



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche
scientifique
جامعة سعد دحلب البليدة 01
Université Saad DAHLAB BLIDA 01
معهد العلوم و التقنيات التطبيقية
Institut des sciences et techniques appliquées



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme d'un master professionnel

Option

Technologie alimentaire

Stage au niveau de

Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de
l'Aquaculture



Thème

Analyse Comparative : Impact de la Substitution de la Farine
de Déchets de Poissons par la Farine de Déchets de Volailles
sur la Croissance du Tilapia

Présenté par : BENYAHIA Yousra.

CHERFA Zineb.

HAMADOUCHE Kelthoum.

M. EL HADI Djamel	Pr	ISTA	Président
M. BOUKHARI Nabil	MCB	ISTA	Examineur
M. BOUZAR Ahmed Chiheb	MCB	ISTA	Co- Promoteur
M. BOUDJEMA Kamel	MRB	CNRDPA	Promoteur
M. BEN FARES Redhouane	MRA	CNRDPA	Invité

Remerciement

Avant tout, nous exprimons notre gratitude envers Dieu tout-puissant pour nous avoir donné l'opportunité d'étudier, ainsi que pour nous avoir accordé la force, le courage et la patience nécessaires pour surmonter les difficultés et mener à bien ce travail.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers nous-mêmes pour l'engagement, la persévérance et le dévouement dont nous avons fait preuve tout au long de ce travail. Chaque étape de notre parcours a exigé un effort constant et une détermination sans faille, et c'est grâce à notre volonté et notre passion que nous avons pu mener ce mémoire à bien.

Nous tenons également à remercier chaleureusement notre encadrant de stage, **M. Kamel BOUDJEMA**, ainsi que notre co-encadrant à l'ISTA, **M. Ahmed Chiheb BOUZAR**, pour leur précieuse aide, leur patience, leur confiance, leur encouragement et leur regard critique qui ont grandement contribué à structurer ce travail et à enrichir notre expérience.

Nous sommes profondément reconnaissantes envers nos estimés professeurs, **M. Nabil BOUKHARI** et **M. EL HADI Djamel**, membres du jury, pour avoir accepté d'évaluer notre travail. Leur implication est un grand honneur pour nous, témoignant ainsi de la reconnaissance de nos efforts.

Nous souhaitons aussi exprimer notre gratitude envers **M. Mostafa NABI**, directeur de l'ISTA, ainsi que tous les professeurs qui nous ont soutenus depuis le début de nos études jusqu'à la fin de notre parcours académique.

Nous adressons nos sincères remerciements à **M. Nabil BOUFLIH**, directeur du CNRDPA, ainsi qu'à toute l'équipe de formulation d'aliments artificiels pour les espaces à intérêt aquacole : **Rachida ITCHIR**, **Lynda FRAI**, **Maha KHERARBA**, **M. BENFARES**, directeur de division, **Meriem AYAD**, **Affaf KORD**, et tous les membres du CNRDPA pour leur précieux soutien.

Nous exprimons également notre reconnaissance envers les responsables des laboratoires de l'ISTA, notamment **Mme Nadia BELARBI**, **M. Ahmed SAHNOUN** et **Mme Kadidja REMINI**, pour leur précieuse aide et le partage enrichissant de leurs expériences.

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers nos amis **Ishak MESBAIAH** et **Amin AGUIB** pour leur soutien indéfectible, leurs conseils avisés et leur encouragement constant, ainsi qu'à tous les étudiants de notre promotion.

Dédicace

À nos familles

Nous dédions ce travail à nos familles, dont l'amour et le soutien inconditionnels ont été une source constante d'inspiration et de force. Vos encouragements et votre patience ont été essentiels à notre réussite.

À nos amis

Nous remercions nos amis pour leur présence et leur soutien tout au long de ce parcours. Vos mots d'encouragement et les moments de partage ont été inestimables pour nous.

À nos professeurs et mentors

Votre sagesse et vos conseils ont guidé nos pas et enrichi notre compréhension. Nous vous sommes profondément reconnaissants pour votre dévouement et votre soutien tout au long de cette aventure.

À tous ceux qui ont cru en nous

Ce travail est dédié à tous ceux qui ont cru en notre potentiel et nous ont soutenus de près ou de loin. Votre confiance en nous a été une source de motivation inépuisable.

Résumé

Dans notre étude Soixante juvéniles de tilapia rouge (*Oreochromis sp.*), avec un poids moyen initial de 3 à 5 g, ont été répartis dans deux aquariums (30 spécimens par aquarium). Deux types d'aliments ont été utilisés : A1 (farine de poisson complètement remplacée par farine de déchets de volaille) et A2 (aliment contenant 35% de farine de poisson). Les poissons ont été nourris à 5% de leur biomasse pendant 45 jours. À la fin de l'expérience, le poids final des poissons variait entre 11 et 34 g, et la taille atteignait jusqu'à $11,8 \pm 1.09$ cm. Nos résultats biochimiques de l'aliment formulé montrent un taux élevé en protéines de 41.4% pour A1 et de 35.3% pour A2. Un indice de conversion de (1.37 ± 0.54 et 1.38 ± 0.19) pour les deux aliments (A1, A2) respectivement, le facteur de condition K montre que le tilapia a une croissance allométrique et un taux de croissance spécifique de 3.07%/j pour A1 et de 2.88%/j pour A2, avec un taux de survie de 100% pour les deux groupes. En conclusion, l'incorporation de farine de poisson ou de farine de déchets de volaille a le même effet sur la qualité zootechnique et nutritionnelle du tilapia rouge.

Mot clés : Pisciculture, Tilapia rouge, Farine de poisson, Farine de déchets de volaille, Performances zootechniques.

Abstract

In our study, Sixty juvenile tilapia, with an initial average weight of 3 to 5 g, were divided into two aquariums (30 specimens per aquarium). Two types of feed were used: A1 (fishmeal completely replaced by poultry waste meal) and A2 (feed containing 35% fishmeal). The fish were fed at 5% of their biomass for 45 days. At the end of the experiment, the final weight of the fish ranged from 11 to 34 g, and their length reached up to 11.8 cm. Our biochemical analysis of the formulated feed showed a high protein content of 41.4% for A1 and 35.3% for A2. A feed conversion ratio of (1.37 ± 0.54 and 1.38 ± 0.19) was observed for the two feeds (A1, A2) respectively, and the condition factor K indicated that the tilapia exhibited allometric growth. The specific growth rate was 3.07%/day for A1 and 2.88%/day for A2, with a survival rate of 100% for both groups. In conclusion, the incorporation of either fishmeal or poultry waste meal has the same effect on the zootechnical and nutritional quality of red tilapia.

Keywords: Fish farming, Red tilapia, Fishmeal, Poultry waste meal, Zootechnical performance

ملخص

في دراستنا، تم تقسيم ستين من أسماك البلطي الأحمر الصغيرة، بوزن متوسط ابتدائي يتراوح بين 3 إلى 5 جرام، إلى حوضين (30 سمكة لكل حوض). تم استخدام نوعين من الأعلاف (A1 و A2) حيث تم استبدال دقيق السمك بالكامل بدقيق مخلفات الدواجن) و (A2 علف يحتوي على 35% من دقيق السمك). تم تغذية الأسماك بنسبة 5% من كتلتها الحيوية لمدة 45 يومًا. في نهاية التجربة، تراوح الوزن النهائي للأسماك بين 11 و 34 جرامًا، وبلغ طولها حتى 11.8 سم. أظهرت التحاليل البيوكيميائية للعلف المركب نسبة عالية من البروتين بلغت 41.4% للعلف A1 و 35.3% للعلف A2. لوحظت نسبة تحويل الغذاء بلغت 1.41 و 1.46 للعلفين (A1) و (A2) على التوالي، وأشار عامل الحالة K إلى أن أسماك البلطي الأحمر أظهرت نموًا إيزومتريًا. كان معدل النمو النوعي 3.07% يوميًا للعلف A1 و 2.88% يوميًا للعلف A2، مع معدل بقاء 100% لكلا المجموعتين. في الختام، فإن دمج مسحوق السمك أو مسحوق مخلفات الدواجن له نفس التأثير على الجودة الزوتكنية والغذائية لأسماك البلطي الأحمر.

الكلمات المفتاحية: تربية الأسماك، البلطي الأحمر، مسحوق السمك، مسحوق مخلفات الدواجن، الأداء الحي

LISTE DES TABLEAUX

Partie bibliographique

Tableau I.1 : Résumé des besoins alimentaires en protéines, lipides et glucides chez les Tilapia.	11
Tableau I.2 : Les parties comestibles et non comestibles des volailles conformément à l'arrêté interministériel du 02/07/1995, relatif à la mise à la consommation des volailles abattues	13
Tableau I.3 : Caractéristiques physico-chimiques des déchets de volailles	15
Tableau I.4 : Tableau représentatif des parties comestibles et non comestibles de poisson	19
Tableau I.5 : Caractéristiques physico-chimiques des déchets de sardine. (Dounia et al. 2022)	20

Partie expérimentale

Tableau I.1 : tableau de composition centésimale des ingrédients utilisés pour la formulation des aliments.	31
Tableau II.1 : Représentation du rendement de la farine de volailles.	50
Tableau II.2 : Qualité organoleptique de la farine de volailles.	50
Tableau II.3 : Composition Biochimique de la farine de volailles.	51
Tableau II.4 : Représentation du rendement de la farine de poissons (sardines).	51
Tableau II.5 : Qualité organoleptique de la farine de poissons.	52
Tableau II.6 : Composition Biochimique de la farine de poissons.	52
Tableau II.7 : Variations des paramètres physicochimiques de l'eau des deux aquariums durant la période d'expérience.	54
Tableau II.8 : Poids moyen des deux lots de poissons nourris aux deux aliments.	56
Tableau II.9 : Tailles moyennes des deux lots de poissons nourris aux deux aliments.	57
Tableau II.10 : Performances de croissance du Tilapia rouge nourri avec les deux régimes.	59
Tableau II.11 : Paramètres biologiques du tilapia rouge des deux aquariums.	62
Tableau II.12 : Composition biochimique des deux aliments.	63
Tableau II.13 : Composition biochimique de la chair.	63

LISTE DES FIGURES

Partie bibliographique

Figure I.1 : Tilapia Rouge (<i>Oreochromis sp</i>).	5
Figure I.2 : Schéma de l'anatomie externe du tilapia.	6
Figure I.3 : Répartition géographique du Tilapia.	7
Figure I.4 : Évolution de la quantité de viandes et de déchets de volailles produites par an en Algérie.	12
Figure I.5 : Répartition (en %) des différents déchets issus de l'abattage des volailles.	13
Figure I.6 : Schéma de gestion durable des déchets d'abattoirs avicoles.	17
Figure II.1 : Les différentes parties de poisson et leur application potentielle.	18

Partie expérimentale

Figure I.1 : Batterie expérimentale.	24
Figure I.2 : Déchets de sardine.	24
Figure I.3 : La pesé des déchets de sardine.	25
Figure I.4 : Cuisson à vapeur.	25
Figure I.5 : Pressage de la matière grasse et l'excès d'eau.	26
Figure I.6 : Séchage des déchets.	26
Figure I.7 : Broyage tamisage.	27
Figure I.8 : Déchets de volailles.	27
Figure I.9 : Préparation et pesage des déchets.	28
Figure I.10 : La cuisson par pression des déchets.	28
Figure I.11 : Cuisson par vapeur des déchets.	28
Figure I.12 : Broyage des déchets.	29
Figure I.13 : Pressage de la matière grasse.	29
Figure I.14 : Séchage des déchets des volailles.	30
Figure I.15 : Broyage des déchets.	30
Figure I.16 : Broyage et tamisage.	32
Figure I.17 : Pesage des ingrédients.	32
Figure I.18 : Mélange des ingrédients.	32
Figure I.19 : Extrusion du mélange.	33
Figure I.20 : Séchage de l'aliment.	33
Figure I.21 : Calibrage et stockage des aliments.	34

Figure I.22 : Siphonage et nettoyage des aquariums.	37
Figure I.23 : Multi-paramètres.	37
Figure I.24 : Pesage de poisson.	38
Figure I.25 : Mesure de la longueur du poisson.	38
Figure I.26 : Trousse de dissection.	40
Figure I.27 : Examiner le poisson de l'extérieur.	41
Figure I.28 : Incision des poissons.	41
Figure I.29 : Les organes du tilapia.	42
Figure I.30 : Les gonades de mâle et femelle tilapia.	42
Figure I.31 : Classification des tilapias.	43
Figure I.32 : Extraction de la matière grasse.	44
Figure I.33 : Dosage des protéines.	45
Figure I.34 : Analyse des glucides.	45
Figure I.35 : Incinération et pesage.	46
Figure I.36 : Séchage et pesage.	46
Figure I.37 : Lyophilisation de la chair de poisson.	47
Figure I.38 : L'extraction des lipides.	47
Figure I.39 : Les analyses microbiologiques.	48
Figure II.1 : Evolution du poids moyen de tilapia rouge nourris avec les différents aliments.	57
Figure II.2 : Evolution de la taille moyenne du tilapia rouge nourris avec les différents aliments.	58
Figure II.3 : Evolution de facteur de condition K.	61

LISTE DES ABREVIATIONS

A1	: Aliment formulé 1 par la farine de déchets de volailles.
A2	: Aliment formulé 2 par la farine de poisson.
Cal	: Calories.
CP	: Coproduits de Poisson.
CV	: Coproduits de Volailles.
CNRDPA	: Centre Nationale de Recherche et Développement de la Pêche et l'Aquaculture.
FAO	: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture.
GMQ	: Gain Moyen Quotidien.
GMQ	: Gain de Poids Quotidien.
ISTA	: Institut des Sciences et Techniques Appliquées.
IC	: Indice de Conversion.
IGS	: L'indice Gonadosomatique.
IHP	: L'indice Hépatopancréatique.
K	: Le facteur de condition .
Lt	: longueur totale du poisson.
LDO	: Luminescent Dissolved Oxygen.
MI	: Matière initiale.
MF	: Matière final.
MS	: Matière sèche.
ONS	: Office National des Statistiques.
PSU	: Practical Salinity Unit.
Ph	: potentiel d'Hydrogène.
PMF	: Poids moyen final
Pt	: poids total du poisson
RA	: ration alimentaire
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences
TCS	: Taux de Croissance Spécifique.
TS	: Taux de Survie.
TN	: taux de nourrissage.
UE	:Union européenne.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

DEDICACE

RESUME

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale 1/2

Partie bibliographique

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA PISCICULTURE

I.1. La pisciculture	4
I.2. La pisciculture en Algérie	4
I.3. Présentation de l'espèce tilapia rouge	4
I.4. Définition de l'espèce Tilapia rouge	4
I.5. Caractéristiques morphologiques	5
I.6. Répartition géographique	6
I.7. Exigences écologiques	7
I.7.1. Température	7
I.7.2. Salinité	8
I.7.3. Potentiel d'hydrogène (pH)	8
I.7.4. Oxygène dissous	8
I.7.5. Composés azotés	8
I.8. Régime alimentaire	8
I.9. Croissance	9
I.10. Besoins nutritionnels	10/11

CHAPITRE II : VALORISATION DES COPRODUITS

II.1. Coproduits avicoles	12
II.1.1. Production et déchets avicoles en Algérie	12
II.1.2. Les déchets avicoles et leur impact environnemental	13
II.1.3. Impacts environnementaux	14
II.1.4. Composition et propriétés physicochimiques des déchets d'abattoirs avicoles	14
II.1.5. Normes de sécurité et de qualité pour l'utilisation des déchets de volaille dans l'alimentation des poissons d'élevage : Comparaison entre Algérie et Europe	15/16
II.1.6. Traitement des déchets d'abattoirs avicoles	17
II.2. Coproduits piscicoles	18

II.2.1. Production piscicole en Algérie	18
II.2.2. Les déchets piscicoles	18
II.2.3. Composition et propriétés physicochimiques des déchets piscicoles (sardine)	19/20
Partie expérimentale	21
CHAPITRE I : Matériels et méthodes	22
I.1. Présentation du lieu de stage	22
I.2. Matériel	23
I.2.1. Procédure expérimentale	23
I.2.2. Matériel biologique	23
I.2.3. Matériel de mesure et de contrôle	23
I.2.4. Matériel pour la transformation et fabrication d'aliments	23
I.3. Méthode du travail	24
I.3.1. Farine de poisson	24
I.3.1.1. Les processus de fabrication de la farine de poisson	24-27
I.3.2.2. Les processus de fabrication de la farine de volailles	27-30
I.3.2. Formulation d'aliment	30
I.3.3. La deuxième transformation	31-34
I.4. Les caractères physiques de l'aliment	34
I.5. Nourrissage des poissons et le mode de nettoyage	36
I.5.1. Distribution Alimentaire	36
I.5.1.1. Mode d'alimentation	36
I.5.1.2. Suivi de l'expérimentation	36
I.5.2. Nettoyage	37
I.6. Paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage	37
I.7. Contrôle des paramètres zootechniques	38
I.7.1. La croissance	38
I.7.2. La croissance linéaire	38
I.8. Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés	38-40
I.9. La dissection.....	40
I.9.1. Matériel nécessaire.....	40
I.9.2. Étapes de la dissection.....	41
I.9.2.1. Observation externe.....	41
I.9.2.2. Ouverture de la cavité abdominale.....	41

I.9.2.3. Examen des organes internes.....	41
I.9.2.4. Retrait et observation des organes spécifiques.....	42
I.9.3.1. L'indice gonadosomatique (IGS).....	43
I.9.3.2. L'indice hépatopancréatique (IHP).....	43
I.10. Analyses biochimiques.....	44
I.10.1. Farine des déchets volailles et poissons.....	45
I.10.2. Aliments extrudés.....	46
I.10.3. La chaire de poisson.....	46
I.11. Les analyses microbiologiques.....	48
I.12. Analyse statistique.....	49
CHAPITRE II : Résultats et discussion	50
II.1. Farine de volailles	50
II.1.1. Rendement de transformation des CV.....	50
II.1.2. Analyses organoleptiques de la farine de volailles	50
II.1.3. Résultats biochimiques de la farine de volailles	51
II.2. Farine de poissons	51
II.2.1. Rendement de transformation des CP.....	51
II.2.2. Analyses organoleptiques de la farine de poissons	51
II.2.3. Résultats biochimiques de la farine de poissons	52
II.3. Les caractères physiques des deux aliments	53
II.3.1. Densité apparente	53
II.3.2. Flottabilités	53
II.3.3. Taux d'absorption relative	53
II.3.4. Stabilité dans l'eau	53
II.4. Paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage	54
II.4.1. Température	54
II.4.2. pH	54
II.4.3. Oxygène dissous	55
II.4.4. Salinité	55
II.4.5. Sels nutritifs.....	55
II.5. Performances zootechniques	56
II.5.1. Croissance pondérale	56
II.5.2. Croissance linéaire	57
II.6. Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés	58
II.6.1. Taux de survie (TS).....	59

II.6.2. Gain de poids quotidien (GMQ).....	59
II.6.3. Taux de croissance spécifique (TCS).....	60
II.6.4. Indice de conversion (IC).....	60
II.6.5. Le facteur de condition K.....	60
II.7. Caractéristiques biologiques (reproduction) du Tilapia rouge.....	61
II.8. Résultats de l'analyse de l'aliment.....	62
II.9. Résultats biochimiques de la chair.....	63
II.10. Analyses microbiologiques.....	63
Conclusion générale.....	65

Références bibliographique

Annexes

INTRODUCTION GENERALE

L'aquaculture, notamment l'élevage de tilapia rouge (*Oreochromis spp.*), joue un rôle crucial dans l'approvisionnement mondial en protéines animales, répondant à une demande croissante de nourriture saine et abordable. Le tilapia est particulièrement apprécié pour sa croissance rapide, sa résistance aux maladies et sa capacité à tolérer diverses conditions environnementales. Cependant, l'un des principaux défis de l'aquaculture est le coût élevé de l'alimentation, principalement dû à l'utilisation de la farine de poisson comme source de protéines (Fitzsimmons, 2000).

