

# Efficacité nutritionnelle et économique de trois aliments en Tilapiaculture à l'IPR/IFRA de Katibougou

Siaka Dembélé<sup>1</sup>, Hawa Coulibaly<sup>1</sup>, Mahamadou Kelepily<sup>1</sup>, Famoussaba D. Dansoko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IPR/IFRA de Katibougou

Corresponding author's email address: siakabdembl@yahoo.fr

**RESUME:** La présente étude a été réalisée à la ferme Agro-sylvo-pastorale de l'IPR/IFRA de Katibougou. Des alevins d'*Oreochromis niloticus* de couleur noire (O1) et rouge (O2) avec un poids moyen 19,46 g ont été nourris dans dix-huit bassins en ciment avec des aliments industriels ; Raanan (A1), Sambalagnon (A2) et avec un aliment local (A3) formulé à l'IPR/IFRA de Katibougou composé de remoulage de blé, de tourteau de coton, de farine de poisson, de poudre de feuilles séchées de moringa et de premix de vitamine. La densité de mise en charge des bassins était de 15 poissons par 2 m<sup>2</sup> de surface. Après cinq mois d'élevage, les O1 ont atteint un poids moyen de 170,22g contre 163,31g pour les O2. Les effets du facteur aliment ont montré des différences significatives  $P < 0.05$  sur la taille des *Oreochromis* durant les 5 mois d'élevage et aussi sur leur poids pendant les 4 premiers mois d'élevage. Quant au facteur couleur de l'espèce, aucune différence significative n'a été observée sur la taille et le poids des *Oreochromis* durant l'expérimentation. Cependant, les effets séparés de ces deux facteurs sur le rapport d'efficacité des protéines (REP), le taux de conversion des aliments (TC) et l'ingéré volontaire (IV) ont montré des différences significatives entre les trois types d'aliments, alors qu'elle n'est significative chez les O1 et O2 qu'au niveau du taux de croissance spécifique TCS, TC et IV. Les effets de l'interaction des facteurs ont montré des différences significatives  $P < 0.05$  au 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> mois d'élevage sur la taille des poissons ainsi qu'au 2<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> mois d'élevage sur le poids des poissons. Quant aux paramètres comme le TCS, le REP, le TC et l'IV aucune différence significative  $P > 0.05$  n'a été observée au niveau de l'interaction entre les couleurs des *Oreochromis* et les aliments utilisés. L'analyse des résultats montre que les meilleures performances pondérales sont obtenues avec les aliments A1 et A2, tous deux industriels. Cependant concernant le REP, le TC et la rentabilité économique, l'aliment A3 a été plus efficace comparativement aux aliments A2 et A1 respectivement, d'où son utilisation en pisciculture pourra contribuer à l'augmentation du revenu des producteurs de tilapia dans la région de Koulikoro.

**Mots-clés:** *Oreochromis niloticus*, alimentation, moringa, production, Mali.

## I. INTRODUCTION

La production aquacole mondiale a considérablement augmenté au cours des 50 dernières années. Aujourd'hui, 44,1 % des poissons sur le marché mondial proviennent de l'élevage, alors que cette part ne représentait que 9 % en 1980 (FAO, 2016). L'aquaculture poursuit son essor à un rythme plus rapide que celui de tous les autres secteurs de production alimentaire d'origine animale (FAO, 2016). Cet essor remarquable est le résultat des recherches et d'innovations dans la maîtrise de la conduite des élevages et surtout dans l'alimentation.

Au Mali la production de poisson issue de la pêche de captures est en baisse en raison notamment des changements climatiques qui affectent le fonctionnement normal des cours d'eau. Cette situation a pour conséquence la baisse de la production halieutique nationale contrôlée (DNP ; 2011, 2013) qui n'atteint plus les 100 000 tonnes de poissons comme dans les années 1990 (SDPA, 2006). La forte demande de poisson liée à l'accroissement de la population malienne, surtout dans les zones urbaines, entraîne un besoin d'importation de poisson pour combler le déficit et assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

Selon Failler et al. (2015), les importations de

poisson sont en augmentation et se situent à environ 25 000 tonnes. Les principales importations sont aujourd'hui celles de "tilapia" en provenance de Chine en raison du faible prix d'importation. La réduction de ces quantités nécessite aujourd'hui au Mali le développement de la pisciculture.

Le secteur de la pisciculture n'a pas encore atteint au Mali une dimension économique remarquable que ça soit en termes de volume ou en termes de place de cette activité dans les autres systèmes de production. Pour Siddhuraju & Becker (2003), la contrainte majeure à l'émergence de la pisciculture, dans les pays en développement, est le coût de l'alimentation. En termes de dépense, l'alimentation représente environ 50 % du coût de production du poisson d'élevage. Ce coût excessif de l'aliment poisson est dû à l'utilisation de la farine de poisson comme principale source de protéine dans la formulation de l'aliment.

Plusieurs tentatives ont été faites au Mali quant à la substitution des farines de poisson par les sous-produits agricoles en l'occurrence le tourteau de coton, le son de céréales (maïs, mil et riz) et le remoulage de blé. Ces sous-produits sont peu coûteux et disponibles localement. Cependant, les teneurs protéiques des aliments conçus à partir des sous-

produits cités étaient faibles (inférieures à 20%). Le taux protéique des matières premières végétales est faible en comparaison de celui de la farine de poisson : 26% pour le pois, 41% pour le tourteau de colza, 48 à 55% pour le tourteau de soja contre 65 à 72% dans les farines de poisson (Médale et al. 2013). Cette étude a pour objectif, d'améliorer le teneur en protéine des aliments (jusqu'à 25 -30 %) à partir de la substitution de 10% de poudre de feuilles de moringa riche en protéine végétale dans la formulation alimentaire, afin de le comparer sur le plan nutritionnel et économique aux aliments industriels disponibles sur place au Mali.

