



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
جامعة البليدة 1
Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologies & Agro-Ecologie

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme d'un Master Académique

Option

Biotechnologie et Pathologie Moléculaire

Thème

L'effet d'un aliment formulé à base d'azolla sur la croissance et la qualité toxicologique et biochimique des juvéniles du Tilapia rouge (*Oreochromis sp*)

Présenté par Mme. BASSOUR Ahlem

Devant le Jury :

Mr. BOUCHAIB.F	Professeur	SNV, Blida1	Président
M. SOUR.S	MCA	SNV, Blida1	Examinatrice
M. BOUDJEMA .K	Attaché de recherche	CNRDPA	Promoteur
M. DJAZOULI ALIM. FZ	Professeur	SNV, BLIDA 1	Co-Promotrice
M. BEN FARES. R	MRA (CNRDPA)	CNRDPA	Invité

Session 2021 / 2022

Dédicace

A ma grand-mère «Mima Mbareka »

C'est à la personne la plus idéale dans ce monde, que je le dédie, c'est vrai qu'elle n'est pas avec nous pour récolter le fruit de ses sacrifices, mais, elle reste toujours la plus présente.

A mes chers parents

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour et de l'affection dont ils ne cessent de nous la combler. Qu'ils trouvent dans ce travail un témoignage de nos profonds amours et éternelles reconnaissances et que dieu leur procure la bonne santé et la longue vie.

A mon cher frère «Khaled » et mes sœurs «Romaïssa, Inal, Dina »

Qu'ils trouvent le témoignage de mes immenses affections. En leurs souhaitant la réussite et le bonheur.

A mes chers grands parents

Symbole de tendresse et d'amour. Ceux sont les moindres sentiments que je puisse vous témoigner.

A mes chères tentes « Hadjira, Halima, Ratiba, Badra, Fatiha, Yamena»

Qui ont été toujours là pour moi dans les moments difficiles, les mots ne suffisent pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

A mes chères cousines « Sara, Chaima, Sidra, Rawda» et cousin «Hamza »

A mes chères amis « Billel, Abderhmane, Romaïssa, Ferial »

Je vous remercie pour tous les moments inoubliables qu'on a passé ensemble, que ce travail soit l'expression de mon grand amour.

Remerciement

Tout d'abord nous remercions Allah de nous avoir donné les efforts pour arriver à ce stade du Succès et de nous orienter vers la lumière de la science et du savoir.

Aux membres du jury

Je tiens à témoigner toute ma gratitude à monsieur le professeur **Bouchaib F**, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de mémoire de notre fin d'étude.

Il est pour moi un honneur de remercier Madame le Docteur **Sour S** d'avoir accepté de juger mon travail.

A mon promoteur

Je tiens cependant à faire savoir à mon encadreur, Monsieur **Boudjema Kamel**, combien je suis gênée de ne pouvoir trouver les justes mots pour lui exprimer mon remerciement pour sa prise en charge, sa disponibilité, son savoir et son savoir-faire dont il m'a gratifié tout le long de ce travail.

A ma Co-promotrice

Madame le professeur **Djazouli Alim Fz**, j'ai eu le plaisir de travailler avec vous. Je vous remercie infiniment pour votre précieuse collaboration et votre disponibilité.

J'exprime également mes plus sincères remerciements au docteur **Benfares Redouane**, qui a accepté de relire de ce manuscrit et de me faire part de son aide technique et scientifique et les commentaires éclairés.

Je tiens aussi à remercier chaleureusement madame **Frai Lynda, Kherarba Maha, Itchir Rachida** et **Kord Affaf** (membre de l'équipe de division) pour leur disponibilité, leur expérience, leur encouragement, ont été déterminants dans l'aboutissement de ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je tiens à remercier monsieur le Directeur de CNRDPA **Djilali. M** d'avoir accepté ma demande de stage

Je tiens également à exprimer ma gratitude à monsieur le directeur de ONAB de Hatatba

Je tiens également à exprimer ma gratitude à monsieur le **directeur de l'usine SARL CAPTEN** Conserverie agro-alimentaire de m'avoir fourni les déchets de poisson.

Je remercie aussi monsieur **Abaidia** de m'avoir fourni l'azolla.

Je remercie du fond du cœur monsieur **Bouchakor Ali, Marechiche Rachid, Bengarmase Maamer** pour son aide durant toute la période expérimentale.

Mes remerciements à madame **Ferhane** et **Ferhani** d'avoir mis à ma disposition du matériel nécessaire pour mon mémoire.

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Résumé	
Introduction	1

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

I .Présentation de l'espèce Tilapia rouge (<i>Oreochromis sp</i>)	03
I.1 Définition de l'espèce Tilapia rouge (<i>Oreochromis sp</i>).....	03
I.2 Caractéristiques morphologiques d' <i>Oreochromis sp</i>	03
I.3 Répartition géographique	04
I.4 Exigences écologiques	04
I.4.1 Température	05
I.4.2 Salinité	05
I.4.3 Potentiel d'hydrogène (pH)	05
I.4.4 Oxygène dissous (O ₂ dissous).....	05
I.4.5 Composés azotés	05
I.5 Régime alimentaire	06
I.6 Croissance	06
I.7 Besoin Nutritionnels du tilapia <i>sp</i>	06
II. Les Valorisation des sous-produits de la pêche.....	08
II.1 Sous-produits animale	08
II.1.1 Farine de poisson.....	08
II.1.2 Production de la farine de poisson.....	08
II.1.3 Utilisation de la farine de poisson	08
II.2 Sous-produits végétale.....	09
II.2.1 L'azolla	09
II.2.2 Systématique <i>Azolla caroliniana</i>	09
II.2.3 Composition chimique de l'azolla	10
II.3 Fabrication de l'aliment piscicole á partir des produits et sous-produits.....	10
II.3.1 Fabrication et formulation de l'aliment piscicole.....	10
II.3.2 Les procédures de fabrication d'un aliment de poisson	11

II.3.2.1 Les méthodes de formulation d'un aliment artificiel.....	11
II.3.2.2 Les procédures de fabrication d'un aliment	11

Chapitre 2 : Valorisation des sous-produits

I. Matériels	12
I.1 Choix de site	12
I.2 Origine et répartition des juvéniles	12
I.3 Dispositif expérimental.....	13
II .Méthode du travail.....	14
II.1 Farine de poisson.....	14
II.1.1 Les processus fabrication de la farine de poisson.....	14
II.2 La culture de l'azolla	17
II.2.1 Les processus de fabrication de farine d'azolla.....	17
II.3 Formulation d'aliment	19
II.3.1 Fabrication d'aliment.....	20
II.3.2 Les caractères physiques de l'aliment	21
II.4 Application sur l'espèce	23
II.4.1 Distribution alimentation.....	23
II.4.2 Mode d'alimentation.....	24
II.4.3 Suivi de l'expérimentation.....	24
II.4.4 Hygiène.....	24
II.5 Paramètres physiques	24
II.6 Contrôle des paramètres zootechniques	24
II.6.1 Croissance pondérale.....	24
II.6.2 Croissance linéaire.....	25
II.7 Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés.....	25
II.8 Analyse statistique.....	26
II.9 Etude parasitaire.....	27
II.9.1 Échantillonnage.....	27
II.9.2 Matériel et produits utilisé.....	27
II.9.3 Méthodes d'études des parasites.....	27
II.9.3.1 Ectoparasite	27
II.9.3.2 Endoparasite.....	29

II.10 Analyse biochimique	30
II.10.1 Analyse biochimique d'aliment fabriqué	30
II.10.1.1 Détermination de la cellulose brute (CB).....	30
II.10.1.2 Détermination des protéines	31
II.10.1. Détermination des matières grasses (MG).....	33
II.10.2 Analyse biochimique de la chair	34
II.11 Analyse toxicologique	35
II.11.1 Préparation de l'échantillon tissulaire en vue des analyses des biomarqueurs....	35
II.11.2 Dosage des protéines	35
II.11.3 Dosage de la protéase	36
II.11.4 Dosage de la catalase	38

Chapitre 3 : Résultat et discision

III.1 Farine de poisson.....	40
III.1.2 Valeur nutritive de la farine de poisson.	40
III.1.3 Analyses organoleptiques de la farine de poisson.	40
III.1.4 Résultats biochimiques de farine de poisson.....	41
III.2 Farine d'azolla.....	42
III .2.1 Analyses organoleptiques de la farine d'azolla.....	42
III.3 Les caractères physique d'aliment	42
III.4 Paramètres physique de l'eau d'élevage	44
III.5 Performances zootechniques	48
III .5.1 Croissance pondérale.....	48
III .5.2 Croissance linéaire	50
III.6 Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés.....	52
III.7 Résultat parasitaire	55
III.7.1 Ectoparasitaire	55
III.7.2 Endoparasitaire.....	55
III.8 Résultat de l'analyse de l'aliment	56
III .8.1 Données biochimiques des régimes expérimentaux.....	56
III .8.2 Données biochimiques de la chair.....	57
III .9 Analyse toxicologique.....	57
III.9.1 Catalase	57

III.9.2 Protéase	58
Conclusion	61
Références bibliographique	
Annexes	

Liste des figures

Figure. 1 : Le Tilapia rouge.....	03
Figure. 2 : Répartition géographique du Tilapia.	04
Figure. 3 : Azolla caroliniana.....	09
Figure. 4 : Batterie menée des différents matériels utilisés pour l'aquarium.....	13
Figure. 5 : Déchet de poisson manéger (A) et déchet de conserverie (B).....	14
Figure. 6 : Le pesage des déchets de poisson.....	14
Figure. 7 : Photographie de l'étape de cuisson.	15
Figure. 8 : Photographie de pressage.	16
Figure. 9 : Photographie de l'étape de séchage.....	16
Figure. 10 : Photographie de l'étape de broyage.....	16
Figure. 11 : Photographie de culture d'azolla.	17
Figure. 12 : Photographie de lavage d'azolla.....	18
Figure. 13 : Photographie de séchage d'azolla.....	18
Figure. 14 : Photographie de broyage d'azolla.	19
Figure. 15 : Photographie de pesage	20
Figure. 16 : Photographie de Mélange et homogénéisation.....	20
Figure. 17 : Photographie de pressage.	21
Figure. 18 : Photographie de séchage.	21
Figure. 19 : Multi paramètre.....	24
Figure. 20 : Photographie de prise de poids.....	25
Figure. 21 : Photographie de prise de taille.....	25
Figure. 22 : Echantillonnage de poisson.....	27
Figure. 23 : Observation de la peau.	28
Figure. 24 : Observation des nageoires.....	28
Figure. 25 : Isolement des branchies.....	28
Figure. 26 : Dissection et examnation de tube digestif.	29
Figure. 27 : Conservation des échantillons.	29
Figure. 28 : Procédures expérimentales (dosages biochimiques).....	35
Figure.29 : Variations de la température de l'eau des quatres aquariums avant et après nourrissage.....	44
Figure.30 : Variations du pH de l'eau des quatres aquariums avant et après nourrissage.....	45

Figure.31 : Variations de l'oxygène dissous de l'eau des quatres aquariums avant et après nourrissage.....	46
Figure.32 : Variations de conductivité de l'eau des quatres aquariums avant et après nourrissage.....	47
Figure.33 : Variations de salinité de l'eau des quatres aquariums avant et après nourrissage	47
Figure.34 : Variations de turbidité de l'eau des quatres aquariums avant et après nourrissage.	48
Figure.35 : Evolution du poids moyen de tilapia rouge nourris avec les différents aliments.	50
Figure.36 : Evolution de la taille moyenne de tilapia rouge nourris avec les différents aliments.	51
Figure.37 : Évolution de facteur de condition K.....	55
Figure.38 : L'indispensabilité des parasites.	55
Figure.39 : Évolution de dosage de catalase.	58
Figure.40 : Évolution de dosage de protéase.	59

Liste des tableaux

Tableau. 1 : Résumé des besoins alimentaires en protéines, lipides et glucides chez les Tilapia.	07
Tableau. 2 : Composition moyenne d'une farine de poisson.....	08
Tableau. 3 : Les différentes compositions chimiques de l'azolla.	10
Tableau. 4 : Représente la composition centésimale des ingrédients utilisés pour la formulation de l'aliment.....	19
Tableau. 5 : Présenté le rendement en farine de déchets de sardine.	40
Tableau. 6 : Qualité organoleptique de la farine de poisson.....	40
Tableau. 7 : Composition biochimique de la farine de poisson.....	41
Tableau. 8 : Qualité organoleptique de la farine d'azolla.	42
Tableau. 9 : Poids moyen des quatres lots de poissons nourris aux quatres aliments.	49
Tableau. 10 : Tailles moyennes des quatres lots de poissons nourris aux quatres aliments. ..	50
Tableau. 11 : Performances de croissance du Tilapia rouge nourri avec les quatres traitements.	52
Tableau. 12 : Composition biochimique de l'aliment artificiel et l'aliment témoin.....	56
Tableau. 13 : Le pourcentage des protéines de la chair de poisson.	57

Liste des abréviations

AT : aliment témoin

A1 : aliment formulé 1 par farine de poisson

A2 : aliment formulé 2 par l'azolla 10 %

A3 : aliment formulé 3 par l'azolla 20 %

CB : cellule brute

CNRDPA : centre nationale de recherche et développement de la pêche et l'aquaculture

GMQ : Gain moyen quotidien

Kcal : kilo calorie

Mg : matière grâces

ONAB : Office National des Aliments du Bétail

O₂ : oxygène dissous

pH : potentiel d'hydrogène

TCS : Taux de croissance spécifique

Résumé

Le but de notre travail c'est d'étudier l'impact d'un aliment formulé à base d'azolla sur la tilapia rouge (*Oreochromis sp*). Nous avons choisi cette plante à cause de sa richesse en protéines, sa culture est maîtrisable et sa disponibilité en Algérie.

Au cours de cette étude, les paramètres physiques et biochimique d'aliment fabriqué ont été contrôlés, les paramètres physico-chimique des aquariums ont été suivis quotidiennement, ainsi les différents paramètres zootechniques (le poids, la taille, taux de croissance spécifique, l'indice de conversion (croissance), le facteur de condition K (croissance en longueur et / ou en poids) étaient réalisés chaque 15 jours. Les lots expérimentaux contiennent un lot d'aliment témoin (AT), un lot d'aliment formulé à base de farine de poisson (A1), un lot d'aliment à base de farine d'azolla à 10% (A2) et un lot d'aliment à base de farine d'azolla à 20% (A3). Par ailleurs à la fin de l'expérimentation les paramètres toxicologiques : dosage de catalase et de protéase ont été analysés pour évaluer le stress oxydatif. La composition du muscle de la tilapia a été testée après lyophilisation, les protéines contenues dans le bol alimentaire ont été évaluées par la méthode de Lowry et al, 1951. L'infestation des parasites endogènes (les nageoires, les branchies et tube digestif) et exogènes (la peau) ont été recherchés par la microscopie classique.

Nos résultats biochimiques de l'aliment formulé montrent un taux élevé en protéines de 31.72 % pour A1. Un indice de conversion de (1.27, 2.5, 1.73, 2.05) pour les quatre aliments (AT, A1, A2, A3) respectivement, le facteur de condition K montre que la tilapia ayant une croissance allométrique. Le dosage de catalase est de (204.98, 210.71, 201.99, 233.42 U/mg prot) pour les quatre aliments (AT, A1, A2, A3) respectivement, cela explique que le poisson n'a pas subi de stress oxydatif durant la période d'expérimentation. Ainsi le dosage protéolytique est de (1.05, 1.12, 0.96, 0.14 U/mg prot) de l'aliment à base de farine de poisson montre la valeur d'activité protéolytique plus élevée que l'aliment à base d'azolla. Les résultats microscopiques n'ont pas révélé la présence de parasite.

À la lumière des résultats obtenus l'incorporation il semble que la farine de poisson et la farine d'azolla permettent d'améliorer la qualité zootechnique et l'alimentation de la tilapia rouge.

Mots clés : Tilapia *Sp*, azolla, qualité alimentaire, croissance, paramètre toxicologique, paramètre biochimiques.

Abstract:

The purpose of our work is to study the impact of an azolla-based food on red tilapia (*Oreochromis sp.*). We chose this plant because of its rich protein, its culture is controllable and its availability in Algeria.

During this study, the physical and biochemical parameters of the manufactured food were checked, the physical parameters of the aquariums were followed daily, as well as the various zootechnical parameters (weight, height, specific growth rate, conversion index (growth), condition factor K (growth in length and/or weight) were performed every 15 days. Test lots contain a control food (AT) lot; a batch of fishmeal (A1) formulated food, a batch of 10% azolla flour (A2) and a batch of 20% azolla flour (A3) food. In addition, at the end of the experiment, the toxicological parameters: catalase and protease assay were analyzed to evaluate oxidative stress. The composition of the tilapia muscle was tested after lyophilization, the proteins contained in the food bowl were evaluated by the method of Lowry et al, 1951). The infestation of endogenous (fins, gills and digestive tract) and exogenous (skin) parasites has been sought by conventional microscopy.

Our biochemical results of the formulated food show a high protein content of 31.72% for A1. A conversion index of (1.27, 2.5, 1.73, 2.05) for the four feeds (AT, A1, A2, A3) respectively, the condition factor K shows that tilapia has allometric growth. The catalase assay is (204.98, 210.71, 201.99, 233.42 U/mg prot) for the four feeds (AT, A1, A2, A3) respectively, which explains why the fish did not experience oxidative stress during the experimental period. Thus the proteolytic dosage is (1.05, 1.12, 0.96, 0.14 U/mg prot) of the fishmeal feed shows the protein activity value higher than the azolla feed. The microscopic results did not reveal the presence of parasite.

In the light of the results obtained the incorporation it seems that the fishmeal and the azolla flour allows to improve the zootechnical quality and feeding of red tilapia.

Keywords: Tilapia Sp, azolla, food quality, growth, toxicological parameter, biochemical parameter.

الملخص

الغرض من عملنا هو دراسة تأثير الاعلاف المصنوعة من أزولا على البلطي الأحمر وقد اخترنا هذا النبات بسبب محتواه العالي من البروتين، ويمكن التحكم في استزراع وتوافره في الجزائر.

خلال هذا الدراسة، تم التحقق من المعلمات الفيزيائية والكيميائية الحيوية للأعلاف المصنعة، ورصد المعلمات الفيزيائية لأحواض السمك يوميًا، ومعايير تربية الحيوانية المختلفة (الوزن، الحجم، معدل النمو المحدد، مؤشر التحويل (النمو)، عامل الحالة (النمو في الطول و / أو الوزن) أجريت كل 15 يومًا، وتحتوي الاحواض التجريبية على دفعة من أعلاف التجارية، و دفعة من الأعلاف المحضرة بالدقيق السمك، و دفعة من الاعلاف التي تعتمد على 10 ٪ دقيق أزولا. ومجموعة من الاعلاف التي تعتمد على 20٪ دقيق أزولا. تم تحليل العوامل السامة للتجربة: تحليل الكاتالاز والبروتيناز لتقييم الإجهاد التأكسدي. تم تقييم الاعلاف بطريقة (Lowry et al, 1951). تم البحث عن الإصابة بالطفيليات الداخلية (الزعانف والخياشيم والجهاز الهضمي) والطفيليات الخارجية (الجلدية) عن طريق الفحص المجهرى التقليدي.

