

ÉTUDE DE LA DIGESTIBILITE DE LA POUDRE DE FEUILLES DE MORINGA CHEZ LES JUVENILES DE *OREOCHROMIS NILOTICUS* (LINNAEUS, 1758)

STUDY OF THE DIGESTIBILITY OF MORINGA LEAF POWDER IN *OREOCHROMIS NILOTICUS* JUVENILS (LINNAEUS, 1758)

HAWA COULIBALY^{1*}, GRANT VANDENBERG² ET ALAIN OLIVIER²

¹IPR / IFRA de Katibougou - B.P. : 06, Koulikoro, Mali. Tel : +223 76 13 46 60 ; coulibhawa@yahoo.fr

²Université Laval, 2425, Rue de l'Agriculture, Québec, Canada G1V 0A6.

Courriel : Grant.Vandenberg@fsaa.ulaval.ca; Alain.Olivier@fsaa.ulaval.ca

Résumé

L'utilisation de la farine de poisson dans les rations piscicoles suscite des préoccupations économiques, éthiques et sociales. Au Mali, la poudre de feuille de Moringa peut être une alternative à cause de sa composition chimique et sa disponibilité. Cependant, sa digestibilité peut être un *handicap* à la mise au point d'aliment poisson peu coûteux. L'objectif de cette étude était de déterminer la digestibilité apparente de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* pour deux groupes d'âges de juvéniles d'*Oreochromis niloticus*. Les coefficients de Digestibilité apparents (CDA) ont été déterminés en utilisant le régime de référence des tilapias (R0) et de digestibilité (R0 + 30 % de poudre de feuilles de Moringa = R30) chez les deux groupes de poissons. Des poissons ont été alimentés deux fois par jour à satiété. Des échantillons fécaux ont été récoltés par siphonage tous les matins. Les résultats obtenus montrent que les deux régimes ont un CDA de protéines supérieur à 93 % et que les fibres brutes sont indigestes quelque soit la catégorie de poissons. La poudre des feuilles de Moringa utilisée présente une bonne digestibilité.

Mots clés : *Moringa oleifera*, *Oreochromis niloticus*, Digestibilité apparente

Abstract

The use of fishmeal in fish rations raises economic, ethical and social concerns. In Mali, Moringa leaf powder can be an alternative based on its composition and availability. However, a feeding ingredient may appear to be an excellent source of its chemical composition, but will be of little real value unless it can be digested and absorbed by the target species. The aim of this study was to determine the apparent digestibility of *Moringa oleifera* leaf powder for two age groups of *Oreochromis niloticus* juveniles. The apparent Digestibility coefficients (CDA) were determined using the tilapia reference (R0) and digestibility (R0 - 30% Moringa - R30) leaf powder regimen in both fish groups. Fish were fed twice a day to satiety. Fecal samples were siphoned every morning. The results show that both diets have a protein CDA greater than 93% and that raw fiber is indigestible regardless of the fish category. The leaves powder of Moringa used has good digestibility.

Keywords: Moringa Oleifera, Oreochromis Niloticus, apparent digestibility

1. Introduction

La pêche est une activité séculaire au Mali. Cependant, au cours de la dernière décennie, la production halieutique est en baisse en raison notamment des changements climatiques qui affectent le fonctionnement normal des cours d'eau. Cette production n'atteint plus les 100 000 tonnes comme dans les années pluviométriques normales (SDPA, 2006). Parallèlement, la forte demande de poissons liée à l'accroissement de la population, surtout dans les zones urbaines, entraîne un besoin d'importation pour combler le déficit et assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Les importations de poisson sont en augmentation et se situent à environ 25 000 tonnes/an (Failler et al., 2015). Le développement de la pisciculture apparaît de plus en plus comme une alternative privilégiée en vue de pallier à la baisse des ressources halieutiques, et permettre de réduire les importations de poissons.

Toutefois, l'absence d'aliments locaux adéquats et le coût élevé des aliments importés constituent un handicap à l'émergence de cette activité. En effet, l'alimentation représente environ 50 % des coûts 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 (Médale et al., 2013). Au Mali où la sous-alimentation humaine est avérée pour certaines couches de la population, l'utilisation de la farine de poisson suscite des préoccupations économiques, éthiques et sociales.

Plusieurs tentatives ont été faites quant à la substitution des farines de poisson par des sous-produits agricoles en l'occurrence le tourteau de coton. Ces sous-produits sont peu coûteux et disponibles localement. Cependant, les teneurs protéiques des aliments conçus sont inférieures à 20 %. Ainsi, l'utilisation d'une autre source de protéines végétales accessible technologiquement, écologiquement et socialement acceptable comme la poudre de feuilles de Moringa semble être une alternative intéressante.