## II. OBJECTIFS

### 2.1. Objectif général

Contribuer à l'augmentation de la production piscicole dans la région de Koulikoro.

### 2.2. Objectifs spécifiques

- Analyser les compositions biochimiques des aliments utilisés ;
- Établir les performances zootechniques des poissons en fonction des aliments ;
- Mettre en évidence l'impact socio-économique et environnemental de l'utilisation de différents aliments;
- Apprécier les valeurs gustatives des poissons en fonction des aliments.

## III. MATERIEL ET METHODES

### 3.1. Matériel

#### 3.1.1. Matériel animal

Il est composé de deux cents soixante-dix (270) alevins mono sexes mâles d'*Oreochromis niloticus* de couleur noire et rouge en provenance de la ferme piscicole Boubacar DIALLO. Les reproducteurs d'*Oreochromis niloticus* utilisés pour la production d'alevins sont parvenus de la Hollande. La densité de mise en charge de nos bassins était de 15 alevins par 2 m<sup>2</sup> soit 15 par bassin.

#### 3.1.2. Aliments

Trois aliments composés ont fait l'objet d'une étude comparative :

- l'aliment «raanan» ou A1, importé de l'Israël, vendu à la ferme piscicole Boubacar Diallo du Mali ;
- l'aliment «sambalagnon» ou A2, fabriqué par l'usine de Boubacar Diallo du Mali et
- l'aliment A3 avec une incorporation de poudre de feuille de moringa a été fabriqué à l'IPR/IFRA de Katibougou. Les ingrédients entrant dans sa fabrication sont composés de :

- remoulage de blé et la farine de poisson ont été achetés à Bamako (marché local),
- poudre de feuille de Moringa produite à l'IPR/IFRA de Katibougou et
- le premix de vitamine acheté dans une pharmacie vétérinaire.

Les trois types d'aliments ainsi que les ingrédients entrant dans la composition de l'aliment maison ont subi une analyse biochimique au laboratoire de nutrition de l'IER de Sotuba.

### 3.2. Méthodes

Les traitements ont été disposés en bloc de Fisher à 3 répétitions correspondant à 18 bassins repartis entre le bloc 1, 2 et 3.

#### 3.2.1. Échantillonnage et évaluation de la biomasse

Après un temps d'adaptation de quinze (15) jours (sevrage progressif), un échantillonnage de poissons a été effectué le premier jour des expériences avant la distribution des aliments, et cinq (5) poissons par bassin ont été pesé au g près et individuellement mesuré au mm près.

#### 3.2.2. Le nourrissage des poissons

En début d'élevage, 8 % de la biomasse était distribuée aux poissons à raison de 3 fois par jour : 7h-8h; 11h30-12h30 et à partir de 16h le soir. Les pêches de contrôle mensuel ont permis d'ajuster la quantité d'aliment distribué à 5% puis 3 % en fonction de la biomasse des poissons au cours de l'élevage.

#### 3.2.3. La croissance (Longueur et Poids)

L'épreuve de croissance a été effectuée sur 5 mois d'élevage. L'évaluation de la croissance a concerné les paramètres comme le gain de poids corporel (g), le TCS (%), le REP, le TC des aliments (%) et le taux d'IV (g).

#### 3.2.4. Collecte des indices économiques :

La rentabilité économique de l'utilisation des aliments a été calculée par évaluation du prix de revient du kilogramme (kg) de chaque aliment et du coût alimentaire de production d'un kg de poisson..

#### 3.2.5. Analyse statistiques des données

Les données collectées ont fait l'objet d'analyses statistiques avec le logiciel STATITCF.

Les données recueillies ont été saisies avec le logiciel Excel version 2010. L'analyse de variance a été faite par le logiciel STATITCF. Le test de Newman et Keuls a été utilisé pour la comparaison des moyennes au seuil de 5%.

## IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 4.1. Composition biochimique des aliments

Les compositions biochimiques des aliments A1, A2 et A3 ainsi des ingrédients entrant dans la composition de l'aliment A3 ont été déterminées au laboratoire de nutrition de l'IER de Sotuba du Mali pour connaître la teneur des différents éléments indispensables dans une formulation d'aliment poisson. Les résultats de cette analyse sont représentés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Composition biochimique des aliments.

Aliment	Composition biochimique					
	MS %	Cend %	Cel. %	Prot. %	M G %	EM kcal/ kg MS
Ranaan 2.5	93,03	8,09	1,83	43,19	4,57	4446,14
Ranaan 3	93,30	13,02	1,55	50,41	7,82	4516,02
Sambalagnon 2.5	93,65	23,49	6,25	35,75	3,26	2700,32
Sambalagnon 5	93,63	17,14	8,86	31,94	3,04	3709,76
Aliment maison	92,83	16,10	6,57	29,94	3,29	3744,82
Farine de poisson	94,10	43,55	2,28	34,63	4,20	2615,11
Tourteau de coton	90,43	8,82	16,86	49,88	0,77	3939,06
Remoulage de blé	92,15	5,59	5,59	18,44	3,74	3972,56
Poudre de feuilles de Moringa	90,15	7,12	4,88	27,25	5,32	4009,76

#### Légende :

Les chiffres 2.5, 3 et 5 indiquent en mm les diamètres des aliments granulés utilisés.

