

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université M'Hamed Bougera Boumerdès
جامعة أمحمد بوقرة-بومرداس



FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

*Mémoire de Fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master
Spécialité : Production et Nutrition Animales*

Thème :

**Valorisation des sous-produits d'abattoirs de poulets de
chair : Une perspective globale**

Présenté par : M^{elle} Haigoune Amira
M^{elle} Nefnaf Fella

Devant le jury composé de :

Président	Mr. Mokrani D	MCA	UMBB
Examineur	Mme. Saidi H	MCA	UMBB
Promotrice	Mme. Henneb M	MCA	UMBB
Co-promoteur	Mr. Adaouri M	MRA	INRAA
Co-promotrice	Mme. Amerouche Z	Chercheur	INRAA

Année universitaire : 2023-2024

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à exprimer notre immense gratitude au Président du jury, Professeur Mokrani D, ainsi qu'à l'examinatrice Dr Saidi H, pour avoir accepté respectivement de présider et d'évaluer notre travail. Nous vous remercions sincèrement pour le temps et l'attention que vous avez consacrés à cette évaluation.

Nous adressons également un grand merci à notre promotrice, Dr Henneb M, ainsi qu'à notre co-promoteur, Dr Adaouri M, Chercheur à l'INRAA, et à notre co-promotrice, Mme Amerouche Z, sans oublier Mme Alouache S. Nous leur sommes profondément reconnaissants pour leur patience, leur disponibilité, leurs conseils précieux et leur soutien inestimable.

Nous exprimons notre sincère reconnaissance au Directeur de l'Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) ainsi qu'à la Directrice de la Division de Recherche en Productions Animales (DRPA).

Nous souhaitons également remercier Mme Bichari S, Responsable du Service Statistique de la DSA de Boumerdès, pour nous avoir fourni des informations cruciales pour notre projet.

Nous tenons à exprimer notre gratitude aux subdivisions agricoles de Bordj Menail et Khemis El-Khechna, en particulier aux vétérinaires Dr Shenah et Dr Louna, pour l'aide précieuse qu'ils nous ont apportée.

Nous sommes également reconnaissants envers les gérants et les travailleurs des deux abattoirs, dont la coopération a été essentielle à la réalisation de notre projet.

Un grand merci à l'ensemble de nos enseignants et aux ingénieurs du laboratoire du Département de l'Agronomie ; votre soutien et votre expertise ont été indispensables tout au long de ce parcours.

Nous remercions également nos chers parents pour leur patience, leur soutien constant et leur présence, ainsi que nos frères pour leurs encouragements et leur aide.

Enfin, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui nous ont assistés durant ce cheminement. Vos efforts et votre dévouement sont profondément appréciés.

Liste des figures

Figure 1 :	Évolution de la production mondiale des viandes (en Millions de Tonnes) Rapport annuel	3
Figure 2 :	Production de la viande de volailles	4
Figure 3 :	Évolution de la production de viande et de la consommation de viande par habitant Exprimées en protéines, entre 2019-21 et 2031	4
Figure 4 :	La consommation par habitant exprimée en poids au détail.....	6
Figure 5 :	Schéma général des différentes phases du processus d'abattage.....	12
Figure 6 :	Les différentes parties d'un poulet entier.....	14
Figure 7 :	Répartition en pourcentage des différents déchets issus de l'abattage des volailles.....	15
Figure 8 :	Part relative des destinations des farines de plumes en 2018.....	25
Figure 9 :	Répartition des abattoirs et tueries agréées dans la wilaya de Boumerdès....	28
Figure 10 :	Différents déchets prélevés (tête, plumes, pattes, intestins).....	29
Figure 11 :	Echantillons après séchage	30
Figure 12 :	T.S.E avec l'échantillon.....	34

Liste des Tableaux

Tableau I :	Composition d'un poulet standard vivant et pourcentages éliminés	13
Tableau II :	Composition de 1000 kg de divers sous-produits d'abattoir	19
Tableau III :	Caractéristiques physico-chimiques des déchets de volaille	20
Tableau IV :	Analyses physicochimiques typiques des viscères de poulets.....	22
Tableau V :	Caractéristiques microbiologiques des déchets de volaille	23
Tableau VI :	Les réactifs utilisé.....	32
Tableau VII :	Nombre d'abattoirs de poulets de chair dans la wilaya de Boumerdès	37
Tableau VIII	Abattoirs et tueries agréés par commune au niveau de la wilaya de Boumerdès.....	38
:		
Tableau IX :	Évolution des abattages et saisies de poulets de chair (2019-2023).....	39
Tableau X :	Les valeurs de la moyenne de poids vif des 3 élevages de chaque éleveur	40
Tableau XI :	Les valeurs moyenne des pesés des déchets des poulets des chaque éleveur.....	41
Tableau XII :	Poids moyens des paramètres de performance entre les élevages A et B.....	43
Tableau XIII :	Résultats des analyse physicochimiques des têtes de poulets d'abattoir A et B.....	45
Tableau XIV :	Résultats des analyse physicochimiques des pattes de poulets des abattoirs A et B.....	46
Tableau XV :	Résultats d'analyse physicochimiques des plumes des abattoirs A et B	47
Tableau XVI :	Résultats de l'analyse physicochimique des viscères des abattoirs A et B	49
Tableau XVII	Comparatif de composition physicochimique des déchets de poulet de chair.....	50
TableauXVIII	Résultats des analyses microbiologiques des déchets de poulets de chairs	54