La poudre de feuilles de Moringa a fait l'objet de nombreuses recherches en alimentation humaine (Fuglie, 2002), animale (Makkar et Becker, 1996) et piscicole (Coulibaly, 2018 ; Abo-État et al., 2014; Egwui et al., 2013; Yuangsoi et Charoenwattanasak, 2011 ; Afuang et al., 2003 ; Richter et al., 2003). Cependant, peu de données sont disponibles sur l'utilisation digestive des feuilles de Moringa en aquaculture. Ainsi, l'objectif de cette étude est de déterminer la digestibilité apparente de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* par deux classes d'âge de juvéniles d'*Oreochromis niloticus*.

2. Matériels et méthodes

2.1 Protocole expérimental

L'expérience s'est déroulée en mars 2008 au laboratoire régional des sciences aquatiques (LARSA) de l'Université Laval, à Québec. Le test a été réalisé simultanément sur deux groupes de poissons d'âges et de poids différents. Les poissons utilisés proviennent d'une ferme aquacole Ontarienne de poissons tropicaux : Northern Tilapia inc., Lindsey Ontario. Deux cent tilapias du Nil dont 152 petits de poids moyen de 25 g et 48 gros de 160 g en moyenne. Les poissons ont été élevés dans 12 bacs de 48 litres de volume utile chacun, identifiés B1 à B12. Les petits poissons ont été répartis aléatoirement dans 4 bacs et les gros poissons dans 8 bacs pour minimiser l'effet de l'entassement et avoir une masse volumique identique. Ils ont été adaptés à ce dispositif pendant 9 jours, durée pendant laquelle, ils ont reçu un aliment de base pour tilapia fabriqué au LARSA. L'expérience comportait deux répétitions par régime pour les petits et quatre répétitions pour les gros poissons. Les gros

poissons ont été nourris 2 fois par jour (9h et 16h) et les petits poissons, 3 fois par jour (9h, 13h et 16h). Les bacs ont été alimentés en eau douce de $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ de température. Le dispositif en blocs sur deux étages est présenté sur la photo 1.



Photo 1 : Dispositif expérimental

2.2 Formulation des régimes alimentaires

Les ingrédients nécessaires à la fabrication des régimes alimentaires sont la farine de blé ; la farine de poisson; le tourteau de soja; la poudre de feuilles de Moringa, le pré-mélange de vitamines, l'huile de tournesol et le spernat (Marqueur indigeste).

Deux régimes alimentaires ont été constitués dans cette étude. Le régime de base des tilapias, (Köprücü et Özdemir, 2004) et le deuxième dans lequel, 30 % du régime de base a été remplacé par de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* (Sugiura et al.,1998). La composition des régimes est rapportée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Proportion des différents ingrédients alimentaires des régimes tests

Ingrédients	Pourcentage dans la ration	
	R0	R30
Farine de poisson	15,0	10,5
Tourteau de soja	43,0	30,1
Farine de blé	38,4	26,88
Pré-mélange de vitamines	0,6	0,42
Sipernat (Marqueur indigeste)	1,0	0,7
Huile de tournesol	2,0	1,4
Poudre de <i>M. oleifera</i>	0	30

2.3 Suivi et entretien

Tous les équipements du contrôle des paramètres physico-chimiques (oxygène dissous, salinité, température, pH) sont reliés à un système de surveillance informatisé. Les valeurs des différents paramètres étaient lues à tout moment sur l'écran d'un ordinateur. Un système automatique était réglé de manière à simuler l'aube ou le crépuscule. La concentration des nitrites était mesurée tous les trois jours en utilisant le test colorimétrique Nitritest. Le nettoyage du filtre à sable se faisait de façon journalière pour éviter tout colmatage consécutif à une accumulation de déchets (fèces).

2.4 Le nourrissage des poissons et la collecte de fèces

Les aliments ont été distribués à la main, lentement afin qu'ils puissent être immédiatement consommés par les poissons et ne subissent aucune transformation au contact de l'eau. Les quantités distribuées étaient enregistrées chaque jour. Une heure après le dernier repas de la journée, c'est-à-dire à 17h, les bacs, étaient nettoyés. Le tiers de l'eau des bassins était purgé pour s'assurer que toute la tuyauterie était propre et pour avoir une meilleure qualité d'eau. Le lendemain matin, à 8h, les fèces étaient récoltées par siphonage. L'échantillon récolté est considéré représentatif de la quantité de fèces produites sur une période de 24 h (Vandenberg et Noüe, 2001). Les fèces fraîchement récoltées ont été stockées dans un congélateur à -35°C puis lyophilisées. Le test s'étala sur 15 jours; la collecte de matières fécales a commencé trois jours après le changement de régime alimentaire pour permettre l'évacuation de toute la ration précédemment ingérée. Des échantillons fécaux ont été collectés pendant douze jours.