MS : Matière sèche

EM : Energie métabolisable

MG : Matière grasse

Cend : Cendre

Cel : Cellulose

Prot : Protéine

Les résultats de l'analyse nous indiquent que les trois aliments ont des teneurs élevées en matière sèche, plus de 93% pour les aliments industriels A1 et A2 contre 92,83 pour l'aliment A3. Pour les protéines, l'aliment A1 (3mm et 2.5mm), taux de protéines respectifs 50,41% et 43,19% renferme plus de protéines que les deux autres aliments avec des teneurs respectives de 35,75% et 31,94% pour A2 (2,5mm et 5mm) contre 29,94% pour A3. Ces teneurs élevées en protéines dans les trois aliments permettent leurs utilisations en pisciculture.

La teneur élevée en protéine de l'aliment A3 est due en partie à l'incorporation de la poudre de moringa avec 27,25% de protéine végétale, étant donné que la

farine de poisson utilisée a un faible taux de protéine 34,63%, valeur qui atteint 65 à 75% chez certaines espèces de poisson (Médale et al., 2013).

### 4.2. Taux de survie des poissons

Des mortalités de poisson sont survenues pendant la durée de l'élevage. Le tableau 2 indique les pourcentages de survie de chaque traitement.

Tableau 2 : Evaluation du taux de survie de chaque traitement

Tr.	Taux de survie (%)					
	Emp	1 <sup>er</sup> mois	2 <sup>e</sup> mois	3 <sup>e</sup> mois	4 <sup>e</sup> mois	5 <sup>e</sup> mois
O1A1	100	100	98	96	90	90
O2A1	100	89	87,5	77,03	66,66	64,58
O1A2	100	97,87	85,10	82,97	82,97	82,97
O2A2	100	95,83	83,33	89,33	81,25	81,25
O1A3	100	95,74	87,23	87,23	87,23	87,23
O2A3	100	100	87,23	87,23	87,23	87,23

#### Légende:

Tr: traitement

Emp: Empoisonnement

Les mortalités ont été plus élevées respectivement avec les aliments A1 et A2 comparativement à l'aliment A3 chez les O1 et O2 sauf au niveau des O1A1 qui ont enregistré 90% de taux de survie.

Les mortalités dénombrées au cours de l'expérience ne semblent pas être liées à l'alimentation. Car les décès survenaient pendant les jours de pêche de contrôle ou encore un ou deux jours après, à la suite des blessures infligées pendant les manipulations et certains poissons restaient souvent coincés dans le tuyau de vidange des bassins. La mortalité chez les O1 et O2 serait donc due au stress des manipulations et à la qualité de l'eau des bassins.

### 4.3. Evaluation des paramètres de croissance des Oreochromis

#### 4.3.1. Effets des aliments sur la taille des Oreochromis

Les résultats de l'analyse de la variance des différents aliments utilisés (figure 1) montrent une différence significative entre la taille des poissons ( $p < 0,05$ ) pour tous les mois d'élevage après l'empoisonnement. Au second mois d'élevage, la différence a été hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les tailles obtenues à partir des différents aliments utilisés. La comparaison arithmétique des moyennes montre qu'à l'empoisonnement, la taille moyenne des Oreochromis soumis à l'aliment A1 (10,19 cm) était supérieure à celle des Oreochromis soumis à A3 (10,14 cm) et A2 (10,06 cm) respectivement. Après 1 mois d'élevage, l'aliment A1 a été le plus performant concernant la croissance en taille des poissons (15,07 cm) comparativement à A2 (14,20 cm) et A3 (13,87 cm). Cette tendance évolutive n'a pas changé jusqu'à la fin de

l'expérimentation ou les tailles moyennes respectives observées au 5<sup>e</sup> mois étaient de 21, 63 pour A1, 21,62 pour A2 et 19,78 pour A3. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% pour les groupes homogènes classe l'aliment A1 comme étant le plus performant suivi par les aliments A2 et A3.

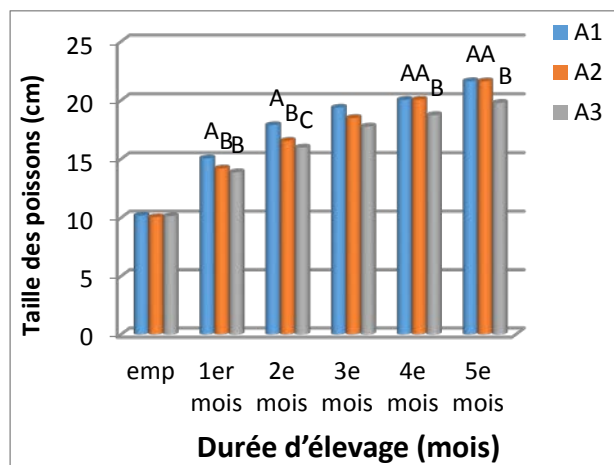


Figure 1 : Effets des aliments sur la taille des Oreochromis

#### 4.3.2. Effets des aliments sur le poids des Oreochromis

Les effets des aliments sur le poids des Oreochromis sont représentés dans la figure 2 ci-dessous. L'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre le poids des poissons soumis à différent régime alimentaire pendant l'empoissonnement. Quant aux 1<sup>er</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> mois de l'élevage, des différences significatives ( $p < 0,05$ ) et hautement significative ( $p < 0,001$ ) pour le 2<sup>e</sup> mois ont été observées concernant l'évolution pondérale des poissons. La comparaison arithmétique des moyennes montre après 1 mois d'élevage donne une meilleure performance pondérale de l'aliment A1 (68,40g) comparativement aux aliments A2 (54,53g) et A3 (49,43g). Cette évolution en poids a continué jusqu'à la fin de l'élevage. Cependant au 5<sup>e</sup> mois d'élevage, l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative pondérale entre les différents aliments utilisés.