La farine de poisson est une source nutritive de haute qualité, mais elle pose plusieurs problèmes. Premièrement, son coût élevé affecte la rentabilité de la pisciculture. Deuxièmement, la surpêche pour produire de la farine de poisson menace les écosystèmes marins et la biodiversité. Ces préoccupations ont incité les chercheurs à explorer des alternatives durables et économiques pour remplacer la farine de poisson dans les régimes alimentaires des poissons d'élevage (Naylor et al., 2000).

Les sous-produits agricoles, tels que les déchets de volaille, offrent une solution potentielle. Les déchets de volaille, souvent disponibles en grande quantité, peuvent être transformés en farine riche en protéines, réduisant ainsi le coût des aliments pour poissons et les impacts environnementaux associés à la production de farine de poisson. Cependant, l'efficacité de cette substitution en termes de croissance et de survie des poissons reste à évaluer de manière rigoureuse (Gatlin et al., 2007).

Cette étude vise à évaluer l'effet de la substitution de la farine de poisson par la farine des déchets de volaille sur les performances de croissance et la survie des juvéniles de tilapia rouge. Les objectifs spécifiques sont :

- Comparer les paramètres zootechniques des poissons nourris avec des régimes contenant soit de la farine de poisson soit de la farine de déchets de volaille.
- Évaluer les paramètres de croissances des juvéniles de tilapia rouge sous ces régimes alimentaires différents.
- Analyser l'impact de ces régimes sur la qualité zootechnique et nutritionnelle des poissons.

Pour répondre à cette problématique, plusieurs sous-questions doivent être abordées :

Quels sont les effets de la substitution de la farine de poisson par la farine des déchets de volaille sur les paramètres zootechniques des juvéniles de tilapia rouge ?

- Comment cette substitution influence-t-elle les taux de survie des juvéniles de tilapia rouge ?
- Quels sont les impacts de cette substitution sur les paramètres zootechniques et nutritionnels des poissons, tels que la conversion alimentaire et la composition corporelle ?

En explorant ces questions, cette étude vise à fournir des informations essentielles pour les pisciculteurs, les nutritionnistes et les décideurs politiques, contribuant ainsi à des pratiques d'aquaculture plus durables et rentables.

Ce mémoire est structuré comme suit :

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA PISCICULTURE

CHAPITRE II : VALORISATION DE COPRODUITS

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : Matériels et méthodes : Description détaillée du design expérimental, des méthodes et des techniques d'analyse utilisées.

CHAPITRE II : Résultats et discussion : Présentation et discussion des résultats obtenus en relation avec les objectifs de l'étude.

Partie bibliographique

I. Généralités

I.1. La pisciculture

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture. Spécialisée dans l'élevage de poissons, la pisciculture se fait en eau douce comme en mer, dans des enceintes en dur (bassins) ou dans des cages flottantes (Department, 2000).

I.2. La pisciculture en Algérie

L'Algérie, avec sa vaste étendue côtière et ses ressources aquatiques abondantes, possède un potentiel considérable pour le développement de l'aquaculture, en particulier de la pisciculture. La pisciculture en Algérie a évolué au fil des décennies pour devenir une composante importante de son économie aquatique, répondant à la demande croissante de poisson dans le pays (Corner et al., 2020).

Les principales espèces de poissons élevées en pisciculture en Algérie comprennent le tilapia, la truite, le bar, le mullet, et le poisson-chat, parmi d'autres. Ces espèces sont élevées dans une variété d'environnements, notamment des fermes aquacoles, des bassins en eau douce et des installations côtières (Zouakh et al., 2016).

I.3. Présentation de l'espèce tilapia rouge

Les tilapias ont des caractéristiques biologiques particulièrement intéressantes pour l'aquaculture : ils ont un bon taux de croissance, même avec une alimentation contenant peu de protéines ; ils tolèrent une large gamme de conditions environnementales (oxygénation, salinité des eaux, etc.) ; ils se reproduisent facilement en captivité et sont peu sensibles aux manipulations ; ils sont très résistants aux maladies et infections parasitaires ; ils sont appréciés des consommateurs (Pullin and Lowe-McConnell, 1982).

I.4. Définition de l'espèce Tilapia rouge

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

- Règne : Animal.

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



Figure I .1 :Tilapia Rouge *Oreochromis Sp* (CNRDPA, 2024) (originale).

I.5. Caractéristiques morphologiques

Les espèces de cette famille sont reconnaissables par plusieurs caractéristiques distinctives :

- Une forme trapue.
- Une tête portant une seule narine de chaque côté.
- Un corps comprimé latéralement, principalement recouvert d'écailles cycloïdes, parfois d'écailles cténoïdes.
- Une longue nageoire dorsale avec une partie antérieure épineuse.
- Une nageoire anale présentant au moins les trois premiers rayons épineux.
- Un processus d'incubation buccale avec une garde uniparentale maternelle.

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA PISCICULTURE

En outre, le tilapia hybride ou rouge se caractérise par un corps comprimé et peut présenter une teinte allant du gris à l'albinos, en passant par le rose, le rouge-orange, et parfois des taches grises peuvent être observées sur la poitrine (Pellegrin, 1904).

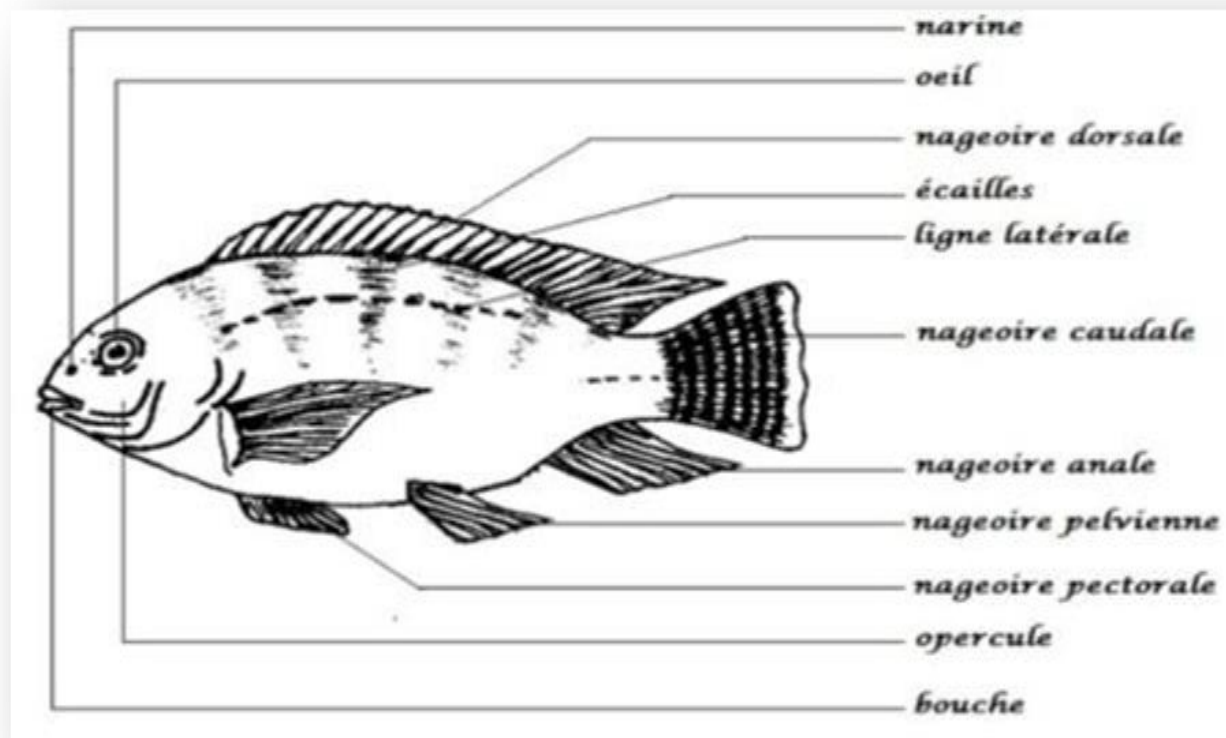


Figure I. 2 : Schéma de l'anatomie externe du tilapia (Pellegrin, 1904)

I.6. Répartition géographique

La répartition géographique d'une espèce, qu'il s'agisse d'un animal ou d'une plante, est étroitement liée à ses besoins écologiques. Pour assurer leur survie dans leur habitat naturel, de nombreux facteurs influent sur la reproduction des poissons, tels que le niveau d'eau, les précipitations, la température, la conductivité et le pH (Bénech and Dansoko, 1994).

L'*Oreochromis sp* est originaire d'Afrique, et sa répartition géographique se limite strictement aux bassins du Nil, du Tchad, du Niger, de la Volta et du Graben (Leveque et Paugy, 1999). En raison de son importance dans la pisciculture, cette espèce a été introduite dans diverses stations piscicoles, ce qui a entraîné des échappements réguliers dans la nature (Lazard, 2007 ; Lazard et Leveque, 2009 et Lazard, 2013) (Pullin and Lowe-McConnell, 1982).



Figure I.3: Répartition géographique du Tilapia (source, FAO, 2009).

I.7. Exigences écologiques

De nombreuses études sur le terrain et en laboratoire (Pullin et Lowe-McConnell, 1982) ont démontré que les *Oreochromis* sont des espèces relativement bien adaptées à de vastes variations des facteurs écologiques dans leur milieu aquatique. Ils se montrent plus tolérants que les poissons d'eau douce les plus couramment élevés à des conditions telles qu'une salinité élevée, une température de l'eau élevée, une faible teneur en oxygène dissous et des concentrations élevées en ammoniac (Pullin and Lowe-McConnell, 1982).

I.7.1. Température

Les tilapias sont des poissons thermophiles, ce qui signifie qu'ils préfèrent les températures chaudes, et leur répartition géographique est largement influencée par la température (Malcolm et al., 2000).

Dans leur habitat naturel, les tilapias supportent des températures allant de 14 à 33°C, mais en conditions de laboratoire, les *Oreochromis sp* peuvent tolérer des températures estimées entre 15°C et 40°C (Balarin and Hatton, 1979). La plage optimale pour les activités biologiques telles que l'alimentation, la croissance et la reproduction se situe entre 26 et 36 °C. En dessous de 15°C, cette espèce cesse de se nourrir (Malcolm et al, 2000).

I.7.2. Salinité

La tolérance à différentes salinités varie selon l'espèce et l'âge des tilapias (Suresh et Kweilin in Malcolm et al, 2000). Elle se situe généralement entre 0,015 et 30 ‰. Au-delà de 20 ‰, les poissons

subissent un stress important qui les rend sensibles à diverses maladies. Il semble que la reproduction soit inhibée dans des eaux saumâtres à partir de 15 à 18 ‰ de salinité (Malcolm et al, 2000).

I.7.3. Potentiel d'hydrogène (pH)

La tolérance aux variations de pH est également très étendue chez les tilapias, car ils peuvent être trouvés dans des eaux avec des valeurs de pH allant de 5 à 11. Cependant, le pH idéal pour leur développement se situe généralement entre 6,5 et 8,5 (Malcom et al, 2000).

I.7.4. Oxygène dissous

L'*Oreochromis sp* nécessite un taux d'oxygène d'au moins 3 mg/l, tandis que la plage optimale se situe entre 4 et 5 mg/l (Malcom et al., 2000). De plus, elle montre une tolérance aux faibles niveaux d'oxygène dissous et ne semble pas rencontrer de difficultés métaboliques particulières tant que le taux d'oxygène dans l'eau n'est pas inférieur à 3 mg/l (Ouattara et al., 2009).

I.7.5. Composés azotés

La concentration des déchets azotés excrétés par les branchies et l'urine chez l'*Oreochromis sp* dépend de plusieurs facteurs, notamment la température, la taille de l'individu, les concentrations d'ammoniac dans le milieu et la qualité de l'alimentation. Il est crucial de maintenir ces concentrations en dessous des seuils critiques. Pour l'*Oreochromis sp*, ces seuils ne doivent pas dépasser 5 mg/L pour les nitrites, 500 mg/L pour les nitrates, 15 mg/L pour l'ammoniac total et 200 mg/L pour les matières en suspension (Malcolm et al., 2000).

I.8. Régime alimentaire

Le tilapia est un poisson à croissance relativement rapide qui se nourrit aux niveaux inférieurs de la chaîne alimentaire. Son régime alimentaire est très plastique, de la fertilisation aux aliments composés, principalement basé sur l'utilisation de produits et de sous-produits végétaux ou d'aliments composés à faible teneur en protéines (25 %) (Ouattara et al., 2009 ; Avit et al., 2012). En fonction de son régime alimentaire, le tilapia peut atteindre la taille marchande de 400 g en 8 mois. Le tilapia peut être produit partout où l'eau est disponible, certaines espèces ayant même l'aptitude à s'adapter à des eaux saumâtres/salées. La seule contrainte majeure est d'ordre thermique : 10°C minimum – 42°C maximum (optimum : 28-32°C) (Lazard, 2019).

En son habitat naturel, le tilapia est connu pour être un poisson omnivore. En milieu d'élevage, cette espèce démontre une capacité à consommer une variété de produits, sous-produits et déchets, ce qui suggère qu'ils peuvent être valorisés directement ou indirectement (par exemple, pour la

fertilisation). Parmi ces éléments figurent la noix de palmier, les tourteaux de soja ou de coton, la farine de riz, le colza et la luzerne (Campbell, 1978).

Dans des environnements artificiels, cette espèce se montre pratiquement omnivore, valorisant une gamme diversifiée de déchets agricoles et tirant parti des excréments de porcs ou de volailles, des déchets ménagers, et acceptant volontiers des aliments composés sous forme de granulés, entre autres. Cette remarquable capacité d'adaptation à divers aliments et déchets est l'un des éléments clés de sa grande potentielle pour l'aquaculture (Trewavas, 1983).

I.9. Croissance

La croissance du tilapia est soumise à l'influence de divers facteurs, notamment la température de l'eau, le sexe, l'alimentation et la densité de stockage (Chapman, 2000). Dans les populations de tilapia, les mâles ont tendance à croître plus rapidement et à présenter une taille plus uniforme que les femelles. En fonction de son alimentation, le tilapia peut atteindre une taille marchande de 400 g en 8 mois (Chapman, 2000).

Il est largement accepté que la croissance des poissons est largement déterminée par des facteurs génétiques, bien que d'autres facteurs environnementaux interagissent également. Ainsi, la vitesse de croissance varie considérablement en fonction de facteurs de contrôle tels que la température et des facteurs limitant tels que la disponibilité de nourriture, d'oxygène et la présence d'ammoniac, qui affectent la quantité d'énergie disponible pour la croissance. De plus, des facteurs secondaires significatifs tels que la densité de peuplement et la photopériode peuvent également influencer la croissance de l'espèce (Lazard et Legendre, 2006). Par ailleurs, un phénomène de dimorphisme sexuel dans la croissance se manifeste rapidement en élevage, les mâles présentant généralement de meilleures performances de croissance que les femelles, en raison des particularités du processus de reproduction chez la femelle, notamment l'incubation buccale (Trewavas, 1983).

I.10. Besoins nutritionnels

Comme tous les poissons, le tilapia tire son énergie à partir de trois types de molécules : les protéines, les glucides et les lipides .

Protéine

Les exigences en protéines alimentaires chez les poissons, y compris le tilapia rouge, varient en fonction de facteurs tels que l'âge, la taille du poisson, la source de protéines, la qualité de l'eau et les conditions d'élevage. Par exemple, plusieurs études indiquent que les besoins protéiques sont

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA PISCICULTURE

relativement élevés (environ 50 %) pour obtenir des performances maximales pendant les stades larvaires, mais ces besoins diminuent à mesure que la taille du poisson augmente (Winfrey et Stickney, 1981 et Jauncey et Ross, 1982). Pour les juvéniles, les besoins en protéines sont généralement compris entre 30 et 40 % pour obtenir des performances optimales (voir **tableau 1**).

