

République Algérienne Démocratique et populaire
Ministre De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université De Blida 1
Faculté Des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du Diplôme de Master
Spécialité : Sécurité agroalimentaire et assurance qualité
Filière : Sciences Agroalimentaires
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Thème :

**Valorisation des sous-produits d'abattoir des volailles
en vue de leur utilisation dans la formulation des
aliments destinés pour l'élevage de poissons cas de
Tilapia (Oreochromis niloticus)**

Réalisé par : MALEK IBTISSEM

Devant le jury composé de :

Présidente	Dr NABI L.	MAB à L'Université de Blida 1
Examinatrice	Dr AIT ISSAD N.	MCA à L'Université de Blida 1
Promoteur	Dr BOUGHERRA F.	MCB à L'Université de Blida 1
Co-promoteur	Mr KADI F.	Expert en sécurité des aliments et environnement

Année Universitaire 2024-2025

REMERCIEMENT

Avant toute chose, je rends grâce à **ALLAH** le tout-puissant, qui m'a accordé la force, la persévérance et la patience nécessaires pour mener à bien ce modeste travail. Je tiens ensuite à exprimer toute ma reconnaissance à **Dr. Bougherra Fateh**, mon promoteur, ainsi qu'à **M.**

Kadi Farid, mon Co-promoteur, pour leur encadrement rigoureux, leurs conseils avisés, leur disponibilité constante, et leur soutien précieux tout au long de la réalisation de ce mémoire. Leur accompagnement m'a permis de progresser tant sur le plan scientifique que personnel.

Je souhaite également remercier sincèrement **Dr Nabi I. et . Dr Aït Issad N.**, membres du jury, pour m'avoir fait l'honneur d'évaluer mon travail. Je suis particulièrement reconnaissante pour le temps qu'ils m'ont accordé, ainsi que pour leurs remarques constructives qui contribueront sans aucun doute à l'enrichissement de ce mémoire.

Je remercie vivement **M. El Hadj Abdelkader Khider**, Président Directeur Général de l'abattoir Khider, pour m'avoir ouvert les portes de son établissement et m'avoir encouragée dans le cadre de ce travail. Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble des responsables et à toute l'équipe de l'abattoir pour leur accueil chaleureux, leur collaboration et l'aide précieuse qu'ils m'ont apportée en me fournissant toutes les informations nécessaires.

Mes remerciements s'adressent également à **M. Benayed Tahar**, Chef du département de Contrôle et Assurance Qualité Alimentaire / Environnement du laboratoire de la Police Scientifique, pour m'avoir permis d'accéder à ses locaux et de bénéficier de son expertise. Je remercie sincèrement tous les biologistes de la section, sans exception, pour leur soutien, leur disponibilité, et les connaissances qu'ils ont généreusement partagées avec moi. Je tiens aussi à remercier le responsable de l'aquaculture de la pépinière Garden, ainsi que toute son équipe, pour m'avoir accueillie dans le cadre de la réalisation de mes tests, et pour leur coopération et leur assistance précieuses.

Je souhaite également exprimer toute ma reconnaissance à l'ensemble des enseignants du département SAAQ (Sécurité Alimentaire et Assurance Qualité) pour la qualité de leur enseignement et leur contribution à mon parcours académique.

REMERCIEMENT

Enfin, je tiens à adresser mes plus profonds remerciements à mes parents, pour leur soutien
inconditionnel, leur patience et leurs encouragements constants, sans lesquels

l'aboutissement de ce travail n'aurait pas été possible.

Merci à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce
mémoire.

DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail aux
Prunelles de mes yeux, mon papa chéri mon pilier qui m'a
toujours guidé avec sa bienveillance, je le crie haut et fort tu es
mon exemple, ma tendre maman qui m'a arrosé d'espoir, de
douceur et béni par ces prières, c'est de toi que je tiens ma force,
mon noyau fort mon frère Salah et celles qui ont marché à mes
côtés mes sœurs de cœur Selma Nour et Warda je suis la plus
chanceuse de vous avoir, et enfin à toute ma famille et mes
amies, je ne vous remercierai jamais assez*

Résumé :

Ce travail porte sur la valorisation des sous-produits d'abattoirs de volailles en vue de leur utilisation dans la formulation d'un aliment destiné à l'élevage de Tilapia

(*Oreochromis niloticus*). Cette approche s'inscrit dans une perspective de réduction de l'impact environnemental des déchets agro-industriels, tout en visant le développement d'une solution locale, économiquement accessible et performante pour l'alimentation piscicole. Les sous-produits proviennent de l'abattoir de Chahy, où sont abattus quotidiennement environ 10 000 dindes et 40 000 poulets, générant une quantité importante de déchets valorisables. La transformation de ces sous-produits a permis d'obtenir quotidiennement 8 333 kg de farine à partir des dindes et 5 335 kg à partir des poulets, soit un total de 13 668 kg de farine/jour. Cette matière première, composée de têtes, pattes, intestins, sang, poumons et rejets de viande séparée mécaniquement (VSM)....., a été soumise à des analyses physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques. Les résultats ont révélé une composition moyenne de 52,77 % de protéines, 59,02 % de glucides et 16,23 % de lipides, avec une conformité microbiologique garantissant son utilisation en alimentation piscicole.

L'aliment expérimental a été formulé à base de 35 % de cette farine de sous-produits avicoles, combinée à des matières végétales locales. Il a été comparé à un aliment témoin commercial formulé à base de farine de poisson, dont la composition moyenne est de 22,98 % de protéines, 53,18 % de glucides et 15,50 % de lipides. L'aliment formulé, quant à lui, présentait une moyenne de 37,88 % de protéines, 65,44 % de glucides et 14,43 % de lipides. L'expérimentation s'est déroulée sur 30 jours, dans deux bassins distincts contenant chacun 15 Tilapias, un bassin recevant l'aliment témoin, et l'autre recevant l'aliment formulé. Les paramètres de croissance (poids et taille) ont été mesurés aux jours 0, 15 et 30. Les données de croissance ont révélé une homogénéité initiale entre les deux groupes (poids moyen d'environ 51 g). Au quinzième jour, une légère supériorité de croissance a été observée chez le lot témoin, probablement liée à une période d'adaptation au nouvel aliment.

À la fin de l'expérimentation, les Tilapias nourris avec l'aliment formulé ont atteint un poids moyen supérieur (83,13 g contre 81,93 g pour le témoin), traduisant une bonne acceptation et une valorisation efficace du régime à base de sous-produits avicoles. Un suivi rigoureux de la qualité de l'eau a été assuré tout au long de l'essai (pH, température, conductivité, dureté, nitrates et nitrites) avec renouvellement périodique, oxygénation continue et filtration physicochimique artisanale. Ces résultats confirment la faisabilité technique et nutritionnelle

de la valorisation des sous-produits d'abattoirs de volailles dans l'alimentation piscicole, contribuant à une aquaculture plus durable et économiquement accessible.

Mots clés : Volailles , Sous-produits , valorisation , Aliment , Élevage , Tilapia

Abstract

This study focuses on the valorization of poultry slaughterhouse by-products for use in the formulation of feed intended for Tilapia (*Oreochromis niloticus*) farming. This approach aligns with a broader objective of reducing the environmental impact of agro-industrial waste while promoting the development of a local, economically accessible, and efficient solution for aquaculture nutrition.

The by-products were sourced from the Chahy slaughterhouse, which processes approximately 10,000 turkeys and 40,000 chickens per day, generating a significant quantity of recoverable waste. The transformation of these by-products yields a daily production of 8,333 kg of meal from turkeys and 5,335 kg from chickens, totaling 13,668 kg of meal per day. This raw material—comprising heads, feet, intestines, blood, lungs, and residues of mechanically separated meat (MSM)—underwent physicochemical, biochemical, and microbiological analyses. Results showed an average composition of 52.77% protein, 59.02% carbohydrates, and 16.23% lipids, with microbiological compliance ensuring its safe use in fish feed. The experimental feed was formulated using 35% of this poultry by-product meal, combined with local plant-based ingredients. It was compared to a commercial reference feed based on fishmeal, with an average composition of 22.98% protein, 53.18% carbohydrates, and 15.50% lipids. The formulated feed, in comparison, contained an average of 37.88% protein, 65.44% carbohydrates, and 14.43% lipids. The experiment was carried out over a 30-day period in two separate tanks, each containing 15 Tilapias: one receiving the reference feed and the other the formulated feed. Growth parameters (weight and length) were measured on days 0, 15, and 30. Growth data showed initial homogeneity between the two groups (average weight around 51 g). On day 15, a slight growth advantage was observed in the control group, likely due to a short adaptation period to the new feed.

By the end of the experiment, the Tilapias fed with the formulated feed reached a higher average weight (83.13 g versus 81.93 g for the control group), indicating good acceptance and effective nutritional utilization of the poultry by-product-based diet. Water quality was rigorously monitored throughout the trial (pH, temperature, conductivity, hardness, nitrates, and nitrites), with regular water renewal, continuous oxygenation, and the use of artisanal physicochemical filtration. These results confirm the technical and nutritional feasibility of using poultry slaughterhouse by-products in aquaculture feed, contributing to a more sustainable and economically viable fish farming system.

Key words: Poultry, By-products, Valorization, Feed, Farming, Tilapia

ملخص

يركز هذا العمل على تثمين المخلفات الثانوية لمذابح الدواجن بهدف استخدامها في تحضير علف مخصص لتربية أسماك البلطي *niloticus* *Oreochromis* وتدرج هذه المقاربة ضمن رؤية تهدف إلى تقليص الأثر البيئي للنفايات الناتجة عن الصناعات الزراعية-الغذائية، مع السعي لتطوير حل محلي، اقتصادي وفعال لتغذية الأسماك

تعود هذه المخلفات إلى مذبح "شاهي"، حيث يُذبح يوميًا حوالي 10,000 ديك رومي و40,000 دجاجة، مما ينتج عنه كمية كبيرة من النفايات القابلة للتثمين. وقد تم تحويل هذه المخلفات إلى دقيق بواقع 8,333 كغ يوميًا من الديوك الرومية و5,335 كغ من الدجاج، أي ما مجموعه 13,668 كغ من دقيق المخلفات يوميًا. وتتكون هذه المادة الأولية من رؤوس وأرجل وأمعاء ودم ورنات وبقايا لحم مفصول ميكانيكيًا (VSM)، وقد خضعت لتحاليل فيزيائية-كيميائية، بيوكيميائية، ومكروبيولوجية. أظهرت النتائج أن متوسط تركيبها يحتوي على 52.77% من البروتينات، 59.02% من الكربوهيدرات، و16.23% من الدهون، مع مطابقة مكروبيولوجية تسمح باستخدامها بأمان في تغذية الأسماك. تم تركيب العلف التجريبي باعتماد 35% من هذا الدقيق، ممزوجًا مع مواد نباتية محلية، وتمت مقارنته مع علف تجاري مرجعي يعتمد على دقيق السمك، والذي يحتوي في المتوسط على 22.98% بروتين، 53.18% كربوهيدرات، و15.50% دهون. بينما العلف المركب يحتوي على متوسط 37.88% بروتين، 65.44% كربوهيدرات، و14.43% دهون. تم تنفيذ التجربة على مدى 30 يومًا في حوضين منفصلين، يحتوي كل منهما على 15 سمكة بلطي، أحدهما تغذى بالعلف المرجعي والآخر بالعلف المركب. تم قياس مؤشرات النمو (الوزن والطول) في الأيام 0، 15 و30. وأظهرت البيانات تجانسًا أوليًا بين المجموعتين (بمتوسط وزن يقارب 51 غ). وفي اليوم الخامس عشر، لوحظ تفوق طفيف في النمو لدى المجموعة المرجعية، من المحتمل أن يكون مرتبطًا بفترة تكيف قصيرة مع العلف الجديد. وفي نهاية التجربة، وصلت أسماك البلطي التي تغذت على العلف المركب إلى متوسط وزن أعلى (83.13 غ مقابل 81.93 غ للمجموعة المرجعية)، مما يدل على تقبل جيد واستفادة غذائية فعالة من النظام الغذائي المعتمد على مخلفات الدواجن. تم مراقبة جودة المياه بدقة طوال فترة التجربة (الرقم الهيدروجيني، درجة الحرارة، التوصيلية، القساوة، النترات، النتريت)، مع تغيير دوري للمياه، وتوفير تهوية مستمرة، واستخدام مرشحات فيزيائية-كيميائية بدوية الصنع. تؤكد هذه النتائج الجدوى التقنية والتغذوية لاستخدام مخلفات مذابح الدواجن في تغذية الأسماك، مما يساهم في تربية مائية أكثر استدامة وذات جدوى اقتصادي

الكلمات المفتاحية : الدواجن، المخلفات الثانوية، تثمين، علف، تربية، البلطي

Liste des figures

Figure 1: Part de marché en volume des principaux exportateurs de viandes et préparations de volailles en 2016.....	4
Figure 2 : Courbe graphique représentant l'évolution de la production de viande de volaille en Algérie de 1961 à 2018. (FAO, 2020).....	6
Figure 3: Schéma général des différentes phases du processus d'abattage (COLIN, 1988).....	8
Figure 4: Les différentes parties d'un poulet entier (Malher et al, 2015).....	10
Figure 5: Le cycle naturel du Tilapia (Lacroix, 2004).....	24
Figure 6 :L'abattoir CHAHY.....	33
Figure 7:Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture.....	34
Figure 8: pépinière Garden.....	35
Figure 9 : Démarche expérimentale.....	36
Figure 10: Oreochromis niloticus.....	38
Figure 11:: Provenance des sous-produits durant le processus d'abattage.....	39
Figure 12:diagramme de fabrication da l'aliment à base des sous-produits de volaille.....	42
Figure 13: Balance de précision (a) et les ingrédients utilisés (b).....	42
Figure 14:petrin mécanique pour mixage des ingrédients.....	43
Figure 15: extrudeuse de laboratoire.....	44
Figure 16: four ventilé.....	44
Figure 17:Le produit fini emballé.....	45
Figure 18: four a moufle.....	46
Figure 19: pH mètre.....	47
Figure 20:Dessiccateur.....	48
Figure 21: Chauffage à reflux.....	49
Figure 22:évaporateur rotatif.....	50
Figure 23: Appareils de dissolution rapide à infrarouge pour la détermination d'azote selon Kjeldahl (Behrotest InKjel).....	51
Figure 24: Unité de distillation Kjeldahl (Behrotest).....	52
Figure 25: Tilapia (Oreochromis niloticus).....	59
Figure 26: bassins expérimentaux pour la conduite d'élevage de Tilapia.....	59
Figure 27: Filtre à sable.....	60
Figure 28: Humidité de farine des sous-produits de volaille.....	66
Figure 29: la valeur de pH de farine des sous-produits de volaille.....	67
Figure 30: La teneur en cendre de farine des sous-produits de volaille.....	68
Figure 31: la tenure en acidité grasse.....	69
Figure 32: teneur en glucides totaux.....	70
Figure 33: Teneur en protéines.....	71
Figure 34: Teneur en matière grasse.....	72
Figure 35: Valeur de pH de l'aliment formulé.....	74
Figure 36: Tenure en humidité de l'aliment formulé.....	75
Figure 37: taux d'acidité grasse de l'aliment formulé.....	76
Figure 38: taux de glucides totaux de l'aliment formulé.....	77
Figure 39: taux des protéines total de l'aliment formulé.....	78

Liste des figures

Figure 40: Taux de matière grasse de l'aliment formulé.....	79
Figure 41: zone d'abattage des volailles.....	101
Figure 42:Machine d'éviscération automatique.....	102
Figure 43: caisses de récupération les intestins.....	103
Figure 44: aliment formulé dans le four ventilé.....	104
Figure 45: sous-produits issus de l'abattage.....	105
Figure 46: les volailles après l'abattage.....	106
Figure 47: Tilapia après 30j de bassin de aliment formulé.....	107
Figure 48: système de chromatographie liquide haute performance (HPLC).....	107
Figure 49:multi-paramètres.....	108
Figure 50: bassin d'élevage des Tilapia.....	109

Liste des tableaux

Tableau 1: Principaux producteurs de viande (rouge et blanche) dans le monde en MT (FAO, 2020).....	5
Tableau 2: l'évolution de la production avicole dans le monde en MT.....	5
Tableau 3: 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.....	11
Tableau 4: paramètres physicochimiques des déchets d'abattoirs avicoles.....	11
Tableau 5: volume de sous-produits des IAA enquêtées et par filière (cesbron et al., 2012)...	13
Tableau 6: Description observable <i>Oreochromis niloticus</i>	38
Tableau 7: Proportions de différents ingrédients de l'aliment de poissons.....	41
Tableau 8: Quantité des sous-produits de la dinde d'abattoir Chahy kg/j (poids vif 15 kg).....	63
Tableau 9: Quantité des sous-produits des dinde d'abattoir Chahy kg/j (poids vif 2.5 kg).....	64
Tableau 10: les parties de volaille non commercialisables.....	64
Tableau 11:Quantités des farines issues des sous-produits de dinde (%).....	65
Tableau 12:Quantités des farines issues des sous-produits de poulet (%).....	65
Tableau 13: Teneur en humidité et taux de cendres et pH de la farine des sous-produits de volaille.....	66
Tableau 14: Paramètres biochimiques de farine des sous-produits de volaille.....	69
Tableau 15:Résultat des analyses microbiologique de la farine des sous-produits de volaille	73
Tableau 16: Analyses physicochimiques de l'aliment formulé.....	74
Tableau 17:analyses biochimiques de l'aliment formulé.....	76
Tableau 18: Résultats microbiologiques de l'aliment formulé.....	80
Tableau 19: pH de l'eau des bassins durant la période d'élevage.....	81
Tableau 20: Température des eaux des bassins durant la période d'élevage.....	82
Tableau 21 : La conductivité de l'eau des bassins ($\mu\text{S} / \text{cm}$) durant la période d'élevage.....	83
Tableau 22: dureté totale exprimée en mg/L de la période d'élevage.....	83
Tableau 23: taux des nitrates de l'eau des bassins durant la période d'élevage.....	84
Tableau 24: nitrites de l'eau des bassins pendant la période d'élevage.....	85
Tableau 25: Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment Témoin.....	86
Tableau 26: Poids et tailles individuels des Tilapias au début de l'expérience (J0).....	87
Tableau 27: Poids et tailles individuels des Tilapias au quinzième jour (J15).....	89
Tableau 28: Poids et tailles Bassin d'aliment Témoin individuels des Tilapias au trentième jour (J30).....	91
Tableau 29 : Poids et tailles Bassin d'aliment test individuels des Tilapias au trentième jour (J30).....	92

Liste des abréviations

MT : Million de tonne

O : Oreochromis

SPV : Sous-produits de volaille

CMV : Complément minérale vitaminé

IC : Indice de consommation

TCS : Taux de consommation spécifique

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction	
PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	2
I. CHAPITRE I : Aperçu général de la production et industries de transformations avicole.....	3
I.1 Production avicole mondiale.....	4
I.2 La consommation de la viande de volailles.....	6
I.3 L'industrie de transformation dans le secteur avicole.....	7
I.3.1 Processus technologique d'abattage des volailles.....	7
I.3.2 Les étapes de préparation de la volaille.....	7
II. Chapitre II : Typologie des sous-produits avicoles et impact environnementale.....	9
II.1 Définition des déchets d'abattage.....	10
II.2 Composition et propriétés physicochimiques des déchets d'abattoirs avicoles.....	11
II.3 Impacts des déchets d'abattoirs avicoles.....	12
II.3.1 Impact écologique.....	12
II.3.2 L'eau.....	12
II.3.3 Le sol.....	12
II.3.4 L'air.....	12
II.3.5 Impact socio-économique.....	12
II.4 La gestion durable des déchets d'abattoirs avicoles.....	13
II.4.1 Le tri à la source.....	13
II.4.2 La collecte.....	13
II.4.3 Le traitement.....	13
III. Chapitre III : Typologie des sous-produits avicoles et impact environnementale.....	14
III.1 Définition de La Valorisation.....	15
III.2 Les sous-produits de volailles dans les industries agroalimentaires.....	15
III.3 Les sous-produits de volailles.....	15
III.3.1 Valorisation du sang de poulet.....	15
III.3.2 Valorisation des pattes de poulet.....	16
III.3.3 Valorisation des viscères de poulet.....	16
III.3.4 Valorisation des têtes de poulet.....	16
IV. Chapitre IV : L'aquaculture et l'intérêt de l'élevage de Tilapia.....	17
IV.1 Définition de l'aquaculture.....	18

IV.2	Objectifs de l'aquaculture.....	18
IV.3	L'aquaculture dans le monde.....	18
IV.4	le Tilapia.....	19
IV.5	Répartition dans le monde.....	19
IV.6	Culture du Tilapia en Algérie.....	20
IV.7	Présentation de l'espèce étudié Oreochromis sp.....	21
IV.8	Caractères morphologiques.....	21
IV.9	Biologie et aquaculture du Tilapia.....	21
IV.10	Systématique.....	22
IV.11	Reproduction de Tilapia.....	23
IV.12	Besoin nutritionnel du Tilapia.....	24
IV.12.1	Protéines et acides aminés essentiels.....	24
IV.12.2	Lipides et acides gras essentiels.....	25
IV.12.3	Glucides.....	25
IV.12.4	Vitamines.....	25
IV.12.5	Minéraux.....	25
IV.13	Profil nutritionnel typique du Tilapia.....	25
IV.14	Appareil digestif des poissons.....	25
IV.15	Principe de formulation alimentaire pour Tilapia.....	26
IV.16	Origine des matières premiers.....	27
IV.16.1	Matières premières d'origine végétale.....	27
IV.16.2	Matières premières d'origine animale.....	28
	PARTIE II : partie expérimentale.....	30
	I. CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES.....	31
I.1	Lieu et période de stage.....	32
I.1.1	L'abattoir CHAHY.....	32
I.1.2	Laboratoire central de la Police Scientifique et technique direction générale de la sûreté nationale (DGSN).....	33
I.1.3	Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA).....	34
I.1.4	Pépinière Garden.....	34
I.2	Matériel biologique.....	37
I.2.1	Matières d'origine animale.....	37
I.2.2	Sous-produits issus de l'abattoir chahy.....	37
I.3	Description morphologique de l'espèce observée.....	37
I.3.1	Traits visibles sur la photo.....	38
I.3.2	Matières d'origine végétale.....	40

I.4 Formulation utilisée pour la fabrication de l'aliment Témoin.....	41
I.5 Formulation de l'aliment pour Tilapia à base de sous-produits avicoles.....	41
I.6 Procédé de fabrication.....	42
I.7 Analyses physico-chimiques.....	45
I.7.1 Détermination de la teneur en cendres.....	45
I.7.2 Détermination du pH.....	47
I.7.3 Détermination de la teneur en humidité.....	47
I.8 Analyses biochimiques.....	48
I.8.1 Détermination de la teneur en lipides (ISO, 1998).....	48
I.8.2 La teneur en protéines totales selon la méthode de KJELDHAL (NA, 2012).....	50
I.8.3 Détermination de la teneur en glucides totaux.....	52
I.8.4 Dosage de l'acidité grasse.....	53
I.8.5 Détermination de la conductivité / température / dureté totale.....	54
I.8.6 Détermination des nitrates (NO_3^-).....	54
I.8.7 Détermination des nitrites (NO_2^-).....	55
I.9 Analyses microbiologiques.....	55
I.10 Conduite d'élevage de Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	58
I.10.1 Préparation expérimentale des Tilapias (<i>Oreochromis niloticus</i>) et mise en place des unités d'élevage.....	58
I.10.2 Caractéristiques initiales des Tilapias (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	58
I.10.3 Conditions d'élevage et système de maintien en vie.....	59
I.10.4 Régime alimentaire et distribution.....	60
I.10.5 Évaluation de la croissance.....	61
I.10.6 Durée de l'expérimentation.....	61
II. Chapitre II : Résultats et discussion.....	62
II.1 Résultats de l'état des lieux chiffré des sous-produits issus de l'abattoir Chahy.....	63
II.1.1 Données de base de l'abattoir chahy.....	63
II.2 Résultats des analyses.....	66
II.2.1 Résultats des analyses physicochimiques de la matière première : farine des sous-produits de volaille.....	66
II.2.2 La teneur en humidité.....	66
II.2.3 La valeur de pH.....	67
II.2.4 La teneur en cendres.....	67
II.3 Résultats des analyses biochimiques de la farine des sous-produits de volaille.....	69
II.3.1 Acidité grasse.....	69
II.3.2 Les glucides totaux.....	70
II.3.3 Protéines totales.....	71

II.3.4 Matière grasse.....	72
II.4 Résultat des analyses microbiologique de la farine des sous-produits de volaille.....	73
II.5 Résultats des analyses physicochimique de produit fini (l'aliment formulé).....	74
II.5.1 Résultats des analyses du pH.....	74
II.5.2 Humidité.....	75
II.6 Résultats des analyses biochimique de l'aliment formulé.....	76
II.6.1 Acidité grasse.....	76
II.6.2 Glucides.....	77
II.6.3 Protéines.....	78
II.6.4 Matière grasse.....	79
II.6.5 Résultats microbiologiques de l'aliment formulé.....	80
II.7 Résultats des analyses durant la phase conduite de l'élevage.....	81
II.7.1 Les résultats physicochimiques des analyses de l'eau des bassins d'élevage.....	81
II.7.2 pH de l'eau de bassins.....	81
II.7.3 Température de l'eau des bassins.....	82
II.7.4 La conductivité de l'eau des bassins.....	83
II.7.5 La dureté totale.....	83
II.7.6 Nitrates.....	84
II.7.7 Les nitrites.....	85
II.8 Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment témoin à base de farines de poisson.....	86
II.9 Résultats biométriques de Tilapia au niveau du bassin témoin et test.....	87
II.9.1 Résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau au niveau du bassin d'aliment témoin et bassin d'aliment formulée au premier jour (J0).....	87
II.9.2 Résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau du bassin d'aliment témoin et bassin d'aliment formulée après quinze jours d'élevage (J15).....	89
II.9.3 ..Résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau du bassin d'aliment témoin et bassin d'aliment formulée après un mois d'élevage(J130).....	90

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

L'alimentation joue un rôle central dans la vie humaine et animale. Elle constitue un pilier fondamental de la santé, du bien-être et du développement économique durable (FAO, 2019). Toutefois, l'alimentation, tout en étant indispensable, s'inscrit dans un système de production qui génère des déchets et des sous-produits dont la gestion pose aujourd'hui de véritables défis écologiques et économiques (ADEME, 2020 ; Gustavsson et al., 2011). Parmi les secteurs fortement concernés, celui de l'abattage des volailles produit d'importantes quantités de sous-produits (abats, pattes, plumes, têtes, viscères, etc.) souvent mal valorisés ou directement éliminés, entraînant ainsi un impact environnemental non négligeable. Ces déchets organiques, s'ils ne sont pas traités convenablement, peuvent devenir une source de pollution pour l'air, le sol et les eaux, tout en représentant une perte économique potentielle pour les filières agroalimentaires (FAO, 2020).

