

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV  
Filière Hydrobiologie marine et continentale

**Option : Ecosystèmes Aquatiques**

**Thème**

Effet de l'incorporation de la farine de poisson dans  
l'alimentation sur la croissance de Tilapia et la qualité d'eau.

Présenté par :

Date de soutenance :

\* Chebboub Safaa

\* Chibana Naima

Devant le jury :

Mr ALLAOUI A.

MCB/USDB1

Président

Mme BELKHITER S.

MCB /USDB1

Examinatrice

Mme ALLIOUCHE F.

MRA/CNRDPA

Promotrice

Mme. RADI N.

MAA/USDB1

Copromotrice

Promotion : 2021-2022

## Résumé

La farine de poisson est d'une manière générale la composition majeure des aliments en aquaculture. Cette source conventionnelle de protéine représente 40 à 60% des protéines totale dans les aliments traditionnels pour les poissons.

Le but principal de ce travail est l'étude de l'impact de la farine du poisson et un taux élevé de protéine sur la qualité de l'eau et du poisson (*Oreochromis sp*). Pour cela, trois régimes expérimentaux contenant AF+ (40%), AF- (15%) et At (60%) ont été testé sur les alevins de tilapia rouge.

L'efficacité des 3 aliments a été évaluée par des facteurs zootechniques, des paramètres biométriques, des caractères physiques et la qualité physicochimique de l'eau. Les alevins ont été pesés chaque semaine en utilisant une balance de type kern pour calculer la quantité d'aliments à donner aux poissons. L'analyse physico-chimique a été effectué au niveau du CNRDPA et SEAAL. Les meilleures performances zootechniques ont été obtenues avec l'aliment AF+ (IC= 2,1 ; TCS=2,47 ; taux de survie= 95%), les résultats pour l'aliment AF- (IC= 4,18 ; TCS=1,27 ; taux de survie= 95%), pour l'aliment commercial, nous avons enregistré une forte mortalité de 40% pendant 22 jours de l'expérience, l'indice de conversion était de 3,85.

Les fortes concentrations en ammoniacque ont influencé sur la qualité de l'eau en dégradant sa qualité et sur les poissons en causant des mortalités intenses (89,47%) pour le cas de AF+, et des cas de stress avec l'arrêt de la consommation d'aliments.

L'utilisation de l'azolla a donné un effet positif sur la diminution des concentrations en sels nutritifs.

**Mot-clé :** tilapia rouge, alevins, farine de poisson, protéine, ammoniacque, Azolla, croissance

## الملخص

يعتبر مسحوق السمك المكون الاساسي في أعلاف الاسماك. هاته المادة ذات اهمية بروتينية تمثل من 40 الى 60 بالمئة من مجموع البروتينات الكلي في الاعلاف التقليدية الخاصة بالاسماك.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة تاثير مسحوق السمك و نسبة البروتين العالية على نوعية المياه و أسماك البلطي الاحمر. من أجل هذا، استخدمنا ثلاث اعلاف تجريبية بنسب تتراوح بين 15، 40 و 60 بالمئة.

قمنا بتتبع فعالية الاعلاف المستخدمة من خلال عوامل حيوانية تقنية، بيومترية، و تحاليل فيزيوكيميائية، بالاضافة الى تجربة صغيرة في استخدام الازولا لتحلية مياه الاحواض بعض تعرضها لتلوث بواسطة الامونيا.

أظهر العلف المكون من 40 بالمائة من مسحوق السمك نتائج جيدة مقارنة بالاعلاف الثانية، بحيث نسبة الوفيات كانت 5 بالمائة فقط، النمو سريع بحيث وصلت الاسماك لمعدل 20 غ في ظرف أقل من 50 يوما، بمعدل تحويل قدر ب 2.1 مقارنة العلف التجاري الذي سجل عدة وفيات بنسبة 40 بالمائة في ظرف وجيز و معدل تحويل قدر ب 3.85 اضافة الى انه غير ثابت في الماء رغم أنه علف طافي، عكس العلفين المصنوعين يعتبران من الاعلاف الغاطسة و لكن ذات استمرارية و ثابتة في المياه. الاعلاف الثلاثة لها قابلية عند الاسماك لتوفرها على مسحوق السمك.

فيما يخص تاثير نسبة الامونيا على الاسماك و المياه لاحظنا علاقة وطيدة بين كمية العلف و نسبة الامونيا الناتجة مع حالات وفيات بنسبة كبيرة في الحوض الذي يحوي العلف ذا 40 بالمائة من مسحوق السمك قدرت ب 89.47 بالمائة تقريبا كل الاسماك. فيما لم نسجل اي حالة وفاة بالنسبة للعلف الذي يحوي 15 بالمئة من مسحوق السمك.

**كلمات مفتاحية:** بلطي النيل، بلاعيط، مسحوق السمك، امونيا، ازولا، نمو

## **Abstract**

Fishmeal is generally the major feed component in aquaculture. This conventional source of protein represents 40 to 60% of the total protein in traditional fish feeds. The main purpose of this work is the study of the impact of fishmeal and a high protein rate on the quality of water and fish (*Oreochromis niloticus*). For this, three experimental diets containing AF+ (40%), AF- (15%) and At (60%).

Several zootechnical factors and biometric parameters and physico-chemical analysis of pollution and treatment by the azolla are used to monitor the growth performance of fry. The growth, the survival rate is excellent with the food produced at 95%, testifying to the adaptation of the fry to the diets and At 60% and the best conversion index of AF+(2.1) after At 5.85 and AF-(4.18). The physico-chemical factors were in accordance with breeding standards, except the nitrogen compounds are high due to the presence of the pollution, after the treatment have been deprived, the water quality have been pure for the breeding of Nile tilapia.

The selected ingredients have demonstrated an interesting nutritional content for the diet of *Oreochromis niloticus*, which last can be improved.

**Keywords:** Red tilapia, fry, flour fish, protein, growth, ammonia, Azolla

# Remerciement

"احرص على ما ينفعك واستعن بالله ولا تعجز"

*Nos remerciements s'adressent en premier lieu à dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné le courage, la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nos sincères remerciements et nos profonde gratitude d'adressent à notre promotrice Mme **ALLIOUCHE FAIZA** pour avoir accepté de diriger ce travail, pour leur grande patience et leurs gentillesse, sa confiance Merci pour ce sujet de mémoire qui nous a permis d'en savoir plus sur l'aquaculture, merci d'avoir toujours été présente et à notre Co-promotrice Mme **RADI NORA** pour leur orientation et leurs conseils précieux.*

*Nos remerciements vont à Mr **ALLAOUI** et Mme **BELKHITER**, qui a bien voulu accepter de faire partie de ce jury.*

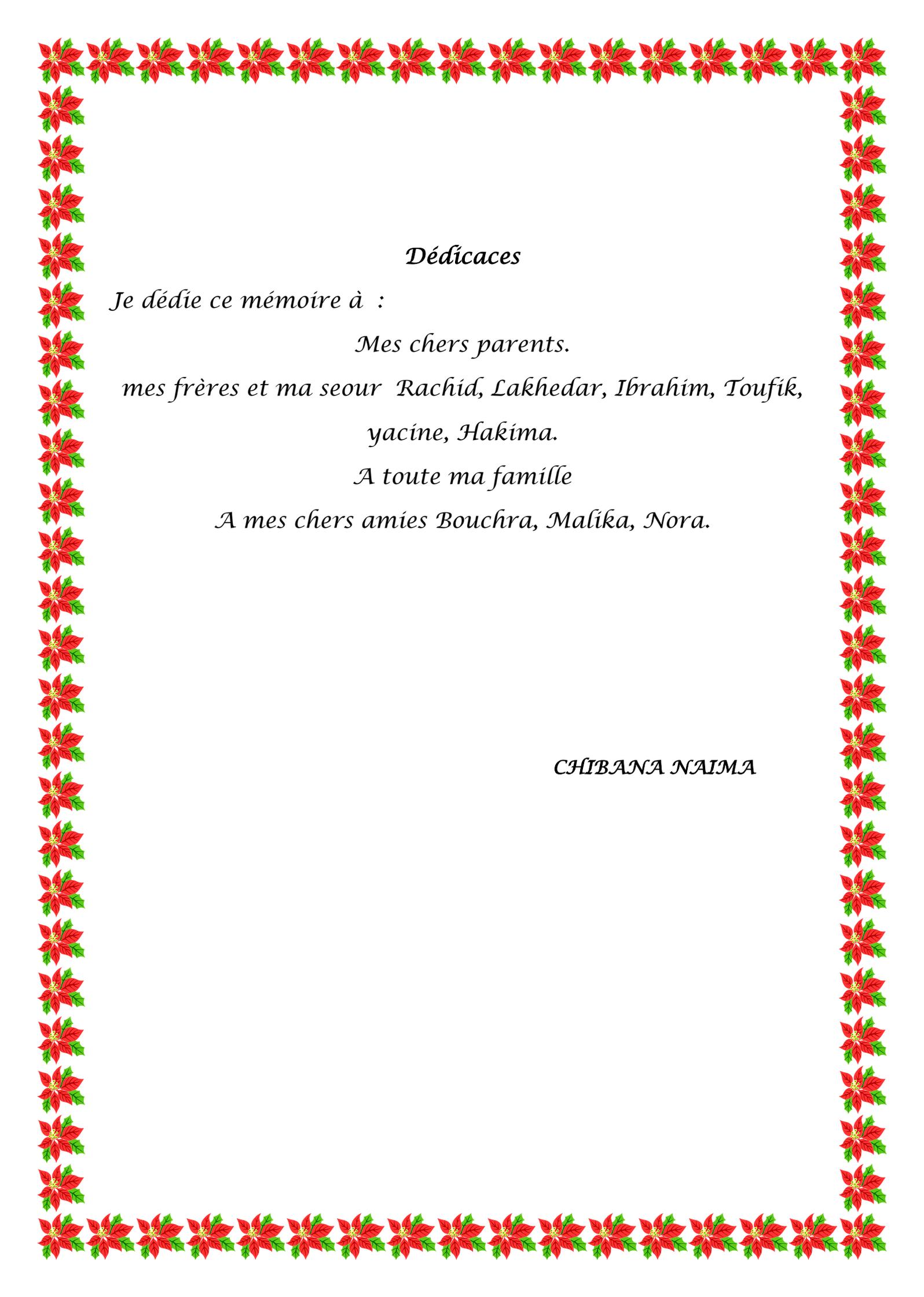
*Nos remerciements au docteur Affaf et Khedra, mesdames Yasmine, Lamia, Fatima, Sabrina qui nous ont ouvert les portes de leurs laboratoires et ateliers ainsi Mr Saleh et Ami Ali.*

*Nos remerciements vont à Mme **ASSIA** pour l'accueil et l'orientation au niveau de la bibliothèque.*

*Mr Djilali directeur générale de centre national de recherche et documentation pour la pêche et l'aquaculture «C.N.R.D.P.A», pour son accueil et l'intérêt qu'il a manifesté pour notre travail.*

*Nous remercions l'ensemble du personnel de C.N.R.D.P.A, su SEAAI et de l'U.S.A.D , pour leur bienveillance et le réel plaisir que j'ai eu à travailler avec eux.*

*A tous, merci..*



*Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire à :*

*Mes chers parents.*

*mes frères et ma seour Rachid, Lakhedar, Ibrahim, Toufik,  
yacine, Hakima.*

*A toute ma famille*

*A mes chers amies Bouchra, Malika, Nora.*

*CHIBANA NAIMA*

## DÉDICACES



Avec l'aide de **DIEU** le tout puissant qui m'a éclairé les chemins du savoir, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie à :

Ma très chère mère, ma vie et mon bonheur, la source de mes efforts, qui donne toujours l'espoir de vivre, puisse Dieu le tout puissant t'accorder meilleure santé et longue vie.

Mon très cher père, c'est grâce à vos efforts j'ai pu réaliser mes rêves et surmonter toutes les épreuves difficiles que j'ai rencontré toute ma vie, que Dieu vous protège.

Mes chères sœurs et frères pour leurs encouragements permanents.

Mon mari pour son soutien moral et ses encouragements.

tous mes collègues et amis.

mon binôme Naima.

*Je vous dis «merci»*

**Safaa**

## Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....	1
-------------------	---

### Chapitre. I. Généralités

1.	Aperçu sur la Tilapiculture dans le monde et en Algérie.....	3
2.	Production mondiale.....	4
3.	Systématique.....	6
4.	Caractéristiques morphologiques d' <i>oreochromis niloticus</i> .....	6
5.	Anatomie des Tilapia.....	8
5.1.	Squelette.....	8
5.2.	Muscle.....	8
5.3.	Appareil digestif.....	8
5.3.1.	La bouche.....	8
5.3.2.	Le pharynx.....	8
5.3.3.	L'œsophage.....	8
5.3.4.	L'intestin.....	8
5.3.5.	Le foie.....	8
5.3.6.	L'anus.....	8
5.4.	Appareil respiratoire.....	8
5.5.	Appareil circulatoire.....	9
6.	Croissance.....	10
7.	Reproduction.....	10
8.	Régime alimentaire.....	10
9.	Habitat et Exigences écologiques.....	11
10.	Les besoins nutritionnels tu tilapia.....	12
10.1.	Protéines.....	12
10.2.	Glucides (les hydrates carbonés).....	13
10.3.	Les lipides.....	13
10.4.	Les vitamines.....	14
10.5.	Minéraux.....	15

10.6.	Énergie.....	16
11.	Les matières premières principales.....	16
11.1.	Farine de poisson.....	16
11.1.1.	Les avantages.....	16
11.1.2.	Inconvénient.....	17
	.	
11.1.3.	Propriété de la farine.....	17
11.2.	Soja.....	17
11.3.	Le Maïs.....	17
11.3.1.	Avantage.....	17
11.4.	Huiles végétale.....	18
11.4.1.	Avantages.....	18

## **Chapitre. II. Matériel et méthodes**

1.	Rappel des objectifs de l'étude.....	19
2.	Description du lieu du stage.....	19
3.	La structure d'élevage.....	20
3.1.	Entretien des aquariums.....	20
4.	Transport des alevins et mise en eau.....	20
5.	Protocole expérimental.....	21
6.	Préparation des différents aliments.....	21
a.	Flottabilité.....	21
b.	Stabilité.....	21
c.	Acceptabilité.....	21
6.1.	La composition des différents aliments.....	21
6.2.	La fabrication des aliments.....	22
6.2.1.	Broyage.....	22
6.2.2.	Pesage.....	22
6.2.3.	Homogénéisation.....	22
6.2.4.	Mis en forme de l'aliment.....	22
6.2.5.	Séchage.....	22
7.	Étude des performances des différents aliments.....	23
7.1.	Suivi de la croissance.....	23
7.2.	Critères organoleptiques et physiques des aliments.....	24

7.3.	Indices zootechniques.....	24
8.	Influence de l'ammoniaque sur la qualité de l'eau.....	25
8.1.	Analyse de nitrite.....	25
a.	Protocole expérimentale.....	25
8.2.	Analyse de l'ammoniaque.....	27
a.	Protocole expérimentale.....	27
9.	Azolla.....	28
9.1.	Classification de l'azolla.....	28
9.2.	Valorisation de l'azolla comme traitement biologique.....	28

### **Chapitre. III Résultats et discussion**

1.	Résultats de l'effet de l'aliment.....	30
1.1.	Caractéristiques physique des aliments.....	30
1.1.1.	La taille des particules.....	30
1.1.2.	L'acceptabilité.....	30
1.1.3.	Stabilité.....	31
1.1.4.	Détérioration.....	31
1.1.5.	Flottabilité.....	32
1.2.	Caractéristiques biochimiques des aliments.....	32
1.3.	Paramètres de croissances.....	34
1.3.1.	Taux de survie.....	35
1.3.2.	Taux de croissance spécifique (TCS).....	35
1.3.3.	Indice de conversion (IC).....	36
1.3.4.	Gain Moyen Quotidien (GMQ).....	37
1.3.5.	Poids moyen final.....	37
1.3.6.	Paramètres biométrique (relation taille/poids).....	37
1.4.	Influence de l'ammoniaque sur la qualité de l'eau.....	39
1.4.1.	La température de l'eau.....	40
1.4.2.	Le pH.....	40
1.4.3.	Les sels nutritifs.....	41
1.5.	Traitement de la pollution par l'azolla (dépollution).....	43
	Conclusion.....	44
	Références bibliographiques.....	46

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b>	Principales espèces du tilapia.....	4
<b>Tableau 2</b>	Limites de tolérance de certains paramètres physicochimique chez <i>Oreochromis sp</i> .....	12
<b>Tableau 3</b>	Besoins quantitatifs en AA indispensable de Tilapia.....	12
<b>Tableau 4</b>	Besoins en protéines en eau douce.....	13
<b>Tableau 5</b>	Besoins théoriques en glucides et en fibres chez <i>O.niloticus</i> .....	13
<b>Tableau 6</b>	Lipides bruts, acides gras essentiels et énergie .....	14
<b>Tableau 7</b>	Besoins vitaminiques d' <i>Oreochromis sp</i> en mg/kg d'aliment.....	15
<b>Tableau 8</b>	Nutritionnels en macro minéraux (%de la matière sèche et en Oligo-éléments (ppm).....	16
<b>Tableau 9</b>	Composition chimique représentative des graines de soja.....	17
<b>Tableau 10</b>	Les indices zootechniques.....	25
<b>Tableau 11</b>	La composition biochimique des deux aliments fabriqués.....	33
<b>Tableau 12</b>	Les paramètres biochimiques des aliments par Dibala et <i>al</i> .....	34
<b>Tableau 13</b>	Résume les différents paramètres zootechniques et indices suivis et calculés au cours de la période d'étude.....	35
<b>Tableau 14</b>	Variation des paramètres physicochimiques durant l'expérience.....	39
<b>Tableau 15</b>	Performance de croissance des alevins d' <i>Oreochromis Sp</i> recevant les 02 régimes alimentaires expérimentaux.....	43