Besoins en hydrates de carbones

Ces composés sont peu fréquents dans l'alimentation des poissons, étant généralement utilisés comme liants dans les granulés alimentaires, notamment avec l'ajout de cellulose. Bien que quelques études aient évalué les besoins en glucides du tilapia rouge et suggéré qu'ils pourraient constituer d'importantes réserves d'énergie, il est important de noter que les fibres, qui sont des polysaccharides complexes principalement constitués de cellulose, ne sont pas utilisables chez l'*Oreochromis sp* car il ne dispose pas de cellulases (Stickney, 1976).

Besoin en vitamines et minéraux

Certains aliments préparés contiennent un mélange de vitamines et de minéraux supplémentaires appelé prémix. Cependant, il convient de noter que la vitamine B12 peut être synthétisée dans l'intestin de l'*Oreochromis sp.*, ce qui rend son inclusion dans le régime alimentaire non nécessaire (Lovell et Limsuwan, 1982).

Besoin en lipides

Les lipides sont la principale source d'énergie, offrant un contenu énergétique plus élevé par gramme que les protéines ou les glucides. En effet, un gramme de lipide fournit 9,1 kcal d'énergie brute, tandis qu'un gramme de protéine offre 5,5 kcal et un gramme de glucide 4,1 kcal (Jauncey et Ross, 1982). Cependant, il semble que les tilapias n'utilisent pas des taux élevés de lipides.

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

Nutriment	Poids	>0.5	0.5-10 g	10-35 g	35 g-taille M	Géniteurs
Protéines brutes		50 %	35-40 %	30-35 %	25-30 %	30%
Lipides brutes		10 %	10 %	6-10 %	6 %	8%
Glucides		25 %	25 %	25 %	25 %	25%

II. Valorisation de coproduits

Le terme « valorisation » fait référence à toute conversion de résidus ou de sous-produits industriels alimentaires pour le réintroduire sur le marché en tant que nouvel ingrédient ou en tant que nouveau produit (Boucherba, 2014).

Un coproduit est une matière, intentionnelle et inévitable, créée au cours d'un processus de fabrication en même temps que le produit principal. Le produit fini principal et le coproduit doivent tous les deux répondre à des spécifications qui les caractérisent, et chacun est apte à être utilisé directement pour un usage particulier. On considère qu'à partir du moment où l'on cherche à valoriser un déchet, celui-ci devient un coproduit (Boucherba.N.2014).

II.1. Coproduits avicoles

II.1.1. Production et déchets avicoles en Algérie

Vu le développement considérable qu'a connu la production de volailles ces vingt dernières années (en Algérie près de 500000 tonnes par an), ce secteur produit à lui seul d'énormes quantités de déchets à savoir : plumes, têtes, viscères, sang et pattes. Ces derniers considérés comme coproduits issus des abattoirs avicoles doivent normalement être bien gérés et valorisés, autrement ils entraînent des impacts négatifs sur le milieu récepteur, pouvant aller jusqu'à porter préjudice de manière directe ou indirecte à la santé humaine (Djamer, 2014). La figure suivante démontre la quantité de viandes et de déchets de volailles produite par an en Algérie. ("ONS : Office National des Statistiques," n.d.).

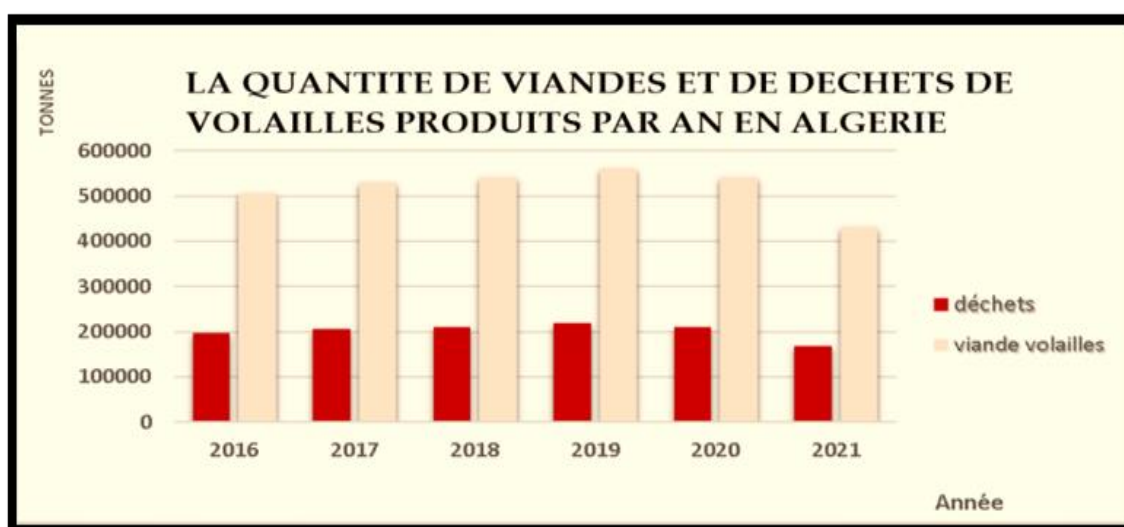


Figure II.4 : Évolution de la quantité de viandes et de déchets de volailles produites par an en Algérie. ("ONS : Office National des Statistiques," n.d.)

CHAPITRE II : VALORISATION DES COPRODUITS

II .1.2. Les déchets avicoles et leur impact Environnemental

Le processus de production des viandes génère non seulement de la viande pour la consommation humaine, mais aussi des déchets qui sont soumis à une réglementation afin d'éviter les contaminations, les pollutions, protéger l'environnement et la santé publique. Les déchets d'abattage sont des substances organiques pouvant subir un phénomène de biodégradabilité. Ils proviennent à la fois des opérations d'abattage proprement dites et des activités annexes (Djamer, 2014).

Les parties comestibles et non comestibles des viandes blanches sont représentées par le **Tableau 2**.

Tableau II.2: Tableau représentatif des parties comestibles et non comestibles des volailles conformément à l'arrêté interministériel du 02/07/1995, relatif à la mise à la consommation des volailles abattues.

Viande de la volaille (poulet de chair)	
Parties non comestibles	Parties comestibles
- Sang	- Foie
- Trachée	- Cœur
- Viscères	- Gésier
- Têtes	
- Plumes	
- Pattes	

Après l'analyse du tableau, on note de manière générale que les parties non comestibles sont plus nombreuses que les comestibles. Selon l'étude réalisée en vendée, la répartition en % des différents déchets issus de l'abattage des volailles est représentée par la **figure 2** (Penven and Cesbron, 2013).

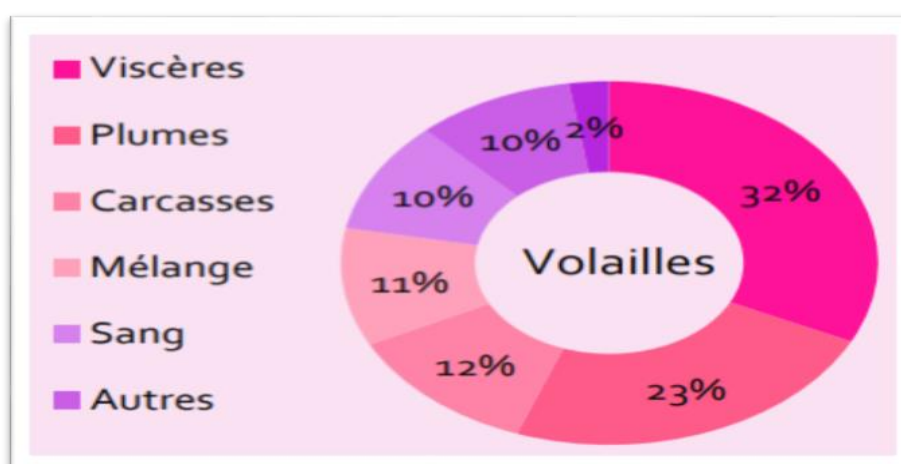


Figure II.2 : Répartition (en %) des différents déchets issus de l'abattage des volailles (Rai et al., 2012).

II.1.3. Impacts environnementaux

Les déchets d'abattoirs de volailles, s'ils ne sont pas gérés de manière adéquate, peuvent avoir des impacts environnementaux importants : (“Gemini - Discutez pour donner vie à vos idées,” n.d.)

✓ Pollution de l'eau

- Les eaux usées peuvent contaminer les rivières et les lacs avec des bactéries, des nutriments et des matières organiques.
- Cela peut entraîner la prolifération d'algues et d'autres micro-organismes, qui peuvent tuer les poissons et autres animaux aquatiques.
- La contamination des eaux peut également affecter la qualité de l'eau potable.

✓ Pollution du sol

- Les déchets solides peuvent contaminer les sols avec des bactéries, des virus et des parasites.
- Cela peut nuire à la santé des animaux et des plantes.
- Les déchets solides peuvent également s'infiltrer dans les eaux souterraines et les polluer.

✓ Pollution de l'air

- L'incinération des déchets d'abattoirs peut libérer des gaz à effet de serre et d'autres polluants dans l'atmosphère.
- Cela peut contribuer au changement climatique et à d'autres problèmes respiratoires.

✓ Nuisances olfactives

- Les déchets d'abattoirs peuvent produire des odeurs désagréables qui peuvent nuire à la qualité de vie des riverains.

Pour atténuer ces impacts, il est crucial de mettre en œuvre des pratiques de gestion des déchets efficaces, telles que le tri à la source, le recyclage, le compostage et le traitement des eaux usées, ainsi que d'investir dans des technologies de traitement des déchets plus respectueuses de l'environnement.

II.1.4. Composition et propriétés physicochimiques des déchets d'abattoirs avicoles

Ils ont mené une étude pour caractériser, transformer et valoriser les déchets issus de l'éviscération des volailles (Elmoualdi et al., 2006).

CHAPITRE II : VALORISATION DES COPRODUITS

Tableau II .3 : Caractéristiques physico-chimiques des déchets de volailles (Elmoualdi et al, 2006).

Paramètres	Valeur
PH	6,50
Matière organique	43,30%
Protéine brute	15,30%
Azote totale	02,20%
Phosphore totale	10,00%
Potassium totale	56,40%

La teneur en protéines est élevée, atteignant 15,3 %, et la composition minérale est principalement dominée par le potassium à hauteur de 56,4 %, suivi du phosphore à 10 %. Cette composition relativement équilibrée suggère que ces déchets pourraient être bénéfiques pour l'opportunité de recyclage et de valorisation basées sur leur valeur nutritionnelle pourraient également être envisagées.

II.1.5. Normes de sécurité et de qualité pour l'utilisation des déchets de volaille dans l'alimentation des poissons d'élevage : Comparaison entre Algérie et Europe

En Algérie, bien que la réglementation spécifique autorisant l'utilisation des sous-produits de volailles dans l'alimentation des poissons d'élevage ne soit pas aussi détaillée, elle est encadrée par des lois générales visant à garantir la sécurité et la qualité des produits alimentaires pour animaux.

Les principaux cadres réglementaires comprennent :

➤ **Décret exécutif n°17-140 du 11 avril 2017** fixant les exigences en matière d'hygiène et d'assainissement lors du processus de mise à disposition des denrées alimentaires destinées à la consommation humaine.

➤ le **Décret exécutif n° 06-307 du 10 septembre 2006**, établissant les conditions sanitaires de la production, du transport, de la commercialisation et de l'utilisation des produits destinés à l'alimentation animale en général.

CHAPITRE II : VALORISATION DES COPRODUITS

Ces décrets posent les bases pour que les produits alimentaires pour animaux, y compris ceux contenant des sous-produits de volailles, respectent les normes sanitaires et de sécurité requises en Algérie.

Comparativement, en Europe, des règlements tels que le **Règlement (CE) n° 1069/2009** et le **Règlement (UE) n° 142/2011** fournissent un cadre réglementaire plus spécifique et détaillé pour l'utilisation des coproduits de volaille dans l'alimentation des poissons. Ces règlements exigent que les sous-produits de catégorie 3 proviennent d'animaux sains abattus pour la consommation humaine et soient soumis à des conditions strictes de traitement afin de garantir la sécurité sanitaire. De plus, l'utilisation de plumes est interdite en raison de préoccupations liées à la sécurité alimentaire et à la digestibilité.

En Algérie, des normes de sécurité sanitaire et de qualité doivent également être respectées, ce qui limite probablement l'utilisation des plumes dans l'alimentation des poissons.

Et pour La gestion des déchets d'abattoirs de volailles l'Algérie est encadrée par plusieurs textes réglementaires, dont les principaux sont :

- 1. Loi n°01-06 du 15 juillet 2001 relative à la gestion des déchets**
- 2. Décret exécutif n°14-308 du 25 août 2014 portant classification des déchets dangereux et assiette de la redevance sur les déchets dangereux**
- 3. Décret exécutif n°15-27 du 11 février 2015 portant cahier des charges général des installations de traitement des déchets dangereux**

Organismes responsables de la gestion des déchets d'abattoirs de volailles en Algérie

- **Ministère de l'environnement** : Définit la politique nationale en matière de gestion des déchets et élabore la réglementation relative à ce domaine.
- **Agences de protection de l'environnement** : Mettent en œuvre la réglementation sur la gestion des déchets et contrôlent les activités des producteurs et des gestionnaires de déchets.
- **Communes** : Assurent la collecte et le transport des déchets ménagers et assimilés, y compris les déchets d'abattoirs de volailles produits par les ménages.
- **Opérateurs agréés** : Collectent, transportent, traitent et éliminent les déchets d'abattoirs de volailles pour le compte des producteurs.

CHAPITRE II : VALORISATION DES COPRODUITS

Il est important de noter que la réglementation sur la gestion des déchets d'abattoirs de volailles en Algérie est en constante évolution. Il est donc important de se tenir informé des dernières mises à jour pour s'assurer de se conformer à la loi.

II.1.6. Traitement des déchets d'abattoirs avicoles

L'établissement d'un plan de gestion est un facteur important. Il consiste à respecter les principes du développement durable et à suivre une succession de phases, à savoir(Djamer, 2014) :

- Le tri à la source Il s'agit de trier les déchets d'abattage par catégories grâce à un recyclage séparé lors de la production, afin de faciliter leur recyclage (si possible) d'une part, et de minimiser leur élimination (déchets ultimes) d'autre part.
- La collecte c'est une étape très importante dans la gestion des déchets. Cela comprend leur recyclage et leur transfert vers un système de transport approprié ou un espace réservé à cet effet. Le but est de les stocker temporairement pour tout traitement de choix.
- Le traitement des déchets d'abattoirs est un domaine assez large, et il devient un sous-produit ou un sous-produit par le biais du circuit de recyclage pour pouvoir être remis sur le marché. Le but ultime de cette gestion est de réduire la pollution et les dommages environnementaux tout en assurant la sécurité des poulets (Djamer, 2014).

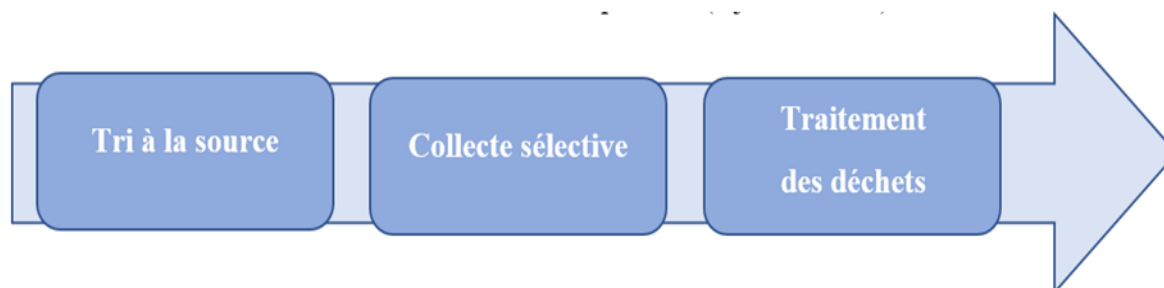


Figure II. 7 : Schéma de gestion durable des déchets d'abattoirs avicoles.(OUAHABI, 2022).

II.2. Coproduits piscicoles

II.2.1. Production piscicole en Algérie

Selon les données de l'Office National des Statistiques, la production halieutique nationale a augmenté pour atteindre 120 354 tonnes en 2018, comparée à 108 300 tonnes en 2017, marquant une croissance annuelle de 11%. Cette augmentation de la production totale est principalement due à une augmentation de la pêche des poissons pélagiques, qui a atteint 92 392 tonnes contre 77 776 tonnes en 2017, soit une augmentation de 18,8%. Les poissons mollusques ont également contribué à cette croissance, avec une production de 1 593 tonnes en 2018 contre 1 267 tonnes en 2017, ce qui représente une augmentation de 25,7% ("ONS : Office National des Statistiques," n.d.).

La pêche des poissons pélagiques a représenté près de 77% de la production halieutique totale du pays. Cependant, d'autres espèces ont connu une baisse de production pendant la même période. Les poissons démersaux ont enregistré 6 177 tonnes en 2018 contre 6 792 tonnes en 2017, soit une baisse de 9,1%. Les crustacés ont également diminué, passant de 2 192 tonnes en 2017 à 2 326 tonnes en 2018, soit une baisse de 5,8%. De même, la production de pêche plaisancière et d'autres variétés de poissons a également diminué, passant de 20 139 tonnes en 2017 à 18 000 tonnes en 2018, soit une baisse de 10,6%.("ONS : Office National des Statistiques," n.d.)