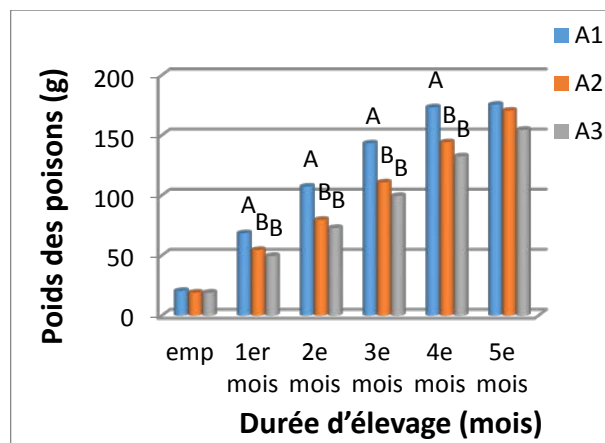


Figure 2 : Effets des aliments sur le poids des Oreochromis

#### 4.3.3. Effets des aliments sur le TCS, le REP, le TC et l'IV des Oreochromis

Une comparaison du TCS, du REP, du TC et de l'IV obtenue à partir des différents types d'aliment est représentée dans la figure 3 ci-dessous.

Aucune différence significative n'a été observée entre les TCS obtenus à partir des A1, A2 et A3. Cependant la comparaison arithmétique des données indique des TCS élevés au niveau des aliments A2 (1,35) et A3 (1,31) comparativement à A1 (1,24). Le TCS permet d'évaluer le poids gagné par le poisson chaque jour, en pourcentage de son poids vif. Cela signifie que l'aliment A2 a eu un meilleur TCS comparativement aux aliments A3 et A1 respectivement. Nos résultats sont toutefois moins intéressants comparativement aux données rapportées avec des régimes plus équilibrés (taux de croissance spécifique supérieur à 3 %/j, Jauncey et Ross (1982).

Les faibles performances de croissance observées avec les aliments A1, A2 et A3 peuvent être dues à leurs taux élevés de cellulose. Jauncey et Ross (1982), Lazard (1992), et bien d'autres, recommandent un taux de cellulose en dessous de 10 %, pour l'alimentation des Tilapias ce qui est en conformité avec nos résultats. En revanche, le remplacement de la farine de poisson par des produits végétaux provoque, chez les espèces de haut niveau trophique, une diminution du taux de croissance bien que les éléments nutritifs nécessaires soient présents dans l'aliment (Gómez-Requeni et al 2004).

Quant au rapport d'efficacité des protéines (REP), il détermine l'efficacité des protéines contenu dans un aliment par rapport au gain de biomasse. Des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont été observées au niveau des différents types d'aliments utilisés. L'efficacité des aliments a été respectivement 1,73 pour A3, 1,64 pour A2 et 0,71 pour A1.

L'efficacité dans l'utilisation des nutriments d'un régime chez le poisson est généralement appréciée en terme de pourcentage de rétention des protéines ou

d'énergie. La proportion de protéines dans le régime est en effet de première importance, d'autant plus que les besoins protéiques des poissons sont généralement plus élevés que ceux des animaux terrestres. L'apport en protéines animales dans l'aliment représente souvent plus de la moitié des coûts de l'alimentation (JAUNCEY et ROSS, 1982). Le niveau de protéines permettant une croissance maximale diminue à mesure que la taille des poissons augmente. Selon (HUTABARAT et JAUNCEY, 1987), le meilleur coefficient de conversion (poids d'aliment distribué gain de poids) est obtenu avec un régime 30% de protéines. Les rationnements alimentaires utilisés pendant cette étude ont tous montré des taux de protéinés supérieur à 29% ce qui veut dire qu'ils répondent aux normes d'élevage en pisciculture. Les taux d'efficacité protéiques enregistrés montrent une légère performance de l'aliment A3 par rapport aux aliments A2 et A1. Cette performance peut être due à l'incorporation de la poudre de moringa dans sa composition.

Pour le taux de conversion alimentaire (TC) ou encore le quotient nutritif (Qn), il détermine la quantité d'aliment nécessaire pour produire un kilogramme de poisson. Autrement dit, il désigne la quantité d'aliments distribués (en kg) rapportée au gain en poids des poissons (en kg) au cours de la même période de temps. Des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont été aussi observées au niveau des différents types d'aliments utilisés. L'efficacité des aliments a été respectivement 1,89 pour A2, 1,96 pour A3 et 2,91 pour A1.

Concernant le taux d'ingéré volontaire (IV) qui indique la quantité d'aliment volontairement ingérée par unité de temps et par unité de biomasse au cours de l'expérimentation, des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont été également observées au niveau des différents types d'aliments utilisés. La digestibilité des aliments a été respectivement 1,94 pour A2, 1,97 pour A3 et 2,75 pour A1 ; ce qui indique que les aliments A2 et A3 seraient plus digestes et facilement assimilables par les poissons que l'aliment A1.

