pm 26$  g (A3) et  $352,1 \pm 20,7$  g (A1) *versus*  $309,38 \pm 22,3$  g pour la référence AR. Les valeurs des paramètres de croissance (Pf, GPj, TCS) des poissons nourris avec les quatre aliments exogènes sont nettement supérieures (ANOVA ;  $p < 0,05$ ) à celles des poissons ne recevant pas d'aliment exogène (At). De même, pour ces mêmes paramètres, les valeurs enregistrées pour l'aliment A1 sont meilleures (ANOVA ;  $p < 0,05$ ) que celles obtenues avec les trois autres aliments. Toutefois, les aliments A2 et AR ont assuré aux poissons des croissances journalières statistiquement semblables, soit respectivement,  $1,45 \pm 0,1$  g/j et  $1,53 \pm 0,1$  g/j.

Les quotients nutritifs moyens enregistrés ont varié de  $2,22 \pm 0,1$  (A1) à  $2,88 \pm 0,27$  (A3) avec les régimes tests contre  $2,51 \pm 0,2$  pour la référence (AR). Ces aliments sont caractérisés par des valeurs moyennes de CEP comprises entre  $1,25 \pm 0,15$  pour A3 et  $1,61 \pm 0,1$  pour A1 *versus*  $1,43 \pm 0,1$  pour AR. Les taux de survie moyens en fin de l'expérience ont été compris entre  $90,4 \pm 12$  % et  $86 \pm 16$  %, respectivement pour A2 et le lot témoin (At). L'analyse de variance montre que la différence entre les taux de survie des différents lots n'est pas significative ( $P > 0,05$ ). Les rendements (Rdt) liés aux régimes expérimentaux (A3, A2, AR et A1) sont respectivement de  $85,6 \pm 1$  ;  $94 \pm 1,7$  ;  $113,1 \pm 2,7$  et  $98,5 \pm 3,2$  kg/a/an contre  $23,2 \pm 2$  kg/a/an pour le lot témoin (At). Les rendements les plus élevés ( $p < 0,05$ ) ont été obtenus avec les aliments exogènes tandis que le plus faible a été enregistré avec le lot témoin (At). Les variables zootechniques et de production ne diffèrent pas significativement ( $p > 0,05$ ) d'un étang à un autre pour le même traitement alimentaire.

Concernant la charge financière liée à l'alimentation, les résultats des différents paramètres évalués sont résumés dans le Tableau 4. Le coût d'un kilogramme d'aliment pour A2, A1 et A3 est respectivement de 237 ; 238 et 245 F CFA, contre 290 F CFA pour la référence (AR). Comparées à cette dernière, les valeurs observées ont généré, des taux de réduction respectifs de 15,5 ; 17,9 et 18,3 % pour A3, A1 et A2. Pour ce qui concerne le coût lié à l'alimentation par unité de prise de poids, les valeurs calculées ont été de 286 ; 332 et 368 F CFA, respectivement pour les aliments A1, A2 et A3 *versus* 406 F CFA pour la référence AR. Comparés à l'aliment de référence AR, l'analyse de la rentabilité financière a montré des taux de réduction respectifs de 3,1 ; 14,4 et 27,4 % pour A3, A2 et A1.



**Tableau 4 :** Paramètres zootechniques chez *Oreochromis niloticus* soumis à cinq traitements alimentaires durant 180 jours et efficience économique.

*Zootechnical parameters of Oreochromis niloticus fed with five experimental diets for 180 days and economic efficiency.*