## Liste des figures

N°	Titre	Page
<b>Figures 1</b>	Production de Tilapias et Cichlideés.....	<b>5</b>
<b>Figures 2</b>	les principaux pays producteurs de tilapia d'élevage au monde.....	<b>5</b>
<b>Figures 3</b>	Aspect morphologique du Tilapia Rouge <i>Oreochromis sp</i> .....	<b>7</b>
<b>Figures 4</b>	Les papilles génitales du Tilapia femelle (a) et mâle (b) .....	<b>7</b>
<b>Figures 5</b>	anatomie et morphologie du tilapia.....	<b>9</b>
<b>Figures 6</b>	organigramme du CNRDPA.....	<b>19</b>
<b>Figures 7</b>	La mise des alevins du tilapia rouge dans des sacs.....	<b>20</b>
<b>Figures 8</b>	la composition des deux aliments fabriqués.....	<b>22</b>
<b>Figures 9</b>	les étapes de la fabrication d'aliment.....	<b>23</b>
<b>Figures 10</b>	Prise du poids total des alevins .....	<b>24</b>
<b>Figures 11</b>	Matériel utilisés pour étudier la croissance .....	<b>24</b>
<b>Figures 12</b>	Les kits.....	<b>26</b>
<b>Figures 13</b>	Le thermomètre.....	<b>26</b>
<b>Figures 14</b>	Testeur électrique (TDS).....	<b>26</b>
<b>Figures 15</b>	les résultats de nitrite dans les deux aquariums.....	<b>27</b>
<b>Figures 16</b>	les résultats de l'ammoniaque dans les deux aquariums.....	<b>27</b>
<b>Figures 17</b>	Auto-analyseur.....	<b>28</b>
<b>Figures 18</b>	Spectrophotomètre.....	<b>28</b>
<b>Figures 19</b>	les étapes de l'agriculture de l'azolla.....	<b>29</b>
<b>Figures 20</b>	Azolla sur le microscope.....	<b>29</b>
<b>Figures 21</b>	la taille des particules.....	<b>30</b>
<b>Figures 22</b>	Les facteurs influant sur la durabilité d'un aliment.....	<b>31</b>
<b>Figures 23</b>	teste de flottabilité.....	<b>32</b>
<b>Figures 24</b>	Diagramme des Taux de croissance spécifique (TCS) des 3 aliments.....	<b>36</b>
<b>Figures 25</b>	Diagramme des indices de consommation des trois régimes.....	<b>36</b>
<b>Figures 26</b>	Représentation graphique la relation de la taille et le poids d'AF-.....	<b>38</b>
<b>Figures 27</b>	Représentation graphique la relation de la taille et le poids d'AF+.....	<b>38</b>
<b>Figures 28</b>	les alevins morts dans l'aquarium AF+.....	<b>39</b>
<b>Figures 29</b>	variation de température (C°) dans les deux aquariums.....	<b>40</b>
<b>Figures 30</b>	variation de l'ammoniac dans les deux aquariums.....	<b>41</b>
<b>Figures 31</b>	variation de nitrite dans les deux aquariums.....	<b>41</b>
<b>Figures 32</b>	variation de nitrate.....	<b>42</b>
<b>Figures 33</b>	les résultats de l'ortho-phosphate dans les deux aquariums. ....	<b>42</b>
<b>Figures 34</b>	l'azolla dans l'aquarium AF+.....	<b>43</b>
<b>Figures 35</b>	l'azolla dans l'aquarium AF-.....	<b>43</b>

## Liste des abréviations

°C: Degré(s) Celsius.

‰: Pour mille.

AAI: Acide amine indispensable.

AF- : Régime alimentaire à 15% de farine de poisson.

AF+ : Régime alimentaire à 40% de farine de poisson.

An: Année.

At : Régime alimentaire à 60% de farine de poisson

Bmf: Biomasse finale.

Bmi: Biomasse initiale.

cm : Centimètres.

CNRDPA: Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture.

ED : énergie digestible.

F.A.O.: Food and Agriculture Organisation (Organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).

GMP: Gain moyen de poids.

IC: indice de consommation.

J: Jour.

L: Litre(s).

LT: Longueur totale du poisson.

M: Mole(s).

mg: Milligramme(s).

MS: Matière suspension.

NH<sub>3</sub> : Ammoniac

NO<sub>2</sub>: Nitrites

NO<sub>3</sub>: Nitrates

*O. niloticus*: *Oreochromis niloticus*

O<sub>2</sub>: oxygène.

pH: Potentiel d'hydrogène.

Pmf: Poids moyen final.

Pmi: Poids moyen initial.

Ppm: Partie par million.

PrD : rapport protéines digestibles.

S: Salinité.

T: Température.

t: Tonne

TCS: Taux de croissance spécifique

# Introduction

# INTRODUCTION

---

L'aquaculture fournit 60 % des poissons des eaux douces, 40 % des mollusques, 30 % des crevettes et 5 % des poissons d'eau de mer (Chedly, 2005).

Le tilapia est originaire d'Afrique et est la base et la première ressource de l'aquaculture africaine. Sa tolérance reproductive, sa grande valeur écologique et sa flexibilité pour s'adapter à des environnements extrêmement changeants ont conduit à son introduction dans plusieurs pays du monde. En tant que tel, le tilapia du Nil est considéré de loin comme l'espèce de poisson la plus intéressante et la base de l'élevage mondial de poissons d'eau douce tropicale (Arrignon, 1998), Le tilapia a été l'espèce dominante dans la pisciculture commerciale en Afrique ces dernières années. Ils sont très importants économiquement et écologiquement des fleuves africains. Ce sont aussi les espèces les plus appréciées par les pisciculteurs et les consommateurs (Amoussou *et al*, 2016).

Le tilapia est le stock de poissons dont la croissance a été la plus forte au cours de la dernière décennie, toutes espèces aquatiques confondues. Aujourd'hui, il est produit dans plus de 100 pays. Ses propriétés biologiques en font un poisson adapté à tous les systèmes d'élevage, et son régime alimentaire correspond au niveau le plus bas de la chaîne alimentaire (phytoplancton, détritus), ce qui en fait une production piscicole peu coûteuse. Le poisson développe un marché international à des prix compétitifs pour les consommateurs et des profits pour les producteurs, laissant présager que la production de ce poisson va continuer à croître. (Lazard, 2009).

Dans l'industrie aquacole, les coûts d'alimentation représentent environ 50 à 80 % des coûts d'exploitation totaux (Shang, 1992) et la farine de poisson est la principale source de protéines utilisée dans la préparation de nombreuses farines de poisson commerciales. La farine de poisson est connue pour contenir le profil d'acides aminés essentiels nécessaire pour répondre à la plupart des besoins en protéines de poisson (Wilson *et al*, 1989) et est une bonne source de vitamines et de facteurs de croissance (Tacon, 1993).

Les avantages de choix d'*Oreochromis sp* est une espèce prisée pour sa valeur la nutrition et le potentiel aquacole de ceux-ci. Ces caractéristiques biologiques (croissance Rapide, haute résistance à l'hypoxie, supportant de bonnes manipulations) rendent ce poisson adapté à toutes les formes d'élevage, ainsi sa pisciculture peut être intégrée dans différents programmes de développement par tous les intermédiaires.

# INTRODUCTION

---

## Objectif générale

Cette étude vise à l'amélioration de la productivité des poissons (*Oreochromis sp*) par la fabrication des aliments à base des protéines animale et d'étudier leurs effets sur la croissance des alevins et sur la qualité des eaux.

## Objectif spécifique

- Comparer les performances de croissance des deux aliments fabriqués par rapport à l'aliment commercial.
- Étudier l'impact des différents aliments sur la croissance des alevins et sur la qualité des eaux.
- Impact de l'introduction de l'azolla sur les alevins et les propriétés physicochimiques de l'eau.

Cette étude est structurée en 3 chapitres :

- ✓ Nous commençons ce mémoire par une introduction générale en précisant la problématique de cette étude.
- ✓ Le premier chapitre présente des généralités sur le Tilapia (*Oreochromis sp*), et ses besoins nutritionnels.
- ✓ Le deuxième chapitre présente une synthèse expérimentale de la fabrication des aliments et l'étude de l'effet de ces aliments sur la croissance de cette espèce.
- ✓ Le troisième chapitre est consacré à la discussion des différents résultats obtenus.
- ✓ Nous terminons ce travail par une conclusion générale.

# Généralités

# chapitre I

## **GENERALITES**

---

### **1. Aperçu sur la Tilapiculture dans le monde et en Algérie**

Le terme Tilapia est en général utilisé pour désigner l'important groupe élevé à des fins commerciales appartenant à la famille des Cichlideés. Cette expression est d'origine africaine du mot « thiape » qui veut dire poisson. L'élevage des Tilapias existe depuis plus de 2500 ans (Chapman, 2003).

Les premières expériences d'élevage de tilapia ont été menées au Kenya vers 1924 puis au Zaïre en 1937 et les premières tentatives pour développer l'aquaculture remontent aux années quarante (Leveque et Paugy, 1999 ; Howes ,1987). Les tentatives pour introduire l'aquaculture en Afrique, vers les années cinquante, s'inscrivent dans la recherche d'une diversification des sources de protéines animales destinées à promouvoir l'autosuffisance alimentaire des populations rurales. Les administrations coloniales entamèrent des actions de vulgarisation. En 1957, était créée la station piscicole de Kokondekro, près de Bouaké en Cote-d'ivoire, à des fins de recherche et de formation.

Ses premières expériences ont montré que ces poissons possédaient plusieurs caractéristiques biologiques qui les rendaient idéaux pour l'élevage :

- Les régimes herbivores et omnivores peuvent convertir efficacement l'énergie dans la chaîne nutritive des écosystèmes aquatiques ;
- Le tilapia tolère une large gamme de salinité et tolère une qualité d'eau modérée, en particulier de faibles concentrations d'oxygène dissous ;
- Ils sont sensibles au stress de la maladie dû à la capture et à la manipulation ;
- Faciles à adapter à la captivité, ils se reproduisent en reproduction, assurant ainsi l'approvisionnement en alevins ;
- Ils grandissent rapidement et le rendement en poisson peut être très élevé (Balarine et Hayyon, 1979).

Les premiers essais portèrent sur des espèces aujourd'hui abandonnées car de rendement médiocre : *Tilapia zillii*, *Tilapia rendalli*, *Oreochromis macrochir*. Ce n'est que vers les années soixante-dix que l'on s'aperçut que les performances zootechniques d'*Oreochromis niloticus* (ex-*Tilapia nilotica*) et de ses hybrides avec diverses espèces voisines surclassaient nettement celles de la plupart des autres tilapias. C'est aussi à partir de cette période que l'on commença à s'intéresser à l'identification d'autres espèces de poissons africains ayant un potentiel intéressant pour la pisciculture (Hugué et Lévêque, 1994, Paugy *et al*, 1989 et 1994).

# chapitre I

## GENERALITES

---

Le tableau ci-dessous montre les principales espèces du tilapia :

**Tableau 01** : principales espèces du tilapia

<b>Espèce</b>	<b>Nom scientifique</b>
Tilapia du Nil	<i>Oréochrome niloticus</i>
Tilapia Mozambicain	<i>Oréochrome mosambicus</i>
Bleu Tilapia	<i>Oréochrome aereus</i>
Tilapia à trois taches	<i>Oréochrome andersonii</i>
Tilapia à poitrine rouge	<i>Tilapia rendalli</i>
Tilapia à tête vert / Tilapia à nageoires longues	<i>Oréochrome macrochir</i>
Karonga Tilapia/ Tilapia Shiranus à ventre	<i>Oréochrome Karongae et</i> <i>Oréochrome shiranus</i>
Tilapia rouge	<i>Tilapia Zilli</i>

### 2. Production mondiale

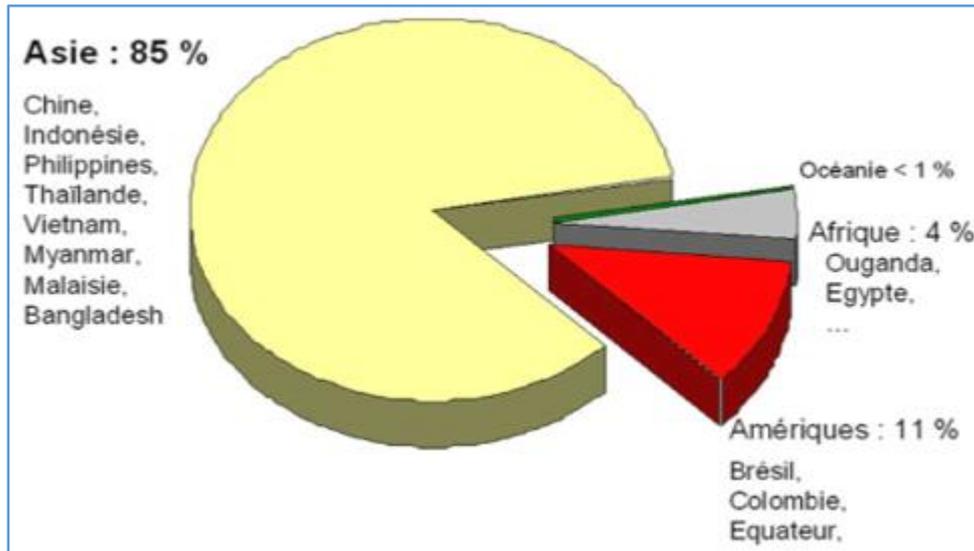
Le tilapia est l'un des poissons les plus élevés au monde et sa production a considérablement augmenté, passant de : 400 000 tonnes en 1990 à 1 800 000 tonnes en 2004. Paradoxalement, la pisciculture africaine ne représente que 2 à 3% de la production mondiale des tilapias, alors que ces espèces sont originaires d'Afrique, laquelle représente donc le réservoir génétique pour les élevages réalisés sur les autres continents. L'essentiel de la production mondiale provient actuellement d'Asie (Lazard, 2007).

En termes de localisation géographique, l'Asie représente plus de 80 % de la production de tilapia dans le monde et cette suprématie ne fait que s'accroître. La Chine est le plus grand producteur avec 900 000 tonnes et une croissance soutenue. L'essentiel de la production est commercialisé sur le marché national mais récemment ce pays est devenu le principal exportateur de ce produit vers les Etats-Unis (140 000 tonnes équivalent poisson frais en 2005). Actuellement les taux de croissance de la production de tilapias les plus élevés sont enregistrés en Amérique Centrale et du Sud. Ces dernières années, les producteurs de ces régions ont su capter des parts de marchés considérables sur le marché des Etats-Unis et cette dynamique a toutes les raisons de se poursuivre. L'apparition du virus du « White Spot » sur les crevettes élevées en étang dans les pays d'Amérique Latine, en particulier en Equateur, a créé des conditions favorables au développement de la pisciculture du tilapia dans ces étangs. Par ailleurs, les mesures anti-dumping imposées aux

## chapitre I *GENERALITES*

élevages de crevettes en provenance du Brésil et de l'Equateur constitueront un élément supplémentaire favorisant la conversion de la crevetti-culture vers la « tilapia-culture ». (Lazard, 2007).

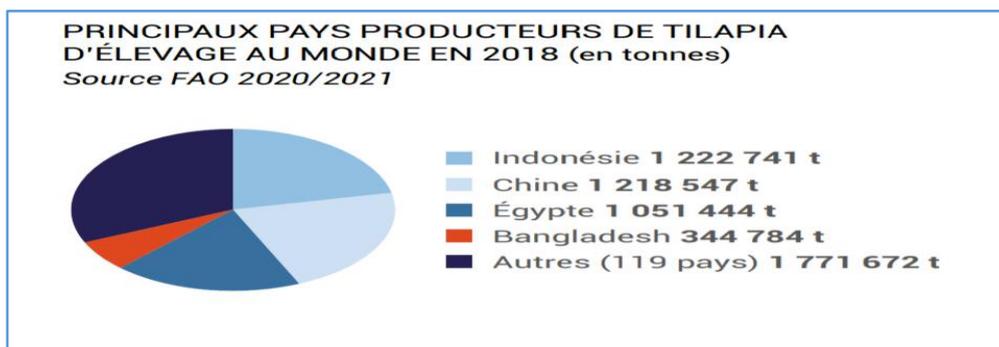
En 2015, le groupe des Tilapias a occupé le troisième rang en termes de production à l'échelle mondiale après les Cyprinidés et les Salmonidés. La production globale de tilapia a augmenté rapidement depuis les années 80 et elle a atteint 3.670.259 tonnes en 2014 (FAO, 2018).



**Figure01** : Production de Tilapias et Cichlideés. (FAO, 2018)

Les premières introductions du Tilapia en Algérie remontent au début des années 1960, avec des *Tilapia mozombika* et *zillii* en provenance de France. Ces introductions ont été effectuées par Arrignon 1994 à titre expérimental et ont été déversés à Ain Skhouna (wilaya de Saida) et dans les wilayates de Biskra, et El Oued.

Actuellement, on rencontre tilapia dans plusieurs wilayates de l'Algérie et non seulement au sud du pays. Cette espèce est élevée selon différents type : en pisciculture intégrée, dans des cages flottantes, en élevage intensif, en polyculture



**Figure 02** : les principaux pays producteurs de tilapia d'élevage au monde (FAO, 2018)

# chapitre I

## **GENERALITES**

---

L'espèce *O.niloticus* en Algérie est élevée en raison de sa rusticité aux conditions climatiques et surtout en zone saharienne dont la température de l'eau et la salinité stimulent sa croissance et sa reproduction (Cherif et Djoumakh, 2015). En outre, ce poisson constitue une source indéniable en protéine animale. (Hocine, 2017).