Dans une optique de développement durable et d'économie circulaire, la valorisation de ces sous-produits s'impose comme une alternative innovante, permettant non seulement de réduire l'impact environnemental, mais également de créer de nouvelles ressources, notamment dans le secteur de la nutrition animale. En effet, les sous-produits d'abattoirs, riches en protéines animales, en lipides et en micronutriments, présentent un intérêt particulier pour la formulation d'aliments aquacoles, notamment dans l'élevage de poissons, un domaine en pleine expansion en Algérie et dans le monde (Hardy, 2010 ; Tacon & Metian, 2015).

Dans ce contexte, le présent travail s'inscrit dans une démarche de valorisation agro-industrielle des déchets issus de l'abattage de volailles. Il vise à évaluer le potentiel d'utilisation de ces sous-produits dans la formulation d'aliments destinés à l'élevage piscicole, en mettant en évidence leur valeur nutritionnelle, leur sécurité hygiénique, et leur intérêt technologique. Ce projet ambitionne également de proposer une solution locale, économique et durable, capable de répondre à la fois aux enjeux de gestion des déchets, à la dépendance aux importations de matières premières et à la promotion de produits formulés localement.

Ce travail a donc pour objectif de contribuer à l'élaboration d'un aliment alternatif pour les poissons d'élevage, à base de sous-produits avicoles, tout en apportant des réponses concrètes aux problèmes environnementaux et économiques liés à la gestion des déchets organiques dans les abattoirs.

PARTIE I :

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :

**Aperçu général de la
production et industries de
transformations avicole**

I.1 Production avicole mondiale

Pour répondre à la demande croissante, la production mondiale de viande de volaille augmentée, atteignait 120,5 millions tonnes en 2017 (Renab., et al 2020). Les 50 dernières années ont vu une croissance constante de la production mondiale de viande, une croissance rapide de la production animale et des changements positifs dans la façon dont les produits animaux sont transformés, consommés et vendus. La volaille est la deuxième viande la plus produite et consommée au monde après le porc. Le poulet arrive en tête, produisant 85 % de la viande de volaille (poulet, dinde, oie, canard, etc.) (Horman, 2004).

En 1961, la viande de volaille ne représentait que 12 % de la production mondiale de viande. En 2015, la production mondiale de volaille atteindrait, selon les estimations de la FAO, 114,8 MT. Le premier continent producteur de volaille en 2015 reste l'Asie avec 35 % de la production mondiale (Chine, Inde, Thaïlande, Indonésie). 20 % de la production mondiale de volaille est assurée par l'Amérique du Nord (aux Etats-Unis principalement). En troisième position vient l'Amérique du Sud qui contribue à hauteur de 19 % de la production mondiale grâce à la production brésilienne (Deman ,2015).

La FAO prévoit une hausse de la production mondiale de volaille en 2016 de 0,9% par rapport à 2015 soit 115,8 MT produites dans le monde (figure 1).

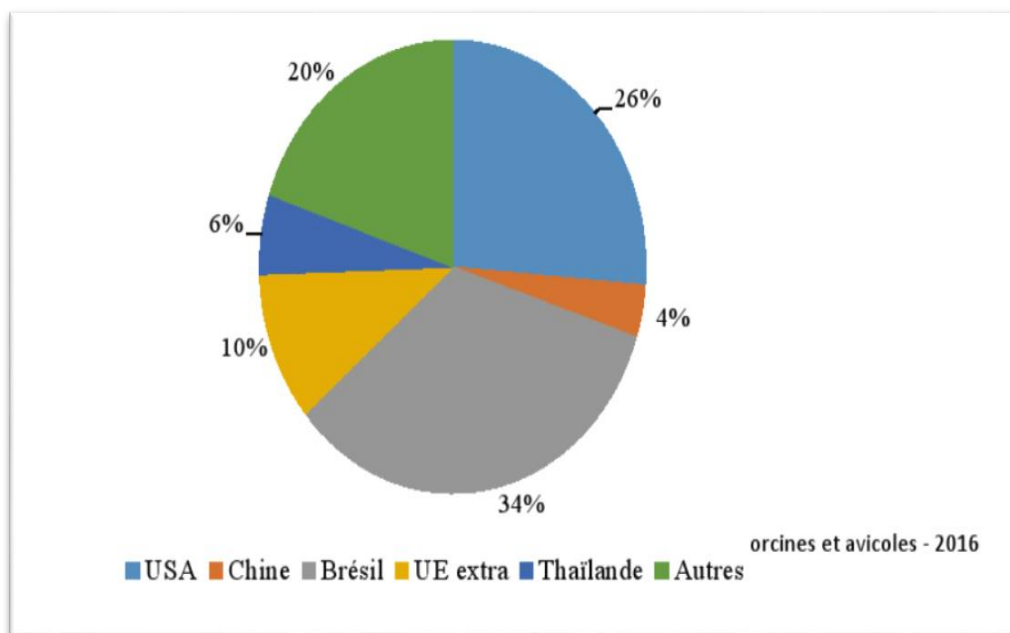


Figure 1: Part de marché en volume des principaux exportateurs de viandes et préparations de volailles en 2016

En 2018, à part a approximativement triplé pour atteindre environ 35 %, (le tableau 1 et 2) illustre l'évolution de la production de viande (rouge et blanche) dans le monde de 1961 à 2018 en MT.

Tableau 1: Principaux producteurs de viande (rouge et blanche) dans le monde en MT (FAO, 2020).

Principaux Producteurs	Production en 1961	Production en 1981	Production en 2001	Production en 2018
Océanie	2.3	4.06	5.61	6.69
Afrique	3.91	6.8	11.96	20.17
Amérique Centrale	1.23	3.23	5.63	8.89
Amérique Du sud	6.52	12.77	26.35	46.12
Amérique Du nord	17.99	27.47	42.41	51.73
Europe	30	54.45	50.83	63.85
Asie	9.05	29.94	92.9	143.71
TOTAL	71	138.72	235.69	341.16

Tableau 2: L'évolution de la production avicole dans le monde en MT

Année	1961	1981	2001	2018
La production avicole dans le monde en MT	8.95	27.51	71.24	127.31

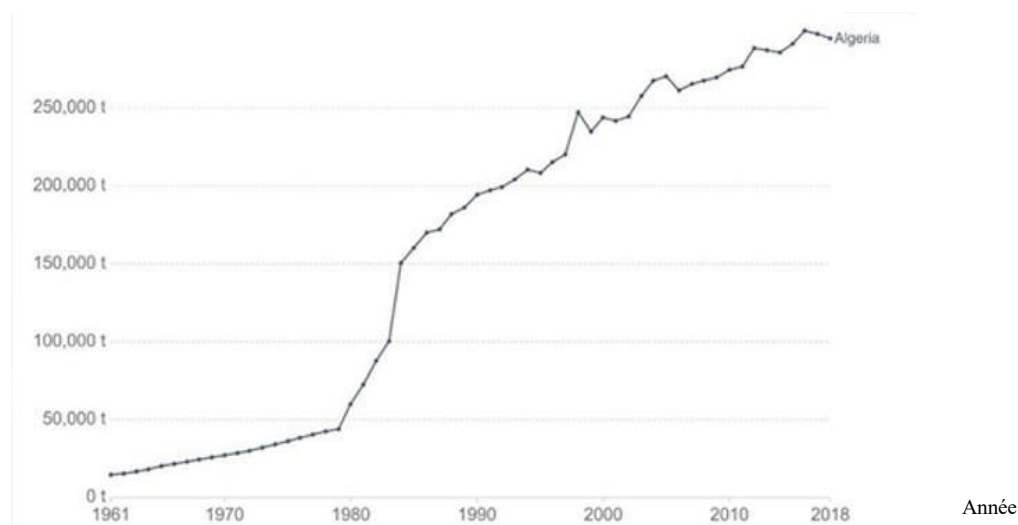


Figure 2 : Courbe graphique représentant l'évolution de la production de viande de volaille en Algérie de 1961 à 2018. (FAO, 2020).

Cependant, Allouis rapportait en 2014 que l'aviculture en Algérie produisait entre 3,5 et 475 000 tonnes de viande de volaille (environ 240 millions de poulets par an) et plus de 3 milliards d'œufs. Elle est constituée de 20 000 éleveurs, avec près de 500 000 salariés et 2 millions de personnes. 80% des 2 500 000 tonnes de produits alimentaires sont importées (maïs, tourteaux de soja et suppléments vitaminiques et minéraux), ainsi que 3 millions d'éleveurs, produits et équipements vétérinaires. (Alloui, 2014).

I.2 La consommation de la viande de volailles

En raison du prix élevé des produits carnés, le régime alimentaire des Algériens a été carencé en protéines animales. Cependant, les changements dans les habitudes alimentaires des citoyens ont contribué à l'augmentation de la demande pour ces produits. Mais vu le prix élevé de la viande rouge, (Benatmante, 2012).

La consommation de la volaille en Algérie a enregistré une augmentation permanente au cours des vingt dernières années, estimée à 10 % chaque année, contre 2 à 3% au niveau mondial, selon les chiffres du Conseil interprofessionnel de la filière avicole (CNIFA). En Algérie la consommation individuelle est passée de 7 kg à 8 kg /habitant/ an, de 1995 et 2013 (Chatellier et Magdelaine, 2015). La consommation des viandes blanches du citoyen algérien a stagné entre 8 et 9 kg/hab/an (Allouis, 2011, Mouhous et al., 2015). Loin de la consommation moyenne mondiale, estimée à 13.6 Kg/hab/an par Mette (2014).

Cependant, l'écart est très important, par rapport à certains pays. Citons pour exemple, la consommation moyenne des citoyens espagnol, brésilien et américain a été estimée par Gonzalo (2011) à 30.5, 39.4 et 42.6 Kg/hab/an, respectivement.

I.3 L'industrie de transformation dans le secteur avicole :

I.3.1 Processus technologique d'abattage des volailles :

La technologie utilisée dans l'industrie de la viande de volaille diffère de celle des industries de viande rouge. Par transformation de la volaille, on entend l'abattage, le plumage et l'éviscération. La transformation des carcasses de volaille en une variété de produits est appelée la sur transformation (LAKHAL,2022).

L'abattage des poulets se déroule en plusieurs étapes. Il est possible d'abattre jusqu'à 11 000 sujets par jour. Cette cadence élevée nécessite des mesures strictes pour prévenir les contaminations par les germes pathogènes pendant le processus d'abattage (LAKHAL,2022).

I.3.2 Les étapes de préparation de la volaille.

Le processus d'abattage des poulets comprend plusieurs étapes essentielles pour transformer les animaux en viande prête à être commercialisée (KENOUZE, 2020) selon les étapes suivantes :

Arrivée à l'abattoir : Les poulets destinés à l'abattage sont accompagnés d'un certificat d'orientation à l'abattage délivré par un vétérinaire. Ils sont placés dans un air de parcage pour se reposer et récupérer leur état physiologique.

- **Accrochage des volailles :** Les poulets sont accrochés dans des crochets par l'articulation du tarse, dans un environnement peu éclairé.
- **La saignée :** Une coupe à la gorge est réalisée pour saigner les poulets de manière efficace et rapide. Dans les pratiques rituelles, cette étape est réalisée manuellement par des sacrificateurs habilités.
- **Égouttage :** Cette étape permet de collecter le sang et de réduire les contaminations croisées en isolant le sang du reste de la chaîne d'abattage.
- **Échaudage :** Les carcasses sont trempées dans de l'eau chaude pour ramollir les follicules plumeux, facilitant ainsi la plumaison ultérieure.
- **Plumaison :** Les plumes sont retirées mécaniquement des carcasses, nécessitant un ajustement et un entretien réguliers des équipements.

- Transfert et préparation pour l'éviscération : Les carcasses sont transférées et préparées pour l'éviscération, nécessitant une attention particulière pour éviter toute contamination croisée.
- **Viscération** : Les viscères sont retirés des carcasses, une étape critique où les précautions sont prises pour éviter la contamination par les matières fécales.
- Inspection post-mortem : Les carcasses sont inspectées pour garantir leur conformité aux normes de qualité et de sécurité alimentaire.
- **Récolte des abats et enlèvement des viscères** : Les abats sont récupérés et les viscères sont éliminés des carcasses, avec des mesures strictes d'hygiène pour éviter toute contamination.
- **Lavage des carcasses** : Les carcasses sont lavées pour éliminer les souillures résiduelles, nécessitant une attention particulière pour éviter toute contamination supplémentaire.
- **Refroidissement des carcasses** : Les carcasses sont refroidies rapidement pour maintenir leur fraîcheur et leur salubrité avant leur emballage et leur distribution. Ces étapes sont essentielles pour garantir la sécurité alimentaire et la qualité des produits avicoles destinés à la consommation humaine.

Le processus technologique d'abattage est résumé dans la (figure 3) .

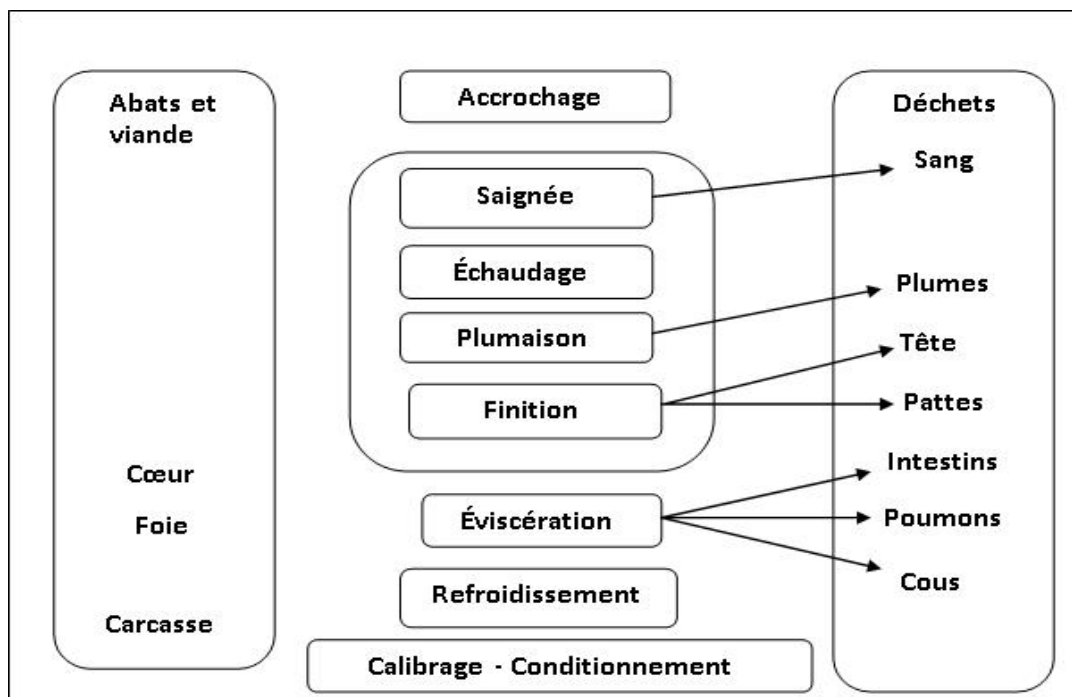


Figure 3: Schéma général des différentes phases du processus d'abattage (COLIN, 1988)

Chapitre II :
Typologie des sous-produits
avicoles et impact
environnemental

II.1 Définition des déchets d'abattage

La figure 4, montre les différentes parties d'un poulet entier.

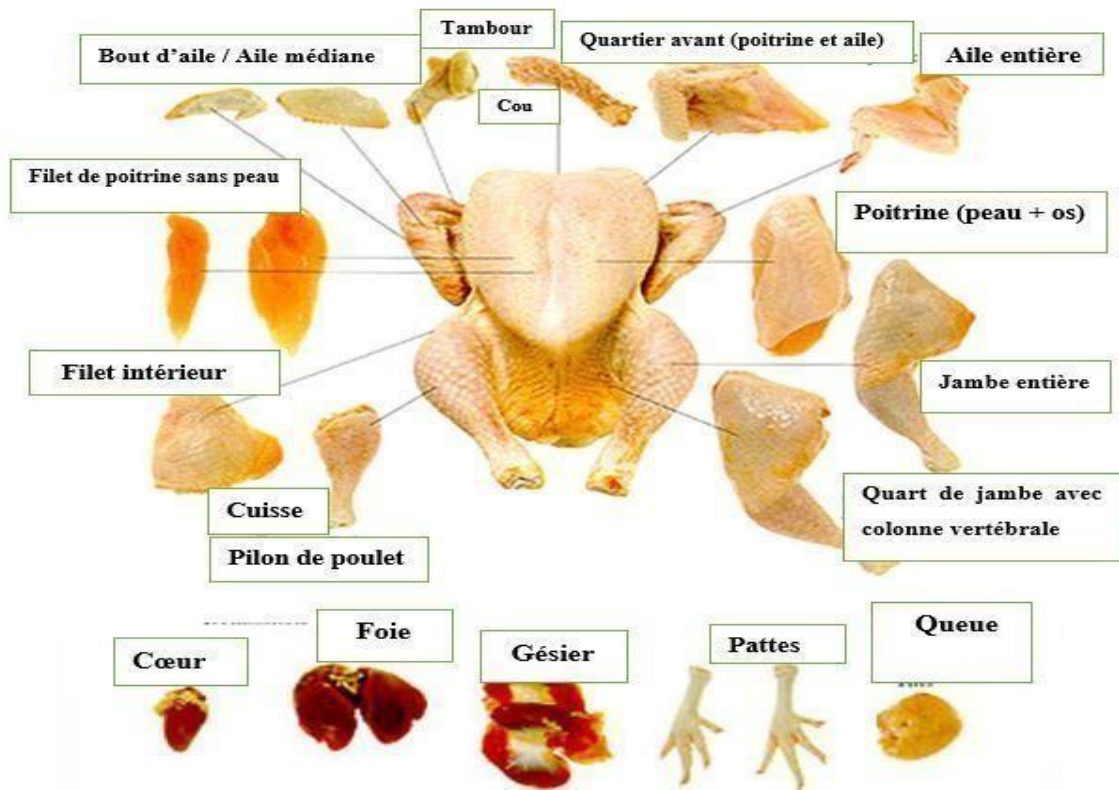


Figure 4: Les différentes parties d'un poulet entier (Malher et al, 2015).

Les déchets d'abattage sont une substance organique qui peut subir une biodégradation (Horman D. 2004). Il s'agit des déchets du tube digestif et du sang des animaux abattus (tableau 3) . Leur teneur en matière sèche est d'environ 40 % et la composition globale est riche en fibres et nutriments, ce qui justifie et encourage le recyclage de ces déchets pour les valoriser en biogaz. (Nawel, 2015)

Tableau 3: 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.

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

II.2 Composition et propriétés physicochimiques des déchets d'abattoirs avicoles

La caractérisation physicochimique de ces sous-produits est essentielle pour évaluer leur aptitude à différentes formes de valorisation, telles que la production de farines animales (Allouis, 2011, Faridullah et al 2018)

Le (tableau 4) représente les valeurs typiques des principaux paramètres physicochimiques des déchets d'abattoirs avicoles

Tableau 4: paramètres physicochimiques des déchets d'abattoirs avicoles

Paramètre	Valeurs typiques
Humidité (%)	60 – 75 %
Matière sèche (MS) (%)	25 – 40 %
Matière organique (%)	70 – 90 % de la MS
Protéines brutes (%)	35 – 65 % de la MS
Lipides (%)	10 – 25 % de la MS
Cendres (%)	15 – 35 % de la MS
pH	6 – 7,5
Carbone total (%)	40 – 50 % de la MS
Azote total (%)	5 – 10 % de la MS
Rapport C/N	3 – 10

II.3 Impacts des déchets d'abattoirs avicoles

II.3.1 Impact écologique

Les sous-produits animaux ont des effets négatifs sur la santé humaine, animale et environnementale. Ces effets sont généralement dus à leur caractère périssable et aux bactéries pathogènes qu'ils peuvent contenir. Le risque est essentiellement lié au retard ou au manque de bonne gestion de ces sous-produits (Ricard, 2017).

Les déchets de volaille sont souvent considérés comme un contaminant plutôt que comme une ressource précieuse en raison de la grande quantité de déchets générés qui dépasse les besoins en engrais des cultures, de la teneur en éléments nocifs (métaux lourds, résidus de pesticides, agents pathogènes) et d'une mauvaise gestion (Ricard, 2017).

II.3.2 L'eau

Les réglementations alimentaires et vétérinaires imposent aux abattoirs d'utiliser de grandes quantités d'eau potable, facilement disponibles. Par conséquent, il y a peu de possibilités de réutiliser les eaux usées (Nouad. (2011).

II.3.3 Le sol

La pollution des sols est principalement causée par une mauvaise gestion du fumier et se produit là où le fumier est stocké. (Shashank, 2013). Le sol peut également être une source d'autres agents pathogènes lorsqu'il s'agit de poulets morts. (Gaid,2017).

II.3.4 L'air

Les installations avicoles sont une source d'odeurs et attirent des nuisibles spécialement les mouches et les insectes qui peuvent transmettre des maladies comme le choléra, la dysenterie et la dengue. L'émissions d'odeurs, causées par un grand nombre de composés contributifs y compris les composés organiques volatils (COV), le sulfure d'hydrogène (H₂S), provenant des fermes avicoles, nuisent à la vie des personnes vivant à proximité. (Shashank,2013). L'ammoniac (NH₃) en suspension dans l'air provoque l'irritation des yeux et des poumons. ((Djamer, 2014).

II.3.5 Impact socio-économique

Une étude des potentialités de valorisation des déchets organiques en Vendée (Département français, région de la Loire) a pris, entre autres, en considération les paramètres « production » et « nombre d'employés » pour différentes IAA. Elle a abouti en fin d'enquête, aux conclusions suivantes (Djamer, 2014)

Tableau 5: volume de sous-produits des IAA enquêtées et par filière (cesbron et al., 2012)

Activités	Volailles	Céréales	Multi viandes	Produits laitier	Produits de la Mer	Autres	Total
Volume de sous-produits En T/an	89059	15156	5520	3718	2052	4719	120224

II.4 La gestion durable des déchets d’abattoirs avicoles

L'élaboration d'un plan de gestion est un facteur important. Elle comprend le respect des principes du développement durable et suit une série d'étapes, à savoir :

II.4.1 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.

II.4.2 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.

II.4.3 Le traitement

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)

Chapitre III :

Valorisation des sous-

produits d'abattage des

volailles

III.1 Définition de La Valorisation

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).

III.2 Les sous-produits de volailles dans les industries agroalimentaires

Les sous-produits sont aussi caractérisés par leurs valorisations économiques : marché spécifique du sous-produit en question, cotation... En effet, à partir du moment où l'on cherche à valoriser un déchet, celui-ci devient un coproduit. (Waldron, 2007)

Les sous-produits organiques issus de la filière agroalimentaire ou directement de l'agriculture sont d'une grande diversité : Lactosérum, mélasses, marc de raisin, sous-produits de légumes en conserverie, abats de volailles, etc. (Waldron, 2007)

III.3 Les sous-produits de volailles

L'AAFCO (Association of American Feed Control Officials) définit les sous-produits de la volaille comme le cou, la tête, les pieds, les œufs non développés, gésiers et intestins (à condition que leur contenu soit vidé), à l'exclusion des plumes (sauf dans les proportions qui peuvent se produire inévitablement).

Sur les bonnes pratiques de traitement (AAFCO cité par Watson, 2006). Les sous-produits d'abattoir (sang, poumons, intestins) de même que ceux de la pêche (têtes, viscères, arêtes, queues, nageoires, déchets d'usines), sont insuffisamment récupérés et valorisés. (Hadji et al., 2014).

III.3.1 Valorisation du sang de poulet

Selon Ozdemir & Yetilmezsoy, , ce sous-produit représentera environ 2 % du poids de la volaille vivante. Lorsqu'un poulet de chair de 2340 g est abattu, environ 45 g de sang seront produits pendant la phase de saignée (estimation personnelle de l'auteur). En effet, le sang de volaille séché contient environ 95 % de protéines de haute qualité nutritionnelle et fonctionnelle, des acides aminés bien équilibrés et de grandes quantités de micronutriments (par exemple, le fer, lorsqu'il est transformé en farine de sang). Cependant, son recyclage doit répondre à diverses contraintes, comme la qualité, la quantité, l'hygiène et la conservation. Cela oblige les abattoirs à toujours faire attention aux méthodes de recyclage. (Butcherba, 2014).

III.3.2 Valorisation des pattes de poulet

Les pattes sont un sous-produit de valeur, représentant environ 5 % du poids des volailles abattues. Ils contiennent un grand pourcentage de protéines, principalement du collagène. (Mokrejs et al., 2017). Environ 77 % des poules pondeuses. (GAL et al., 2020). Ils peuvent donc être utilisés dans des produits à plus forte valeur ajoutée, comme la gélatine ou les hydrolysats utilisables dans les industries pharmaceutiques, médicales, cosmétiques ou alimentaires (Mokrejs et al., 2017).