تظهر نتائجنا البيوكيميائية للأعلاف المصنعة مستوى بروتين مرتفع بنسبة 31.72٪ — A1. عامل التحويل (1,27 ; 5,2 ; 73,1 ; 05,2) للأعلاف الأربعة (A3 ، A2 ، A1 ، AT) على التوالي، يوضح عامل الحالة أن البلطي لديه نمو مماثل. تحليل الكاتالاز (204,98 ; 210,71 ; 201,99 ; 233,42 U / mg prot) للأعلاف الأربعة (A1 ، AT ، A2 ، A3) على التوالي، وهو ما يفسر عدم تعرض الأسماك للإجهاد التأكسدي خلال فترة التجربة. وتحليل البروتيناز هي (1,05 ; 1,12 ; 0,96 ; 0,14 U / mg prot) الأعلاف على أساس دقيق السمك تظهر قيمة النشاط البروتيني أعلى من الأعلاف المعتمد على الأزولا. النتائج المجهرية لم تكشف عن وجود الطفيليات.

في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها، يبدو أن دقيق السمك ودقيق أزولا يحسنان جودة تربية الحيوان وعلف البلطي الأحمر.

الكلمات المفتاحية: البلطي الاحمر، الأزولا، جودة الغذاء، النمو، العوامل السامة، العوامل البيوكيميائية.

Introduction

L'aquaculture mondiale est un secteur dynamique en plein essor. Contrairement à la pêche qui stagne autour de 90 millions de tonnes par an, l'aquaculture connaît une croissance annuelle de près de 8,6 %, ce qui est bien supérieur à la croissance de la production animale terrestre (FAO, 2014). L'Algérie se distingue parmi les pays méditerranéens par sa très faible production en produits de la pêche (< 3 million de tonnes). Bien que le ratio alimentaire soit passé de 3,02 en 1999 à 5,4 kg/hab/an en 2010 (FAO, 2012), cela reste bien en dessous de la moyenne mondiale, qui a été estimée en 2012 à 19,2 kg/hab/an (FAO, 2014) et qui ne cesse d'augmenter.

La couverture du déficit en poisson en Algérie ne peut être assurée par la pêche maritime du fait de l'étroitesse de son plateau continental, l'ancienneté de sa flotte de pêche et par l'escarpement de sa côte. La vulgarisation de l'aquaculture ainsi que l'introduction sur le marché national de nouvelles espèces de poissons semblent être de très bonnes résolutions pour remédier à ce manque (FAO, 2014).

Parmi les espèces de poissons dulcicoles introduites en Algérie, tilapia rouge (*Oreochromis sp*) représente l'espèce de choix pour promouvoir l'aquaculture et prévoir un développement durable. Grâce à ses attributs, à savoir la rusticité, une reproduction facile et rapide en captivité, et une valeur gustative et nutritive intéressante. En outre, les filets du tilapia sont quasiment dépourvus d'arêtes, ce qui devrait séduire davantage les consommateurs (El-Sayed, 2006 ; Lazard, 2009).

Parmi les paramètres d'élevage des poissons, l'alimentation qui est un facteur essentiel quant à la rentabilité de la production. Dans l'industrie de l'aquaculture, l'alimentation représente plus de 50 % du coût total de la production. L'apport d'aliment constitue ainsi un maillon essentiel de l'activité aquacole (Shang, 1992).

La farine de poisson est la principale source de protéines qui est composé de matière grasse, sucres totaux, amidon, calcium, phosphore, glucides, cendres, valeur énergétique), elle est utilisée dans de nombreuses préparations commerciales d'aliments pour poissons. Ainsi la farine de poisson contient le profil d'acides aminés essentiels nécessaires pour répondre aux besoins de protéines de la plupart des espèces de poissons (Wilson et al, 1989) et constitue une bonne source de vitamines et de facteurs de croissance (Tacon, 1993). Cependant, le coût élevé de cette farine, a rendu nécessaire la substitution d'ingrédients alternatifs à faible coût comme les produits végétaux tel que l'azolla qui est une fougère richement nutritifs, elle est composé

de protéine brute, matière grasse brute, azote, phosphore, calcium, potassium, magnésium fer, sucre soluble et amidon). Par ailleurs cette farine considéré comme un engrais biologique naturelle et permettrait l'optimisation de la croissance de conversion.

C'est dans cette optique que nous avons axé notre travail qui porte sur l'étude de l'effet de l'incorporation des ingrédients non conventionnels dans l'aliment aquacole sur la qualité toxicologique et biochimique des juvéniles du tilapia rouge «*Oreochromis sp* ».

Notre travail est divisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre traite deux parties :
 - La première partie concerne la biologie et l'écologie de « tilapia *Oreochromis sp* ».
 - La deuxième partie concernant la valorisation des sous-produits de la pêche.
- Le deuxième chapitre du travail présent matériel et méthode.
- Le troisième chapitre expose les résultats obtenus avec une discussion justifiants ces résultats.

Chapitre 1 :

Étude Bibliographique

I. Présentation de l'espèce Tilapia rouge (*Oreochromis sp*)

I.1 Définition de l'espèce tilapia rouge (*Oreochromis sp*) :

Le Tilapia rouge (*Oreochromis sp*) est originaire d'Afrique, mais il a été introduit dans beaucoup de régions tropicales, subtropicales et tempérées du monde pendant la deuxième moitié du XX^e siècle (**Pillay, 1990**). C'est une espèce hybride de l'eau douce ils sont des mutants génétiques choisis parmi les espèces de Tilapia du genre *Oreochromis*. Le premier hybride de Tilapia rouge a été produit à Taïwan à la fin des années 1960. Il s'agissait d'un croisement entre (*Oreochromis mossambicus*), une femelle orange rougeâtre mutante, et (*Oreochromis niloticus*) mâle, appelé Tilapia rouge taïwanais (**Galman et Avtalion, 1983**).

- Règne : Animal.
- Embranchement : Vertébrés.
- Superclasse : Poisson.
- Classe : Ostéichyens.
- Sous-classe : Téléostéens.
- Famille : Cichlidae.
- Sous famille : Tilapines.
- Genre : Oreochromis.
- Espèce : Oreochromis sp.



Figure 1: Tilapia *oreochmis sp*.

I.2 Caractéristiques morphologiques d'*Oreochromis sp*

Le Tilapia hybride ou rouge a un corps comprimé latéralement, tendant vers l'ovale et allongée, une tête portant une narine de chaque côté, une bouche petite, pourvue de lèvres ; le Tilapia est pourvu de 3 à 4 séries de dents sur chaque mâchoire et six chez les individus

dépassant les 20 cm (longueur standard). Avec une teinte soit de couleur grise, albinos, rose, rouge-orange (Trewavas, 1983), et des fois ayant des taches grises sur la poitrine.

I.3 Répartition géographique

La distribution géographique d'une espèce (Figure 2), (animale ou végétale) est fortement liée à ses exigences écologiques. Toutefois pour leur survie dans le milieu naturel, bon nombre de facteurs sont connus pour avoir une influence sur la reproduction des poissons notamment le niveau d'eau, les précipitations, la température, la conductivité, le potentiel d'hydrogène (pH) et la transparence (Benche et Dansko, 1994).

Oreochromis sp a une répartition originale strictement africaine couvrant les bassins du Nil, du Tchad, du Niger, de la volta et du Graben (Leveque et Paugy, 1999). Vu son intérêt piscicole, cette espèce a été introduite dans différentes stations de pisciculture d'où elle s'échappe régulièrement (Lazard2007 ; Lazard et Leveque, 2009 ; Lazard, 2013).



Figure 2 : Répartition géographique du Tilapia (source, FAO, 2009).

I.4 Exigences écologiques

De nombreuses études de terrain et de laboratoire (Pullin et Lowe-McConnell, 1982) montrent qu'un *Oreochromis* est une espèce relativement euryèce et eurytope adaptée à de larges variations des facteurs écologiques du milieu aquatique et colonisant des milieux extrêmement variés.

I.4.1 Température

Dans l'habitat naturel, cette espèce supporte des températures de 14 à 33°C, mais dans les conditions de laboratoire, *Oreochromis sp*, tolère des températures estimées de 15°C à 40°C (**Balarin et Hatton, 1979**). L'optimale pour l'activité biologique (alimentation, croissance et reproduction) est entre 26 et 36 °C. Cette espèce ne se nourrit pas en dessous de 15 °C (**Malcolm et al, 2000**).

I.4.2 Salinité

La tolérance à différentes salinités varie par espèce et par âge (**Suresh et Kweilin in Malcolm et al, 2000**), elle est entre 0.015 et 30 ‰ . Au-delà de plus de 20 ‰ . L'espèce subit un stress important qui la rend sensible à une série de maladies. La reproduction serait inhibée en eau saumâtre à partir de 15 à 18 ‰. (**Malcolm et al, 2000**).

I.4.3 Potentiel d'hydrogène (pH)

De même, la tolérance aux variations de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11. Ainsi que Le pH idéal étant situé entre 6,5 et 8,5 (**Malcom et al, 2000**).

I.4.4 Oxygène dissous

Le taux d'oxygène nécessaire pour L'*Oreochromis Sp* est de 3 mg/l et l'optimal est de 4 à 5mg/l (**Malcom et al. 2000**). De même, elle tolère de faibles niveaux d'oxygène dissous et ne rencontre pas de difficultés métaboliques particulières si le taux d'oxygène dans l'eau n'est pas inférieur à 3mg/l (**Ouattara et al. 2003**).

I .4.5 Composés azotés

La concentration des déchets azotés excrétés par les branchies et l'urine est en fonction de la température, la taille de l'individu, les concentrations de l'ammoniaque dans le milieu et la qualité de l'aliment, elle doit être maintenue inférieure au seuil critique, pour l'*Oreochromis sp*, elle ne doit pas dépasser 5 mg/L pour les nitrites, 500 mg/L pour les nitrates, 15 mg/L pour l'ammoniaque total et 200 mg/L pour les matières en suspension (**Malcolm et al., 2000**).

I.5 Régime alimentaire

En milieu naturel, le tilapia est un poisson omnivore. En élevage, cette espèce montre une aptitude de consommer divers produits mais aussi des sous-produits et rejets qui semblent ainsi pouvoir être valorisés directement ou indirectement (fertilisation) tels que : la noix de palmier, les tourteaux de soja ou de coton, la farine de riz, le colza, et la luzerne (**Campbell, 1978**).

En milieu artificiel cette espèce est pratiquement omnivore valorisant divers déchets agricoles, tirant parti des excréments de porcs ou de volailles, de déchets ménagers, acceptant facilement des aliments composés sous forme de granulés, etc... Cette capacité d'adaptation à divers aliments et déchets est phénoménale et est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture (**Trewavas, 1983**).

I.6 Croissance

Il est couramment admis que les poissons ont un comportement de croissance prédéterminé sous la dépendance des facteurs génétiques et avec lesquels interagissent d'autres facteurs environnementaux. Ainsi, la vitesse de croissance est extrêmement variable selon des facteurs de contrôle (température) et limitant (nourriture, oxygène, ammoniac) qui affectent la quantité d'énergie disponible pour la croissance. Aussi, d'autres facteurs secondaires non négligeables comme la densité de peuplement et la photopériode peuvent sûrement affecter la croissance de l'espèce (**Lazard et Legendre, 2006**). Par ailleurs, il existe chez un phénomène de dimorphisme sexuel de croissance qui apparaît très rapidement en élevage, les mâles ayant de meilleures performances de croissance que les femelles, ceci est dû à la particularité du processus de la reproduction chez la femelle (incubation buccale) (**Trewavas, 1983**).

I.7 Besoin Nutritionnels du *tilapia sp*

Le Tilapia comme tous types de poisson tire son énergie de trois types de molécule Protéine, glucide et lipide.

➤ Protéine

Les besoins en protéines alimentaires chez les poissons de manière générale et chez le Tilapia rouge en particulier, sont en fonction de l'âge et de la taille de poisson, de la source protéique, de la qualité de l'eau et des conditions d'élevage. A titre d'exemple plusieurs études indiquent que pour des performances maximales durant les stades larvaires, les besoins protéiques sont relativement élevés (50 %), mais ils diminuent quand la taille

du poisson augmente (**winfree et Stickney, 1981 ; Jauncey et Ross, 1982.**). Concernant les juvéniles, ils requièrent entre 30 et 40 %, pour des performances maximale (**Tableau1**).

➤ **Besoins en hydrates de carbonnes**

Ces composés sont peu présents dans la ration des poissons. Ces molécules servent généralement de liant aux granulés notamment avec la cellulose. Les quelques études ayant évalué les besoins de Tilapia rouge en hydrates de carbonnes indiquent que celles-ci pourraient constituer les réserves importantes de protéines, mais il n'empêche que les fibres (polysaccharides complexes constitués principalement de celluloses) ne sont pas utilisables chez l'*Oreochromis sp.* Puisqu'il ne dispose pas de cellulases (**Stickney, 1976**).

➤ **Besoin en vitamines et minéraux**

Certains aliments composés contiennent un supplément vitaminé et minéral appelé prémix. Il faut toutefois signaler que la vitamine B12 peut être synthétisée dans l'intestin d'*Oreochromis sp* qui n'est donc pas nécessaire de l'inclure dans le régime (**Lovell et Limsuwan, 1982**).

➤ **Besoin en lipides**

Les lipides constituent la première source d'énergie. Le contenu énergétique d'un gramme de lipide (9.1 kcal d'énergie brute) et deux fois plus élevé que celui d'un gramme de Protéine (5.5 kcal) ou un gramme d'hydrate de carbone (4.1 kcal) (**Jauncey et Ross, 1982**), mais il semblerait toutefois que les Tilapias n'utilisent pas des taux élevés en lipides.

Tableau 1 : Résumé des besoins alimentaires en protéines, lipides et glucides chez les Tilapia (**Jauncey and Ross, 1982**).

Nutriment \ poids	> 0.5	0.5-10 g	10-35 g	35 g-taille Marchande	Géniteurs
Protéines brutes	50 %	35-40 %	30-35 %	25-30 %	30 %
Lipides bruts	10 %	10 %	6-10 %	6 %	8 %
Glucides	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %

II Valorisation des sous-produits

II.1 Sous-produits animale

II.1.1 Farine de poisson

La farine de poisson est en général la composante majeure des aliments en aquaculture. En effet, elle est riche en acide amines essentiels dont le profil correspond remarquablement aux besoins des poissons. Cette source conventionnelle de protéines slembrouck représente 40 à 60 % des protéines totales dans les aliments standards pour les tilapias (NRC, 1993).

Les farines produites à partir des déchets de poisson, sont riches en protéine animale (lysine, méthionine) facile à digérer pour de nombreux mammifères et oiseaux. (DMAY, 2004 ; SHAHIDI, 2006). Tableau 2 résume les compositions moyennes de farine de poisson.

Tableau 2 : Composition moyenne d'une farine de poisson (Guerrero et Retière, 1992).

	Eau	Matière grasse	Protéine	Cendre
Variation (%)	6-15	1,7-5,9	55-71	17,2-25,8
Moyenne (%)	11	3,6	63	22,3

II.1.2 Production de la farine de poisson

La production de la farine de poissons pour la nutrition animale est actuellement la valorisation de masse des co-produits la plus importante car tout peut être utilisé sans distinction. Ainsi, en 2006, environ 20.2 millions de tonnes de poisson et de co-produits ont été transformés en farine (FAO, 2006).

La production de farine connaît une augmentation progressive jusqu'en 1986 oscillant entre 500 et 1000 tonnes par an. Elle subit en 1986 une diminution due à la baisse importante du tonnage de poisson traité à l'usine.

II.1.3 Utilisation de la farine de poisson

La farine de poisson est utilisée pour l'alimentation des animaux aussi bien terrestres (canard, poulets) que marins. En aquaculture, la farine de poisson est utilisée pour diverses espèces carnivores et omnivores. Les crevettes, les poissons exclusivement marins et les salmonidés sont les principaux consommateurs. Concernant l'huile de poisson, l'aquaculture consomme 87 % dont la moitié est utilisée par les salmonidés (Guillaume et al, 1999).

II.2. Produits végétal

II.2.1 L'azolla

L'Azolla est une fougère aquatique flottante, mais elle peut se développer sur la boue, ou sur un sol très humide, dans ce cas la surpopulation survient rapidement à cause de l'impossibilité de dispersion et de fragmentation des frondes (**Van Hove, 1989**). Il existe plusieurs espèces d'azolla parmi eux on distingue l'*Azolla caroliniana*.

L'*Azolla caroliniana* est une petite fougère aquatique, flottant librement à la surface des écosystème d'eau douce Figure 4, des régions tropicales, subtropicales, tempérée ou chaudes de l'Afrique, l'Asie et l'Amérique (**Costa et al :2009**). Elle pousse naturellement dans les milieux lenthiques comme les étangs, les marécages. L'azolla est souvent appelée fronde, chaque fronde est constituée d'une tige principale (**Van Hove, 1989**) dont la longueur maximale excède rarement 3-4 cm, flottant à la surface de l'eau elle est couverte de petite feuilles alterne étroitement imbriquée et cachant la tige. Sa forme est plus ou moins circulaire ou triangulaire selon les espèces.



Figure 3 : *Azolla caroliniana*

II.2.2 Systématique l'*Azolla caroliniana*

D'après Willdenow (1860) :

- Règne :** Plantae
- Classe :** liliopsida
- Ordre :** salviniales
- Famille :** azollaceae

-Genre : azolla

-Espace : caroliniana

-Nom scientifique : *Azolla caroliniana*

II.2.3 Composition chimique de l'azolla

L'azolla est une source riche de protéine et acide aminé essentielle et contient plusieurs vitamines comme la vitamine A, la vitamine B12 et le bêta-carotène. Elle est également riche en Minéraux tels que le calcium, phosphore, Magnésium, Cuivre et Zinc. La composition protéique de l'azolla est de 25-35 % sur la base du poids sec (Kar et al, 1999) Comme le montre le Tableau 3 : Singh and Subudhi (1978a).

Tableau 3 : Les différentes compositions chimiques de l'azolla (Singh and Subudhi 1978).

Constituent	Matière sèche %
Protéine brute	24-30
Matière grasse brute	3.3-3.6
Azote	4-5
Phosphore	0.5-0.9
Calcium	0.4-1.0
Potassium	2-4.5
Magnésium	0.5-0.65
Manganèse	0.11-0.16
Fer	0.06-0.26
Sucre soluble	3.5
Amidon	6.54

II.3 Fabrication de l'aliment piscicole à partir des produits et sous-produits

II.3.1 Formulation et fabrication de l'aliment piscicole

C'est la technique d'élaboration des aliments composés qui comprend la formulation (conception des formules) et la technologie des aliments (procédure de fabrication). L'aliment composé est un aliment d'aquaculture comprenant un certain nombre d'ingrédients, mélangés dans différentes proportions, pour se compléter et constituer un aliment composé complet sur le plan nutritionnel (FAO ,2012).