### **3. Systématique**

La position systématique de Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Bailly, 2009) :

**Règne** : Animalia

**Embranchement** : Chordata

**Sous-embranchement** : Vertebrata

**Super-classe** : Gnathostomata

**Classe** : Actinopterygii

**Sous-classe** : Neopterygii

**Ordre** : Perciformes

**Sous-ordre** : Labroidei

**Famille** : Cichlidae

**Sous-famille** : Pseudocrenilabrinae

**Genre** : *Oreochromis*

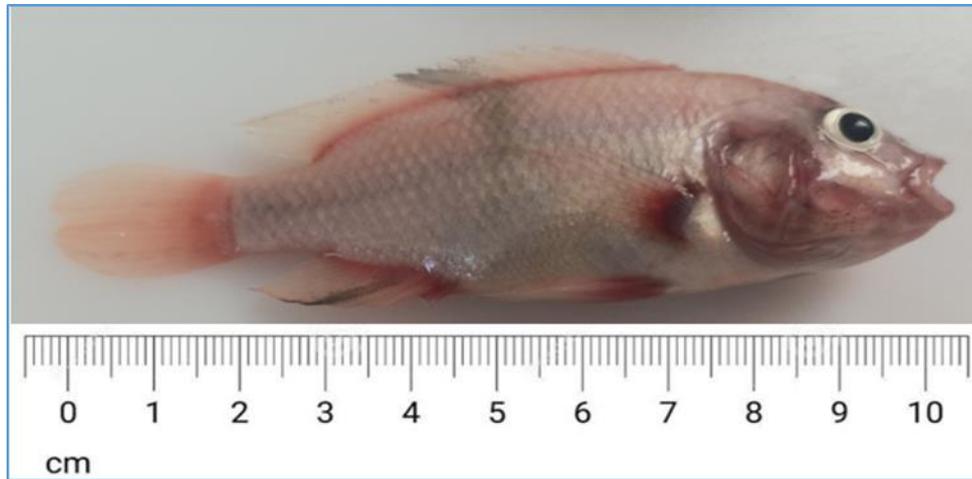
**Espèce** : *Oreochromis sp*

### **4. Caractéristiques morphologiques d'*oreochromis niloticus***

Le Tilapia du Nil est un Cichlidae appartenant au groupe des poissons incubateurs buccaux uni-parentaux maternels. Le tilapia rouge a un corps comprimé ; avec une teinte soit de couleur grise ; albinos ; rose ; rouge-orange (Moralee *et al.*, 2000) et des fois ayant des taches grises sur la poitrine et une alternance de bandes verticales claires et noires nettement visibles notamment sur la nageoire caudale et la partie postérieure de la nageoire dorsale, un nombre élevé de branchios pines longues et fines (18-28 sur la partie inférieure du premier arc branchial, et 4-7 sur la partie supérieure), une nageoire dorsale longue à partie antérieure épineuse (17-18 épines) et à partie postérieure molle (12-14 rayons), et un liséré noir en bordure de la nageoire dorsale et caudale chez les mâles (Trewavas, 1983). La nageoire anale est formée de 3 rayons épineux précédés de 09-10 rayons mous, les nageoires pelviennes portent un rayon dur suivi de 05 rayons mous, trois à quatre séries de dents sur chaque

## chapitre I *GENERALITES*

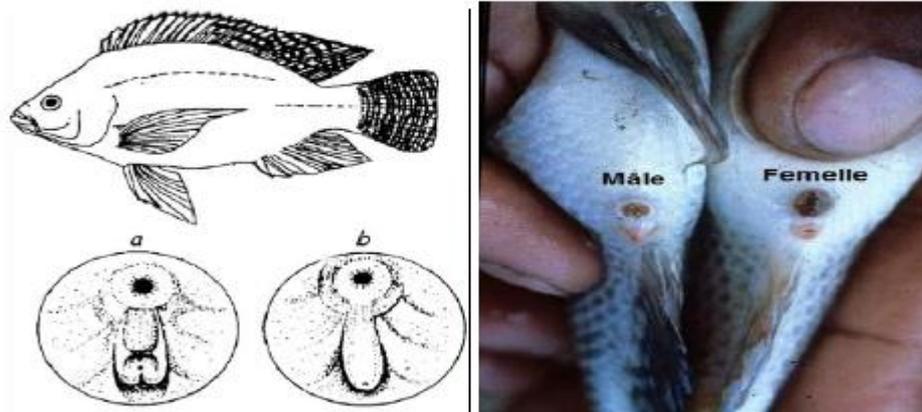
mâchoire et six chez les individus dépassant les 20 cm, les taches blanches entre les rayons des nageoires impaires (Arrigon, 2000).



**Figure 03** : Aspect morphologique du Tilapia Rouge *Oreochromis sp.*

Cette espèce présente un dimorphisme sexuel au niveau de la papille génitale et de la croissance :

- Chez les mâles, la papille génitale est allongée alors que chez les femelles elle est forte courte et présente à son milieu une fente transversale (oviducte) située entre l'anus et l'orifice urétral. Cette caractéristique permet de distinguer aisément les mâles et les femelles, lorsqu'ils atteignent un poids de 25-30 g et une taille de 10-12 cm,



**Figure 04** : Les papilles génitales du Tilapia femelle (a) et mâle (b) (FAO, 1995)

# chapitre I

## *GENERALITES*

---

### 5. Anatomie des Tilapia

Selon Jacques Arrignon (1993), l'anatomie de la plupart des tilapias est la suivante :

#### 5.1. Squelette

Charpente du corps, le squelette du Tilapia est osseux. Le squelette de la tête comprend les os du crâne qui protègent les centres nerveux et les os de la face, essentiellement les mâchoires qui soutiennent les branchies. Les os du tronc comprennent la colonne vertébrale et des petits os, supports des nageoires, elles-mêmes constituées de rayon osseux ou cartilagineux.

#### 5.2. Muscle

On distingue une masse musculaire composée de deux « filets » dorsaux, épais et de deux flancs moins épais, en étroite relation avec les arêtes. Ces masses musculaires assurent la propulsion du poisson. D'autres muscles, plus petites, font fonctionner les mâchoires, le pharynx, les opercules, les nageoires.

#### 5.3. Appareil digestif

De l'avant vers l'arrière, l'appareil digestif, qui permet au Tilapia de se nourrir, comprend :

- 5.3.1. **La bouche** : est plus ou moins proéminente suivant que les Tilapia sont ou non des suceurs.
- 5.3.2. **Le pharynx** : est une sorte de carrefour où s'ouvrent les branchies.
- 5.3.3. **L'œsophage** : est un conduit vers l'estomac dont les parois sont plus ou moins épaisses l'alimentation des espèces. La digestion est favorisée par l'émission par la paroi de sucs gastriques chimiques, ce qui explique le mauvais goût de certains Tilapia herbivores quand on ne les vide pas avant cuisson.
- 5.3.4. **L'intestin** : est le plus long chez les Tilapia herbivores que chez les autres, est le passage sanguin des éléments nutritifs résultant de la digestion.
- 5.3.5. **Le foie** : est une grosse glande brune placée en arrière du cœur.
- 5.3.6. **L'anus** : débouche en avant de l'orifice génito-urinaire et de premier rayon de la nageoire anale.

#### 5.4. Appareil respiratoire

C'est par les branchies que respire le poisson. Chacune est composée d'une armature osseuse : l'arc branchial qui supporte les lamelles au niveau desquelles se fait le transfert de l'oxygène de l'eau vers l'organisme du poisson, et du CO<sub>2</sub> dans le sens inverse. Le tilapia est équipé d'une paire de quatre branchies situées de part et d'autre du corps.

# chapitre I

## GENERALITES

### 5.5.Appareil circulatoire

Irrigué du sang, le corps du tilapia est un circuit fermé comprenant les artères, des vaisseaux très fins, les capillaires, les veines et le cœur situé en arrière des branchies. Ce dernier est très simple, ce compose 4 cavités : le sinus veineux, qui est le collecteur des veines ramenant le sang au cœur, l'atrium qui correspond aux 2 oreillettes du cœur humain. Le ventricule et le bulbe sont l'antichambre de l'aorte ventrale, cette aorte distribue le sang aux branchies. à droite et à gauche des branchies, le sang ne revient pas au cœur, mais, converge vers l'artère située sous la colonne vertébrale, d'où partent symétriquement les multiples artères secondaires qui vont irriguer les organes et les muscles. Le sang chargé en CO<sub>2</sub> et de déchets revient au cœur par les veines, qui avec les capillaires forment des systèmes en ce qui concerne le foie (système porte hépatique) et le rein (système porte rénal).

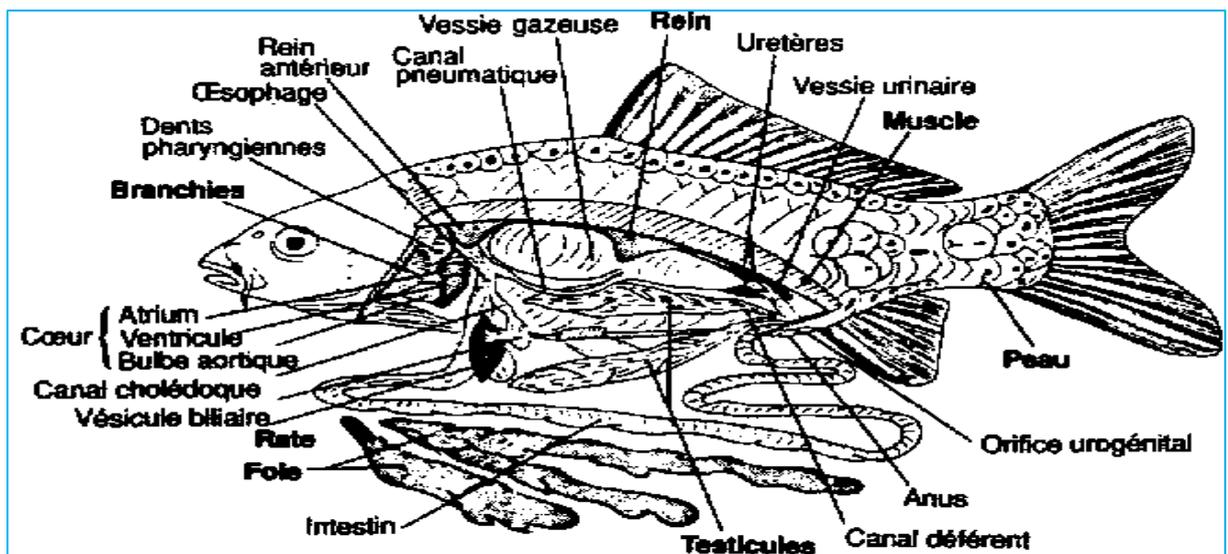
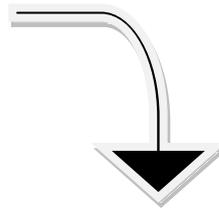


Figure05 : anatomie et morphologie du tilapia (Arrignon ,1993).

# chapitre I

## **GENERALITES**

---

### **6. Croissance**

En général, *Oreochromis Sp*, pousse de manière similaire à *Oreochromis niloticus*, est connu pour son taux de croissance rapide, a un indice de croissance plus élevé que les autres espèces du genre (Frimpong *et al*, 2014) et a une durée de vie relativement courte (6 à 8 ans) (Pauly *et al*, 1988 ; Ipungu *et al*, 2015).

Le taux de croissance de ce poisson varie en fonction de l'environnement, ce qui signifie que la taille maximale plus dépendante des conditions environnementales que toute différence génétique (Toguyeni, 1996 ; Trintignac *et al*, 2013). Sa durée de vie est relativement courte (4 à 7 ans), sa vitesse de croissance est extrêmement variable selon les milieux. La croissance des males est plus rapide par rapport à celle des femelles. La maturité sexuelle dépend de la taille maximale atteinte dans une population donnée, de la nourriture disponible et de la température. Le tilapia atteint sa maturité sexuelle lorsque sa longueur totale est comprise entre 10 et 30 cm.

### **7. Reproduction**

La reproduction n'est possible qu'au-dessus de 20°C. Les femelles pondent des œufs dans leur nid et incubent les œufs dans leur bouche. Ils peuvent pondre des œufs tous les 30 jours. Les mâles marquent leur territoire et défendent leurs nids. Des lots d'œufs sont pondus dans le nid. Ils sont fécondés à l'extérieur, puis collectés par les femelles, qui les incubent pendant 5 à 7 jours dans leur bouche. Les juvéniles y restent jusqu'à ce que le sac vitellin soit absorbé. Selon sa taille, les femelles peuvent incuber jusqu'à 200 œufs. Les œufs sont gros et elliptiques (en forme de poire) et les alevins mesurent environ 4 mm de long à la naissance (Trewavas, 1983).

### **8. Régime alimentaire**

Le régime alimentaire du tilapia est principalement basé sur l'utilisation de produits et de sous-produits végétaux ou d'aliments composés. Le tilapia est rangé parmi les poissons micro-phytophages capables d'ingérer et de digérer de grandes quantités d'algues phytoplanctoniques et de cyanobactéries mais en réalité, le degré d'opportuniste de l'espèce est très grand et son régime alimentaire est souvent plus proche de celui des poissons omnivores – détritivores que des herbivores stricts (Dabbadie, 2005). La prise alimentaire : A l'instar d'autres poissons omnivores, le tilapia prélève ses aliments aussi bien en pleine eau que sur le fond ou sur des substrats.

# chapitre I

## GENERALITES

---

### 9. Habitat et Exigences écologiques

Tilapia du Nil est une espèce tropicale d'eau douce et d'estuaire. Elle préfère les eaux peu profondes et tranquilles sur le bord des lacs et les rivières larges avec la végétation suffisante (FAO, 2018), ainsi que les eaux fraîches d'une profondeur de 0 - 6 m (Froese et Pauly, 2017). Comme tous les animaux, les poissons doivent disposer d'un habitat où ils peuvent se nourrir, s'abriter et se reproduire. Chaque espèce de poissons a des exigences spécifiques en matière d'habitat. Le tilapia est une espèce relativement commune. Elle peut s'adapter à un large des facteurs écologiques du milieu aquatique et peut coloniser des milieux extrêmement variés divers. Dans son habitat naturel, l'espèce peut tolérer des températures de 14 à 31 °C, mais peut persister pendant des heures dans des conditions de températures de 7 à 41 °C cependant, les meilleures performances de croissance ont été observées entre 24 et 28 °C (Lacroix, 2004). L'optimum d'élevage est compris entre 28 et 32 °C pour *Oreochromis sp* (Lazard, 2009). Elle peut survivre dans des eaux dont la salinité est proche de 11,5 g/l (Mashaii *et al*, 2016) et les valeurs de pH variant entre 8 et 11 (Lacroix, 2004). Cette espèce peut survivre pendant des heures à très faible niveaux d'oxygène dissous (environ 0,1 mg/l (Lacroix, 2004).

Les composés azotés nitrates sont toxiques pour les poissons car ils pénètrent facilement dans la circulation sanguine par les branchies, où ils transforment l'hémoglobine en une forme relativement stable : la méthémoglobine, qui a une faible capacité de liaison à l'oxygène (Lewis et Morris, 1986).

L'ammoniaque, est le produit principal du métabolisme des protéines, il peut représenter jusqu'à 90% de l'azote total excrété. (Melard *et al*, 2000).

L'ammoniac est l'un des plus importants, l'ammoniac est un gaz incolore composé d'azote et d'hydrogène, avec une forte odeur piquante à des concentrations accrues. Dans un milieu aquatique, l'ammoniac se présente sous deux formes : l'ammoniac ionisé est relativement non toxique et à la formule chimique  $\text{NH}_4^+$ , la forme toxique non ionisé de l'ammoniac n'est pas chargée et la formule chimique  $\text{NH}_3$  (Mustapha, 2019)

La concentration des déchets azotés expulsés par les branchies et les urines est fonction de la température, de la taille des poissons, de la concentration en ammoniac dans le milieu et de la qualité des aliments et doit être maintenue en dessous d'un seuil critique de tolérance. (Malcom *et al*, 2000).

L'ammoniac joue un rôle important dans le cycle de l'azote de tout milieu aquatique. (Mustapha, 2019). Le tableau ci-dessous résume les valeurs moyennes des différents paramètres physico-chimiques tolérés par tilapia :

## chapitre I *GENERALITES*

**Tableau 02 :** Limites de tolérance de certains paramètres physicochimique chez *Oreochromis sp* (Arrignon, 1996).

Paramètres	Limites de tolérance	Remarques
T (°C)	6,7 –42	Valeurs extrêmes lors d’acclimatation progressive
	21 –30	Reproduction et croissance
O <sub>2</sub> (mg/l)	0,1	Survie quelques heures
	2-4	Survie des alevins
	> 5	Bonne croissance
S (‰)	< 29	-
	12,5	Déterminé expérimentalement
pH	5 -11	Limite de tolérance
	7 –8	Valeurs recommandées

### 10. Les besoins nutritionnels tu tilapia

#### 10.2. Protéines

Les protéines sont constituées d’unités de base, les données relatives à l’alimentation du tilapia sont rares et concernent essentiellement l’apport azoté les besoins quantitatifs en protéines apparaissent proches de 35% de la ration et sont homogènes avec ceux connus pour les autres espèces. Les besoins en protéines des stades juvéniles des tilapias sont 35-36% quelque soient l’espèce et son comportement alimentaires. (Lazard, 1990).