III.3.3 Valorisation des viscères de poulet

Les déchets viscéraux peuvent également être utilisés comme engrais agricole par épandage. Cependant, les inquiétudes concernant la propagation de la maladie se sont accrues. Ainsi, sur la base de l'utilisation de bactéries lactiques et de levures acidifiantes à haut pouvoir fermentaire, un bioprocédé a été développé pour transformer ces déchets en produits stables. En effet, lors de l'étape de fermentation, la température augmente fortement, et ce problème peut être résolu en stabilisant le produit. (Butcherba, 2014).

III.3.4 Valorisation des têtes de poulet

Les têtes de poulet, souvent considérées comme des déchets, peuvent être valorisées de plusieurs façons. Elles contiennent des protéines, du calcium et des lipides, ce qui les rend utiles pour la fabrication de farines animales destinées à l'alimentation des poissons et des animaux domestiques. En Algérie, une unité de transformation à Blida produit jusqu'à 30 tonnes par jour de protéines animales issues de déchets comme les têtes de poulet (APS, 2024). Elles peuvent aussi être transformées par hydrolyse enzymatique pour produire des peptides bioactifs et de la gélatine, utilisés dans les secteurs pharmaceutique et agroalimentaire (Bhat & Bhat, 2011 ; Da Costa et al., 2022). Enfin, elles peuvent servir à produire du biogaz via la méthanisation, et le résidu organique (digestat) peut être utilisé comme engrais naturel (FAO, 2021)

Chapitre IV :

**L'aquaculture et l'intérêt
de l'élevage de Tilapia**

V.1 Définition de l'aquaculture

On définit l'Aquaculture comme étant « l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques ». L'Aquaculture est une activité de production de poissons, mollusques, crustacés et algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Par aquaculture, on entend différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux dans des eaux continentales, côtières et maritimes, qui permettent d'utiliser et de produire des espèces animales et végétales diverses et variées. (Benidiri., 2017).

Elle s'intéresse à plusieurs catégories de productions dont les principales : La conchyliculture concerne l'élevage des mollusques. La pisciculture qui est l'élevage des poissons. L'astaciculture définissant l'élevage de l'écrevisse genre astacia. L'algoculture définissant la culture des algues. L'échiniculture concerne l'élevage des oursins. La carcinoculture concerne l'élevage des crustacés. (Benidiri R., 2017)

V.2 Objectifs de l'aquaculture

L'aquaculture implique certaines formes d'intervention dans le processus d'élevage pour améliorer la production telles que, le stockage régulier, l'alimentation, la protection contre les prédateurs... Cette exploitation sous-entend également la propriété individuelle ou collective du cheptel en élevage » (FAO 2001). Dans le cadre des populations rurales pauvres, l'aquaculture vient souvent compléter les prises de la pêche traditionnelle. Cette dernière continue de jouer un rôle important, et, dans beaucoup d'endroits, reste la solution la plus adéquate pour satisfaire les besoins de subsistance de base, et elle fournit également une source non négligeable de revenus en liquide pour les exploitants. (F.A.O., 2003)

V.3 L'aquaculture dans le monde

En 2014, la production d'animaux aquatiques issus de l'aquaculture s'est établie à 73,8 millions de tonnes. La Chine a produit 45,5 millions de tonnes d'animaux aquatiques d'élevage en 2014, soit plus de 60 pour cent de la production aquacole mondiale. Parmi les autres grands producteurs figurent l'Inde, le Viet Nam, le Bangladesh et l'Égypte. En outre, 27,3 millions de tonnes de plantes aquatiques ont été cultivées.

Globalement, la situation des stocks de poissons marins dans le monde ne s'est pas améliorée, en dépit de progrès notables dans certaines zones. D'après une analyse de la FAO consacrée aux stocks de poissons commerciaux évalués, la proportion des stocks exploités à un niveau biologiquement durable a reculé, de 90 pour cent en 1974 à 68,6 pour cent en 2013. Cela signifie que, d'après les estimations, 31,4 pour cent des stocks de poissons étaient exploités à un niveau

Chapitre IV _____ L'aquaculture et l'intérêt de l'élevage de Tilapia biologiquement non durable, c'est-à-dire surexploités. Sur l'ensemble des stocks évalués en 2013, 58,1 pour cent étaient exploités au maximum et 10,5 pour cent étaient sous- exploités. (F.A.O.,2016)

V.4 le Tilapia

Les Tilapias sont, après la carpe, le deuxième groupe le plus important de poissons d'élevage au monde. Ils sont le pilier de nombreux pisciculteurs pauvres en ressources (Eknath et al., 1993). Parmi les Tilapiines, le Tilapia du Nil Oreochromis niloticus L. est la plus importante espèce de poisson d'élevage. Bien que O. niloticus soit élevé dans un large éventail de systèmes aquacoles (Pullin, 1985), la majorité de sa culture est réalisée sous les tropiques dans des environnements semi-intensifs tels que des étangs en terre fertilisée. Le Tilapia du Nil est herbivore par nature, consommant principalement du phytoplancton (Moriarty, 1973; Moriarty et Moriarty, 1973), mais peut aussi consommer une variété d'autres organismes alimentaires naturels trouvés dans étangs (Bowen, 1982).(Charo-Karisa et al.,2006)

Depuis le siècle dernier, le nombre d'espèces de Tilapia a fortement augmenté avec la découverte d'espèces nouvelles, ce qui a conduit les systématiciens à revoir régulièrement la taxonomie de ce genre. Le rapport d'analyse de la situation du marché 2017, a estimé que 180 000 tonnes de Tilapia (entier et en filet) ont été commercialisées sur le marché international entre janvier et mars 2017, soit un volume d'environ 10 pour cent inférieur à celui de l'année précédente. Les principaux importateurs de Tilapia étaient les États-Unis d'Amérique, le Mexique, la Côte d'Ivoire et l'Iran, et les principaux exportateurs étaient la Chine, la province chinoise de Taiwan, la Thaïlande et l'Indonésie. (Abed et Beloufa., 2019).

V.5 Répartition dans le monde

Cette espèce est également cultivée, hors de sa zone originelle puisqu'elle a été introduite de part le monde et est couramment cultivée à travers les tropiques et les sous-tropiques

On la trouve dans les lacs, les fleuves et les piscicultures aussi bien d'Amérique Centrale (Guatemala, Mexique, Nicaragua, Honduras, Costa Rica, Panama), d'Amérique du Sud (Brésil), d'Amérique du Nord (Etats Unis, etc...) et d'Asie (Sri Lanka, Thaïlande, Bengladesh, Vietnam, Chine, Hong Kong, Indonésie, Japon, Philippines), ce qui lui vaut une distribution actuelle pan-tropicale (Welcomme., 1988 in Al Dilaimi, 2009). Enfin, elle est également cultivée dans les eaux chaudes industrielles en régions tempérées. C'est le cas en Europe, en Allemagne, en 1977 et en Belgique en 1980 (Al Dilaimi, 2009).

V.6 Culture du Tilapia en Algérie :

En Algérie, l'espèce Tilapia est élevée en raison de sa rusticité aux conditions climatiques et surtout en zone saharienne dont la température de l'eau et la salinité stimulent sa croissance et sa reproduction (Cherif et Djoumakh, 2015 in Abed et Beloufa., 2019).

Les principales activités aquacoles jusqu'au début des années 1990 ont surtout concerné l'empoissonnement avec des espèces introduites dans des plans d'eau naturels et artificiels. Les espèces qui ont été introduites sont : Cyprinus carpio , Gambusia halbrooki, Oncorhynchus mykiss , Tinca vulgaris , Leuciscus erythrophthalmus , Tilapia zillii, Micropterus macrochir , Crassostrea gigas , Mytilus galloprovincialis , Aristichthys nobilis , Hypophthalmichthys molitrix , Ctenopharyngodon idellus , Stizostedion lucioperca et Silurus glanis . En vue de développer la pêche continentale et l'aquaculture intégrée à l'agriculture, l'administration a récemment importé Hypophthalmichthys molitrix de Hongrie et Oreochromis niloticus d'Egypte.(F.A.O.,2020)

Depuis 2008, plusieurs fermes d'élevages sont entrées en production aussi bien en milieu marin que d'eau douce. Elles sont au nombre de 8 dont 4 en aquaculture marine, 2 en conchyliculture et 2 en pisciculture d'eau douce en zone saharienne. (F.A.O.,2020)

En aquaculture d'eau douce, deux entreprises produisent du Tilapia et du silure en raceways. (F.A.O.,2020)

Les entrepreneurs privés qui ont reçu un soutien financier dans le cadre du programme d'appui à la relance économique et dont les projets devraient être opérationnels permettront la création de 303 emplois répartis comme suit : Ferme d'élevage de Tilapia du Nil dans le Sud du pays : 139 emplois (six cadres, 10 techniciens, 123 ouvriers). (Benammar, 2017). La disponibilité en eau, les nombreux bassins et canaux d'irrigation ont permis de planifier le développement d'un pôle d'aquaculture intégrée à l'agriculture, basée sur l'élevage extensif des poissons d'eau douce (principalement de Tilapia du Nil et ses hybrides tels que le Tilapia rouge) en synergie avec les activités agricoles. (F.A.O., 2018).

La wilaya d'Ouargla, dispose d'importantes quantités d'eau douce et saumâtre provenant des forages utilisés pour l'irrigation des palmeraies et des cultures sous-jacentes. La disponibilité en eau, les nombreux bassins et canaux d'irrigation ont permis de planifier le développement d'un pôle d'aquaculture saharienne intégrée à l'agriculture, basée sur l'élevage extensif des poissons d'eau douce (principalement de Tilapia du Nil et ses hybrides tels que le Tilapia rouge) en synergie avec les activités 2 agricoles (F.A.O.,2018)

V.7 Présentation de l'espèce étudiée Oreochromis sp

Le Tilapia rouge hybride, comme toutes les autres espèces du même ordre Oreochromis, est l'une des plus importantes espèces élevées actuellement dans les eaux douces tropicales et subtropicales. Son élevage se fait toute l'année, en circuit ouvert ou fermé dans plusieurs régions du monde. Sa croissance rapide et son adaptation à des écosystèmes variés de même que sa chair savoureuse fait de lui un excellent candidat pour l'Aquaculture. Leur consommation moyenne mondiale passerait de 14 à 25 kg par habitant d'ici 2030 (F.A.O., 2018 in Abed et Beloufa., 2019).

Le terme Tilapia est en général utilisé pour désigner l'important groupe élevé à des fins commerciales appartenant à la famille des Cichlidés. Cette expression est d'origine africaine du mot « thiape » qui veut dire poisson, les poissons qui creusent le sol de l'étang pour faire des nids dans lesquels ils fraient, portent le nom de Tilapia. L'élevage des Tilapias existe depuis plus de 2500 ans (Chapman, 1992).

V.8 Caractères morphologiques

Le Tilapia rouge a un corps comprimé ; avec une teinte soit de couleur grise ; albinos ; rose ; rouge-orange (Moralee et al., 2000) et parfois ayant des taches grises sur la poitrine.

Dans la plupart des cas ; les caractéristiques du Tilapia rouge sont morphologiquement intermédiaires (forme du museau ; la largeur de la bouche ; longueur de la tête...) entre les espèces utilisées dans ce croisement.

Selon Leveque et Paugy (1984) les Cichlidés (dont les Tilapia) sont de plus caractérisés par :

- Un corps couvert d'écailles imbriquées
- Un œil de chaque côté du corps
- Des nageoires ventrales rapprochées des pectorales et situées au-dessus de ces dernières
- Une seule nageoire dorsale à rayons antérieurs épineux
- Trois épines à la nageoire anale
- Une seule narine de chaque côté

V.9 Biologie et aquaculture du Tilapia

Les Tilapias s'adaptent à des environnements variés et peuvent vivre à des températures comprises entre 9°C et 40°C. Les espèces comme O. niloticus et O. mossambicus supportent jusqu'à un maximum de 41°C (Allanson et Noble, 1984; Denzer, 1968). Néanmoins, beaucoup

Chapitre IV _____ L'aquaculture et l'intérêt de l'élevage de Tilapia cessent de s'alimenter dès que la température descend en dessous de 16°C, ou ne peuvent se reproduire qu'à des températures supérieures à 22°C. (Ouedraogo.,2009)

Toutes les espèces pourraient survivre à un taux d'oxygène dissout de 1 mg/L mais cesseraient de s'alimenter quand ce taux descend en-dessous de 1,5 mg/L (Allison et al., 1976). L'adaptation à la salinité diffère selon les espèces. Ainsi, certaines espèces comme Tilapia.guineensis ou O.mossambicus sont euryalines (Wokoma et Marioghae, 1996).

De même la tolérance au pH est fonction des espèces. Le pH optimal est compris entre 7 et 8, mais les Tilapias s'adaptent aux pH très acides des forêts tropicales (Varadaraj et al., 1994).

Le mode alimentaire est caractéristique du genre. Ainsi, les poissons du genre Tilapia sont d'abord zooplanctonophages puis deviennent omnivores (Bard et al.,1974). Les poissons des genres Sarotherodon et Oreochromis consomment essentiellement du phytoplancton et des macrodétritiques divers (Bard et al., 1974). Les Tilapias sont extrêmement résistants aux maladies. Ils sont d'ailleurs le plus souvent porteurs sains de plusieurs virus.

V.10 Systématique

Les Tilapias constituent la sous famille des Tilapiinae, appartenant à la famille des cichlidés et à l'ordre des perciformes dont la particularité la plus apparente est une ligne latérale discontinue. Cette famille comprend quatre genres, regroupés sous le nom courant de Tilapia (Trewavas, 1983).

Le genre Tilapia, constitué de pondeurs sur substrat. Le genre Sarotherodon, constitué d'incubateurs buccaux chez lesquels la garde de la progéniture est assurée par les deux ou un seul des parents. Le dimorphisme sexuel de croissance est peu marqué.

Le genre Oreochromis, composé d'incubateurs buccaux chez lesquels la cellule familiale est maternelle. Le dimorphisme sexuel de croissance est très marqué, la femelle étant plus petite que le mâle

Le genre Danakila, qui est un genre monospécifique de faible importance économique.

Pour les pisciculteurs moyens, l'identification taxinomique et la nomenclature des Tilapias sont une question complexe. Non seulement les Tilapias comprennent un grand nombre de genres, d'espèces et de sous-espèces, mais leur transfert, par hasard ou par l'homme, de leurs sources naturelles d'origine vers d'autres sites naturels ou artificiels, a souvent produit des hybrides par croisement avec des espèces locales, (Trewavas, 1982; Thys, 1988; McConnell, 1988). Selon Thys (1988), la nomenclature conventionnelle (genre, espèce, sous-espèce) est inadéquate pour les stocks d'élevage, car nombre d'entre eux sont souvent le résultat de croisements.

En réalité, c'est exactement ce que font les entreprises commerciales. Les stocks et les souches de Tilapias ont souvent reçu des noms d'éleveurs ou d'écloseries qui les ont produits, ou selon divers traits morphologiques caractéristiques. C'est le cas des « Tilapias rouges », pour lesquels l'homogénéité phénotypique rouge, rose et orange a été obtenue dans les élevages par croisements entre poissons d'origines diverses. (Mires.,1995)

Selon Günther (1889), la systématique du poisson Tilapia est comme suite :

- **Embranchement** : Vertébrés
- **Super classe** : Poissons
- **Classe** : Ostéichthyens
- **Sous classe** : Téléostéens
- **Ordre** : Perciformes
- **Famille** : Cichlidés
- **Sous famille** : Tilapinés
- **Genre** : Oreochromis SP

V.11 Reproduction de Tilapia

Les Tilapias sont très proliférants. Les couveuses à bouche et les géniteurs de souche frayent fréquemment et dépensent beaucoup d'énergie pour allaiter et protéger leurs progénitures jusqu'à ce qu'ils soient assez grands pour nager et se nourrir seuls. Dans une étude des problèmes de production de masse d'alevins de Tilapia (Mires, 1982), toutes les femelles ont présenté un modèle de frai similaire dans lequel une série de fraies était toujours suivie d'une période de repos. La grande variabilité de la fécondité des femelles individuelles était également rencontrée. Certains ont engendré jusqu'à six fois consécutives à un intervalle moyen de 30 jours, tandis que d'autres ont engendré moins ou pas du tout. La fécondité des poissons a également changé avec les changements d'environnement ; ainsi, des espèces identiques se reproduisent plus fréquemment en culture qu'en nature. (Mires.,1995)

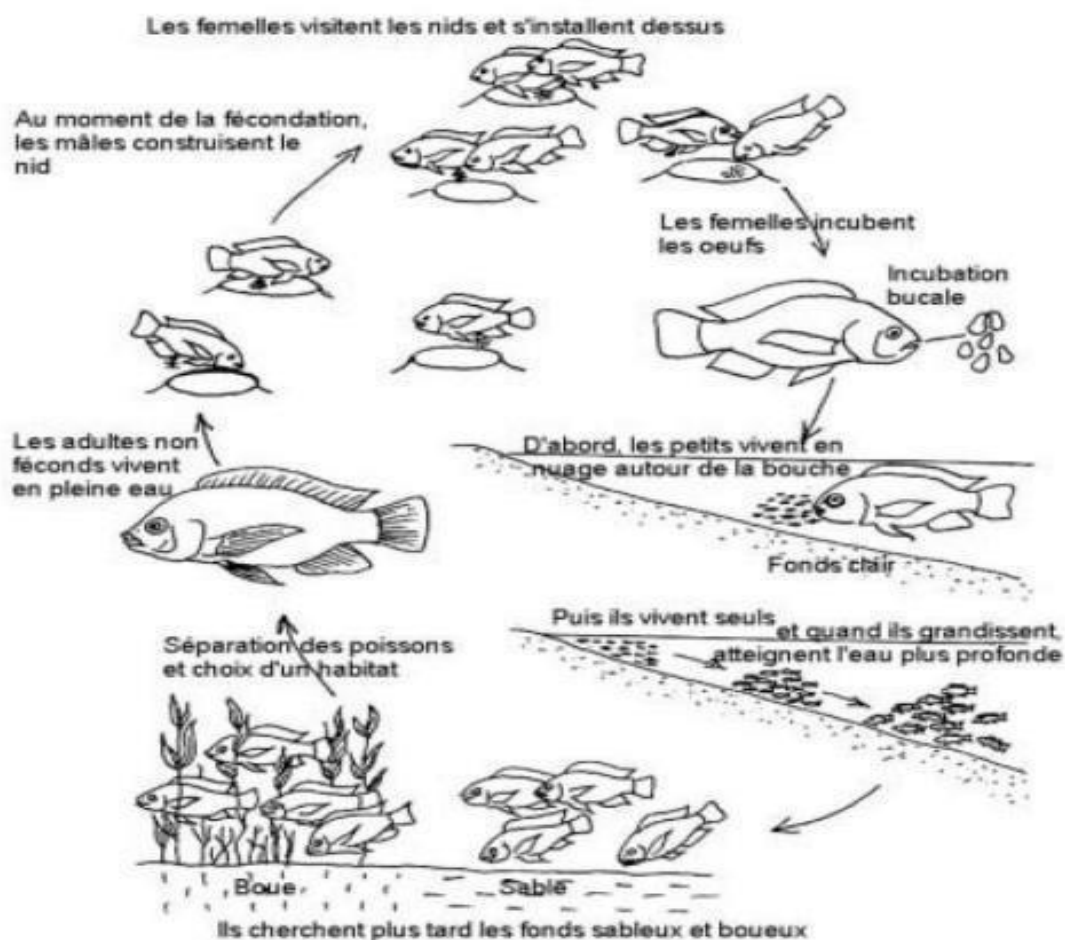


Figure 5: Le cycle naturel du Tilapia (Lacroix, 2004).

Le Tilapia hybride est un Cichlidé fertile ; territorial ; incubateur buccal et est très agressif pendant la saison de reproduction. (Medeiros et al. 2007) ont pu démontrer que les comportements de la reproduction du Tilapia hybride *Oreochromis* sp sont identiques à ceux décrits chez l'espèce parentale *O. niloticus*.

Le croisement entre certaines espèces d'*Oreochromis* conduit à la production d'hybrides à 100% mâles (levéaue et paugy ; 1999). La production aquacole du Tilapia hybride consiste principalement à avoir des populations de mâles qui sont considérés comme des poissons de haute qualité nutritive pour l'homme avec un potentiel de croissance très important. (Figure 5)

V.12 Besoin nutritionnel du Tilapia :

V.12.1 Protéines et acides aminés essentiels

Le Tilapia (*Oreochromis niloticus*) requiert des protéines de haute qualité contenant tous les acides aminés essentiels. Les besoins en protéines décroissent avec l'âge : 45–50 % pour les

Chapitre IV _____ L'aquaculture et l'intérêt de l'élevage de Tilapia
larves, 35–40 % pour les alevins (0,02–10 g), 30–35 % pour les juvéniles (10–25 g), et 28–30 %
pour les poissons de croissance (>25 g) (FAO 2004; El-Sayed 2006; Uwem Effiong 2015)

V.12.2 Lipides et acides gras essentiels

Les lipides fournissent l'énergie nécessaire, permettent l'absorption des vitamines liposolubles et participent à la structure cellulaire. Le minimum requis est de 5 %, mais des niveaux de 10-15 % améliorent la croissance. Les acides gras essentiels sont les oméga-6 (0,5–1 %) et linoléique (n-3), sans nécessité d'EPA/DHA comme pour les poissons marins (Lim et al. 2009; Ng & Chong 2005)

V.12.3 Glucides

Le Tilapia digère efficacement les glucides, notamment l'amidon, jusqu'à un seuil de 35–40 %, avec certaines études mentionnant 70 % utilisables. Les glucides sont un fond énergétique économique et facilitent la cohésion des granulés (FAO 2004; Uwem Effiong 2015)

V.12.4 Vitamines

En élevage intensif, la supplémentation en vitamines est indispensable. La vitamine E est requise à 50–100 mg/kg avec 5 % de lipides, et jusqu'à 500 mg/kg avec 10–15 % de lipides. D'autres vitamines (A, D, C, B-complexe, K) sont essentielles à la santé, au développement osseux et aux fonctions métaboliques (FAO 2004; Shiau & Hu 2006)

V.12.5 Minéraux

Les minéraux essentiels (Ca, P, Mg, Fe, Zn, Mn) doivent être fournis en quantité adaptée. Le phosphore, souvent lié au phytate dans les végétaux, requiert des formes biodisponibles (mono/di-calcium phosphate). Le phosphore déficient entraîne une réduction de la croissance et de l'efficacité alimentaire (FAO 2004; Shiau & Su 2003)

V.13 Profil nutritionnel typique du Tilapia

Composition moyenne d'un Tilapia : 79–81 % d'humidité, 15–16 % de protéines, 0,6–2,4 % de lipides, 1,2–1,5 % de glucides, 0,5–0,9 % de fibres. Les acides aminés essentiels dominants incluent la lysine (~1,7 %) et la leucine (~1,5 %). Les acides gras principaux sont le palmitique, l'oléique et le linoléique. (Islam et al. 2021)

V.14 Appareil digestif des poissons

La bouche : Elle est fonctionnelle suçoir chez la lamproie, entonnoir chez esturgeon, télescopique et fouilleuse chez la carpe (protractile) pour aspirer les larves et les vers.

A l'intérieur de la bouche se trouvent les dents plus ou moins développées et parfois virtuelles. On distingue d'après leur situation : Les dents maxillaires, les dents palatines et les dents vomériennes dont le nombre et la disposition sont précieuses pour l'identification des espèces, notamment chez les salmonidés.

Les dents pharyngiennes qui servent également à l'identification, notamment des Cyprinidés. Les dents linguales que l'on trouve chez la truite, le brochet. Et enfin des dents disposées sur les arcs branchiaux de certains poissons tels que la perche et le brochet.

La denture, comme chez les mammifères, laisse prévoir le régime alimentaire. Piscivore. Brochet, perche, sandre, aux mâchoires bien armées, herbivore, granivore, vermivore.

Les cyprinidés, chez lesquels manquent les dents maxillaires, insectivores : truite.

Le pharynx : Carrefour où s'ouvrent les bronchies puis l'œsophage.

L'estomac : Dont la forme générale affecte celle d'un U. Les parois de l'estomac sont plus ou moins épaisses suivant les espèces et suivant, bien sûr, la nature de l'alimentation des espèces. Entre l'estomac et l'intestin, les pyloriques et des caecums pyloriques.

A la partie intérieure de l'intestin, on trouve le canal cholédoque, venant du foie et celui du pancréas plus ou moins long : plus chez les herbivores et moins chez les carnassiers. Son rôle essentiel est le passage des éléments nutritifs dans le sang,

Le foie : Est une grosse glande brune placée en arrière du cœur et est souvent accompagnée d'une vésicule biliaire.

L'anus : Débouche en avant des orifices génito-urinaires et du premier rayon de la nageoire anale.

V.15 Principe de formulation alimentaire pour Tilapia

La formulation vise à combiner les ingrédients afin de répondre aux besoins nutritionnels des poissons tout en minimisant les coûts. Les principaux critères pris en compte sont la digestibilité, le rapport protéines/énergie, l'équilibre en acides aminés essentiels, ainsi que la présence de facteurs antinutritionnels. Il existe diverses matières premières issues de l'environnement, utilisées dans la fabrication des aliments pour poissons. Ces matières premières sont classées selon plusieurs critères, notamment leur origine, leur composition, leurs propriétés nutritionnelles ou physico-chimiques, ou encore selon des considérations économiques (Guillaume et al., 1999).

V.16 Origine des matières premières :

V.16.1 Matières premières d'origine végétale

Parmi les matières premières végétales utilisées dans la formulation des aliments pour poissons, les tourteaux occupent une place importante. Ce sont des coproduits d'huilerie obtenus par pression, extraction au solvant et traitement thermique de graines oléagineuses, telles que le soja ou le colza. Bien qu'ils soient généralement moins riches en protéines que les matières premières d'origine animale, ils présentent plusieurs avantages (Guillaume et al., 1999).