II.3.2 Les procédures de fabrication d'un aliment de poisson

II.3.2.1 Les méthodes de formulation d'un aliment artificiel

Les méthodes de formulation sont effectuées selon des besoins alimentaires des poissons et de la composition chimique de la matière première préalablement déterminée (**Pouomogne et al. 1998, Guillaume et al. 1999**). La formulation passe par plusieurs étapes qui sont les suivantes :

- Identification de l'espèce et leur besoin nutritionnelles.
- Détermination des matières premières qui décrit les caractéristiques nutritionnel (la digestibilité, composition chimique, la présence de facteurs antinutritionnels), leur coût et leur disponibilité.
- Analyse des matières premières et leurs valeurs nutritionnelles ciblées.
- Combiner les matières premières identifiées d'une façon pour trouver une formule qui contient les valeurs ciblées des nutriments. La composition finale devra être équilibrée.
- Ajuster par les additifs.

II.3.2.2 Les procédures de fabrication d'un aliment

➤ La réception de la matière première

Récupération des matières premières par les industries.

➤ Broyage

Réduction de la matière première en particules plus fines il permet de donner un mélange plus homogène et plus stable, et une mise en forme plus régulière.

➤ Dosage

Assure l'apport de différents ingrédients de la formule dans des proportions bien définies.

➤ Le mélange

Le but du mélange est de compléter et d'homogénéiser les éléments de la formule, préalablement dosés.

➤ Conditionnement

Le produit fini peut être livré en sac. Les phases fondamentales du conditionnement sont le dépôt, le pesage et le conditionnement. Le conditionnement commence quand le produit fini est prêt. L'opération comprendra le pesage, l'ensachage, la couture des sacs et l'application des étiquettes d'identification.

Chapitre 2 :

Matériel et méthode

Ce travail rentre dans le cadre des activités de la Division de Recherche Industrie et Transformation des Produits De la pêche et de l'Aquaculture du Centre National de Recherche et du Développement de la pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) située à Bou-ismail wilaya de Tipaza. Dont l'objectif d'une part de formuler un aliment à base de farine de poisson et d'azolla à différents pourcentages et suivre leur paramètres zootechniques, et d'autres part, un analyse biochimique, parasitologique, toxicologique (dosage enzymatique : catalase et protéase), est réalisé sur *tilapia sp* à la fin de cycle expérimental (après 45 jours).

I. Matériels

I.1 Procédure expérimentale

Dans une batterie de six aquariums on a utilisé quatre aquariums de 300 litre (AT, A1, A2, A3), avec un grand aérateur de marque Atman, chacune d'elle muni d'un tuyau, diffuseur et thermostat pour réguler la température de l'eau.

Afin de maintenir un certain niveau de propreté dans le circuit d'élevage et d'éviter le développement de bactéries sur les restes alimentaires et les fèces, chaque 24 heures, une heure avant le premier nourrissage, le fond des aquariums est siphonné, les bords sont nettoyés et bien rincés de manière à limiter le dépôt de toute matière grasse laissée par l'aliment. Le matériel utilisé pendant l'expérimentation est le suivant :

➤ **Matériel biologique**

Cette expérience a été réalisée sur 120 juvéniles de tilapia rouge dont chaque aquarium contient 30 individus.

➤ **Matériels physiques**

Quatre aquariums sont utilisés, chaque aquarium possède :

- Une pompe à air pour la reoxygénation de l'eau (**Annexe 01**).
- Un thermostat qui permet de régler la température de l'eau et de la garder constante (**Annexe 01**).
- Un filtre qui sert à débarrasser l'eau des déchets métaboliques des poissons.
- Un tuyau pour siphonage et une épuisette pour la pêche des géniteurs (**Annexe 01**).
- Pour le suivi de l'expérience, nous sommes servis du matériel suivant :
- Un cuisseur à vapeur (**Annexe 01**).
- Un hachoir, un broyeur, piaculisse, trousse de dissection, lyophilisateur (**Annexe 02**).
- Une balance, une loupe, centrifugeuse, catalyseur (**Annexe 03**).



Figure 4 : Dispositif expérimental (Original, 2022).

II. Méthode du travail

II.1 Farine de poisson

II.1.1 Les processus de fabrication de la farine de poisson

Pour la réalisation de la farine de poisson, les déchets de sardine ont été ramenés de l'usine SARL CAPTEN Conserverie agro-alimentaire (Mainis) dans la wilaya de Chlef par l'équipe de la division transformation de CNRDPA (figure 5).

Tous les processus de fabrication ont été effectués au niveau de l'atelier de transformation des produits à Bouismail.

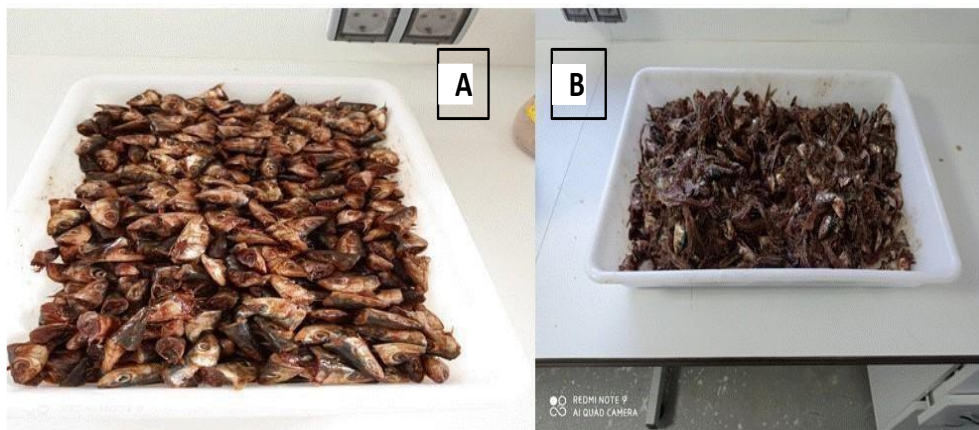


Figure 5 : Déchet de poisson ménager (A) et déchet de conserverie (B) (Original, 2022).

➤ **Pesage**

A l'aide d'une balance électrique, on pèse le poids de la matière solide (gâteau) et on le note à chaque fois (figure 6).



Figure 6 : Le pesage des déchets de poisson (Original, 2022).

➤ **Cuisson**

Après hachage des grosses particules, les déchets de poissons sont amenés jusqu'à un couscoussier, où la cuisson se fera à la vapeur (figure 7). Cette opération, en coagulant les protéines, libère une partie de l'eau et des matières grasses. La modification de la texture du produit favorise l'extraction de la phase liquide au pressage. Cette étape est primordiale pour la qualité du produit final, c'est d'elle que dépend la teneur en eau de la farine. De plus, elle peut diminuer l'efficacité des étapes ultérieures : une cuisson trop poussée détériore la matière première par rupture du tissu conjonctif et des chaînes protéiques. Au pressage, le gâteau devient trop mou et le jus de presse est chargé de solides en suspension.



Figure 7 : Photographie de l'étape de cuisson (original, 2022).

➤ **Pressage**

Le pressage se fait manuellement, l'eau et la matière grasse (appelée jus de presse) sont séparées de la phase solide (appelée gâteau) par une passoire, cette étape donne un gâteau avec des teneurs en eau et huile fortement réduites. Le but de cette étape est d'enlever le maximum d'eau du produit (figure 8).



Figure 8 : Photographie de pressage (original, 2022).

➤ **Séchage**

Le gâteau issu de la presse est ensuite mis dans un séchoir. L'opération de séchage doit être exécutée le plus rapidement possible en abaissant l'activité de l'eau jusqu'à 10 % maximum. La surface de chauffage est assurée par des tubes de vapeur placés à l'intérieur du cylindre sur toute sa longueur et d'un rotor intérieur chauffé à la vapeur, qui brasse continuellement la matière. La vapeur d'eau produite est mise en mouvement par un agitateur d'air, système à contre-courant. La température est de 45°C pour une durée de 1 jour.



Figure 9 : Photographie de l'étape de séchage (original ,2022).

➤ Broyage

Après séchage, le produit est broyé le plus finement possible. Jusqu'à l'obtention d'une farine fine et homogène (figure 10).



Figure 10 : Photographie de l'étape de broyage (original, 2022).

II.2 La culture de l'azolla

Culture de l'azolla a été réalisée à CNRDPA à Bouismail, nous avons utilisé un bassin qui est composé de :

- La terre agricole.
- Fumier de la vache.
- L'eau douce.

La culture passe par les étapes suivantes :

- Déposer le bassin.
- Mettre une couche de la terre agricole.

- Mettre une couche de fumier.
- Mettre 14 cm d'eau.
- Déposer l'azolla et la laisser a repos 15 jours.

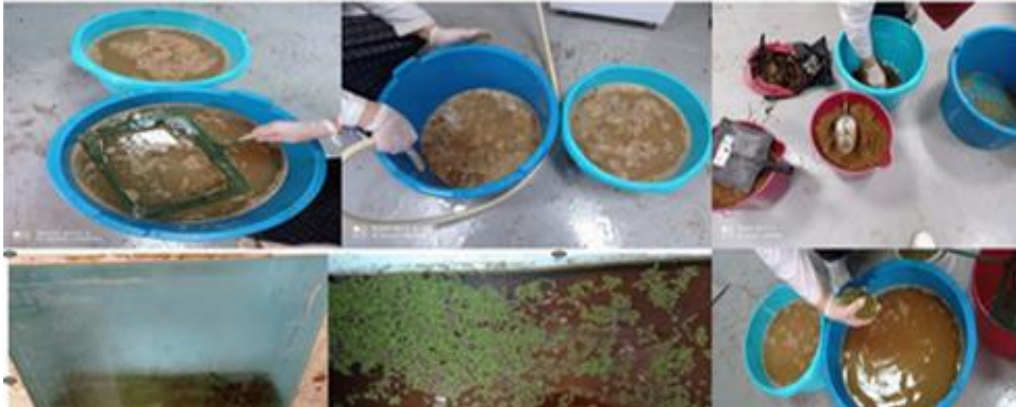


Figure 11 : Photographie de culture d'azolla (original, 2022).

II.2.1 Les processus de fabrication de farine d'azolla

➤ Le Lavage

L'azolla doit être bien nettoyé et bien égoutter pour procéder à l'étape de séchage (figure 12).



Figure 12 : Photographie de lavage d'azolla (original, 2022).

➤ Séchage

Le séchage de l'azolla a été effectué à l'aide d'un séchoir à 45°C pendant trois jours (figure 13).



Figure 13 : Photographie de séchages d'azolla (original, 2022).

➤ Broyage

Après séchage, le produit est broyé le plus finement possible. Jusqu'à l'obtention d'une farine fine et homogène (figure 14).



Figure 14 : Photographie de broyage d'azolla (original, 2022).

II.3 Formulation d'aliment

La composition a été proposée par une équipe de recherche du CNRDPA travaillant dans le domaine de formulation d'aliment pour les espèces d'intérêt aquacole, elle a été conçue après avoir effectué une recherche bibliographique sur les exigences alimentaires (protéine, glucides, sucre totaux, amidon, calcium, phosphore, valeur énergétique, lipides et cellulose brute) du Tilapia.

Tableau 4 : composition centésimale des ingrédients utilisés pour la formulation de l'aliment.

N	Ingrédients	Régimes alimentaire		
		A1(%)	A2 (%)	A3 (%)
01	Farine de sardine	35.00	30.00	25.00
02	Farine de tourteaux de soja	30.00	25.00	20.00
03	Blé dur	19.80	19.80	19.80
04	Calcium brute	0.99	0.99	0.99
05	Phosphate bicalcite	0.99	0.99	0.99
06	Huile de soja	3.00	3.00	3.00
07	Mais	7.00	7.00	7.00
08	Liant (gluten de blé)	2.22	2.22	2.22
09	Azolla	00	10	20
10	CMV	1.00	1.00	1.00

II.3.1 Fabrication d'aliment

La fabrication de l'aliment s'est déroulée au CNRDPA, comme suit :

➤ **Le Broyage**

Le broyage consiste à réduire les matières premières en particules plus fines. Il permet par la suite un mélange plus homogène et plus stable et une mise en forme plus régulière.

➤ **Pesage :**

Les ingrédients, tels que présente dans le tableau, ont été pesés à l'aide d'une balance électrique (figure 15).



Figure 15 : Photographie de pesage (original, 2022)

➤ **Mélange et homogénéisation**

C'est une opération essentielle à l'élaboration d'un aliment composé, qui consiste à associer les matières premières préalablement broyées et dosées en les répartissant dans la masse du mélange. Dans ces ingrédients étaient ajoutées les proportions d'huile de tournesol, de l'eau était ensuite ajoutée à raison de 300 ml/kg de matière sèche, de manière à obtenir une pâte homogène (figure 16).



Figure 16 : Photographie de Mélange et homogénéisation (original, 2022).

➤ **Pressage**

Le pressage est réalisé avec une granuleuse dont la matrice est constituée d'une grille de quelque millimètre d'épaisseur présenté en cylindre dont le diamètre des trous est choisi en fonction de la taille du granulé en fabrication. Le mélange est forcé à travers de cette grille par des pales qui tournent à l'intérieur du cylindre forcé par la grille (figure 17).



Figure 17 : Photographie de pressage (original, 2022).

➤ Séchage et emiettage

Les filaments obtenus sont séchés dans un séchoir à 45 °C pendant 1 jour et sont ensuite émiettés dans des bocaux appropriés puis transformés en granules de 2 mm avant d'être pesés et distribués aux poissons (figure 18).



Figure 18 : Photographie d'emiettage d'aliment (original, 2022).

II.3.2 Les caractères physiques de l'aliment

Le choix d'aliment et sa forme physique peut dépendre de l'espèce de poisson, de la nature du système d'élevage et du stade de maturité des poissons (falayi et Sadiku, 2013). Aussi différentes combinaisons d'ingrédients produisent différents niveaux de flottabilité des granules ou des différentes caractéristiques dans la colonne d'eau (Strahm et Plattner, 2001). Les granules extrudés flottants sont plus demandés que les granules coulants, cela permet à l'éleveur d'observer l'activité alimentaire des poissons et d'éviter ainsi le gaspillage de fourrage. Ils présentent également une grande stabilité d'eau, digestibilité, l'absence de pollution (Almarraj, 2010). Parmi ces caractères on distingue :

➤ Densité apparente

La densité apparente a été calculée comme suit :

$$BD = \frac{M}{A.L}$$

Où - M = Masse (g) de granulé.

-L = longueur (cm) de la pastille.

- A = Section transversale de la pastille.

➤ **Ration d'expression**

La ration d'expression a été calculée de la façon décrite par **Misra et al., (2000)**.

$$RE\% = \left[\frac{Dp}{Dd} - 1 \right] * 100$$

Où : - Dp : après émergence avec certain temps.

- Dd : grain sèche.

➤ **Taux de flottation**

La flottabilité de chacun des régimes d'essai a été déterminée par placer des échantillons. Contenant 10 granulés reproduits 3 fois dans 2 litres de bols remplis à environ 75% d'eau. Le nombre de granulés de chaque échantillon restant à flot après chaque. Un intervalle de 60 Secondes a été enregistré pour une période de 30 minutes. Pourcentage de flottaison à n'importe quel intervalle de temps a été déterminé comme suit :

$$F\% = \frac{\text{Nombre de granulé flottant}}{\text{nombre de granulé initial}} * 100$$

➤ **Absorption relative**

$$RAR\% = \left(\frac{M2 - M1}{M1} \right) * 100$$

Où : - M1 = masse (g) de granulé initiale.

- M2 = masse (g) de granulé finale.

➤ **Test de stabilité dans l'eau**

La stabilité de l'eau de chaque régime a été mesurée pour une période de 30 minutes et 60 minutes. Cela a été fait en plaçant 10 pellets de chaque réplique dans un tamis en nylon, attaché avec une ficelle, et inséré dans un bol contenant de l'eau de l'étang. Après la durée la portion restante de l'aliment a été séchée au séchoir pour 3 jours et le poids a été enregistré comme M30 et M60 représentant le poids sec final après 30 minutes et 60 minutes d'immersion respectivement.

Le test de stabilité a été calculé comme suit :

$$\text{Stabilité (\%)} = \frac{M1}{M30} * 100 \quad \text{: pour 30 minute.}$$

$$\text{Stabilité (\%)} = \frac{M1}{M60} * 100 \quad \text{: pour 60 minute.}$$

II.4 Application sur l'espèce

II.4.1 Distribution Alimentation

Les poissons ont été nourris sur la base de trois repas par jour 7j / 7, avec de l'aliment commercial (winter core 4.5 mm) pour l'aquarium témoin (AT) et de l'aliment fabriqué pour l'aquarium testé (A1, A2, A3). Selon la ration alimentaire calculée d'après la formule suivante :

$$RA = P_{\text{moy}} * N * TN$$

Avec : - RA : ration alimentaire.

- P_{moy} : poids moyen des poissons (en g).

- N : nombre total d'individus.

- TN : taux de nourrissage (5%).

II.4.2 Mode d'alimentation

Les repas sont distribués manuellement, répandus à la surface de chaque aquarium. Le premier repas est distribué à 9h00 et le second à 15h00 (la ration alimentaire est fractionnée en 2 repas par jour). La ration alimentaire journalière est calculée après chaque pesse de poisson (chaque 15 jour).

II.4.3 Suivi de l'expérimentation

La maîtrise de l'élevage passe par le contrôle d'hygiène de l'élevage et des paramètres physique de l'eau. Et aussi à des pesées et mensurations des poissons tous les 15 jours durant toute la période de l'essai qui s'est étalée sur 45 jours.

II.4.4 Hygiène

- Nettoyage et siphonage des aquariums, chaque jour.
- Nettoyage et rinçage du matériel après chaque utilisation.
- Nettoyage de la zone de travail afin d'éviter toute accumulation de déchets (Le vidange totale des deux aquariums se fait le jour même de la pesée des poissons (15 jours)).

II.5 Paramètres physico-chimique

Le suivi des paramètres physiques est réalisé quotidiennement. Nous utilisons le multi paramètre (marque CALYPSO) pour analyser les paramètres suivants : température, potentiel d'hydrogène (pH) salinité, conductivité, turbidité et O₂ (figure 19).



Figure 19 : Multi paramètre (original, 2022).

II.6 Contrôle des paramètres zootechniques

II.6.1 Croissance pondérale

La biométrie des poids est effectuée à l'aide d'une balance à précision (Figure 20).



Figure 20 : Photographie de prise de poids de tilapia sp (original, 2022).

II.6.2 Croissance linéaire

Pour le suivi de la croissance du Tilapia, des mesures des tailles des poissons sont effectuées au même moment que celle des poids à l'aide d'un Ichtyomètre (figure 21).