**Tableau 03 :** Besoins quantitatifs en AA indispensable de Tilapia (Guillaume *et al* ,1999).

Acides aminés essentiels	Besoins quantitatifs
Arginine	4 ,1
Histidine	1,7
Isoleucine	3,1
Leucine	3,4
Lysine	4 ,6
Méthionine +cystine	3,2
Thréonine	3,8
Tryptophane	1,0

## chapitre I GENERALITES

Selon (Lazard *et al* 1990). Les besoins en protéines varient selon la taille du poisson et le stade physiologique :

Éclosion-0,5g : 50% de protéines

0,5 g – 10g : 40% de protéines

10g \_30g : 30-35% de protéines

**Tableau 04** : besoins en protéines en eau douce (fao.org, 2022)

Stade de développement	poids (g)	Besoin(%)
<b>Larves (premier alimentation)</b>	-	45-50
<b>alevins</b>	0,02-1 ,0	40
<b>figerlings</b>	1 ,0-10,0	35-40
<b>juvéniles</b>	1 0,0-25,0	30-35
<b>adultes</b>	25-200	30-32
	>200	28-30
<b>Stock de géniteur</b>		40-45

### 10.3. Glucides (les hydrates carbonés)

Les besoins en glucides exacte des espèces de tilapia ne sont pas connus. Les glucides sont inclus dans les aliments de tilapia pour fournir une source d'énergie bon marché et pour améliorer les propriétés de liaison à la granulette. Tilapia peut utiliser efficacement jusqu'à 35 à 40% de glucides digestibles. L'utilisation des glucides de tilapia est affectée par un certain nombre de facteurs, notamment la source des glucides, d'autres ingrédients alimentaires. (fao.org, 2022).

**Tableau 05** : Besoins théoriques en glucides et en fibres chez *O.niloticus* (Barnabe, 1991)

Glucides digestibles	25%
Fibres	8 % pour les alevins de 10g 8 à 10 % pour les poissons de 10g à la taille marchande

### 10.4. Les lipides

L'apport de lipides dans l'alimentation des poissons, est d'abord indispensable satisfaire les besoins en acide gras essentiels,( les capacité de bioconversion sont réduites ou très

## chapitre I GENERALITES

réduites). Teneur optimale d'incorporation de matière grasse de tilapia <10%. D'après Hanle, 2000, les besoins nutritifs en lipides des Tilapias se situent entre 6% et 12% de la ration alimentaire. Les lipides constituent avec les protéines une source d'énergie particulièrement bien adaptée à la physiologie et au métabolisme des poissons ; ils sont de plus en plus employés pour fabriquer des aliments très efficaces. (Guillaume *et al*, 1999).

**Tableau 06** : lipides bruts, acides gras essentiels et énergie (fao.org, 2022).

Lipides bruts, % min		10-15
Acides gras essentiels, % min		
	18 :2n-6	0,5-1,0 <sup>d</sup>
	20 :4n-6	1,0 <sup>d</sup>
	18 :3n-3	
	20 :5n-3	
	22 :6n-3	
Glucides % max <sup>e</sup>		40
Fibre brutes, % max		8-10
Rapport protéines –énergie (mg /kcal)		110 <sup>f</sup>
		120 <sup>g</sup>

<sup>d</sup>1% 20:4n-6 ou 0,5-1% 18:2n-6,

<sup>e</sup> L'utilisation des glucides présents dans le régime alimentaire semble baisser avec la diminution de la taille des poissons.

<sup>f</sup> protéines en mg par rapport à l'énergie brute en kcal ; <sup>g</sup>protéines en mg par rapport à l'énergie digestible en kcal.

### 10.5. Les vitamines

Les vitamines sont un groupe extrêmement mixte de composés organique essentielle dans la vie animale. Ils sont généralement « essentiels » en même sens que les EAA ou les EFA, soit qu'elles ne peuvent pas de tout être synthétisées par une espèce particulier. (Kim Jauncey, 1998).

## chapitre I

### GENERALITES

---

**Tableau 07 :** Besoins vitaminiques d'*Oreochromis sp* en mg/kg d'aliment.

Vitamines	Besoins (mg/kg d'aliment)	Signes de déficience	référence
Cyanocobalamine (vitamine B 12)	Non Nécessaire		Limsuwan et Lovell ,1982
Acide Ascorbique (vitamine C)	1250	Scoliose, lordose, croissance réduite, Diminution de l'efficacité de réparation des blessures, hémorragie, exophtalmie, anémie.	Soliman <i>et al</i> , 1994
Vitamine E	50-100	Anorexie, croissance réduite, faible efficacité d'ingestion, hémorragie de la peau et des nageoires, dégénération musculaire, mortalités élevés.	Satoh <i>et al</i> 1987

#### 10.6. Minéraux

Les minéraux sont des nutriments inorganiques requis en quantités variables, selon leurs rôles physiologique et métabolique (Campbell, 1985). Les poissons ont besoins de minéraux qui sont des constituants de certains tissus ou de certaines molécules, équilibre ionique, régulation des fonctions endocrines. (Guillaume *et al.*1999).

# chapitre I

## GENERALITES

**Tableau 08** : besoins nutritionnels en macro minéraux (%de la matière sèche et en Oligo-éléments (ppm) (Gullaume *et al*, 1999).

Macro-minéraux/oligo-éléments	Besoins
P	0,9
Ca	0,65*
Mg	0,06
Zn	10
Mn	12
Cu	3 ,5

\*eau sans Ca

### 10.7. Énergie

Chez les poissons, ce sont les protéines et les lipides alimentaires qui leur permettent de couvrir leurs besoins énergétiques en raison de capacités limitées à utiliser efficacement l'énergie des glucides alimentaires (Médale et Guillaume, 1999). L'énergie est nécessaire pour maintenir le métabolisme de base et une croissance adéquate (rapport protéines digestibles/ énergie) actuellement recommandés pour la croissance. (Guillaume *et al*1999).

Proteines Digestibles (mg/gMs)	Energie Digestible (KJ/gMs)	PrD/ED (mg/kJ)
300	12 ,1	25

## 11. Les matières premières principales

### 11.2. Farine de poisson

La farine de poisson est une farine sèche, finement moulue, qui provient uniquement du poisson frais. (Olivari, 1933).

#### 11.2.1. Les avantages : (Gullaum *et al* ,1999).

- Très riche en AAI.
- La présence des sources de protéine bien adaptées aux poissons.
- Riche en AGE.
- Riche en vitamines (B12, A, D3).
- Très bonne source de minéraux essentiels (Ca, Ph, Mg)

# chapitre I

## GENERALITES

### 11.2.2. Inconvénient : (Gullaum *et al* ,1999).

- Quantité limitée (l'indisponibilité).
- Pauvre souvent en caroténoïdes.

### 11.2.3. Propriété de la farine

Les qualités indispensables d'une farine de poisson alimentaire de bonne qualité (Olivari, 1933) :

- La fabrication ne doit prévenir que de poissons entiers ou déchets très frais si après séchage, il est difficile, sauf par analyse microbienne, de discerner l'emploi des déchets avariés.
- Après la fraîcheur de la matière première la deuxième qualité requise est l'absence d'eau au-dessus d'un dosage indiqué : de 12 à 14% d'humidité.
- La teneur en huile doit être faible (poisson maigres).

### 11.3. Soja

Les farines de soja sont les produits obtenus après broyage fin des graines de soja dépellicuées ou des flocons délipidés provenant de graines dépelliculées. Pour prétendre au nom de farine. (Zaki, 1993).

**Tableau 09** : composition chimique représentative des graines de soja

Partie de la Graine	Poids de la Graine entière%	% base matière sèches			
		Protéines N× 6,25	Lapide	Glucides (y c. fibre)	Cendres
Cotylédon	90	43	23	43	5,0
Pellicule	8	9	1	86	4,3
Hypocotyle	2	41	11	43	4,4
Graine entière	100	40	20	35	4,9

Source : Chftle *et al*. (1985).

### 11.4. Le Maïs

Le maïs (*Zéa mais*, famille des Poacées) est une céréale cultivée dans diverses zones agro-écologiques, seul ou en association avec la plupart des cultures.

Dans plusieurs pays, le maïs constitue l'aliment de base nombreuses population. Le maïs est la principale céréale utilisée en alimentation animale de façon générale. (Maybelline et Abdou, 2012).

#### 11.3.1Avantage : (Guillaume *et al* 1999).

- ✓ Riche en acide gras polyinsaturés n-6 (acide linoléique), et phosphore.
- ✓ Riche en amidon et en matières grasses, c'est une bonne source d'énergie.
- ✓ disponible sur le marché.
- ✓ Bonne source de vitamine E et B.

# chapitre I

## *GENERALITES*

---

### **11.4. Huiles végétale**

Constituent des sources d'énergie et la présence de facteurs antinutritionnels Synthétisés par les plantes dont elles sont issues est exceptionnelle. Ces huiles sont généralement trop chères pour l'alimentation animale.

#### **11.4.1. Avantages :** (Guillaume *et al*, 1999).

- ✓ Bonne source d'énergie d'origine lipidique.
- ✓ Elles sont riches en AGE linoléique.
- ✓ Bon pouvoir liant.

# Matériel et méthodes

## chapitre II

# MATERIEL ET METHODES

### 1. Rappel des objectifs de l'étude

Cette présente étude porte sur l'effet des différentes concentrations en protéine sur la qualité de l'eau et la croissance du tilapia rouge. Les objectifs fixés sont :

- La formulation et la fabrication d'aliments locaux répondants aux besoins du tilapia rouge.
- Suivi zootechnique de l'efficacité des aliments formulés sur la croissance du tilapia.
- Une comparaison entre les aliments fabriqués et l'aliment commercial.
- Impact de l'ammoniaque sur la santé du tilapia et la qualité de l'eau.
- Impact de l'azolla sur la qualité de l'eau d'élevage.

### 2. Description du lieu du stage

Le CNRDPA est depuis 2008, un établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST) à vocation sectorielle dont l'activité est centrée sur l'analyse des écosystèmes aquatiques, marins et continentaux exploités. Parmi les missions du CNRDPA la formulation et l'optimisation des aliments artificiels pour les espèces d'aquaculture. La structure du CNRDPA est représentée dans la figure suivante :

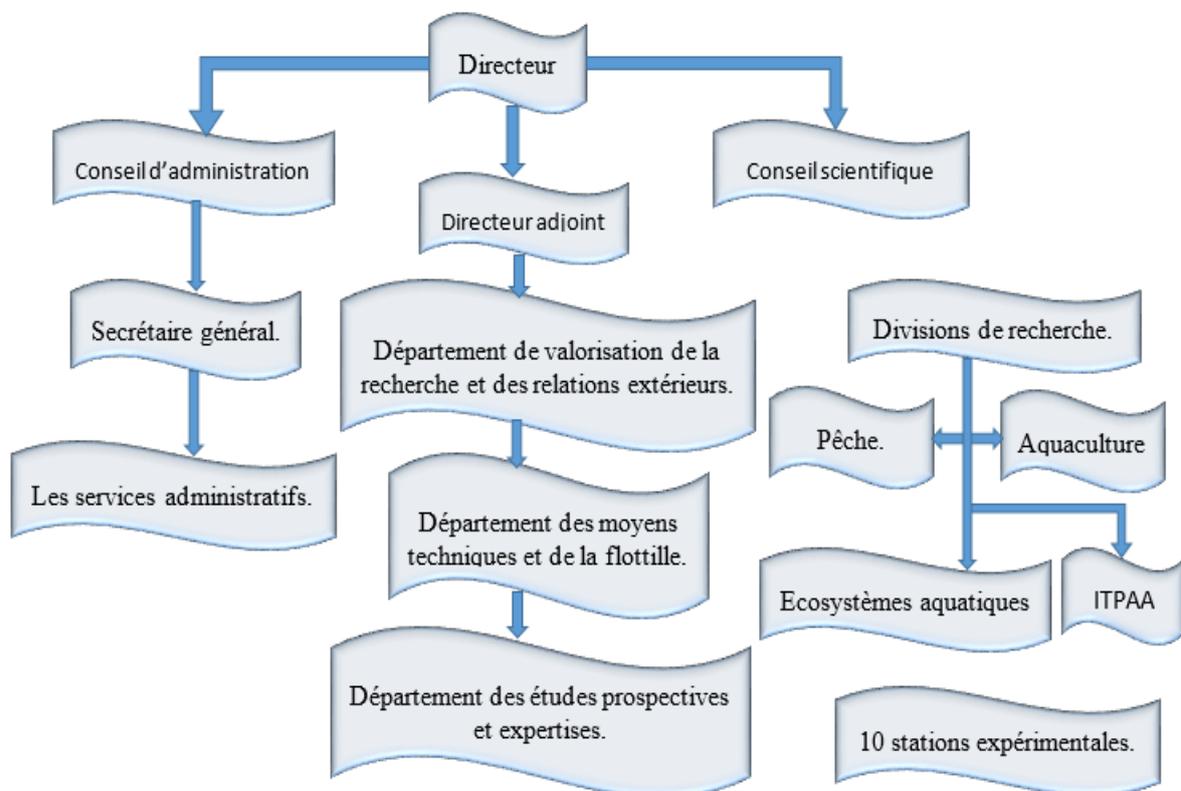


Figure 06 : organigramme du CNRDPA

## chapitre II

# *MATERIEL ET METHODES*

---

### **3. La structure d'élevage**

03 aquariums d'une longueur de 60 cm ; une largeur de 36 cm et une profondeur de 45 cm muni chacun d'un thermostat pour maintenir l'eau de l'aquarium à une température adéquate à la vie des alevins, une pompe de l'air qui sert à l'aération de l'eau et une source de l'oxygène, un thermomètre pour contrôler la température de l'eau.

#### **3.1. Entretien des aquariums :**

Avant de remplir les aquariums en eau, nous les avons désinfectés en ajoutant du sel. Pour entretenir les aquariums, on utilise un siphon pour les vider et pour éliminer les déchets, une serviette propre pour nettoyer le verre. L'eau sera renouvelée partiellement (à ½ du son volume total) chaque jour, et complètement chaque 5 jours, sauf dans les cas où y'aura forte pollution de l'eau.

### **4. Transport des alevins et mise en eau**

Les alevins du tilapia rouge ont été issus d'une ferme située à la wilaya de Boumerdes. Ces poissons ont été transportés dans des sacs en plastiques destinés au transport du poisson. Ces sacs ont été à moitié remplis d'eau et l'autre partie remplie d'air pour assurer l'oxygénation pendant le transport. Une fois arrivée au laboratoire, on met les sacs à la surface des aquariums, pour adapter la température de l'aquarium à celle de l'eau pour ne pas stresser les alevins. Après quelques minutes, on commence à sortir les alevins.



**Figure 07 :** La mise des alevins du tilapia rouge dans des sacs

## chapitre II

# MATERIEL ET METHODES

---

### 5. Protocole expérimental

60 alevins du tilapia rouge ont été répartis dans 3 aquariums d'une capacité de au nombre de 20 alevins pour chaque aquarium d'un poids moyen initial du  $5.42 \pm 0.38$  et biomasse  $102.03 \pm 3.88$  trois aliment seront distribués dans chaque aquarium : aliment ( $AF^+$ ) contenant 40% de la farine du poisson, aliment ( $AF^-$ ) contient 15% de la farine du poisson et l'aliment commercial extrudé ( $At$ ) contenant 60% de la farine du poisson. La ration alimentaire adoptée pour notre étude est de 5 à 7% de la biomasse totale en prenant en considération l'état des poissons, avec une fréquence de 3 à 4 fois par jour. Ces poissons seront pesés chaque semaine pour l'étude de la croissance, le suivi zootechnique et la modification de la quantité d'aliment à distribuer.

### 6. Préparation des différents aliments

La formulation et la fabrication d'aliment ont été réalisées au CNRDPA. D'après (Guillaume *et al*, 1999), la fabrication des aliments comprend une série d'opérations dont le but est d'associer plusieurs matières premières dans des proportions fixées à l'avance pour un objectif nutritionnel précis en prenant en considération plusieurs conditions :

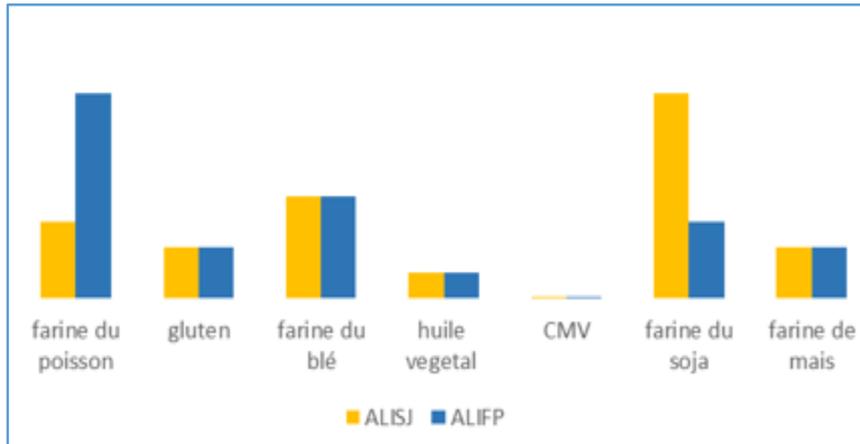
- Espèce choisie : ses besoins nutritionnels, type d'élevage, stade physiologique, marine ou continentale, etc.
- La disponibilité des matières premières, le prix, composition biochimique.
- Caractéristiques de l'aliment :
  - ✓ **Flottabilité** : la flottabilité est testée en fonction de la durée dans laquelle l'aliment reste au-dessus de l'eau.
  - ✓ **Stabilité** : est mesurée par la durée qui prend l'aliment pour décomposition dans l'eau.
  - ✓ **Acceptabilité** : est mesurée par la durée du poisson dans la consommation de l'aliment.

#### 6.1. La composition des différents aliments

Les mêmes ingrédients ont été utilisés pour la formulation des deux aliments  $AF^+$  et  $AF^-$ , avec des proportions différentes de la farine du poisson. L'aliment témoin est un aliment commercial fabriqué en Algérie (Figure 8).