List des abréviations

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

MADR : Ministère de l'agriculture et du Développement rural

AAFCO : Association of American Feed Control Officials

GES : gaz à effet de serre

DEFRA : Department for Environment, Food and Rural Affairs

ITAVI : Institut Technique de l'Aviculture

CNIFA : Conseil national interprofessionnel de la filière avicole

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie

DSA : la Direction des Services Agricoles

MS : matière sèche

MH : matière humide

MM : matière minéral

MO : matière organique

MAT : matière azote total

CB : cellulose brute

TSE : tryptone sel eau

PV : poid vif

PC : poid de carcasse

EA: élevage d'abattoir A

EB: élevage d'abattoir B

P: plumes

PT: pattes

T: têtes

I: intestins

PTT: poids des têtes

PPT: poids des pattes

PI: poids des intestins

RV : Rappaport-Vassiliadis

Sommaire

	Page
Remercîments	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Résumé	
Introduction	01
Partie bibliographique :	
Chapitre I : Dynamique de la production mondiale de viande de volaille	03
1. production mondiale de viande de volaille	05
1.1. Facteurs moteurs de cette expansion	03
1.2. Consommation mondiale de la viande de volaille.....	05
2. Importance de la filière avicole en Algérie.....	06
2.1. Données de production et structure de la filière	06
2.2. Croissance et évolution de la production.....	07
2.3. Réponses aux défis et assurances de qualité.....	07
2.4. Défis et perspectives d'avenir	09
2.5. Consommation de viande blanche en Algérie	10
Chapitre II : Industrialisation de la production de viande blanche et gestion des déchets avicoles	11
1. Industrialisation des abattoirs avicoles.....	11
2. Le processus d'abattage industriel des volailles	11
2.1. Transport et réception des volailles	11
2.2. Abattage et éviscération.....	11
2.3. Refroidissement.....	12

2.4. Inspection et emballage	12
3. Gestion des sous-produits et des déchets	12
3.1. Quantités et types de déchets d'abattage de volaille.....	13
3.2. Typologie des déchets d'abattage de volaille... ..	14
4. Valeurs des déchets de volailles.....	14
5. Impacts des déchets de volailles	16
5.1. Impacts environnementaux.....	16
5.2. Impacts économiques des déchets avicoles	16
5.3. Impacts sanitaires des déchets avicoles	17
6. Méthodes d'élimination les sous-produits animaux.....	17
Chapitre III : Caractérisation et valorisations des déchets de volailles...	19
1. Caractérisation des déchets d'abattoir avicole	19
1.1. Composition et propriétés physicochimiques	19
1.2. Composition physicochimiques spécifiques des sous-produits de volaille	20
1.3. Caractéristiques microbiologiques	22
2. Valorisation des déchets d'abattage de volaille.....	23
2.1. Valorisation des sous-produits de volaille.....	23
2.2. Valorisation spécifique des sous-produits de volaille	24
Partie expérimentale	
Chapitre I : objectif et problématique.....	26
1. Objectif	26
2. Problématique	26
➤ Quantification des déchets	26
➤ Caractérisation physico-chimique et microbiologique.....	26
Chapitre II : Matériel et méthodes	27
1. Méthodologie.....	28
1.1. Première Partie	28

1.1.1. Collecte des Données.....	28
1.1.2. Sélection des Abattoirs	28
1.1.3. Évaluation des déchets et prélèvements	29
1.2. Deuxième Partie	30
1.2.1. Protocole expérimentale	30
Préparation des échantillons de déchets de poulets.....	30
Préparation de la matière sèche.....	31
1.2.2.Caractérisation physico-chimique des déchets de poulet.....	31
Déterminer la teneur en matière sèche des échantillons de déchets de poulet.....	31
Déterminer la teneur en matière minérale des échantillons de déchets de poulet.....	31
Déterminer la teneur en azote total des échantillons de déchets de poulet (Méthod kjeldal)	
.....	32
1.2.3.Analyses microbiologiques des déchets de poulet.....	33
Préparation des échantillons.....	34
1.2.1.1.Méthodes d'analyse de Staphylococcus aureus.....	35
1.2.1.1Méthodes d'analyse de Salmonella spp.....	35

Chapitre III : Résultat et discussion :

1. Analyse de la capacité d'abattage avicole dans la wilaya de Boumerdès	37
1.1. Recensement des établissements d'abattages de poulets de chair agréée.....	37
1.2. Évaluation de la capacité d'abattage journalière par commune.....	38
1.3. Les effectifs d'abattage de poulets de chair et les états de saisies sur une période de	
2019 à 2023	38
2 . Évaluation de la quantité moyenne de déchets produits par poulet abattu dans les deux	
abattoirs sélectionnés	39
2.1. Évaluation du poids moyen vif et du poids des carcasses	39
2.2. Poids moyen des têtes, des pattes et des viscères.....	40
2.3. Comparaison de poids des paramètres de performance entre les élevages.....	42
2.4. Estimation du poids et le pourcentage de déchets généré d'un poulet de chair	44

3. Analyses physico-chimiques des déchets de poulets de chair.....	44
3 .1. Analyse physico-chimique des têtes de poulets des abattoirs A et B.....	44
3.2. Analyse physico-chimique des pattes des abattoirs A et B.....	46
3.3. Analyse physico-chimique des plumes de poulets de chair des abattoirs A et B.....	47
3.4. Analyse physico-chimique des viscères de poulets de chair de abattoir A et B.....	48
3.5. Comparaison de la composition physicochimique des déchets de poulet de chair (Pattes, têtes, plumes et viscères).....	49
3.6. Analyse microbiologique des déchets de poulets de chair.....	54
Conclusion et perspectives.....	56

INTRODUCTION
GENERALE

Introduction générale

Le secteur de l'aviculture connaît une expansion et une industrialisation significatives à travers le monde, stimulées par l'augmentation de la population, l'urbanisation croissante, et un pouvoir d'achat accru (FAO, 2024). Cette croissance a été accompagnée par une hausse spectaculaire de la production mondiale de viande de volaille, passant de 9 à 133 millions de tonnes entre 1961 et 2020, ainsi qu'une augmentation notable de la production d'œufs, atteignant 93 millions de tonnes (FAO, 2024).