Paramètres	Traitements alimentaires				
	A3	A2	A1	AR	At
Poids initial : Pi (g)	33,3 ± 0,9 <sup>a</sup>	33,31 ± 0,8 <sup>a</sup>	33,3 ± 0,6 <sup>a</sup>	33,3 ± 0,5 <sup>a</sup>	33,3 ± 1 <sup>a</sup>
Poids final : Pf (g)	273,42 ± 26 <sup>a</sup>	295,08 ± 18,5 <sup>b</sup>	352,1 ± 20,7 <sup>c</sup>	309,38 ± 22,3 <sup>b</sup>	101,06 ± 4 <sup>d</sup>
Gain de poids : GP (g)	240,12 ± 26 <sup>a</sup>	261,77 ± 18,5 <sup>b</sup>	318,79 ± 20,7 <sup>c</sup>	276,08 ± 22,3 <sup>b</sup>	67,76 ± 4 <sup>d</sup>
Gain de poids/jour : GPj (g/j)	1,33 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,45 ± 0,1 <sup>b</sup>	1,77 ± 0,1 <sup>c</sup>	1,53 ± 0,1 <sup>b</sup>	0,38 ± 0,1 <sup>d</sup>
Taux d'augmentation de croissance :/témoin (%)	250	281,6	365,8	302,6	-
Taux de croissance spécifique: TCS (%/j)	1,17 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,21 ± 0,03 <sup>b</sup>	1,31 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,24 ± 0,08 <sup>b</sup>	0,62 ± 0,04 <sup>d</sup>
Quotient nutritif : Qn	2,88 ± 0,27 <sup>a</sup>	2,63 ± 0,18 <sup>b</sup>	2,22 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,51 ± 0,2 <sup>a</sup>	Néant
Coefficient d'efficacité protéique : CEP	1,25 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,36 ± 0,1 <sup>b</sup>	1,61 ± 0,1 <sup>b</sup>	1,43 ± 0,1 <sup>a</sup>	Néant
Taux de survie : (%)	87,85 ± 15 <sup>a</sup>	88,5 ± 12 <sup>a</sup>	87,5 ± 14 <sup>a</sup>	88 ± 11 <sup>a</sup>	88,75 ± 16 <sup>a</sup>
Superficie (are)	7,95	6,9	7,7	7,2	8,1
Production nette (kg)	335,19 ± 5 <sup>a</sup>	317,42 ± 15	430,51 ± 41	350,97 ± 66	92,14 ± 8
Rendement (Rdt) (kg/a/an)	85,6 ± 1 <sup>a</sup>	94 ± 1,7 <sup>b</sup>	113,1 ± 2,7 <sup>c</sup>	98,5 ± 3,2 <sup>b</sup>	23,2 ± 2 <sup>d</sup>
Evaluation des coûts des aliments					
Coût d'aliment /kg (F CFA/kg)	245	240	240	290	-
Taux de réduction du coût du kg d'aliment comparé à la référence (%)	15,5	18,3	17,9	-	-
Coût d'aliment par unité de prise de poids (F CFA/ kg gain de poids)	705,6	623,31	528,36	727,9	-
Taux de réduction du coût d'aliment par unité de gain de poids (%)	3,1	14,4	27,4	-	-

affectées d'une même lettre sont significativement différentes ( $p < 0,05$ , et celles portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ ).

All values are mean of triplicate feeding groups (mean ± SD n=3). Values in the same row sharing the same superscript letter are not significantly different determined ( $P > 0,05$ ). Values in the same row not sharing a common superscript letter are significantly different between dietary treatments,  $P < 0,05$ .

A1 : Aliment à base de cuticules de fève de cacao ; A2 : Aliment à base de cuticules de graine d'arachide A3 : Aliment à base de tourteau de coprah ; AR : Aliment de référence ; At : Aliment naturel dans les étangs

A1 : Diet containing cocoa bean shell ; A2 : Diet containing peanut skin ; A3 : Diet containing coconut oil cake ; AR : Reference diet ; At : Naturel food inside ponds

#### COMPOSITION CHIMIQUE DES POISSONS EXPERIMENTAUX

Les compositions chimiques des poissons avant et après les essais sont présentées dans le Tableau 5. En fin d'expérience, la teneur en matière sèche a varié de 26,4 % (A1 et A2) à 26,7 % (AR), les protéines brutes de 65,1 % (A3) à 65,9 % (AR) et les cendres de 13,7 % (A1) à 14,5 % (AR). Toutefois, les analyses n'ont pas montré de différences significatives ( $p > 0,05$ ) entre les poissons issus des différents

traitements alimentaires. Contrairement à ces variables (matières sèches, protéines brutes et cendres), l'analyse de variance a montré une différence significative ( $p < 0,05$ ) au niveau de la teneur en lipides des poissons. Les valeurs obtenues dans cette expérience varient de 14 % à 16,4 % pour les quatre aliments exogènes. La plus forte teneur en lipides (16,4 %) a été obtenue avec A1 et la plus faible (14 %) avec AR versus 13 % pour At les lots témoins ne recevant pas d'aliment exogène.