I.12.2.2. Les déchets piscicoles

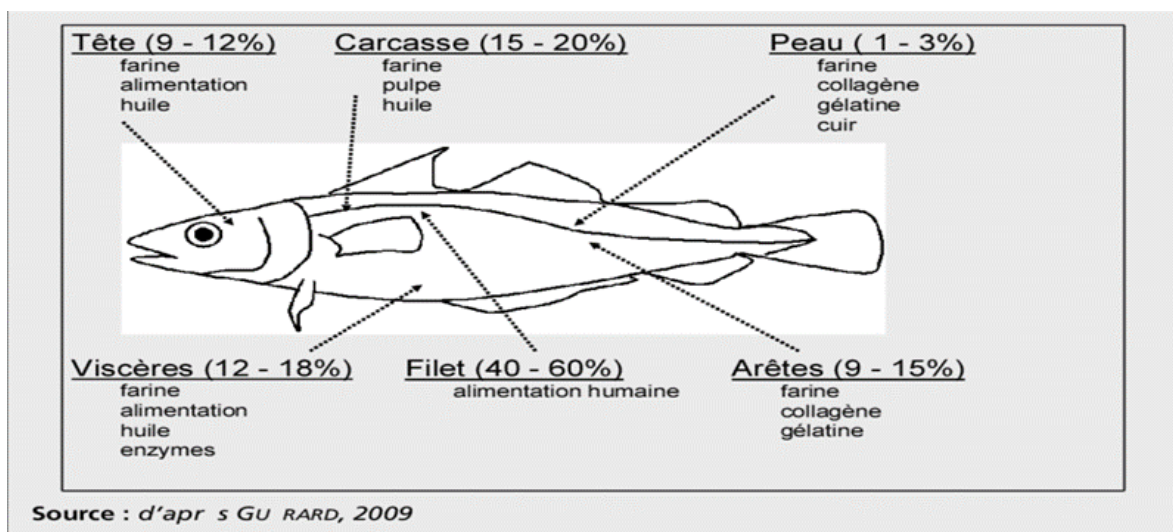


Figure II.9 : Les différentes parties de poisson et leur application potentielle (Daures et al., n.d.)

CHAPITRE II : VALORISATION DES COPRODUITS

Les coproduits marins sont obtenus à partir de la transformation des captures ou des animaux d'élevages destinés à la consommation humaine, la quantité de coproduits générés chaque année est très importante, elle est estimée 63 millions de tonnes (Rai et al., 2012).

La production annuelle de coproduits représente environ 50% des captures, riches en plusieurs éléments importants : les vitamines, protéines, gélatine, de lécithine marines, chondroïtinesulfate, compléments minéraux mais surtout des lipides et des acides gras essentiels qui sont les omégas 3 (Gómez-Requeni et al., 2003)

Le tableau représente différents produits dérivés qu'on peut récupérer des coproduits de poisson.

Tableau II.4 : Tableau représentatif des parties comestibles et non comestibles de poisson (Guérard *et al* , 2004).

Carcasse de poisson	
Parties non comestible	Parties comestible
-Tête	-La chaire
-peau	
-Viscères	
-Carcasse	

II.2.3. Composition et propriétés physicochimiques des déchets piscicoles (sardine) :

Environ la moitié des captures annuelles se composent de coproduits riches en protéines de haute qualité, en acides gras insaturés comme les Oméga-3, en vitamines, antioxydants, minéraux, ainsi qu'en acides aminés essentiels et peptides bénéfiques pour la santé. Il est avantageux d'augmenter la valeur des coproduits afin de favoriser une pêche durable et d'améliorer la rentabilité de L'industrie en valorisant mieux les captures. Ces coproduits peuvent être transformés de diverses manières, notamment en farine et en huile de poisson, en aliments pour poisson (Department, 2000). Ce tableau présente les caractéristiques physico chimiques des déchets de poisson.

CHAPITRE II : VALORISATION DES COPRODUITS

Tableau II.5 : Caractéristiques physico-chimiques des déchets de sardine (Dounia et al., 2022).

Paramètres	Valeur
Matière séché	30,00%
Matière grasse	04,18 %
Protéine totale	13,00%
Azote totale	01,41%
Phosphore minérale	0,014%
Potassium	0,39%
Carbone organique totale	6,60%

Le **tableau II.5** fournit des données sur les caractéristiques des déchets de sardine, suggérant leur potentiel de valorisation en alimentation. Avec une teneur élevée en protéines (13,00%) et des niveaux modérés de matières grasses (04,18%), ces déchets pourraient constituer une source précieuse de nutriments. De plus, leur contenu en minéraux tels que le phosphore (0,014%) et le potassium (0,39%) ajoute une valeur nutritionnelle supplémentaire. Ces caractéristiques, combinées à une matière sèche de 30,00%, indiquent un potentiel pour divers produits alimentaires ou compléments nutritionnels (Dounia et al, 2022).

Partie expérimentale

I.1. Présentation du lieu de stage

Une étude a été menée du 3 mars au 28 mai au Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) à Bou-Ismaïl, Tipaza, pour évaluer l'effet de la substitution de la farine de poisson par la farine des déchets de volaille sur les juvéniles de tilapia rouge. Ce travail fait partie des missions de la Division de Recherche Industrie et Transformation des Produits de la Pêche et de l'Aquaculture (DRITPPA) du CNRDPA

Le CNRDPA est, depuis 2008, un établissement public à caractère scientifique et technologique à vocation sectorielle dont l'activité est centrée sur l'analyse des écosystèmes aquatiques – marins et continentaux – exploités placé sous la tutelle du Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques (MPPH).

Les missions du Centre :

- Évaluer les ressources halieutiques et suivre leur exploitation.
- Initier des activités innovantes dans le domaine de l'aquaculture.
- Identifier les sites appropriés pour l'aquaculture.
- Étudier les écosystèmes aquatiques.
- Évaluer les ressources en eau.
- Réaliser des études économiques et sociales liées à la pêche maritime et à l'aquaculture.
- Lancer des programmes en collaboration avec diverses entités pour contribuer au développement du secteur de la pêche maritime.
- Identifier les techniques de pêche les plus adaptées et l'équipement de pêche.

Le centre abrite 6 ateliers dans ce domaine, qui se présentent comme suit:

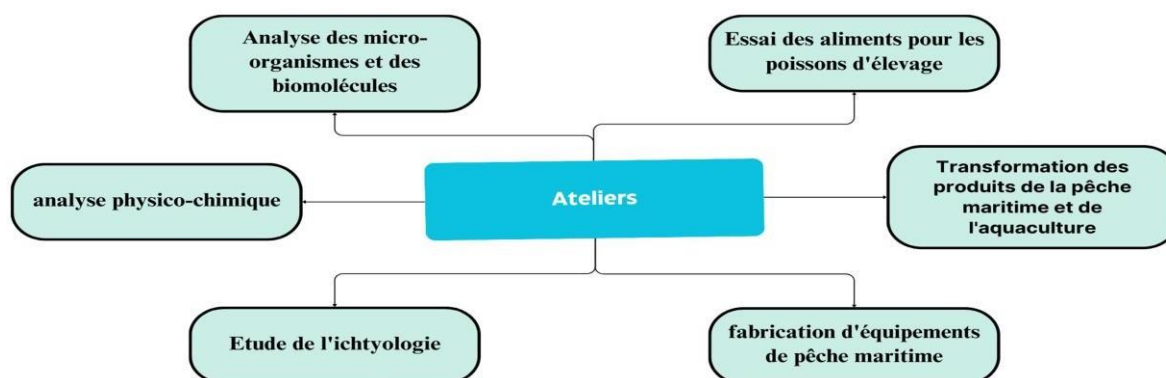


Figure I : Les ateliers de CNRDPA

I.2. Matériel

I.2.1. Procédure expérimentale

Deux aquariums de 300 litres (désignés A1, A2) ont été employés pour cette étude. Chaque aquarium était équipé d'un aérateur de grande taille de marque Atman, accompagné d'un tuyau, d'un diffuseur et d'un thermostat permettant de maintenir la température de l'eau.

Afin de garantir un niveau d'hygiène optimal dans le système d'élevage et de prévenir la croissance bactérienne résultant des résidus alimentaires et des déjections, un nettoyage était effectué toutes les 24 heures, une heure avant le premier repas. Ce nettoyage consistait en un siphonage du fond des aquariums suivi d'un nettoyage et d'un rinçage minutieux des parois afin de limiter l'accumulation de matières grasses provenant de la nourriture. Voici la liste du matériel utilisé pendant l'expérimentation

I.2.2. Matériel biologique

Cette étude a été menée sur un total de 60 juvéniles de tilapia rouge (*Oreochromis sp*), répartis de manière égale avec 30 individus dans chaque aquarium ; avec un poids moyen de 4.6 g et une taille moyenne de 6.4 cm.

I.2.3. Matériel de mesure et de contrôle

Deux aquariums ont été déployés, avec les équipements suivants pour chaque unité (voir l'annexe 01)

- Une pompe à air pour assurer l'oxygénation de l'eau.
- Un thermostat permettant de contrôler et maintenir la température de l'eau à un niveau constant.
- Un tuyau destiné au siphonage et l'autre pour le remplissage des aquariums.
- Une épuisette pour capturer les géniteurs ont été utilisés.
- Un ichtyomètre gradué en centimètre pour la mesure de la taille des poissons.
- Une balance pour mesurer le poids des poissons.
- Un multi-paramètre pour la mesure des paramètres physiques de l'eau d'élevage.

I. 2.4. Matériel pour la transformation et fabrication d'aliments

Nous avons utilisé les équipements suivants (**voir Annexe 02**) :

- Un cuiseur à vapeur.
- Hachoir réfrigéré.
- Cocotte-minute.
- Broyeurs.

- Bacs.
- Séchoir.
- Extrudeuse.
- Pétain.
- Presse à graisse.
- Balance électrique.

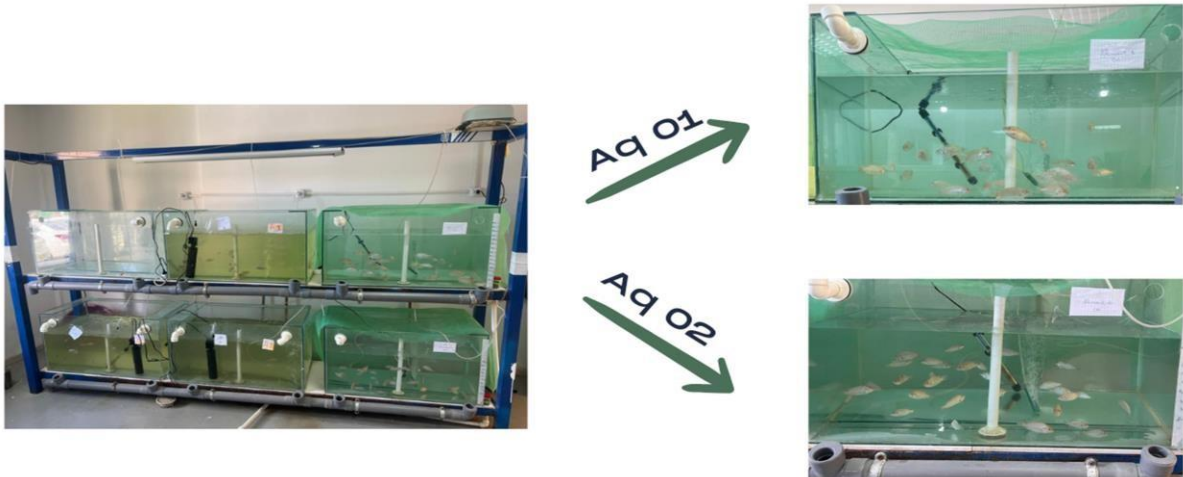


Figure I.1 : Batterie expérimentale (originale 2024).

I.3. Méthode du travail

I.3.1. Farine de poisson

I.3.1.1. Les processus de fabrication de la farine de poisson

Les déchets de sardine provenant de l'usine de conserverie agro-alimentaire située dans la wilaya (Sétif) ont été récupérés par l'équipe de la division transformation de CNRDPA, pour être utilisés dans la production de farine de poisson. Toutes les étapes de fabrication ont été réalisées dans l'atelier de transformation des produits à BouIsmaïl (voir Figure I.2)



Figure I.2 : Déchets de sardine (originale 2024).

❖ Pesage

À l'aide d'une balance électrique, le poids de la matière solide (déchets) est mesuré et enregistré.



Figure I.3 : La pesé des déchets de sardine (originale 2024).

❖ Cuisson

Après avoir haché les grosses particules, les déchets de poissons sont introduits dans un cuiseur à vapeur, où la cuisson se déroule (**voir la Figure I.4**). Cette étape, qui utilise la vapeur pour cuire les déchets de poissons, coagule les protéines, libérant ainsi une partie de l'eau et des matières grasses.



Figure I.4 : Cuisson à vapeur (originale 2024).

❖ Pressage

La presse est utilisée pour extraire l'eau et la matière grasse (connue sous le nom de jus de presse) de la phase solide (appelée gâteau), réduisant ainsi significativement les teneurs en eau et en huile. Cette étape vise à éliminer autant d'eau que possible du produit (**voir la Figure I.2**).



Figure I.2 : Pressage de la matière grasse et l'excès d'eau (originale 2024).

❖ Séchage

Après le pressage, le gâteau est transféré dans un séchoir. L'objectif du processus de séchage est de réduire rapidement l'activité de l'eau à un maximum de 10 %. À cet effet, la surface de chauffage est assurée par des tubes de vapeur disposés à l'intérieur du cylindre sur toute sa longueur, ainsi que par un rotor intérieur chauffé à la vapeur, qui agite continuellement la matière. La vapeur d'eau produite est déplacée par un agitateur d'air, selon un système de contre-courant. La température maintenue est de 45°C pendant une durée de 24 h (voir la **Figure I.3**).

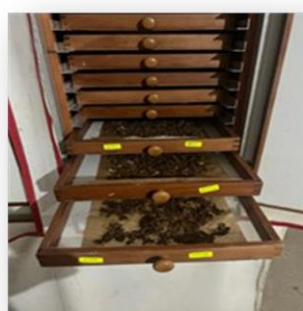


Figure I.3 : Séchage des déchets (originale 2024).

❖ Broyage et tamisage

Après le processus de séchage, le produit est broyé avec soin jusqu'à atteindre une consistance aussi fine et homogène que possible, afin d'obtenir une farine fine et uniforme farine de volailles.



Figure I.4 : Broyage tamisage (originale 2024)

I. 3.1.2. Les processus de fabrication de la farine de volailles

Les déchets de volailles provenant de l'abattoir BEN KBAYLI Rachid située dans la wilaya BLIDA (commune Mouzaia) ont été récupérés par nous même , pour être utilisés dans la production de farine de volaille . Toutes les étapes de fabrication ont été réalisées dans l'atelier de transformation des produits à BouIsmaïl (voir la Figure I . 5).

Figure I. 5 : Déchets de volailles (originale 2024).



❖ Pesage

À l'aide d'une balance électrique, le poids de la matière solide (déchets) est mesuré et enregistré (voir la Figure I. 6).

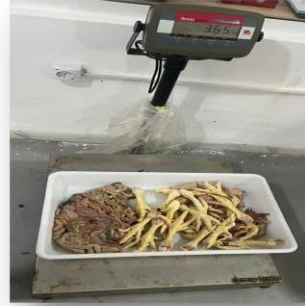


Figure I. 6 : Préparation et pesage des déchets (originale 2024).

❖ Cuisson

Nous avons appliqué deux techniques distinctes pour traiter les déchets de volaille : la cuisson sous pression et la cuisson à la vapeur (voir la **Figure I.7 et I.8**).



Figure I.7 : la Cuisson par pression des déchets (originale 2024).



Figure I.8 : Cuisson par vapeur des déchets (originale 2024).

❖ Broyage

Nous avons entrepris de réduire la taille des déchets de volaille cuits en les broyant, dans le dessein de faciliter l'extraction ultérieure de la matière grasse par le processus de pressage (Figure I.9).



Figure I.9 : Broyage des déchets (originale 2024).

❖ Pressage

La fonction de la presse est d'extraire l'eau et la matière grasse, connue sous le nom de jus de presse, de la phase solide appelée gâteau, permettant ainsi une réduction notable des teneurs en eau et en huile. Cette étape est conçue pour éliminer autant d'eau que possible du produit (voir la Figure I.10).



Figure I.10 : Pressage de la matière grasse (originale 2024).

❖ Séchage

Suite au pressage, le gâteau est ensuite acheminé vers un séchoir. L'objectif principal du processus de séchage est de diminuer rapidement l'activité de l'eau au minimum (voir la Figure I.11).



Figure I.11 : Séchage des déchets des volailles.

❖ Broyage

Nous avons réduit la taille des déchets de volaille en les broyant, dans le but de raffiner la farine ultérieurement et obtenir une taille de produit séché plus uniforme (**voir la Figure I.12**).



Figure I.12 : Broyage des déchets (originale 2024).

I.3.2. Formulation d'aliment

Nous avons développé cette approche en utilisant des déchets de poisson comme ingrédient principal pour l'un des aliments, et en remplaçant la source protéique habituelle par des déchets de volaille pour l'autre. La composition a été proposée par l'équipe de recherche du CNRDPA, spécialisée dans la formulation d'aliments pour les espèces aquacoles, a élaboré cette composition. Elle découle d'une étude bibliographique sur les besoins nutritionnels du tilapia et leur.

Dans la formulation de nos deux aliments, à base de déchets de volaille et de déchets de poissons, nous avons utilisé deux méthodes distinctes : la méthode de Carré de Pearson et la méthode de moindre coût. Cette approche nous permet d'optimiser la nutrition et le coût

de production pour chaque type d'aliment, en tenant compte des spécificités des matières premières utilisées.