La viande de volaille occupe désormais une part de plus en plus importante dans la consommation mondiale de viande, favorisée dans les pays à faible revenu pour son coût abordable et dans les pays à revenu élevé pour sa réputation de choix alimentaire plus sain et facile à préparer. Selon les perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO pour 2021-2030, la viande de volaille devrait représenter 41 % des protéines carnées à l'échelle mondiale d'ici 2030, surpassant ainsi la viande bovine (20 %), porcine (34 %) et ovine (5 %).

L'expansion rapide de l'industrie avicole, bien qu'elle réponde à une demande croissante de produits carnés, entraîne des conséquences environnementales notables, notamment en matière de gestion des déchets des abattoirs avicoles. Les sous-produits animaux, souvent négligés après l'abattage, constituent une source importante de déchets solides nécessitant une gestion adéquate. Selon Mozhiarasi et Natarajan (2022), l'augmentation de la population et la hausse de la consommation de viande intensifient ce défi, particulièrement dans les zones urbaines.

La gestion inappropriée de ces déchets peut entraîner plusieurs problèmes environnementaux et sanitaires. Par exemple, les déchets organiques non traités peuvent émettre des gaz à effet de serre tels que le méthane et l'ammoniac, contribuant ainsi au changement climatique et à la pollution de l'air (Bolan et al., 2010). De plus, l'infiltration de lixiviats dans le sol et les eaux souterraines peut contaminer les sources d'eau potable, posant des risques pour la santé publique (Eghball et Power, 1994).

La présence de pathogènes microbiens dans les déchets avicoles non gérés peut également propager des maladies zoonotiques. Une étude de Gerber et al. (2007) indique que les pratiques de gestion des déchets dans les abattoirs jouent un rôle crucial dans la prévention de la propagation des agents pathogènes. Les stratégies de gestion efficaces incluent le compostage, la digestion anaérobie et l'incinération, qui peuvent réduire la charge microbienne et minimiser l'impact environnemental (Awasthi et al., 2020).

Introduction générale

Ainsi, pour atténuer les impacts négatifs de l'industrie avicole sur l'environnement et la santé publique, il est essentiel de mettre en œuvre des pratiques de gestion des déchets robustes et durables. Cela nécessite une coopération entre l'état, l'industrie et les communautés locales pour développer des infrastructures adéquates et sensibiliser le public aux enjeux liés aux déchets avicole.

Ce mémoire se concentre sur l'exploration du potentiel de valorisation des déchets d'abattoirs de volailles en tant que ressources précieuses. Pour atteindre cet objectif, une étude expérimentale a été menée, impliquant la visite de deux abattoirs avicoles situés à Bordj Menail (abattoir A) et à Hammadi (abattoir B). Cette étude a permis de suivre les étapes d'abattage, de procéder à des mesures de pesée sur les poulets, et de prélever des échantillons représentatifs des déchets tels que les pattes, plumes, têtes, et viscères.

Les échantillons prélevés ont ensuite été soumis à des analyses physico-chimiques et bactériologiques détaillées dans les laboratoires de recherche de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA). Les analyses physico-chimiques visaient à déterminer la composition en nutriments, les niveaux de matières organiques et les potentiels contaminants. Les analyses bactériologiques ont permis d'évaluer la présence de pathogènes et de déterminer les risques sanitaires associés.

Les résultats de ces analyses fournissent une base solide pour comprendre la composition et les caractéristiques des déchets avicoles. Ils ouvrent également la voie à diverses stratégies de valorisation. Cette approche intégrée permettrait non seulement de réduire l'impact environnemental des déchets avicoles, mais aussi de créer des produits à valeur ajoutée, contribuant ainsi à une économie circulaire plus durable.

PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Dynamiques de la production avicole mondiale et en Algérie

I.1. Production mondiale de viande de volaille

La production mondiale de viande de volaille a connu une ascension remarquable depuis des années, doublant entre 1990 et 2021. Cette croissance est tirée par une demande croissante en protéines abordables, notamment dans les pays en développement (FAO, 2024). Entre 2015 et 2022, la production a augmenté en moyenne de 1,8% par an. Les perspectives agricoles de la FAO prévoient une croissance continue de 1,8% par an de 2015 à 2024 (Figure 1) (FAO, 2024).

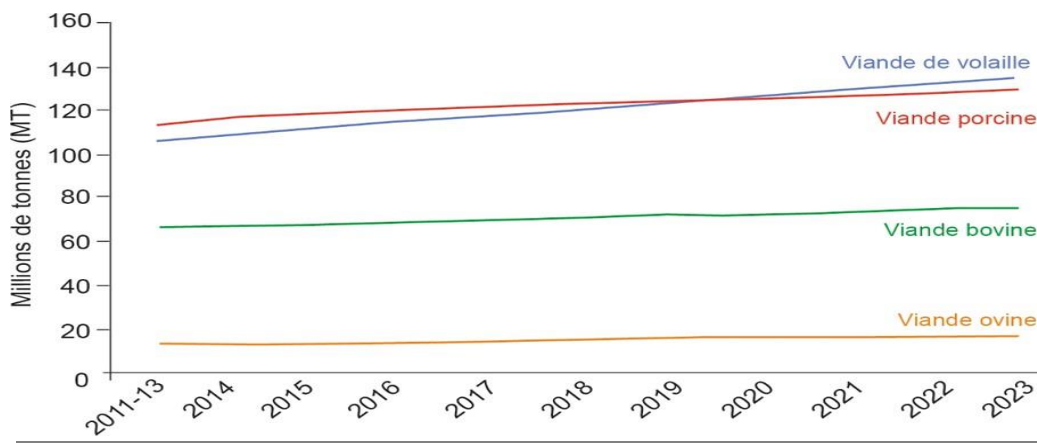


Figure 1 : Évolution de la production mondiale des viandes (en Millions de Tonnes) Rapport annuel « Perspectives agricoles de l’OCDE et de la FAO », 2014.