**Tableau 5** : Composition biochimique des poissons en début et fin d'expérience.*Biochemical composition of fish at the start and the end of experiment.*

Composition	Etat final (Traitements alimentaires)					Etat initial
	A3	A2	A1	AR	At	
Matière sèche (%)	26 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	26,4 <sup>a</sup>	26,6 <sup>a</sup>	27 <sup>a</sup>	21,5
Protéine brute (% MS)	66 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	66,8 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	60,7
Lipide (% MS)	14,5 <sup>b</sup>	16 <sup>a</sup>	16,4 <sup>a</sup>	14 <sup>b</sup>	13 <sup>b</sup>	13
Cendre (% MS)	13,8 <sup>a</sup>	13,8 <sup>a</sup>	13,7 <sup>a</sup>	14,5 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>	12,8

La teneur en lipides du poisson est influencée par la teneur en lipides de l'aliment utilisé les aliments les plus riches en lipides donne les poissons les plus gras. Plusieurs travaux récents ont publiés dans ce sens.

Les valeurs représentent la moyenne  $\pm$  ET (écart type) de trois répétitions ( $n = 3$ ). Sur chaque ligne, les valeurs qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes ( $p < 0,05$ , et celles portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes ( $P > 0,05$ ).

All values are mean of triplicate feeding groups (mean  $\pm$ SD  $n=3$ ). Values in the same row sharing the same superscript letter are not significantly different determined ( $P > 0.05$ ). Values in the same row not sharing a common superscript letter are significantly different between dietary treatments,  $P < 0.05$ .

A1 : Aliment à base de cuticules de fève de cacao ; A2 : Aliment à base de cuticules de graine d'arachide A3 : Aliment à base de tourteau de coprah ; AR : Aliment de référence ; At : Aliment naturel dans les étangs

A1 : Diet containing cocoa bean shell ; A2: Diet containing peanut skin ; A3: Diet containing coconut oil cake ; AR: Reference diet ; At : Naturel food inside ponds

## DISCUSSION

A l'exception des structures témoins (régime At), les différents paramètres abiotiques étudiés présentent des valeurs similaires d'une structure à une autre. La pisciculture en étang est un mode d'élevage qui génère des déchets (Hargreaves *et al.*, 2005). L'oxygène dissous et la transparence des étangs ayant reçu les aliments artificiels ont des valeurs inférieures à celles relevées dans les structures témoins. Cette différence peut s'expliquer pour la transparence, selon Richter *et al.* (2004) et Bachasson (2012), par le fait que ces étangs sont particulièrement plus chargés en organismes planctoniques du fait de la fertilisation des eaux due aux matières organiques (restes d'aliments non consommés, déjections de poissons, etc.). Quant à la variation des teneurs en oxygène dissous, elle pourrait être liée aux activités de respiration des organismes du milieu que nous n'avons pas évaluées. Elle pourrait en outre être en relation avec la décomposition et la minéralisation des matières organiques (aliments non consommés, déjections de poissons etc.) par les agents (bactéries, protozoaires) (Arrignon *et al.*, 2002). Tous les paramètres de qualité de l'eau sont dans la fourchette acceptable telle recommandée pour l'aquaculture tropicale (Boyd et Tucker, 1998). Les différences observées dans

les performances de croissance entre les lots peuvent être attribuées à la performance des aliments testés. Les taux de survie enregistrés sont compris entre 87,5 % (A1) et 88,75 % (At). Des taux de survie similaires chez le tilapia du Nil ont été rapportés par Fiogbé *et al.* (2009) (86,67 à 97,78 % de survie) et Bamba *et al.* (2014) (89 à 93 % de survie). Les taux de croissance spécifique (TCS) obtenus ont varié de  $1,17 \pm 0,05$  à  $1,31 \pm 0,3$  %/jour. Ces TCS enregistrés ici sont semblables à ceux rapportés par Garduno-Lugo1 & Olvera-Novoa (2008) (0,70 - 1,06 % /jour) et Koumi *et al.* (2011) (1,4 - 1,6 % /jour). Les quotients nutritifs (Qn) obtenus 2,22 - 2,88 sont comparables à des valeurs rapportées par Garduno-Lugo1 et Olvera-Novoa (2008) de 2,13 à 3,18 pour des régimes à base de sous-produits végétaux destinés à *Oreochromis niloticus*. Les résultats de ce travail corroborent ceux de Zhao *et al.* (2010) qui ont observé une bonne croissance de *Oreochromis niloticus* avec les aliments formulés exclusivement à base de sous-produits végétaux. Les résultats des analyses statistiques montrent que les performances de croissance des lots nourris avec l'aliment A1 sont significativement meilleures que celles des autres ( $P < 0,05$ ). De même, les performances de croissance enregistrées pour les lots nourris avec les aliments AR (référence) et A2 sont nettement plus élevées que celle des lots ayant reçu l'aliment A3. Les faibles performances de