## chapitre II

### *MATERIEL ET METHODES*



**Figure 08 :** Composition des deux aliments fabriqués

#### 6.2. La fabrication des aliments

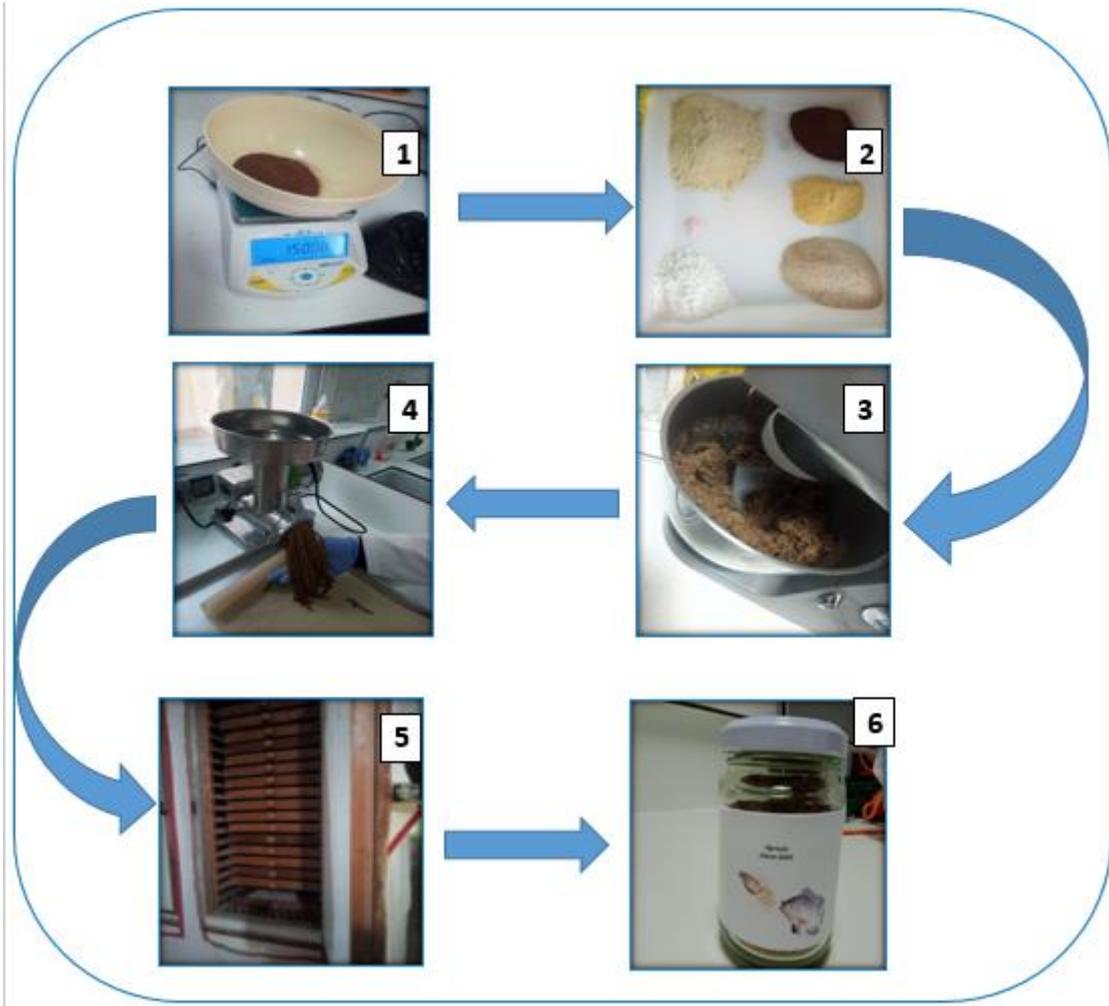
Le matériel utilisé pour la fabrication de l'aliment : une balance, des récipients, un pétrin, un broyeur, une éprouvette graduée, une plaque chauffante, une étuve, un séchoir et des boîtes en verre pour conserver les aliments.

- **Broyage :** le broyage consiste à réduire les matières premières en particules plus fines, dans notre étude les matières premières ont été achetées sous forme de poudre.
- **Pesage :** les différentes matières premières sont pesées à l'aide d'une balance de précision pour atteindre les quantités indiquées dans la formulation de l'aliment.
- **Homogénéisation :** c'est mélanger les différentes matières premières pesées en un mélange très homogène pour obtenir une pâte homogène et stable.
- **Mis en forme de l'aliment :** on a utilisé un hachoir pour façonner l'aliment, qui sera fragmenté en morceaux en fonction de la taille de la bouche de poisson.
- **Séchage :** nous avons utilisé un séchoir pendant 24 heures à 45°C.

Le processus de la fabrication est résumé dans la figure ci-dessous :

## chapitre II

### *MATERIEL ET METHODES*



**Figure 09** : les étapes de la fabrication d'aliment.

(1) Pesage des matières premières ; (2) les matières premières sèches ;  
(3) mélange des M.P dans le pétrin ; (4) mettre le mélange dans le hachoir ;  
(5) séchage de la pâte ; (6) conditionnement d'aliment dans des Flacons en verre.

## 7. Étude des performances des différents aliments

### 7.1. Suivi de la croissance

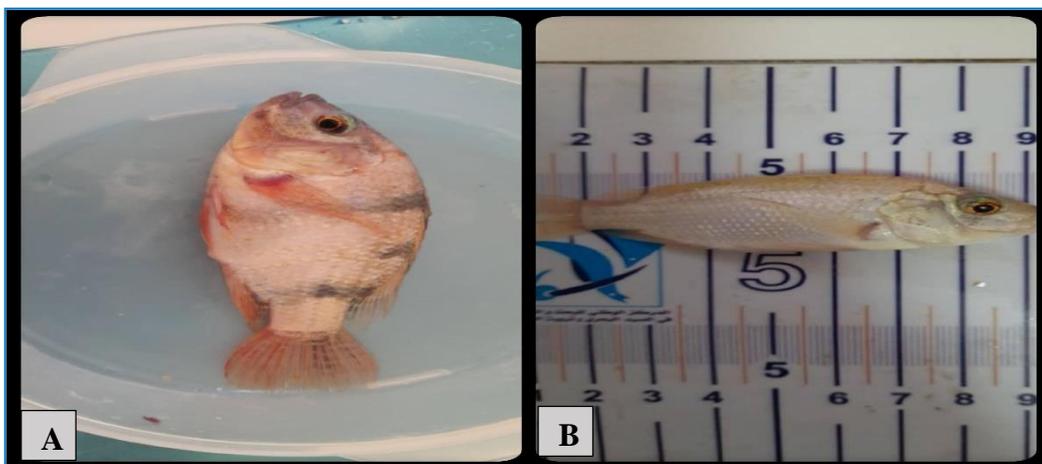
La prise du poids des individus élevés en Aquarium 1, Aquarium 2 et en Aquarium 3 a été faite chaque semaine (7 jours) pendant deux mois en utilisant une balance à précision pour l'étude pondérale et un ichtyomètre et une règle pour l'étude métrique.

## chapitre II

### **MATERIEL ET METHODES**



**Figure 10 :** Prise du poids total des alevins



**Figure 11 :** Matériel utilisés pour étudier la croissance ((A) mesure du poids ; (B) mesure de taille)

#### **7.2. Critères organoleptiques et physiques des aliments**

L'aspect physique de l'aliment est un critère très important en nutrition. Son odeur, le goût, sa taille, sa stabilité dans l'eau, sa flottabilité donnent une idée directe sur la qualité d'un aliment. On a utilisé des techniques simples pour étudier ces paramètres en utilisant un verre rempli d'eau et un chronomètre pour vérifier la flottabilité et la stabilité de l'aliment dans l'eau, la granulométrie de l'aliment est vérifiée par le disque de l'hachoir utilisé, le goût par une simple observation du comportement alimentaire des alevins après la distribution des aliments et la quantité d'aliment restante dans l'aquarium.

#### **7.3. Indices zootechniques**

Le rendement de l'efficacité d'aliment et le suivi de la croissance a été examiné au cours de cette étude d'après l'effet du régime alimentaire ( $AF^+$ ,  $AF^-$  et  $At$ ) pour cela différents indices ont été calculés comme suit :

**chapitre II**  
**MATERIEL ET METHODES**

**Tableau 10** : les indices zootechniques.

<b>Indice</b>	<b>Definition</b>	<b>Equation</b>
<b>Gain du poids (g)</b>	C'est le poids gagné par les individus par rapport à leur poids initial au cours de l'élevage.	$Gp(g) = Pf - Pi$ Pf : Poids corporel final (g) Pi: Poids corporel initial (g)
<b>Gain du Poids Relatif (%)</b>	C'est la différence entre le poids final et celui initial sur le poids initial*100	$GPR = [(Pmf - Pmi) / Pmi] \times 100$
<b>Gain Moyen Quotidien (GMQ)</b>	Cet indice permet d'apprécier le gain de poids journalier des poissons en élevage.	$GMQ = Pmf \times Pmi / \text{Durée de l'expérience}$
<b>Indice de conversion alimentaire (IC)</b>	Il permet de donner une idée de l'efficacité alimentaire d'un aliment ou d'une stratégie alimentaire.	$IC = Qa / Bp$ Qa : Quantité d'aliment distribué (g) Bp : biomasse produite
<b>Taux de croissance spécifique (TCS)</b>	Le taux de croissance spécifique (TCS) donne la vitesse instantanée de croissance des poissons.	$TCS (\% / j) = [(\ln (Pmf (g)) - \ln (Pmi (g))) \times 100 / \text{Durée d'élevage}]$
<b>Taux de survie (%)</b>	Est calculé à partir de nombre total de poissons à la fin de l'expérience.	$TS = (NPf / NPi) \times 100$ NPi : Nombre de poissons au début de l'expérience NPf : Nombre de poissons à la fin de l'expérience.
<b>Taux de mortalité (%)</b>	C'est 100% moins le taux de survie.	$TM = 100 - \text{taux de Survie}$
<b>Biomasse produite (g)</b>	C'est la biomasse finale moins la biomasse initiale.	$Bp = BF - Bi (g)$ BF : biomasse finale Bi : biomasse initiale

## chapitre II

### *MATERIEL ET METHODES*

---

#### 7.4. Influence de l'ammoniaque sur la qualité de l'eau

Le suivi des paramètres physicochimiques mérite un intérêt primordial dans le domaine de la nutrition des poissons. Dans le but d'étudier l'effet des concentrations en sels azotés sur la qualité de l'eau et la santé du poisson, on a arrêté l'entretien et le renouvellement de l'eau dans les différents aquariums pour augmenter les charges des aquariums en formes azotés (les nitrites, les nitrates et l'ammonium). L'origine de ces éléments est l'aliment et les fèces des poissons. Différents paramètres ont été mesurés : la température, le pH et l'oxygène dissous à l'aide d'un multi paramètre. La durabilité à l'aide d'un testeur électrique, la transparence, l'alcalinité, nitrates et nitrites par des kits. Les ortho phosphates, les nitrites, les nitrates et l'ammonium ont été réalisées au sein du laboratoire du CNRDPA et SEAAL.



**Figure12** : Les kits.



**Figure13** : Le thermomètre.



**Figure14** : Testeur électrique (TDS).

#### ❖ Analyse de nitrite

##### ▪ Protocole expérimentale

Nous avons pris 50ml d'échantillon, on a ajouté 1ml de réactif 1 (solution de sulfanilamide) et on a mélangé et on a laissé reposer entre 2 à 8 min on ajoute 1ml du

## chapitre II

### *MATERIEL ET METHODES*

2ème réactif (solution de N-Naphtyléthylénediamine) et on a mélangé à nouveau, nous avons attendu 15min. nous avons mesuré l'absorbance à 543nm par rapport à l'eau distillée, en cuve de 10cm de trajet optique (Figure 18).



**Figure15** : les résultats de nitrite dans les deux aquariums.

#### ❖ Analyse de l'ammoniaque

##### ▪ Protocole expérimentale

Nous avons pris 100ml d'échantillon, on a ajouté 3ml de réactif 1 (solution de phénol-Nitroprussiate de sodium) et on mélangé bien, on ajoute 3ml du 2ème réactif (solution d'alcaline d'hypochlorite) et on a mélangé à nouveau, nous avons attendu 6 à 8h à température ambiante. Nous avons mesuré l'absorbance à 630nm par rapport à l'eau distillée, en cuve de 10cm de trajet optique.



**Figure16** : les résultats de l'ammoniaque dans les deux aquariums.

## chapitre II

### *MATERIEL ET METHODES*



**Figure17** : Auto-analyseur.



**Figure18** : spectrophotomètre

Des échantillons de l'eau ont été prélevés avant et après la distribution d'aliment pour une durée de 5 jours et après le traitement par l'azolla.

❖ **Azolla** : est une fougère aquatique ramifiée et flottante qui pousse rapidement à la surface de l'eau (Guillaume *et al.*, 1999)

❖ **Classification de l'azolla**

Règne : Plante

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Pteridophyta

Classe : Polypodiopsida

Ordre : Salviniiales

Famille : Salviniaceae

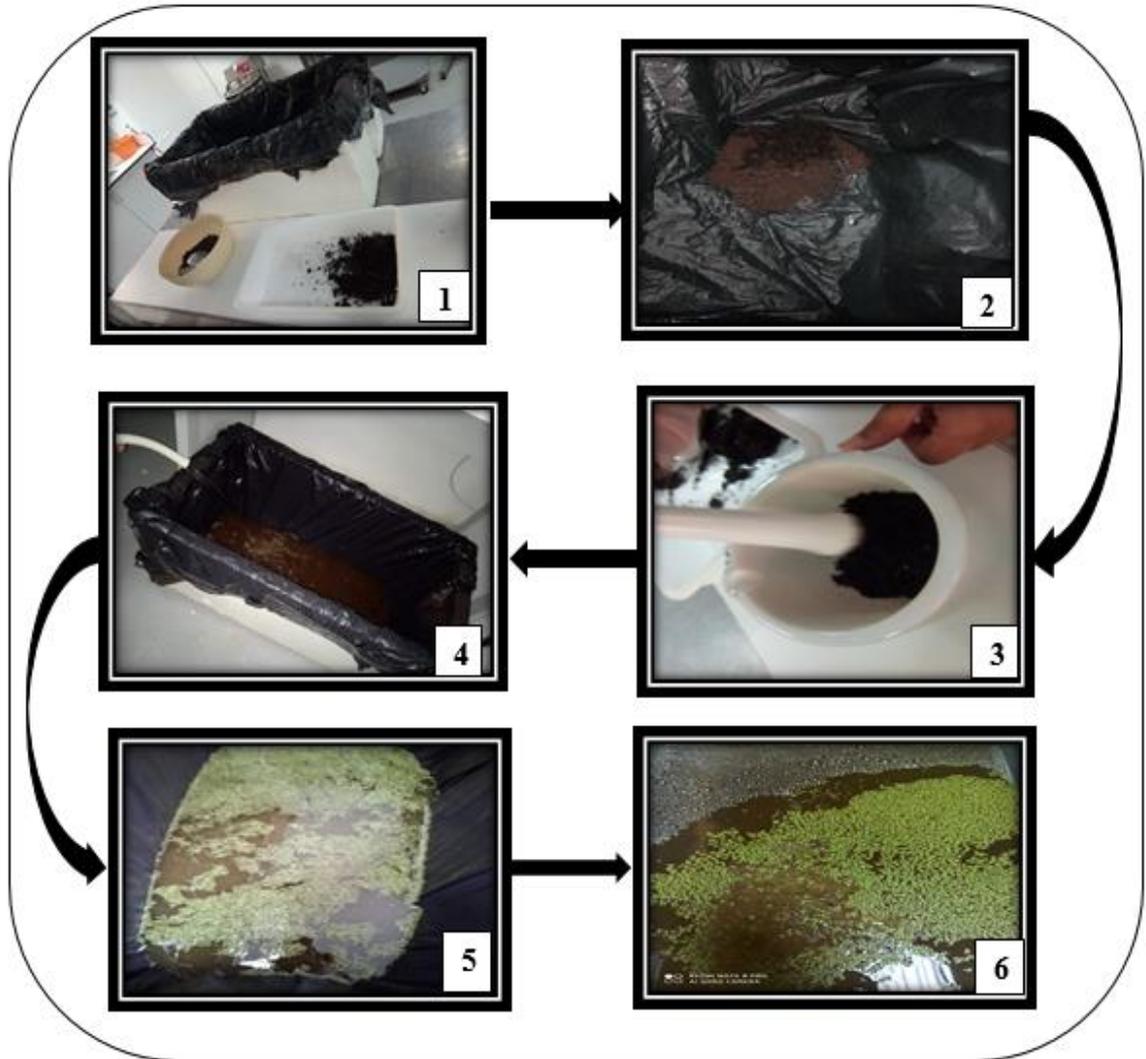
Genre et espece : *Azolla caroliniana* Willd

#### **7.5. Valorisation de l'azolla comme traitement biologique**

L'azolla a été récupérée d'une ferme aquacole située à la wilaya du Ain Defla puis a été cultivée au CNRDPA en utilisant un milieu de culture composé du fumier et un peu de terre et un bac couvert pour éviter les pertes de l'eau. Une fois terminé avec l'expérience de l'effet de l'ammoniaque, on couvre la surface de l'aquarium par l'azolla et on surveille la qualité de l'eau. On refait les mêmes dosages pour savoir si l'azolla a influencé sur la qualité de l'eau et a diminué le degré de pollution.