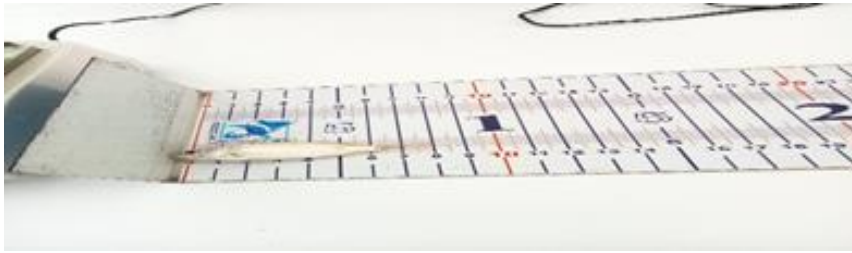


Figure 21 : Photographie de prise de taille de tilapia sp (original, 2022).

II.7 Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés

Les paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés sont calculés selon les formules suivantes :

➤ **Poids moyen initial (pmi)**

$$\text{Pmi (g)} = \text{biomasse initiale (g)} / \text{nombre initial de poisson.}$$

➤ **Poids moyen final (pmf)**

$$\text{Pmf (g)} = \text{biomasse finale (g)} / \text{nombre final de poisson.}$$

➤ **Taux de survie (ts)**

Ce taux a permis de connaître l'effet de la substitution sur la survie des poissons.

$$\text{Ts en \%} = (\text{nombre d'individu en fin d'expérimentation} / \text{le nombre d'individu initial}) * 100.$$

➤ **Gain moyen quotidien (GMQ)**

Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés sur la croissance des Poissons. Il se traduit par la formule suivante :

$$\text{GMQ en g/j} = \text{gain de poids} / \text{durée de l'expérimentation.}$$

➤ **Taux de croissance spécifique (TCS)**

Le TCS donne la vitesse instantanée de croissance des poissons. Il s'exprime par la Formule suivante :

$$\text{TCS en \% / j} = [\ln (\text{pmf(g)}) - \ln (\text{pmi(g)}) * 100] / \text{durée d'expérimentation}.$$

➤ **L'indice de conversion**

Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés pour la croissance des Poissons.

$$IC = \text{quantité d'aliment distribuée (g)} / \text{gain de poids (g)}.$$

➤ **Le facteur de condition K**

Il traduit l'embonpoint des poissons. Il se traduit par la formule suivante :

$$K = (pt / Lt^b) * 100.$$

Pt = poids total du poisson en g ; Lt = longueur totale du poisson en cm ; b = coefficient d'allométrie, est l'exposant de la relation poids-longueur $pt = aLt^b$.

II.8 Analyse statistique

Les paramètres de croissance (poids final, gain de poids quotidien, taux de croissance spécifique et indice de conversion), les paramètres physicochimiques de l'eau d'élevage et les analyses biochimiques et toxicologique ont été soumis à des analyses de variance à un critère ont été soumis à des analyses de variance à un critère (ANOVA 1). Toutes ces analyses ont été suivies des tests de comparaisons multiples de Tukey. Les poids individuels ne suivent pas une distribution normale (test de normalité) de ce fait, ils ont été donc soumis à des analyses non-paramétriques (Kruskall-Wallis et Mann-Whitney) pour tester les différences de poids entre les lots expérimentaux constitués (**Jobling et al., 1994**). Ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel ESPSS.

II.9 Etude parasitaire

II.9.1 Echantillonnage

Notre étude a été effectuée au niveau du CNRDPA. Les poissons utilisés dans le cadre de cette étude sont prélevés au hasard au niveau de quatre aquariums. Pour la réalisation de cette étude nous avons examiné 4 poissons.



Figure 22 : Echantillonnage de poisson (originale, 2022).

II.9.2 Matériel et produits utilisé

- Trousses de dissection : pour le prélèvement des branchies et du tube digestif (**Annexe 03**).
- Boîtes de pétri : pour la récolte des parasites.
- Pissette à eau destinée à rincer les organes prélevés.
- Balance à précision.
- Loupes binoculaire (**Annexe 03**).
- Gants latex et masques.
- Seringue.
- Eau distillée et éthanol.

II.9.3 Méthodes d'études des parasites

II.9.3.1 Ectoparasite

Avant toute dissection ; les poissons sont au préalable soigneusement examinés sous la loupe pour rechercher les parasites qui se retrouvent sur la peau qui peuvent être visibles aussi à l'œil nu.

➤ **La Peau**

La peau de poisson a été observée sous la loupe binoculaire au grossissement 4× 10 pour déterminer sa nature.

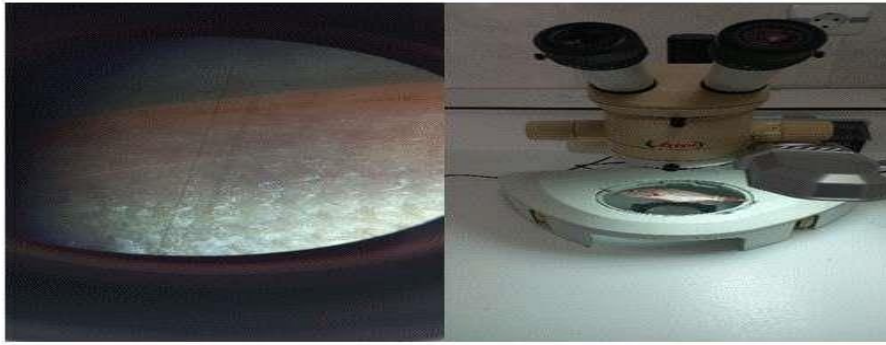


Figure 23 : Observation de la peau (originale, 2022).

II.9.3.2 Endoparasite

➤ Les Nageoires

Les nageoires été observer sous la loupe binoculaire au grossissement (4× 10).

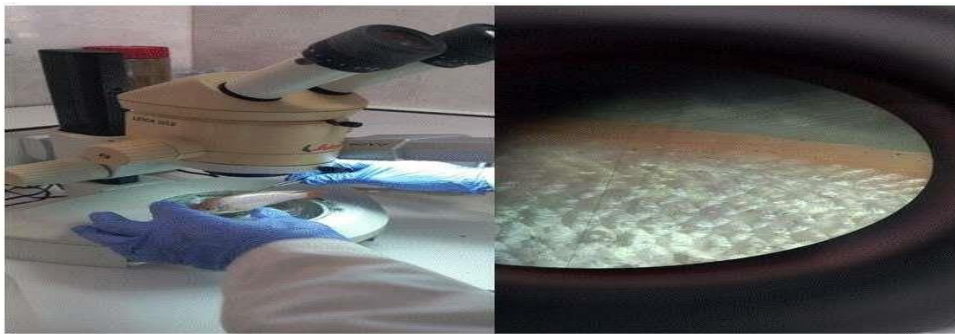


Figure 24 : Observation des nageoires (originale, 2022).

➤ Les branchies

Les branchies ont été isolées et examinés séparément, ils ont été immergés dans une boite pétrie avec de l'eau distillée pour un examen sous la loupe binoculaire au grossissement (4× 10).

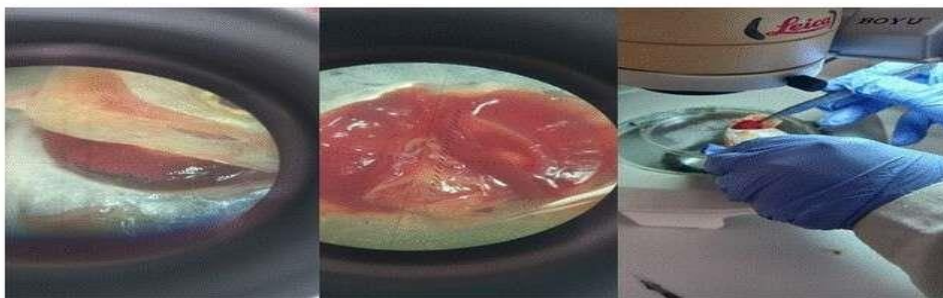


Figure 25 : Isolement des branchies (originale, 2022).

➤ **Les parasites au niveau du tube digestif**

Les spécimens de poisson frais échantillonnés ont été examinés à l'œil nu et sous une loupe binoculaire. Cet examen minutieux a concerné la dissection qui se fait par une incision médio-ventrale de l'anus jusqu'au tube digestif prélevé (œsophage, estomac, intestin).

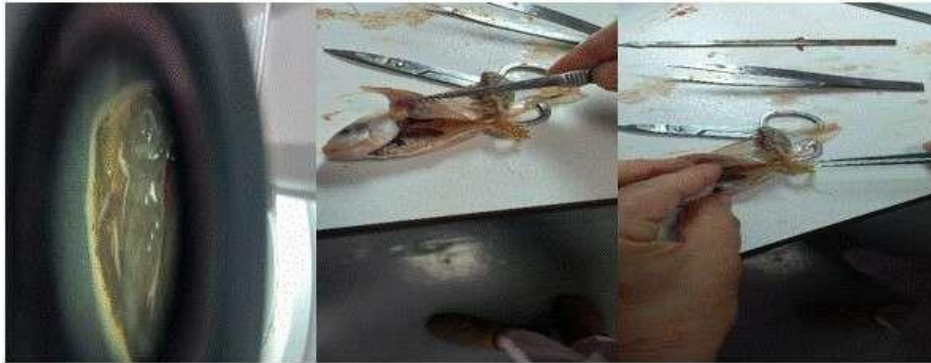


Figure 26 : Dissection et examnation de tube digestif (original ,2022).

Après dissection les intestins des échantillons des quatres aquariums sont conservés dans des piluliers avec du formol dilué à 10% (**Figure 27**).



Figure 27 : Conservation des échantillons (original, 2022).

II.10 Analyse biochimique

II.10.1 Analyse biochimique d'aliment fabriqué

Les analyses biochimiques ont porté sur le dosage de la matière grasse (SOXATHERME), des protéines brutes (KJDELDAHL), des sucres totaux (BERTRAND), de l'amidon (AFNOR), de la cellulose brute (Directive Européenne), de calcium (AFNOR), de glucide (Directive Européenne), de phosphore (NA 657-1992) et la valeur énergétique (J.ONo25 du 02/05/2018).

Avant d'effectuer les analyses, l'échantillon doit être finement broyé (1 mm) sauf pour l'humidité. Il est conservé ensuite dans un flacon hermétiquement fermé. Tous les dosages ont été réalisés en deux répétitions au laboratoire de l'Office National des Aliments du Bétail-ONAB ALGER et les résultats sont rapportés à la matière sèche (en %). Nous citons ci-dessous, le détail de quelques protocoles analytiques pour le dosage biochimique de l'aliment et de la chair de poisson.

II.10.1.1 Détermination de la cellulose brute (CB)

La teneur en CB est déterminée par la méthode suivante :

Les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide, l'autre en milieu alcalin. A la suite de ce traitement subsistent une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine, des résidus d'hémicellulose ainsi qu'une petite quantité de matières minérales insolubles.

Mode Opératoire

Peser 5g de l'échantillon, l'introduire dans un ballon de 500 ml, muni d'un réfrigérant rodé sur le goulot. Ajouter 100 ml d'une solution aqueuse bouillante contenant 12,5 g d'acide sulfurique pour 1 litre (6.8 ml d' H_2SO_4 à compléter jusqu'à 1 litre avec de l'eau distillée). Chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celle-ci pendant 30 mn exactement.

Agiter régulièrement le ballon pendant l'hydrolyse. Séparer ce ballon du réfrigérant. Transvaser dans un ou plusieurs tubes de centrifugeuse en conservant la plus grande quantité possible de produit dans le ballon.

Centrifuger jusqu'à clarification totale de liquide. Séparer celui-ci et laver chaque fois, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus acides (entraîner le moins possible de produit à chaque lavage).

Introduire le résidu dans le même ballon en le détachant du tube à centrifuger avec 100 ml de solution bouillante contenant 12,5 g de soude pour 1000 ml. Faire bouillir durant 30 mn exactement comptées comme dans la première partie de l'opération.

Ensuite filtrer sur creuset (de porosité 1 ou 2) préalablement pesé, le résidu. Passer à l'étuve le creuset + résidu à l'étuve réglée à 105°C jusqu'à poids constant.

Effectuer les pesées après refroidissement au dessiccateur, puis incinérer dans le four à moufle à 400°C durant 5 heures, refroidir au dessiccateur et peser à nouveau.

La différence de poids entre les deux pesées représente les matières cellulosiques : une grande partie de la cellulose vraie, une partie de la lignine, des résidus d'hémicelluloses.

$$\text{Teneur en CB en \% MS} = \frac{B-A}{C}$$

A : Poids du creuset + résidu après dessiccation.

B : Poids du creuset + résidu après incinération.

C : Poids de l'échantillon de départ.

MS : Matière sèche.

II.10.1.2 Déterminations des protéines

Les protéines sont dosées par la méthode de Kjeldahl, nous, minéralisons le produit par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur ; l'azote (N) organique est transformé en azote ammoniacal par la lessive de soude et nous le dosons après l'avoir reçu dans de l'acide borique (indicateur).

Mode Opératoire

➤ Minéralisation

Opérer sur une prise d'essai de 0.5 de substance (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon).

Introduire dans un matras de 250ml (éviter que des particules adhérentes à la paroi). Ajouter environ 2g de catalyseur (250 g de K₂SO₄ ; 250g de CuSO₄ et 5g de Se), et 25ml d'acide sulfurique pur (d=1.84).

Porter le matras sur le support d'attaque et poursuivre le chauffage jusqu'à décoloration du liquide ou l'obtention d'une coloration verte stable (1h40 min) à 250°C. Augmenter la température jusqu'à 500°C pendant 3h.

Laisser refroidir, puis ajouter peu à peu avec précaution 200 ml d'eau distillée en agitant, et en refroidissant sous un courant d'eau. Rincer l'agitateur. Laisser refroidir complètement au trait de jauge.

➤ **Distillation**

Transvaser 10 à 50 ml du contenu du matras (selon l'importance dans l'échantillon) dans l'appareil distillatoire (Büchi). Rincer la burette graduée. Dans un bécher destiné à recueillir le distillat, introduire 20 ml de l'indicateur composé de :

Pour 1 L de solution :- 20 g d'acide borique.

-200 ml d'éthanol absolu.

-10 ml d'indicateur, contenant :

-¼ de rouge de méthyle à 0,2% dans l'alcool à 95°.

-¾ de vert de bromocrésol dans l'alcool à 95°.

Verser lentement dans le ballon de l'appareil distillatoire 50 ml de lessive de soude (d = 1,33). Mettre l'appareil en position de marche. Laisser l'attaque se faire jusqu'à obtention d'un volume de distillat de 150 ml au moins (l'extrémité inférieure de la colonne réfrigérante de l'appareil distillatoire doit plonger dans la solution d'acide borique pour éviter les pertes).

Titrer en retour par de l'acide sulfurique N/20 ou N/50 jusqu'à l'obtention de la couleur initiale de l'indicateur (violet).

1 ml d' H₂SO₄ 1 N —————> 0,014 g

1 ml d' H₂SO₄ N/20 —————> 0 0007 gd'N

$$Ng = X. 0, 0007. \frac{100}{Y} * \frac{200}{A}$$

Teneur en MAT % MS = Ng X 6,25.

X : descente de burette (en ml).

Y : poids de l'échantillon de départ

A : volume de la prise d'essai.

II.10.1.3 Détermination des matières grasses (MG)

Les matières grasses des aliments ne peuvent être obtenues en totalité par extraction directe au moyen d'un solvant. En revanche, des substances non lipidiques sont généralement extraites (chlorophylle...). Cependant, il est admis que le résidu sec à 102°C en 24 heures de temps, après épuisement par un solvant approprié (Benzine de pétrole, éther de pétrole)

correspond aux matières grasses d'un aliment.

Mode opératoire

- Peser entre 3 et 5 g d'échantillon à analyser dans une cartouche de soxhlet.
- Peser le ballon de soxhlet sec (ballon de 250 ml ou 500 ml rodé au goulot).
- Placer la cartouche dans un extracteur soxhlet, monter le ballon sur l'extracteur monté lui-même par une colonne réfrigérante.
- Verser 1 volume et ½ de solvant dans l'extracteur. Extraire pendant 6 à 8 heures. A la fin de l'extraction, siphonner le reliquat du solvant restant dans l'extracteur, dans le ballon.
- Faire évaporer (rotavapor rotatif). Pousser la distillation jusqu'à sec. Placer le ballon + Résidu à l'étuve à 102°C pendant 3 heures en position couchée. Laisser refroidir au dessiccateur.

$$\text{Teneur en MG \% MS} = \frac{A-B}{C} * 100$$

A : Poids du ballon + résidu après étuve 3 heures.

B : Poids du ballon vide.

C : Poids de la prise d'essai.

II.10.2 Analyse biochimique de la chair

L'analyse des protéines dans la chair des poissons est effectuée sur la chair lyophilisée selon la méthode de Kjeldahl.

➤ Lyophilisation

La lyophilisation, ou anciennement appelée cryodessiccation, est une opération de déshydratation à basse température qui consiste à éliminer par sublimation, la majeure partie de l'eau contenue dans un produit. Elle autorise une conservation à long terme grâce à l'abaissement de l'activité de l'eau du produit (**Marin et René, 2000**).

La lyophilisation consiste à ôter l'eau d'un produit liquide, à l'aide de la surgélation puis une évaporation sous vide de la glace sans la faire fondre. Le principe de base est que lorsqu'on réchauffe de l'eau à l'état solide à très basse pression, l'eau se sublime, c'est-à-dire qu'elle passe directement de l'état solide à l'état gazeux. La vapeur d'eau (ou de tout autre solvant) quitte le produit et on la capture par congélation à l'aide d'un condenseur, ou piège froid. Cette technique permet de conserver à la fois le volume, l'aspect et les propriétés du produit traité.

On distingue trois phases majeures dans un cycle de lyophilisation (**Richmond, 2004**) :

- **La congélation** : pour solidifier l'eau de la chair où sont réfrigérés à une température - 4°C ; l'eau se transforme alors en glace.
- **La dessiccation primaire** : sous vide, qui consiste à sublimer la glace libre (interstitielle), donc sans effet d'ébullition (pas d'eau en phase liquide).

II.11 Analyse toxicologique

II.11.1 Préparation de l'échantillon tissulaire en vue des analyses des biomarqueurs

Les dosages biochimiques relatifs aux suivis de biomarqueurs Catalase (enzyme de défense antioxydant) et Protéase (enzyme digestive), ainsi que le dosage des protéines nécessitent que les tissus biologiques (tube digestive) fassent l'objet préalable d'une homogénéisation et d'un fractionnement dans des tampons adaptés qui devra avoir les propriétés physicochimiques permettant de maintenir la stabilité des molécules ou organites qu'on désire étudier. On devra apporter une attention particulière à sa composition et à son pH surtout.