La différence de croissance des poissons peut être expliquée par la mauvaise digestibilité des nutriments de ces aliments. En effet, Kaushik S. J ; 1992 fait remarquer que l'incorporation de protéines végétales, susceptibles de présenter des carences en acides aminés pour les poissons ou encore des facteurs antinutritionnels, peut modifier la digestibilité, et l'utilisation métabolique des nutriments peut aussi être affectée.

Les connaissances sur les déterminants de la prise alimentaire sont très limitées chez les poissons. La diminution de l'appétit pourrait résulter de phénomènes orosensoriels (goût ou texture de l'aliment) et des recherches sont en cours sur ce sujet. Köprücü & Özdemir (2005) indiquent que la digestibilité d'un aliment dépend de la nature des ingrédients utilisés. Ils mentionnent que des ingrédients peuvent paraître d'excellentes sources de

nutriments, mais de faible valeur nutritive, à cause de la variabilité de leurs coefficients de digestibilité, d'absorption et de la disponibilité des nutriments (acides aminés, minéraux).

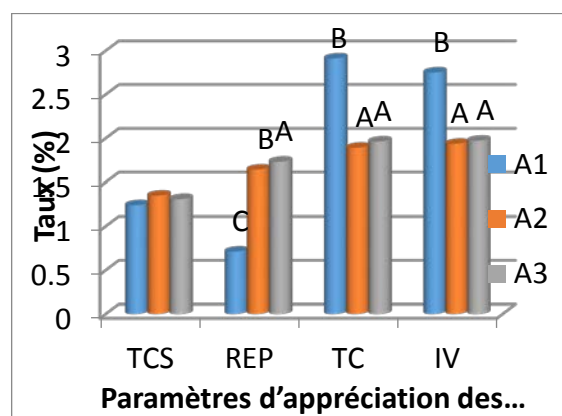


Figure 3: Effets des aliments sur le TCS, REP, TC et l'IV des Oreochromis.

#### 4.3.4. Effets des couleurs de l'espèce sur l'évolution en taille

Les résultats des effets des couleurs de l'espèce sur la taille des poissons n'ont pas montré de différence significative durant toute la période de l'expérimentation. Cependant, la comparaison arithmétique des moyennes en taille entre les O1 et O2 (figure 4) montre qu'à l'empeusement, O2 avait un poids moyen (10,26cm) supérieur à O1 (10,00cm). Cette tendance a continué pendant les trois premiers mois de l'élevage ou les tailles observés étaient de 14,50cm pour O2 et 14,26cm pour O1 durant le 1<sup>er</sup> mois ; 16,82cm pour O2 et 16,79cm pour O1 pour le 2<sup>e</sup> mois et 18,56cm pour O2 et 18,54cm pour O1 au 3<sup>e</sup> mois. Quant au 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> mois d'élevage, les plus grandes tailles sont obtenues avec les O1 comparativement aux O2 comme suit 17,71cm pour O1 contre 19,52cm pour O2 au 4<sup>e</sup> mois et 21,29 cm pour O1 contre 20,73cm pour O2 au 5<sup>e</sup> mois.

Ainsi avec les effets séparés des facteurs, nous pouvons donc dire que les O1 ont eu une meilleure performance en taille comparativement aux O2 durant l'expérimentation.

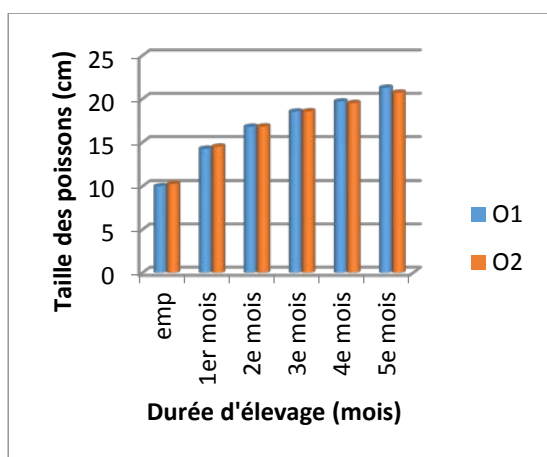


Figure 4 : Effets des couleurs de l'espèce sur l'évolution en taille des poissons

#### 4.3.5. Effets des couleurs de l'espèce sur l'évolution pondérale

Pour l'évolution pondérale des poissons, les résultats de l'analyse statistique n'ont également pas montré de différence significative durant toute la période de l'expérimentation. Quant à la comparaison arithmétique des moyennes en poids entre les O1 et O2 (figure 5), à l'empoissonnement les O2 avaient un poids moyen (19,73g) supérieur aux O1 (19,18g). Après un mois d'élevage, les poids respectifs étaient de 57,62g pour O1 et 57,29g pour O2. Cette tendance a continué jusqu'à la récolte des poissons où les poids moyens étaient de 170,22 pour O1 et 163,31g pour O2. Tout comme l'évolution en taille des poissons, les résultats de l'évolution pondérale donnent aussi un gain de poids supérieur des O1 par rapport aux O2 durant l'élevage.