Tableau I.1 : Tableau de composition centésimale des ingrédients utilisés pour la formulation des aliments

Ingredients	Aliment 1(%)	Ingrédients	Aliment2(%)
Farine de sardine	35	Farine de Volailles	35
Tourteaux de soja	30	Tourteaux de soja	30
Son de blé dur	19.8	Son de blé dur	19.8
Mais	7	Mais	7
Calcium	0.99	Calcium	0.99
Phosphore bicalcite	0.99	Phosphore bicalcite	0.99
Huile de soja	3	Huile de soja	3
Liant	2.22	Liant	2.22
CMV	1	CMV	1

I.3.3. La deuxième transformation

Nous avons expérimenté la fabrication de la farine de poisson en laboratoire selon deux méthodes : par pression et par vapeur. Les protéines obtenues représentaient 54 %. Cependant, pour la production de l'aliment, nous avons opté pour la farine de volaille de la société BELLAT) .qui affiche un taux de protéines de 66 %, en raison de ses caractéristiques standardisées sur les plans protéique et microbiologique. Cette farine est utilisée par les fabricants locaux et elle est disponible sur le marché.

L'élaboration de l'aliment s'est effectuée au CNRDPA selon le processus suivant :

❖ Broyage et tamisage

Ont pour objectif de réduire les matières premières en particules plus petites, ce qui favorise un mélange homogène et stable, ainsi qu'une mise en forme régulière (**voir la Figure I .16**).



Figure I.16 : Broyage et tamisage (photos originales 2024).

❖ Pesage

Les ingrédients, comme listés dans le tableau, ont été mesurés à l'aide d'une balance (**voir la Figure I.17**)



Figure I.17 : Pesage des ingrédients (originale 2024).

❖ Mélange

C'est une étape cruciale dans la création d'un aliment composé, impliquant l'association des matières premières broyées et dosées, réparties dans la masse du mélange. À ces ingrédients, les proportions d'huile de tournesol ont été ajoutées, suivies de l'incorporation d'eau jusqu'à l'obtention d'une pâte légèrement humide qui se désagrège facilement (**voir la Figure I.18**).



Figure I.18 : Mélange des ingrédients (originale 2024).

❖ Extrusion

Notre processus de fabrication inclut une étape d'extrusion pour notre aliment. L'extrusion implique le passage de la pâte à travers une extrudeuse, une machine spéciale qui comprime et chauffe la pâte, la forçant à travers des matrices pour lui donner sa forme finale. Cette méthode permet d'obtenir des granulés uniformes et facilite également une cuisson partielle de l'aliment, améliorant ainsi sa digestibilité et sa stabilité (**Figure I.19**).

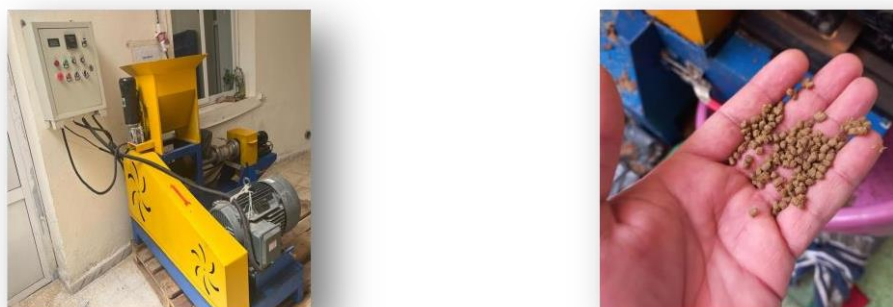


Figure I.19 : Extrusion du mélange (originale 2024).

❖ Séchage

Séchage des granulés obtenu dans un séchoir à 45 °C pendant 24 heures (**voir la Figure I.20**).

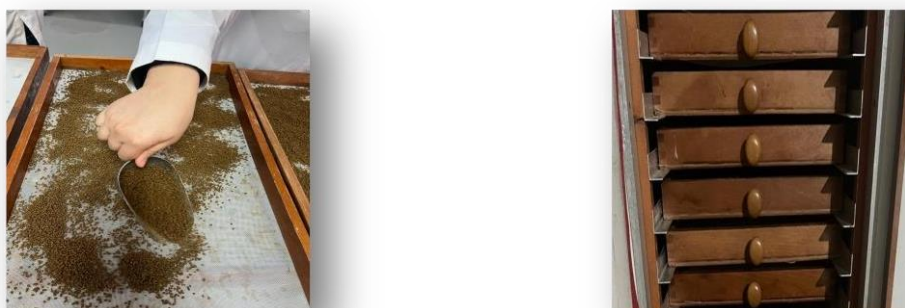


Figure I.20 : Séchage de l'aliment (originale 2024).

❖ Calibrage et stockage

Nous vérifions la taille des granulés à l'aide d'un pied à coulisse pour qu'ils conviennent à la bouche des poissons, et nous séparons la taille souhaitée des miettes à l'aide d'un tamis, puis les stockons à l'abri de l'humidité dans des bocaux (**voir la Figure I.21**).

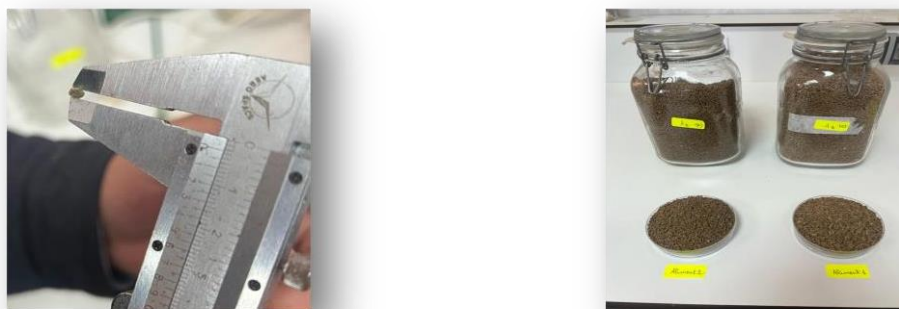


Figure I.21 : Calibrage et stockage des aliments (originale 2024).

I.4. Les caractères physiques de l'aliment

Le choix des aliments et leur forme physique dépendent de l'espèce de poisson, de la nature du système d'élevage et du stade de maturité des poissons (Falayi et Sadiku, 2013). De plus, la combinaison des différents ingrédients peut influencer la flottabilité des granulés et leurs caractéristiques dans la colonne d'eau (Srahm et Plattner, 2001). Les granulés extrudés flottants sont plus populaires que les granulés coulants, car ils permettent à l'éleveur de surveiller l'activité alimentaire des poissons et d'éviter le gaspillage de nourriture. Ces granulés offrent également une grande stabilité dans l'eau, une bonne digestibilité et ne polluent pas (Almarraj, 2010). Parmi ces caractéristiques, on distingue :

➤ Densité apparente

La densité apparente a été calculée comme suit :

$$BD (g/cm^3) = \frac{M}{A * L}$$

Où - M = Masse (g) de granulé.

-L = longueur (cm) de la pastille.

- A = Section transversale de la pastille

➤ Ration d'extension

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

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

Où : - Dp : après émergence avec certain temps.

- Dd : grain sèche.

➤ La flottabilité

De chaque régime d'essai a été déterminée en plaçant des échantillons de 10 granules, reproduits 2 fois, dans des béchers remplis d'eau. Le nombre de granules restant à flot après chaque intervalle de 60 secondes a été enregistré pendant une période de 15 minutes. Le pourcentage de flottation à chaque intervalle de temps a été calculé de la manière suivante.

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

➤ Absorption relative

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

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

- M2 = masse (g) de granulé finale.

➤ La stabilité dans l'eau

La stabilité dans l'eau de chaque régime a été mesurée sur des périodes de 30 minutes et 60 minutes. Pour ce test, deux gramme de pellets de chaque réplique ont été placés dans un tamis en nylon, attaché à une ficelle, puis immergés dans un bol contenant de l'eau de l'étang. À la fin de chaque période, les portions restantes des aliments ont été séchées dans l'étuve pendant 24 heures, et le poids a été enregistré comme M30 et M60, représentant respectivement le poids sec final après 30 minutes et 60 minutes d'immersion.

Le test de stabilité a été calculé comme suit :

$$\text{stabilité (\%)} = \frac{M30}{M0} * 100 : \text{pour 30 minute.}$$

$$\text{stabilité (\%)} = \frac{M60}{M0} * 100 : \text{pour 60 minute.}$$

I. 5. Nourrissage des poissons et le mode de nettoyage

I. 5.1. Distribution Alimentaire

Les poissons ont été alimentés trois fois par jour, sept jours sur sept, conformément à l'ration alimentaire calculée selon la formule suivante.

$$RA = P \text{ total} * 5\%$$

Avec : - RA : ration alimentaire.

- P : poids des poissons (en g).

- TN : taux de nourrissage (5%).

I. 5.1.1. Mode d'alimentation

Les repas sont distribués manuellement, répandus à la surface de chaque aquarium. Le premier repas est distribué à 9h00, le second à 12h00 et le troisième à 15 :00 (la ration alimentaire est fractionnée en 3 repas par jour).

La ration alimentaire journalière est calculée après chaque 15 jour.

I. 5.1.2. Suivi de l'expérimentation

Assurer un élevage réussi implique la surveillance régulière de l'hygiène des installations et des conditions physiques de l'eau. De plus, nous réalisons des pesées et des mesures des poissons toutes les deux semaines tout au long de l'expérience, qui s'étend sur une période de 45 jours.

I. 5.2. Nettoyage

Pour maintenir une hygiène optimale (voir la **Figure I.22**) :

- ✓ Les aquariums sont nettoyés et siphonnés quotidiennement.
- ✓ Le matériel est nettoyé et rincé après chaque utilisation.
- ✓ La zone de travail est régulièrement nettoyée pour éviter l'accumulation de déchets.
- ✓ De plus, une vidange totale des deux aquariums est effectuée le jour même de la pesée des poissons, tous les 15 jours."



Figure I.22 : Siphonage et nettoyage des aquariums (originale 2024).

I. 6. Paramètres physico-chimique de l'eau d'élevage

Nous effectuons une surveillance quotidienne des paramètres physico-chimiques. Pour cela, nous utilisons un multi-paramètre afin d'analyser la température, le pH, la salinité, la conductivité, la turbidité et le taux d'oxygène dissous (voir la **Figure I.23**).



Figure I.23 : Multiparamètres (originale 2024).

I.7. Contrôle des paramètres zootechniques

I. 7.1. La croissance

La croissance pondérale est réalisée en utilisant une balance de haute précision pour labiométrie des poids (voir la Figure I. 24).



Figure I. 24 : pesage de poisson (originale 2024).

I. 7.2. La croissance linéaire

La croissance linéaire du Tilapia est réalisée en mesurant la taille des poissons simultanément avec leur poids à l'aide d'un Ichtyo-mètre (voir la Figure I.25).



Figure I.25 : mesure de la longueur du poisson (originale 2024).

I. 8. Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés

- Poids moyen initial (pmi)

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

- **Poids moyen final (PMF)**

$$Pmi(g) = \frac{biomassfinal(g)}{nombre\ final\ de\ poisson}$$

- **Taux de survie (TS)**

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

$$Ts\ en\ \% = \left(\frac{nombre\ d'individuen\ fin\ d'expérimentation}{le\ nombre\ d'individuinitial} \right) * 100$$

- **Gain moyen quotidien (GMQ)**

Ce coefficient permet d'évaluer l'efficacité des aliments utilisés sur la croissance des poissons. Il est calculé selon la formule suivante :

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

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

Le TCS représente la vitesse de croissance instantanée des poissons. Cette mesure est formulée par la formule suivante

$$TCS\ en\ \% /j = \left| \frac{\ln(pmf(g)) - \ln(pmi(g)) * 100}{durée\ d'expérimentation} \right|$$

- **L'indice de conversion (IC)**

Évalue l'efficacité des aliments utilisés pour favoriser la croissance des poissons.

$$IC = \frac{quantité\ d'alimentdistribuée\ (g)}{gain\ de\ poids(g)}$$

- **Le facteur de condition K**

Il reflète le niveau d'embonpoint des poissons. Cette mesure est déterminée par la formule suivante :

$$K = \left(\frac{pt}{Lt^b} \right) * 100$$

Pt = poids total du poisson en g ;

Lt = longueur totale du poisson en cm

b=coefficient d'allométrie.

I. 9. La dissection

La dissection d'un tilapia suit des étapes spécifiques pour examiner ses structures internes et externes. Voici un guide étape par étape pour réaliser cette dissection (**voir la Figure I.26**) :

I. 9.1. Matériel nécessaire

- Ciseaux de dissection
- Scalpel
- Pincettes
- Plateau de dissection



Figure I.26 : Trousse de dissection (originale 2024).

I. 9.2. Étapes de la dissection

Placez le tilapia sur le plateau de dissection.

I. 9.2.1. Observation externe :

Examinez les caractéristiques externes du poisson, telles que les nageoires, les écailles, les yeux et les branchies (**voir la Figure I.27**).



Figure I.27 : Examiner le poisson de l'extérieur.

I.9.2.2. Ouverture de la cavité abdominale :

- Utilisez les ciseaux pour faire une incision depuis l'anus jusqu'à la base de la mâchoire inférieure. Coupez doucement pour ne pas endommager les organes internes.
- Écartez délicatement les parois abdominales avec des pinces pour exposer les organes internes (**voir la Figure I.28**).



Figure I.28 : Incision des poissons (originale 2024).

I. 9.2.3. Examen des organes internes :

- **Branchies** : Ouvrez les opercules (couvertres branchiaux) pour observer les branchies. Notez la couleur et l'état des branchies

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

- **Foie** : Un grand organe brunâtre situé dans la partie antérieure de la cavité abdominale.
- **Estomac et intestins** : Suivez le tube digestif du poisson. L'estomac se trouve près du foie et se prolonge en intestins enroulés (**voir la Figure I.29**).



Figure I.29 : Les organes du tilapia (originale 2024).

I. 9.2.4. Retrait et observation des organes spécifiques :

- **Hépatopancréas** : Examinez le foie et les tissus pancréatiques associés.
- **Gonades** : Si le poisson est mature, vous pourrez identifier les gonades (testicules ou ovaires) situées près des reins (**voir la Figure I.30**).



Figure I.30 : Les gonades de mâle et femelle tilapia (originale 2024).



Figure I.31 : Classification des tilapias (originale 2024).

I. 9.3.1. L'indice gonadosomatique (IGS)

L'indice gonadosomatique (IGS) est un paramètre utilisé en biologie des poissons et en écologie pour évaluer l'état de maturation sexuelle et l'investissement énergétique dans la reproduction. Il est calculé en rapportant la masse des gonades (organes reproducteurs) à la masse totale de l'organisme, généralement exprimé en pourcentage. (Nash et al., 2006) (Gunderson, 1993).

$$IGS = \left(\frac{\text{Masse des gonades}}{\text{Masse totale de l'organisme}} \right)$$

1. 9.3.2. L'indice hépatopancréatique (IHP)

Également connu sous le nom d'indice hépto-somatique (IHS) dans certains contextes, est une mesure utilisée pour évaluer la santé et l'état nutritionnel des organismes aquatiques, notamment les poissons et les crustacés. Cet indice est le rapport entre le poids du foie (ou hépatopancréas) et le poids total de l'organisme. Il est souvent exprimé en pourcentage et sert d'indicateur de la condition physiologique et nutritionnelle des animaux (Diwan et al., 2022).

$$IHP = \left(\frac{\text{poids de l'hépatopancréas}}{\text{poids total de l'organisme}} \right) * 100$$

I. 10. Analyses biochimiques

I. 10.1. Farine des déchets volailles et poissons

- **Le dosage de la matière grasse (Soxhlet), (voir la Figure I.32).**

Ébullition de l'éther de pétrole : environ 40-60 °C (point d'ébullition de l'éther de pétrole).

Solvant : éther de pétrole.

Extraction par Soxhlet : 4 à 6 heures.



Figure I.32 : Extraction de la matière grasse (originale 2024).

- **Les protéines brutes (KJELDAHL), (voir la Figure I.33).**

a. Digestion

Réactifs : Acide sulfurique (H_2SO_4).

Catalyseur (souvent sulfate de cuivre ($CuSO_4$) ou sélénium).

Temps/température : 30min/60°C ,30min/70°C, 1h/80°C.

b. Neutralisation distillation

Réactifs : Hydroxyde de sodium ($NaOH$) concentré.

Acide borique (H_3BO_3) ou solution de piège d'ammoniac.

Temps : 30 min/ échantillon.

c. Titration

Réactifs : acide chlorhydrique (HCl) ou acide sulfurique (H_2SO_4).



Figure I.33 : Dosage des protéines kjeldhal (originale 2024).

I. 10.2. Aliments extrudés

- La matière grasse (Soxhlet).
- Les protéines brutes (KJELDHAL).
- Les glucides (DUBOI), (voir la Figure I.34)

Réactifs : Acide sulfurique (H_2SO_4) concentré.

Phénol (5%).

Eau distillée.

Temps/ Température : Incubation après addition de phénol : 10 minutes/TA.

Incubation après addition d'acide sulfurique : 5 minutes /105°C.

- a. Préparation de la courbe d'étalonnage.
- b. La lecture de la densité optique à 490nm.



Figure I.34 : Analyse des glucides (originale 2024).

Les cendres :

- a. Préparation de l'échantillon (voir la Figure I.35).
- b. incinération 550°C/2-4 heures.
- c. Pesage.



Figure I.35 : Incinération et pesage (originale 2024).

L'humidité :

- a. Préparation de l'échantillon (voir la Figure I.36).
- b. Séchage 105°C/2-4 heures.
- c. Pesage.



Figure I.36 : Séchage et pesage (originale 2024).

I. 10.3. La chaire de poisson

- **Lyophilisation (voir la Figure I.37)**
Temps/Température : -105°C/72 heures.
Pression : 0.001 mbar.



Figure I.37 : Lyophilisation de la chair de poisson.