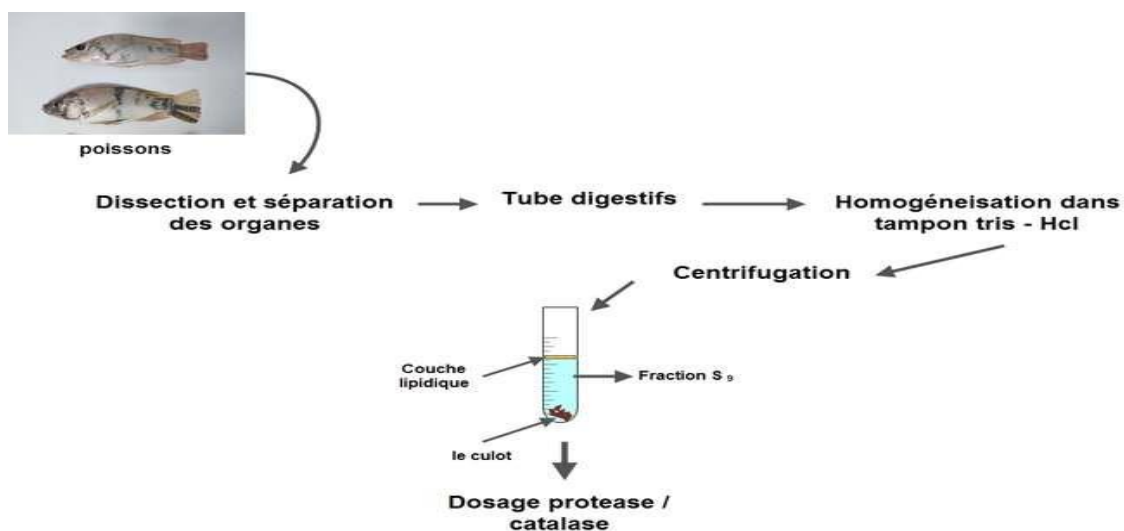


Figure 28 : Procédures expérimentales.

II.11.2 Dosage des protéines

La méthode préconisée est celle décrite par (**Lowry et al. 1951**), un sel de cuivre en milieu alcalin forme un complexe coloré avec les peptides. L'addition du réactif de folin-Ciocalteu (acide phosphotungstique et molybdique) produit une coloration bleu- foncé due à la fois à la réaction du cuivre sur les liaisons peptidiques et à la réduction de l'acide phosphotungstomolybdique par la tyrosine, le tryptophane et la cystéine.

➤ **Réactif**

Préparation des réactifs :

Réactif A : carbonate de sodium Na_2CO_3 (2%, m/v) préparé dans la soude (NaOH) 0.1N (1g dans 250 ml ED).

Réactif B : sulfate de cuivre (0.5 %, m/v) préparé dans (1%, m/v) tartrate double de sodium et de potassium.

Réactif C : préparer extemporanément le mélange A et B (ration 50 :1).

Réactif D : réactif de Folin-Ciocalters dilué dans l'eau distillé ou soude 0.1N (ration 1 :1).

➤ **Mode opératoire**

- Dans des tubes à essais, les prises d'échantillons de la fraction S9 (surnageant 10 /100/125/200) sont diluées au (990/900/875/800) respectivement. Le tube de blanc contient 100ml d'eau distillée.

- 05 ml de réactif Lowry sont ajoutés à chaque tube. On homogénéise et on attend 10min.

- Par la suite, 0,5 ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué extemporanément au $\frac{1}{2}$ est additionné au mélange (il est important d'agiter juste après l'addition de ce dernier). L'ensemble est mis au repos à l'obscurité au moins 30 min. Ainsi la lecture de l'absorbance est faite à 660 nm.

- La gamme d'étalonnage est réalisée à partir de la solution de sérum albumine bovine (SAB) étalon mère. Les étalons filles sont ainsi obtenus par dilution de la solution mère (Annexe 04).

II.11.3 Dosage de la protéase

L'activité de la protéase alcaline dans l'extrait enzymatique brut a été dosée par la méthode décrite par **Sigma Prod. Nos. : P-4630**.

➤ **Principe**

Les protéases catalysent l'hydrolyse des protéines en libérant des peptides simples et des acides aminés libres qui se trouvent dans la phase soluble. (Caséine + H_2O $\xrightarrow{\text{protéase}}$ Amino Acides).

Les molécules non hydrolysées sont précipitées par le TCA, ce qui permet de récupérer les fragments solubles dans la centrifugeuse. La tyrosine est un acide aminé présent dans toutes les protéines, sa présence dans la centrifugeuse est traduite en activité protéasique par un dosage colorimétrique à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu. Celui-ci réagit avec la tyrosine et le tryptophane pour donner par réduction un complexe bleu.

➤ Réaction enzymatique

L'activité protéolytique est déterminée par utilisation de la caséine comme substrat, vue les avantages qu'elles présentent : la non-toxicité, la richesse en acides aminés aromatiques, la disponibilité et l'approvisionnement facile ; en plus elles sont pratiquement solubles dans les tampons (MECHAKRA et al. 1999).

Le mélange réactionnel a été préparé par addition de :

- Le surnagent (S9) décongelé juste avant le dosage (0.5ml).
- Substrat (solution de caséine 0.65% dans le tampon phosphate ph=7.5 ; T=37°C) (5ml).

Après agitation, l'incubation de ce mélange se fait à 37°C pendant 10 min dans un bain marie, puis la réaction est arrêtée par addition de 5 ml de TCA froid. Par la suite, on ajoute 0.5 ml de S9 et laissé reposer 30 min à 37°C dans un bain marie ; ce qui entraîne la précipitation des macromolécules, y compris l'enzyme et la caséine non hydrolysées (SANDHYA et al. 2005). Le mélange a été après centrifugé (3000*5min) et on obtient (surnagent S).

Par ailleurs, le blanc a été parallèlement préparé dans les mêmes conditions en dénaturant l'enzyme ; c'est-à-dire en ajoutant le TCA avant le substrat.

➤ Protocole de dosage

Les composés azotés non protéiques solubles dans les échantillons en suivant ces étapes de dosage :

- Prendre 2 ml du surnagent et le mélanger avec 5ml de Na₂CO₃ à 500 mM , puis ajouter 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/4ème, puis agiter et incuber 30 min à température (37c°).

L'absorbance de la coloration bleue développée est lue à 660 nm ; l'activité est calculée par une courbe d'étalonnage, établie préalablement dans les mêmes conditions en utilisant la tyrosine comme standard avec une concentration de la solution mère de 1.1 mM/L(Annexe04). L'unité d'activité protéolytique (U) est définie par équation suivante :

$$\text{Enzyme (Unités/ml)} = \frac{\text{équivalents tyrosine libérés} * 11}{(1) * (10) * (2)}$$

11 = Volume total (en millilitres) de l'essai.

10 = Temps d'analyse (en minutes) selon la définition de l'unité.

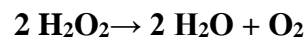
1 = Volume de l'enzyme (en millilitres) utilisée.

2 = Volume (en millilitres) utilisé dans la détermination colorimétrique.

$$\text{Unités/mg solide} = \frac{\text{units/ml enzyme}}{\text{mg solid/ml enzyme}}$$

II.11.4 Dosage de la catalase

La catalase est une enzyme hémique capable de transformer le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène moléculaire. Elle est essentiellement présente dans les peroxysomes, les érythrocytes, les hépatocytes et les reins (**Hudson et al, 2005**).



La technique utilisée est adaptée de Claiborne A. (**1985**).

L'unité d'activité catalytique (U) est définie par équation suivante :

$$\text{Activité catalase} = \frac{\Delta \text{ABS/mm} * 100}{0.043[\text{proteines dans la cuve}]}$$

0.043 : coefficient d'extraction molaire de l'eau oxygéné (H₂O₂)

Mode opératoire

Dans notre étude :

- 950 µl du substrat (200µl solution de H₂O₂ à 30 % ; 750 µl tampon phosphate à pH 7.4) sont placés dans une cuvette du spectrophotomètre quartz déjà réglée sur le mode cinétique.

- 50 µl de la fraction S9 (source d'enzyme) sont ajoutés au mélange, ainsi on déclenche le mode cinétique du spectrophotomètre et on suit la décomposition de peroxyde d'hydrogène dans un intervalle de temps de 120 s.

Chapitre : 3

Résultat et Discussion

III.1 Farine de poisson

III.1.1 Valeur nutritive de la farine de poisson

Tableau 5 : Présenté le rendement en farine de déchets de sardine.

Espèce	MI	MF	Rendement (%/MS)
Déchet de sardine	13 kg 500g	2 kg 700 g	20

Avec :

MI : Matière initiale.

MF : Matière final.

MS : Matière sèche.

D'après le tableau, le rendement en poids de la transformation de la matière première en produit fini est de 20 %. Cette valeur est proche de celle retrouvée par **Ould Tarbiya et Ould Mouhamédou, (2011)**, qui était de 6 kg de matière première pour 1 kg de farine.

Selon Guerrero et Retière, (1992) la perte en poids est due essentiellement à l'élimination de l'eau qui constitue 75% du produit initial.

III.1.2 Analyses organoleptiques de la farine de poisson

L'appréciation de la qualité organoleptique de cette farine est regroupée dans le tableau 06.

Tableau 6 : Qualité organoleptique de la farine de poisson.

Paramètres organoleptique	Farine de déchet de sardine
Aspect	Poudre fine
Couleur	Brune
Odeur	Odeur de poisson
Goût	Goût de poisson

Pour préserver la qualité de la farine de poisson une analyse organoleptique a été effectuée, et ça a donné une couleur brune avec une odeur et un goût de poisson.

III.1.3 Résultats biochimiques de farine de poisson

Les résultats des dosages biochimiques de la farine de poisson sont mentionnés dans le tableau :

Tableau 7 : Composition Biochimique de la farine de poisson.

Paramètres d'analyses	Résultat (%/ MS)
Protéine	45.88
Matière grasse	15.45
Sucres totaux	0.57
Amidon	0
Humidité	8.07
Calcium	9.74
Phosphore	1.08
Glucides	3.9
Cendres	26.98
Valeur énergétique K cal/100g	338.17

L'analyse effectuée sur la farine a mis en évidence une teneur en eau de 8.07 %. Selon **Guerrero et Retière, (1992)**, la teneur en eau de la farine ne doit pas dépasser une valeur de 10 à 12 %. Il en ressort, que la farine formulée possède une teneur acceptable en eau ce qui montre que les conditions opératoire (température et durée) adoptées pour le séchage sont adéquates ; elles ont permis d'obtenir une farine sèche qui ne pose pas de risque de contamination microbienne lors du stockage. **Guerrero et Retière, (1992)**, ont montré que si, le taux d'humidité dépasse 14 %, les conditions seront propices à l'apparition de moisissures. Une teneur en eau trop faible va donner une farine très poussiéreuse et poser des problèmes tels le colmatage, le tassage, le passage à travers les sacs et l'évacuation dans le cyclone. Nous remarquons que notre farine renferme une proportion élevée en cendres soit 26,98 % due à l'utilisation de déchets lors de la fabrication, composée des os et des arêtes qui sont très riche en matière minérale. L'étude menée par **Frontier et al, (1977)**, montre que la teneur en cendres varie selon les coproduits utilisés pour une même espèce. La teneur en lipides dans cette farine est élevée. Selon les normes **FAO (1988)**, la farine ne doit pas contenir plus de 12 % de lipides. Une teneur importante en matière grasse peut provoquer un échauffement à l'entreposage, nuisant à la qualité finale, en l'exposant à un rancissement précoce (formation de peroxyde)

comme il a été démontré par **Guerrero et Retière, (1992)**. Cette forte teneur est due principalement à l'étape de pressage qui était mal conduite par manque du matériel adéquat ; c'est dans cette étape que la fraction liquide contenant l'huile est complètement séparée de la fraction solide (la farine). Dans notre cas le pressage a été effectué manuellement et donc la majeure partie de l'huile est restée collée à la matière solide.

La farine de poisson est riche en nutriments, comme les protéines, hautement digestibles et équilibrées en acides aminés, elle contient aussi des lipides qui ne sont pas totalement éliminés lors de sa fabrication et aussi des minéraux provenant du squelette et des écailles, ce qui la rend importante dans l'élevage des poissons (**Hertrampf et Piede Pascual., 2000**).

III.2 Farine d'azolla

III .2.1 Analyses organoleptiques de la farine d'azolla

La qualité organoleptique de cette farine est regroupée dans tableau suivant :

Tableau 8 : Qualité organoleptique de la farine d'azolla.

Paramètres organoleptique	Farine de déchet de sardine
Aspect	Poudre fine
Couleur	Vert
Odeur	Odeur d'azolla
Goût	Goût d'azolla

La farine d'azolla a elle aussi subit une analyse organoleptique ce qui a donné une poudre fine de couleur orange, de goût et d'odeur de-la farine d'azolla.

III.3 Les caractères physique d'aliment

L'alimentation artificielle constitue un aspect très important pour les poissons en élevage intensive.

➤ Densité apparente

La densité apparente des quatres aquariums est de 0.28 ± 0.03 , 11.26 ± 39.69 , 0.55 ± 0.15 , 1.07 ± 2.11 pour aliment (AT), aliment(A1), (A2) et (A3) respectivement.

Plus la masse volumique d'un corps est faible, plus son potentiel de flottabilité est grand, en particulier les objets qui flottent sur l'eau doivent être moins de 1g/cm^3 (densité de l'eau) en

masse (**Riaz, 2009**). La densité relativement faible de l'aliment pourrait être attribuée à l'expansion des granules, cela convient avec (**Jauncey et al. (2007)**).

➤ **Flottabilités**

Les résultats des tests de flottabilité montrent que les aliments testés (A1, A2, A3) et AT sont collants. En effet, les pourcentages de flottabilités sont 0% après un temps supérieur à 180 secondes (3 minutes) pour les aliments testés.

Les différences de flottabilité cela pourrait être le résultat de la granulométrie uniforme des ingrédients utilisé dans la production (**Hardy, 1989**).

D'après (**Almaraaj, 2010**), les granulés extrudés flottants sont plus demandés que les granulés coulants ; par ce qu'ils permettent à l'éleveur d'observer l'activité alimentaire des poissons et d'éviter ainsi le gaspillage de fourrage, et fournissent une énergie plus élevée que les aliments granulés qui coulent (**Johnson et Wandsvics, 1991**).

➤ **Taux d'absorption relative**

L'absorption d'eau des quatres aquariums est de $11,99 \pm 0,11$; $17,21 \pm 0,10$; $16,65 \pm 0,69$; $11,90 \pm 0,47$ pour aliment (AT), (A1), (A2) et (A3) respectivement.

D'après les résultats on remarque que l'aliment A1 (farine de poisson) ayant une absorption importante par rapport à d'autre aliment ; cela explique que la farine animale elle absorbe plus de l'eau que la farine végétale.

➤ **Stabilité dans l'eau**

La stabilité d'aliment dans l'eau elle est de $81,23 \pm 4,92$, $87,39 \pm 0,52$, $87,47 \pm 11,15$, $89,32 \pm 6,19$ pour aliment (AT), (A1), (A2) et (A3) respectivement pour 30min.

Pour 60 min elle est de $82,61 \pm 0,22$, $82,29 \pm 3,01$, $85,86 \pm 0,48$, $85,66 \pm 0,69$ pour aliment (AT), (A1), (A2) et (A3) respectivement. D'après (**Gouby, 1982**) l'incorporation de liant améliore considérablement la stabilité de l'eau.

➤ **Taux d'expansion**

Le taux d'expansion de quatres aquarium est de $9,81 \pm 2,81$; $17,54 \pm 116,53$; $18,33 \pm 0,693$; $14,44 \pm 16,20$ pour aliment (AT, A1, A2, A3) respectivement. Le régime A2 (farine d'azolla à 10%) ayant une meilleure expansion par rapport ou autre régime.

Selon Hardy (1989), l'expansion des granules est le résultat de l'extrusion ou de la cuisson des pastilles comme ils sont éjectés de force hors de la matrice de la machine, tout en extrusion elle-même est influencée par la quantité d'humidité et de chaleur appliquée au cours de la production de granules.

III .4 Paramètres physico-chimique de l'eau d'élevage

Durant toute la période d'essai, nous avons contrôlé quotidiennement certains paramètres physiques de l'eau des quatre aquariums (avant et après nourrissage) afin de les garder toujours proches de la valeur optimum requise pour Tilapia rouge.

➤ Température

Les températures de l'eau enregistrées durant l'expérience pour les quatre aquariums avant et après nourrissage sont illustrées dans la figure 29.

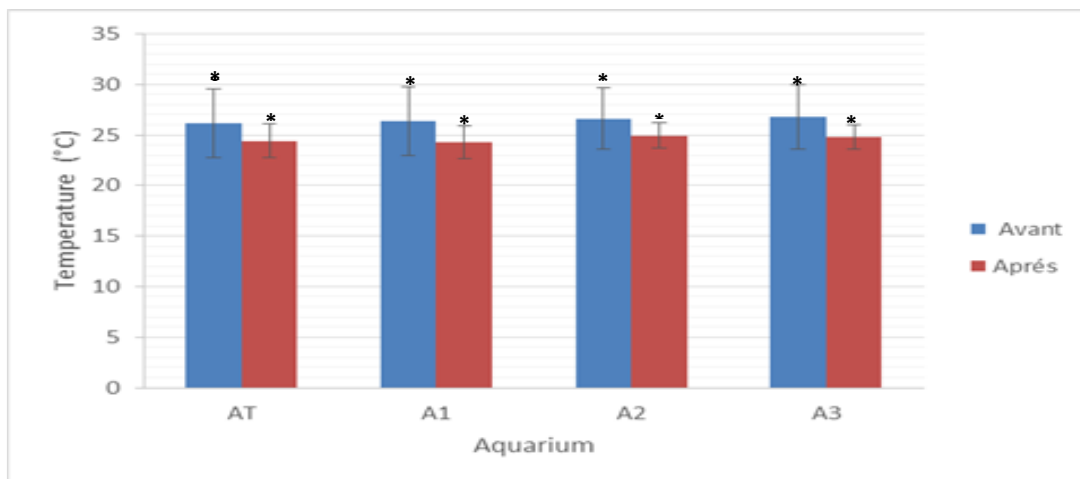


Figure 29 : Variations de la température de l'eau des quatre aquariums avant et après nourrissage (* : $p > 0.05$).

La température de l'eau pour les quatre aquariums s'étend sur une fourchette de $24,95 \pm 1,2790^\circ\text{C}$ minimum à $26,77 \pm 3,174^\circ\text{C}$ maximum respectivement. Ces valeurs sont avoisinantes de l'optimum pour la croissance du Tilapia sp qui est de 15 à 40°C , selon Balarin et Hatton, (1979).

Le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les quatre aquariums avant nourrissage.

Le test statistique d'ANOVA montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les quatre aquariums après nourrissage.

➤ pH

Les valeurs du pH enregistrées durant l'expérience pour les quatre aquariums avant et après nourrissage sont illustrées dans la figure 30.