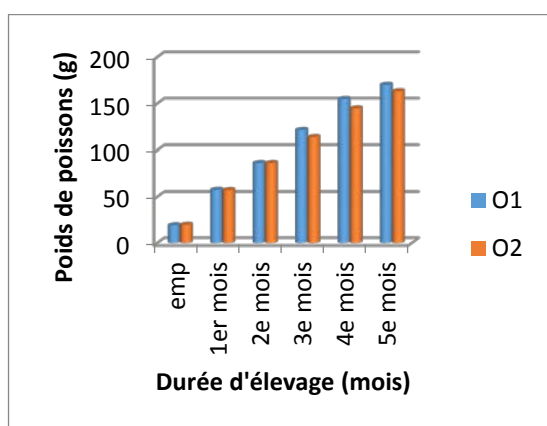


Figure 5 : Effets des couleurs de l'espèce sur l'évolution pondérale des poissons

#### 4.3.6. Effets des couleurs de l'espèce sur le TCS, le REP, le TC et l'IV

Les résultats de l'analyse statistique des couleurs de l'espèce sur le TCS, le TC et l'IV (figure 6) ont montré des différences significatives contrairement au REP qui n'a montré aucune différence

significative entre les O1 et O2.

Concernant le taux de croissance spécifique, le meilleur taux a été obtenu avec O1 par rapport à O2 avec comme valeurs respectives 1,37 pour O1 et 1,23 pour O2. Les résultats de l'analyse des groupes homogènes expriment une meilleure performance en croissance des O1 par rapport aux O2 durant l'élevage.

Quant au REP, les O1 ont enregistré des moyennes supérieures par rapport aux O2. Cela indique que les protéines contenues dans les différents aliments utilisés ont été efficaces dans la production des O1 comparativement aux O2 comme indiquent les valeurs 1,37 pour O1 et 1,35 pour O2.

Pour la conversion des aliments, le meilleur taux est obtenu avec les O1 (2,06) comparativement aux O2 (2,44). Il en est de même avec l'IV ou également les O1 ont enregistré les meilleures performances 2,12 par rapport aux O2 dont la valeur est de 2,31. Les faibles valeurs du TC et de l'IV montrent que la conversion alimentaire et l'ingéré volontaire des aliments sont meilleures chez les O1 comparativement aux O2, ce qui est en conformité avec les résultats des groupes homogènes du test de Newman et Keuls. Au regard de ces résultats, nous pouvons donc conclure que les O1 s'adaptent mieux à ce type d'élevage par rapport aux O2.

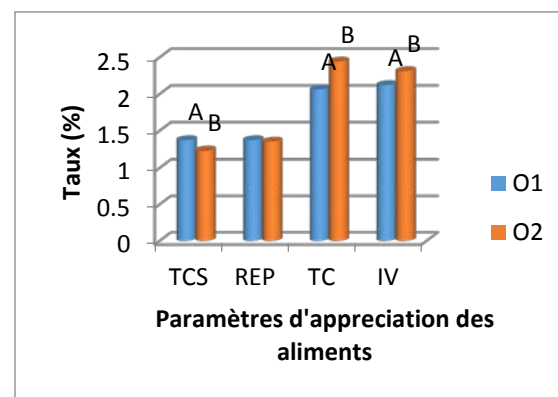


Figure 6 : Effets des couleurs de l'espèce sur le TCS, le REP, le TC et l'IV

#### 4.3.7. Effets de l'interaction des facteurs sur la taille des Oreochromis

L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative de l'interaction des différents facteurs sur la taille des poissons de l'empoissonnement jusqu'au 3<sup>e</sup> mois d'élevage. (figure 7). Cependant pour les 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> mois d'élevage, des différences significatives ( $p < 0.05$ ) ont été observées au niveau de l'interaction des facteurs sur la taille des poissons. Ainsi après la période d'empoissonnement, la meilleure combinaison a été d'abord obtenue avec O2A1 suivi par O1A1, O1A2, O2A2, O2A3 et O1A3 jusqu'au 3<sup>e</sup> mois d'élevage. Cette tendance a changé pendant les deux derniers mois d'élevage où la meilleure combinaison a été obtenue avec O1A2 suivi par O2A1, O1A1, O2A2, O2A3 et O1A3 et cela

conformément au test de Newman et Keuls. Nous pouvons ainsi dire qu'en fin d'élevage, à part la combinaison O2A1 (29,84cm) que les combinaisons O2A1 (22,01cm) et O1A1 (21,25cm) ont été plus performantes que les autres combinaisons avec les valeurs respectives 20,35cm pour O2A2, 19,83cm pour O2A3 et 19,74 cm ; montrant ainsi une meilleure croissance en taille des O2 soumis aux différents régimes alimentaires comparativement aux O1.

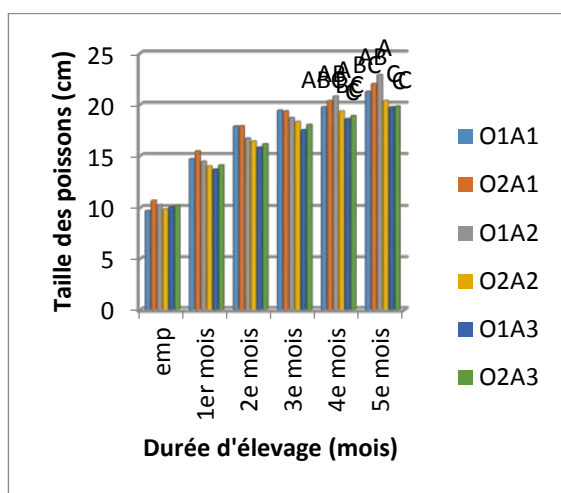


Figure 7 : Effets de l'interaction des facteurs sur la taille des poissons.