2.5 Données collectées et variables calculées

Les paramètres physico-chimiques de l'eau (pH, température, oxygène dissous) ont été enregistrés de façon journalière. Les valeurs de chaque paramètre étaient directement lues sur un ordinateur matin et soir. Les fèces étaient collectées tous les matins avant de servir l'aliment. L'analyse des aliments et des fèces a été effectuée au LARSA.

Le bilan des protéines, lipides et fibres fut évalué en faisant la différence entre le pourcentage ingéré à travers les aliments, et le pourcentage du même nutriment rejeté par les fèces. Les coefficients de digestibilité apparente (CDA) de matière sèche, protéines brutes, lipide, fibres brutes, cendres et d'énergie pour les régimes ont été calculés pour chacun des groupes d'âge de poissons selon la formule de (Cho *et al.*, 1982).

$ADC = 1 - (F/D \times D_i/F_i)$, où F = % du nutriment ou énergie des fèces ; D = % du nutriment ou énergie du régime à tester ; D_i = % sipernat dans l'acide du régime et F_i = % sipernat dans l'acide des fèces.

Par contre, pour la digestibilité de l'ingrédient (CDA_i), 30 % du régime de base a été remplacé par la poudre de feuilles de *Moringa oleifera*. La digestibilité a été calculée selon (Sugiura *et al.*, 1998):

$$CDA_i = ADC_T + ((1 - s) D_R / s D_i) (ADC_T - ADC_R),$$

Où : CDA_i = digestibilité apparente de l'ingrédient à tester ; CDA_T = digestibilité apparente du régime à tester ; CDA_R = digestibilité apparente du régime de base ; D_R = % du nutriment ou énergie du régime de base ; D_i = % du nutriment ou énergie de l'ingrédient à tester ; D_T = % du nutriment ou énergie du régime à tester ; s = proportion de l'ingrédient à tester dans le régime à tester (i.e. 0,3) et $1-s$ = proportion du régime de base dans le régime à tester (i.e. 0,7).

2.6 Traitement statistique des données

Les données ont été analysées dans Sigmaplot. La comparaison des moyennes a été faite avec le test de T (test de Student) au seuil de 5%.

3. Résultats

3.1 Qualité des eaux et valeurs bromatologiques des aliments.

La température, le taux d'oxygène, le pH du milieu d'élevage ont varié respectivement entre $27^{\circ}\text{C} \pm 1$; 7,4 et 9,4 mg/l et entre 7,21 et 7,85. La concentration de nitrite dans les bacs a été inférieure 0,03 mg/l.

Le tableau 2 présente les compositions chimiques des deux régimes alimentaires utilisés.

Tableau 2. Composition chimique des deux aliments

Composition (%)	Matière sèche (%)	Cendres (%)	Protéines brutes (%)	Fibres brutes (%)	Gras (%)	Energie Cal/g
R0	91,19	8,78	38,52	2,71	3,87	4566,5
R30	91,22	8,64	36,26	4,31	5,44	4696,5
Fpr (0,05)	NS	NS	HS	HS	THS	HS
Ppds (0,05)	-	-	1,37	0,36	0,13	36,64
CV%	0,1	1	0,9	2,4	0,7	0,2

NS : Non Significatif ; HS : Hautement Significatif ; THS : Très Hautement Significative.

Ces données attestent que les deux régimes ont presque le même pourcentage en matière sèche et en cendre. Le R30 est plus énergétique et plus riche en fibre brute et en matière grasse (lipides) que le R0 qui a un pourcentage en protéine plus élevé.

3.2 Bilan des nutriments

3.2.1 Bilan des protéines

L'analyse statistique du bilan des protéines n'indique pas de différence significative entre les deux groupes de poissons soumis aux deux régimes alimentaires ($P > 0,05$). Nous constatons tout de même que la quantité rejetée est plus importante que la quantité retenue indépendamment de l'âge des poissons et du régime (fig. 1).