La production de viande de volaille affiche la plus forte croissance parmi les productions de viandes, avec une hausse significative entre les années 2000 et 2018 ($R^2 = 0,9941$) (Figure 2). Cette croissance est soutenue par une augmentation annuelle moyenne de 3,4 %, dépassant celle des autres types de viande (FAO, 2020).

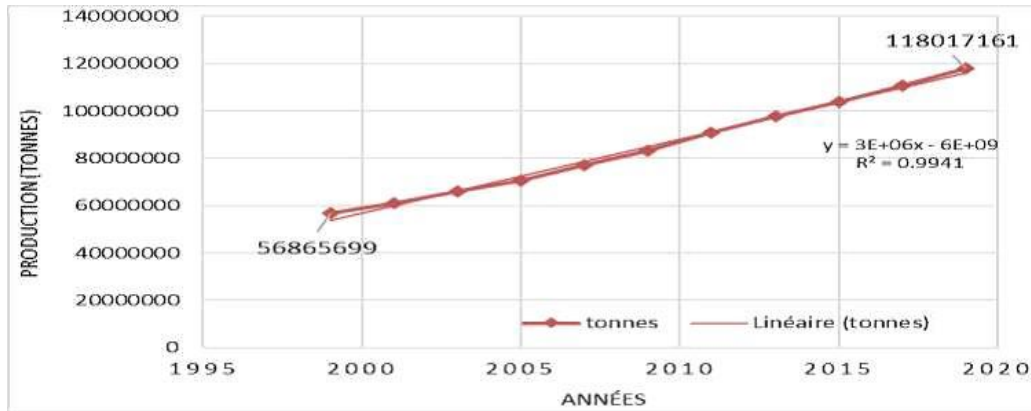


Figure 2 : Production de la viande de volailles (FAO, 2020).

En termes de tonnage, la volaille reste la première viande produite dans le monde, avec 123 millions de tonnes (Mt) en 2018, devant la viande porcine (120 Mt), la viande bovine (70 Mt) et la viande ovine (15 Mt) (Figure 3) (FAOSTAT, 2021). Cette augmentation est principalement attribuable à la production de poulets, représentant près de 90 % du volume total en 2018, tandis que la dinde (5 %) et le canard (4 %) ont également contribué à cette croissance (ITAVI, 2019).

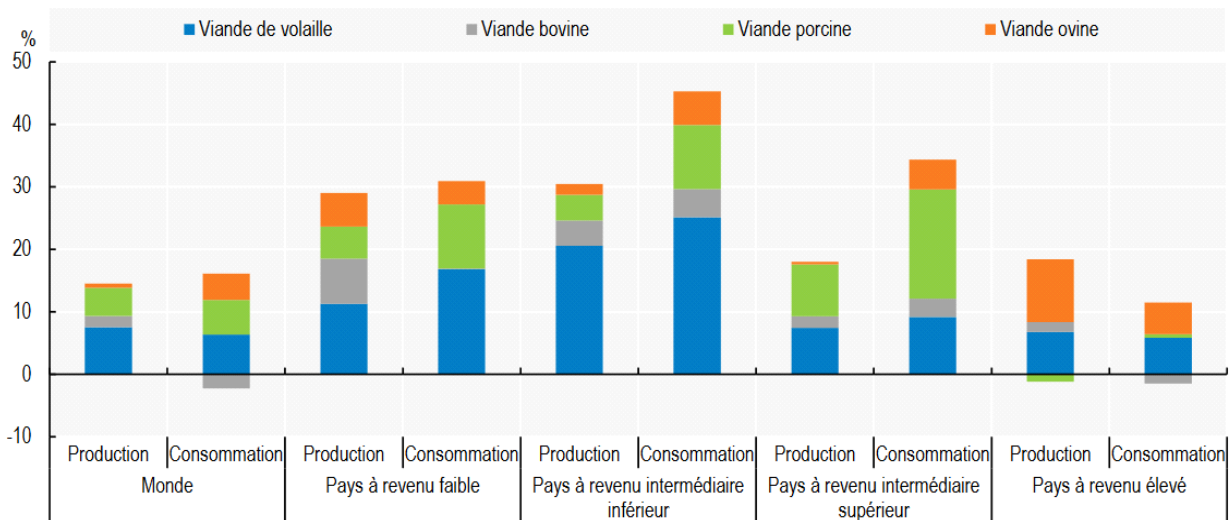


Figure 3 : Évolution de la production de viande et de la consommation de viande par habitant Exprimées en protéines, entre 2019-21 et 2031(OCDE/FAO (2022)).

Les principales régions productrices de volaille en 2018 étaient l'Asie (36 %), l'Amérique latine (21 %), l'Amérique du Nord (19 %) et l'Europe (18 %), avec les États-Unis en tête (22,3 Mt), suivis de la Chine, de l'Union européenne et du Brésil (ITAVI, 2019).

I.1.2. Facteurs moteurs de cette expansion

La croissance exponentielle de la production de viande de volaille est stimulée par :

➤ **Demande croissante en protéines abordables :**

L'augmentation de la population mondiale et l'amélioration du niveau de vie dans les pays en développement alimentent une demande croissante en protéines animales, où la viande de volaille représente une alternative attrayante en raison de son prix abordable et de sa richesse en protéines (Van Horne et Acharya, 2001 ; Yeung et Liu, 2008 ; FAO, 2024).

➤ **Urbanisation :**

Les filières avicoles prospèrent dans les environnements urbains ou péri-urbains, où elles peuvent répondre efficacement à la demande croissante de viande de volaille (Thornton, 2010)

➤ **Amélioration des technologies d'élevage :**

Les progrès génétiques, les innovations en matière d'alimentation et d'élevage ont considérablement augmenté la productivité des poulets de chair, permettant une croissance rapide de la production pour répondre à la demande mondiale croissante (Arnould et al., 2011 ; Zuidhof et al., 2014 ; Castellini et Mugnai, 2018).