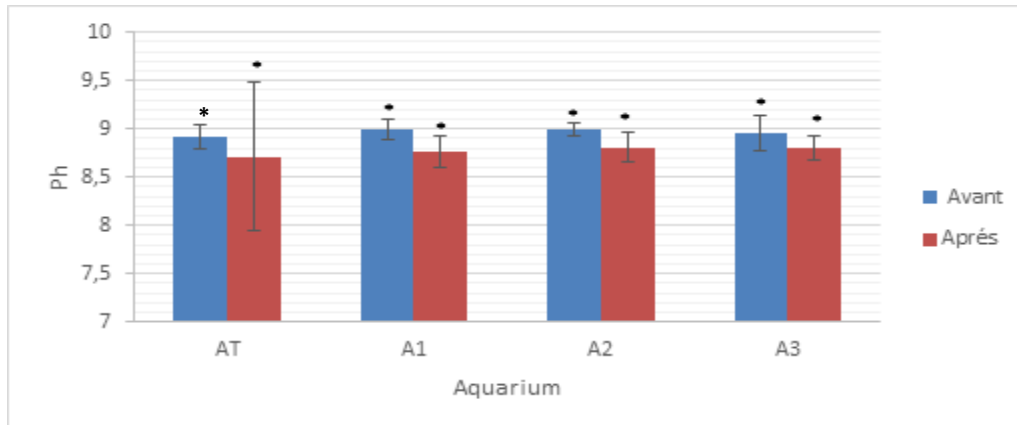


Figure 30 : Variations du pH de l'eau des quatre aquariums avant et après nourrissage (* : $p > 0.05$).

Les valeurs de pH de l'eau prélevée pour les quatre aquariums s'étendent entre de $8,71 \pm 0,768$; $8,92 \pm 0,124$ pour aquarium (AT, A1, A2, A3) respectivement. Il est resté stable jusqu'à la fin de l'expérimentation dans la fourchette des valeurs de pH recommandées pour la croissance du Tilapia rouge. **D'après Hecht (1996)**, Tilapia rouge est très adapté aux conditions environnementales extrêmes et peut vivre dans une gamme de pH de 5 à 11.

Le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les quatre aquariums avant et après nourrissage.

➤ Oxygène dissous

Les valeurs d'oxygène dissous de l'eau pour les quatre aquariums s'étendent entre $6,16 \pm 1,643$ et $7,415 \pm 1,007$ mg/l. pour aquarium (AT, A1, A2, A3) respectivement pour les quatre aquariums.

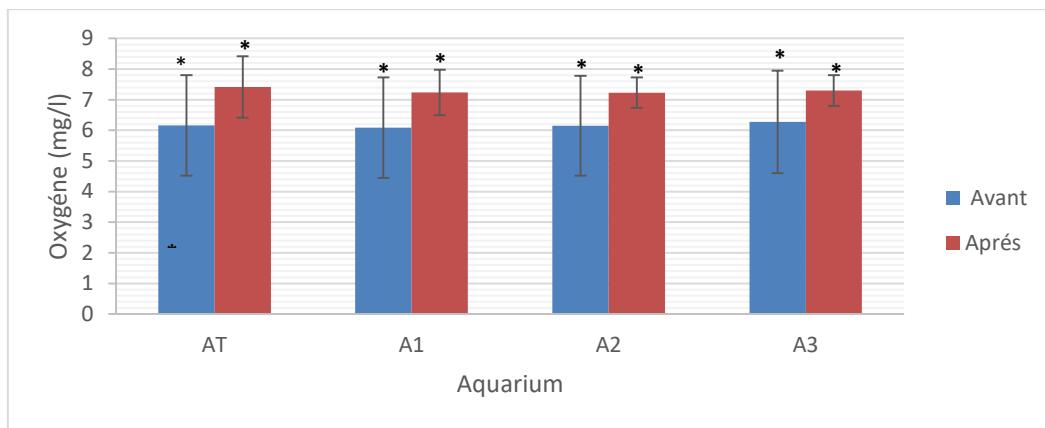


Figure 31 : Variations de l'oxygène dissous de l'eau des quatre aquariums avant et après nourrissage (* : $p > 0.05$).

Les concentrations d'oxygène dissous enregistré varient entre 6.3 et 7.5 mg/l. D'après **Mélard (2007)**, le tilapia peut résister à de faibles taux d'oxygène dissous et que l'optimum requis par cette espèce est de 5 mg/l. Les valeurs moyennes obtenues sont normales et ne constituent pas un problème pouvant affecter la survie des Tilapias.

Le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les quatre aquariums avant nourrissage. Le test statistique d'ANOVA montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les quatre aquariums après nourrissage.

➤ Conductivité

Les valeurs de conductivité de l'eau prélevée pour les quatre aquariums s'étend entre $1620,53 \pm 81,241$ et $1652,37 \pm 85,029$ $\mu\text{s}/\text{Cm}$ respectivement pour les quatre aquariums. Le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les quatre aquariums avant et après nourrissage.

L'eau peut être comme une solution électrolytique ; car tous ses constituants dissous, majeurs et mineurs, sont présents sous forme ionique. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (**Rodier et al. 2009**).

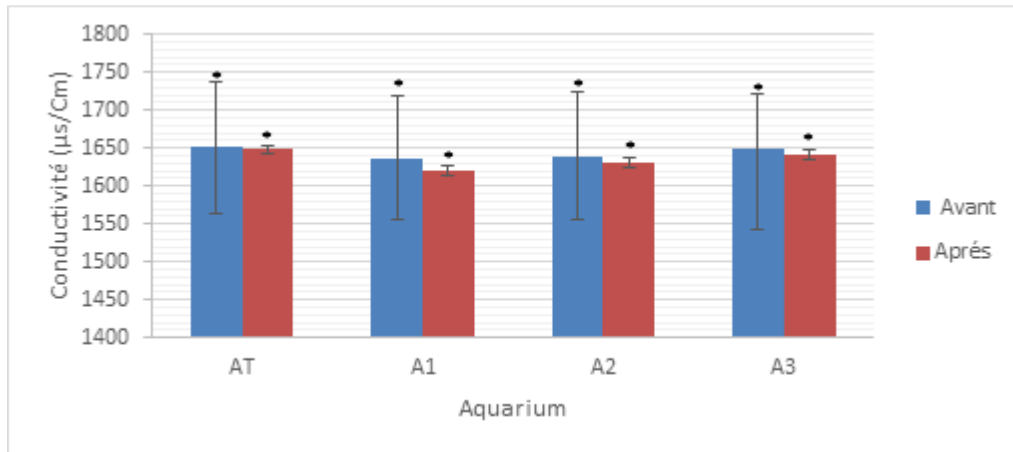


Figure 32 : Variations de conductivité de l'eau des quatre aquariums avant et après nourrissage (* : $p > 0.05$).

➤ Salinité

Le Tilapia est une espèce relativement euryhaline supportant des salinités de 0.015‰ à 30 ‰. L'eau utilisée durant notre expérience est une eau douce, dont la salinité de l'eau pour les quatre aquariums s'étend entre $0,86 \pm 0,42$ et $0,89 \pm 0,045$ pour aquarium (AT, A1, A2, A3) respectivement.

Le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les quatre aquariums avant et après nourrissage.

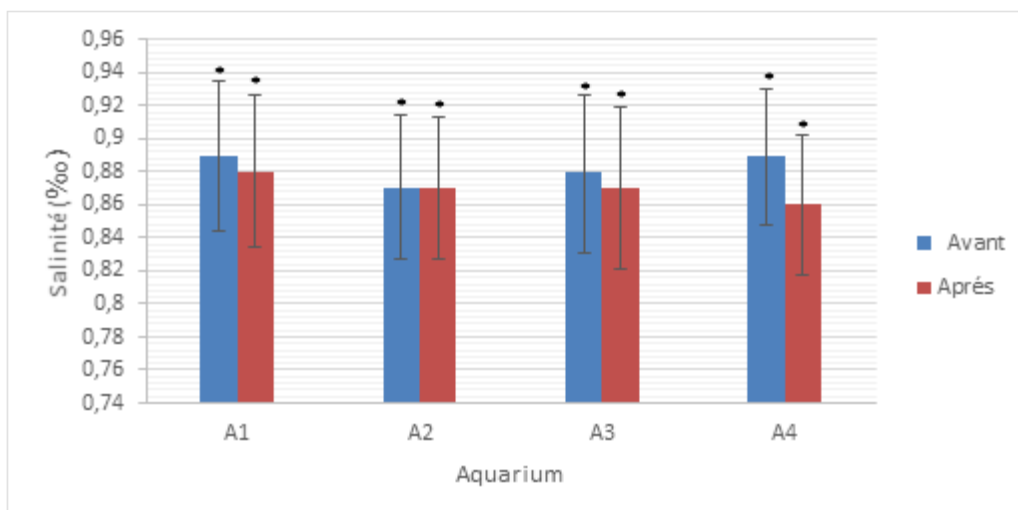


Figure 33 : Variations de salinité de l'eau des quatre aquariums avant et après nourrissage (* : $p > 0.05$).

➤ Turbidité

Les Tilapia présentent une bonne tolérance à la turbidité jusqu'à 13g de MES/L. Durant notre expérience la turbidité elle s'étale entre $4,2 \pm 2,39$ et $9,003 \pm 5,3037$ NTU, donc notre eau elle n'a subi aucun effet sur la croissance de poisson. Le test statistique d'ANOVA montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les quatre aquariums avant et après nourrissage.

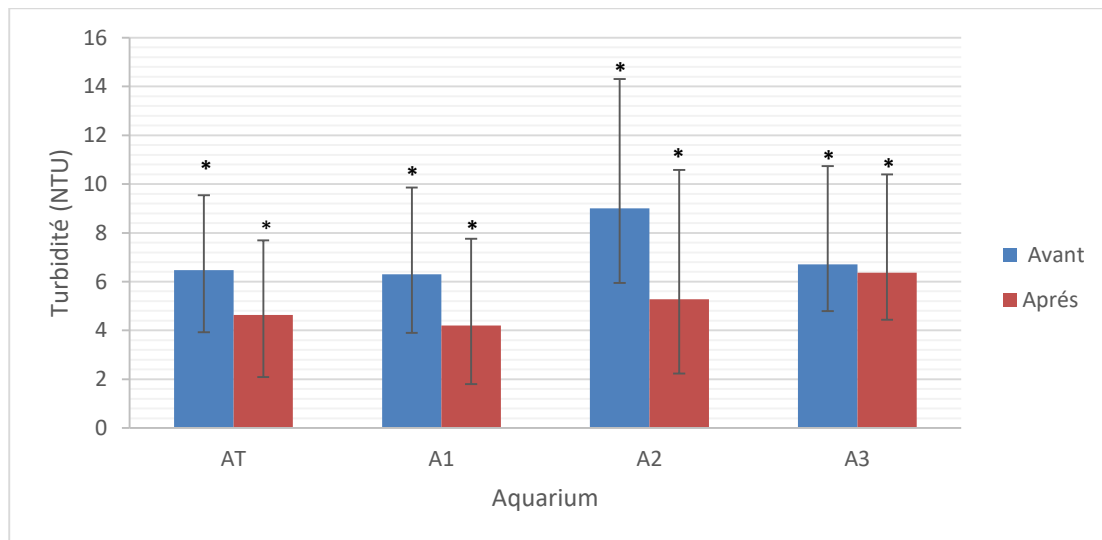


Figure 34 : Variations de turbidité de l'eau des quatre aquariums avant et après nourrissage (* : $p > 0.05$).

On conclut que les paramètres physico-chimique étudiés sont dans l'optimale et n'exercent aucun effet sur la croissance de *Tilapia sp.*

III.5 Performances zootechniques

Des méthodes analytiques fondées sur la détermination de différents indices zootechniques couramment utilisés (croissance pondérale, croissance linéaire) ont été représentés.

III .5.1 Croissance pondérale

Les poids moyens des quatre aquarium de poissons nourris aux quatre aliments sont illustrés par le tableau 9 et la figure 35.

Ces valeurs moyennes sont obtenues suite aux moyennes des mesures recueillies chez les poissons des deux aquariums de notre expérimentation.

Tableau 9 : Poids moyen des quatres lots de poissons nourris aux quatres aliments.

Dates	Poids moyen (g) des poissons nourris à l'aliment Témoin	Poids moyen (g) des poissons Nourris à l'aliment A1	Poids moyen (g) des poissons nourris à l'aliment A2	Poids moyen (g) des poissons nourris à l'aliment A3
S0	3.57 ± 1,21	5.52 ±1.6	3.28 ±0.94	3.93 ±1.47
S2	4.99 ± 1,67	6.23 ±1.85	4.71 ±1.21	4.93 ±1.62
S4	8.06 ± 2,48	8.4 ±2.51	6.76 ±2	6.95 ±2.41
S6	13.53 ± 4,19	11.83 ±4.02	9.73 ± 3.05	9.75 ± 3.36

Le tableau 9 nous dévoile que les poissons sont passés d'un poids moyen d'environ 3.57 ± 1.21 g à 13.53 ± 4.19 g pour ceux nourris à l'aliment T et de 5.52 ± 1.6 g à 11.83 ± 4.02 g pour ceux nourris à l'aliment A1 , pour A2 passe de 3.28 ± 0.94 g à 9.75 ± 3.05 g et A3 de 3.93 ± 1.47 g à 9.75 ± 3.36 au bout de 45 jours d'élevage. La croissance pondérale montre que les poids ont une haute évolution des quatres aliments durant l'expérimentation.

Pour S0, le test statistique d'ANOVA montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et aliment A2, A3 et une différence très significative ($p < 0.05$) pour A1 (Figure 35).

Pour S2, le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et aliment A2, A3 et une différence très significative ($p < 0.05$) pour A1 (Figure 35).

Pour S4, le test statistique d'ANOVA montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et aliment A1, A2, A3 (Figure 35).

Pour S6, le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et aliment A1 et une différence très significative ($p < 0.05$) pour A2, A3 (Figure 35).

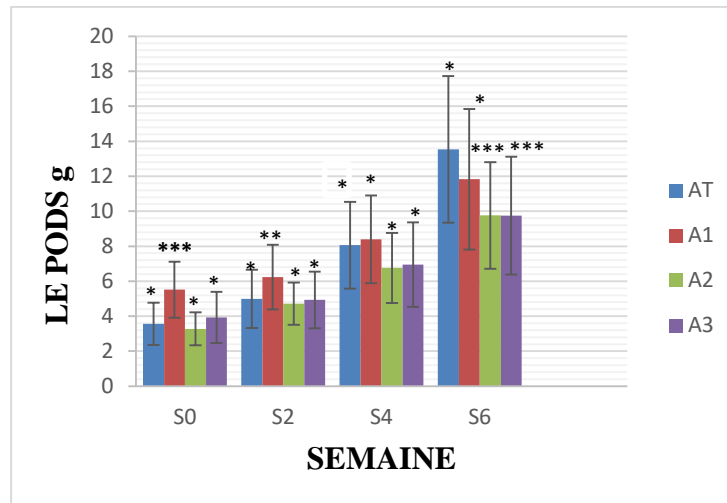


Figure 35 : Evolution du poids moyen de tilapia rouge nourris avec les différents aliments. (* : $p > 0.05$, *** : $p < 0.001$).

III .5.2 Croissance linéaire

Les tailles moyennes des quatres lots de poissons nourris aux différents aliments sont illustrées par le tableau 10 et la figure 36.

Ces valeurs moyennes sont obtenues suite aux moyennes des mesures recueillies chez les poissons des deux aquariums de notre expérimentation.

Tableau 10 : Tailles moyennes des quatres lots de poissons nourris aux quatres aliments.

Dates	taille moyen (g) des poissons nourris à l'aliment T	taille moyen (g) des poissons Nourris à l'aliment A1	Taille moyen (g) des poissons nourris à l'aliment A2	Taille moyen (g) des poissons nourris à l'aliment A3
S0	5.76 ± 0,64	5.52 ± 1,06	5.54 ± 0.69	5.97 ± 0.73
S2	6.55 ± 0,69	6.89 ± 0,81	6.36 ± 0.62	6.39 ± 0.89
S4	9.87 ± 0,82	7.64 ± 0,88	7.07 ± 0.83	7.11 ± 0.92
S6	9.09 ± 0,93	8.4 ± 1,07	7.95 ± 0.81	8.05 ± 0.95

Le tableau 10 nous révèle que les poissons sont passés d'une taille moyenne d'environ 5.76 ± 0.64 cm à 9.09 ± 0.93 cm pour ceux nourris à l'aliment T et de 5.52 ± 1.06 cm à une taille moyenne de 8.4 ± 1.07 cm pour ceux nourris à l'aliment A1 et pour A2 passe de 5.54 ± 0.69 cm à 7.95 ± 0.81 cm et de 5.97 ± 0.73 cm à 8.05 ± 0.95 cm pour A3 au bout de 45 jours d'élevage.

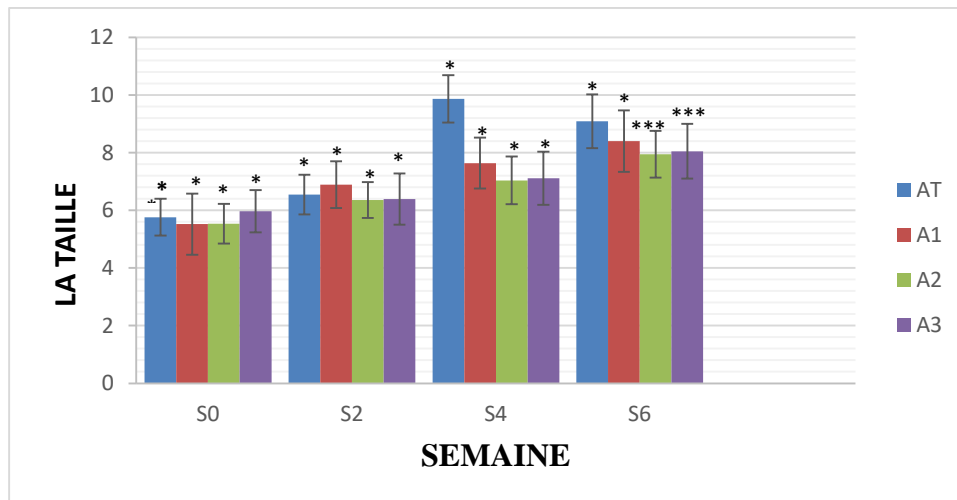


Figure 36 : Evolution de la taille moyenne de tilapia rouge nourris avec les différents aliments. (* : $p > 0.05$ **, *** : $p < 0.001$)

Les résultats obtenus pendant l'expérimentation ont révélé une évolution de la taille des quatre aquariums nourris chacun à l'aliment (AT, A1, A2, A3).

Cependant, nous avons noté une homogénéité des tailles obtenues poissons des quatre aquariums nourris à l'aliment (AT, A1, A2, A3). Ceci pourrait être dû à la nature de la constitution en ingrédients des aliments testés. L'évolution des tailles moyennes observée dans les deux bassins prouve que la ration alimentaire distribuée répond aux besoins de tilapia rouge.