Les étapes de l'agriculture de l'azolla est résumé dans la figure ci-dessous :

chapitre II  
*MATERIEL ET METHODES*



**Figure19** : les étapes de l'agriculture de l'azolla.

**(1) les métiers premiers. (2) Broyage de fumier. (3) mettre le sol avec le fumier dans le sac. (4) remplir le sac avec de l'eau. (5) planter l'azolla. (6) mettre l'azolla dans les aquariums.**



**Figure20** : Azolla sous le microscope.

# Résultats et discussion

## chapitre III

# RESULTATS ET DISCUSSION

### III.1. Résultats de l'effet de l'aliment

#### 1.1. Caractéristiques physique des aliments

La vitesse de consommation ou les capacités d'adaptation à un changement d'aliment dépendent en grande partie de ses caractéristiques granulométriques. À cet effet, mieux connaître le comportement alimentaire des poissons devrait permettre d'optimiser les caractéristiques physiques des aliments qui leur sont distribués (Picard *et al.*, 2000)

##### 1.1.1. La taille des particules

La procédure de granulation a une influence réelle sur la qualité des granulés. Les deux aliments fabriqués avaient un diamètre de 4,5mm tandis que l'aliment commercial a un diamètre de 3.3 mm. Les diamètres obtenus ne convenaient pas à la bouche de notre poisson au début d'expérience par manque d'un disque adéquat à la taille de la bouche de nos alevins. Nous avons moulu les aliments pour les rendre plus faciles à ingérer par les alevins.



**Figure21** : la taille des particules

1-disque de l'hachoir. 2-taille de l'aliment.

##### 1.1.2. L'acceptabilité

Les alevins acceptaient les 3 aliments puisqu'ils se composent de la farine du poisson. Nous signalons que durant la première semaine de l'expérience les différents aliments ne convenaient pas aux poissons à cause de leurs tailles mais après les avoir moulu, les alevins les acceptent et les consomment. L'odeur de la nourriture est importante pour attirer les poissons et cela a été prouvé pour les 3 aliments, notamment pour les aliments (AF+) et (At) qui ont une odeur plus

## chapitre III

### RESULTATS ET DISCUSSION

forte par rapport à l'aliment (AF-), puisqu'ils contiennent une quantité plus élevée en farine du poisson. Les aliments sont ingérés dans un délai de quelques minutes après leurs distributions.

#### 1.1.3. Stabilité

Les deux aliments (AF+ et AF-) restent stables dans l'eau pendant plus de 6 heures, ce qui confirme que les deux produits ne se dégradent pas rapidement dans l'eau et pas conséquence gardent leurs propriétés et ne polluent pas l'eau. En parallèle, l'aliment commercial se dégrade rapidement dans l'eau puisqu'il est instable. Par manque des informations exactes sur la composition de l'aliment commercial, nous proposons l'amélioration de sa durabilité en modifiant la formulation de l'aliment. L'utilisation de matières premières avec une bonne capacité de liaison comme le blé ou l'orge, ainsi que l'utilisation de liants, aura une grande influence. D'après les nutritionnistes, cette stabilité dépend de la teneur des matières grasses dans l'aliment et son traitement à l'extrusion.

La figure 13 indique les facteurs influant sur la qualité des granulés sans compter les matières premières (Behnke, 1996). Cet auteur conclut que le broyage des matières premières et le conditionnement des aliments sont considérés comme les facteurs les plus influents sur la durabilité des granulés. Un « chauffage » optimal de l'aliment se traduira par des granulés plus durables.

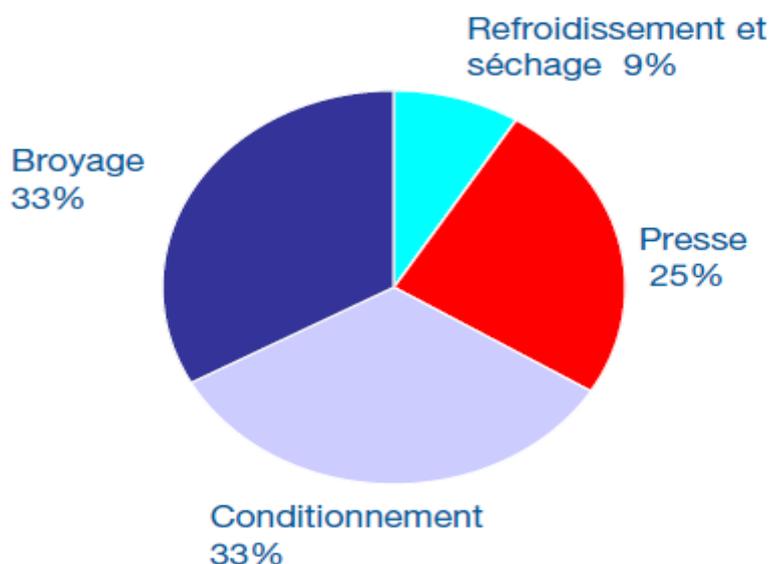


Figure 22 : les facteurs influant sur la durabilité d'un aliment

#### 1.1.4. Détérioration

Aucune forme de pourriture n'a été observée durant notre expérience (ni molle, ni d'aspect cotonneux, ni bleue). La couleur et l'odeur des différents aliments étaient intactes, signifiant

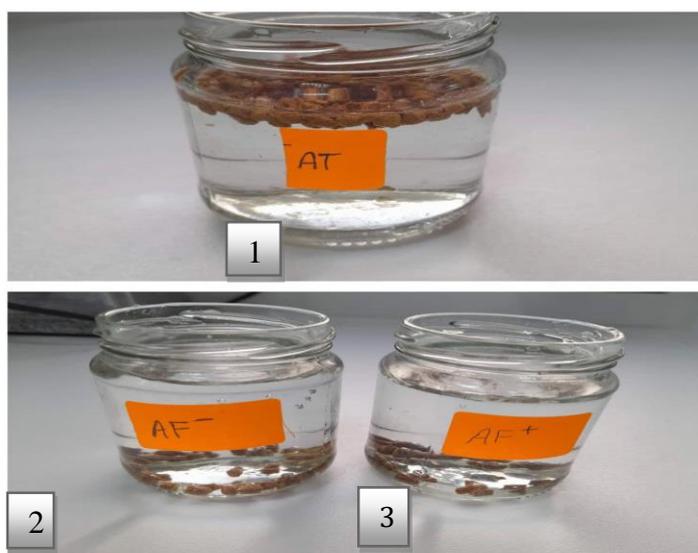
## chapitre III

### *RESULTATS ET DISCUSSION*

ainsi l'absence des champignons, et des moisissures sur les différents aliments, ce qui confirme la bonne manipulation pendant le processus de fabrication de l'aliment.

#### **1.1.5. Flottabilité**

Les deux aliments AF+ et AF- sont des aliments coulants (plongeants), alors que l'aliment At est un aliment flottant grâce à l'utilisation de l'extrudeuse qui est nécessaire pour assurer la flottabilité des aliments. Nous avons remarqué que les alevins avalent les granulés qui se trouvent au fond des aquariums au même rythme que l'aliment flottant.



**Figure 23** : teste de flottabilité  
1-aliment flottant ; 2 et 3-aliment coulant.

D'après Bouvier et Brisset (2006), la flottabilité de l'aliment a des avantages en assurant une meilleure digestibilité et une meilleure stabilité des aliments et la possibilité d'observer le comportement alimentaire des poissons. Ces mêmes auteurs rapportent que l'utilisation d'un aliment plongeant donne également une bonne digestibilité et une bonne stabilité dans l'eau, par contre on ne pourra pas suivre le comportement alimentaire du poisson.

#### **1.2. Caractéristiques biochimiques des aliments**

La formule nutritionnelle doit avant tout répondre aux besoins nutritionnels du poisson, dans ce cas nous avons formulé notre alimentation en gardant à l'esprit les exigences du tilapia. Les poissons, comme tous les animaux, ont besoin d'énergie pour assurer leurs fonctions vitales (activités motrices, métabolisme de base...), leur reproduction et leur croissance. L'énergie d'un aliment dépend de sa composition en lipides, en protéines et en glucides. Les protéines,

### chapitre III

## RESULTATS ET DISCUSSION

nécessaires à la croissance, sont aussi une source d'énergie utilisé pour le « fonctionnement » du poisson. Il s'agit même de la source d'énergie favorite des poissons comme de tous les carnivores. L'inconvénient de cette source d'énergie est qu'elle conduit à une augmentation de l'excrétion azotée (ammoniac en particulier). La nutrition des poissons a donc évolué vers une substitution des protéines par les lipides dont la dégradation, comme pour les glucides, conduit à l'excrétion de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) (Boujard. *et al*, 2004).

Les deux aliments expérimentaux ont presque la même composition chimique en énergie. Ils répondent aux besoins de tilapia en protéines et en lipides. Le tableau 11 indique la composition biochimique des deux aliments d'après le programme de formulation d'aliment :

**Tableau 11** : La composition biochimique des deux aliments fabriqués

paramètres	AF-	AF+	Les normes	References
matières sèches %	91,84	91,02		
cencre %	5,99	8,48	3.8	Lazard, 2007
Énergie digestible MJ/kg	15,05	16,03	12,1-25	Guillaume <i>et al.</i> , 1999
protéine brute %	33,75	41,35	30-40	Lazard, 2007
Lipide%	15,94	12,94	10-15	FAO, 2018
Fibre%	2,89	2,56	8	Barnabé, 1991
prix/kg	250	400		

**Tableau 12** : Les paramètres biochimiques des aliments par Dibala *et al* (2018).

paramètre	RA1	RA2	RA3	RA4
matières sèches (MS)%	95,41	94,40	94 ,40	94,93
Humidité %	4,59	5,60	5,60	5,60
cencre %	17	7,5	7,33	7,00
énergie digestible MJ/kg	-	-	-	-
protéine brute %	36,31	30,63	36 ,60	32,52
Lipide%	12,4	12,8	10,2	15

## chapitre III

### RESULTATS ET DISCUSSION

---

En comparant la composition biochimique de nos aliments par rapport aux normes et par rapport aux aliments fabriqués par Dibala *et al* (2018), nous remarquons que nos aliments fabriqués répondent aux besoins des alevins du tilapia.

Wang *et al.*, (1985), déclarent que la meilleure croissance d'alevins de *O. niloticus* pour un poids moyen entre (3 - 10 g) est obtenue avec un régime à 40 % de protéines.

D'après Burel et. Médale, (2014), la quantité de protéines recommandée pour le tilapia oscille entre 26 et 40%, en fonction de leur poids. Ces mêmes auteurs recommandent une ration protéique de 40 à 55 % quelle que soit l'espèce de poisson pour les très jeunes stades.

#### 1.3. Paramètres de croissances

Les performances de croissance d'alevins de tilapia (*Oreochromis sp*) nourris avec des aliments à base de la farine de poisson (AF+ et AF-) et avec un aliment commercial (At) pendant 50 j ont été évaluées et résumées dans le tableau 13 :

**Le tableau 13 :** résume les différents paramètres zootechniques et indices suivis et calculés au cours de la période d'étude.

Parameters	FP+	FP-	At
<b>Biomasse Initiale (g)</b>	105,6	102,6	97,9
<b>Biomasse Finale (g)</b>	364,1	194,03	139,13
<b>Poids moyen initial</b>	5,28	5,13	4,89
<b>Poids moyen final</b>	19,16	10,21	11,59
<b>Taux de Survie (%)</b>	95	95	60
<b>Taux de Croissance Spécifique</b>	2,47	1,27	1,59
<b>Gain du Poids Quotidien</b>	1,87	0,1	0,27
<b>Indice de conversion</b>	2,1	4,18	3,85
<b>Biomasse Produite (g)</b>	258,5	91,43	41,23

## chapitre III

### RESULTATS ET DISCUSSION

---

#### 1.3.1. Taux de survie

Au cours de l'expérience, le taux de survie des alevins d'*Oreochromis sp* dans les différents aquariums a été calculé après la pesée hebdomadaire.

Nous avons enregistré la survie entre les différents régimes et nous avons noté que les poissons nourris avec AF+ et AF- avaient 95% de survie. Tandis que les alevins nourris avec le régime At a un taux de survie de 60% (tableau12).

Les résultats du taux de survie obtenus par Azaza *et al* (2006) étaient de 95,55% et 97,77%, et  $75,56 \pm 8,88\%$  et  $91,56 \pm 0,77\%$  ont été obtenus par Toko *et al*(2006), et un taux de survie compris entre 86,67% et 100% pour Alliouche, 2010. Une étude plus récente par Mosha *et al.*, (2020) ont obtenu un taux de survie compris entre 99,51 et 99,78%.

Le taux de mortalité obtenu avec les aliments (AF+ et AF-) est identique, de 5% par contre le taux de mortalité est de 40% pour l'aliment commercial At.

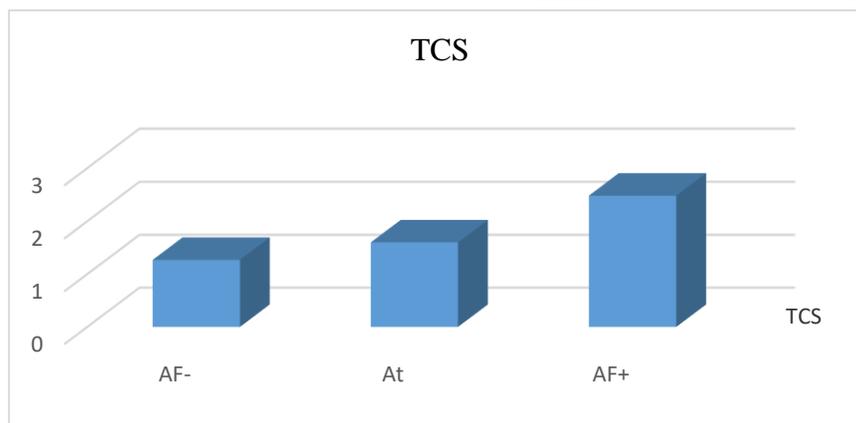
Pour nos aliments : un alevin de 2.6 g est mort dans AF+ en raison du transport, et un deuxième alevin d'un poids de 3.92g dans l'AF- à cause de stress de manipulation, alors que le taux de mortalité dans l'At pendant 22 jours avec des poids variant entre 4 et 19 g est de 40% et ceux à cause de la dissolution rapide de l'aliment commercial (At) qui fait augmenter le taux d'ammoniac et des nitrites. Nous avons déjà parlé de l'instabilité remarquable de l'aliment commercial dans l'eau qui a influencé sur ses performances zootechniques malgré sa flottabilité et son acceptabilité par les alevins. Les résultats de taux de survie obtenus pour nos aliments fabriqués sont très satisfaisants en comparant avec d'autres études et avec les limites proposées par les chercheurs.

#### 1.3.2. Taux de croissance spécifique (TCS)

Les taux de croissance spécifiques calculés sont de : 2.47% dans le AF+ et de 2.37% dans At et enfin de 1.27% dans AF- ; ce qui signifie que l'AF+ a le meilleur taux de croissance spécifique. Des résultats de 2,46 et 2,44et 2,43% ont été obtenus par Azaza *et al* (2006), pour Dibala *et al* (2018), les valeurs obtenues étaient de 0,9 ; 0,73 ; 0,73 et 0,83. Nous constatons que nos résultats obtenus pour le taux de la croissance spécifique sont satisfaisants et encourageants.

## chapitre III

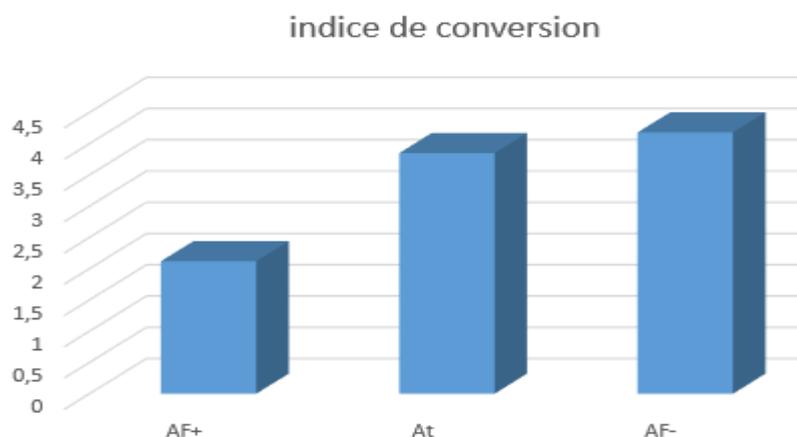
### RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 24 :** Diagramme des Taux de croissance spécifique (TCS) des 3 aliments.

#### 1.3.3. Indice de conversion (IC)

L'examen des indices de conversion (IC) montre que le meilleur IC pour les poissons a été obtenu sur toute la durée de l'expérience avec l'aliment AF + (2,12) suivi de l'aliment At (3,85), tandis que le faible indice de conversion a été obtenu avec l'aliment AF- (4,18) (Figure 16). Des résultats de 2,71 et 2,88 et 3,03 et 2,99 ont été obtenus par Dibala *et al* (2018), l'étude de Yacouba *et al*, (2007) a fait sortir des résultats entre 2,18 et 3. Nous signalons que l'indice de conversion a été affecté par la granulométrie de l'aliment et par des coupures d'électricité et de la baisse de température, en rendant les alevins incapables d'ingérer les aliments, d'où les grandes quantités d'aliments voir complètes récupérées pendant ces périodes. Sachant que l'indice de conversion pour AF+ ne dépassait pas 1,5 hors ses périodes.



**Figure25 :** Diagramme des indices de consommation des trois régimes.

## chapitre III

### RESULTATS ET DISCUSSION

---

Pour l'aliment commercial, au début de l'expérience, nous avons des bons résultats pour l'indice de conversion, mais après 22 jours de l'expérience avec l'augmentation des cas de mortalités les valeurs de l'indice de conversion sont devenues plus élevées influençant négativement sur l'efficacité de cet aliment. Pour le cas de l'aliment AF-, nous avons remarqué des bonnes quantités d'aliments restantes au fond de l'aquarium à des températures de 17 et 18°C.