croissance observées chez les lots nourris avec les aliments A3, A2 et AR en comparaison à celles obtenues avec l'aliment A1 peuvent s'expliquer par le déséquilibre en teneur des acides aminés essentiels dans la composition de ces aliments, notamment la lysine et l'arginine. En effet, selon Dabrowski *et al.* (2007), la déficience en un ou plusieurs acides aminés limite la synthèse protéique et affecte la croissance des poissons. La meilleure performance obtenue avec l'aliment A1 peut être liée à son ratio Arg/Lys de 1,23 qui est le plus proche du ratio Arg/Lys optimal (0,82) pour les besoins en arginine et lysine du tilapia tel que défini par Santiago et Lovell (1988). A l'opposé, dans les aliments A3, A2 et AR, les ratios Arg/Lys examinés ont été respectivement de 3,58 ; 2,11 et 1,66 contre 0,82 l'optimal recommandé pour le tilapia *Oreochromis niloticus*. Les résultats obtenus sont en concordance avec ceux des travaux déjà réalisés sur d'autres espèces de poisson telles que *Labeo rohita* (Abidi et Khan, 2009) et *Rachycentron canadum* (Ren *et al.*, 2014). Ces auteurs ont rapporté qu'un régime alimentaire pauvre en lysine et beaucoup riche en arginine provoque une mauvaise performance de croissance chez les poissons. Les faibles performances de croissance observées chez les poissons nourris avec les régimes A3 et A2 peuvent provenir des taux élevés de fibres alimentaires (12,19 % et 11,59 %, respectivement). En effet, Francis *et al.* (2001), Richter *et al.* (2004) et Krogdahl *et al.* (2010) ont rapporté que les fibres peuvent se lier aux nutriments et réduire l'efficacité digestive des enzymes et le coefficient d'utilisation digestive des nutriments. Nos résultats sont en adéquation avec celui observé par Anderson *et al.* (1984) chez *Oreochromis niloticus*. Ces auteurs ont rapporté une réduction des performances de croissance et de l'efficacité de la transformation alimentaire chez cette espèce nourrie avec un aliment contenant plus de 10 % de fibres. Les régimes alimentaires utilisés diffèrent non seulement par leur teneur en lipides et en énergies, mais également, par le taux d'hydrates de carbone (Tableau 2). De ce fait, les différences observées peuvent à notre sens être aussi en rapport avec les teneurs en lipides et en énergies plus faibles dans les aliments A3, A2 et AR, et aux taux d'hydrates de carbone relativement élevés dans ces mêmes aliments par rapport à l'aliment A1. En effet, selon Du *et al.* (2005) et Krogdahl *et al.* (2005), une

augmentation des teneurs en lipides et en énergies dans l'aliment peut induire une économie d'utilisation des protéines chez les poissons et permettre une augmentation de leurs performances de croissance. Des résultats similaires ont été rapportés par Ghanawi *et al.* (2011) chez *Siganus rivulatus*. Par ailleurs, Wilson (1994) ; Shiau (1997) et Gümü<sup>o</sup> et Ykiz (2009) ont rapporté que la digestibilité et la convertibilité des aliments augmentent avec la réduction de niveau des hydrates de carbone et l'augmentation de la teneur des lipides. Les résultats de cette étude corroborent ceux de McGoogan et Reigh (1996) observés chez *Sciaenops ocellatus*.