V.16.1.1 Le tourteau de soja

est le plus couramment utilisé en aquaculture, en raison de sa disponibilité sur le marché, de sa régularité, de son prix raisonnable et de sa bonne valeur nutritionnelle. Il est particulièrement riche en protéines et présente un profil d'acides aminés insaturés satisfaisant, bien qu'il soit déficient en méthionine. Selon Mélard (1999), le coefficient de digestibilité protéique du soja est de 96 %, contre 87 % pour la farine de poisson.

V.16.1.2 Le tourteau de colza

, quant à lui, est largement disponible sur le marché européen. Il possède des protéines bien équilibrées, bien que sa teneur en cellulose soit relativement élevée. Il présente également une moindre toxicité par rapport à d'autres sources végétales. Cependant, la digestibilité des protéines, la valeur énergétique et les limites d'incorporation restent à prendre en considération lors de son utilisation dans les formulations.

- Mal connues chez les poissons: même pour les espèces les plus courantes (**Guillaume et al. 1999**).
- Le tourteau de tournesol : est pauvre en facteurs antinutritionnels (polyphénols) et relativement riche en méthionine.
- Le tourteau d'arachide : Il est riche en protéine (48 à 50%) de haute teneur d'arginine mais carencées en lysine et méthionine.

V.16.1.3 Les additifs

Sont pauvres en minéraux, sauf en phosphore ; des sources de vitamine E et du groupe B. sont formé par 3 groupes : Antioxydant, Emulsifiant, Conservateurs (groupe G). (**Guillaume et al. 1999**)

V.16.1.4 Les céréales

Les farines de blé et de maïs : sont riches en amidon (62% à 72%). Ces céréales pauvres en protéines et en acide aminé insaturé ; lysine en particulier. Le traitement thermique améliore la digestibilité des amidons qui peuvent de ce fait devenir une source d'énergie intéressante (**Larbier et Leclercq., 1992**).

- Les autres céréales : sont peu utilisées en alimentation aquacole car l'avoine pose un problème à cause de son écorce.
- Le son de blé : (écorce de céréale) et les remoulages (intermédiaires entre farine et son) riche en fibres ; et en vitamine B et vitamine E.
- Le son de riz : est très employé dans la ceinture intertropicale ; malgré sa teneur élevée en composés membranaires à effet abrasif.
- La farine de luzerne et farine de feuilles : sont une source de protéines équilibrées ; des vitamines et des caroténoïdes. (**Guillaume et al., 1999**).

V.16.2 Matières premières d'origine animale

L'utilisation des matières premières d'origine animale comme la farine de poisson est presque Indispensable dans les régimes alimentaires des animaux aquatiques (**Guillaume et al., 1999**). En effet, leur constitution en acides aminés indispensables, en acides gras essentiels et vitamines notamment du groupe A, correspondent aux besoins des vertébrés dont les poissons. De plus, la restauration des entrailles et des têtes de poulet dans la production de poisson en particulier. En fait, la farine de plumes provenant d'abattoirs de volailles contient principalement des protéines de kératine, qui est important pour digérer. Cependant, la teneur en protéines élevée (80-85%), mais la valeur biologique est très faible en raison de l'extrême pauvreté en méthionine, la lysine et l'histidine (**Guillaume et al., 1999**).

Dans le contexte de la pisciculture, cette farine peut être utilisée en plus d'autres sources de protéines. Cependant, les têtes et les entrailles de la volaille, une sorte de viande de farine (**Nyinawamwiza., 2007**).

V.16.2.1 La farine de sang

Entier de bœuf par exemple à un niveau protéique très élevé (>84%) et pourrait être incorporée dans l'alimentation des poissons et autres animaux d'élevage (Toko, 2007). Cependant, sa valeur nutritionnelle est assez faible car pauvre en méthionine, isoleucine et arginine mais très riche en leucine (**Guillaume et al. 1999 et Sauvart et al, 2002**), et son Incorporation maximale dans les régimes alimentaires pour poissons ne devrait pas dépasser 9 à 10%.

Chapitre IV _____ L'aquaculture et l'intérêt de l'élevage de Tilapia
Les déchets comprenant le sang et les viscères de volailles, constituent une sorte de farine de viande de composition variable (**Nyinawamwiza, 2007**).

V.16.2.2 Les huiles de poissons

Sont extraites de poissons entiers ou de déchets de poissons. Ils sont utilisés dans la fabrication d'aliment piscicoles, de graisse alimentaire et de produits industriels. Ils sont riches en AGLPI et EPA et DHA, et les vitamines liposolubles A et D). (**Larbier et Leclerco., 1992**).

V.16.2.3 Les antioxydants

Sont des substances qui protègent les composés sensibles à l'oxydation. Ils sont utilisés pour ralentir la chaîne de réaction peroxydation (**Guillaume., 1999**).

PARTIE II :
PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I :

MATERIEL ET

METHODES

II.1 Lieu et période de stage

II.1.1 L'abattoir CHAHY:

Le site CHAHY constitue un abattoir de volailles moderne relevant du complexe agroalimentaire EURL Khider Abdelkader. Intégré dans une démarche de filière, il assure l'ensemble des opérations post-élevage, notamment l'abattage, la transformation, le conditionnement, le contrôle qualité et la distribution des produits finis. Ce dispositif permet de garantir une traçabilité optimale et de répondre aux exigences croissantes en matière de sécurité sanitaire et de qualité nutritionnelle sur le marché algérien.

L'organisation de CHAHY repose sur des procédés industriels respectant les normes d'hygiène en vigueur, ce qui lui confère un rôle central dans la structuration du secteur avicole à l'échelle locale et nationale. Deux visites ont été réalisées dans cet abattoir. La première (27/11/2024) avait pour objectif une prise de connaissance générale des activités du site et l'élaboration d'un plan de travail. La seconde (13/05/ 2025) a été consacrée à la collecte de farine issue des sous-produits de l'abattage, tels que les têtes, les viscères, le sang, les pattes et les intestins. Bien que souvent peu valorisés, ces sous-produits présentent un fort potentiel de valorisation dans diverses filières, notamment dans l'alimentation animale.



Figure 6 : L'abattoir CHAHY

II.1.2 Laboratoire central de la Police Scientifique et technique direction générale de la sûreté nationale (DGSN)

Le laboratoire de Police Scientifique, situé à Alger, benaknoun, est un établissement opérationnel du domaine judiciaire spécialisé dans l'analyse et l'expertise scientifique. Ce laboratoire est doté d'équipements modernes et de moyens techniques avancés permettant la réalisation des analyses, microbiologie, toxicologie et hydrologie.

- **Matières premières et produits finis** : analyses physico-chimique (pH, cendres, humidité, métaux lourds, minéraux), biochimique (glucides, protéines, matières grasses, indice d'acide) et analyses microbiologiques.

- **Eau des bassins** : analyses physico-chimiques.

Les analyses ont été effectuées dans une période de deux mois, allant du 8 avril 2025 au 15 juin 2025

II.1.3 Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA)

Le Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) est un Établissement Public à caractère Scientifique et Technologique (EPST), placé sous la tutelle du Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques. Il a été institué suite à la restructuration du Centre National de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNDPA) en vertu du décret exécutif n° 08-128 du 30 avril 2008, fixant le statut type des EPST. Conformément à ses missions, le CNRDPA mène des activités de recherche scientifique appliquée, axées sur le développement de connaissances, de techniques et d'outils d'aide à la décision, en adéquation avec les contraintes d'exploitation et les conditions naturelles. Ces travaux visent à promouvoir un développement durable des filières de la pêche et de l'aquaculture, tout en assurant la préservation des écosystèmes aquatiques.

La formulation expérimentale du produit a été réalisée au sein de ce centre pendant une semaine de travail. Ces interventions ont permis de mettre en œuvre les différentes étapes de préparation et de transformation .



Figure 7: Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

II.1.4 Pépinière Garden

La pépinière Garden, située dans la commune de Chéraga , Alger. Est un établissement horticole spécialisé dans la production et la commercialisation de plants variés. Elle constitue également un site privilégié pour la conduite d'expériences agricoles et aquacoles, notamment des tests visant à évaluer des produits innovants tels que les aliments pour poissons.

L'environnement contrôlé de la pépinière permet la mise en œuvre de protocoles rigoureux pour évaluer les effets de ces aliments sur la santé et la croissance des poissons . La conduite d'élevage de Tilapia a été réalisée au sein de cette pépinière dans le but d'évaluer l'aliment formulé à base de sous-produits avicoles, en comparaison avec un aliment commercial utilisé comme témoin .



Figure 8: pépinière Garden

Démarche expérimentale :

La démarche expérimentale adoptée pour la valorisation des sous-produits d'abattoir de volailles afin de l'intégrer dans la formulation d'aliment pour l'élevage de Tilapia est présentée à travers la figure suivante :

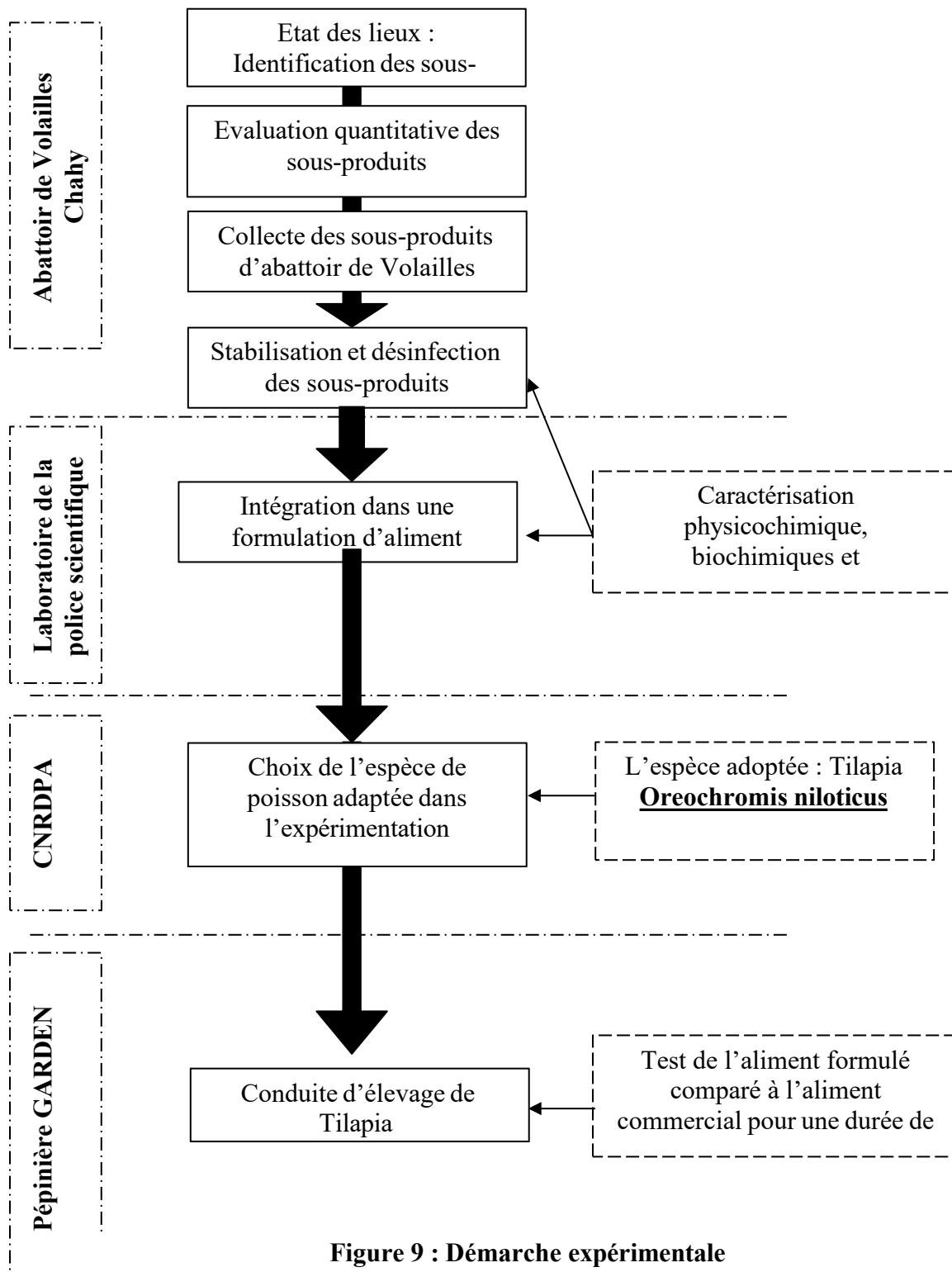


Figure 9 : Démarche expérimentale

II.2 Matériel biologique

II.2.1 Matières d'origine animale

II.2.2 Sous-produits issus de l'abattoir chahy

Les sous-produits qui ont été utilisés dans cette étude, collectés au niveau de l'abattoir Chahhy (figure 6), ont été transformés et stabilisés sous forme d'un mélange de poudre composé de têtes, intestins, viscères, pattes et sang, selon le protocole suivant :

Les sous-produits sont récupérés frais le jour de l'abattage, stockés à une température de 4 °C et utilisés dans les 24 heures. Ils sont d'abord réceptionnés dans des trémies adaptées, puis transférés mécaniquement vers des cuiseurs industriels (type BC16000) à l'aide d'un système de pompage à vis (pompe lamella). La cuisson à la vapeur est réalisée à haute température et sous pression contrôlée, permettant la dénaturation des protéines, la séparation de la graisse, ainsi qu'une réduction significative de l'humidité. À l'issue de la cuisson, un processus de pressage mécanique permet de récupérer la graisse fondue, tandis que la phase solide est dirigée vers un séchage thermique jusqu'à obtention d'un taux d'humidité résiduel compatible avec les normes de conservation. Le produit final, une farine protéique riche en matières azotées, est ensuite refroidi, tamisé et conditionné.

II.3 Description morphologique de l'espèce observée

C'est une espèce emblématique de l'aquaculture africaine et mondiale, appréciée pour sa rusticité, sa croissance rapide et sa capacité à se nourrir d'une grande variété d'aliments. Cette a été délivré par le Centre National Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA).

Nom scientifique : Oreochromis niloticus

Nom commun : Tilapia du Nil

Famille : Cichlidae

Ordre : Cichliformes



Figure 10: Oreochromis niloticus

II.3.1 Traits visibles sur la photo

Tableau 6: Description observable Oreochromis niloticus

Elément morphologique	Description observable
Corps	Comprimé latéralement, allongé, fusiforme ; couleur générale gris-argenté à bleuâtre.
Écailles	Grandes et bien visibles, à disposition régulière, recouvrant tout le corps.
Nageoire dorsale	Longue et continue, composée d'épines à l'avant et de rayons mous à l'arrière.
Nageoire anale	Plus courte que la dorsale, mais également avec rayons épineux et mous.
Nageoire caudale	Forme légèrement arrondie à tronquée, bien marquée par des bandes verticales sombres, typique de l'espèce.
Tête	Relativement petite, museau arrondi, bouche terminale.
Yeux	Proportionnés, adaptés à la vision en milieu aquatique peu profond.
Coloration	Teinte uniforme avec reflets métalliques, parfois tirant vers le brun ou le vert olive.
Barres verticales	Visibles sur la queue et parfois sur les flancs, caractéristiques du <i>tilapia du Nil</i> .

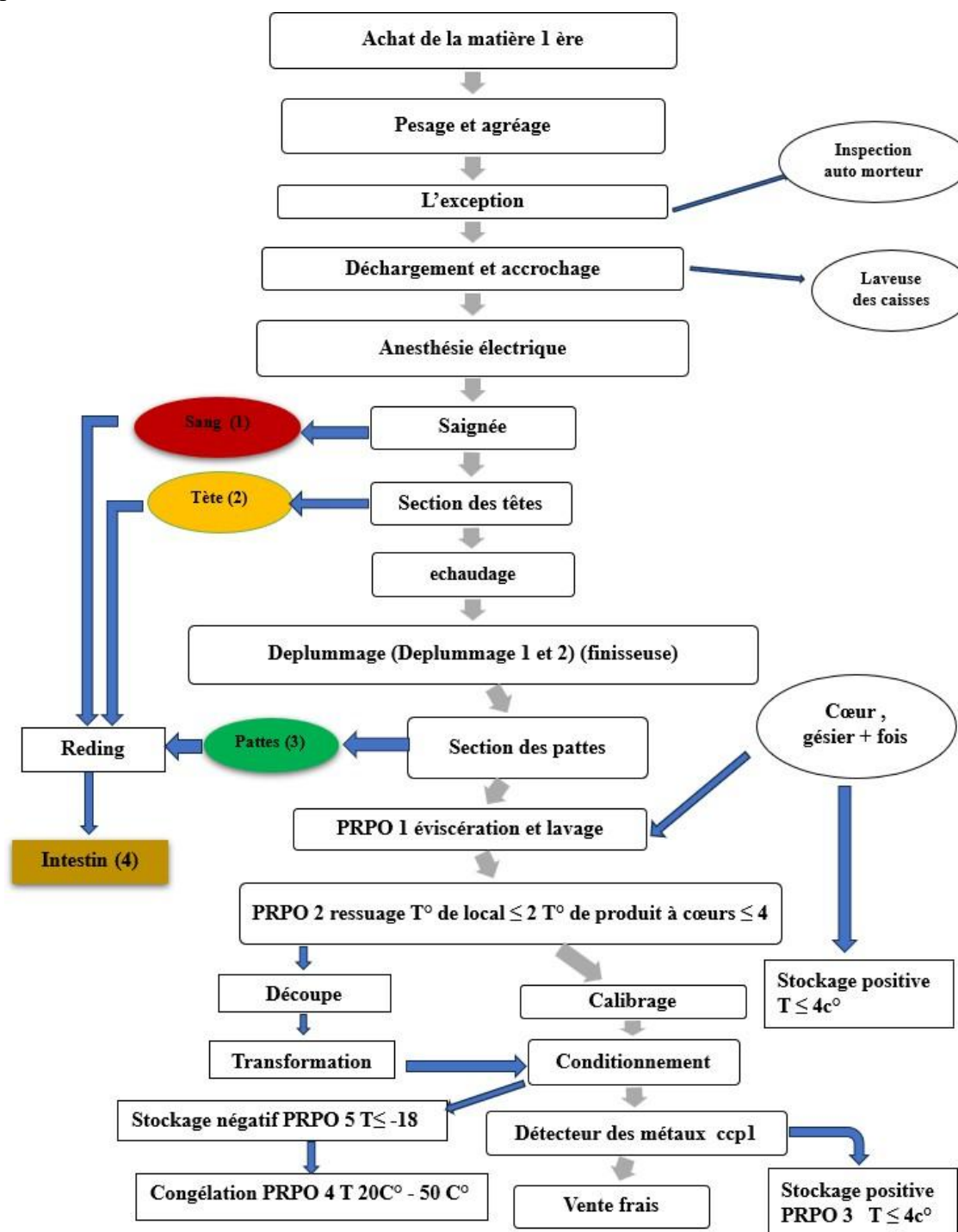


Figure 11:: Provenance des sous-produits durant le processus d'abattage

II.3.2 Matières d'origine végétale :

Ingrédients utilisés pour la formulation de l'aliment :

II.3.2.1 Farine de maïs

La farine de maïs utilisée fournie par L'ONAB, conditionnée dans des sacs de 50 kg. Elle est de couleur jaune clair, avec une texture fine et une humidité inférieure à 12 %.

II.3.2.2 Tourteaux de soja

Les tourteaux de soja fournis par L'ONAB, sont conditionnés dans des sacs tissés de 25 kg, avec une couleur beige clair et une texture granuleuse.

II.3.2.3 Blé tendre

Le blé tendre utilisé fourni par L'ONAB, conditionné dans des sacs de 50 kg.

II.3.2.4 Gluten de blé

Le gluten est un concentré de protéines de blé, fourni par L'ONAB, de couleur crème, à texture poudreuse, Conditionné en sacs de 20 kg.

II.3.2.5 Huile végétale de maïs

L'huile végétale utilisée est de la marque **AFIA**, d'origine algérienne, pressée à froid et raffinée. Elle est conditionnée dans des bidons alimentaires de 5 L, avec une couleur jaune doré.

II.3.2.6 Complément Minéral Vitaminé (CMV)

Le CMV est un prémélange spécialement formulé pour l'alimentation piscicole, fourni par la société AQUA-NUTRI. Il contient vitamines A, D3, E, B-complexe, zinc, fer, manganèse, sélénium, et autres oligo-éléments. Il est conditionné dans des sacs de 10 kg.

II.3.2.7 Carbonate de calcium

Le carbonate de calcium est de qualité alimentaire animale, produit par CALCIAL, en poudre blanche très fine, conditionné dans des sacs de 25 kg. Il est utilisé pour équilibrer le ratio Ca/P dans le produit.

II.3.2.8 Phosphate bicalcique

Le phosphate bicalcique utilisé est de la marque FOSFAN, d'origine tunisienne, avec une teneur garantie en phosphore de 18 %. Il est conditionné dans des sacs hermétiques de 25 kg.

II.3.2.9 Eau

L'eau utilisée dans la formulation est de l'eau potable, conforme aux normes algériennes (NA 6360), Elle est utilisée pour l'hydratation de la pâte et pour faciliter le mélange homogène des ingrédients.

II.4 Formulation utilisée pour la fabrication de l'aliment Témoin

La Formulations utilisées pour la préparation de l'aliment de poissons pour Tilapia sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 7: Proportions de différents ingrédients de l'aliment de poissons

Ingrédients	%
Farine de SPV	35.00
Farine de Tourteaux de Soja	30.00
Farine de son de blé dur	19.80
Calcium Brute	1.00
Phosphate bicalcique	1.00
Huile de Soja	3.00
Farine de maïs	7.00
Liant (Gluten de Blé)	2.20
Farine de Song	0.00
CMV	1.00
TOTAL	100

II.5 Formulation de l'aliment pour Tilapia à base de sous-produits avicoles

La fabrication d'un aliment pour Tilapia à base de sous-produits de volailles (têtes, viscères, pattes, intestins et sang) représente une alternative durable à l'utilisation des matières premières conventionnelles dans l'aquaculture. Leur incorporation dans l'alimentation du Tilapia permet de mieux exploiter les ressources animales disponibles tout en fournissant une source protéique de haute valeur biologique, bien adaptée aux besoins nutritionnels de cette espèce omnivore.

Cette stratégie contribue à la valorisation des déchets d'abattoir tout en renforçant la durabilité des filières aquacole.

II.6 Procédé de fabrication

La formulation de l'aliment est basée sur un mélange de matières premières d'origine animale et végétale. Sa fabrication suit les étapes suivantes :

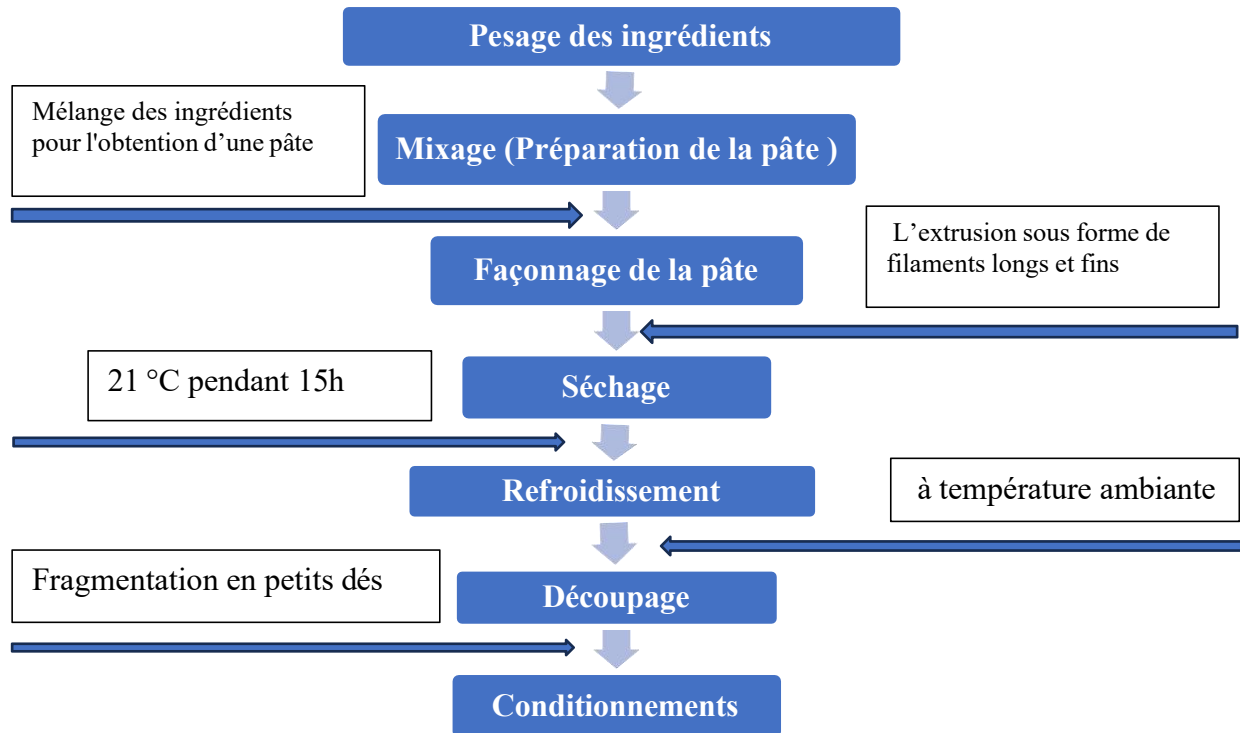


Figure 12:diagramme de fabrication da l'aliment à base des sous-produits de volaille

➤ Pesage des ingrédients :

Cette étape consiste à peser les matières premières



Figure 13: les ingrédients utilisés (a) et la Balance de précision (b)

➤ **Mixage (Préparation de la pâte) :**

L'ensemble des composants secs a été introduit dans un pétrin mécanique et mélangé de manière homogène. L'huile végétale (huile de maïs) a ensuite été incorporée lentement, suivie de l'ajout progressif d'eau potable afin d'obtenir une pâte sableuse, légèrement agglomérée, sans consistance dure.