#### 1.3.4. Gain du poids Quotidien (GMQ)

Les calculs obtenus pour GMQ (tableau 13) montrent que les alevins nourris avec le régime alimentaire contenant 40% de la farine de poisson (AF+) présentent un GMQ 1,87 alors que le régime alimentaire contenant 15% de la farine de poisson (AF-) et At (respectivement 0,1et 0,27). Les résultats de Dibala *et al* (2018) pour GMQ, étaient de 1,36 et 1,04 et des valeurs de 0,99 et 1,15 ont été obtenus par Azaza *et al* (2006). En tenant compte de ces résultats, nous déduisons que nos résultats pour AF+ sont très satisfaisants.

#### 1.3.5. Poids moyen final

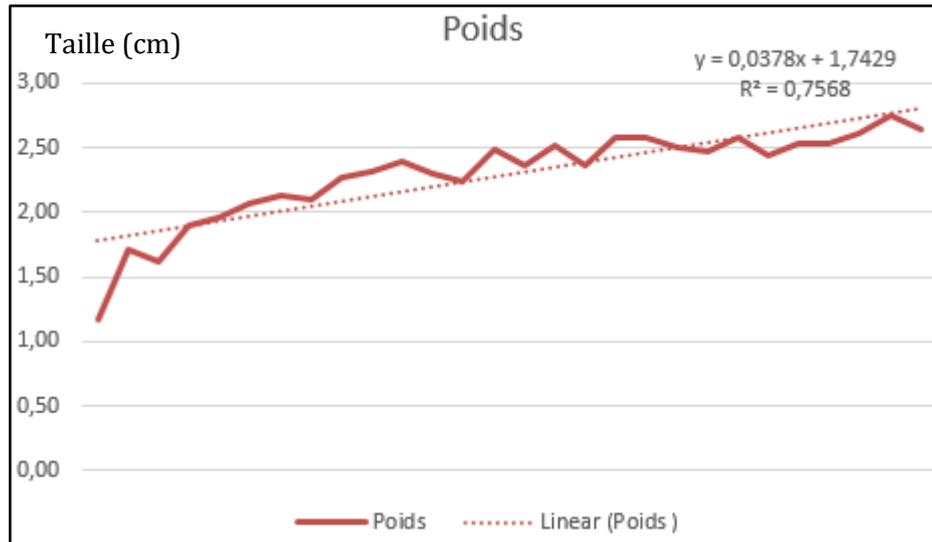
Le poids moyen initial était de  $P_m=5,10\pm 0,25g$ . Après 52 jours, les alevins alimentés par AF+ ont atteint un poids moyen final ( $P_{mf}=19,16g$ ), suivi d'un Pmf de 11,59 g pour les alevins nourris par At et un Pmf =10.21 g, pour l'aliment AF-. Nos résultats sont très encourageants en comparant avec d'autres études déjà publiées. Nous citons par exemple : Soumaïla *et al.*, 2016, Après 45 jours d'élevage les meilleures performances de croissance ont été obtenues pour un poids moyen final de  $(5,68 \pm 2,22 g)$  et  $(5,49 \pm 1,94 g)$  avec un poids moyen initial de  $(1,33 \pm 0,47 g)$ . Sissao *et al.*, 2019, ont obtenus un poids moyen final de 18g après 3 mois d'expérience pour un poids moyen initial de 0,01g.

#### 1.3.6. Paramètres biométrique (relation taille/poids)

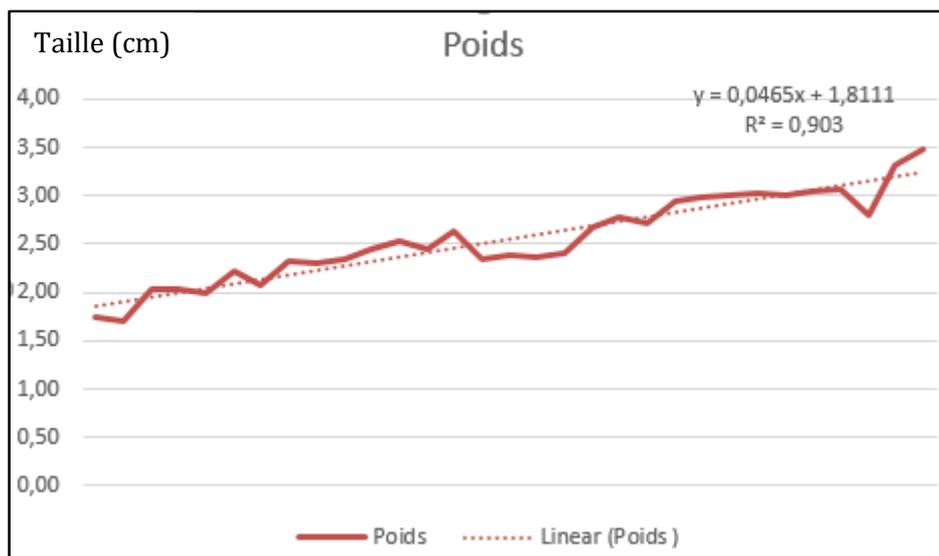
Le long de l'expérience, les alevins se croissent en taille et en poids. Dans l'aquarium AF- nous avons 19 alevins le poids compris entre 3,23 et 13,27g avec une abondance pour le poids de 12g, alors que la longueur totale varie entre 6 et 9,5 cm, la majorité des alevins ont une longueur de 8cm (Figure26). Et pour le même nombre d'alevins dans l'aquarium AF+ le poids est compris entre 7 et 32g mais la majorité des alevins ont un poids moyen de 20g pour une longueur totale comprise entre 8 et 12cm (Figure27).

### chapitre III

## RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 26** : Représentation graphique la relation de la taille et le poids d'AF-.



**Figure 27** : Représentation graphique la relation de la taille et le poids d'AF+

Les équations obtenues pour la relation taille/ poids, nous montrent une croissance allométrique minorante pour les alevins du tilapia (b différent et inférieur à 3), pour le cas de AF- le  $b=1,74$ , pour AF+ le  $b=1,81$ . Ce résultat est confirmé par plusieurs études (Alliouche,2010 ; Hickley et Bailey,1986 ; Soumaïla *et al.*, 2016 ; Mosha *et al.*, 2020).

## chapitre III

### *RESULTATS ET DISCUSSION*

---

#### 1.4. Influence de l'ammoniaque sur la qualité de l'eau

Le suivi des évolutions spatiales et temporelles des paramètres physico-chimiques de l'eau comme l'indiquent Benech et Dansoko (1994), il vise à lier les événements biologiques aux changements de l'environnement. Différentes phases du cycle de la croissance peuvent donc être associées à certains facteurs externes. Pendant toute la durée de l'étude, les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été suivis quotidiennement entre 9h et 14h. Nous avons utilisé des méthodes qualitatives et quantitatives pour l'évaluation de la qualité de l'eau et le suivi des alevins.

Depuis le début de l'expérience, nous avons remarqué une pollution rapide de l'eau dans l'aquarium nourri par l'aliment commercial contenant +60% de la farine de poisson, malgré le renouvellement total et quotidien de l'eau. Après une coupure d'électricité pour quelques heures nous avons obtenu un taux élevé de mortalité. L'eau issue de l'aquarium nourri par aliment commercial At, présente une mauvaise odeur et une transparence très faible.

L'aquarium contenant l'aliment AF+ commence à changer la couleur légèrement après deux jours sans changement de l'eau. Pendant le 5<sup>ème</sup> jours nous remarquons dans l'aquarium contenant (AF+) un changement de couleur de l'eau (une couleur très foncée), il y avait une forte odeur et le poisson est monté à la surface à cause du manque d'Oxygène, une eau très trouble. Le 6<sup>ème</sup> jour de l'expérience, il y'avait des mortalités intenses de 17 alevins dans un total de 19 alevins avec un taux de mortalité de 89,47%. Pour AF- aucune mortalité n'a été obtenue durant les 6 jours sauf un changement de la couleur de l'eau, puisqu'aucun renouvellement de l'eau n'a été effectué durant cette période.



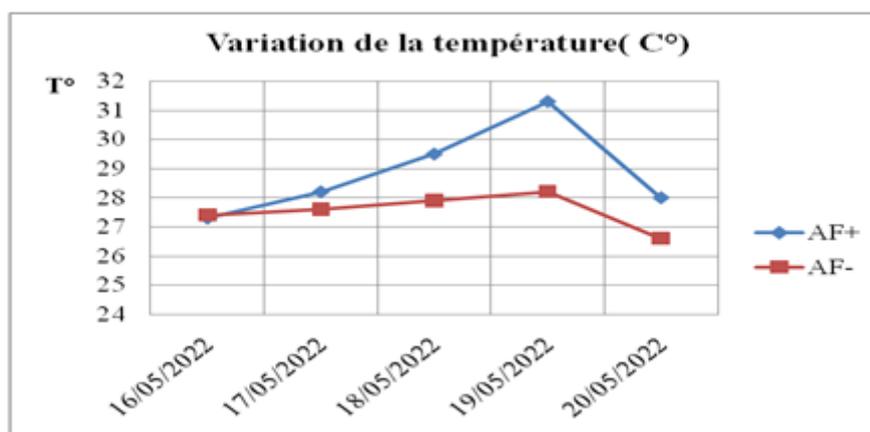
**Figure 28** : les alevins morts dans l'aquarium AF+

## chapitre III

### RESULTATS ET DISCUSSION

#### 1.4.1. La température de l'eau

La température est un facteur important dans la croissance et la reproduction du tilapia. Elle joue un rôle important dans la solubilité des gaz et la dissociation des sels dissous, de sorte que son importance est comprise avec une bonne précision lors de la détermination de la conductivité et du pH (Rodier ,2005). Les valeurs enregistrées durant l'expérience oscillent entre 26 et 31°C. Les mesures par le thermomètre, la température d'AF+ varie entre 27,3 et 31,3°C, et AF-varie entre 26,6 et 28,2°C. Ces valeurs sont bonnes pour la croissance du tilapia.



**Figure 29** : Les variations de température (C°) dans les deux aquariums.

#### 1.4.2. Le pH

La tolérance au pH établie par Arrignon (1998) variait de 5 à 11, avec des valeurs relevées au cours de l'expérience fluctuant entre 7,73 et 8,34. Les valeurs enregistrées durant l'expérience indiquées dans le tableau 14. La croissance des Tilapia s'est déroulée dans des bonnes conditions d'élevage, en comparant avec des limites de croissances proposées par Arrignon (1998).

**Tableau14** : variation des paramètres physicochimiques durant l'expérience.

Paramètres	Limite de tolérances	Etat normal	AF+	AF-
Température °C	21 –30	26 ,1	27,3 - 31, 3	27,4-28,8
Ph	5-11	7,48	7,68- 7,88	7,51-8,34
La dureté	/	25	125- 250)	125
Total alcalinité	/	0	120- 180	120-180

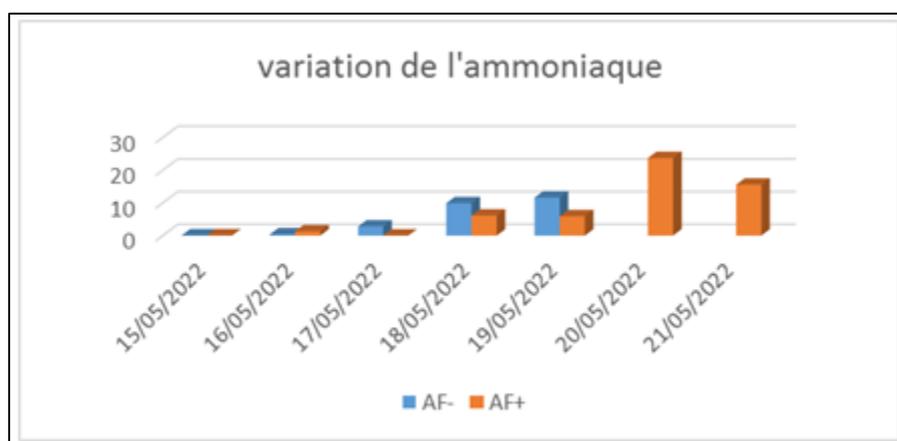
### chapitre III

## RESULTATS ET DISCUSSION

La comparaison montre que nos valeurs enregistrées se situent dans la fourchette recommandée des bonnes spécifications de croissance. Par conséquent, il a été noté que les individus de tilapia étaient dans les mêmes conditions physico-chimiques, c'est-à-dire que nous n'avons pas enregistré de différences significatives entre les changements de ces paramètres.

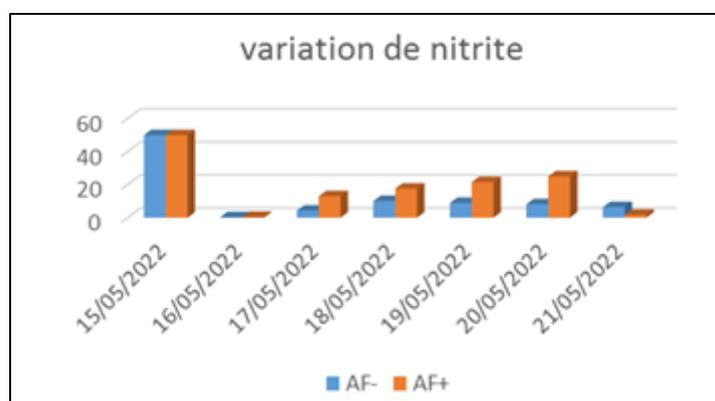
#### 1.4.3. Les sels nutritifs

Durant les 5 jours de nourrissage sans renouvellement de l'eau, les concentrations en ammoniac varient entre 0,05 et 11,6 mg/l dans AF- et entre 0,05 et 23,16 mg/l dans AF+. Nous remarquons des fortes concentrations en ammoniac dans les deux aquariums notamment pour l'aquarium nourri par AF+. Selon Suresh (2003) les normes pour l'ammoniac sont inférieures à 0.1mg/l. Nous déduisons une forte pollution en ammoniac dans les deux aquariums.



**Figure 30** : variation de l'ammoniac dans les deux aquariums.

Concernant les nitrites, on note que les concentrations dans les deux aquariums dépassent les normes recommandées selon Malcom *et al* 2000, de 5mg/l.

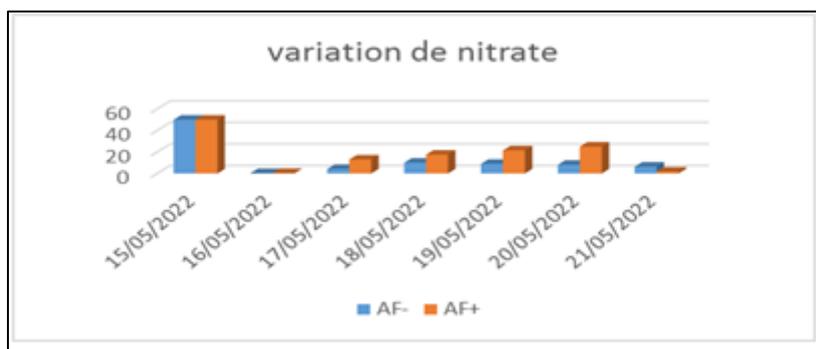


**Figure 31** : variation de nitrite dans les deux aquariums.

### chapitre III

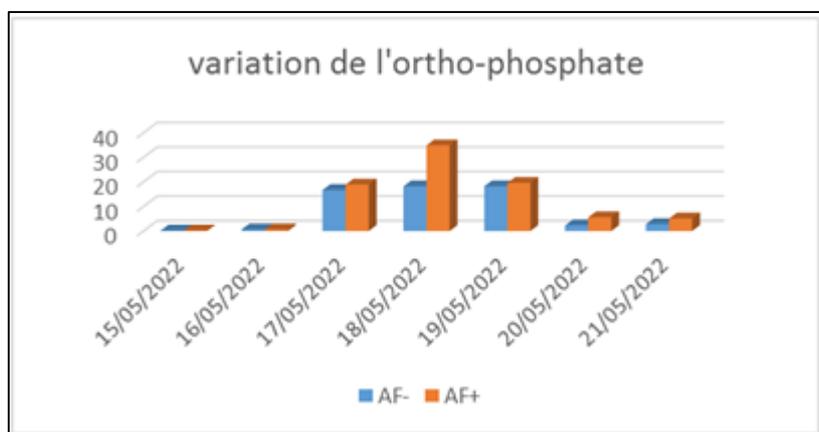
## RESULTATS ET DISCUSSION

Nous notons que les valeurs de nitrates ne dépassent pas 50mg/l pour les deux aquariums pendant l'expérience. Nous signalons que les nitrates c'est la forme la moins toxiques des sels nutritifs. Les concentrations de nitrates étaient plus fortes au début de l'expérience par rapport à la fin, nous pouvons l'expliquer par la solubilité très rapide des nitrates dans l'eau.



**Figure 32 :** variation de nitrate.

Nous notons également que les valeurs de l'ortho-phosphates augmentent dans AF+ jusqu'à 34.9mg/l, alors que dans AF- elles restent fluctuantes entre 0,63 et 2,32mg/L, (les normes selon Arrignon (2002) sont de 0,1-0,2mg/l).



**Figure 33:** les résultats de l'ortho-phosphates dans les deux aquariums.

Les résultats obtenus des sels nutritifs dans notre expérience sont très élevés par rapport à ceux recommandés par les scientifiques pour la vie piscicole, et cela a conduit à la mort du poisson.

## chapitre III

# RESULTATS ET DISCUSSION

### 1.5. Traitement de la pollution par l'azolla (dépollution)

Nous avons ajouté l'azolla à la surface des aquariums pour tester son effet dépolluant. Au bout de 48 heures, Nous avons remarqué un changement de la couleur de l'eau (l'eau devient plus claire). Les valeurs de la température presque les même dans l'aquarium AF+ et AF-, autours de 28.8°C et 29°C respectivement. On note que ses valeurs sont dans les normes recommandées par Burlot *et al* (1998).