L'analyse de la composition biochimique des poissons nourris avec les aliments a montré une faible variation des teneurs en matière sèche, protéines brutes, et cendres entre les différents traitements. Les travaux de Olvera-Novoa *et al.* (2002) réalisés sur *Oreochromis niloticus* ont abouti à la même conclusion. Des résultats similaires ont été également observés par Soltan *et al.* (2008) chez le tilapia du Nil. Les plus faibles teneurs en lipides des lots de référence pourraient être liées à la teneur en lipides alimentaires ingérés. En effet, l'augmentation des lipides alimentaires conduit à des dépôts de graisse accrue chez de nombreuses espèces de poissons (Du *et al.*, 2005 ; Corraze et Kaushik, 2009). Les résultats obtenus concordent avec les travaux réalisés sur *O. niloticus* (Abdelghany, 2003) et *Sarotherodon galilaeus* (Goda *et al.*, 2007).

Concernant la charge financière liée à l'alimentation, les aliments tests se sont avérés être moins chers que l'aliment de référence. L'utilisation des aliments (A3, A2 et A1) a engendré une réduction des coûts liés à l'alimentation par unité de prise de poids à des taux compris entre 3,1 et 27,4 %. Comparés au régime commercial. Ces résultats observés pourraient être en relation avec la valeur nutritionnelle des aliments utilisés. En effet, selon New et Singholka (1985), plus le quotient nutritif (Qn) d'un aliment est bas, plus le rendement de la nourriture consommée est élevé et le coût de production lié à l'alimentation faible. Les résultats de cette étude corroborent ceux de Coyle *et al.* (2004) qui ont signalé une réduction des coûts à un taux de 20 % pour le régime alimentaire sans farine de poisson par rapport au régime de référence.

## CONCLUSION

Cette étude a souligné l'importance de l'utilisation de sous-produits agricoles dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* en phase de grossissement en étang. Les résultats obtenus permettent de conclure que les aliments ne contenant que des sous-produits végétaux peuvent substituer l'aliment industriel commercial dans les rations des poissons en phase de grossissement. En effet, les poissons nourris avec les aliments tests présentent des performances de croissance comparables, voire supérieures à soumis à l'aliment industriel commercial. Par ailleurs, ces aliments à base de sous-produits végétaux sont moins chers que l'aliment commercial et plus intéressants en termes de réduction du coût de production par unité de prise poids. L'alimentation des poissons à base de sous-produits locaux pourrait donc constituer une voie de valorisation des sous-produits disponibles localement. Dans les mêmes conditions d'élevage, en cas d'indisponibilité ou de coût excessif de l'aliment industriel, ces aliments tests peuvent le substituer et répondre aux besoins des pisciculteurs. Toutefois les poissons nourris avec les sous-produits végétaux sont plus gras que ceux ayant reçu l'aliment industriel commercial. L'aliment contenant la cuticule de cacao a été meilleur que ceux à base du tourteau de coprah et de la cuticule de graines d'arachide. Ce qui suggère la faible qualité nutritionnelle du tourteau de coprah et de la cuticule de graines d'arachide par rapport à la cuticule de cacao.

Dans cette expérimentation la prise en compte des lots témoins (poissons ne recevant pas d'aliment exogène) a permis de mettre en évidence l'existence d'une alimentation naturelle importante présente dans les étangs au cours des élevages.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué dans le cadre du projet « Réduction du coût de production du tilapia » portant sur l'amélioration de la rentabilité de la filière aquacole. Les auteurs remercient Mr Kouassi Alexis DETHO, propriétaire de la ferme de Blondey ainsi que le Fonds Mondial pour l'Environnement (FEM) et IONG NGH (Nachhaltig Gegen Hunger, eV) pour avoir financé cette étude.