Figure 14:petrin mécanique pour mixage des ingrédients

Ce procédé vise à assurer une bonne cohésion des particules sans excès d'humidité, facilitant le façonnage ultérieur.

➤ **Façonnage de la pâte :**

La pâte obtenue a été façonnée à l'aide d'un hachoir à viande équipé d'une filière de type spaghettis, permettant l'extrusion sous forme de filaments longs et fins. Ces filaments ont été disposés manuellement sur des plateaux perforés adaptés au séchage.



Figure 15: extrudeuse de laboratoire

➤ **Séchage**

Le séchage a été réalisé dans un four ventilé pendant 15 heures à une température constante de 21 °C, permettant un dessèchement lent et uniforme tout en préservant les qualités nutritionnelles du produit.



Figure 16: four ventilé

➤ **Refroidissement**

Après le séchage, les filaments rigides ont été laissés à température ambiante afin de refroidir

➤ **Découpage**

Les filaments ont été fragmentés manuellement en petits dés de taille homogène afin de faciliter leur ingestion par les poissons.

➤ **Conditionnement**

Le produit fini a été conditionné dans des sacs alimentaires étanches, à l'abri de l'humidité et de la lumière, pour assurer une bonne conservation



Figure 17: Le produit fini emballé

II.7 Analyses physico-chimiques

II.7.1 Détermination de la teneur en cendres

La teneur en cendres est déterminée selon la méthode **930.22 de l'AACC**. Le dosage des cendres est basé sur la destruction de la matière organique par l'incinération dans un four à moufle .

➤ **Mode opératoire .**

- Dans un creuset préalablement taré, peser 5g de l'échantillon
- Faire passer les creusets au four à une température de 550°C jusqu'à l'obtention d'un résidu blanchâtre
- Retirer les creusets et laisser refroidir au dessiccateur
- Peser les creusets.

➤ **Expression des résultats :**

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière humide exprime en pourcentage est donne par l'équation suivante

$$TC(H) \% = \frac{M2-M0}{M1-M0} \times 100$$

Le taux de cendre en fraction massique par rapport à la matière sèche exprime en pourcentage est donne par l'équation

$$TC(s) = TC(H)\% \times \frac{100}{100 - H}$$

Où :

TC (H) : Taux de cendres par rapport la matière humide.

TC(s) : Taux de cendre par rapport la matière sèche

M0 : la masse de la nacelle vide

M1 : la masse de la nacelle + la prise d'essai (avant l'incinération)

M2 : la masse de la nacelle + la prise d'essai (après l'incinération)

H : la teneur en eau, en pourcentage par masse de l'échantillon.



Figure 18: four a moufle

II.7.2 Détermination du pH :

Le pH est déterminé selon la méthode AFNOR NF V 04-408 (1996), à l'aide d'un pH-mètre électronique préalablement étalonné à l'aide de solutions tampons à pH 4,00 et 7,00. Cette méthode permet d'évaluer l'acidité ou l'alcalinité d'un échantillon alimentaire.



Figure 19: pH mètre

➤ Mode opératoire :

- Prélever 1 g d'échantillon pour une dilution 1/100, et 5 g pour une dilution 5/100.
- Ajouter respectivement 100 mL d'eau distillée dans chaque cas.
- Homogénéiser les mélanges pendant 30 minutes à température ambiante.
- Laisser reposer ou filtrer si nécessaire.
- Introduire l'électrode du pH-mètre dans la solution et lire la valeur du pH après stabilisation.

➤ Expression des résultats :

Le pH est exprimé en valeur numérique sans unité, correspondant à la moyenne de deux répétitions effectuées pour chaque dilution.

II.7.3 Détermination de la teneur en humidité

La teneur en humidité est déterminée selon la méthode 925.10 de l'AOAC. Cette méthode repose sur la dessiccation de l'échantillon dans une étuve à température constante afin d'éliminer l'eau libre et liée contenue dans la matière.

➤ **Mode opératoire :**

- Dans un creuset préalablement taré, peser 5 g d'échantillon homogène.
- Introduire le creuset dans une étuve réglée à 105 ± 2 °C pendant 24 heures.
- Retirer le creuset, le laisser refroidir dans un dessiccateur pendant 30 minutes, puis le peser.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en humidité est exprimée en pourcentage par rapport à la matière humide, selon la formule suivante :

$$H(\%) = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

Où :

- **H** : teneur en humidité (%)
- **M₀** : masse du creuset vide (g)
- **M₁** : masse du creuset + échantillon avant dessiccation (g)
- **M₂** : masse du creuset + échantillon après dessiccation (g)



Figure 20:Dessiccateur

II.8 Analyses biochimiques :

II.8.1 Détermination de la teneur en lipides (ISO, 1998)

Elle a été faite par la méthode d'extraction au SOXHLET avec L'éther de pétrole comme solvant selon la Norme Internationale ISO 659 (1998). Elle a été faite par la méthode d'extraction au SOXHLET avec l'hexane comme solvant selon la Norme Internationale ISO 659 (1998).

➤ **Mode opératoire**

- Sécher ballon propre à l'étuve à 105°C pendant 45 minutes à 1 heure refroidis au dessiccateur.
- Peser le ballon vide, puis 5 g d'échantillon broyé et mettre dans une cartouche bouchée avec du coton déshydraté. Placer l'ensemble dans le Soxhlet.
- Ajouter environ 200 ml d'hexane dans le ballon, puis adapter le réfrigérant et ballon.
- Mettre le chauffage et on fait circuler l'eau dans le réfrigérant puis on chauffe doucement à 60-70°C pendant 4h.
- Chaque fois que le Soxhlet se remplit de solvant, celui-ci siphonne, c'est-à-dire qu'il reflue vers le ballon.
- Après extraction, le solvant est évaporé au rotavapor puis récupéré.
- Placer le ballon contenant matière grasse et les traces du solvant à l'étuve pendant 1h
- Refroidir au dessiccateur, ensuite peser.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en matières grasses est exprimée en pourcentage selon la relation :

$$\text{Matière Grasse \%} = \left(\frac{P_f - P_v}{P_e} \right) \times 100$$

Où :

- ✓ **Pf**: Poids final (g)
- ✓ **Pv**: Poids vide du ballon (g)
- ✓ **PE** : Prise d'essai (g)



Figure 21: Chauffage à reflux



Figure 22: évaporateur rotatif.

II.8.2 La teneur en protéines totales selon la méthode de KJELDHAL (NA, 2012)

La teneur en protéines est déterminée selon la méthode de dosage de l'azote total de Kjeldhal.

➤ Mode opératoire

A. Première étape : Minéralisation sulfurique

- Introduire dans le matras-kjeldahl:
- 1g de l'échantillon et éviter les contacts avec les parois.
- Le catalyseur (6g de sulfate de potassium. 1g de sulfate de cuivre) : 1g du mélange.
- 25ml d'acide sulfurique concentré.
- Placer le matras incliné sur le dispositif de chauffage, chauffer d'abord doucement (pour éviter la montée de la mousse)
- Faire en suite, bouillir vigoureusement jusqu'à limpidité de la solution, en agitant de temps à autre le matras
- Laisser refroidir.

B. Seconde étape : Distillation de l'ammoniac

- Verser dans le matras refroidi contenant la solution limpide obtenue.
- Ajouter au continu 200ml d'eau distillée
- 20ml de cette solution 50ml NaOH à 33-20ml d'acide borique à 4%+ 3gouttes l'indicateur colore.

- Après 5 minutes de distillation, il y aura virage de la couleur du rose au verdâtre.

C. Troisième étape : titrage

Il faut titrer rapidement l'ammoniac dans la solution de la distillation, avec la solution d'acide chlorhydrique à 0.25N, la lecture du volume de ce dernier se fait au moment du virage de la couleur au rose

➤ Expression des résultats :

La teneur en protéines exprimée en pourcentage rapportée à la matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$(\%) = \frac{(V_1 - V_0) \times \text{conc HCl} \times 14.01 \times 0.625}{1000 \times P_e} \times 10$$

Où :

- ✓ V_1 : Volume de la chute du HCl à 0.25N pour l'essai
- ✓ V_0 : volume de la chute du HCl à 0.25N pour le blanc (0.1ml)
- ✓ P_e : La prise d'essai en grammes.
- ✓ 14.01 : Indice d'azote.
- ✓ 0.625 : Facteur de conversion.
- ✓ 0.25 : Normalité de l'acide chlorhydrique pour le titrage



Figure 23: Appareils de dissolution rapide à infrarouge pour la détermination d'azote selon Kjeldahl (Behrotest InKjel)



Figure 24: Unité de distillation Kjeldahl (Behrotest)

II.8.3 Détermination de la teneur en glucides totaux

La teneur en glucides est déterminée selon une méthode adaptée des normes AOAC 996.11 et 991.43. Le dosage des glucides est basé sur l'hydrolyse acide des polysaccharides en monosaccharides suivie d'une analyse par chromatographie liquide à haute performance (HPLC).

Mode opératoire

- Peser 0,5000 g de l'échantillon.
- Ajouter 5 mL d'éthanol 80 %, agiter 5 min puis centrifuger 10 min à 4000 rpm. Jeter le surnageant. Répéter une fois.
- Ajouter 10 mL d'eau ultrapure, chauffer à 80 °C pendant 30 min. Refroidir.
- Ajouter 10 mL de HCl 2 N, chauffer à 100 °C pendant 1 h sous reflux. Laisser refroidir.
- Neutraliser avec NaOH 1 N jusqu'à pH 7.
- Centrifuger si nécessaire, filtrer sur filtre 0,45 µm. Compléter à 10 mL avec de l'eau ultrapure.
- Injecter la solution dans l'HPLC équipé d'un détecteur RID ou UV.

➤ **Préparation de la courbe d'étalonnage**

- Préparer une solution mère en dissolvant 1 g de glucose dans 100 mL d'eau désionisée (10 mg/mL).
- Préparer les solutions filles dans des fioles jaugées de 20 mL, en diluant la solution mère avec de l'eau désionisée selon les volumes suivants :
 - 1 mg/ml : 2 ml + eau jusqu'à 20 ml
 - 2,5 mg/ml : 5 ml + eau jusqu'à 20 ml
 - 5 mg/ml : 10 ml + eau jusqu'à 20 ml
 - 7,5 mg/ml : 15 ml + eau jusqu'à 20 ml
 - 10 mg/ml : solution mère non diluée (20 ml)
- Analyser ces solutions par HPLC afin d'établir la relation entre la concentration et l'aire du pic.

➤ **Expression des résultats**

La concentration en glucides, exprimée en mg/g de matière sèche, est déterminée par interpolation à partir de la courbe d'étalonnage obtenue avec les standards de glucose.

II.8.4 Dosage de l'acidité grasse

Est déterminé par titrage alcalimétrique avec une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) alcoolique 0,1 N, en présence d'un indicateur de phénolphthaléine. Ce dosage permet de quantifier la teneur en acides libres dans l'échantillon. et c'est un indicateur de l'état de la dégradation de la matière grasse

➤ **Mode opératoire :**

- Peser 2 g de l'échantillon, le fondre à 40 °C.
- Ajouter 50 ml d'éthanol et 5 ml d'éther diéthylique.
- Titrer avec la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) alcoolique 0,1 N en présence de phénolphthaléine jusqu'au virage rose pâle (neutralisation).

➤ **Expression des résultats :**

L'indice d'acidité est calculé par la formule suivante :

$$\text{Indice d'acidité} = V \times 65.1 \times N/M$$

Avec :

- V : volume de KOH utilisé (ml)
- N : normalité de la solution de KOH (0,1 N)
- M : masse de l'échantillon (g)

II.8.5 Détermination de la conductivité / température / dureté totale

La conductivité, température et la dureté totale est mesurée à l'aide d'un multi-paramètre selon une méthode basée sur la norme ISO 7888.

➤ **Mode opératoire**

- Allumer l'appareil multi paramètre et sélectionner le mode "conductivité / température / dureté totale ".
- Immerger la sonde dans un bécher contenant l'échantillon d'eau.
- Attendre la stabilisation de la mesure.
- Noter la valeur affichée.

➤ **Expression des résultats de la conductivité**

La conductivité est exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou mS/cm . Une conversion automatique en salinité (g/L) peut être effectuée selon la configuration de l'appareil.

➤ **Expression des résultats de la température**

La température est exprimée en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

➤ **Expression des résultats de la dureté totale**

La dureté est exprimée en $^{\circ}\text{f}$ (degrés français) ou en mg/L de CaCO_3 , selon la configuration de l'appareil.

(1 $^{\circ}\text{f}$ = 10 mg/L de CaCO_3)

II.8.6 Détermination des nitrates (NO_3^-)

La concentration en nitrates est déterminée selon une méthode colorimétrique semi-quantitative utilisant des bandelettes réactives spécifiques.

Cette méthode est conforme aux pratiques usuelles de contrôle rapide de la qualité de l'eau (NF EN ISO 13395, version simplifiée).

➤ **Mode opératoire**

- Prélever un volume d'échantillon dans un bécher propre.
- Immerger la bandelette réactive dans l'échantillon pendant 1 à 2 secondes.
- Retirer la bandelette et laisser réagir à l'air libre pendant 1 minute.
- Comparer la coloration avec l'échelle colorimétrique standard du fabricant.

➤ **Expression des résultats**

Les concentrations sont exprimées en mg/L NO_3^- , par correspondance visuelle avec l'échelle standardisée fournie.

II.8.7 Détermination des nitrites (NO_2^-)

Les nitrites sont analysés par une méthode colorimétrique rapide utilisant des bandelettes réactives commerciales, en conformité avec les recommandations simplifiées des normes ISO 6777.

➤ Mode opératoire

- Prélever un échantillon dans un récipient propre.
- Plonger la bandelette réactive spécifique aux NO_2^- pendant le temps recommandé (généralement quelques secondes).
- Retirer, laisser réagir à l'air libre.
- Comparer la teinte obtenue avec l'échelle colorimétrique fournie.

➤ Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/L NO_2^- , par lecture visuelle sur l'échelle colorée standard du fabricant.

II.9 Analyses microbiologiques

a) Recherche et dénombrement des levures et moisissures:

➤ Mode opératoire :

- Verser 25 ml du milieu de culture OGEA (Oxytétracycline-Glucose-Yeast Extract Agar) dans des boîtes de Petri et laisser solidifier.
- Transférer 0,1 ml de chaque dilution dans les boîtes de Petri à l'aide d'une pipette Pasteur.
- Répartir la suspension sur toute la surface de la gélose à l'aide d'un râteau stérile.
- Incuber les boîtes à 25°C pendant 5 jours.

➤ Lecture :

- Observer les colonies représentant un aspect cotonneux et filamenteux.
- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 10 et 150 colonies (Devuchelle, 1996).

b) Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux:

➤ Mode opératoire :

- Déposer 1 ml des dilutions décimales dans des boîtes de Petri stériles à l'aide de pipettes stériles.
- Ajouter 15 ml de milieu VRBL refroidi à 45°C dans chaque boîte de Petri.
- Mélanger en effectuant des mouvements en forme de 8.
- Ajouter une deuxième couche de gélose après la solidification de la première.
- Incuber les boîtes à 37°C pendant 24 heures.

➤ **Lecture :**

- Les colonies présumées caractéristiques sont de couleur rose à rouge.

c) Recherche et dénombrement de la Flore mésophile aérobique totale (FMAT):

➤ **Mode opératoire :**

- Déposer 1 ml des dilutions décimales dans des boîtes de Petri stériles à l'aide de pipettes stériles.
- Ajouter 15 ml de milieu PCA refroidi à 45°C dans chaque boîte de Petri.
- Mélanger en effectuant des mouvements en forme de 8.
- Ajouter une deuxième couche de gélose après la solidification de la première couche.
- Incuber les boîtes à 30°C pendant 48 heures

➤ **Lecture :**

- Les FMAT (Formes Microscopiques Anaérobies Typiques) se présentent sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.
- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies (Aouadi et Khelil, 2015).

d) Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus :

➤ **Mode opératoire :**

- Transférer 0,1 ml de chaque dilution sur la surface de la gélose BP solide.
- Répartir la suspension sur toute la surface de la gélose à l'aide d'un râtelier stérile.
- Incuber les boîtes à 37°C pendant 48 heures.

➤ **Lecture :**

- Les colonies se présentent sous forme de taches noires entourées d'une zone brillante et irisée.

e) Recherche des Salmonelles :

➤ **Mode opératoire :**

- **Pré-enrichissement :**

- Peser 25 g d'échantillon à l'aide d'une balance de précision.
- Mélanger avec 225 ml d'EPT (eau peptonée tamponnée).
- Incuber le mélange à 37°C pendant 18 à 24 heures (Da Saliva et al., 2014 ; Djabou Rafai, 2021).

- **Enrichissement :**

- Transférer 0,1 ml du flacon de pré-enrichissement incubé dans un tube à essai contenant 10 ml de milieu d'enrichissement RV (Rappaport Vassiliadis).
- Incuber à 44°C pendant 24 heures.

- **Isolement :**

- Ensemencer la culture obtenue à partir du milieu RV sur la surface d'une boîte de Petri contenant les milieux d'isolement sélectif XLD (Xylose Lysine Désoxycholate) et Hektoen.
- Incuber à 37°C dans une étuve pendant 24 heures (Da Saliva et al., 2014 ; Djabou Rafai, 2021).

➤ **Lecture :**

Les colonies suspectes présentant une couleur verte ou bleue, avec ou sans centre noir, ont été soumises à un deuxième test de confirmation (Joffin, 2010).

f) Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

➤ **Mode opératoire :**

- Verser 25 ml du milieu de culture OGA (Glucose Yeast Extract Agar) dans des boîtes de Petri stériles et laisser solidifier.
- Transférer 0,1 ml de chaque dilution dans les boîtes de Petri à l'aide d'une pipette Pasteur.
- Répartir la suspension uniformément à l'aide d'un râteau stérile sur toute la surface de la gélose.
- Incuber les boîtes à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture :**

- Observer les colonies bactériennes apparues (aspect crémeux ou opaque).
- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre **30 et 300 colonies**.

b) Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs (CSR)

➤ **Mode opératoire :**

- Prélever 1 ml de chaque dilution et l'introduire dans un tube à essai propre.
- Placer les tubes dans un bain-marie à 80 °C pendant 10 minutes (traitement thermique destiné à détruire les formes végétatives et stimuler la germination des spores).
- Refroidir rapidement les tubes sous le robinet d'eau froide pour provoquer un choc thermique.
- Ajouter dans chaque tube :
- 10 ml de milieu de Viande Foie,

- 5 ml de solution de sulfate de sodium,
- 5 ml de solution d'alun de fer.
- Pour créer un milieu anaérobie, ajouter quelques gouttes d'huile de paraffine en surface.
- Incuber à 37 °C pendant 24 heures.

➤ **Lecture :**

- Observer la présence de colonies noires au fond ou en surface du tube, caractéristiques des *Clostridium sulfito-réducteurs*.
- Le noircissement indique la réduction du sulfate en sulfure d'hydrogène (H₂S) réagissant avec les sels de fer.

II.10 Conduite d'élevage de Tilapia (Oreochromis niloticus)

II.10.1 Préparation expérimentale des Tilapia (Oreochromis niloticus) et mise en place des unités d'élevage

Les Tilapias (Oreochromis niloticus) ont été collectés manuellement à l'aide d'un filet dans des bassins couverts. Par la suite, les poissons ont été répartis de manière équitable en deux lots expérimentaux homogènes, comprenant chacun 15 individus, en tenant compte de leur taille et de leur poids initial afin d'assurer l'homogénéité des groupes.

II.10.2 Caractéristiques initiales des Tilapias (Oreochromis niloticus)

- Poids moyen initial : 45 à 57 g
- Longueur totale : 14 à 16 cm
- Poids total du lot 1 (aliment expérimental) : 758 g
- Poids total du lot 2 (aliment témoin) : 764 g



Figure 25: Tilapia (Oreochromis niloticus)

II.10.3 Conditions d'élevage et système de maintien en vie

a. Volume d'élevage

Deux bassins d'un volume de 900 litres chacun ont été utilisés pour les deux lots séparément.

b. Oxygénation

L'oxygénation a été assurée à l'aide d'un **aérateur électrique** (type pompe à air d'aquaculture), permettant une bonne diffusion d'oxygène dans l'eau et évitant l'hypoxie.



Figure 26: bassins expérimentaux pour la conduite d'élevage de Tilapia

c. Système de filtration artisanal

Un système de filtration a été réalisé manuellement à l'aide de bouteilles plastiques recyclées, dans lesquelles ont été percés des trous pour faciliter la circulation de l'eau. Deux types de filtration ont été combinés :

- **Filtration mécanique** : assurée par l'utilisation de couches de ouate, servant à retenir les particules solides et les matières organiques en suspension.
- **Filtration biologique** : réalisée avec une couche de cailloux naturels, support de fixation pour des bactéries nitrifiantes. Ces micro-organismes assurent la transformation de l'ammoniac (NH_3), excrété par les poissons, en nitrites (NO_2^-), puis en nitrates (NO_3^-), réduisant ainsi la toxicité de l'eau.



Figure 27: Filtre à sable

II.10.4 Régime alimentaire et distribution

a) Calcul des rations journalières

Les rations alimentaires ont été calculées en fonction d'un taux d'alimentation de 8 % du poids corporel total :

- Lot 1 : $758 \text{ g} \times 8 \% = 60,64 \text{ g/jour}$
- Lot 2 : $764 \text{ g} \times 8 \% = 61,12 \text{ g/jour}$

b) Méthode de distribution

Les rations journalières ont été divisées en deux repas distribués matin et soir, à la main, de manière

homogène à la surface des bassins.

II.10.4.1 Suivi de la qualité de l'eau

La qualité de l'eau a été contrôlée tous les 3 jours à l'aide d'un appareil multi paramètre, afin de garantir des conditions optimales d'élevage. Les paramètres mesurés incluent :

- Température (°C)
- pH
- Conductivité (µS/cm)
- Dureté totale (°f)
- Nitrates (mg/L)
- Nitrites(mg/L)

II.10.5 Évaluation de la croissance

Des mesures de poids corporel et de longueur totale ont été effectuées à trois moments clés de l'expérimentation :

- Avant le début du test (J0)
- Au cours de l'expérimentation (vers J15)
- À la fin du test (J30)

Ces données ont servi à calculer les paramètres suivants :

- Gain moyen de poids.
- Indice de consommation alimentaire (ICA) selon la formule suivante :

$$\text{ICA} = \text{Quantité d'aliment distribuée (g)} / \text{Gain de poids (g)}$$

Signification : Il indique la quantité d'aliment nécessaire pour produire un gramme de gain de poids vif chez le poisson.

➤ Plus l'ICA est bas, plus l'aliment est bien valorisé.

- Taux de croissance spécifique (TCS) selon la formule ci-après :

$$(\text{PF} - \text{PI})$$

$$\text{TCS (\%/jour)} = \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$$

où :

- PF = poids final (g)
- PI = poids initial (g)
- t = durée en jours

Signification : C'est le taux de croissance journalier moyen en pourcentage du poids corporel.

II.10.6 Durée de l'expérimentation

L'expérience a été menée sur une période de 30 jours, avec un suivi rigoureux des paramètres environnementaux, alimentaires et biologiques

Chapitre II : Résultats et discussions

III.1 Résultats de l'état des lieux chiffré des sous-produits issus de l'abattoir Chahy

III.1.1 Données de base de l'abattoir chahy

Nombre des volailles abattus par jour :

- Dindes : 10000 dindes par jour
- Poules : 40000 poulets par jour

Les quantités des sous-produits issus de l'abattage au niveau de l'abattoir chahy sont présentées au niveau des tableaux suivants :

III.1.1.1 Pour la dinde

Tableau 8: Quantité des sous-produits de la dinde d'abattoir Chahy kg/j (poids vif 15 kg)

Sous-produits	(%)	quantité kg/j
Sang	3.5	5250
têtes	3.8	5700
pattes	3.5	5250
intestins	4.7	7050
Poumons , rate , ponceras	1.2	1800
Rejet de la VSM	-	16000
Total	-	23250

III.1.1.2 Pour poulets**Tableau 9: Quantité des sous-produits des dinde d'abattoir Chahy kg/j (poids vif 2.5 kg)**

Sous-produits	(%)	quantité kg/j
Sang	3	3000
têtes	3.6	3600
pattes	5.1	5100
intestins	6.7	6700
Poumons , rate , ponceras	1.2	1200
Rejet de la VSM	-	6400
Total	-	18400

Selon les données issues de l'abattoir, le rendement en viande commercialisable chez la volaille est en moyenne de 65 %. Le reste correspond à des sous-produits, répartis comme suit :

Tableau 10: les parties de volaille non commercialisables

Type de produit	Pourcentage moyen du poids vif	Exemple pour 1 000 kg de volailles
Viande (carcasse + découpes)	65 %	650 kg
Sous-produits comestibles (abats : foie, cœur, gésier)	6–8 %	60–80 kg
Sous-produits non comestibles (sang, pattes, viscères, etc.)	25–30 %	250–300 kg
Pertes diverses (contenu digestif, déchets souillés)	2–5 %	20–50 kg

Tableau 11:Quantités des farines issues des sous-produits de dinde (%) :

Sous-produits	(%)	quantité kg/j
Sang	10	525
têtes	25	1425
pattes	25	1313
intestins	20	1410
Poumons , rate , ponceras	20	3600
Rejet de la VSM	20	3300
Total	-	8333

Tableau 12:Quantités des farines issues des sous-produits de poulet (%) :

Sous-produits	(%)	quantité kg/j
Sang	10	300
têtes	25	900
pattes	25	1275
intestins	20	1340
Poumons , rate , ponceras	20	240
Rejet de la VSM	20	1280
Total	-	8333

L'abattoir Chahy génère quotidiennement 13 668 kg de farines à partir de 41 650 kg de sous-produits bruts de volailles (dinde et poulet). Cette quantité peut être considérée comme non négligeable tenant compte qu'elle provient d'un seul abattoir. Les sous-produits animaux sont aujourd'hui au cœur des innovations en alimentation animale durable. Par exemple, la farine de sang est une alternative crédible à la farine de poisson, souvent coûteuse et importée. Cela représente un atout stratégique pour les pays producteurs de volaille qui souhaitent réduire leur dépendance aux importations de protéines végétales ou animales.