#### 4.3.8. Effets de l'interaction des facteurs sur le poids des Oreochromis

Les résultats de l'interaction des facteurs sur le poids des Oreochromis sont représentés dans la figure 8 ci-dessous. Il ressort de l'analyse statistique qu'à part le 2<sup>e</sup> et le 5<sup>e</sup> mois d'élevage ou des différences significatives ( $p < 0.05$ ) ont été observées, aucune différence significative n'a été observée au niveau de l'interaction des facteurs pendant les autres mois d'élevage. Jusqu'au 3<sup>e</sup> mois d'élevage, la meilleure combinaison en gain de poids a été obtenue avec O2A1 suivi respectivement par O1A1, O1A2, O2A2, O2A3 et O1A3 comme au niveau de la taille des poissons. Cependant au 4<sup>e</sup> mois d'élevage, la combinaison O1A3 a donné un meilleur gain de poids par rapport à O2A2 et O2A3. A la fin de l'expérimentation, O1A2 (188,68g) a donné la meilleure combinaison, suivi respectivement par O2A1 (186,11g), O1A1 (164,63g), O1A3 (157,35g), O2A2 (152,20g) et O2A3 (151,63g) ; montrant ainsi une meilleure performance des O1 soumis aux différents régimes alimentaires.

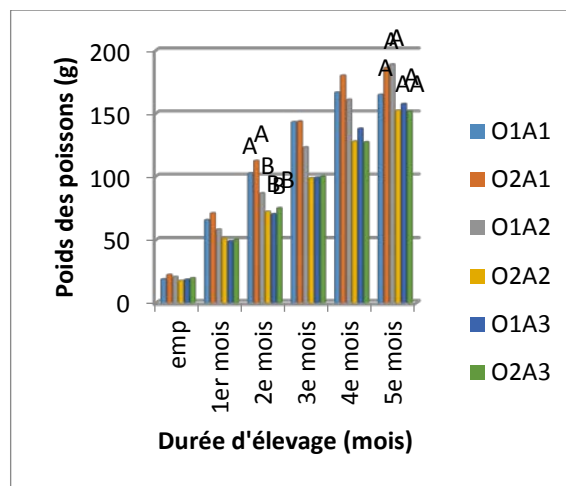


Figure 8 : Effets de l'interaction des facteurs sur le poids des poissons.

#### 4.3.9. Effets de l'interaction des facteurs sur le TCS, le REP, le TC et l'IV des Oreochromis

Pour les paramètres calculés comme le TCS, le REP, le TC et l'IV ; aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a été observée au niveau de l'interaction des facteurs (figure 9). Cependant l'analyse arithmétique révèle que la meilleure combinaison est obtenue avec O1A1 suivi par O1A2, O1A3, O2A2, O2A3 et O2A1 au niveau du TCS. Cela veut dire que l'interaction O2A1 est moins intéressante en terme de croissance spécifique comparativement aux autres combinaisons.

Les meilleurs REP sont respectivement : O1A3, O2A2, O2A3, O1A2, O1A1 et O2A1. Les combinaisons des O1 soumis aux différents régimes alimentaires sont plus intéressantes que les O2 soumis aux mêmes régimes alimentaires à l'exception du cas de l'aliment A2 ou les O2 deviennent plus intéressants en REP comparativement aux O1.

Quant au TC, l'ordre respectif est O1A3, O2A2, O1A2, O2A3, O1A1 et O2A1. Au regard de ces résultats, Les différentes combinaisons suivent la même logique comme le cas du REP ou les résultats des O1 soumis aux différents régimes alimentaires sont plus intéressants que les O2 à l'exception des combinaisons faites avec l'aliment A2

Enfin pour l'IV, la meilleure combinaison a été également celle de O1A3 suivi respectivement par les combinaisons O2A2, O1A2, O2A3, O1A1 et O2A1 ; ce qui confirme une meilleure performance des O1 comparativement aux O2 quand ils sont tous soumis au même régime alimentaire.

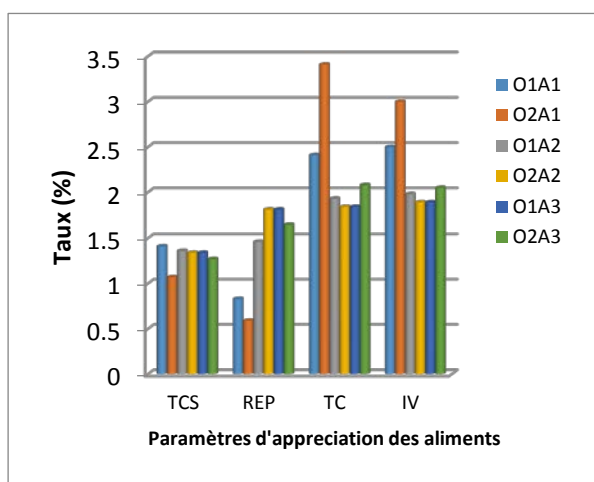


Figure 9 : Effets de l'interaction des facteurs sur le TCS, le REP, le TC et l'IV des poissons.

#### 4.4. Rentabilité Socio-économique des aliments

La détermination de la rentabilité économique de l'utilisation des aliments a été faite par évaluation du prix de revient du kilogramme de chaque aliment et du coût alimentaire de production d'un kilogramme de poisson.

C'est ainsi que durant toute la période de l'expérimentation, l'aliment A1 (47,54 kg) a été le plus distribué aux poissons suivi par A2 (38,29 kg) et A3 (37,16 kg).