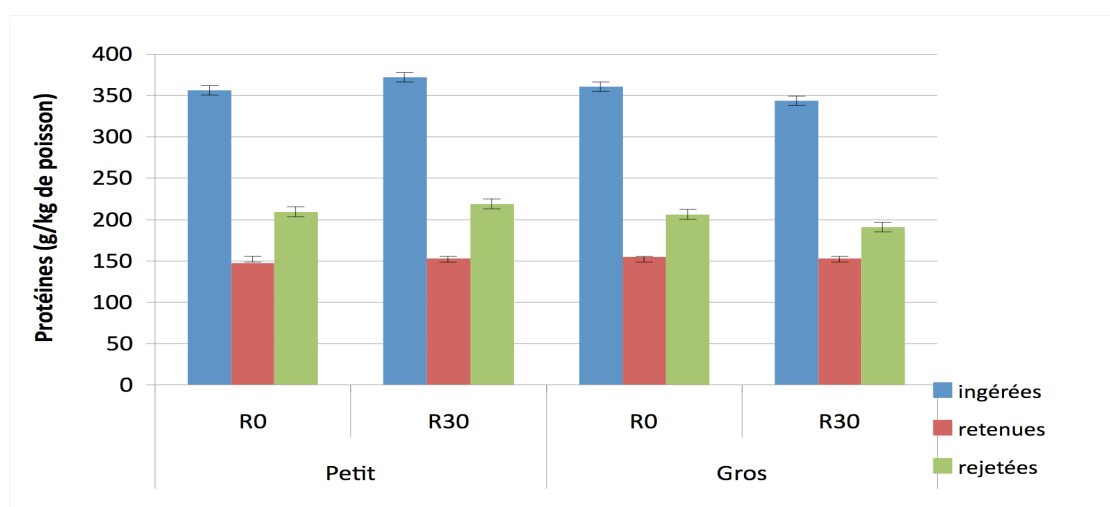


Figure 1 : Bilan des protéines chez les deux groupes de poissons

3.2.2 Bilan des lipides

Le bilan des lipides est présenté sur la figure 2. Nous constatons que les poissons ont retenu plus de lipides qu'ils n'ont ingérés sauf le lot des gros sous R30. Ces différences ne sont toutefois pas statistiquement significatives ($p>0.05$). Nous constatons un rejet de lipides chez les deux groupes de poissons nourris avec R0.

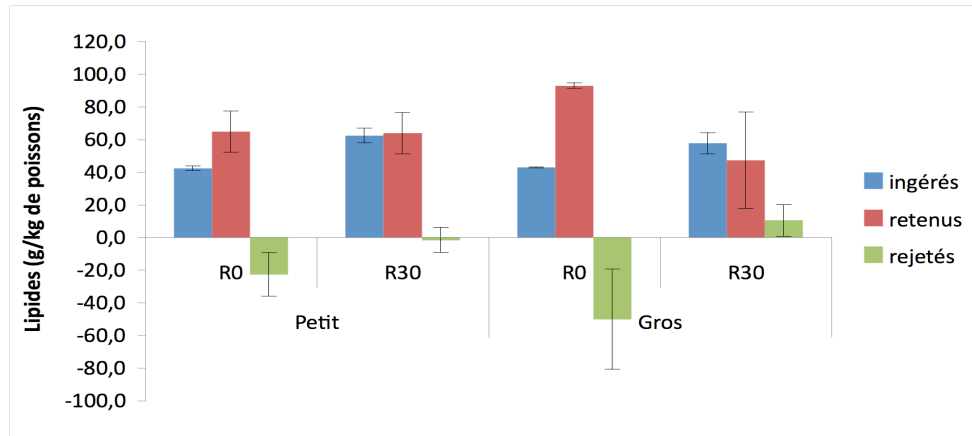


Figure 2 : Bilan des lipides chez les deux groupes de poissons

3.2.3 Bilan de l'énergie

Le bilan de l'énergie présenté par la figure 3, montre que les poissons ont rejeté plus d'énergie qu'ils n'ont retenue. Autrement dit, les quantités retenues sont inférieures à celles qui sont rejetées pour les deux régimes et chez les deux groupes d'âge de poissons. Les deux groupes de poissons ont retenu plus d'énergie avec le régime R0. La physionomie des histogrammes montre plus de rejet d'énergie chez les deux groupes de poissons nourris avec R30. L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes de poissons soumis aux différents régimes ($P>0,05$).