## REFERENCES

- Anonyme 1. 2002. UEMOA – COTE D'IVOIRE : Appui à la mise en œuvre de la Politique agricole de l'Union en matière de sécurité alimentaire Programme régional de sécurité alimentaire, 31 p ; <http://www.fao.org/fileadmin/templates/tc/spfs/pdf/cotedivoire.pdf>.
- Anonyme 2. 2015. Les politiques agricoles à travers le monde. Quelques exemples : Côte d'Ivoire, Collection 2015, 10 p ; <http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/1506-ci-resinter-fi-cote-ivoire.pdf>
- Abdelghany A. E. 2003. Partial and complete replacement of fish meal with gambusia meal in diets for red tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*. *Aquac. Nutr.*, 9 : 145 - 154.
- Abdelrahim G. M., Khatiwada J., Rankins D., Gurung N., Gueye A. 2012. Influence of Feeding Peanut Skins on Performance of Gulf Coast Ewe Lambs. *J. Anim. Res. Tech.* 1 (2) : 20 - 24.
- Abidi S. F., Khan M. A. 2009. Dietary arginine requirement of fingerling Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton) based on growth, nutrient retention efficiencies, RNA/DNA ratio and body composition. *J. Appl. Ichthyol.*, 25 : 707 - 714.
- Anderson J., Jackson A.J., Matty A. J., Capper B. S. 1984. Effects of dietary carbohydrate and fiber on the Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 37 : 303 - 314.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist), 2003. Official Methods of Analysis, 17th Edition, 2nd Revision, Gaithersburg, U.S.A.
- Arrignon J. 2002. L'aquaculture de A à Z. Lavoisier TEC & DOC, Paris, 437 p.
- Bachasson B. 2012. Mise en valeur des étangs, 3<sup>ème</sup> édition. Lavoisier TEC & DOC, Paris, 168 p.
- Bamba Y., Ouattara N., Ouattara S., Ouattara A., Gourène G. 2014. Effect of diets containing cocoa bean shell and coconut oil cake on the growth of *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) in pond. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8 (4) : 1368 - 1380.
- Boyd C. E., Tucker C. S. 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer academic publishers, Massachusetts, 700 p.
- Burel C., Médale F. 2014. Quid de l'utilisation des protéines d'origine végétale en aquaculture. *OCL*, 21 (4) D406 : 2 - 15.

- Chung B. Y., Liyama K., Han K. W. 2003. Compositional Characterization of Cacao (*Theobroma cacao* L.) Hull. *Agric. Chem. Biotechnol.*, 1 (1) : 12 - 16.
- Corraze G., Kaushik S. J. 2009. Alimentation lipidique et remplacement des huiles de poisson par des huiles végétales en pisciculture. *Cah Agric.*, 18 (2 - 3) : 112 - 118.
- Coyle S. D., Gordon J. M., James H. T., Carl D. W. 2004. Evaluation of growth, feed utilization, and economics of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*, fed diets containing different protein sources in combination with distillers dried grains with soluble. *Aquac. Res.*, 35 : 365 - 370.
- Dabrowski K., Arslan M., Terjesen B. F., Zhang Y. F. 2007. The effect of dietary indispensable amino acid imbalances on feed intake: is there a sensing of deficiency and neural signalling present in fish. *Aquaculture*, 268 : 136 - 142.
- Du Z. Y., Liu Y. J., Tian L. X., Wang J. T., Wang Y., Liang G. Y. 2005. Effect of dietary lipid level on growth, feed utilisation and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquacult. Nutr.*, 11 : 139 - 46.
- FAO. 2014. Résidus agricoles et sous-produits agro-industriels en Afrique de l'Ouest, état de lieux et perspectives pour l'élevage. 14p ; <http://www.fao.org/docrep/019/i3562f/i3562f.pdf>.
- Fiogbe E. D., Akitikpa B., Accodji J-M. M. 2009. Essais de mise au point de formules alimentaires à base d'azolla (*Azolla microphylla kaulf*) et de sous-produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (2) : 398 - 405.
- Francis G., Makkar H. P. S., Becker K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199 : 197 - 227.
- Garduno-Lugo M., Olvera-Novoa M. A. 2008. Potential of the use of peanut (*Arachis hypogaea*) leaf meal as a partial replacement for fish meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquac. Res.*, 2008, 39 : 1299 - 1306.
- Ghanawi J., Roy L., Davis D. A., Saoud I. P. 2011. Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spinefoot rabbitfish *Siganus rivulatus*. *Aquaculture*, 310 : 395 - 400.
- Goda A. M., Wafa M. E., El-Haroun E. R., Kabir Chowdhury M. A. 2007. Growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) and tilapia galilae *Sarotherodon galilaeus* (Linnaeus 1758) fingerlings fed plant protein-based diets. *Aquac. Res.*, 38 : 827 - 837.
- Gümüş E., Ykiz R. 2009. Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, chemical contents and digestibility in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* walbaum, 1792. *Pakistan Vet. J.*, 29 (2) : 59 - 63.
- Hardy R. W. 2010. Utilization of plant proteins in fish diets : effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquac. Res.*, 41 : 770 - 776.
- Hargreaves, J. A., Tucker, C. S., Thornton, E. R., Kingsbury, S.K. 2005. Characteristics and sedimentation of initial effluent discharges from excavated levee ponds for channel catfish. *Aquacult. Engng* 33 : 96 - 109.
- Jobling M. 1983. A short review and critic of methodology used in fish growth and nutrition studies. *J. Fish Biol.*, 23 : 685 - 703.
- Köprücü K., Özdemir Y. 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 250 : 308 - 316.
- Koumi A. R., Koffi K. M., Atsé B. C., Kouamé L. P., 2011. Growth, feed efficiency and carcass mineral composition of *Heterobranchus longifilis*, *Oreochromis niloticus* and *Sarotherodon melanotheron* juveniles fed different dietary levels of soybean meal-based diets. *Afr. J. Biotechnol.*, 10 (66) : 14990 - 14998.
- Krogdahl Å., Hemre G. I., Mommsen T. P. 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquacult. Nutr.*, 11 : 103 - 122.
- Krogdahl A., Penn M., Thorsen J., Refstie S., Bakke A. M. 2010. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture : an update on recent findings regarding responses in salmonids. *Aquac. Res.*, 41 : 333 - 344.
- McGoogan B. B., Reigh R. C. 1996. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. *Aquaculture*, 141 : 233 - 244.
- Médale F., Kaushik S. 2009. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. *Cah. Agric.*, 18 : 103 - 111.
- Médale F., Le Boucher R., Dupont-Nivet M., Quillet