- **La matière grasse (Bligh et Dyer,1959), (voir la Figure 1.38).**
 - a. Broyage de la chair lyophilisé.
 - b. L'ajout des solvants méthanol et chloroforme.
 - c. Centrifugation 3000 tr/min pendant 10 min à 4°C.
 - d. L'ajout de l'eau distillé.
 - e. Centrifugation .

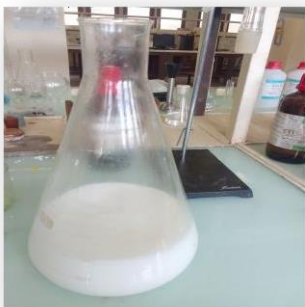
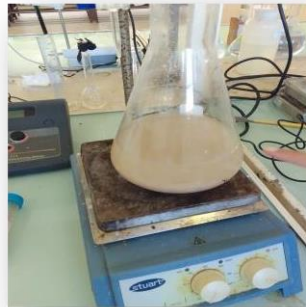


Figure 1.38: L'extraction des lipides (originale 2024).

- **Les protéines (kjeldhal)**

I. 11. Les analyses microbiologiques

Ces analyses garantissent que les produits respectent les normes sanitaires en vigueur, protégeant ainsi la santé des poissons et des consommateurs. Sont effectuées au niveau du laboratoire de l'ISTA (voir la **Figure 1.39**).



Figure 1.39 : Les analyses microbiologiques (originale 2024).

- **Comptage des bactéries**
aérobies mésophiles Milieu
: Plate Count Agar (PCA).
Température d'incubation
: 30°C.
Durée d'incubation : 48
heures.
- **Recherche de coliformes**
totaux :
Milieu : Violet Red
Bile Agar (VRB).
Température
d'incubation : 37°C.
Durée d'incubation :
24 heures.
- **Recherche de levures et moisissures** :
Milieu : Agar Sabouraud ou Oxytetracycline Glucose Agar (OGA).
Température d'incubation : 25°C.

Durée d'incubation : 5-7 jours.

I. 12. Analyse statistique

Les paramètres zootechniques (poids final, gain de poids quotidien, taux de croissance spécifique et indice de conversion), les paramètres physicochimiques de l'eau d'élevage, ainsi que les analyses biochimiques ont été soumis à t-test et le teste de Mann-Whitney pour comparer les moyennes entre les groupes expérimentaux. Ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel **IBM SPSS Statistics 25**.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

II.1. Farine de volailles

II.1.1. Rendement de transformation des CV

Pour comprendre l'efficacité de notre processus, nous avons calculé le rendement de transformation des déchets de volaille en farine.

Tableau II.1 : Représentation du rendement de la farine de volailles.

Déchets de volailles	MI	MF	Rendement (%/ MS)
	3kg 650g	870g	23,83%

Avec :

MI : Matière initiale.

MF : Matière final.

MS : Matière sèche.

D'après le tableau ci-dessus, le rendement en poids de la transformation de la matière première en produit fini est 23.83%. Cette valeur est proche de celle retrouvée par (Ould Tarbiya et Ould Mouhamédou ,2011), qui était de 6 kg de matière première pour 1 kg de farine. Selon (Guerrero et Retière ,1992) la perte en poids est due essentiellement à l'élimination de l'eau qui constitue 75% du produit initial.

II.1.2. Analyses organoleptiques de la farine de volailles

L'appréciation de la qualité organoleptique de la farine de volailles est regroupée dans le **tableau 2**.

Tableau II.2 : Qualité organoleptique de la farine de volailles

Paramètres organoleptiques	Farine de déchets de volailles
Aspect	Poudre fine
Couleur	Jaunâtre
Odeur	Moyenne odeur de volailles

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Pour s'assurer de la qualité de la farine ; une analyse organoleptique a été effectuée, et ça a donné une couleur jaunâtre avec une odeur moyenne de volailles.

II.1.3. Résultats biochimiques de la farine de volailles

Les résultats des dosages biochimiques de la farine de volailles sont mentionnés dans le tableau 3 :

Tableau II.3 : Composition Biochimique de la farine de volailles.

Paramètres d'analyses	%
Protéines	54.4
Matière grasse	28.2
Humidité	11.2

L'analyse effectuée sur la farine a mis en évidence une teneur en eau de 11.5 %. Selon Guerrero et Retière, (1992), la teneur en eau de la farine ne doit pas dépasser une valeur de 10 à 12 %. Il en ressort, que la farine formulée possède une teneur acceptable en eau ce qui montre que les conditions opératoire (température et durée) adoptées pour le séchage sont adéquates ; elles ont permis d'obtenir une farine sèche qui ne pose pas de risque de contamination microbienne lors du stockage. Guerrero et Retière, (1992), ont montré que si, le taux d'humidité dépasse 14 %, les conditions seront propices à l'apparition de moisissures. Une teneur en eau trop faible va donner une farine très poussiéreuse et poser des problèmes tel le colmatage, le tassage, le passage à travers les sacs et l'évacuation dans le cyclone.

II.2. Farine de poissons

II.2.1. Rendement de transformation des CP

Pour comprendre l'efficacité de notre processus, nous avons calculé le rendement de transformation des déchets de poissons en farine.

Tableau II.4 : Représentation du rendement de la farine de poissons (sardines)

Déchets de sardine	MI	MF	Rendement (%)
	21kg 65g	5g	23,09%

II.2.2. Analyses organoleptiques de la farine de poissons

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'appréciation de la qualité organoleptique de la farine de poissons est regroupée dans le Tableau II.5.

Tableau II.5 : Qualité organoleptique de la farine de poissons.

Paramètres organoleptiques	Farine de déchets de volailles
Aspect	Poudre fine
Couleur	Brune
Odeur	Forte odeur de poissons

Pour s'assurer de la qualité de la farine ; une analyse organoleptique a été effectuée, et ça a donné une couleur brune avec une forte odeur de poissons.

II.2.3. Résultats biochimiques de la farine de volailles

Les résultats des dosages biochimiques de la farine de poissons sont mentionnés dans le tableau 6.

Tableau II.6 : Composition Biochimique de la farine de poissons.

Paramètres d'analyses	%
Protéines	54.6
Matière grasse	17.2
Humidité	10

La teneur en lipides dans cette farine est 17.2 %. Selon les normes FAO (1988), la farine ne doit pas contenir plus de 12 % de lipides. Une teneur importante en matière grasse peut provoquer un échauffement à l'entreposage, nuisant à la qualité finale, en l'exposant à un rancissement précoce (formation de peroxyde) comme il a été démontré par (Guerrero et Retière, 1992). Cette forte teneur est due principalement à l'étape de pressage qui était mal conduite par manque du matériel adéquat ; c'est dans cette étape que la fraction liquide contenant l'huile est complètement séparée de la fraction solide (la farine). Dans notre cas le pressage a été effectué manuellement et donc la majeure partie de l'huile est restée collée à la matière solide. La farine de poisson est riche en nutriments, comme les protéines, hautement digestibles et équilibrées en acides aminés, elle contient aussi des lipides qui ne sont pas totalement éliminés lors de sa fabrication et aussi des minéraux provenant du squelette et

des écailles, ce qui la rend importante dans l'élevage des poissons (Hertrampf et Piede Pascual., 2000).

II.3. Les caractères physiques des deux aliments

L'alimentation artificielle est un aspect crucial pour les poissons en élevage.

- ✓ **Aliment 1** à base de farine de volailles.
- ✓ **Aliments 2** à base de farine de poissons.

II.3.1. Densité apparente

La densité apparente des deux aquariums est de $0.41 \pm 0.02 \text{ g/cm}^3$; $0.24 \pm 0.03 \text{ g/cm}^3$ pour aliment(A1) et (A2) respectivement. Plus la masse volumique d'un corps est faible, plus son potentiel de flottabilité est grand, en particulier les objets qui flottent sur l'eau doivent être moins de 1 g/cm^3 (densité de l'eau) en masse (Riaz, 2009).

II.3.2. Flottabilités

Les tests montrent une différence de flottabilité entre les aliments A1 et A2, avec un taux de flottabilité de 100% pour A1 et de 48% pour A2 après 15 minutes. La densité apparente mesurée est de $0,41 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$ pour A1 et de $0,24 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$ pour A2, toutes deux inférieures à la densité de l'eau (1 g/cm^3), expliquant pourquoi A2 ne flotte pas. Les différences de flottabilité peuvent être dues à la granulométrie des ingrédients (Hardy, 1989). Almaraj (2010) souligne que les granulés flottants sont préférés car ils permettent de mieux observer l'alimentation des poissons et évitent le gaspillage, tout en fournissant plus d'énergie (Johnson et Wandsvics, 1991). La composition biochimique, comme la matière grasse et l'amidon, influence également la flottabilité de nos aliments

II.3.3. Taux d'absorption relative

L'absorption d'eau des deux aliments est de $15,5 \pm 0,2\%$; $11,2 \pm 0,10\%$ pour aliment (A1) et (A2) respectivement. D'après les résultats on remarque que l'aliment A1 ayant une absorption importante par rapport à l'aliment (A2) ; cela explique que l'aliment à base de farine de volailles absorbe plus de l'eau que l'aliment à base de farine de poisson.

II.3.4. Stabilité dans l'eau

La stabilité des aliments dans l'eau a été mesurée après 30 minutes d'immersion, avec des valeurs de $80,75 \pm 1,53\%$ pour l'aliment A1 et $82,65 \pm 0,7\%$ pour l'aliment A2, indiquant une perte de masse de 19,25% et 17,35% respectivement. Après 60 minutes, la stabilité des aliments était de

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

78,1 ± 2,3% pour A1 et 78,25 ± 0,5% pour A2, correspondant à une perte de masse de 21,9% et 21,75%. Selon (Gouby,1982), l'incorporation de liants améliore considérablement la stabilité des aliments dans l'eau.

II.4. Paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage

Pendant toute la période d'essai, nous avons contrôlé quotidiennement certains paramètres physicochimique de l'eau des deux aquariums (avant le nourrissage) afin de les maintenir proches des valeurs optimales requises pour le Tilapia rouge.

Tableau II.7 : Variations des paramètres physicochimiques de l'eau des deux aquariums durant la période d'expérience (* : p > 0.05, ** p < 0.05, * : p < 0.001).**

Paramètres	Aquarium 1	Aquarium 2
T (°C)	29,34 ± 1,20*	29,75 ± 1,35*
pH	8.02 ± 0.22*	8 ± 0,14*
Oxygène dissous	5.10 ± 0.89*	5,43 ± 0.79*
salinité	1,49 ± 0,16*	1,467 ± 0,21*
NH ₃ ⁺	1,15 ± 0 ,81*	1,22 ± 1,16*
NO ₂ ⁻ (mg/l)	1,27 ± 0,44*	1,29 ± 0,42*
NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,28 ± 0,44*	1,25 ± 0,43*
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,28 ± 0,21*	0,27 ± 0,18*

II.4.1. Température

La température de l'eau pour les deux aquariums s'étend sur une fourchette de 29,34 ± 1,20°C pour l'aquarium 1 et de 29.75 ± 1,35°C pour l'aquarium 2. Ces valeurs sont avoisinantes de l'optimum pour la croissance du Tilapia sp qui est de 15 à 40°C, selon (Ballarin et Hatton,1979).

Le T-test montre qu'il n'y a pas de différence significative (p > 0,05).

II.4.2. pH

Les valeurs de pH de l'eau prélevée pour les deux aquariums s'étendent entre de 7,85 ± 0,208 ; 8,008 ± 0,14 pour aquarium (A1 et A2) respectivement. Il est resté stable jusqu'à la fin de l'expérimentation dans la fourchette des valeurs de pH recommandées pour la croissance du Tilapia rouge. D'après Hecht (1996), le tilapia rouge est très adapté aux conditions environnementales extrêmes et peut vivre dans une gamme de pH de 5 à 11.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

e test statique de **Man Whitney** montre qu'il existe une différence très significative ($p < 0.05$) entre aquarium 1 et 2.

II.4.3. Oxygène dissous

Les concentrations d'oxygène dissous enregistré varient entre 4.22 ± 1.37 mg/LDO et 5.137 ± 1.11 mg/LDO pour A1 et A2 respectivement. D'après (Mélard (2007), le tilapia peut résister à de faibles taux d'oxygène dissous et que l'optimum requis par cette espèce est de 5 mg/LDO. Les valeurs moyennes obtenues sont normales et ne constituent pas un problème pouvant affecter la survie des Tilapias.

Le test statique de **Man Whitney** montre qu'il existe une différence très significative ($p < 0.05$) entre aquarium 1 et 2.

II.4.4. Salinité

Le Tilapia est une espèce relativement euryhaline supportant des salinités de 0.015 PSU à 30 PSU. L'eau utilisée durant notre expérience est une eau douce, dont la salinité de l'eau pour les deux aquariums s'étend entre 1.49 ± 0.166 PSU et 1.467 ± 0.217 PSU pour les deux aquariums respectivement.

Le **T-test** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les deux aquariums.

II.4.5. Sels nutritifs

Les données des sels nutritifs sont présentées dans le (**Tableau II.7**)

Les variations des concentrations du nitrite, nitrate, ammonium, et phosphate sont comprises respectivement, entre 1.28 ± 0.44 mg/L ; 1.27 ± 0.44 mg/L ; 1.15 ± 0.81 mg/L ; 0.28 ± 0.21 mg/L pour l'aquarium 1 et ; 1.25 ± 0.43 mg/L ; 1.29 ± 0.42 mg/L ; 1.22 ± 1.16 mg/L ; 0.27 ± 0.18 mg/L pour l'aquarium 2.

Les teneurs en NO_2^- et en NH_3^+ restent inférieures aux seuils pour l'élevage du tilapia, décrits par (Ballarin et Haller, 1982) qui sont de 2,1 mg/L pour les nitrites et de 2,3 mg/L pour l'ammoniaque. Les valeurs en NO_3^- et en PO_4^{3-} sont également inférieures aux seuils qui sont de 2,1 mg/L pour les nitrates et de 0,5 mg/L pour le phosphate. Selon (FAO, 2011) une prolifération d'algues sera constatée au-delà de ces valeurs.

Les valeurs enregistrées ne présentent aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les deux aquariums pour tous les sels nutritifs selon le test de **Man Whitney**.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

On conclut que les paramètres physico-chimiques étudiés sont dans l'optimale de croissance et avec faibles variations et n'exercent aucun effet sur la croissance de *Tilapia* sp. Dans ce cas, le paramètre mis en jeu c'est « l'aliment ».

II.5. Performances zootechniques

Des méthodes analytiques basées sur la détermination de divers indices zootechniques couramment utilisés, tels que la croissance pondérale et la croissance linéaire, ont été présentées.

II.5.1. Croissance pondérale

Les poids moyens des poissons des deux aquariums nourris aux deux aliments sont illustrés par le **tableau II.8**

Ces valeurs moyennes résultent des mesures recueillies auprès des poissons des deux aquariums de notre expérimentation.

Tableau II.8: Poids moyen des deux lots de poissons nourris aux deux aliments (* : $p > 0.05$, ** $p < 0.05$, * : $p < 0.001$).**

Semaine	Poids moyen (g) des poissons nourris à l'aliment A1.	Poids moyen (g) des poissons nourris à l'aliment A2.
S0	4,85 ± 1,04*	4,36 ± 0,80*
S2	8,66 ± 2,53*	6,94 ± 2,32*
S4	13,95 ± 4,66*	10,51 ± 4,15*
S6	19,32 ± 6,28*	16,00 ± 6,83*

Le tableau II.8 nous dévoile que les poissons sont passés d'un poids moyen d'environ 4.85± 1.04 g à 19.32 ± 6.28 g pour ceux nourris à l'aliment A1 et de 4.36 ± 0.80g à 16.00± 6.83 g pour ceux nourris à l'aliment A2, durant les 45 jours d'élevage. La croissance pondérale montre que les poids des deux lots de poissons ont marqué une haute évolution durant la période l'expérimentation.

Pour S0, le **T-test** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre le poids des deux lots nourris aux deux aliments A1 et A2.

Pour S2, le **T-test** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre le poids des deux lots nourris aux deux aliments A1 et A2.

Pour S4, Le test statique de **Man Whitney** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre le poids des deux lots nourris aux deux aliments A1 et A2.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Pour S6, Le test statique de **Man Whitney** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre le poids des deux lots nourris aux deux aliments A1 et A2.

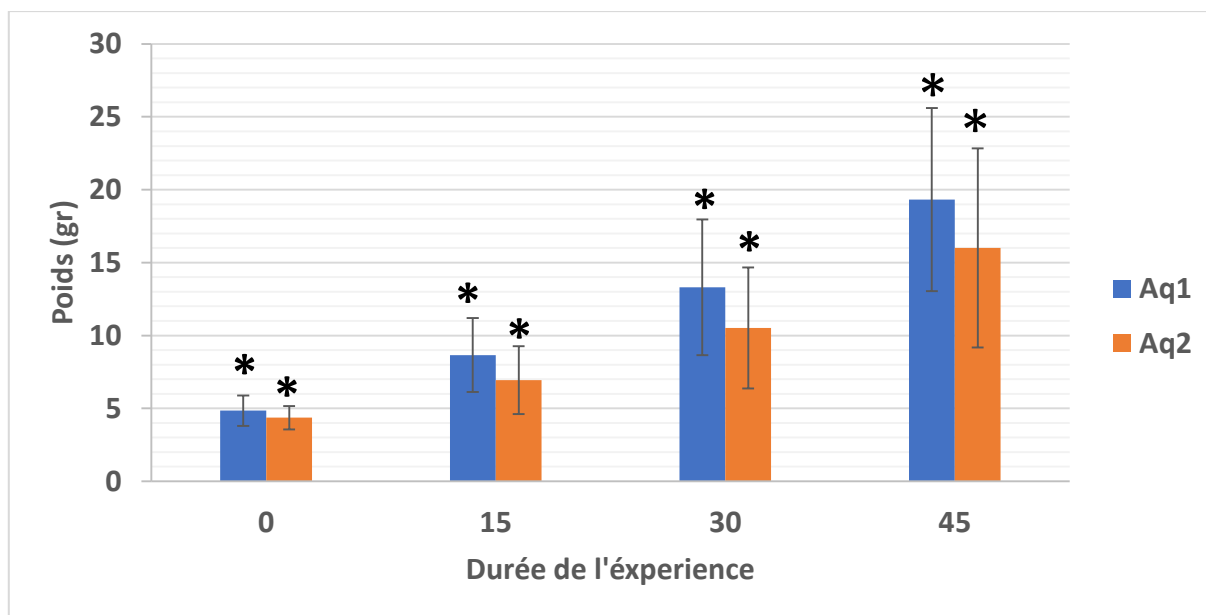


Figure II.1 : Evolution du poids moyen de tilapia rouge nourris avec les différents aliments (* : $p > 0.05$, ** $p < 0.05$, * : $p < 0.001$)..**

II.5.2. Croissance linéaire

Les tailles moyennes des poissons des deux aquariums nourris aux deux aliments sont illustrées par le **tableau II.9** et la **figure II.2**.