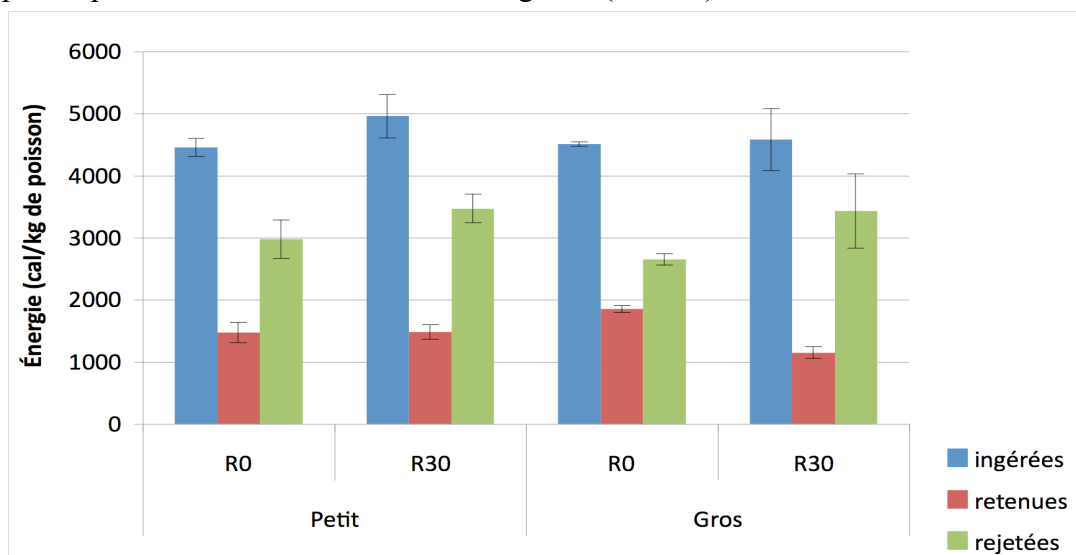


Figure 3 : Bilan de l'énergie chez les deux groupes de poissons

3.2.4 Bilan des fibres brutes

Les petits poissons, quel que soit le régime, montrent une mauvaise rétention des fibres. Par contre, chez les gros poissons, les fibres ne sont pas retenues. Les poissons ont même enregistré des valeurs négatives pour le R0 (Figure 4). L'analyse statistique n'indique aucune

différence significative entre les deux groupes de poissons soumis aux deux régimes ($P>0,05$).

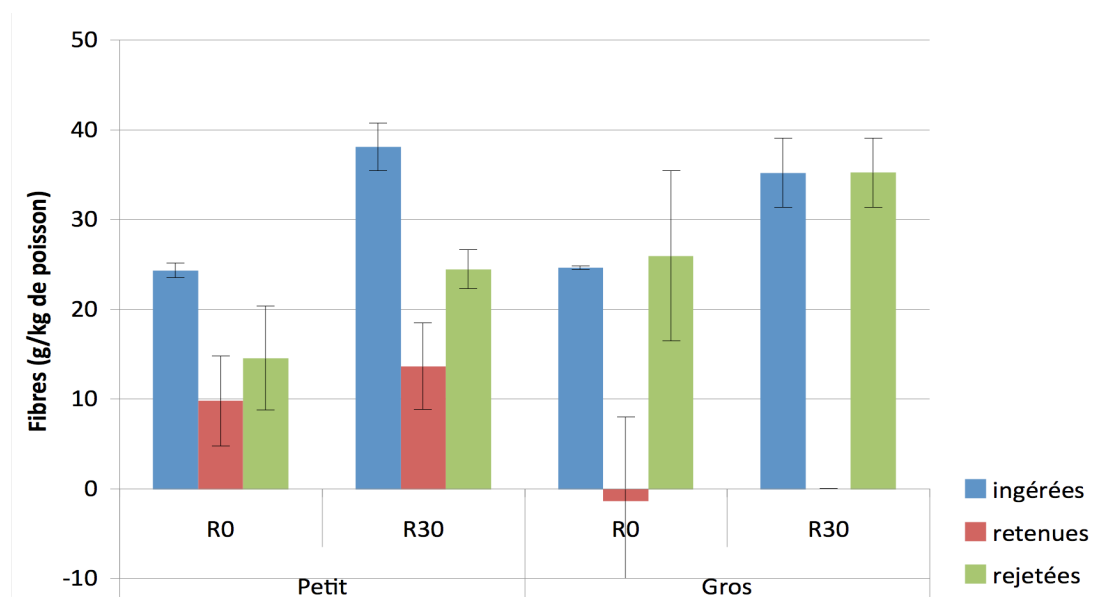


Figure 4 : Bilan des fibres brutes chez les deux groupes de poissons

3.3 La digestibilité apparente des régimes

3.3.1 Chez les petits poissons

Les résultats de la digestibilité apparente chez les petits sont portés au tableau 3. Nous constatons que le coefficient de digestibilité apparente (CDA) de la matière sèche dans le R0 a été supérieur à celui qui est dans R30. Le R0 et le R30 ont eu des CDA de protéines semblables. Les CDA des lipides, des cendres et de l'énergie ont été supérieurs pour le R30. Le R0 a eu un CDA négatif de lipide et des fibres brutes.