I.1.3 Consommation mondiale de la viande de volaille

La consommation de viande de volaille connaît une progression continue, atteignant 27,5 kg/habitant en 2019 (une hausse de 2,7% par rapport à 2018) et avec un rythme de croissance moyen annuel de 1,9% sur dix ans (ITAVI, 2019). Cette tendance se caractérise par une préférence croissante pour le poulet. Plusieurs facteurs expliquent cette popularité croissante de la viande de volaille :

- La viande de volaille est perçue comme un aliment pratique et facile à cuisiner.
- La viande de volaille est souvent considérée comme plus maigre et plus saine que d'autres types de viande rouge.
- Dans les pays à revenu faible ou intermédiaire, la volaille représente une source de protéines accessible et économique.

D'après les projections de l'OCDE et de la FAO (2022), la viande de volaille devrait représenter 47% des protéines carnées consommées d'ici 2031 (Figure 4), faisant de la volaille le principal moteur de la croissance du marché des protéines carnées (OCDE/FAO, 2022).

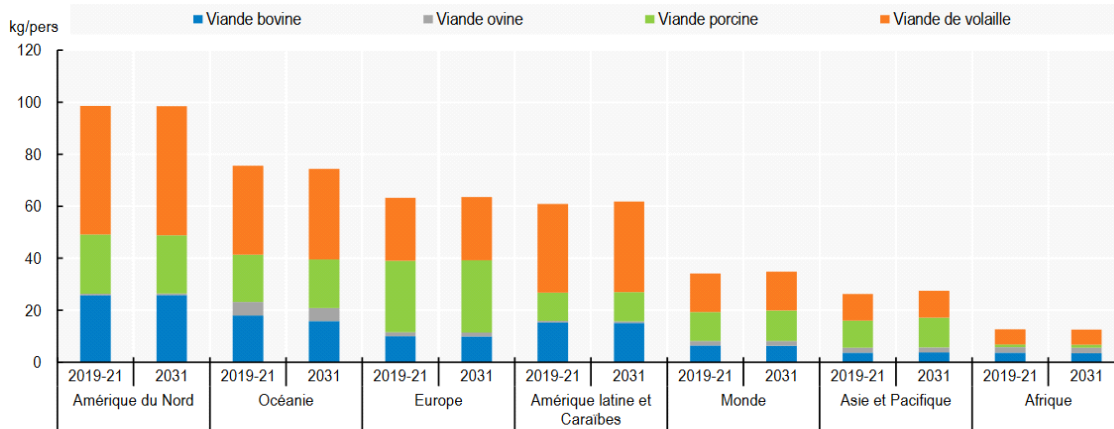


Figure 4 : La consommation par habitant exprimée en poids au détail (OCDE/FAO (2022)), Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO.

I.2. Importance de la filière avicole en Algérie

La filière avicole "chair" joue un rôle crucial dans l'économie algérienne et la sécurité alimentaire du pays. Pour assurer son développement durable, des efforts continus sont nécessaires pour relever les défis identifiés et répondre aux besoins croissants de la population (MADR, 2023).

La filière avicole en Algérie est un pilier stratégique de l'économie nationale et de la sécurité alimentaire, caractérisée par une croissance soutenue. Cette croissance est le résultat d'investissements importants du secteur privé, ainsi que d'une adoption généralisée de modèles de production intensifs, répondant à une demande croissante (Amghrous et Badrani, 2007).

I.2.1. Données de production et structure de la filière

En 2019, la production de viande blanche en Algérie a atteint 264 081 tonnes. La filière se compose de 9 111 éleveurs de poulets de chair, 1 004 éleveurs de dindes et 6 491 éleveurs de poules pondeuses, avec un circuit de distribution complexe impliquant de nombreux acteurs (MADR, 2023). Les défis à relever comprennent la modernisation des pratiques d'élevage, la maîtrise des coûts de production, le renforcement de la commercialisation et l'accès aux marchés, ainsi que la diversification des produits et le développement de la filière transformation (Mezouane, 2010; Bessa, 2019 ; MADR, 2023).

I.2.2. Croissance et évolution de la production

En 2011, la production annuelle nationale de viandes blanches a dépassé 253 000 tonnes, avec une prédominance de la viande de volaille, représentant 99,03% de la production totale. Au cours des dernières années, la production de viandes blanches a enregistré une croissance significative, avec une augmentation de 153% entre 2009 et 2017.

La restructuration de la production des viandes blanches en Algérie démontre une croissance soutenue de la filière avicole, soulignant son importance dans le contexte agricole du pays (MADR, 2012; MADR, 2017; Bessa, 2019).

I.2.3. Réponses aux défis et assurances de qualité

I.2.3.1. Évolution des performances zootechniques de l'aviculture algérienne

L'amélioration des performances zootechniques des élevages avicoles en Algérie témoigne d'une modernisation progressive du secteur. Entre les périodes d'avant 2000 et de 2000 à 2020, on observe une nette progression des indicateurs de productivité (MADR, 2017). Cette amélioration est le résultat de plusieurs facteurs clés :

- Réduction de l'âge à l'abattage :

En optimisant le cycle de production, l'âge à l'abattage a été réduit, augmentant ainsi la productivité et la rentabilité des élevages (MADR, 2017).

- Baisse du taux de mortalité :

Des conditions d'élevage améliorées et des pratiques sanitaires renforcées ont contribué à réduire les pertes économiques liées à la mortalité des animaux (Nouad, 2009).

- Augmentation du gain moyen quotidien :

Une meilleure alimentation et une sélection génétique performante ont favorisé une croissance améliorée des animaux (Kaci et Kheffache, 2018).

Accroissement du poids vif :

L'exploitation plus efficace du potentiel génétique des animaux et une alimentation plus nutritive ont conduit à une augmentation du poids vif des animaux (Fenardji, 1990).

- Diminution de l'indice de consommation :

Une meilleure conversion alimentaire a permis de réduire les coûts de production et l'impact environnemental (Boudouma, 2008).