Pour S0, le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et aliment A1, A2, A3 (Figure 36).

Pour S2, le test statistique d'ANOVA montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et aliment A1, A2, A3 (Figure 36).

Pour S4, le test statistique de Man witheney montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et aliment A1, A2, A3 (Figure 36).

Pour S6, le test statistique de Man witheney montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et aliment A1 et une très significative ($p < 0.05$) pour A2, A3 (Figure 36).

III.6 Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés

Les valeurs mentionnées dans le tableau 11 représentent la moyenne des quatre observations (aquariums) réalisées pour chaque régime expérimental. Ce tableau synthétique permet au lecteur d'avoir un aperçu détaillé et global des résultats obtenus pour chacun des quatre régimes.

Tableau 11 : Performances de croissance du Tilapia rouge nourri avec les quatre traitements.

Paramètres	Aliment (AT)	Aliment (A1)	Aliment (A2)	Aliment (A3)
Nbre initial	30	30	30	30
Nbre final	30	30	30	30
TS (%)	100%	100%	100%	100%
Poids.moy.initial(g)	3.57* ± 1.21	5.52*** ± 1.60	3.28* ± 3.28	3.93* ± 3.93
Poids. moy. final(g)	13.53* ± 4.19	11.83* ± 4.02	9.76*** ± 3.05	9.75*** ± 3.36
Taille initiale	5,76*±0,67	5,52*±1,06	5,54*±0,69	5,97*±0,73
Taille finale	9,09*±0,93	8,4*±1,07	7,95***±0,81	8,05***±0,95
Gain moyen quotidien (g/j)	0.22* ± 0.13	0.13* ± 0.09	0.14* ± 0.05	0.12* ± 0.06
Indice de conversion (g)	1.39* ± 0.42	2.39* ± 0.72	1.71* ± 0.01	2.21* ± 0.63
Taux de croissance spécifique (%/j)	2.95* ± 0.64	1.69* ± 0.78	2.41* ± 0.02	2.01* ± 0.43
Le facteur de condition K	K = 2 b = 2.85 R ² = 0.80	K = 5 b = 2.53 R ² = 0.75	K = 2 b = 2.96 R ² = 0.83	K = 2 b = 2.77 R ² = 0.92

➤ Taux de survie

Le taux de survie réel est calculé à partir des nombres finaux et initiaux des poissons. Elle est de 100% pour les quatre aliments expérimentaux. L'état générale des poissons en fin de

l'expérience était excellente. Ces résultats confirment la bonne qualité et la valeur nutritionnelle des aliments testés.

➤ **Gain de poids quotidien (GMQ)**

La quantité d'aliment ingéré selon le régime chez les juvéniles de Tilapia rouge est illustré dans le tableau 11. D'après ce tableau les poissons qui sont alimenté par l'aliment AT présente une meilleure performance suivit par l'aliment A2, puis par l'aliment A1 et en dernier l'aliment A3.

Toutefois, les valeurs de gains quotidiens sont largement supérieures à celle de 0.05g/j à 0.02g/j obtenus par **Fiogbé et al. (2004)** dans les mêmes systèmes d'élevages.

Le test statistique ANOVA montre qu'il n'y a aucune différence significative ($p > 0.05$) entre l'aliment témoins et les aliments fabriqués.

➤ **Taux de croissance spécifique (TCS)**

Les valeurs des taux de croissance spécifique sont illustrées dans le tableau 11. Durant la période de notre expérience on a remarqué que les juvénile de l'aliment (AT) présente un TCS supérieur à ce des juvéniles nourris avec l'aliment (A1), aliment (A2) aliment (A3), mais les valeurs de TCS enregistrées pour les quatres aquariums sont rapproché entre eux (2.95 ± 0.64 , 1.69 ± 0.78 , 2.41 ± 0.02 , 2.01 ± 0.43) respectivement.

Les taux de croissance spécifique pondérale obtenus dans le cadre de notre étude sont supérieurs à ceux rapportés par **Avit et al. (2012)** (0.64) et **Gbai et al. (2014)** (1.49).

Le test d'ANOVA montre qu'il n'y a aucune différence significative ($p > 0.05$) entre l'aliment témoins et les aliments fabriqués (Tableau 11).

➤ **Indice de conversion**

L'IC le plus élevé est observé pour l'aliment A1 de 2.39 ± 0.72 et l'IC le plus bas est observé chez l'aliment A2 qui est de 1.71 ± 0.01 . Ces valeurs sont semblables que celles obtenues par **Abdel-Warithet et al., (2001)** qui variaient entre 1,25 et 2,80 pour les alevins nourris avec des aliments à base de sous-produits aviaires. Le test statistique de Kruskal Wallis montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment témoin et les aliments formulés.

Les poissons ont été nourris 2 fois par jour, à 9 heures et 15 heures, respectivement. Il n'y a eu aucun gaspillage apparent d'aliment, tout l'aliment distribué étant ingéré par les poissons. De plus, Tilapia rouge se nourrit aussi bien en surface et en fond de l'eau, ce qui a facilité la distribution de l'aliment. De même, **Fagbenro et al., (1999)**, nourrissait ses poissons deux fois par jour à satiété, cela durant 45 jours. En nourrissant nos poissons de la sorte, nous leur avons fourni une quantité d'aliment optimale, ce qui explique les bons résultats observés pour nos taux de conversion alimentaire.

➤ **Le facteur de condition K**

Le facteur de condition c'est la relation entre la longueur totale des poissons et leur poids.

Elle est représenté par la relation de le **Cren, 1951** ($Pt=a.Lt.b$) ou :

-Pt : poids totale du poisson en g.

- Lt : Taille totale du poisson en cm.

-a et b : sont des facteurs caractéristiques du milieu et de l'espèce par transformation

Logarithmique.

Le coefficient b (pente de la droite de régression) varie entre 2 et 4, mais il est souvent proche de 3. Il exprime la forme relative du corps d'un poisson lorsqu'il est égal à 3 la croissance est isométrique. Lorsqu'il s'éloigne ou du moins est différent de 3, la croissance est. Allométrique. Un coefficient b supérieure à 3 indique une meilleure croissance en poids qu'en longueur et inversement (**Micha, 1973 ; Ricker, 1980**).

D'après la figure 37 on remarque que le coefficient b des quatres aquariums il est inférieur de 3 cela indique qu'il ya une meilleure croissance en taille qu'en poids.

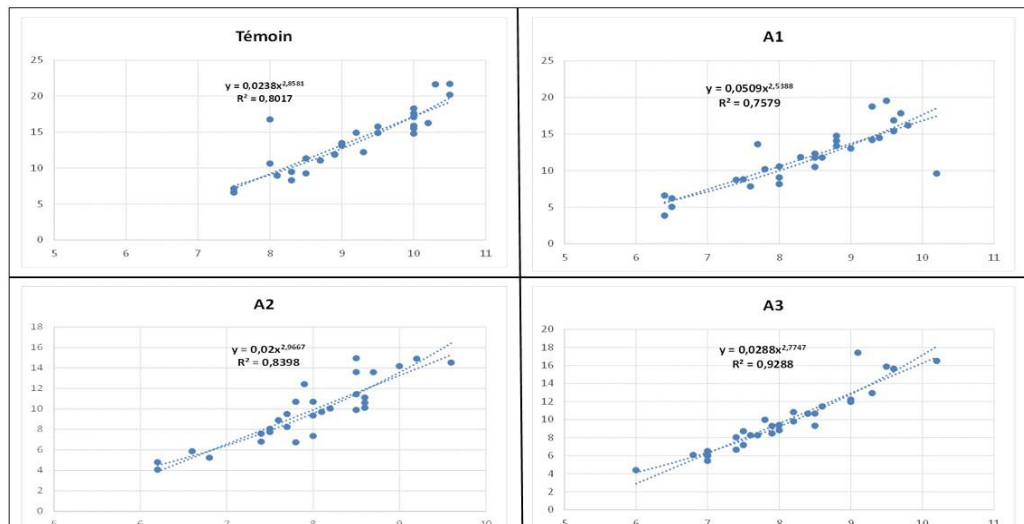


Figure 37 : Évolution de facteur de condition K.

III.7 Résultat parasitaire

III.7.1 Ectoparasitaire

D’après notre étude, on a remarqué l’indispensabilité des parasites au niveau, les branchies, les nageoires (figure 38).

III.7.2 Endoparasitaire

D’après notre étude, on a remarqué l’indispensabilité des parasites au niveau de tube digestif (figure 38).

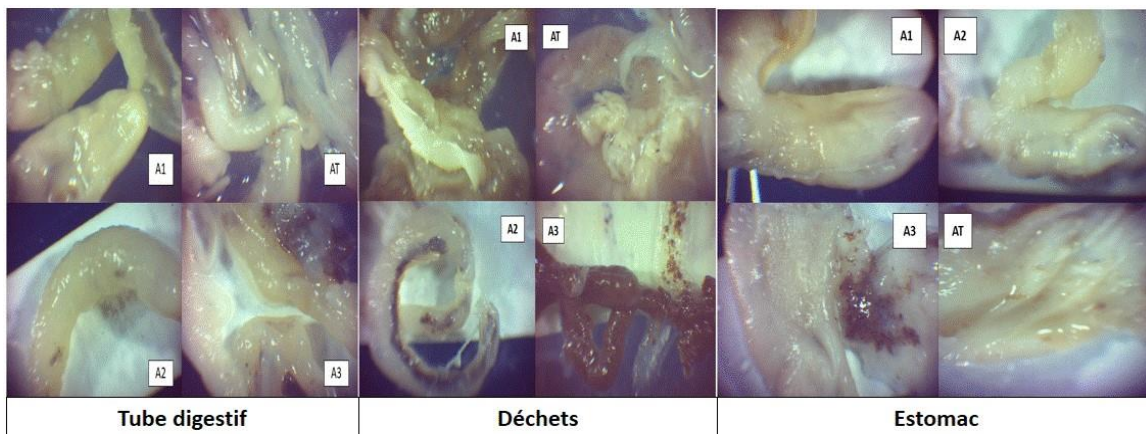


Figure 38 : figure montre absence des parasites.

D'après notre résultat, on a remarqué l'indispensabilité des parasites au niveau de la peau, les branchies, les nageoires et le tube digestif. Cela explique que l'aliment été préparé dans des bonnes conditions aussi que le contrôle des paramètres physico-chimique et l'hygiène des aquariums est contrôlé quotidiennement et une bonne manipulation sur les poissons durant toute la période de l'expérience qui a duré (45jour).

III.8 Résultat de l'analyse de l'aliment

III.8.1 Données biochimiques des régimes expérimentaux

La composition biochimique de l'aliment formulé au CNRDPA été déterminée après analyse au laboratoire (ONAB), pour le (AT) l'aliment commercial, elle est mentionnée sur le conditionnement. Celle-ci est reprise à titre d'information dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Composition biochimique de l'aliment artificiel et l'aliment témoin.

Analyse	Résultat (%)			
	AT	A1	A2	A3
Protéine brute	48	31,72	28.77	29,19
Cellulose brute	1,8	6,46	3.4	5.4
Lipides (Matières grasses)	14	8.76	8.69	8.16
Sucre totaux	/	3.39	3.09	2,11
Amidon	/	16.84	13.58	5,21
Glucides	/	20.23	16.67	17,32
Valeur énergétique k cal/100g	/	299.56	266.77	270,28
Calcium	1,2	3.95	3.9	2,74
Phosphore	1,1	2.19	1.88	1,68

D'après les résultats indiqués dans le tableau, l'aliment A1 (farine de poisson) contient une quantité importante de protéines, lipide et de cellulose brute par rapport à l'aliment A2 et A3, cela revient à la nature des matières premières (farine de poisson et farine d'azolla). Ces derniers présentent une légère différence par rapport à l'aliment témoin.

Les sucres totaux, amidon, glucides et valeur énergétique présente une différence moyenne pour les trois aliments (A1, A2, A3).

Concernant le calcium et le phosphore, l'aliment A1 (farine de poisson) contient une valeur élevée par rapport à l'aliment témoin, aliment A2 et A3 (farine d'azolla à 10% et 20%).

Les trois aliments sont acceptés par *tilapia sp*, ceci peut être dû à la technique employée lors de la préparation et la fabrication des aliments. Ces derniers sont plus attirés par rapport à l'aliment témoin car au moment de la distribution de l'aliment, les poissons ont montré une agitation dès le contact des aliments avec l'eau. Ceci semble dû à la nature des ingrédients utilisés (la farine de poisson et farine d'azolla).

III.8.2 Données biochimiques de la chair

Tableau 13 : Le pourcentage des protéines de la chair de poisson.

Type d'aliment	AT	A1	A2	A3
Protéines (%)	53,41	58,28	64,32	60,56

En comparaison, les résultats mentionnés dans le tableau, sont différents. L'aliment A2 présente une valeur plus élevée en protéine de 64.32 %, cette quantité est supérieure vis-à-vis de toutes les aliments A3, A1, AT respectivement.

Les valeurs obtenues expliquent que la qualité de l'aliment distribué (A2, A3, A1, AT), a une bonne fréquence de nourrissage ou l'ingestion elle est presque totale de l'aliment distribué. et les protéines d'origine végétale (farine d'azolla) entraînent de bonne performance pour *tilapia* rouge.

III .9 Analyse toxicologique

III.9.1 Catalase

D'après notre résultat, on a trouvé une légère différence de l'activité de catalase (204.98 ± 55.25 ; 210.71 ± 51.85 ; 201.99 ± 82.34 ; 233.42 ± 65.97) pour les quatre aliments (AT, A1, A2, A3) respectivement. Le test statistique d'ANOVA montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aquarium témoin et aquarium (A1, A2, A3) (figure 39).

Ces résultats montrent l'absence d'un stress oxydant au niveau de *tilapia sp* qui explique que les aquariums ont été dans des bonnes conditions aussi que les paramètres physico-chimique et l'élevage de *tilapia sp* ont subi une bonne manipulation durant les 45 jours.

La catalase est un composant antioxydant primaire de la défense. Elle élimine le peroxyde d'hydrogène, espèce réactive non-radicalaire de l'oxygène, qui peut pénétrer par toutes les membranes biologiques. Cette activité pourra être induite en fonction de plusieurs paramètres, notamment l'espèce, la nature ou la concentration du contaminant et l'aliment (**Regoli, 2006**) (**P. Pascual ; et al 2002**).

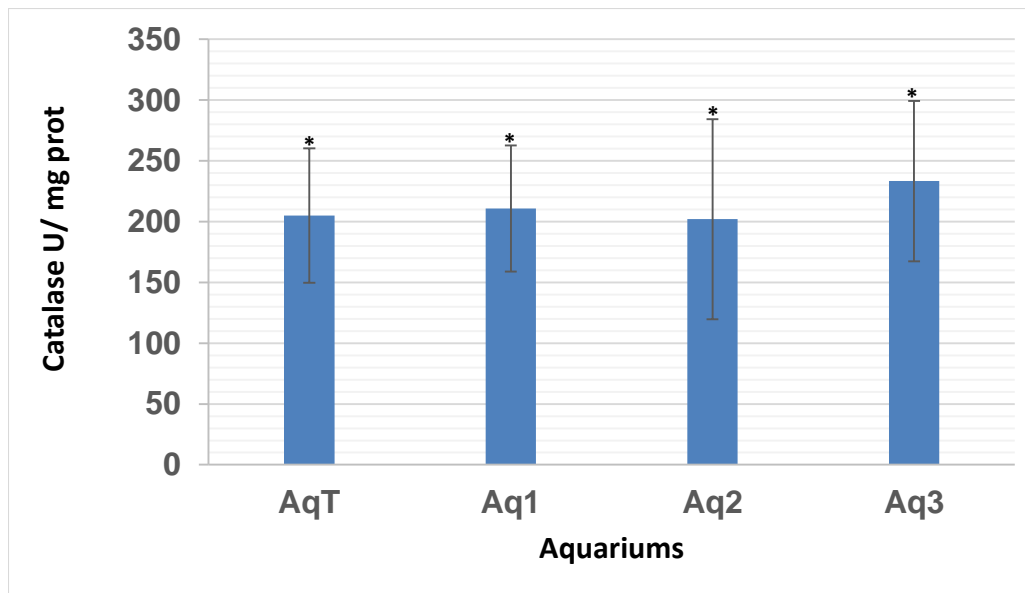


Figure 39 : Évolution de dosage de catalase (* : $p > 0.05$).

III.9.2 Protéase

L'activité proteoliques est de (1.05 ± 0.29 ; 1.12 ± 0.11 ; 0.96 ± 0.11 ; 0.14 ± 0.03) pour les quatres aliments respectivement.

Le test statistique d'ANOVA montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre l'aquarium témoin et l'aquarium A1, A2 (figure 40).

Le test statistique d'ANOVA montre qu'il existe une différence très significative ($p < 0.05$) entre l'aliment témoin et l'aliment A3 (figure 40).

D'après notre résultats, une déférence hautement significative entre l'activité proteoliques dans l'aliment A3 par rapport aux autres aliments (A1, A2 et AT). Ainsi une bonnes croissances des poissons d'aquarium A3 par rapport aux aquariums. Ces différences de l'activité proteoliques peut être lie à la nature et le pourcentage des protéines d'origine végétale incorporés dans aliment A3.

L'activité de la protéase est plus au moins stable, pas d'altération protéolytique confirmée en se référant aux dosages des protéines. Dans un travail de (Naili et Naili, 2015) sur l'utilisation des biomarqueurs de stress comme indicateur de la qualité de poisson, il a été démontré que l'organe responsable de l'altération protéolytique est l'intestin où l'éclatement de l'abdomen qui est à l'origine à la libération des enzymes d'altération pour la chair des produits de la pêche.

Selon (Klahan et al., 2009), l'activité des protéases alcalines est initialement faible dans les premiers stades juvéniles et la digestion générale des protéines dépend fortement des phosphatases alcalines plutôt que des enzymes peptiques. Ainsi, une baisse de l'activité protéasique a été corrélée à une diminution de la proportion de farine de poisson dans l'alimentation (Silva et Anderson, 1994).