Tableau 3 : Digestibilité des régimes chez les petits poissons

Composants (% dans la matière sèche)	Matière sèche	Protéines brutes	Lipides brutes	Fibres brutes	Cendres	Énergie brute
R0	79,74	93,58	-87,95	-45,10	40,33	85,41
R30	74,85	93,88	2,44	-63,90	48,95	100
Fpr (0,05)	S	NS	S	NS	NS	THS
Ppds (0,05)	4,56	-	73,68	-	-	0,43
CV%	1,4	0,3	40	12,7	10,1	0,1

NS : Non Significatif ; S : Significatif ; THS : Très Hautement Significatif

3.3.2 Chez les gros poissons

Le CDA de la matière sèche dans le R0 a été supérieur à celui dans R30 (tableau 4). Les CDA des protéines ont été semblables pour les deux régimes. Les CDA des lipides et des cendres ont été supérieurs pour le R30. La digestibilité des régimes a eu la même tendance pour les deux groupes d'âge de poissons. Les CDA des fibres brutes des deux régimes ont été négatifs.

Le CDA des lipides dans R30 a été supérieur à celui de R0 qui du reste a été négatif.

Tableau 4 : Digestibilité des régimes chez les gros poissons

Composants (% dans la matière sèche)	Matière sèche	Protéines brutes	Lipides brutes	Fibres brutes	Cendre	Énergie brute
R0	80,34±0,7	93,29±0,9	-107,93±4,3	-32,87±8,9	35,25±2,4	86,254±0,6
R30	76,94±1,3	93,59±0,2	46,93±17,0	-55,73±25,3	51,87±1,1	80,09±1,2
Fpr (0,05)	NS	NS	HS	NS	HS	S
Ppds (0,05)	-	2,72	53,27	-	7,89	3,95
CV%	1,4	0,7	40,6	42,8	4,2	1,1

NS : Non Significatif ; S : Significatif ; HS : Hautement Significatif

3.4 Le coefficient de digestibilité apparente de la poudre de feuilles de Moringa

Les résultats sont rapportés au tableau 5 (chez les petits poissons) et au tableau 6, chez les gros poissons. Le CDA_i des protéines pour la poudre de Moringa est sensiblement le même chez les deux groupes d'âge de poissons. Les gros poissons ont le meilleur coefficient de digestibilité pour tous les autres nutriments (matière sèche, cendres, lipides, énergie et fibres brutes).

Tableau 5 : Coefficient de digestibilité apparente de la poudre de feuilles de Moringa chez les petits poissons

	Matière sèche	Cendres	Protéines	Lipides	Énergie	Fibres
D _i	92,8	7,5	27,6	5,1	4456	11,0
D _R	91,2	8,8	38,5	3,9	4566	2,7
D _T	91,2	8,6	36,3	5,4	4697	4,3
CDA _{R0}	79,7	40,3	93,6	-88,0	85,4	-45,1
CDA _{R30}	74,8	48,9	93,9	2,4	100	-63,9
CDA _i (%)	63,6	72,6	94,9	162,0	-204,3	-74,8

Tableau 6 : Coefficient de digestibilité apparente de la poudre de Moringa chez les gros poissons

	Matière sèche	Cendres	Protéines	Lipides	Énergie	Fibres
D _i	92,8	7,5	27,6	5,1	4456	11,0
D _R	91,2	8,8	38,5	3,9	4566	2,7
D _T	91,2	8,6	36,3	5,4	4697	4,3
CDA _{R0}	80,3	35,3	93,3	-107,9	86,2	-32,9
CDA _{R30}	76,9	51,9	93,6	46,9	80,1	-55,7
CDA _i (%)	69,1	97,5	94,6	320,3	65,4	-68,9

4. Discussion

La température de l'eau a varié entre $27 \pm 1^\circ\text{C}$. Ces valeurs observées dans les différents bacs au cours de l'essai restent dans l'intervalle 25 et 30°C favorable à une meilleure croissance de *O. niloticus* comme indiqué par la (FAO, 2012). Les concentrations en oxygène de l'eau des bacs ont varié entre 7,4 et 9,4 mg/l valeur optimale pour l'élevage des poissons (Lazard, 2007). Les variations du pH dont les valeurs sont comprises entre 7,21 et 7,85 restent dans les limites, requises : 5-11 pour la survie de *O. niloticus* comme rapporté par (FAO, 2012). La concentration de nitrite observée dans les bacs était inférieure à $< 0,03$ mg/l, donc considérée inférieure à la normale qui est de 0,5 mg/l. Les poissons ont donc été élevés dans les conditions optimales de croissance.