- Amélioration de l'indice de production :

La productivité des élevages a été significativement augmentée, résultant de l'effet combiné des améliorations précédentes (MADR, 2011).

Cette évolution témoigne de la dynamique et de la professionnalisation croissante du secteur avicole algérien, permettant de répondre à la demande croissante en viande de volaille et de renforcer la sécurité alimentaire nationale.

I.2.3.2. Facteurs de l'amélioration des performances zootechniques des poulets de chair en Algérie

L'aviculture algérienne a connu une évolution significative ces dernières décennies, marquée par une amélioration des performances zootechniques des élevages de poulets de chair. Pour maintenir cette tendance positive, plusieurs axes d'amélioration majeurs peuvent être considérés :

- Modernisation des pratiques d'élevage :

L'adoption de protocoles d'élevage stricts et l'optimisation des conditions d'élevage contribuent à améliorer la santé et la productivité des animaux (MADR, 2023).

- Amélioration de l'alimentation :

La formulation d'aliments de haute qualité, l'utilisation de ressources locales et la personnalisation des programmes d'alimentation sont essentielles pour une croissance optimale des animaux (Benali et al., 2021).

- Sélection génétique performante :

L'introduction de souches génétiques de pointe et la mise en œuvre de programmes de sélection rigoureux sont indispensables pour améliorer continuellement les performances des animaux (Ait Abdelkader et Lounici, 2020).

- Renforcement des capacités et accès au savoir-faire :

La formation continue des éleveurs et le transfert de technologies sont nécessaires pour diffuser les meilleures pratiques et favoriser l'innovation dans le secteur (MADR, 2023).

- Soutien des pouvoirs publics et engagement des acteurs privés :

La mise en place de politiques incitatives et le soutien à la recherche et au développement sont cruciaux pour stimuler la croissance durable de la filière avicole (MADR, 2023).

Cette croissance impressionnante se traduit par des chiffres significatifs : en 2021, la production algérienne de viande de poulet a dépassé le million de tonnes, enregistrant une augmentation notable de 10% par rapport à l'année précédente (FAO, 2023). Cette expansion témoigne de la vitalité de la filière et de sa capacité à répondre aux besoins croissants de la population en matière de produits avicoles.

1.2.4. Défis et perspectives d'avenir

Malgré sa dynamique de croissance, la filière avicole "chair" en Algérie fait face à plusieurs défis majeurs :

- Maîtrise des coûts de production:

La volatilité des prix des intrants (aliments, médicaments) représente un défi majeur pour la rentabilité des éleveurs. Des solutions durables doivent être trouvées pour stabiliser les coûts et assurer la viabilité économique de la filière.

- Accès aux marchés :

L'amélioration des circuits de commercialisation et l'accès aux marchés, tant nationaux qu'internationaux, sont cruciaux pour écouler la production et garantir des revenus équitables aux éleveurs.

- Diversification des produits :

L'élargissement de la gamme de produits avicoles (produits transformés, plats cuisinés) permettrait de répondre à des attentes de consommation plus diversifiées et de valoriser davantage les produits de la filière.

- Développement de la filière transformation :

La valorisation des carcasses et la transformation des produits avicoles en produits à plus haute valeur ajoutée constituent une opportunité de croissance et de création d'emplois (FAO, 2023).

Ces initiatives sont essentielles pour renforcer la résilience et la compétitivité du secteur, permettant à l'aviculture algérienne de continuer à prospérer et à contribuer à la sécurité alimentaire du pays.

I.2.5. Consommation de viande blanche en Algérie :

La consommation de volaille a progressé à un rythme de 10% par an en Algérie, bien au-dessus de la moyenne mondiale de 2 à 3% (CNIFA) 2019 un membre du Conseil interprofessionnel de la filière avicole (CNIFA), Dr. Nadjib Tekfa.. Entre 1995 et 2013, la consommation individuelle est passée de 7 kg à 8 kg/habitant/an (Chatellier et Magdelaine, 2015), pour atteindre actuellement 12 kg/habitant/an (Abachi, 2015).

Bien que la consommation de viande blanche en Algérie soit en augmentation, elle reste inférieure à la moyenne mondiale estimée à 13,6 kg/habitant/an (Mette, 2014). Par rapport à des pays comme l'Espagne, le Brésil et les États-Unis, l'Algérie affiche une consommation individuelle moins élevée, respectivement 30,5 kg, 39,4 kg et 42,6 kg/habitant/an (Gonzalo, 2011).

La viande de volaille est abordable et moins chère que la viande rouge, est devenue une alternative populaire pour les consommateurs algériens. L'amélioration du pouvoir d'achat des ménages a également favorisé cette tendance, tout comme les changements dans les habitudes alimentaires liés à l'urbanisation et à l'influence des modes de vie modernes.

Chapitre II Industrialisation de la production de viande blanche et gestion des déchets avicoles

II.1. Industrialisation des abattoirs avicoles

L'augmentation de la consommation de viande blanche a conduit à une industrialisation croissante des processus d'élevage et d'abattage dans l'industrie avicole. Cette évolution, marquée par l'adoption de technologies avancées et de méthodes de production intensives, a optimisé les processus et augmenté la production de viande blanche. Des études comme celles de Jones et al. (2019) et de Green et al. (2018) confirment l'impact positif de cette industrialisation sur la capacité des abattoirs à répondre à la demande croissante à l'échelle mondiale.

Cependant, cette industrialisation a également des impacts négatifs tels que la consommation excessive d'eau et d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre, la pollution des sols et les conditions d'élevage intensives compromettant le bien-être animal (Boucherba, 2015 ; Garcia et al., 2019 ; Lee et al., 2023). De plus, elle a entraîné une augmentation importante des déchets générés. Selon Garcia et ses collaborateurs (2019), l'industrie avicole mondiale produit environ 4 millions de tonnes de déchets de plumes de volaille chaque année. White et Black (2017) estiment qu'environ 68% à 72% de chaque poulet et dinde abattus sont destinés à la consommation humaine, le reste devenant des déchets après traitement.