III.2 Résultats des analyses

III.2.1 Résultats des analyses physicochimiques de la matière première : farine des sous-produits de volaille

Le tableau révèle les résultats de la teneur en eau et du taux de cendre et le pH de la farine des sous-produits de volailles étudiés. Les paramètres analysés sont l'humidité et les cendres et le pH.

Tableau 13: Teneur en humidité et taux de cendres et pH de la farine des sous-produits de volaille

Paramètre	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
Humidité (%)	6.53	6.52	6.58	6.54
pH	5.50	5.64	5.49	5.54
Cendres (%)	19.74	18.32	19.02	19.03

III.2.2 La teneur en humidité

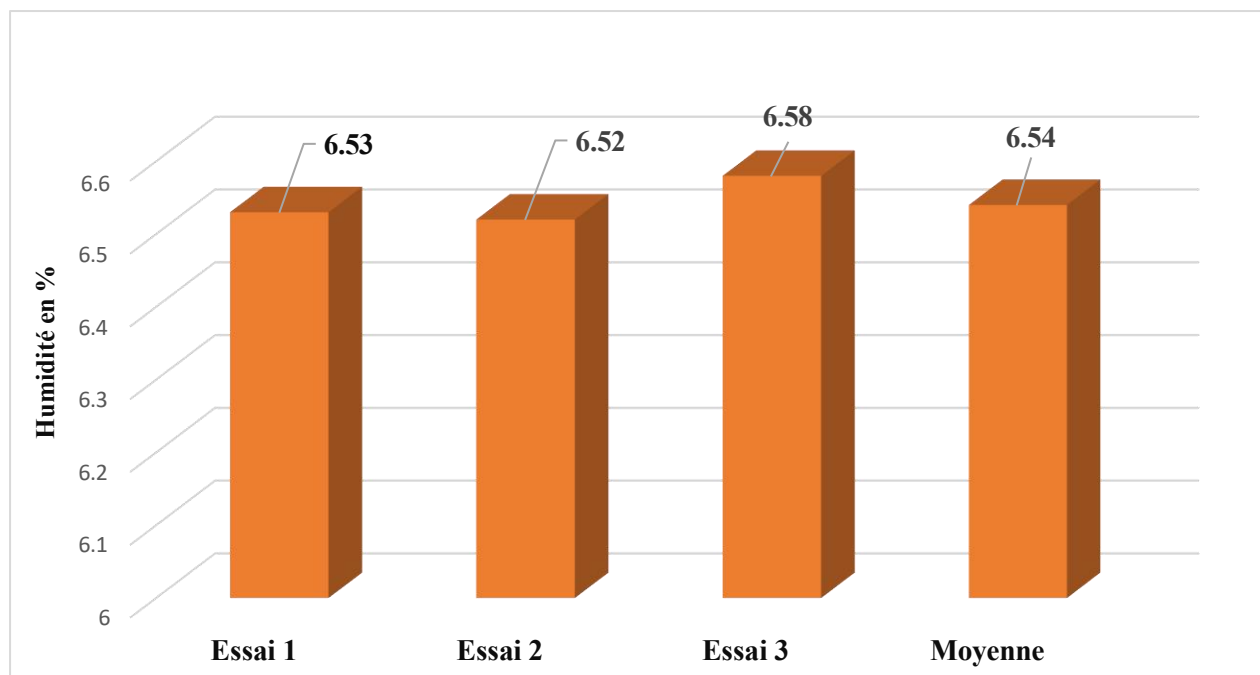


Figure 28: Humidité de farine des sous-produits de volaille

Les résultats de l'humidité de la farine des sous-produits de volaille des trois essais révèlent une humidité moyenne de 6,54 %, avec des valeurs individuelles allant de 6,52 % à 6,58 %. Ce taux relativement bas est favorable à la conservation de la farine, en limitant la détérioration de la farine.

Selon les normes générales de qualité des farines animales, un taux d'humidité inférieur à 10 % est considéré comme acceptable pour garantir une bonne stabilité (FAO, 2011).

III.2.3 La valeur de pH

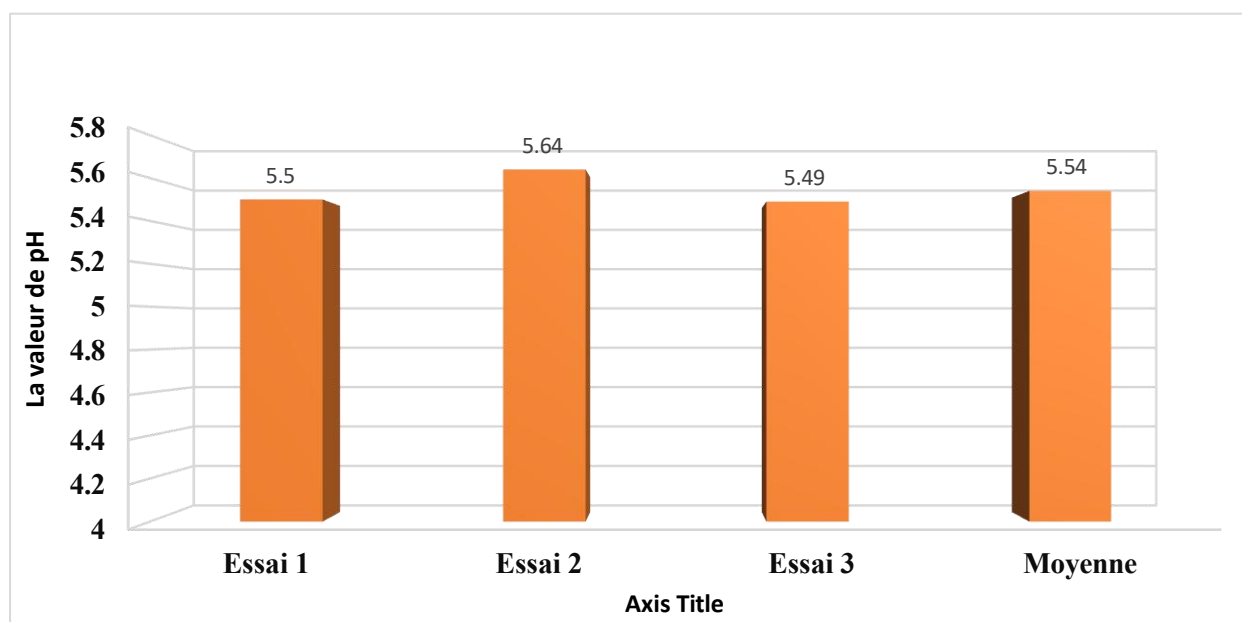


Figure 29: la valeur de pH de farine des sous-produits de volaille

Le pH de la farine varie entre 5,49 et 5,64, avec une moyenne de 5,54. Ce pH légèrement acide est typique des farines animales transformées, et peut refléter un début d'hydrolyse des composés lipidiques ou protéiques. Toutefois, il reste dans une plage acceptable pour les ingrédients d'aliments piscicoles. Un pH acide peut également contribuer à limiter la croissance de certaines bactéries pathogènes.

III.2.4 La teneur en cendres

La détermination de la teneur en cendre permet de connaître la quantité totale des sels minéraux contenus dans l'échantillon à analyser. La teneur en matière minérale nous informe sur la qualité nutritionnelle de l'échantillon à analyser

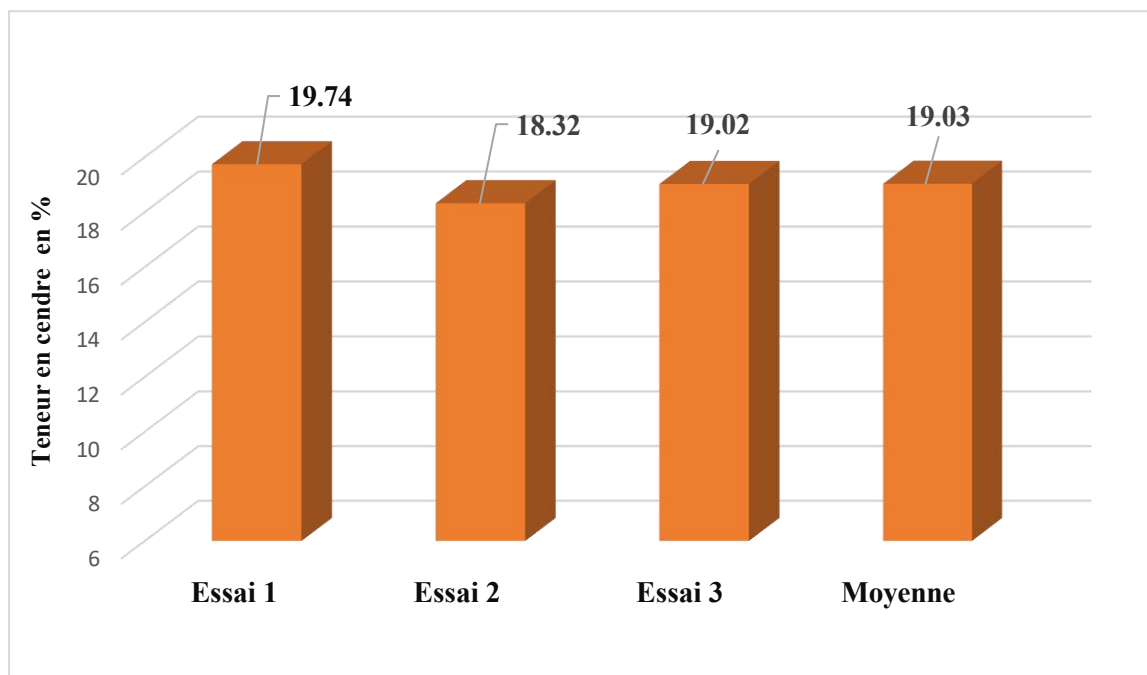


Figure 30: La teneur en cendre de farine des sous-produits de volaille

Les cendres, indicatrices de la teneur en minéraux totaux, varient entre 18,32 % et 19,74 %, avec une moyenne de 19,03 %. Ces valeurs relativement élevées sont caractéristiques des farines animales, en particulier celles dérivées d'abats ou de matières osseuses.

En effet, les farines d'os et d'abats présentent naturellement une forte concentration en minéraux structuraux tels que le calcium et le phosphore, éléments indispensables au développement osseux, au métabolisme cellulaire et à de nombreuses fonctions enzymatiques (Bureau et al., 1999 ; NRC, 2011).

III.3 Résultats des analyses biochimiques de la farine des sous-produits de volaille

Les résultats des analyses biochimiques de farine des sous-produits de volaille sont consignés dans le tableau 09 .

Tableau 14: Paramètres biochimiques de farine des sous-produits de volaille

Paramètre	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
Matière grasse (%)	15.68	16.83	16.20	16.24
Acidité grasse (%)	5.08	5.03	4.99	5.03
Protéines (%)	52.38	53.02	52.92	52.77
Glucides (%)	55.77	55.78	56.32	55.99

III.3.1 Acidité grasse :

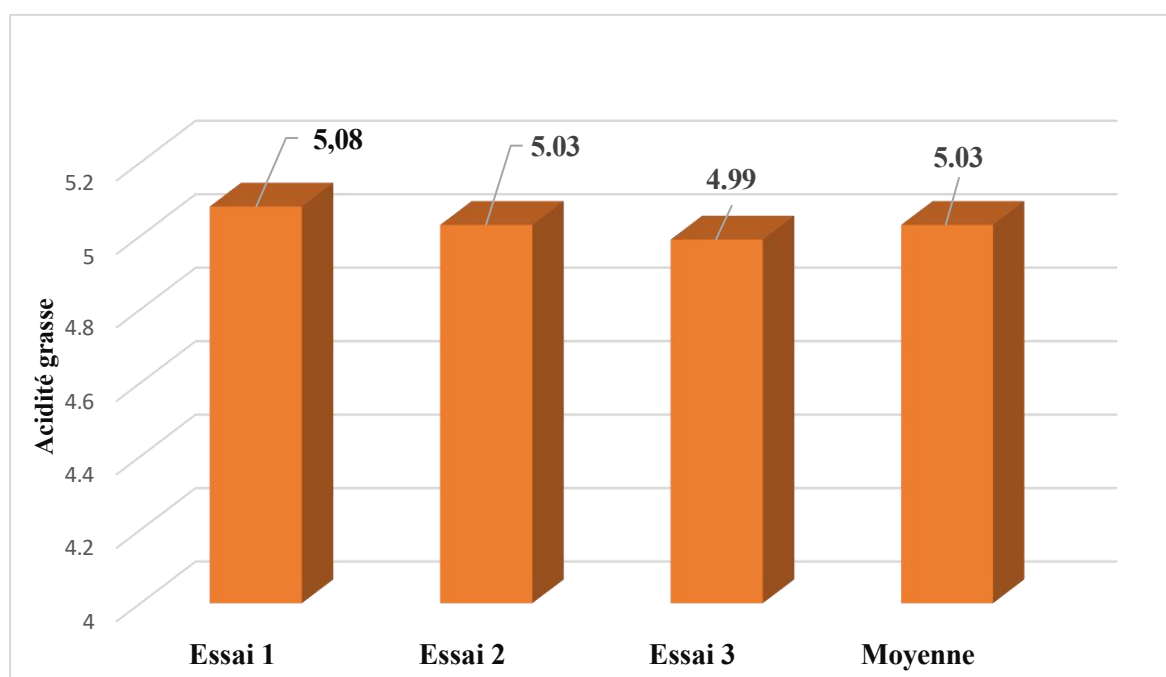


Figure 31: la tenure en acidité grasse

L'analyse de l'acidité grasse de la farine de sous-produits de volailles a montré des valeurs comprises entre 4,986 % et 5,076 %, avec une moyenne de 5,03 %. Ce taux relativement élevé s'explique par la nature des tissus d'origine animale utilisés dans cette farine, notamment le gras abdominal, les viscères et la peau, qui sont particulièrement riches en lipides facilement

hydrolysables. Ces composants favorisent l'augmentation des acides gras libres lors du processus de transformation en farine (El Boushy & Van der Poel, 2000).

Ce profil lipidique reste acceptable dans le contexte de l'alimentation piscicole, notamment pour des espèces omnivores et robustes comme le Tilapia, capables de tolérer des variations modérées de la qualité lipidique sans impact majeur sur leur croissance (Ng & Romano, 2013).

III.3.2 Les glucides totaux

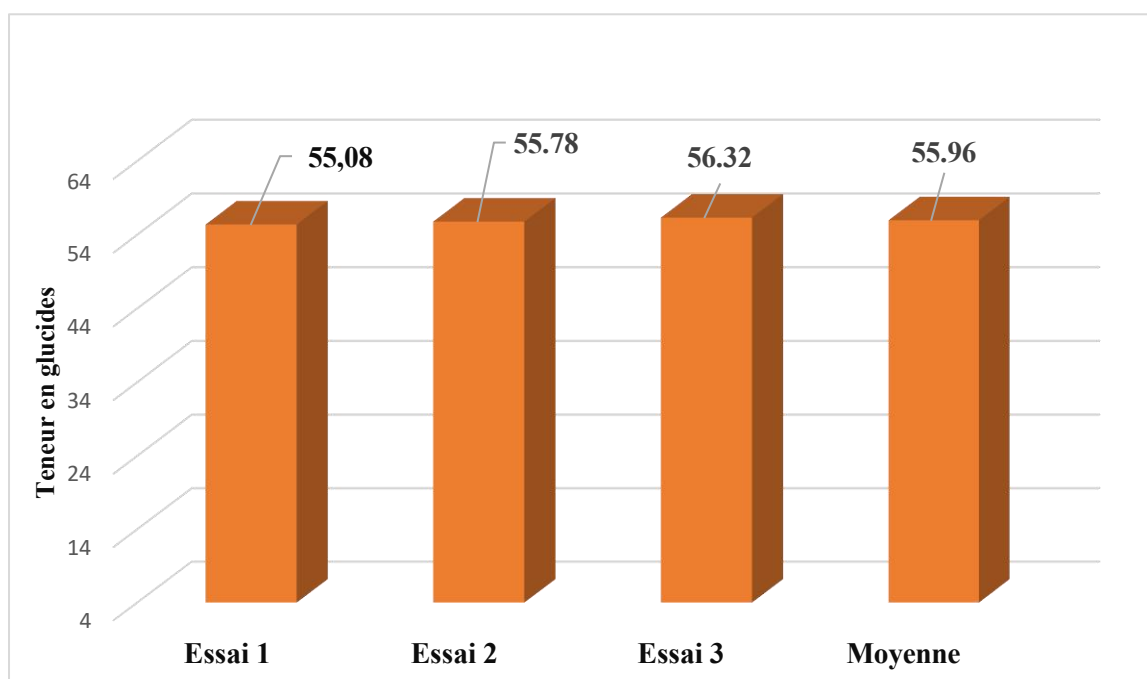


Figure 32: teneur en glucides totaux

La teneur moyenne en glucides de la farine de sous-produits de volailles, obtenue à 59,02 % (valeurs individuelles : 59,01 %; 58,86 %; 59,20 %), s'explique par la nature des tissus utilisés dans sa composition, principalement les viscères, intestins, têtes, pattes et sang. Les viscères et intestins contiennent des résidus de contenu digestif, parfois riches en glucides partiellement digérés ou non absorbés (El Boushy & Van der Poel, 2000). Le sang, en particulier, contient du glucose circulant ainsi que du glycogène, ce qui peut également contribuer à cette teneur élevée. Cette teneur représente un apport énergétique non négligeable dans l'alimentation du Tilapia, espèce omnivore capable de digérer et valoriser les glucides alimentaires (Ng & Romano, 2013), ce qui rend cette farine adaptée dans une formulation équilibrée.

III.3.3 Protéines totales

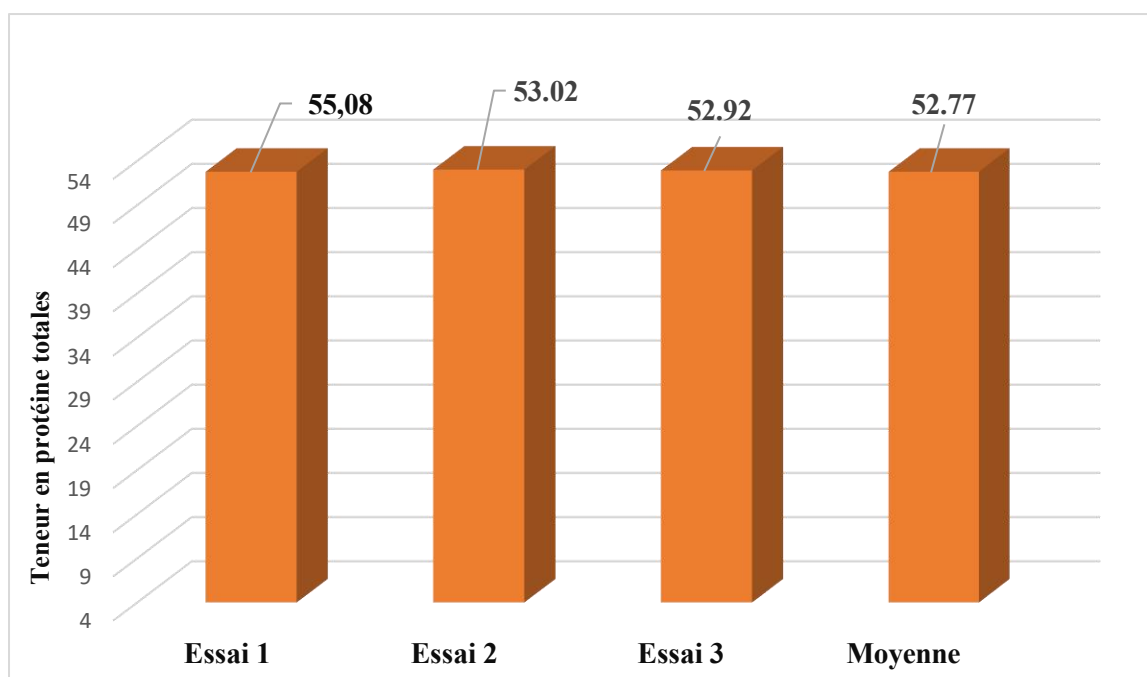


Figure 33: Teneur en protéines

L'analyse de la farine de sous-produits de volailles a révélé des teneurs en protéines de 52,38 %, 53,02 % et 52,92 %, soit une moyenne de 52,77 %. Cette forte teneur est principalement attribuée à la présence de têtes, pattes, viscères, intestins et sang, qui sont naturellement riches en protéines structurales, enzymatiques et plasmatiques (El Boushy & Van der Poel, 2000). Cette concentration en protéines répond bien aux besoins nutritionnels du Tilapia (*Oreochromis niloticus*), une espèce qui nécessite entre 28 et 40 % de protéines selon le stade physiologique (El-Sayed, 2006). La farine obtenue pourrait donc contribuer efficacement à la couverture des besoins azotés dans l'alimentation des tilapias en croissance

III.3.4 Matière grasse :

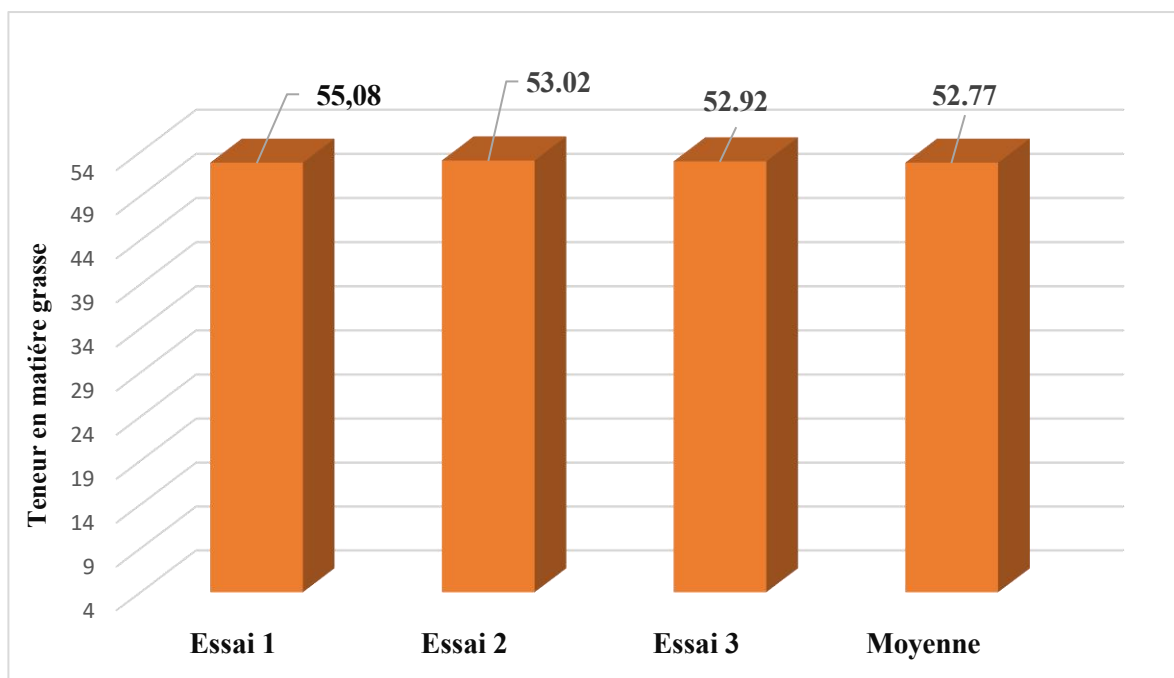


Figure 34: Teneur en matière grasse

Les résultats des trois essais montrent des teneurs en matière grasse de 15,68 %, 16,83 % et 16,20 %, avec une moyenne de 16,24 %. Cette richesse lipidique s'explique par la présence de peau, gras abdominal, viscères et sang, composants naturellement riches en lipides (El Boushy & Van der Poel, 2000). Une telle teneur est favorable à la formulation d'aliments pour le Tilapia, une espèce capable de bien valoriser les lipides animaux dans son métabolisme énergétique (Ng & Romano, 2013).

III.4 Résultat des analyses microbiologique de la farine des sous-produits de volaille

Les résultats des analyses microbiologiques sont consignés dans le tableau n°9

Tableau 15: Résultat des analyses microbiologique de la farine des sous-produits de volaille

Germes recherchés	Résultat obtenu	Limite microbiologique (UFC/g ou absence)
Coliformes totaux	Absence	$\leq 10^2$
Coliformes fécaux	Absence	$\leq 10^2$
Escherichia coli	Absence	$\leq 10^2$
Clostridium sulfitoréducteur	Absence	$\leq 10^2$
Staphylocoques à coagulase +	Absence	$\leq 10^2$
Salmonella	Absence dans 25g	Absence dans 25g
Germes aérobies mésophiles	Absence	$\leq 10^3$
Levures et moisissures	Absence	$\leq 10^2$

Sources réglementaires : Arrêté intersectoriel du 4 octobre 2016 (Algérie) ; Règlement CE 2073/2005 (UE).

Les résultats microbiologiques indiquent une qualité hygiénique satisfaisante de la farine de sous-produits de volailles destinée à la formulation d'aliment pour Tilapia. L'absence de germes pathogènes majeurs tels que Salmonella spp., E. coli, Staphylococcus aureus ou Clostridium est un indicateur clé de sécurité, conforme aux normes en vigueur (FAO, 2014 ; El Boushy & Van der Poel, 2000).

La faible charge en germes aérobies mésophiles ($4-4,5 \times 10^2$ UFC/g) reste bien inférieure au seuil indicatif de 10^4 UFC/g généralement accepté pour les farines animales (Pearson & Dutson,

1997), ce qui suggère un traitement thermique correct et un bon contrôle des contaminations post-traitement.