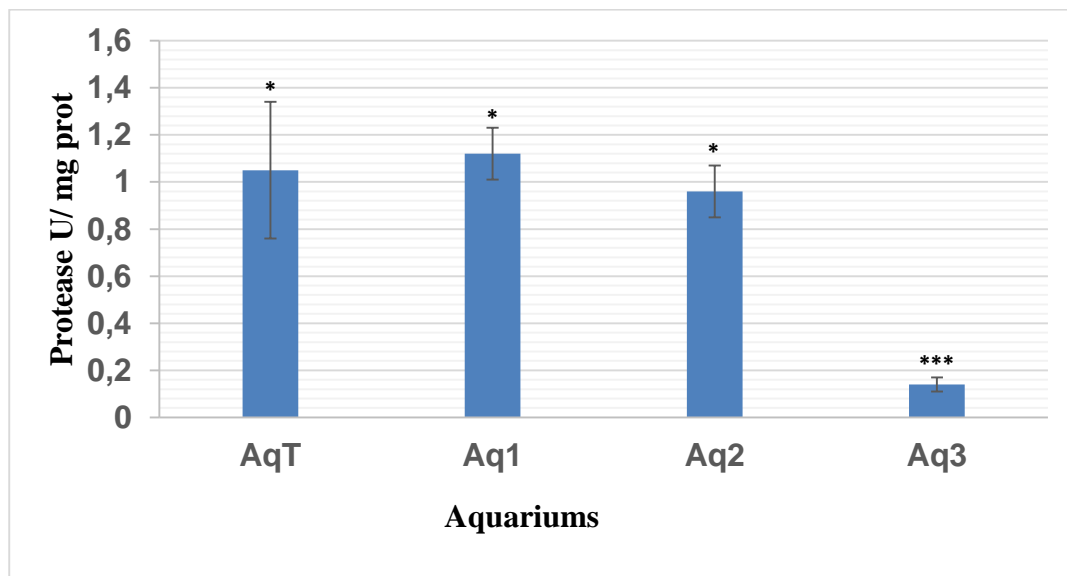


Figure 40: Évolution de dosage de protéase (* : $p > 0.05$).

Conclusion

Ce présent travail a été réalisé dans le but d'étudier la fabrication et la formulation des aliments pour juvéniles de *tilapia rouge sp* à base de produit animale (farine de poisson) et produit végétale (farine d'azolla à différent pourcentage) à l'intérêt aquacole et d'autres part, d'étudier un analyse biochimique, parasitologique, toxicologique (dosage enzymatique : catalase et protéase), sur *tilapia sp*.

Le poisson tilapia d'eau douce « *Oreochromis Sp* » a été choisi comme modèle biologique, dont l'objectif d'étudier la performance des aliments fabriqués via la croissance. Un contrôle de la qualité biochimique, parasitologie et toxicologique des poissons testé.

D'après nos résultats, il ressort que :

- La bonne croissance chez le tilapia sp est observée à celui qui nourrit à l'aliment Témoin suivi par l'aliment à basse de la farine de poisson (A1) puis à celui qui nourris à base de farine d'azolla (A2, A3).
- Les caractères physiques d'aliment montrent que les aliments formulés (A1, A2, A3) SONT plus stable que l'aliment témoin.
- L'état général des poissons en fin d'expériences était tout à fait satisfaisant avec un taux de survie de 100 % pour les quatres régimes expérimentaux. Ceci montre que les paramètres physiques d'eau d'élevage se situent dans les intervalles recommandé pour l'élevage de tilapia rouge.
- Concernant les paramètres zootechniques, l'indice de conversion suivre l'ordre suivant (AT > A2 > A3 > A1). Qui signifie que les aliments formulés semblent présentés une bonne croissance que celle obtenue avec l'aliment témoins.
- Les facteurs de condition k permettant de conclu que la croissance de tilapia rouge est allométrique qui signifie une croissance en longueur qu'en poids.
- Les études parasitaires montrent une absence totale du parasite exogène et endogène.
- La stabilité de l'enzyme antioxydant catalase chez tilapia rouge montre que le poisson n'a pas subi aucun stress oxydatif durant la période d'expérimentation.

Perspective

Il serait intéressant :

- De mener une autre étude à grande échelle sur une longue période qui permettrait de

faire l'inventaire de tous les produits et ingrédients locaux utilisables dans la pisciculture en Algérie.

- De terminer le poursuivre de cette étude pour d'autre stade (alevin, pré-grossissement).
- De développer ce type de recherche car il est devenu nécessaire de fabriquer des aliments basés sur des ingrédients à moindre cout afin d'améliorer la production locale.
- Prévoir le matériel nécessaire pour les analyses d'autres paramètres biochimiques d'aliment et de la chair.
- De valoriser les déchets de poisson (déchets menagère et conserverie) pour fabriquer la farine de poisson.
- Entamera une étude histologique.

- **Abdel-Warith, Russell, P. M. ET Davies, S. J. (2001).** Inclusion of a commercial poultry by-product meal as a protein replacement of fish meal in practical diets for African catfish *Tilapia sp* (Burchell 1822). *Aquaculture Research*, 32: 296-305.
- **Almaraaj S.** Extruded floating fish feed, a Boost foFarmers. Retrieved Online: <http://www.thehindu.scitech/agriculture>. 29th July, 2015.
- **Balarin, J.D ET Hatton J.D., (1979).** *Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa*. Unit of Aquatic Path biology, Stirling University.
- **Benche V, Dansko D. F.1994.** Reproduction des espèces d'intérêts halieutique. In Quensière J. (Ed). *La pêche dans le Delta Centrerale du Niger*.
- **Campbell, D. (1978).** Formulation des aliments destinent à l'élevage de *tilapia nilotica* en cages dans le lac de kossou côte d'ivoire. [En ligne] http://www.fao.org/3/contents/cc471af91520-5729-87d6_67cb32e63ae2/AC424F00.htm.
- **Costa ML, Santos MCR, Carrapico, F, Pereirac, AL, 2009.** *Azolla-Anabaena's* behaviour in urban wastewater and artificial media-Influence of combined nitrogen. *Water Resource*. 43, 3743- 3750.
- **Claiborne A. (1985)** Catalase activity. In: Greenwald R.A. Ed. *Handbook of Methods for Oxygen Radical Research*, C.R.C. Press, Boca Raton, Florida. p. 283-284.
- **El-Sayed A.-F.m., 2006,** *Tilapia culture*, cab Ineternational Publishing, London UK.294p.
- **Dumay J., Barthomeuf C. et Bergé J. P0 (2004).** How enzymes may be helpful for upgrading fush by- products : enhancement of fat extraction *J.Aquatic Fish Product Technol.*, 13,69-84.
- **Fagbenro, O. A. et Davies, S. J. (1999).** Use of soybean flour (dehulled, solventextracted soybean) as a fish meal substitute in practical diets for African catfish, *Clarias garepinus* (Burchell 1822): growth, feed utilization and digestibility. *J. Appl. Ichthyol.*, 17 (64-69):
- **Falayi BA, Sadiku OE.** *Biotechnology of Floating Feed Development*. International

Journal of Innovative Research and Development. 2013; 2(5): 387-1407.

- **FAO ,2012.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO, Rome(Italie) ,241P.
- **FAO, 2018.** Culture aquatic species information program: Oreochromis niloticus(Linnaeus 1758). Available at <http://www.fao.org>.
- **FAO. (1988).** Le Poisson frais: qualité et altérations de la qualité, manuel de formation préparé pour le Programme de perfectionnement FAO/DANIDA sur la technologie du poisson et le contrôle de qualité ; N°29 Rome.1.
- **FAO. (2000).** Projet FIDA. Dans le cadre du suivi biologique des ressources halieutiques Centre national d'étude et documentation pour la pêche et l'aquaculture service d'étude (CNDPA), 40 p.
- **FAO. (2006).** L'état des ressources halieutiques marines mondiale. Service des ressources marines.
- **Froese, R. et Pauly, D. (2017).** Oreochromis niloticus summary page. Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
- **Frontier, A., Rivière, R., Favier, J., Abaraham, J., Kaderbay, B., Maupetit, P., Noblet, M et Abona, M. (1977).** Valeur alimentaire de farines fabriquées en laboratoire à partir de la region de Nosy-Be, ANN.31.319-342.
- **Fiogbé E.et al. 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. Available online at <http://www.ajol.info>.
- **Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Metailler R., 1999.** Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Ed. INRA, Paris, p 360.
- **Galman, O.R. and R.R. Avtalion, 1983.** A preliminary investigation of the characteristicsOf red tilapias from the Philippines and Taiwan. p. 291-301. In Proceedings of the International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 8-13 May 1983. Nazareth, Israel. Tel Aviv, Israel. 624 p.

- **Guerrero, M., Retiére, L. (1992).** Etude de la farine de poisson Ifremer/ inter pêche.
- **Hachette. 1996.** An alternative life history approach to the nutrition and feeding of Siluroidei larvae and early juveniles. *Aquatic Living Resources*, 9: 121-133.
- **Hardy, R. W. 1989.** Diet preparation. In *Fish Nutrition*, 2nd edn, ed. J. E.
- **Hertrampf, J. W. et Piedad-Pascual, F. (2000).** Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds. Kluwer Academic: Dordrecht, 573 p.
- **Hudson BI, Wendt T, Bucciarelli LG, et al.** Diabetic vascular disease: it's all the RAGE. *Antioxid Redox Signal*, 2005, 7, 1588-1600.
- **Jauncey K, Sorensen PL, Areola F.** A Short Handbook -Catfish Feed for Nigeria (materials storage, handling, stock and quality control, ingredients, feed formulation, feed use/ husbandry and technical aspects of feed manufacture) The CDE, Brussels, 2007
- **Jobling M., Meløy O. H., ET Dos Santos Christiansen J. S., 1994.** The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. *Aquacult. Int.* 2 (2): 75– 90
- **Johnson TA, Wandsvick SK.** *Fish Nutrition and Development in Aquaculture.* Published by C & H. 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, 1991, 1-119.
- **Klahan, Rungkan, Nontawith Areechon, Ruangvit Yoonpundh, et Arunee Engkagul. 2009.** « Characterization and Activity of Digestive Enzymes in Different Sizes of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus* L.) ». *Agriculture and Natural Resources* 43 (1): 143-53.
- **Lazard J, 2007.** Aquaculture et espèces introduites: Exemple de la domestication ex situ des tilapias. *Cahiers Agricultures*, 16(2): 123–124p.
- **Lazard J, 2013.** Les paradoxes et les questionnements soulevés par l'exploitation de la biodiversité (autochtone et introduite) en aquaculture. *Potentiels de la science pour l'avenir de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement*, 1–13p.
- **Léveque et Paugy,** Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest= The fresh and brackish water fishes of West Africa.
- **Léveque et Paugy,** Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest= The fresh and brackish water fishes of West Africa.
- **Liams, B. (2002),** La pêche et l'aquaculture dans le monde. *Revue Agro ligne* N24. Août, Septembre, 2002, TNS communication, Montpellier. pp 6.
- **Lim, C. ET C.D. Webster, 2006.** *Tilapia biology, culture and nutrition.* The Haworth Press, Inc, Binghamton, NY.

- **Lowry., Rosebrough N. J., Farr A. L., Randall R. J., 1951.** Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of biological Chemistry*, 193, 265-275.
- **Marin Michèle., René Frédéric., 2000.** Lyophilisation. F3240.
- **Lovell, R.T. et Limsuwan, T., 1982.** Intestinal synthesis and dietary nonessentially of vitamin B₁₂ in *Tilapia nilotica*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111, 485p.
- **Malcom, C., Beveridge, H. et McAndrew, B. (2000).** Tilapias: biologie and exploitation. Institute of aquaculture. University of Stirling, Scotland.
- **MECHAKRA A., AUBERGER B., REMEUF F., LENOIR J., 1999.** Optimisation d'un milieu de culture pour la production d'enzymes protéolytiques acides par *Penicillium camemberti*. *Sci. Aliments.*, 19 : 663-675.
- **Micha JC (1973).** Étude des populations piscicoles de l'Bangui et tentatives des élections et d'adaptation d'un étang de pisciculture : Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, France.
- **NRC (National Research Council). 1993.** Nutrient Requirements of Fish, National Acad. Press, Washington, D. C 114.
- **Ould Tarbiya, M-L Ould Mouhamédou, F. (2011).** Etude diagnostique de la de la farine.
- **PILLAY, T. V. R. (1990).** Aquaculture: principles and practices. Fishing News Books: Oxford.
- **Pougmogne V, Nana J.P., Pougmone J.B.1998.** Principe de pisciculture appliqué en milieu tropical.africain. Comment produire du poisson a cout modéré des exemples de cameron.CEPIO/coopération Française Yaoundé.presse Universitaire d'Afrique .236.
- **P. Pascual a,1, J.R. Pedrajas b,1, F. Toribio c, J. Lo´pez-Barea c, J. Peinado c, a**
Laboratorio Agroalimentario, Alameda del Obispo, 14071 Cordoba, Spain b Departamento de Biología Experimental, Universidad de Jaén, Jaen, Spain c Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Campus de Rabanales, Edif. Severo Ochoa, Universidad de Córdoba,

14071 Cordoba, Spain .Received 19 September 2002; received in revised form 27 December 2002; accepted 28 December 2002

- **Riaz MN.** Advances in Aquaculture Feed Extrusion. In: 17th Annual ASAIM SEA Feed Technology and Nutrition Workshop. 2009, 15 – 19.
- **Richmond A., 2004.** Handbook of microalgal culture-biotechnology and applied phycology. Blackwell science Ltd. Oxford, UK. 566, p228- 230.
- **SANDHYA C., SUMANTHA A., SZAKACS G., PANDEY A., 2005.** Comparative evaluation of neutral protease production by *Aspergillus oryzae* in submerged and solid-state fermentation. Proc. Biochem., 40 : 2689-2694.
- **Shahidi F. (2006)** Maximising the value of marine by-products . Memorial University of New foundland, canada, pp.550.
- **Shiau S.Y., 2002.** Tilapia, *Oreochromis* sp. Page: 273-292. In Webster C.D. and Lim C. (eds.) Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture.CABI publishing.
- **Soltan M A, Hanafy M A ET Wafa M I A. 2008.** Effect of replacing a mixture of plant protein sources in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. Global Vétérinaire 2 (4): 157–64.
- **Stickney, R.R. Wurts, W.A., 1976.**Growth response of blue tilapia to selected levels of dietary menhaden and catfish oil, prog, fish-cult, 48:107-109.
- **Silva, S. S. de, et T. A. Anderson. 1994.** Fish Nutrition in Aquaculture. Springer Science & Business Media.
- **Tacon A.G.J. 1993.** Feed formulation and on-farm feed management. In M.B.New, A.G.J. Tacon and I. Csavas, eds. Farm-made aquafeeds, p. 61-74.Proceedings of the FAO/AADCP Regional Expert Consultation on Farm-Made Aquafeeds.Bangkok, FAORAPA/AADCP.
- **Trewavas, E., (1983).** Tilapiine Fishes of Genra *Sarotherdon* *Oreochromis* and

Danakilia. British Museum Nat. Hist. 583 P. (UIG), U.N.E.C.E.D. (F.N.D.P.): 212.

- **Welker, T.L. ET Lim.C, 2011.**Use of probiotics in diets of tilapia. Journal of Aquaculture Research and Development. S1:014. Doi: 10.4172/2155- 9546.S1-014
- **Wilson R P, Robinson E H, Gatlin D M ET Poe W E. 1989.** Dietary phosphorus requirement of channel catfish, (*Ictalurus punctatus*). Journal of Nutrition 112 (6): 1197– 202.
- **Winfrey (R.A.) et Stickney (R.R.), 1981.** Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea* J. Nutr., 111 (6): 1001-1012.

Annexe 01



Figure 01 : Pompe à l'oxygène



Figure 02 : Thermostat



Figure 03 : Épuisette et tuyau



Figure 04 : Une Balance



Figure 05 : Tuyau à l'air et diffuseur



Figure 06 : Cuisson à vapeur

Annexe 02



Figure 06 : Broyeur



Figure 07 : Hachoir



Figure 08 : Piaculisse



Figure 09 : Micropipette + tube epindofe



Figure 10 : Trousse de dissection



Figure 11 : Lyophilisateur

Annexe 03



Figure 12 : Bain marie



Figure 13 : Centrifugeuse



Figure 14 : Une Loupe



Figure 15 : Balance analytique



Figure 16 : Catalyseur



Figure 17 : Distillateur



Figure 18 : Four



Figure 19 : Appareil d'extraction

Annexe 04

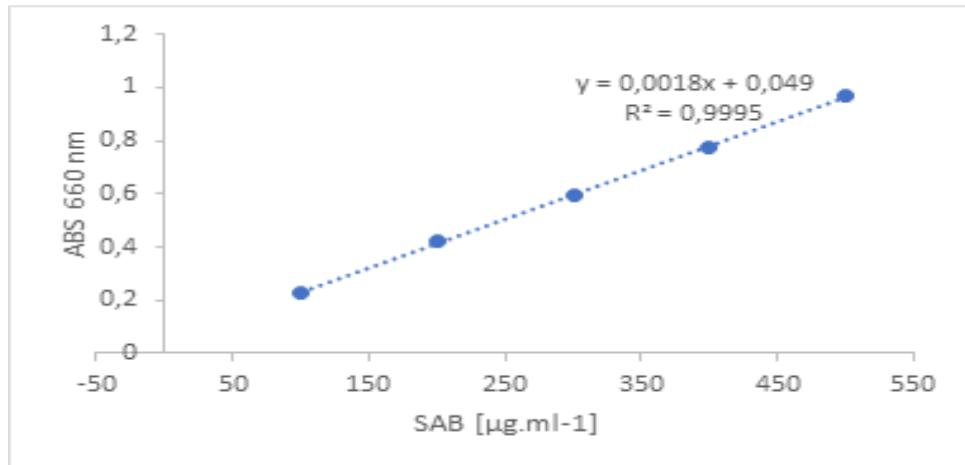


Figure 20 : courbe d'étalonnage pour dosage des proteines

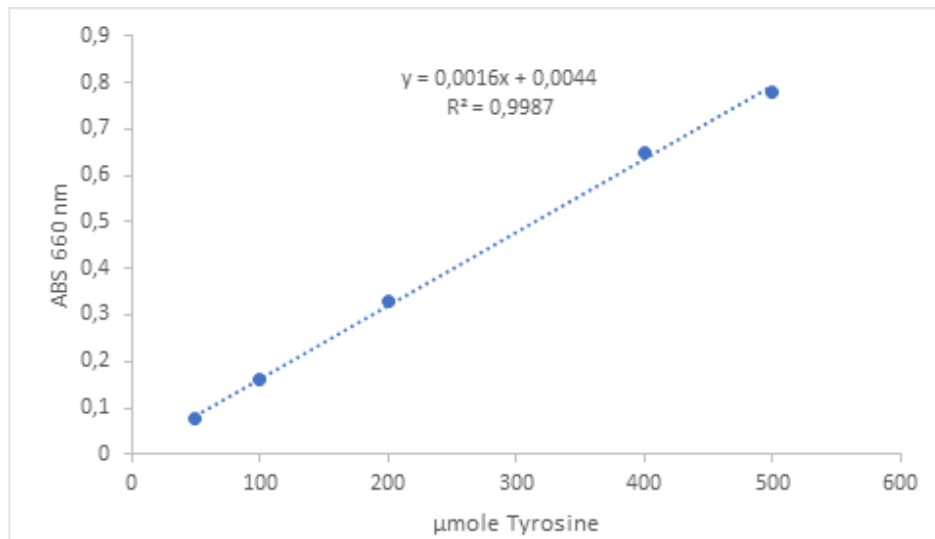


Figure 21 : courbe d'étalonnage pour dosage des protéases