Pour les sels nutritifs, nous avons remarqué une diminution des concentrations de ces derniers : pour l'aquarium nourri par AF+ (Nitrate : 3,07mg/l, Nitrite : 1,7mg/l, Ammoniaque : 15,6 mg/l et 5,1 mg/l pour les ortho-phosphates), pour le cas de l'aquarium nourri par l'aliment AF- (Nitrate : 17,93mg/l, Nitrite : 6,04 mg/l, Ammoniaque : 11,6 mg/l et 2,80 mg/l pour les ortho-phosphates). Ce qui signifie que les résultats pour les sels nutritifs obtenus avec l'Azolla sont encourageants mes restes toujours élevée.



**Figure 34** : l'azolla dans l'aquarium AF+.



**Figure 35** : l'azolla dans l'aquarium AF-.

Conclusion

## CONCLUSION

---

Ce travail contribue à l'étude de l'élevage en eau douce du tilapia rouge (*Oreochromis sp*) et des effets des régimes alimentaires sur la croissance des alevins et sur la qualité de l'eau.

Différentes concentrations de farine de poisson ont été introduites dans deux formules d'aliments pour tilapia et dans un aliment commercial, et leur composition chimique en nutriments a pleinement répondu aux besoins réels pour évaluer les performances de croissance du tilapia rouge (*Oreochromis sp*).

Les résultats obtenus permettent de conclure que les aliments produits peuvent remplacer les aliments industriels commerciaux dans les rations piscicoles. En fait, les alevins nourris avec l'aliment composé de 40% de la farine du poisson ont montré des performances de croissance encore meilleures que l'aliment industriel commercial.

Les principaux résultats de notre étude sont :

- La stabilité des deux aliments fabriqués (AF+ et AF-) dans l'eau, à l'inverse de l'aliment commercial qui est instable dans l'eau et cause une pollution rapide de l'eau.
- Les deux aliments fabriqués ne sont pas flottants dans l'eau, tandis que l'aliment commercial est flottant dans l'eau. Les alevins arrivent à ingérer les deux types d'aliments (flottant/coulant).
- La granulométrie des 3 aliments n'était pas adéquate à la taille des poissons par manque du matériel.
- Les 3 aliments répondent aux besoins nutritionnels des alevins de tilapia rouge.
- Les meilleures performances zootechniques sont obtenues avec l'aliment AF+ (IC= 2,1 ; TCS=2,47 ; taux de survie= 95%), les résultats pour l'aliment AF- (IC= 4,18 ; TCS=1,27 ; taux de survie= 95%), pour l'aliment commercial, nous avons enregistré une forte mortalité de 40% pendant 22 jours de l'expérience, l'indice de conversion était de 3,85.
- La croissance des alevins selon les différents régimes alimentaires est une croissance allométrique minorante.

## *CONCLUSION*

---

- La charge en alimentation sans changement de l'eau, a causé des fortes concentrations en sels nutritifs en dépassant les normes recommandées pour la vie piscicole. Ce qui a abouti à des cas de mortalités intenses dans l'aquarium nourri par l'aliment AF+.
- L'utilisation de l'azolla avait un effet sur les baisses des concentrations des sels nutritifs (effet dépolluant), l'azolla a utilisé les sels nutritifs de l'eau dans sa nutrition.

En perspectives, Nous recommandons :

- Utilisation de la farine de poisson dans des limites pour éviter les charges en ammoniacque (sécrétion),
- Fabrication des aliments avec une granulométrie qui s'adapte avec la taille des poissons,
- Utilisation des aliments stables dans l'eau,
- Le suivi de l'expérience jusqu'à arriver à une taille marchande de tilapia (>200g),
- Elargir la durée d'utilisation de l'azolla pour confirmer son effet dépolluant.

# Références Bibliographiques

## Références bibliographiques

1. **Abel-Fatteh, M. El-Sayed, (2019).** Tilapia: Species and geographical distribution in Africa. edition, CABI Publishing. Massachusetts Avenue. pp 293
2. **Alliouche, F, (2010).** Efficience de certains aliments sur la biomasse du Tilapia de Nil « *Oreochromis niloticus* » au niveau de l'animalerie. Mémoire de magister, USTHB. Algérie.
3. **Amoussou, T. O, Aboubacar. T, Ibrahim. I. T, Antoine. CH et Issaka. Y, Abdou. k, (2016).** Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852: International Journal of Biological and Chemical Sciences · 10(4): 1869-1887
4. **Arrignon, J, (1993).** Pisciculture en eau douce : le Tilapia. Le technicien d'agriculture tropicale. Paris, France : Maisonneuve et Larose.
5. **Arrignon, J, (1996).** L'élevage de *Tilapia mossambica* comme animal de laboratoire. Verh. Int. Ver. Theor. Angew Limod. 17, 650–661.
6. **Arrignon, J, (1998).** Aménagement piscicole des eaux douces 5<sup>ème</sup> éditions, Lavoisier, Paris. 589p.
7. **Arrigon, J, (2000).** Pisciculture en eau douce : le Tilapia. Le technicien d'agriculture tropicale. *Maisonneuve et Larose* : 125 p.
8. **Azaza, M.S, F. Mensi, I. Imourou Touko, M.N. Dhraief, A.Abdelmouleh, B.Brini et M.M. Kraiem, (2006).** Effets de l'incorporation de la farine de tomate dans L'alimentation du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*, l, 1758) en élevage dans les eaux géothermales du sud tunisien. Journal of Fish Biology.vol 76 (3).P 669-683.
9. **Balarin, J. D et Hatton J. D, (1979).** Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. Unit of Aquatic Pathobiology, Stirling University, 174 p.
10. **Barnabe, G, (1991).** Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Coll.TEC & DOC. Lavoisier (ed).489p.
11. **Bailly, N, (2009).** *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). In : Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2017). FishBase. World Register of Marine Species. À l'adresse : <http://www.fishbase.us/summary/Oreochromis-niloticus.html>.
12. **Benech, V et Dansokod. F, (1994).** Reproduction des espèces d'intérêt halieutique. In QUENSIERE, 1. (éds), 1994-La pêche dans le Delta Centrale du Niger, Vol; 1, Paris, ORSTOM-IER. P. 213-228.

13. **Behnke, K. C, (1996).** Feed manufacturing technology: Current issues and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 62, pp 49-57.
14. **Boujard, T. Anne, G; Denis, C; Kaushik, S, (2004).** regulation of feed intake, growth, nutrient and energy utilisation in European sea bass fed high fat diets. *Aquaculture*, 2004, Vol. 231, No. 1/4, pp. 529- 545.
15. **Bouvier, J; et Brisset, A, (2006).** Aquafeed twin screw extrusion processing. Malaysian Fisheries Society.
16. **Burlot, G, Buthon. L, Davaine. Y, Didri. H, Pabiou. Th, Rafine. M, Valingot. Ch, (1998).** édition synthèse agricole 1998, referances aquaculture.
17. **Burel, C et Médale,F, (2014).** Quid de l'utilisation des protéines d'origine végétale en aquaculture ? *Oilseds et fats crops and lipids*, 21(4)
18. **Cambell, D, (1985).** Large scale cage farming of *Sarotherodon niloticus*. *Aquaculture*.
19. **Chapman, A, (2003).** Culture of hybrid Tilapia: reference profile. IFAS extension. University of Florida. Edis. : 86 p.
20. **Cheftl, J.C. CUQ, J. L, et Lorient D, (1985).** « proteines alimentaires » Tec. &Doc, lavoisier, Paris.
21. **Chedly, Rais, (2005).** GENERAL FISHERIES COMMISSION, (annex 3). According to the conclusions of the working group meeting in September 2005 in Tunis.
22. **Cheftl, J.C. CUQ, J. L, et Lorient D, (1985).** « proteines alimentaires » Tec. &Doc, lavoisier, Paris.
23. **Cherif, I. et Djoumakh, F, (2015).** Contribution à l'étude de la valeur alimentaire de l'espèce Tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* ». *Mémoire d'Ingéniorat*. ENSSMAL, Alger.
24. **Dabbadie.L, (2005).** L'alimentation du tilapia du Nil «*oreochromis niloticus*».Quality certification in aquaculture .CAB International's Aquaculture compendium.
25. **Dibala, Crépin I, Marie chantal Yougbarié, Kiessoun konaté, Nessian Désiré Coulibaly and Mamoudou. H.Diko, (2018).** production de tilpia de Nil (*Oreochromis niloticus* linneus, 1758) avec des aliments à base de protéines végétales.
26. **FAO, (1995).** -La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture (1985-88).
27. **FAO, (2018).** Fisheries & Aquaculture - Cultured aquatic species fact sheets – *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). à l'adresse : [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus/fr](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/fr)

28. **FAO, (2022).** Système d'information sur les ressources alimentaires et d'engrais en aquaculture.
29. **Francoise Medale, Sadasivam Kaushik, (2009).** Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage
30. **Frimpong, E, Ansah. Y, Amisah. S, Adjei, Boateng. D, Agbo. N, Egna. H, (2014).** Effects of two environmental best management practices on pond water and effluent quality and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Sustainability, 6(2): 652–675. DOI: 10.3390/su6020652.
31. **Froese, R. et Pauly, D. (2017).** *Oreochromis niloticus* summary page. Fish Base. World Wide Web electronic publication.
32. **Guillaume, J, Kaushik. S. Bergot, P et Metailler. R, (1999).** Nutrition et Alimentation des poissons et crustacés, Paris: INRA. 480 p.
33. **Howes G.J, (1987).** The phylogenetic position of the Yugoslavian cyprinid fish genus *Aulopyge* Heckel, 1841, with an appraisal of the genus *Barbus* Cuvier, Cloquet, 1861 and the subfamily Cyprinidae. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.). Zool., 52: 165-196.
34. **Hocine, N. (2017).** Evaluation de la qualité organoleptique, hygiénique et nutritionnelle du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L., 1758). Mémoire de Master. Université Djilali Bounaama, Khemis Miliana, Alger. P 1-8.
35. **Hugueny, B et Lévêque C, (1994).** Freshwater fish zoogeography in West Africa: faunal similarities between river basins. Env. Biol. Fish, 39:365-380.
36. **Ipungu L, Ngoy. K, Banze. K, Lumfwa. K, Kafund. M, (2015).** L'étude de la croissance d'*Oreochromis niloticus* par la fertilisation des étangs : Le cas de la ferme Naviundu Lubumbashi. Journal of Applied Biosciences, 91: 8503–8510.
37. **Jauncey, K & Ross. B, (1982).** *A guide to tilapia feeds and feeding*, University of Stirling, Scotland. 111 pp.
38. **Jauncey, K, (1998).** *Tilapia Feeds and Feeding*, 2<sup>nd</sup> edn, Pisces, Press, Bridge of Allan, Stirling, 241pp.
39. **Lacroix, (2004).** *Pisciculture en Zone Tropicale*. GTZ & GFA Terra Systems: Hamburg.
40. **Lazard, J et al, (1990).** *Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique*. Nogent-sur-Marne, CTFT, 82 p

41. **Lazard, J, (1984).**L'élevage du Tilapia en Afrique. Données techniques sur sa pisciculture en étang. Revue Bois et Forêts des Tropiques, (206): 33-50.
42. **Lazard, J, (2009).** La pisciculture des tilapias. Cahiers Agricultures, 18(2-3): 393–401.
43. **Lazard, J, (2007).** Aquaculture et espèces introduites: Exemple de la domestication ex situ des tilapias. *Cahiers Agricultures*, 16(2): 123–124.
44. **Lewis, D.S.C et Morris, (1986).** Toxicity of nitrite to fish: A review. TransAm. Fish. Soc. 115, 183 -195.
45. **Leveque, C et Paugy, D (1999).** Les poissons des eaux continentales africains, Diversité, Ecologie, Utilisation par l'homme, édition de l'IRD. Institut de recherche pour le développement, Paris. pp. 519.
46. **Limsuwan et Lovell. R. T, (1982).** Intestinal synthesis and dietary nonessentiality of vitamin B12 in *Oreochromis niloticus*. Trans. Am. Fish. Soc. 111, 485
47. **Malcon, C, Beverid J.E, H. et McAndrew B.J. (2000).** Tilapias : biologie and exploitation. Institut of aquaculture. Université of sterling, Scotland, kluwer académie Publisher: 105 p.
48. **Mashaii, N, rajabipour. F, mohammadi. M, sarsangi. H, bitaraf. A, hossein-zadeh. H, sharif-rohani. M, (2016).** Reproduction of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* in Brackish Water. Journal of Applied Aquaculture.
49. **Maybelline Escalante-Ten Hoopen & Abbdou Maiga, (2012).** Production et transformation du maïs. CTA ISF Pro-Agro series. 978-92-9081-494-8
50. **Melard, C. et al, (2000).** Bases biologiques de l'aquaculture : Notes de cours. Université de Liège, Belgique : Centre de Formation et de Recherche en Aquaculture. 238 pp.
51. **Mosha, S.S, Felix, S., Manikandavelu, D., Felix, N., Samuel Moses, T.L.S. Menaga, M., (2020).** Effect of Dietary Mixture Containing Azolla and Spirulina Platensis on Physiological, Metabolic, Immunological and Histological Performance of GIFT Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Cultured in Lined Ponds. Advances in Oceanography & Marine Biology. volume (2) issue (1).
52. **Mustapha ABA, (2019).** La gestion des niveaux d'ammoniac en aquaculture. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science Volume 13(Issue 12 Ser. II):1-09

53. **Olivari, Ch, (1933)**. Recherches techniques. /La farine de poisson/. édition armateur à Arcachon Tome VI fasc4 N2. p332-336
54. **Pauly, D, Moreau. J et Prein. M, (1988)**. A comparaison of overall growth performance of Tilapia in open waters and aquaculture. 469-479. In: R.S.V: The Second International Symposium on tilapia in aquaculture. ICLARAM conference proceeding 15,623p.
55. **Paugy, D, (1994)**. Ecologie des poissons tropicaux d'un cours d'eau temporaire (Baoulé, haut bassin du Sénégal au Mali) : adaptation au milieu et plasticité du régime alimentaire. Revue d'Hydrobiologie Tropicale, 27 (2), p. 157-172.
56. **Paugy D et Leveque, C, (1989)**. poissons d'eau douce des bassins cotiers du Togo (Afrique de l'Ouest). Rev. Hydrobiol. trop, 22:295-316.
57. **Rodier, J, (2005)**. L'analyse de l'eau. 8<sup>ème</sup> édition. Dounod, Paris, France, 1511p.
58. **Satoh, S. T, Takeuchi. T, Watanabe. T, (1987)**. Requirement of tilapia for alpha tocopherol. *Nippon Suisan ak Gkaishi* 53, 119–124.
59. **Shang, Y. C, (1992)**. The Role of Aquaculture in the World Fisheries. World Fisheries Congress, Athens, Greece, May 3–8, 30pp.
60. **Sissao. R, D'Cotta, H., Baroiller J.F, Toguyeni, A, (2019)**. Mismatches between the genetic and phenotypic sex in the wild Kou population of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *PeerJ*, 7:e7709, 26 p.
61. **Soliman, A.K, Jauncey. K et Robert. S. R. J, (1994)**. Water-soluble vitamin requirements of tilapia: ascorbic acid (vitamin C) requirement of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture and Fisheries Management* 25, 269–278.
62. **Soumaïla, M, Kedegnon, G, Agadjihouede, H. Montchowui, E., Dahouda, M., Mensah, G. A. et Lalèyè, P, (2016)**. Effets de la substitution de la farine de poisson par la farine de *Achatina fulica* (Férussac, 1821) sur la survie et la croissance des alevins de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*.
63. **Suresh, V. (2003)**. Tilapia. In J S. Lucas and P .C .Southgate, eds. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants .Blackwell Publishing, Oxford, UK. pp: 321-345.
64. **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, FAO-RAPA/AADCP.

65. **Toguyeni, A, (1996).** La croissance différentielle liée au sexe chez le tilapia (Pisces: Cichlidae), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758): Contribution des facteurs génétiques, nutritionnels, et recherche d'un relais endocrinien. PhDthesis, Université de Renne I, Renne.
66. **Toko, I. I, O. E. Roudrigue Pelebe, Roland Tonako, N. Léa Guedegba, T. Prudencio Agbohessi et Patrick ketemont, (2018).** Indices biométriques et paramètres de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) exposé aux pesticides agricoles dans les retenues d'eau du Nord-Bénin.
67. **Trewavas, E, (1983).** Tilapiine Fishes of the Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. Cornell University Press, Dorchester, England.
68. **Trintignac, P, Bouin. N, Kerleo. V, Le Berre. M, (2013).** Guide de bonnes pratiques pour la gestion piscicole des étangs. SMIDAP: La Ferrière. Van Eer A, Van Schie T, Hilbrands A. 2004. La pisciculture à petite échelle en eau douce. Fondation Agromisa: Wageningen.
69. **Wang, K, Takechi, T., Watanabe, W., (1985).** Effect of dietary protein levels on growth of *Tilapia nilotica*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51, 133-140. Optimum protein and digestible energy levels in diets for *Tilapia nilotica*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51, 141-146.
70. **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. L.
71. **Yacouba, B, Allassane. O, Sebastino. D. A, Costa. K et Germain. G, (2007).** Production de tilapia marchand (*Oreochromis Niloticus* Linné, 1758) nourri avec des sous-produits agricoles sans adjonction de farine de poisson. sciences naturelles et appliquées, Vol. 29 No 1 et 2 (2007):
72. **Zaki, B, (1993).** Technologie de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja. Éditeur Food & Agriculture Org., 1993. ISBN, 9252031189, 9789252031185. 192 pages.