L'absence de levures et moisissures pendant les 4 premiers jours d'incubation confirme une stabilité fongique initiale. L'apparition d'une seule colonie fongique au-delà du 4^e jour pourrait refléter une contamination mineure post-stockage, souvent rencontrée dans les produits riches en matières grasses (Mead, 2004). Cette présence reste dans les seuils tolérés, sans impact sanitaire.

L'utilisation de cette farine dans l'alimentation de poissons comme le Tilapia, une espèce robuste et omnivore, tolérant bien les variations microbiologiques contrôlées, reste donc tout à fait appropriée (Ng & Romano, 2013).

III.5 Résultats des analyses physicochimique de produit fini (l'aliment formulé)

Les analyses des résultats physicochimiques de l'aliment formulé sont représentées dans le(tableau 16).

Tableau 16: Analyses physicochimiques de l'aliment formulé

Paramètre	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
Humidité (%)	7.21	7.23	7.11	7.18
pH	5.97	6.01	6.00	5.99

III.5.1 Résultats des analyses du pH

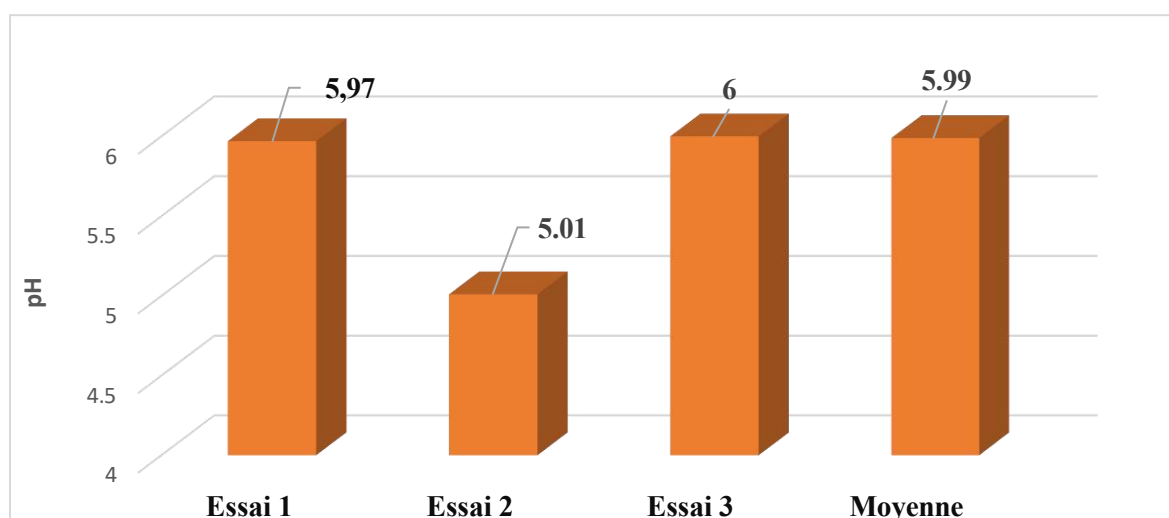


Figure 35: Valeur de pH de l'aliment formulé

Le pH moyen de l'aliment formulé est de 5,99 indique une légère acidité, favorable à la stabilité digestive chez le Tilapia, espèce tolérante à un pH compris entre 5,5 et 7,5 (Ng & Romano, 2013).

Cette valeur s'explique par la présence de protéines animales et végétales, notamment les sous-produits de volailles riches en peptides et résidus organiques légèrement acidifiants (El Boushy & Van der Poel, 2000). Ce pH témoigne d'une formulation équilibrée, sans altération microbienne.

III.5.2 Humidité :

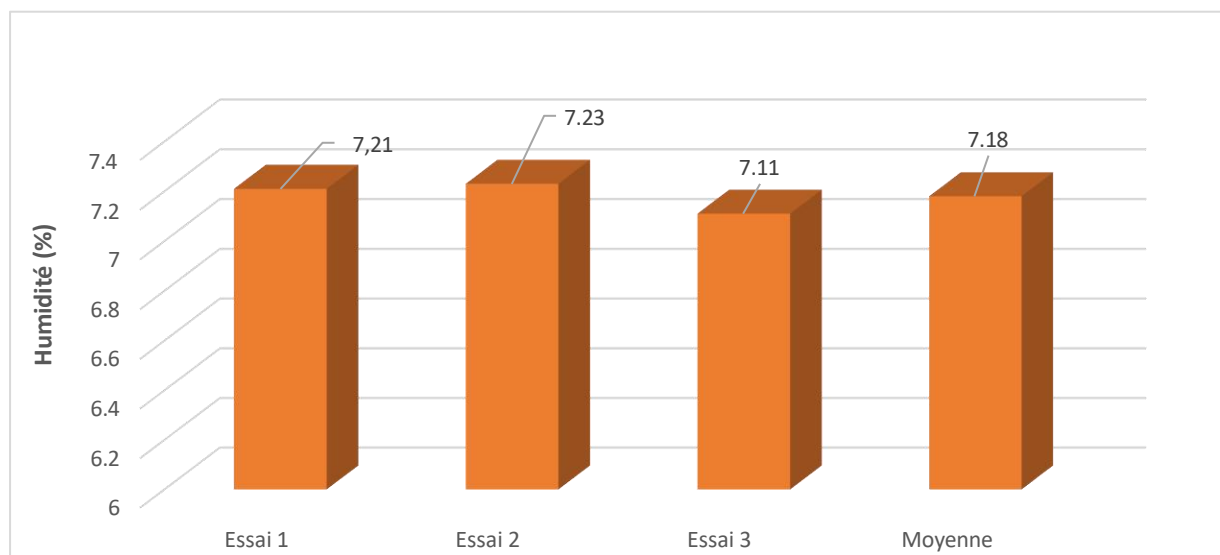


Figure 36: Tenure en humidité de l'aliment formulé

Le taux moyen d'humidité de l'aliment formulé est de 7,18 %, ce qui reste conforme aux recommandations pour les aliments secs extrudés destinés à l'aquaculture (<10 %) afin d'éviter le développement microbien (Tacon & Metian, 2008). Cette faible humidité est bénéfique pour la conservation du produit, surtout en milieu tropical, et reflète un bon séchage post-fabrication (FAO, 2016).

III.6 Résultats des analyses biochimique de l'aliment formulé

Les résultats des analyses biochimiques de l'aliment formulé sont présentés dans le (tableau 17).

Tableau 17:analyses biochimiques de l'aliment formulé

Paramètre	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
Matière grasse (%)	11.41	11.47	16.43	11.43
Acidité grasse (%)	4.73	4.64	4.70	4.69
Protéines (%)	37.99	38.50	37.16	37.88
Glucides (%)	65.32	65.80	66.01	65.71

III.6.1 Acidité grasse :

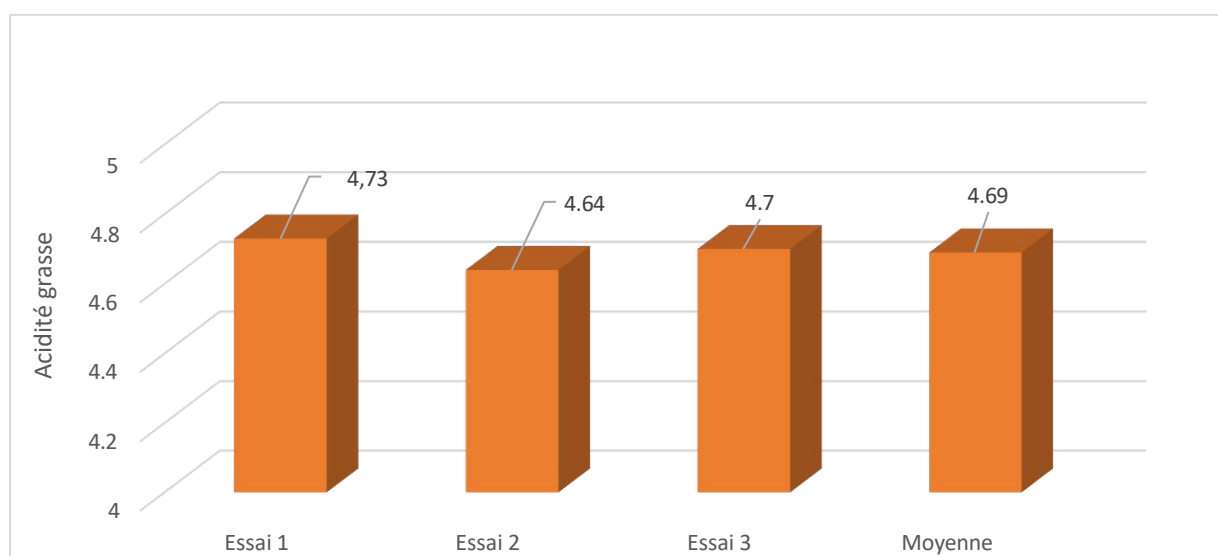


Figure 37: taux d'acidité grasse de l'aliment formulé

L'acidité grasse de l'aliment formulé, comprise entre 4,20 % et 4,55 % (moyenne 4,33 %), indique une hydrolyse modérée des lipides. Cette teneur est liée avec la farine de sous-produits de volailles, naturellement riche en lipides facilement hydrolysables (peau, graisse, résidus organes internes) (El Boushy & Van der Poel, 2000).

Ces acides gras libres sont bien tolérés par le Tilapia, espèce omnivore résistante (Ng & Romano, 2013).

III.6.2 Glucides :

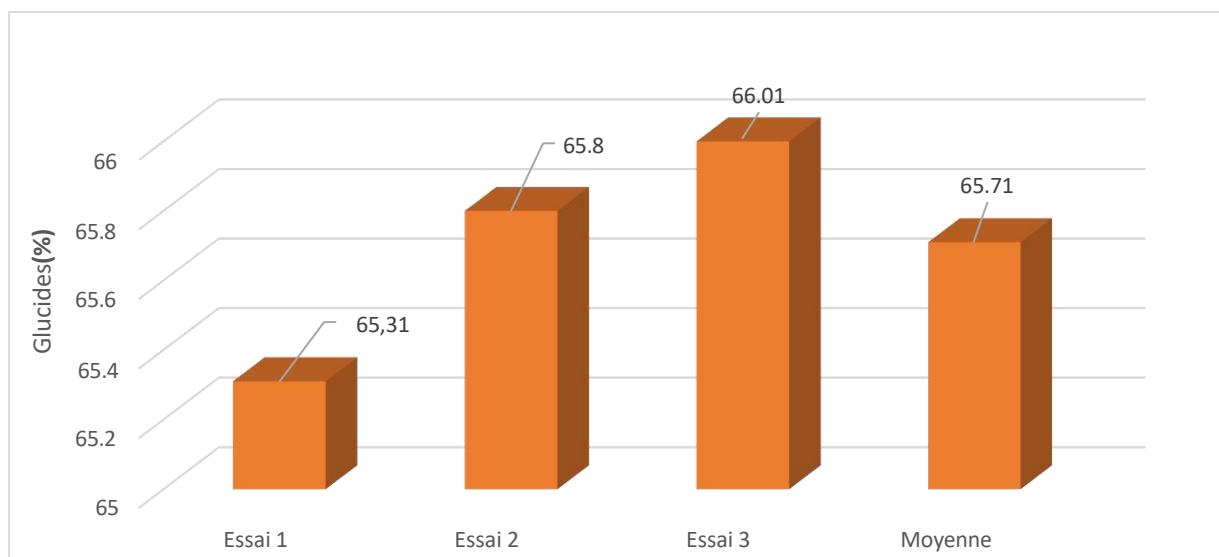


Figure 38: taux de glucides totaux de l'aliment formulé

La teneur en glucides de l'aliment formulé, comprise entre 65,32 % et 66,01 % (avec une moyenne de 65,71 %), est légèrement supérieure à celle observée dans les sous-produits de volaille(59%) , Cette légère augmentation peut s'expliquer par l'apport d'ingrédients d'origine végétale, tels que le son de blé dur (19,8 %), la farine de maïs (7 %) et le tourteau de soja (30 %), connus pour leur richesse naturelle en amidon et en fibres alimentaires (Médale et al., 2013 ; Sklan et al., 2004).

Chez le Tilapia, espèce omnivore, l'amidon représente une source énergétique efficace, tandis que les fibres peuvent jouer un rôle fonctionnel dans la digestion . (El-Sayed, 2006 ; NRC, 2011).

III.6.3 Protéines :

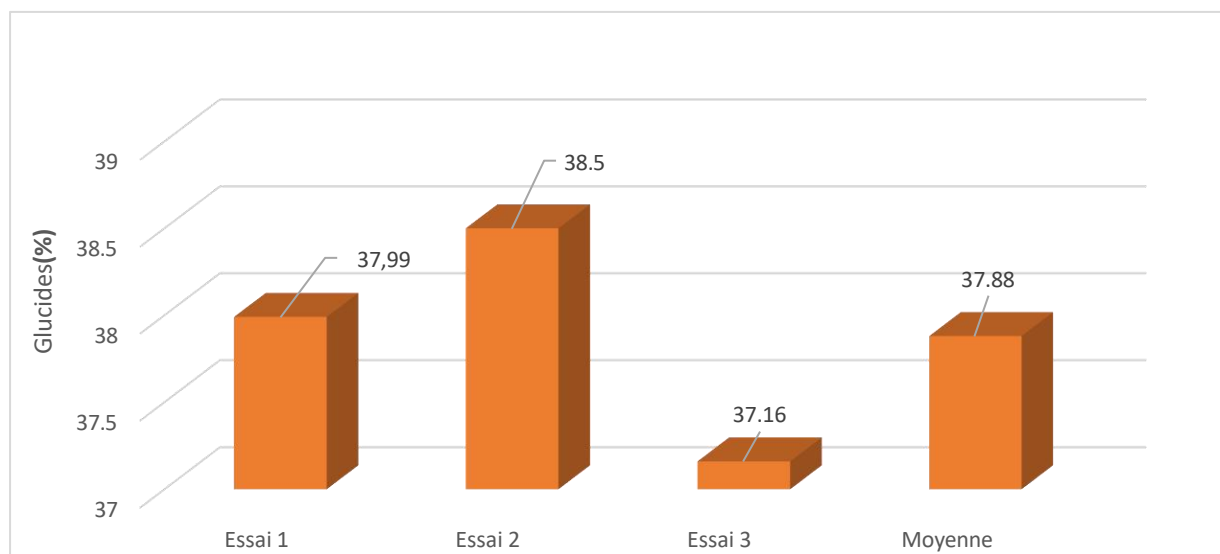


Figure 39: taux des protéines total de l'aliment formulé

La teneur en protéines brutes du produit fini, oscillant entre 37,16 % et 38,50 % (moyenne 37,88 %), est conforme aux exigences nutritionnelles du Tilapia en croissance, dont les besoins sont estimés entre 28 % et 40 % selon l'âge et le stade physiologique (El-Sayed, 2006 ; NRC, 2011). Cette richesse protéique est principalement assurée par la farine de sous-produits de volailles (35 %), ingrédient à forte digestibilité protéique (80–90 %) et riche en acides aminés essentiels (Papadopoulos, 1989 ; Bureau et al., 1999). Le tourteau de soja (30 %) complète cet apport par sa teneur élevée en protéine permet une formulation équilibrée, adaptée à une croissance optimale du Tilapia

III.6.4 Matière grasse

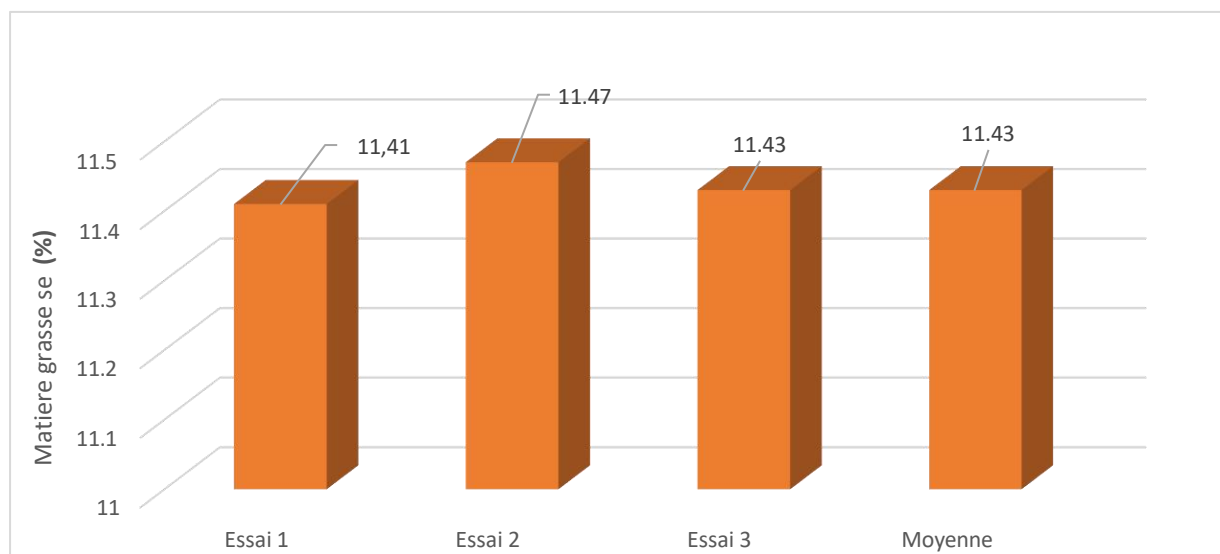


Figure 40: Taux de matière grasse de l'aliment formulé

La teneur en matières grasses du produit fini varie de 11,41 % à 11,47 % (moyenne 11,44 %), ce qui est adaptée pour une formulation destinée au Tilapia, espèce omnivore ayant une bonne capacité à utiliser les lipides alimentaires jusqu'à 12–15 % sans effet négatif sur la santé ou la croissance (Ng & Romano, 2013 ; NRC, 2011). Cette teneur résulte de l'association de la farine de sous-produits de volailles, naturellement riche en lipides (Papadopoulos, 1989)

III.6.5 Résultats microbiologiques de l'aliment formulé

Les résultats des analyses microbiologiques de l'aliment formulé sont indiqués dans le(tableau 18).

Tableau 18: Résultats microbiologiques de l'aliment formulé

Germes recherchés	Résultat obtenu	Limite microbiologique (UFC/g ou absence)	Conformité
Coliformes totaux	Absence	$\leq 10^2$	Conforme
Coliformes fécaux	Absence	$\leq 10^2$	Conforme
Escherichia coli	Absence	$\leq 10^2$	Conforme
Clostridium sulfitoréducteur	Absence	$\leq 10^2$	Conforme
Staphylocoques à coagulase +	Absence	$\leq 10^2$	Conforme
Salmonella	Absence	Absence dans 25g	Conforme
Germes aérobies mésophiles	Absence	$\leq 10^3$	Conforme
Levures et moisissures	Absence	$\leq 10^2$	Conforme

Les analyses microbiologiques de l'aliment fini ont montré l'absence totale de germes pathogènes et d'altération (*Salmonella* spp., *Clostridium* spp., *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, coliformes, levures, moisissures), ce qui indique une excellente qualité sanitaire.

Cette sécurité est liée à deux étapes clés bien maîtrisées :

- La cuisson des sous-produits de volailles dans un cuiseur thermique, qui permet d'éliminer les agents pathogènes (EFSA, 2021) ;
- Le séchage de l'aliment complet pendant 15 h à 21 °C, qui réduit l'humidité et empêche la croissance microbienne (Pereira et al., 2020).

Bollaerts et al. (2022) confirment que les farines issues de sous-produits bien chauffés sont sûres pour l'aquaculture.

L'absence de coliformes et de levures montre aussi une bonne hygiène lors du refroidissement, du stockage et de l'emballage, ce qui évite toute recontamination (Ramos et al., 2018).

III.7 Résultats des analyses durant la phase conduite de l'élevage

III.7.1 Les résultats physicochimiques des analyses de l'eau des bassins d'élevage

III.7.2 pH de l'eau de bassins

Les résultats du pH de l'eau des bassins utilisée durant la période d'élevage sont consignés au niveau du (tableau 19).

Tableau 19: pH de l'eau des bassins durant la période d'élevage

Jour	Bassin témoin	Bassin test
J0	7.23	6.89
J10	7.37	6.99
J20	7.32	7.00
J30	7.11	7.01
Moyenne	7.25	6.97

Le pH est resté stable dans les deux bassins. Le bassin de l'aliment formulé a montré un pH légèrement plus acide, probablement en raison de la sédimentation de l'aliment non flottant et de sa dégradation au fond, ce qui peut produire des acides organiques. Cependant, les deux bassins sont restés dans la plage optimale pour le Tilapia (6,5 – 8,5) (El-Sayed, 2020), sans danger pour la croissance.

Le pH est resté stable dans les deux bassins. Le bassin de l'aliment formulé a montré un pH légèrement plus acide, probablement en raison de la sédimentation de l'aliment non flottant et de sa dégradation au fond, ce qui peut produire des acides organiques. Cependant, les deux bassins sont restés dans la plage optimale pour le Tilapia (6,5 – 8,5) (El-Sayed, 2020), sans danger pour la croissance.

III.7.3 Température de l'eau des bassins

Les résultats de la température de l'eau des bassins durant la période d'élevage sont consignés au niveau du (tableau 20).

Tableau 20: Température des eaux des bassins durant la période d'élevage

Jour	Bassin témoin	Bassin test
J0	29.9	29.7
J10	30.8	30.9
J20	31.2	31.3
J30	32.3	31.46
Moyenne	31.05	30.84

La température a légèrement augmenté dans les deux bassins, suivant les conditions climatiques. Les deux sont restés dans une plage favorable à la croissance du Tilapia (27–34 °C) (El-Sherif & El-Feky, 2009). Aucun effet négatif de l'un ou l'autre aliment n'est constaté sur ce paramètre.

III.7.4 La conductivité de l'eau des bassins

Les résultats de la conductivité de l'eau des bassins durant la période d'élevage sont consignés au niveau du tableau 21 .

Tableau 21 : La conductivité de l'eau des bassins ($\mu\text{S} / \text{cm}$) durant la période d'élevage

Jour	Bassin témoin	Bassin test
J0	1210 $\mu\text{S} / \text{cm}$	1220 $\mu\text{S} / \text{cm}$
J10	1240 $\mu\text{S} / \text{cm}$	1280 $\mu\text{S} / \text{cm}$
J20	1286 $\mu\text{S} / \text{cm}$	1281 $\mu\text{S} / \text{cm}$
J30	1340 $\mu\text{S} / \text{cm}$	1300 $\mu\text{S} / \text{cm}$
Moyenne	1269 $\mu\text{S} / \text{cm}$	1270 $\mu\text{S} / \text{cm}$

La conductivité a légèrement augmenté dans les deux bassins, traduisant l'accumulation normale de sels minéraux dissous (Na^+ , Ca^{2+} , $\text{Cl}^- \dots$) issus des aliments et des excréments. L'augmentation a été un peu plus marquée dans le bassin témoin, ce qui peut s'expliquer par une solubilisation plus rapide des nutriments de l'aliment flottant. Dans le bassin test, la diffusion a été plus lente, l'aliment non flottant sédimentant au fond avant de se dégrader. D'après Boyd (2019), une conductivité entre 1000 et 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ est adaptée à l'élevage du Tilapia. De plus, El-Sayed (2020) souligne que cette espèce tolère bien des variations modérées si les autres paramètres restent stables.

III.7.5 La dureté totale

Les résultats de la dureté totale de l'eau des bassins durant la période d'élevage sont consignés au niveau du tableau 22.

Tableau 22: dureté totale exprimée en mg/L de la période d'élevage

Jour	Bassin témoin	Bassin test
J0	160 mg/L	170 mg/L
J10	167 mg/L	175 mg/L
J20	177 mg/L	175 mg/L
J30	177 mg/L	176 mg/L
Moyenne	170 mg/L	174 mg/L

La dureté est restée stable et modérément élevée dans les deux bassins, avec une valeur légèrement plus élevée dans le bassin test. Cela peut être lié à la sédimentation de l'aliment non flottant, qui libère des minéraux (calcium, phosphate) en se décomposant au fond. Une dureté > 100 mg/L est favorable à la croissance osseuse des poissons (Boyd, 2019).

III.7.6 Nitrates

Les résultats des nitrates de l'eau des bassins utilisée durant la période d'élevage sont consignés au niveau du (tableau 23) .

Tableau 23: taux des nitrates de l'eau des bassins durant la période d'élevage

jour	Bassin témoin	Bassin test
J0	< 10 mg/L	< 10 mg/L
J10	< 10 mg/L	< 10 mg/L
J20	< 10 mg/L	< 10 mg/L
J30	< 10 mg/L	< 10 mg/L
Moyenne	< 10 mg/L	< 10 mg/L

Les nitrates sont restés inférieurs à 10 mg/L dans les deux bassins tout au long de l'élevage, ce qui traduit une excellente stabilité du cycle de l'azote. Dans un système aquacole, l'azote suit une transformation en trois étapes successives :

1. Ammoniac ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) : rejeté par les poissons (urine et fèces), c'est la forme initialement toxique.
2. Nitrites (NO_2^-) : produits par oxydation de l'ammoniac par les bactéries nitrifiantes (Nitrosomonas).
3. Nitrates (NO_3^-) : produits finaux, moins toxiques, générés par la transformation des nitrites (par Nitrobacter).

Dans ce test, une filtration artisanale de type physico-chimique a été utilisée pour améliorer la qualité de l'eau. Elle a probablement facilité la conversion complète de l'ammoniac en nitrates, tout en évitant leur accumulation excessive, ce qui explique les faibles teneurs mesurées.

Selon El-Sherif & El-Feky (2009), des concentrations en nitrates inférieures à 10 mg/L sont idéales pour le Tilapia. Des valeurs supérieures à 50 mg/L peuvent devenir stressantes à long terme.

III.7.7 Les nitrites

Les résultats des nitrites de l'eau des bassins utilisée durant la période d'élevage sont consignés au niveau du (tableau 24) .