II.2. Le processus d'abattage industriel des volailles

II.2.1. Transport et réception des volailles

Les volailles sont transportées des fermes avicoles aux abattoirs dans des cages ou des caisses conçues pour minimiser le stress et les blessures pendant le transport (Velarde et Dalmau, 2012). À leur arrivée, les oiseaux sont déchargés et placés dans des enclos de repos.

II.2.2. Abattage et éviscération

Les volailles sont abattues selon des méthodes spécifiques prescrites par la loi islamique, telles que la saignée avec un couteau bien aiguisé pour garantir une mort rapide et minimiser la souffrance de l'animal (Journal officiel N°15 2014 ; Guerrero-Legarreta et al., 2019).
Ensuite,

les volailles passent par des postes d'éviscération où les organes internes sont retirés. Des dispositifs automatisés, comme les plumeuses rotatives, permettent un enlèvement efficace des plumes et l'éviscération (figure 5).

II.2.3. Refroidissement

Après l'éviscération et le plumage, les carcasses de volailles subissent un refroidissement rapide pour abaisser leur température corporelle et réduire le risque de prolifération bactérienne. Cette étape est cruciale pour garantir la sécurité alimentaire et la qualité du produit final.

II.2.4. Inspection et emballage

Les carcasses refroidies sont ensuite inspectées visuellement et parfois par des systèmes automatisés de détection de défauts pour s'assurer qu'elles répondent aux normes de qualité et de sécurité alimentaire. Les carcasses conformes sont ensuite emballées sous vide ou dans des atmosphères modifiées pour prolonger leur durée de conservation et préserver leur fraîcheur

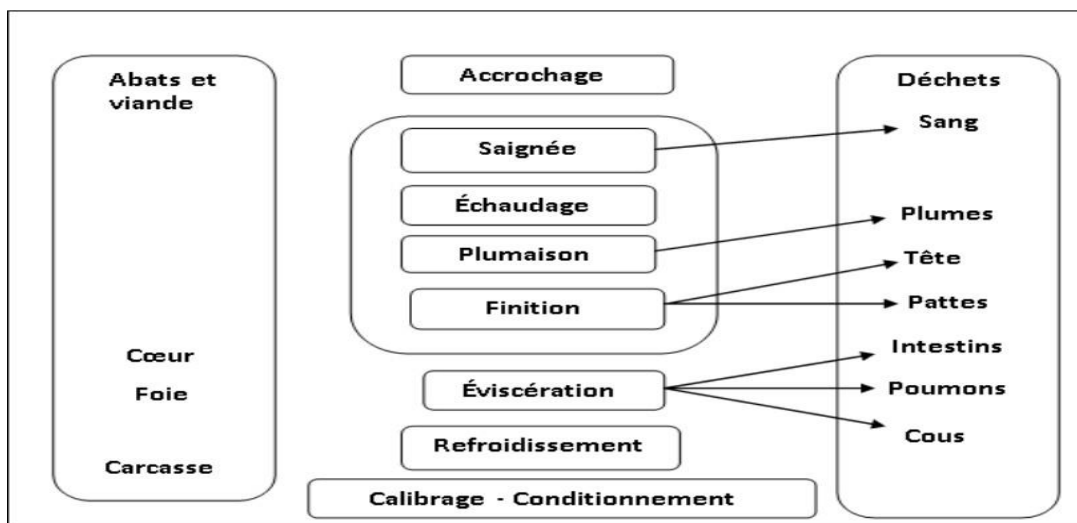


Figure 5 : Schéma général des différentes phases du processus d'abattage (COLIN, 1988)

II.3. Gestion des sous-produits et des déchets

Les sous-produits d'abattoirs, également appelés co-produits animaux ou sous-produits animaux, sont des matériaux issus des animaux abattus pour la production de viande. Ces sous-produits représentent une part importante du poids vif des animaux, variant de 30 à 75 % selon l'espèce (Mohan et Long, 2021).

Les sous-produits et les déchets générés tout au long du processus d'abattage, tels que les plumes, les viscères et les os, sont collectés et traités de manière appropriée pour minimiser leur impact environnemental. Certains sous-produits peuvent être valorisés pour la production d'aliments pour animaux, de fertilisants ou d'autres produits industriels (Ockerman et Basu, 2004).

II.3.1. Quantités et types de déchets d'abattage de volaille

L'AAFCO (Association of American Feed Control Officials) définit les sous-produits de la volaille comme le cou, la tête, les pattes, les gésiers et les intestins et les plumes (Tableau I) .

Les co-produits d'abattoir, tels que le sang, les poumons et les intestins, sont insuffisamment récupérés et valorisés (Hadji et al., 2014).

Tableau I : Composition d'un poulet standard vivant et pourcentages éliminés par partie (Savary et al., 2004).

Composition d'un poulet standard vif	% du poids vif	
Plumes et sang	7,38	Déchets : 30,44%
Tête	2,55	
Pattes	4,23	
Grappe intestinale	6,15	
Graisse abdominale	1,59	
Abats (foie, gésier, cœur)	4,36	
Cou sans peau	1,67	
Peau de cou	0,8	
Divers	1,64	
Ailes	12,48	
Peau des filets	3,98	
Lambeaux de viande	0,83	
Filets	27,42	
Dos avant	6,61	
Cuisses	36,59	
Dos arrière	6,54	
Croupion	0,91	
Coffre	4,64	

Le tableau présenté offre une analyse détaillée de la composition d'un poulet standard vif, en distinguant soigneusement les parties comestibles et non comestibles. Cette distinction met en lumière la proportion importante des déchets générés par l'abattage des poulets, soulignant ainsi l'enjeu crucial de leur valorisation durable.