Ces valeurs moyennes résultent des mesures recueillies auprès des poissons des deux aquariums de notre expérimentation.

Tableau II.9: Tailles moyennes des deux lots de poissons nourris aux deux aliments (* : $p > 0.05$, ** $p < 0.05$, * : $p < 0.001$)..**

Semaine	Taille moyenne (cm) des poissons nourris à l'aliment A1.	Taille moyenne (cm) des poissons nourris à l'aliment A2.
S0	6,42± 0,45*	6,36± 0,39*
S2	7,61± 0,79*	7,15 ±0,78*
S4	8,86 ±1,009*	7,86± 0,95*
S6	9,98 ±1,09*	9,17 ±1,32*

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le tableau 9 nous dévoile que les poissons sont passés d'une taille moyenne d'environ 6.42 ± 0.45 g à 9.98 ± 1.09 g pour ceux nourris à l'aliment A1 et de 6.36 ± 0.39 g à 9.17 ± 1.32 g pour ceux nourris à l'aliment A2, durant les 45 jours d'élevage.

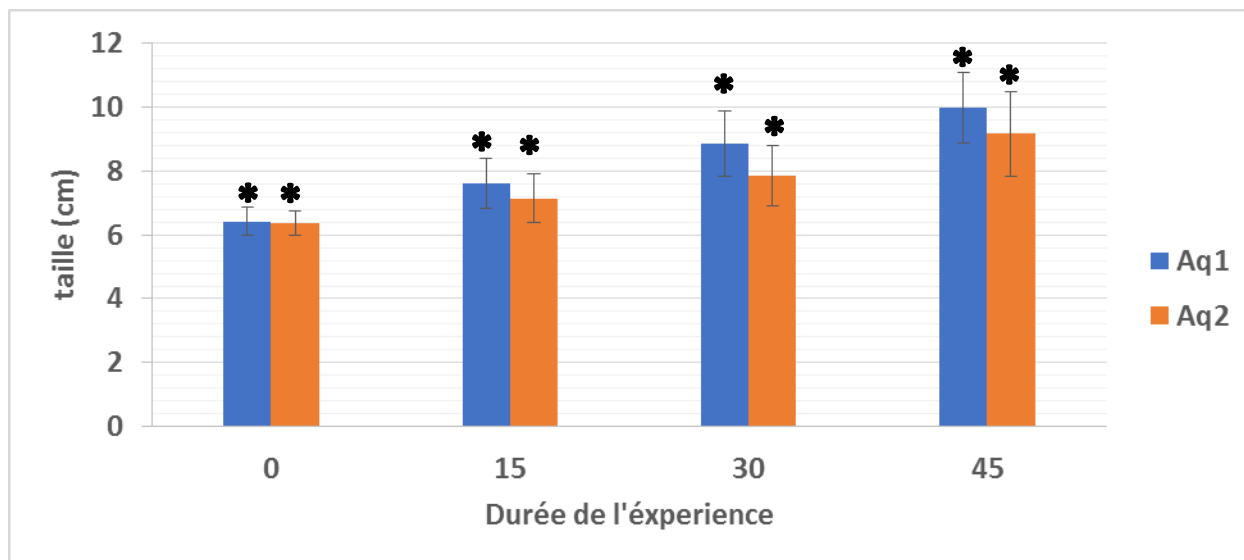


Figure II.2: Evolution de la taille moyenne du tilapia rouge nourris avec les différents aliments (* : $p > 0.05$, ** $p < 0.05$, * : $p < 0.001$).**

Les résultats obtenus pendant l'expérimentation ont révélé une évolution de la taille des poissons des deux aquariums nourris chacun à l'aliment (A1 et A2). Cependant, nous avons noté une homogénéité des tailles de poissons obtenues. Ceci pourrait être dû à la nature de la constitution en ingrédients des deux aliments testés. L'évolution des tailles moyennes observée des deux lots prouve que la ration alimentaire distribuée répond aux besoins du tilapia rouge.

Pour S0, le **T test** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment A1 et A2 (Figure II.2).

Pour S2, le **T test** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment A1 et A2 (Figure II.2).

Pour S4, le test statistique de **Man Whitney** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment A1 et A2 (Figure II.2).

Pour S6, le test statistique de **Man Whitney** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment A1 et A2 (Figure II.2).

II.6. Paramètres d'efficacité d'utilisation des aliments testés Les valeurs mentionnées dans le tableau 10 représentent la moyenne des deux observations (aquariums) réalisées pour chaque régime expérimental. Ce tableau permet au lecteur d'avoir un aperçu global et bien détaillé des résultats obtenus pour chacun des deux régimes.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Tableau II.10 : Performances de croissance du Tilapia rouge nourri avec les deux régimes.

Paramètres	Aliment (A1)	Aliment (A2)
Nbr initial	30	30
Nbr final	30	29
TS (%)	100 ± 0,00	100 ± 0,00
Poids.moy.initial (g)	4.85 ± 1.04	4.36 ± 0.80
Poids.moy.final (g)	19.32 ± 6.28	16.00 ± 6.83
Taille initiale	6.42 ± 0.45	6.36 ± 0.39
Taille finale	9.98 ± 1.09	9.17 ± 1.32
Gain moyen quotidien (g/j)	0.32 ± 0.11*	0.26 ± 0.13*
Indice de conversion (g)	1.37 ± 0,54*	1.38±0.19*
Taux de croissance spécifique (%/j)	3.07 ± 1.75*	2.88 ± 0.3*
Le facteur de condition K	2.46 ± 0.04	2.3 ± 0.2

II.6.1. Taux de survie

Le taux de survie réel est calculé à partir des nombres finaux et initiaux des poissons. Elle est de 100±0,00% pour les deux aliments expérimentaux. L'état général des poissons en fin de l'expérience était excellent. Ces résultats confirment la bonne qualité et la valeur nutritionnelle des deux aliments testés.

II.6.2. Gain de poids quotidien (GMQ)

La quantité d'aliment ingéré selon le régime chez les juvéniles de Tilapia rouge est illustré dans le **tableau II.10**.

D'après ce tableau les poissons qui sont alimenté par l'aliment A1 présente une meilleure performance que l'aliment A2. Toutefois, les valeurs de gains quotidiens sont largement supérieures à celle de 0.05g/j à 0.02g/j obtenus par **Fiogbé et al. (2004)** dans les mêmes systèmes d'élevages. Le **T test** montre qu'il n'y a aucune différence significative ($p > 0.05$) entre l'aliment A1 et A2.

II.6.3. Taux de croissance spécifique (TCS)

Les valeurs des taux de croissance spécifique sont illustrées dans le **tableau II.10**. Durant la période de notre expérience on a remarqué que les juvénile de l'aliment A1 présente un TCS supérieur à ceux des juvéniles nourris avec l'aliment A2, mais les valeurs de TCS enregistrées pour les deux aquariums sont rapprochées entre eux 3.07 ± 1.75 et 2.88 ± 0.3 respectivement. Les taux de croissance spécifique pondérale obtenus dans le cadre de notre étude sont supérieurs à ceux rapportés par (Avit *et al.* 2012) (0.64) et (Gbai *et al.* 2014) (1.49). Le test statistique de **man Whitney** montre qu'il n'y a aucune différence significative ($p > 0.05$) entre l'aliment A1 et A2 (**Tableau II.10**).

II.6.4. Indice de conversion

L'IC le plus élevé est de l'aliment A2 de 1.38 ± 0.19 par apport à l'aliment A1 $1.37 \pm 0,54^*$.

Ces valeurs sont semblables que celles obtenues par (Abdel-Warithet *et al.* 2001) qui variaient entre 1,25 et 2,80 pour les alevins nourris avec des aliments à base de sous-produits aviaires.

Le **T test** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre aliment A1 et A2. Les poissons ont été nourris 3 fois par jour, à 9 heures, midi et 15 heures, respectivement. Il n'y a eu aucun gaspillage apparent d'aliment, tout l'aliment distribué étant ingéré par les poissons. De plus, le Tilapia rouge se nourrit aussi bien en surface et en fond de l'eau, ce qui a facilité la distribution de l'aliment. De même, (Fagbenro *et al.* 1999), nourrissait ses poissons trois fois par jour à satiété, cela durant 45 jours. En nourrissant nos poissons de la sorte, nous leur avons fourni une quantité d'aliment optimale, ce qui explique les bons résultats observés pour nos taux de conversion alimentaire.

II.6.5. Le facteur de condition K

Le facteur de condition c'est la relation entre la longueur totale des poissons et leur poids. Elle est représentée par la relation de (le Cren, 1951) ($Pt = a.Lt. b$) où :

- Pt : poids total du poisson en g.

- Lt : Taille totale du poisson en cm.

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

Le coefficient b (pente de la droite de régression) varie entre 2 et 4, mais il est souvent proche de 3. Un coefficient b supérieure à 3 indique une meilleure croissance en poids qu'en longueur et inversement (Micha, 1973 ; Ricker, 1980). D'après la **figure II.3** on remarque que le coefficient b des deux aquariums il est inférieur de 3 cela indique qu'il y a une meilleure croissance en taille ainsi qu'en poids.

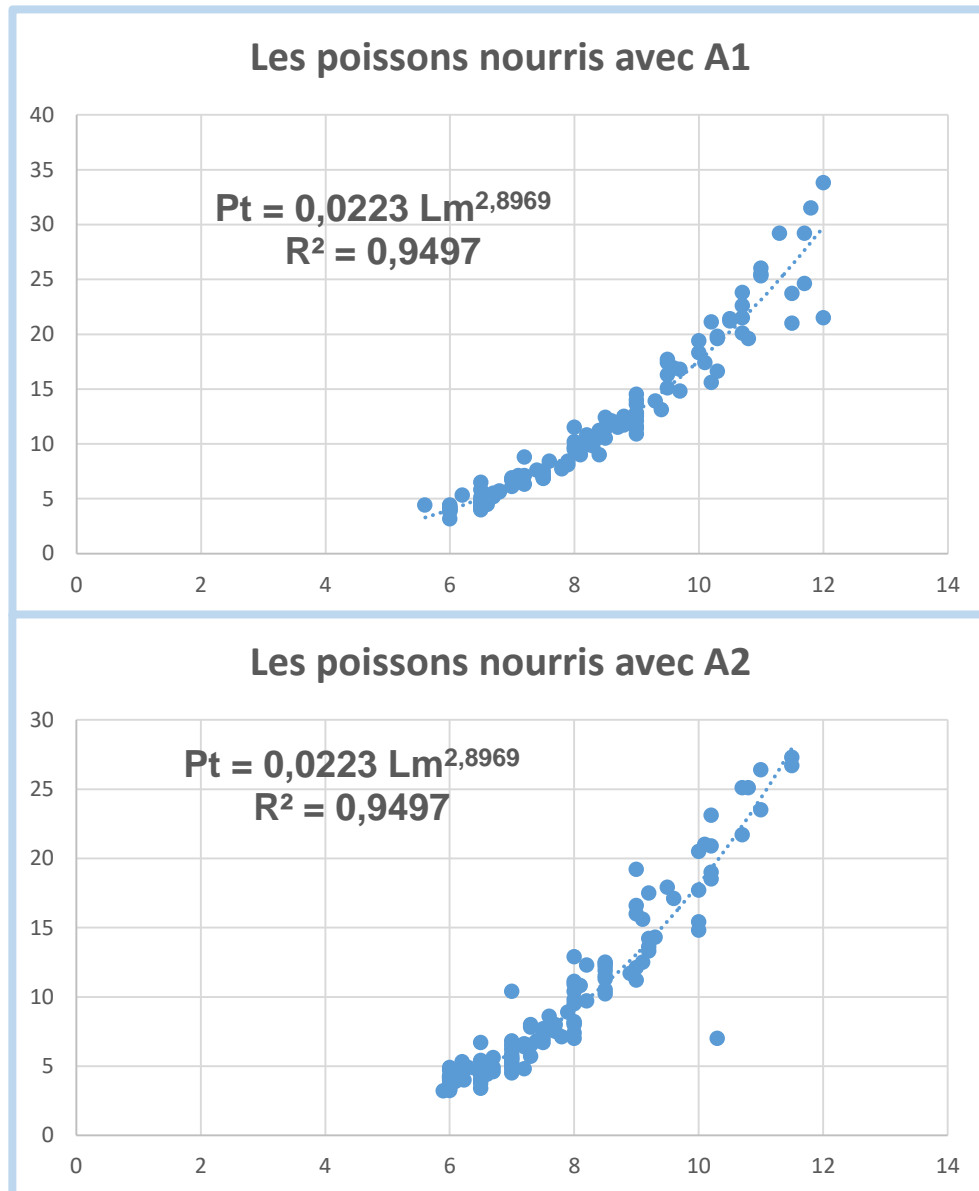


Figure II.3 : Évolution de facteur de condition K.

II.7. Caractéristiques biologiques (reproduction) du Tilapia rouge

Pour voir l'effet des aliments sur les paramètres de croissance des poissons, nous avons étudié les paramètres suivants le sexe, poids des poissons éviscérés, poids des gonades et le poids des hépatopancréas.

Les résultats sont illustrés dans le **tableau II.11**

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Tableau II.11 : Paramètres biologiques du tilapia rouge des deux aquariums(* : $p > 0.05$, ** $p < 0.05$, * : $p < 0.001$).**

Paramètres	Aquarium A1	Aquarium A2
Sexe	20 mâles 10 femelles	11 mâles 16 femelles 3 indéterminés
Sex-ratio	2,00	0,68
Poids des poissons éviscérés	17,44 ± 5,87	15,43 ± 6,15
Poids des gonades	0,241 ± 0,241	0,71 ± 3,19
Poids de l'hépatopancréas	0,175 ± 0,80	0,12 ± 0,10
Indice gonadosomatique	1,377 ± 1,28**	0,72 ± 0,57**
Indice Hépatancréatique	1,053 ± 0,56*	0,79 ± 0,54*

Le sex-ratio renseigne sur l'équilibre des sexes à l'intérieur d'une population. Elle a été définie comme le rapport du nombre de mâles sur le nombre de femelles

Indice gonadosomatique (IGS) donne le rapport entre le poids des gonades et le poids total du poisson ; cet indice permet d'évaluer le stade de maturité sexuelle du poisson.

L'indice hépatosomatique (IHP) est le rapport entre le poids du foie et le poids total de l'individu ; il permet d'évaluer la quantité de lipides stockés dans le foie.

En effet, les poissons stockent les lipides dans le foie qu'ils utiliseront pour l'ovogénèse ou la spermatogénèse (Desprez and Mélard, 1998).

Pour l'indice sex-ratio le T test montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les deux aquariums.

Pour l'indice gonadosomatique le test statique de **Man Whitney** montre qu'il existe une différence significative ($p < 0.05$) entre les deux aquariums.

Et concernant l'indice hépatopancréatique le **T test** montre qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les deux aquariums.

II.8. Résultats de l'analyse de l'aliment

Données biochimiques des deux régimes expérimentaux :

La composition biochimique des deux aliments formulés au CNRDPA été déterminée après analyse au laboratoire (ISTA), les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.11 : Composition biochimique des deux aliments

Analyse	Aliments 1(%)	Aliment 2(%)
Protéines brutes	41.38	35.26
Lipides (MG)	8.5	10.6
Sucre totaux	20	23
humidité	12	11.4
Cendres	6	5.8
Valeur énergétique	322.02	328.44

D'après les résultats indiqués dans le **tableau II.11**, l'aliment A1 (farine de volailles) contient une quantité importante de protéines, par rapport à l'aliment A2 qui est riche en matière grasse, cela revient à la nature des matières première. Les sucres totaux, humidité, cendres et valeur énergétique présentent une différence légère entre les deux aliments (A1, A2).

II.9. Résultats biochimiques de la chair

Tableau II.11 : Composition biochimique de la chair.

Type d'aliment	Aliments 1(%)	Aliment 2(%)
Protéines brutes	77.35	77.26
Lipides (MG)	15.75	15.02

II.10. Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique des aliments pour poissons est cruciale pour assurer la santé des poissons et la sécurité des produits. Effectuée au laboratoire de l'ISTA.

Absence totale de coliformes :

- L'aliment ne contient pas de coliformes fécaux, ce qui est conforme aux normes sanitaires et indique une bonne hygiène lors de la production et du stockage.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

➤ **Présence de une à deux colonies dans les boîtes de levures et moisissures :**

- Il y a une légère contamination par des levures et des moisissures. Bien que ce niveau soit faible, il est conseillé de surveiller attentivement pour éviter toute augmentation.

○

➤ **Absence totale d'aérobies mésophiles :**

- Aucun micro-organisme aérobie mésophile n'a été détecté, ce qui confirme que l'aliment est propre et n'a pas été contaminé par des bactéries se développant à des températures moyennes.