- E., Aubin J., Pansérat S. 2013. Des aliments à base de végétaux pour les aliments d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 26 : 303 - 316.
- Naumann C., Bassler R. 1976 - 1997. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln ; Methodenbuch, Band III, incl. 1 - 4. Ergänzungslieferung ; VDLUFA-Verlag : Darmstadt, Germany. ISBN 3 - 922712 - 14 - 2.
- New M. B., Singholka S. 1985. Production des crevettes d'eau douce. Manuel d'élevage de *Macrobrachium rosenbergii*. FAO. Document Technique sur les techniques de pêche, Rome, 132 p.
- Nguyen T. N., Davis D. A., Saoud I. P. 2009. Evaluation of alternative protein sources to replace fishmeal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis* spp. *J. World Aquac. Soc.*, 40 : 113 - 121.
- NRC (National Research Council). 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. National academic. Press, Washington DC, 392 p.
- Olvera-Novoa M. A., Olivera-Castillo L., Martínez-Palacios C. A. 2002. Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1896) fingerlings. *Aquac. Res.*, 23 : 223 - 229
- Ren M., Ai Q., Mai K. 2014. Dietary arginine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquac. Res.*, 45 : 225 - 233.
- Richter H., Gonzal A., Focken U., Becker K. 2004. Uptake of natural food and supplemental feed by cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., in laguna de Bay, Phillipines. *ICLARM Conference Proceedings*, 6 : pp 347 - 362.
- Sangaré A., Koffi E., Akamou F., Fall C. A. 2009. Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. (République de Côte d'Ivoire, Ministère de l'agriculture), 26p ; <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/Cote%20Ivoire.pdf>.
- Santiago C. B., Lovell R. T. 1988. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. *J. Nutr.*, 118 : 1540 - 1546.
- Shiau S. Y. 1997. Utilisation of carbohydrate in warmwater fish with particular reference to Tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. *Aquaculture*, 151 : 79 - 96.
- Soltan M. A., Hanafy M. A., Wafa M. I. A. 2008. Effect of replacing fish meal by a mixture of different plant protein sources in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. *Global Veterinaria*, 2 : 157 - 164.
- Sundu B., Kumar A., Dingle J. 2009. Feeding value of copra meal for broilers. *World Poultry Sci. J.*, 65 (3) : 481 - 491.
- Tacon A. G. J., Metian M. 2009. Fishing for Feed or Fishing for Food : Increasing global competition for small pelagic forage fish. *Ambio*, 38 : 294 - 302.
- Wilson R. P. 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, 124 : 67 - 80.
- Zhao H., Jiang R., Xue M., Xie S., Wu X., Guo L. 2010. Fishmeal can be completely replaced by soy protein concentrate by increasing feeding frequency in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* GIFT Strain) less than 2 g. *Aquacult Nutr.*, 16 (6) : 648 - 653.