Le calcul du bilan des nutriments (protéines brutes, lipides, énergie et fibres brutes) n'indique pas de différence entre les régimes chez les deux groupes de poissons ($P > 0,05$). Les régimes R0 et R30 ont un CDA de protéines de plus de 93 % et cela chez les deux groupes de poissons. Les CDAi de la protéine de la poudre de feuilles de Moringa chez les gros (94,6 %) et les petits tilapias du Nil (94,9 %) sont comparables à celui de la farine de soja (94,4 %) (Pompa, 1982). Nos résultats corroborent ceux de (NRC, 2011) qui attestent que la digestibilité des protéines y comprises celles d'origine végétale est supérieure à 90 %. Le CDA des lipides pour les petits et gros poissons observés dans la présente étude sont supérieurs à la plupart des valeurs rapportées pour le tilapia du Nil. Les poissons semblent avoir utilisé leurs réserves en lipides pour augmenter la quantité retenue et cela tant chez les gros que les petits poissons.

Les CDAi des lipides de la poudre de feuilles de Moringa pour les petits (162,0 %) et gros poissons (320,6 %), observés dans la présente étude sont supérieurs à la plupart des valeurs rapportées pour le tilapia du Nil (FAO, 2012). Cependant, la même constatation a été observée par (Panserat et al., 2008; Torstensen et al., 2011). Selon ces auteurs, l'incorporation de mélanges d'ingrédients végétaux en forte quantité dans les aliments piscicoles entraîne une augmentation de dépôts adipeux péri viscéraux chez les poissons. Aussi, pour (Burel et Médale, 2014), les dépôts lipidiques sont les effets délétères récurrents de l'utilisation des aliments riches en végétaux et pauvres ou dépourvus de farine de poissons. Il est intéressant de remarquer que les résultats obtenus chez les deux groupes d'âge de poissons, même s'ils diffèrent en valeur, présentent des conclusions semblables

Les fibres brutes ont un CDAi inférieur à 0 chez les deux groupes de poissons. Cette valeur négative enregistrée, signifie un rejet plus important par rapport à la quantité ingérée. Pour le R30, la quantité ingérée a été totalement rejetée. Ces résultats expliquent la faible digestibilité des fibres chez les deux groupes d'âge de poissons. Cela concorde avec les résultats de (Makkar et Becker, 1996 ; Richter et al. 2003), qui ont tous mis en évidence la mauvaise digestibilité des fibres brutes chez *Oreochromis niloticus*.

Le CDAi de l'énergie (-204,3%) pour les petits poissons indiquerait que l'énergie pour le dépôt d'autres tissus est liée à l'utilisation des lipides des autres ingrédients de la ration. Cette valeur négative, peut s'expliquer par des erreurs au niveau de la fabrication de l'aliment (ne tenant pas compte des besoins spécifiques selon l'âge) et niveau des dosages. Le CDAi de l'énergie (65,4 %) chez les gros poissons est comparable à celui du blé (65,3 %) communiqué par (Pompa, 1982). Cette valeur indiquerait que l'énergie pour le dépôt de tissus est liée à la capacité de transformation et d'utilisation de l'ingrédient. L'âge semble avoir favorisé le groupe des gros poissons.

Nos résultats indiquent une réduction de l'efficacité alimentaire, par la diminution de la digestibilité des graisses et des protéines pour les deux groupes d'âge de poissons. D'une façon générale, les animaux aquatiques digèrent mal les végétaux du fait de l'absence d'enzymes spécifiques et d'une flore digestive appropriée (Amirkolaie *et al.*, 2005 ; Krogdahl *et al.*, 2005 ; Medale et Kaushik, 2009 ; Refstie *et al.*, 2001). La digestibilité des protéines qu'elles soient d'origine animale ou végétale est généralement supérieure à 90 % chez les poissons (NRC., 2011). Nous notons à travers cette étude qu'elle est indépendante de l'âge des poissons.

5. Conclusion

L'étude de la digestibilité de la poudre de feuilles de *Moringa oleifera* par *Oreochromis niloticus* montre des résultats satisfaisants au regard des performances enregistrées. Ces résultats montrent que les deux groupes d'âge de poisson ont la même tendance d'utilisation des régimes R0 et R30. Que la digestibilité de la poudre de Moringa est indépendante de l'âge des poissons. Les résultats indiquent que les gros poissons ont le meilleur coefficient de digestibilité pour tous les autres nutriments (matière sèche, cendres, lipides, énergie et fibres brutes). Les données expriment donc une meilleure digestibilité et donc d'utilisation de la poudre des feuilles de Moringa chez les gros poissons.

Références

Abo-État H., Hammouda Y., El-Nadi A. et Abo Zaid H., 2014. Evaluation of feeding raw moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves meal in Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) diets. *Global Vet.*, 13 (1), 105-111

Afuang W., Siddhuraju P. et Becker K., 2003. Comparative nutritional evaluation of raw, methanol extracted residues and methanol extracts of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves on growth performance and feed utilization in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research* 34 I, 1147 – 1159

Amirkolaie A K., Leenhouwers JI., Verreth YAJ., Schrama JW. 2005. Type of dietary fibre (soluble versus insoluble) influences digestion, faeces characteristics and faecal waste production in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquac Res* 36, 1157-66.