Les prix de revient du sac d'aliment, le coût du kg et le coût total de chaque aliment distribué sont indiqués dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Paramètres de détermination de la rentabilité des aliments

Aliment	Prix de revient du sac (FCFA)	Coût du kg (FCFA)	Quantité aliment (kg)	Coût total aliment (FCFA)
Ranaan (20kg)	17800	890	47,54	42310,60
Sambalagnon (50kg)	36250	725	38,29	27760,25
Aliment maison (50kg)	20000	400	37,16	14864

Au terme de cette étude, nous pouvons dire que l'aliment A3 a une rentabilité élevée par rapport aux aliments A1 et A2. Il est moins cher que ces aliments industriels vendus sur le marché au Mali et présente presque les mêmes performances zootechniques que ceux-ci.

Quant aux goûts des poissons, les O2 qui ne se trouvant pas dans les plans d'eau du Mali ont donné un goût meilleur par rapport aux O1 présents dans les eaux maliennes. Cependant pour le facteur aliment, les poissons nourris avec A2 ont donné un meilleur goût d'appréciation aux panelistes par rapport à ceux

nourris avec les aliments A3 et A1.

Nos résultats sont en conformité avec ceux obtenus par Yacouba B. et *al*, 2008 dans la production d'*Oreochromis niloticus* avec les sous-produits agricoles, ou également les poissons nourris avec les aliments formulés à base de sous-produits ont été plus nutritionnels et économiques comparativement aux aliments industriels.

Les eaux de vidange des bassins n'ont pas eu un impact négatif sur l'environnement, car étant bien fertilisées, elles ont servi à arroser des pieds de moringa dont les feuilles ont été utilisées pour la production de poudre de moringa incorporée dans la fabrication de l'aliment A3.

#### 5. Conclusion

L'objectif majeur poursuivi par cette étude était d'identifier parmi les aliments industriels disponibles sur le marché au Mali et celui formulé localement à L'IPR/IFRA de Katibougou avec incorporation de poudre de feuille de moringa, celui qui soit zootechniquement et économiquement intéressant. Au regard des caractéristiques de la croissance et du coût de production d'un kilogramme de poisson, nous pouvons dans l'état actuel des connaissances, considérer les aliments industriels A1 et A2 comme étant les plus efficaces sur le plan nutritionnel, cependant A3 demeure l'aliment le plus économique aux pisciculteurs du Mali.

#### Références bibliographiques

- [1] DNP, 2011: Rapport annuel de 2010, 67 pages.
- [2] DNP, 2013: Rapport annuel de 2012, 44 pages.
- [3] SDDPA, 2006: Situation du sous-secteur de la pêche et de l'aquaculture 1997-2006. Bilan de la mise en œuvre du SDPP de 1997, 54 pages.
- [4] FAILLER PIERRE, RAGUSA GIANLUCA ET BERTHE ADAMA IBRAHIMA, 2015 : Aide-mémoire de la mission d'identification et de formulation d'un programme d'appui à la filière halieutique (chaîne de valeur poisson), CARDNO Emerging Markets UK/UE, 42 pages.
- [5] MÉDALE F., LE BOUCHER M., DUPONT-NIVET E., QUILLET, J., AUBIN, S., 2013. Des aliments à base de végétaux pour les poissons d'élevage. INRA Prod. Anim., 2013, 26, (4), 303-316.
- [6] FAO, 2016. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2014. FAO, Rome 2016, 227 pages.

- [7] GÓMEZ-REQUENI P., MINGARRO M., CALDUCHGINER J.A., MÉDALE F., MARTIN S.A.M., HOULIHAND.F., KAUSHIK S., PÉREZ-SÁNCHEZ J., 2004. Protein growth performance, amino acid utilisation and somatotropic axis responsiveness to fish meal replacement by plant protein sources in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 232, 493-510.
- [8] HUTABARAT J. et JAUNCEY K., 1987. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of first feeding fry of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). In: "Abstract of paper presented at The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture", 16-20 march 1987, Dept. Fish. Bangkok, Thailand and I.C.L.A.R.M., Manila, Philippines, 68p.
- [9] IGA-IGA Robert., 2008. Contribution à la mise au point d'aliments pour tilapia *Oreochromis niloticus* à base d'intrants locaux : cas du Gabon. IRAF, 2008, 28 pages.
- [10] JAUNCEY K. et ROSS B., 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland. 111 p.
- [11] KAUSHIK S. J., 1992. Digestibilité de matières premières d'origine africaine. In : Lazard J. (éds.), (1993). Compte-rendu final de l'A.T.P CIRAD n° 71/90, CIRAD-EMVT/GAMET, Montpellier, 40 p., pp18-22.
- [12] KÖPRÜCÜ, K.; ÖZDEMİR, Y., 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v.250, p.308-316.
- [13] LAZARD J., LECOMTE Y., STOMAL B. et WEIGEL J.Y., 1992. Pisciculture en Afrique subsaharienne. Situations et projets dans les pays francophones. Propositions d'action. Paris, Ministère de la coopération et du développement, CID/DOC, 155 p.
- [14] SIDDHURAJU P., & BECKER K., 2003. Comparative nutritional evolution of differentially processed mucuna seeds (*Mucuna pruriens* (L.) DC. Var. utilis (Wall ex Wight) (Baker ex Burck) on growth performance, feed utilization and body composition in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquac.. Res.* 34: 487 – 500.
- [15] YACOUBA B., ALLASSANE O., KOUASSI S.D., ET GERMAIN G., 2008. Production de *Oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous-produits agricoles *Sciences & Nature* Vol. 5 N°1 : 89 - 99 (2008).