En conclusion, vos résultats montrent une bonne qualité microbiologique de l'aliment pour poisson, avec une absence de coliformes et d'aérobies mésophiles, mais une légère présence de levures et moisissures à surveiller.

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, la substitution de la farine de poisson par la farine de déchets de volaille dans l'alimentation des tilapias se révèle prometteuse et efficace. Les résultats obtenus montrent que cette substitution maintient des performances zootechniques robustes, avec des taux de survie élevés et une croissance adéquate des poissons. Les indices de conversion alimentaire ($1,37 \pm 0,54$ pour A1 et $1,38 \pm 0,19$ pour A2) ainsi que le facteur de condition K indiquent une bonne santé et une croissance optimale chez les tilapias nourris avec les deux types d'aliments. De plus, les taux élevés de protéines dans les aliments formulés (41,4% pour A1 et 35,3% pour A2) soutiennent leur valeur nutritionnelle.

Cette approche n'affecte pas négativement la composition corporelle des poissons, ce qui en fait une alternative durable et économiquement viable pour l'industrie aquacole, favorisant ainsi une utilisation efficace des ressources tout en répondant aux exigences croissantes en matière de sécurité alimentaire.

Les résultats acquis dans ce mémoire permettent d'envisager de nouvelles perspectives pour des études futures :

- **Optimisation des Recettes** : Améliorer les formulations pour enrichir la valeur nutritionnelle et l'appétence des aliments.
- **Expansion à d'Autres Espèces** : Adapter les formules pour différents types de poissons afin d'élargir le marché..
- **Certification et Qualité** : Obtenir des certifications alimentaires pour garantir la sécurité et la qualité des produits.
- **Collaborations Stratégiques** : Établir des partenariats avec des industries de la volaille et de l'aquaculture pour assurer un approvisionnement fiable et étendre la distribution.
- **Sensibilisation et Éducation** : Informer les producteurs et les consommateurs sur les avantages environnementaux et nutritionnels des nouveaux aliments pour poissons.
- **Développement de Produits Diversifiés** : Explorer de nouvelles possibilités de produits dérivés pour diversifier l'offre et répondre à différents besoins du marché.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Abdel-Warith, A.A., Russell, P.M., Davies, S.J., 2001. Inclusion of a commercial poultry by-product meal as a protein replacement of fish meal in practical diets for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): Poultry by-product meal in catfish diets. *Aquaculture Research* 32, 296–305. <https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2001.00053.x>
- Almaraj, S., 2015. Extruded floating fish feed, a Boost for Farmers. Retrieved Online: <http://www.thehindu.scitech/agriculture>. 29th July.
- Balarin, J.D., and Haller, R.D., 1982. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. *Recent advances in aquaculture*. 266–355.
- Balarin, J.D., Hatton, J.P., 1979. *Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa*.
- Benatmane, F., 2012. *Impacte des aliments enrichis en acides gras polyinsaturés n-3 sur les performances zootechniques et la qualité nutritionnelle des viandes: Cas du lapin et du poulet de chair* (PhD Thesis). Université Mouloud Mammeri.
- Bénech, V., Dansoko, D., 1994. Reproduction des espèces d'intérêt halieutique. La pêche dans le Delta Central du Niger, IER-ORSTOM-KARTHALA 10–25.
- Boucherba.N. (2014). Valorisation des résidus agro-indus... - Google Scholar [WWW Document], n.d. URL (accessed 4.30.24).
- Boutin, É., Blais, J.-F., Mercier, G., Drogui, P., Chartier, M., 2010. Valorisation de coproduits de l'industrie agro-alimentaire par production de compost de haute qualité Article envoyé à la Revue du génie et de la science de l'environnement. *Can. J. Civ. Eng.* 37, 156–166. <https://doi.org/10.1139/L09-112>
- chapman frank, assistant professor, department of... - Google Scholar [WWW Document], 2024. URL (accessed 4.25.24).
- Coulibaly, S., N'goran, V.K., Atsé, C.B., 2019. Étude comparative de la qualité des eaux des étangs et du Barrage d'une ferme piscicole en étang au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal* 15, 42–58.
- Danto, J., Daures, F., Desroy, N., Savina-Rolland, M., Vermard, Y., Zambonino Infante, J.-L., 2022. *Projet SCEDUR. Identification des indicateurs de durabilité de la pêche française*.
- Daures, F., Guérard, F., iversité de Bretagne Occidentale, U., n.d. Valorisation des coproduits de la mer et territoire: enjeux territoriaux.
- Déplaud, M.-O., 2003. Codifier les maladies professionnelles: les usages conflictuels de l'expertise médicale. *Revue française de science politique* 53, 707–735.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

-
- Desprez, D., Mélard, C., 1998. Influence du génotype sexuel sur les caractéristiques de la reproduction de femelles (génotype WZ) et de pseudofemelles (génotype ZZ) chez le tilapia *Oreochromis aureus*. *Aquatic Living Resources* 11, 145–153.
- Diwan, A.D., Harke, S.N., Panche, A.N., 2022. Application of proteomics in shrimp and shrimp aquaculture. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics* 43, 101015.
- Durand, P., Lagouin, Y., 1983. Valorisation des sous-produits de la pêche - Réalisation et perspectives. *Science et Pêche* 330, 5–20.
- Elmoualdi, L., Labioui, H., El Yachioui, M., Ouhssine, M., 2006. Caractérisation, transformation et valorisation de déchets d'éviscération de volaille de Kénitra, Maroc. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie* 2.
- Fagbenro, Davies, 2001. Use of soybean flour (dehulled, solvent-extracted soybean) as a fish meal substitute in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): growth, feed utilization and digestibility. *J Appl Ichthyol* 17, 64–69. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2001.00252.x>
- Fenardji, F., 1990. Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie. *L'aviculture en Méditerranée*, Montpellier, CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens 253–261.
- Fiogbe, E.D., Akitikpa, B., Accodji, J.M., 2009. Essais de mise au point de formules alimentaires à base d'azolla (*Azolla microphylla kaulf*) et de sous-produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia *Oreochromis niloticus* L. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 3.
- Fish Dissection! [WWW Document], 2024. . Instructables. URL <https://www.instructables.com/Fish-Dissection/> (accessed 6.8.24).
- Galman, O.R., Avtalion, R.R., 1989. Further study of the embryonic development of *Oreochromis niloticus* (Cichlidae, Teleostei) using scanning electron microscopy. *Journal of Fish Biology* 34, 653–664. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1989.tb03347.x>
- Galman, O.R., Avtalion, R.R., 1983. A preliminary investigation of the characteristics of red tilapias from the Philippines and Taiwan, in: *Proceedings of the International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Tel-Aviv Univ. Press Tel-Aviv, pp. 18–13.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

-
- Galman, O.R., Moreau, J., Hulata, G., Avtalion, R.R., 1988b. Use of electrophoresis as a technique for the identification and control of tilapia breeding stocks in Israel, in: ICLARM Conference Proceedings (Philippines).
- Gbai, M., Yao, K., Amon, Y.N., Atse, B.C., 2014. Etude comparée de la croissance et de la survie des hybrides *Sarotherodon melanotheron* x *Oreochromis niloticus*, de *O. niloticus* et des tilapias autochtones des lagunes ivoiriennes (*S. melanotheron* et *Tilapia guineensis*). *Livestock Research for Rural Development* 26, 1–8.
- Guerreiro, M., Retiere, L., 1992. Etude de la farine de poisson: Analyse de la variation de la composition de la farine élaborée à l'usine de transformation du poisson, Interpêche.
- Gunderson, D.R., 1993. Surveys of fisheries resources. John Wiley & Sons.

- Hardy, R.W., 1989. Diet preparation. *Fish Nutrition* 2nd ed. 475–548.
- Hertrampf, J.W., Piedad-Pascual, F., 2012. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Springer Science & Business Media.
- Jauncey, K., Sorensen, P.L., Areola, F., 2007. A short handbook–Catfish feed for Nigeria. Materials storage, handling, stock and quality control, ingredients, feed formulation, feed use (feed husbandry) and technical aspects of feed manufacture. Sponsored by the CDE, Brussels.
- Johnson, T.A., Wandsvick, S.K., 1991. Fish nutrition and development in aquaculture. Published by C & H 2–6.
- KADA BENOUNANE, N.R., HACHEM, W., LABDELLI, S., 2022. VALORISATION DES COPRODUITS D'ABATTAGE: CAS DE VOLAILLE.
- Karali, A., Echikh, F., 2004. L'aquaculture en Algérie. Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.
- Lazard, J., 2013. Les paradoxes et les questionnements soulevés par l'exploitation de la biodiversité (autochtone et introduite) en aquaculture. *Potentiels Sci. Pour Avenir Agric. Aliment. Environ* 1, 1–13.
- Lazard, J., 2007. Aquaculture et espèces introduites: exemple de la domestication ex situ des tilapias.
- Le Cren, E.D., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology* 201–219

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Lovell, R.T., Limsuwan, T., 1982. Intestinal Synthesis and Dietary Nonessentiality of Vitamin B₁₂ for *Tilapia nilotica*. Transactions of the American Fisheries Society 111, 485–490. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1982\)111<485:ISADNO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1982)111<485:ISADNO>2.0.CO;2)
- LR - Animal Nutrition, Blok, M.C., Dekker, R.A., 2017. Table ‘Standardized ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for poultry.’ Wageningen Livestock Research, Wageningen. <https://doi.org/10.18174/426333>
- Mahon, R., 1980. Accuracy of catch-effort methods for estimating fish density and biomass in streams. Environ Biol Fish 5, 343–363. <https://doi.org/10.1007/BF00005188>
- Malcolm, C., Beveridge, H., Mc Andrew, B.J., 2000. Tilapias: biologie and exploitation. Institute of aquaculture. University of Stirling, Scotland.
- Martin, S.A.M., Vilhelmsson, O., Médale, F., Watt, P., Kaushik, S., Houlihan, D.F., 2003. Proteomic sensitivity to dietary manipulations in rainbow trout. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics 1651, 17–29.
- McAndrew, B.J., 2000. Evolution, phylogenetic relationships and biogeography, in: Beveridge, M.C.M., McAndrew, Brendan J. (Eds.), Tilapias: Biology and Exploitation. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 1–32. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4008-9_1
- MICROBIOLOGIE, E., 2018. Valorisation de sous-produits d’abattoir en vue de leur utilisation comme substrats pour la formulation de milieux de culture pour certains lactobacilles (PhD Thesis). UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR–ANNABA.
- Mor, A., Avtalion, R.R., 1990. Transfer of antibody activity from immunized mother to embryo in tilapias. Journal of Fish Biology 37, 249–255. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05856.x>
- MOREAU, J., AVTALION, R., 1988. OR GALMAN, in: The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Bangkok, Thailand, 16-20 March 1987. Department of Fisheries, p. 169.
- Nash, R.D., Valencia, A.H., Geffen, A.J., 2006. The origin of Fulton’s condition factor—setting the record straight. Fisheries 31, 236–238.
- ONS : Office National des Statistiques [WWW Document], n.d. URL <https://www.ons.dz/> (accessed 4.30.24).
- Ouattara, N.I., Iftime, A., Mester, L.E., 2009. Age et croissance de deux espèces de cichlidae (pisces): *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* rüppell,

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- 1852 du lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'ouest). Travaux du muséum national d'histoire naturelle «Grigore Antipa 52, 313–324.
- Pellegrin, J., 1904. Contribution à l'étude anatomique, biologique et taxinomique des poissons de la famille des Cichlidés. Le Bigot frères.
- Penven, A., Cesbron, E., 2013. Atlas cartographique projet Valdor. Etude des potentialités de VALorisation des Déchets ORganiques en Vendée.
- Pillay, T.V.R., 1990. Aquaculture: principles and practices. Fishing news books.
- Rai, R.B., Dhama, K., Damodaran, T., Hamid Ali, H.A., Sweta Rai, S.R., Balvir Singh, B.S., Bhatt, P., 2012. Evaluation of azolla (*Azolla pinnata*) as a poultry feed and its role in poverty alleviation among landless people in northern plains of India.
- Ravindran, V., Adeola, O., Rodehutsord, M., Kluth, H., Van Der Klis, J.D., Van Eerden, E., Helmbrecht, A., 2017. Determination of ileal digestibility of amino acids in raw materials for broiler chickens – Results of collaborative studies and assay recommendations. *Animal Feed Science and Technology* 225, 62–72. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.006>
- Reich, L., Don, J., Avtalion, R.R., 1990. Inheritance of the red color in tilapias. *Genetica* 80, 195–200. <https://doi.org/10.1007/BF00137326>
- Riaz, M.N., 2009. Advances in aquaculture feed extrusion, in: 17th Annual ASAIM SEA Feed Technology and Nutrition Workshop, June. pp. 15–19.
- Rollin, X., Médale, F., Gutieres, S., Blanc, D., Kaushik, S.J., 2003. Short-and long-term nutritional modulation of acetyl-CoA carboxylase activity in selected tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *British Journal of Nutrition* 89, 803–810.
- Rougeot, C., Prignon, C., Kanfitine, S.Y., Ngouana Kengne, C.V., Mélard, C., 2007. Sex determination in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effect of high temperature during embryogenesis on sex ratio and sex differentiation pathway. *Aquaculture* 272, S306–S307.
- SGG Algérie [WWW Document], n.d. URL <https://www.joradp.dz/HFR/Index.htm> (accessed 4.30.24).
- Shep, H., Konan, K.M., Ouattara, M., Ouattara, A., Gourene, G., 2013. Comparative analysis of diet of two sympatric species of Tilapia in Ayamé man-made lake (Côte d'Ivoire). *Livestock Research for Rural Development* 25.
- Shirak, A., Avtalion, R.R., 2001. Full-sib mating can reduce deleterious effects associated with residual sperm inheritance in gynogenotes. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 53

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- SOMAA, F.Z.E.B., MANSOUR, K., 2024. Comparaison entre un aliment expérimental et un alimentcommercialleurimpactsurlacroissancede Tilapia rouge (OreochromisSp.) (PhD Thesis). UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA.
- Stickney, R.R., 1986. Tilapia Tolerance of Saline Waters: A Review. *The Progressive Fish-Culturist* 48, 161–167. [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1986\)48<161:TTOSW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1986)48<161:TTOSW>2.0.CO;2)
- Tarbiya, L.M.O., Mouhamédou, F.O., 2011. Etude Diagnostique de la Filière de la Farine et de L’huile de Poisson en Mauritanie et au Niveau et International. *Laboratoire des Etudes Sociales et Economiques: Cansado, Mauritania.*
- Teugels, G.G., Levêque, C., Paugy, D., Traoré, K., 1988. État des connaissances sur la faune ichtyologique des bassins côtiers de Côte d’Ivoire et de l’Ouest du Ghana. *Rev. Hydrobiol. Trop* 21, 221–237.
- Timan, B., Shirak, A., Segal, R., Machnes, Z., Avtalion, R.R., 2002. Epitopes of tilapia red blood cells. I. species-specific antibodies for the control of tilapia breeding stocks. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 54.
- Trewavas, E., 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*.
- Winfree, R.A., Stickney, R.R., 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. *The Journal of nutrition* 111, 1001–1012.
- Zheng, Q., Wen, X., Han, C., Li, H., Xie, X., 2012. Effect of replacing soybean meal with cottonseed meal on growth, hematology, antioxidant enzymes activity and expression for juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*. *Fish Physiol Biochem* 38, 1059–1069. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9590-0>
- Zouakh, D.E., Ferhane, D., Bounouni, A., 2016. Intégration de la pisciculture à l’agriculture en Algérie: Cas de la wilaya de Ouargla. *Revue des bioressources* 6

Annexe 01 : matériel d'élevage



Figure 1 : Aquarium



Figure 2 : multi paramètres



Figure 3 : bassin



Figure 4 : pompe d'oxygène

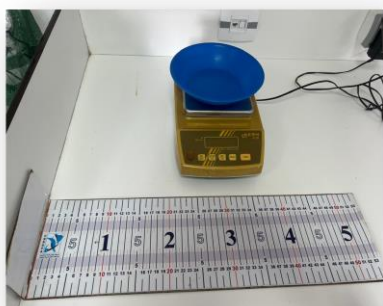


Figure 5 : balance et ichtyomètre



Figure 6 : épuisette et tuyau

Annexe 02 : matériel de transforma



Figure 7 : balance



Figure 8 : broyeur réfrigéré



Figure 9 : cuiseur à vapeur



Figure 10 : cocotte-minute



Figure 11 : pétrin



Figure 14 : broyeur



Figure 15 : une presse



Figure 14 : extrudeuse

Annexe 03 : matériel des analyses



Figure 15 : appareil kjeldhal



Figure 16 : auto analyseur



Figure 17 : lyophilisateur



Figure 18 : centrifugeuse



Figure 19 : balance analytique



Figure 20 : étuve Chopin



Figure 21 : appareil soxhlet



Figure 22 : distillateur



Figure 23 : étuve



Figure 24 : pied à colis

Annexe 04 : matériel de dissection



Figure 25 : congélateur



Figure 26 : trousse de dissection

Utilisation alternative de la farine de volailles dans l'alimentation des chats

Cette année, à l'Institut des sciences et techniques Appliquées (ISTA), nous avons réalisé un projet de fabrication de croquettes pour chats adultes et chatons, utilisant de la farine de coproduits de volaille.



Objectifs

- Créer des croquettes nutritives et équilibrées.
- Valoriser les coproduits de volaille.
- Évaluation de l'acceptabilité et des bienfaits nutritionnels.

Nous avons eu l'occasion de présenter notre projet à d'autres événements :

- **SIPSA (Salon International de l'Élevage, de l'Agroalimentaire et de l'Équipement Agricole) : Présentation de notre projet et échanges avec des professionnels du secteur.**



Notre projet a été une expérience enrichissante, démontrant notre capacité à innover et à appliquer nos connaissances à des défis réels de l'industrie agroalimentaire.