Burel C. et Médale F., 2014. Quid de l'utilisation des protéines d'origine végétale en aquaculture ? Published online : <https://doi.org/10.1051/oc/201413> (Page consultée le 10 Octobre 2016)

Cho C. Y., Slinger S. J. Bayley H. S., 1982. Bioenergetics of salmonid fishes, energy intake, expenditure and productivity. *Comp. Biochem. Physiol et dquo*; 73B, 25-41.

Coulibaly H., 2018. Utilisation des protéines d'origine végétale en élevage d'*Oreochromis niloticus* au Mali : cas de « *Moringa oleifera* ». Dissertation présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences. Université des Sciences juridiques et politiques de Bamako. 152 pages.

Egwui PC., Mgbenka BO. et Ezeonyejiaku CD., 2013. Moringa plante et son utilisation comme aliment dans le développement de l'aquaculture : un examen. *Anim. Res. . Int*, 10 (1), 1672-1680.

Failler P., Ragusa G. et Berthe A. I., 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.

FAO, 2012. Séminaire d'Aquaculture de Guadeloupe. Documentation et fiches techniques. <http://www.guadeloupe2012.com/> En ligne. (Page consultée le 15 Octobre 2016)

10. Fuglie L.J., 2002. L'arbre de la vie, les multiples usages du moringa. CTA, CWS, Sénégal, Dakar. 176 p.

Krogdahl A., Hemre G-I., Mommsen TP., 2005. Carbo- hydrates i n fi sh nutri tion: di gesti on and absorption in post larval stages. *Aquac Nutr.* ; 11, 103-22.

Köprücü K. et Özdemir Y., 2004. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 250, 308-316

Lazard J., 2007. Le Tilapia. *Cahiers Agricultures*. Paris. 16 (2), 123-124.

Makkar HPS. et Becker K., 1996. Valeur nutritive et composants antinutritionnels de l'ensemble et de l'éthanol extrait de *Moringa oleifera* feuilles. *Anim. Sci. nourrir. Technol*, 63 (1/4), 211-228

Medale F. et Kaushik S. 2009. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. Synthèse Nutrition et alimentation des poissons. *Cahiers Agricultures*. 18, 2-3

Médale F., Le Boucher R., Dupont-Nivet, Quillet M. E. et Aubin S., 2013. Des aliments à base de végétaux pour les poissons d'élevage. *INRA Prod. Anim.* 26 (4), 303-316.

NRC., 2011. (National Research Council). *Nutrition Requirements of Fish*. Washington D.C. (USA): National Academy Press. [Google Scholar] (Page consultée en Mars 2008)

Panserat S., Kolditz C., Richard N., Plagnes-Juan E., Piumi F., Esquerré D. et al. 2008. Hepatic gene expression profiles in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed fish meal or fish oil free diets. *Br. J. Nutr.* 100, 953–967.

Pompa T.J., 1982. Digestibility of selected feedstuffs and naturally occurring algae by tilapia, PhD dissertation, Auburn University, Auburn, Alabam

Refstie S., Storebakken T., Baeverfjord G. et Roem A.J., 2001. Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. *Aquaculture*. 193: 91-106.

Richter H., Francis G. et Becker K., 2003. A reassessment of the maintenance ration of red tilapia. *Aquaculture International*. 10: 1-9.

SDPA, 2006. Schéma directeur de la Pêche et de l'Aquaculture. Actualisation 2006. Ministère de l'élevage et de la pêche du Mali, 62 p. Bamako.

Sugiura S.H., Dong F.M., Rathbone C.K. et Hardy R.W.,1998. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture*. 159: 177-202.

Torstensen B.E., Espe M., Stubhaug I. et Lie O., 2011. Dietary plant proteins and vegetable oil blends increase adiposity and plasma lipids in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). *Br. J. Nutr.* 106: 633–647. [CrossRef] [PubMed] [Google Scholar] (Page consultée Avril 2016)

Vandenberg G.W. et de la Noüe J., 2001. Apparent digestibility comparison in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) assessed using three methods of feces collection and three digestibility markers, *Aquaculture Nutrition*. 7, 237–245.

Yuangsoi B., Charoenwattanasak S., 2011. Utilisation de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) feuilles sur les performances de croissance et la digestibilité des protéines dans Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Proc. 49e Kasetsart University. Ann. . Conf, Université Kasetsart, en Thaïlande 1-4 Février 2011, 3 (Pêches): 317-326.