Tableau 24: nitrites de l'eau des bassins pendant la période d'élevage

jour	Bassin témoin	Bassin test
J0	Absence	Absence
J10	Absence	Absence
J20	Absence	Absence
J30	Absence	Absence
Moyenne	Absence	Absence

Aucun nitrite n'a été détecté durant toute la période d'essai dans les deux bassins. Cette absence est très significative, car les nitrites sont très toxiques même à de très faibles concentrations ($> 0,1 \text{ mg/L}$). Cela signifie que le processus de nitrification a été efficace, avec une bonne activité des bactéries nitrifiantes et une bonne oxygénation de l'eau.

La filtration utilisée a également joué un rôle en **limitant l'accumulation de l'ammoniac et des nitrites**, en assurant une transformation complète vers les nitrates.

Selon **Boyd (2019)**, la présence de nitrites dans un système d'élevage est souvent liée à une mauvaise filtration ou à un déséquilibre bactérien. Leur absence ici est donc un **indicateur de stabilité biologique** du système

III.8 Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment témoin à base de farines de poisson

L'aliment témoin, formulé à partir de farines de poisson, présente des caractéristiques nutritionnelles suivantes

Tableau 25: Caractéristiques nutritionnelles de l'aliment Témoin

Paramètre	Résultats (%)
Matière grasse	15.50
Matière sèche	99.76
Protéines	22.98
Matière minérale	8.1
Glucides	53.18

III.9 Résultats biométriques de Tilapia au niveau du bassin témoin et test

III.9.1 Résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau du bassin d'aliment témoin et bassin d'aliment formulée au premier jour (J0)

Les résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau du bassin témoin et test au premier jour (J0) sont indiqués au niveau du tableau suivant

Tableau 26: Poids et tailles individuels des Tilapias au début de l'expérience (J0)

Bassin aliment Témoin	Taille (cm)	Poids (g)	Bassin aliment formulée	Taille (cm)	Poids (g)
1	14.5	52	1	16.0	53
2	14.2	53	2	14.0	52
3	14.5	56	3	14.5	45
4	13.9	46	4	16.0	54
5	14.3	50	5	15.0	56
6	14.0	50	6	14.0	52
7	13.8	56	7	15.0	55
8	13.7	49	8	14.0	54
9	14.0	51	9	16.0	51
10	14.0	50	10	14.3	45
11	14.0	45	11	14.0	45
12	15.0	57	12	14.0	48
13	15.2	53	13	14.2	51
14	14.2	45	14	14.5	51
15	15.2	51	15	14.6	46
Total	—	764	Total	—	758
Moyenne	14.34	50.93	Moyenne	14.85	50.53

Au début de l'expérimentation (J0), les deux lots de Tilapias présentaient une homogénéité parfaite en poids et en taille, avec une moyenne de 50,93 g et 14,34 cm pour le lot témoin, et de 50,53 g et 14,85 cm pour le lot test. Ces valeurs très proches garantissent une comparabilité scientifique fiable, et aucune différence significative n'a été observée entre les groupes.

Cette répartition équilibrée respecte les standards méthodologiques en nutrition aquacole. Ainsi, cette homogénéité initiale garantit que toute différence de croissance observée par la suite sera directement liée à l'effet des aliments testés, et non à une disparité de départ entre les poissons

III.9.2 Résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau du bassin d'aliment témoin et bassin d'aliment formulée après quinze jours d'élevage (J15)

Les résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau du bassin témoin et test après quinze jours (J15) sont indiqués au niveau du tableau suivant

Tableau 27: Poids et tailles individuels des Tilapias au quinzième jour (J15)

Bassin d'aliment Témoin	Taille (cm)	Poids (g)	Bassin d'aliment formulée	Taille (cm)	Poids (g)
1	15.0	62	1	16.5	51
2	15.1	54	2	15.9	56
3	15.5	60	3	15.9	61
4	15.3	50	4	14.5	56
5	15.1	50	5	16.1	62
6	16.0	50	6	15.0	49
7	15.5	52	7	15.6	46
8	16.0	70	8	15.6	55
9	15.5	45	9	14.2	59
10	14.5	50	10	14.7	60
11	15.4	55	11	15.7	52
12	15.8	60	12	15.0	54
13	16.2	67	13	15.1	52
14	15.6	65	14	14.9	47
15	15.6	59	15	15.5	50
Total	—	849	Total	—	810
Moyenne	15.48	56.60	Moyenne	15.55	54.00

Au quinzième jour de l'expérimentation, les Tilapias nourris avec l'aliment témoin ont montré une croissance légèrement supérieure, avec une moyenne de poids de 56,60 g et une taille moyenne de 15,40 cm, contre 54,00 g et 15,39 cm pour le lot test.

Cela peut s'expliquer par le fait que tous les poissons étaient habitués à l'aliment témoin avant le début du test. Le nouvel aliment formulé étant différent dans sa composition et son aspect, les poissons ont probablement eu besoin d'un temps d'adaptation avant de l'accepter complètement.

Ce phénomène est normal : les poissons peuvent refuser temporairement un nouvel aliment s'il ne leur est pas familier. Cette période d'adaptation peut ralentir légèrement leur croissance au début. Toutefois, les résultats montrent que les Tilapias du lot test ont bien commencé à s'adapter, ce qui est encourageant pour la suite.

III.9.3 Résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau du bassin d'aliment témoin et bassin d'aliment formulée après un mois d'élevage

Les résultats biométriques des individus de Tilapia au niveau du bassin témoin et test un mois d'élevage (J30) sont indiqués au niveau du (tableau 28) et (tableau 29)

Tableau 28: Poids et tailles Bassin d'aliment Témoin individuels des Tilapias au trentième jour (J30)

Bassin d'aliment Témoin	Taille (cm)	Poids (g)	ICA	TCS (%/jour)
1	17,3	94	1,44	1,40
2	16,8	81	2,17	0,93
3	17,5	94	1,60	1,27
4	16,5	87	1,48	1,37
5	16,8	66	3,79	0,53
6	16,7	67	3,57	0,57
7	16,4	75	3,19	0,63
8	17,2	86	1,64	1,23
9	16,0	79	2,17	0,93
10	18,3	100	1,21	1,67
11	18,2	106	0,99	2,03
12	15,9	65	7,58	0,27
13	16,5	75	2,76	0,73
14	16,2	76	1,96	1,03
15	17,0	78	2,25	0,90
Total	—	1227		
Moyenne	17.19	81.80		

Tableau 29 : Poids et tailles Bassin d'aliment formulé individuels des Tilapias au trentième jour (J30)

Bassin d'aliment formulé	Taille (cm)	Poids (g)	ICA	TCS (%/jour)
1	17,3	67	4,37	0,47
2	16,8	80	2,18	0,93
3	18,3	95	1,22	1,67
4	16,5	98	1,39	1,47
5	17,3	78	2,78	0,73
6	17,6	75	2,66	0,77
7	17,5	74	3,22	0,63
8	18,3	100	1,33	1,53
9	17,5	66	4,07	0,50
10	16,5	87	1,46	1,40
11	16,3	97	1,18	1,73
12	17,9	80	1,91	1,07
13	16,3	77	2,35	0,87
14	18,1	106	1,11	1,83
15	17,7	67	2,91	0,70
Total	—	1229		
Moyenne	16.82	81,93		

À la fin de l'expérimentation (J30), les Tilapias nourris avec l'aliment formulé ont atteint une moyenne de poids de 83,13 g et une taille moyenne de 17,02 cm, tandis que ceux du lot témoin ont atteint une moyenne de 81,93 g pour 16,42 cm. Cela montre que, malgré un début plus lent, le lot expérimental a dépassé le lot témoin en croissance à la fin du test.

Un fait marquant a été observé dans le bassin du lot test : la présence d'alevins, preuve que des femelles ont pondu et incubé les œufs naturellement. Le Tilapia se reproduit par incubation buccale maternelle, ce qui signifie que la femelle garde les œufs dans sa bouche jusqu'à l'éclosion, et ne s'alimente pas pendant toute cette période.

Malgré cela, le lot nourri avec l'aliment formulé a obtenu les meilleurs résultats de croissance, ce qui indique que l'aliment est nutritif, bien adapté, et compatible avec le cycle biologique du Tilapia, y compris la reproduction.

CONCLUSION

La présente étude avait pour objectif de valoriser les sous-produits d'abattoirs de volailles (têtes, pattes, intestins, poumons, rate, rejets de VSM...) en vue de leur utilisation dans la formulation d'aliments pour Tilapia (*Oreochromis niloticus*). À travers une approche expérimentale rigoureuse, plusieurs points essentiels ont été mis en évidence :

- Les analyses physicochimiques, biochimiques et microbiologiques ont révélé que la farine issue de ces sous-produits présente un potentiel nutritionnel intéressant, avec une teneur moyenne de 52,77 % de protéines, 59,02 % de glucides et 16,23 % de lipides.
- L'aliment formulé à base de 35 % de cette farine, combinée à des matières végétales locales, a montré une composition équilibrée (37,88 % de protéines, 65,44 % de glucides et 11,43 % de lipides), supérieure à celle de l'aliment témoin formulé à base de farine de poisson (22,98 % de protéines, 53,18 % de glucides et 15,50 % de lipides).
- L'expérimentation menée sur deux lots de 15 Tilapias pendant 30 jours a permis de suivre l'évolution du poids à J0, J15 et J30. Une légère baisse de croissance a été observée au 15 jour dans le lot test (54,00 g contre 56,60 g), probablement liée à une période d'adaptation au nouvel aliment.
- À la fin du test, les poissons nourris avec l'aliment formulé ont dépassé ceux du lot témoin (83,13 g contre 81,93 g), démontrant une bonne acceptation et une valorisation nutritionnelle efficace.

L'ensemble des résultats obtenus confirme que la valorisation des sous-produits d'abattoirs avicoles est non seulement techniquement faisable, mais aussi économiquement et écologiquement avantageuse. Elle permettrait de réduire la dépendance aux protéines importées, diminuer les coûts de production des aliments piscicoles et limiter les impacts environnementaux liés à la gestion des déchets animaux.

Recommandations

Sur le plan technique

- Limiter l'incorporation de la farine de sous-produits avicoles à un taux autour de 35 %, en veillant à l'équilibre nutritionnel de l'aliment.

- Associer ces farines à d'autres sources protéiques végétales comme le tourteau de soja ou le son de blé pour optimiser l'apport en acides aminés essentiels.
- Mettre en place un suivi rigoureux de la qualité de l'eau et du comportement des poissons en phase d'adaptation.

Sur le plan économique

- Encourager la création d'unités locales de transformation des sous-produits d'abattoirs pour une production d'aliments à faible coût.
- Réaliser une analyse coût-bénéfice afin d'évaluer la rentabilité économique de cette stratégie de valorisation dans un contexte local.

Sur le plan environnemental et réglementaire

- Mettre en œuvre une réglementation claire encadrant l'utilisation des sous-produits animaux dans l'alimentation aquacole.
- Promouvoir une gestion durable des déchets avicoles à travers leur transformation en intrants pour l'aquaculture.

Sur le plan scientifique

- Étendre les essais à d'autres espèces piscicoles afin d'élargir le champ d'application de l'aliment formulé.
- Évaluer l'effet de ces régimes sur la qualité nutritionnelle et sanitaire des poissons produits.
- Réaliser des expérimentations à plus grande échelle pour valider les performances en conditions d'élevage semi-intensif ou intensif

Références bibliographiques

- Abed, S. & Beloufa, M.** (2019). Culture of hybrid Tilapia. Article scientifique, p. 5.
- Alloui, N.** (2014, mars 29–30). Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. Conférence : Neuvièmes Journées de la Recherche Avicole.
- Alloui, T., Mouhous, A. et al.** (2011). Perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. Neuvièmes Journées de la Recherche Avicole.
- Arzel, J., Guillaume, J. & Kaushik, S.** (1999). Composition et valeur nutritive des matières premières utilisées. In : **Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P. & Métailler, R.** (Éds.), Nutrition et alimentation des poissons et crustacés (pp. 429–455). Paris : INRA.
- Benammar, I.** (2017). Suivi de la croissance du loup de mer et de la dorade d'élevage : Cas de la ferme aquacole d'Ain Türk, Wilaya d'Oran (Mémoire de Master). Université de Tlemcen, pp. 16–17.
- Benatmane, A.** (2012). Impact 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 (Thèse de doctorat). Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO).
- Benidiri, R.** (2017). Création d'un projet piscicole (Mémoire de Master, Génie électrique et électronique). Université de Tlemcen, 79 p.
- Cesbron, F., Martin, J., Durand, J. et al.** (2012). Étude des potentialités de valorisation des déchets organiques en Vendée (Projet VALDOR). Nantes : Laboratoire Sciences et Technologie de la Biomasse Marine.
- Deman, C.** (2015). Perspectives de marché et compétitivité des filières avicoles mondiales et européennes. Paris : ITAVI.
- Djamer, S.** (2014). Contribution à la connaissance et à la gestion des déchets d'abattoir : Cas de l'abattoir de l'Office Régional Avicole du Centre (ORAC) de Taboukirt, Wilaya de Tizi-Ouzou (Mémoire de Master). Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- Effiong, U. M.** (2015). Optimum dietary protein requirement of genetically male tilapia. Animal Research.
- El Sayed, A. F. M.** (2006). Tilapia Nutrition. Wallingford : CABI.
- FAO** (2003). Circulaire sur les pêches, n° 886, Rév.2. Rome : FAO, 114 p.
- FAO** (2004). La situation de l'insécurité alimentaire dans le monde. Rome : FAO.
- FAO** (2004). Nile tilapia – Nutritional requirements. Rome : FAO.
- FAO** (2010). Avantage comparatif de la pisciculture en eau douce. Rome : FAO.
- FAO** (2016). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rome : FAO, pp. 6–8.
- FAO** (2020). Vue d'ensemble du secteur aquacole national : Algérie. Rome : FAO.

- Islamic, S., Rahman, M. M., Sultana, S. & Hasan, M. N.** (2021). Nutritional profile of tilapia. Heliyon.
- Kenouze, M.** (s.d.). Conduite d'élevage du poulet de chair : Cas du poulailler de Témachine (Thèse de doctorat). Université Kasdi Merbah – Ouargla.
- Köprücü, K. & Özdemir, Y.** (2005). Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 250, 308–316.
- Lévêque, C. & Paugy, D.** (1984). Guide des poissons d'eau douce de la zone du programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. Paris : ORSTOM-OMS, 381 p.
- Lim, C., Yildirim-Aksoy, M. & Klesius, P. H.** (2009). Lipid, fatty acid requirements of tilapia. *Global Seafood Advocate*.
- Mires, D.** (1995). The Tilapias. In : **Nash, C. E. & Novotny, A. J.** (Éds.), *World Animal Science - Production of Aquatic Animals, Fishes*. Amsterdam : Elsevier, 150 p.
- Moralee, I., Conceic, A. O. L. E. C., Aragao, C. & Dinis, M. T.** (2000). Étude du potentiel aquacole d'une population du tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron* Rüppell (1852) (Thèse de doctorat). Université de Liège, Belgique, 275 p.
- Moralee, R. D., Bank, F. H. & de Waal, B. C. W.** (2000). Biochemical genetic markers to identify hybrids between *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* (Pisces: Cichlidae). *Water SA*, 26, 0378–4738.
- Ng, W. K. & Chong, A. S.-C.** (2005). Omega 3 and omega 6 fatty acids essential for optimal growth. Scientific Publication.
- Ouedraogo, C. R. N.** (2009). Inversion hormonale du sexe par la méthyltestostérone et l'éthynylestradiol chez le Tilapia *Oreochromis niloticus* L. (Mémoire de DEA). Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 55 p.
- Ricard, F. H.** (1970). Amélioration génétique et la qualité du poulet. *Revue d'Élevage*, n° 47.
- Shiau, S. & Hu, C.** (2006). Vitamin requirements and interactions. *FAO Report*.
- Shiau, S. & Su, L.** (2003). Mineral utilization in tilapia. *FAO Technical Report*.

ANNEXES



Figure 41: zone d'abattage des volailles

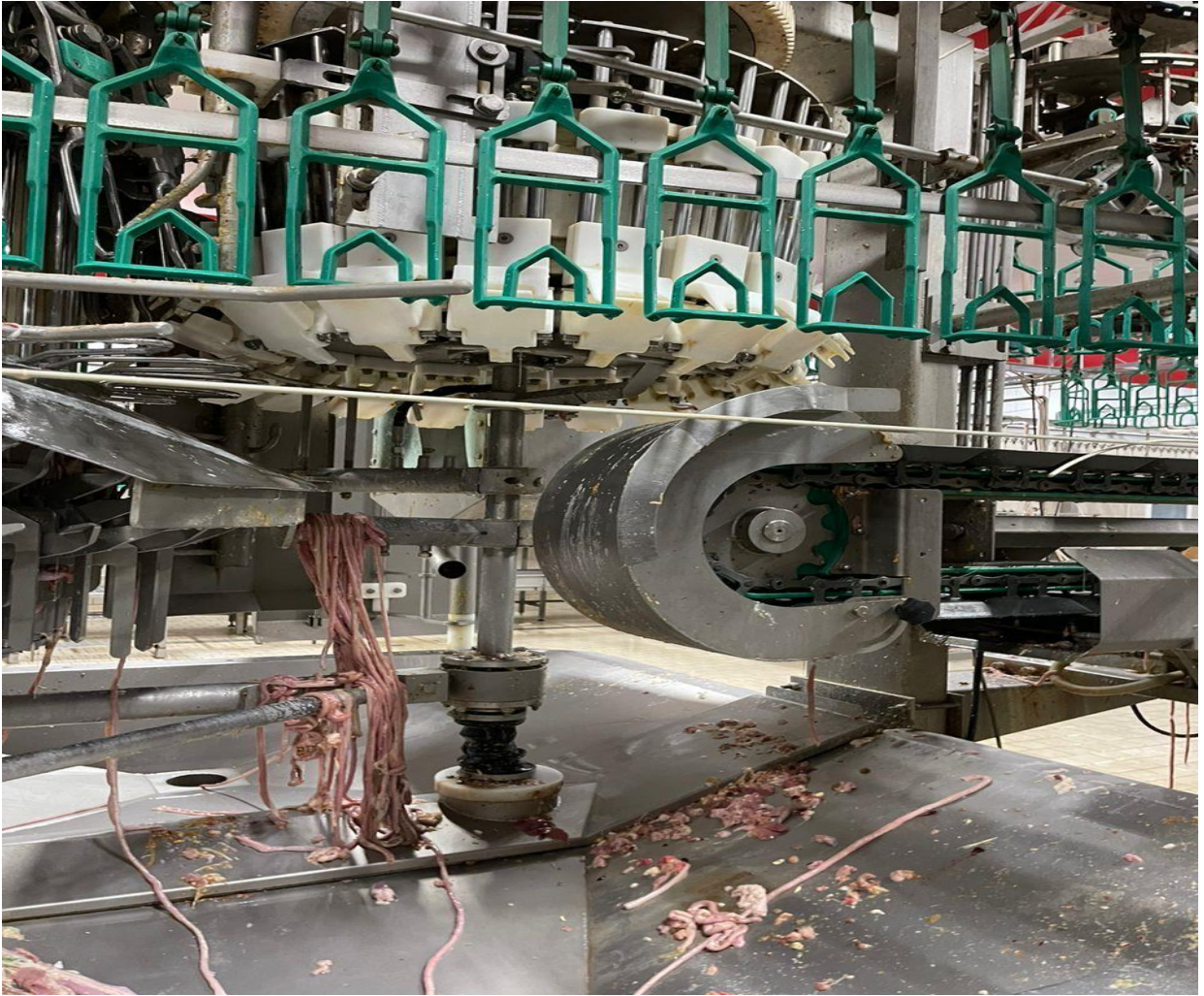


Figure 42:Machine d'éviscération automatique



Figure 43: caisses de récupération des intestins



Figure 44: aliment formulé dans le four ventilé



Figure 45: sous-produits issus de l'abattage



Figure 46: les volailles après l'abattage



Figure 47: Tilapia après 30j de bassin da l'aliment formulé

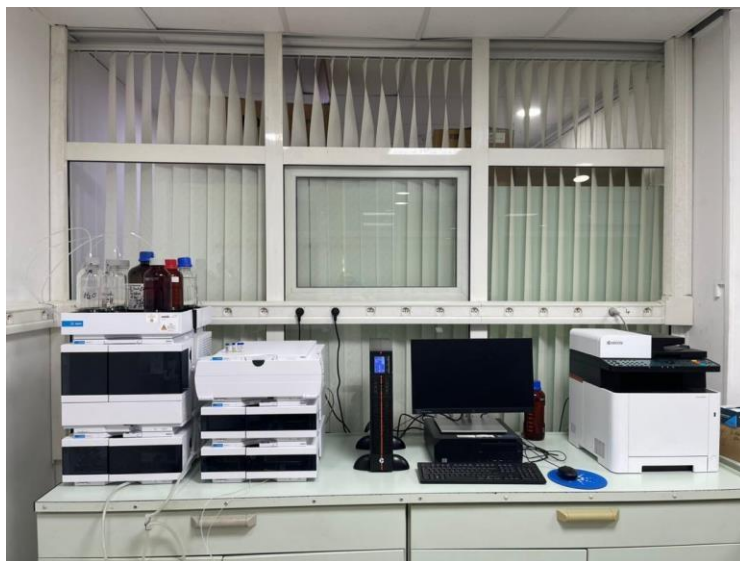


Figure 48: système de chromatographie liquide haute performance (HPLC)

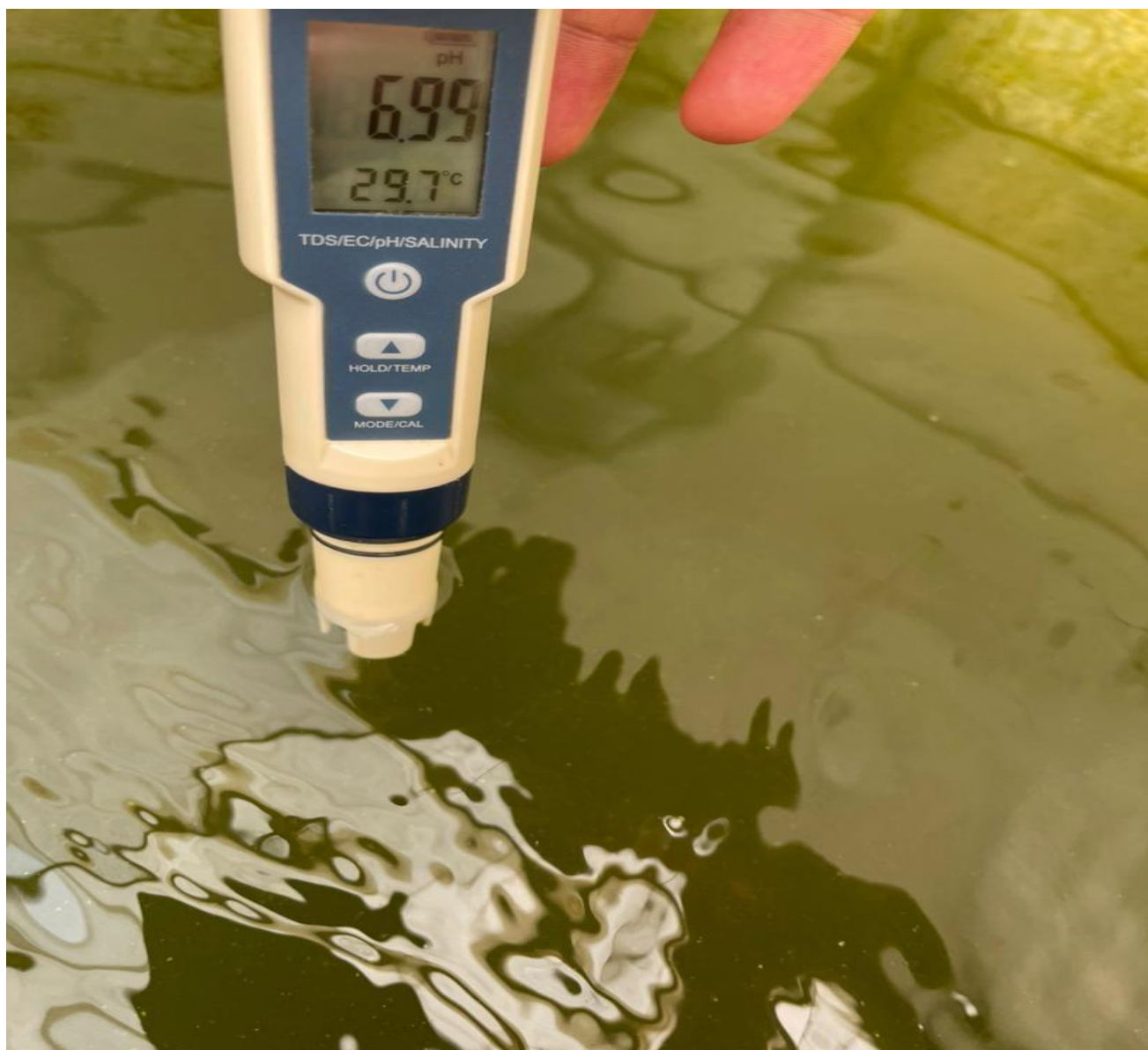


Figure 49:multi-paramètres



République Algérienne Démocratique et populaire
Ministre De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université De Blida 1
Faculté Des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du Diplôme de Master
Spécialité : Sécurité agroalimentaire et assurance qualité
Filière : Sciences Agroalimentaires
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Thème :

**Valorisation des sous-produits d'abattoir des volailles
en vue de leur utilisation dans la formulation des
aliments destinés pour l'élevage de poissons cas de
Tilapia (Oreochromis niloticus)**

Réalisé par : MALEK IBTISSEM

Devant le jury composé de :

Présidente	Dr NABI L.	MAB à L'Université de Blida 1
Examinatrice	Dr AIT ISSAD N.	MCA à L'Université de Blida 1
Promoteur	Dr BOUGHERRA F.	MCB à L'Université de Blida 1
Co-promoteur	Mr KADI F.	Expert en sécurité des aliments et environnement

Année Universitaire 2024-2025

Figure 50: bassin d'élevage des Tilapias