II.3.2. Typologie des déchets d'abattage de volaille

La proportion de déchets générés par l'abattage de volaille varie en fonction de plusieurs facteurs, tels que le type d'élevage, les pratiques d'abattage et la race des volailles (Malher et al., 2015). En moyenne, les déchets représentent environ 20 à 30% du poids vif des volailles abattues (FAO, 2019).

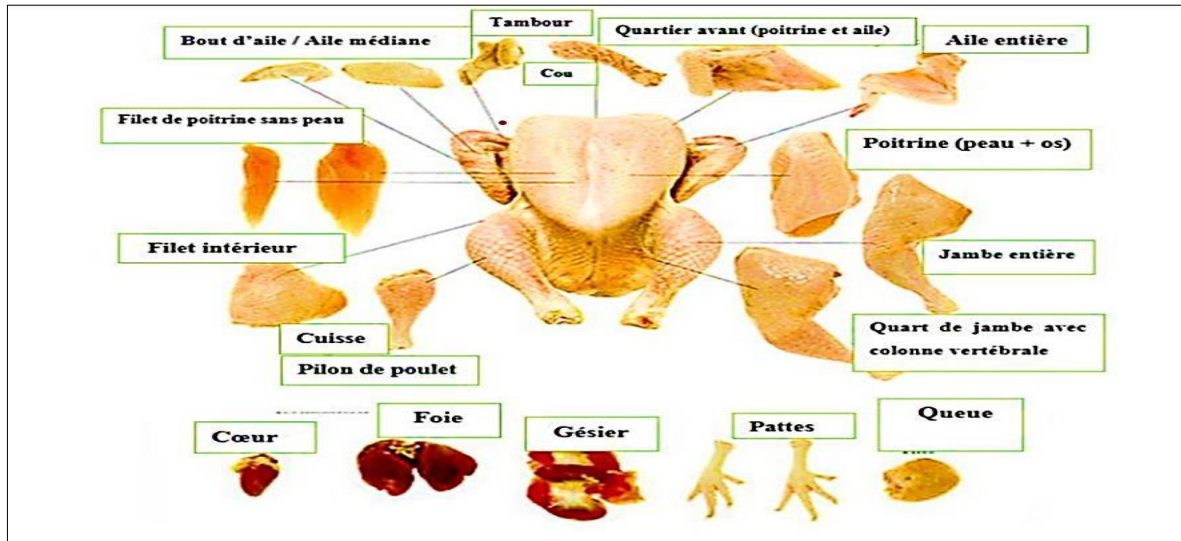


Figure 6 : Les différentes parties d'un poulet entier (Malher et al., 2015).

Cette illustration met en évidence les différentes parties d'un poulet entier, permettant de visualiser la proportion des déchets générés lors de l'abattage. Les plumes, les viscères et les carcasses non conformes représentent les principaux types de déchets, constituant une part importante de la masse totale des volailles abattues.

II.4. Valeurs des déchets de volailles

Selon Cesbron et al. (2012), la répartition des déchets de volaille sont présentés dans la figure

7

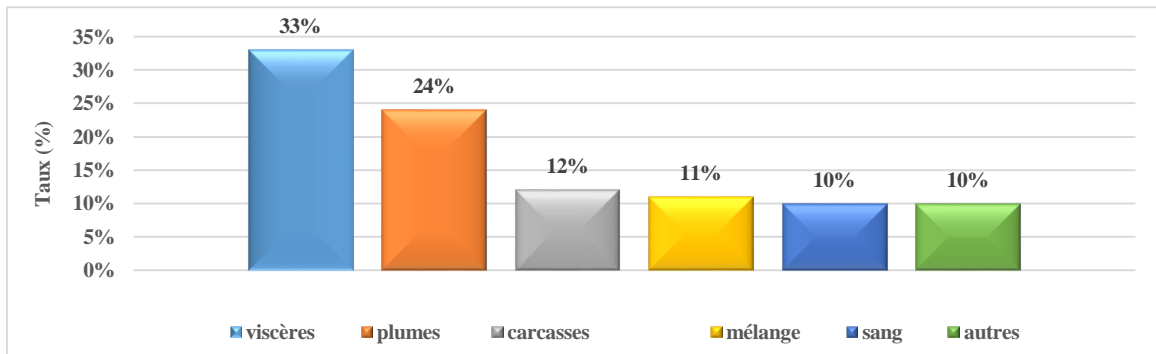


Figure 7 : Répartition en pourcentage des différents déchets issus de l'abattage des volailles (Cesbron et al., 2012)

- **Viscères :** Environ 33%, constituant une source de protéines et de matières grasses valorisable dans la fabrication de farine animale ou de biogaz.
- **Plumes :** Environ 24%, pouvant être valorisées dans la production d'isolants, d'engrais riches en azote ou de biocarburants.
- **Carcasses :** Environ 12%, pouvant être transformées en produits dérivés tels que la gélatine, le collagène ou la graisse animale.
- **Mélange :** Environ 11%, regroupant des éléments divers comme les os, les becs et les pattes, valorisables après broyage et traitement.
- **Abats :** Foie, cœur, gésiers, représentant environ 5% du poids vif des poulets, valorisés comme aliments pour animaux ou produits comestibles pour l'homme (pâtés, terrines).
- **Sang :** Environ 10%, riche en protéines et valorisable dans la fabrication d'engrais ou d'aliments pour animaux.
- **Eaux de lavage :** Chargées de matières organiques et de microorganismes, provenant du nettoyage des carcasses et des abattoirs, elles nécessitent un traitement en station d'épuration.
- **Autres :** La catégorie "autre" regroupe des déchets divers tels que les fientes et les eaux de lavage, qui nécessitent des traitements spécifiques avant rejet.

En Algérie, la quantité annuelle de déchets d'abattage de volaille est estimée à environ 120 000 tonnes, soit 10% du poids vif des poulets abattus (Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables, 2020).

II.5. Impacts des déchets de volailles ;

L'élimination traditionnelle des sous-produits d'abattoirs par des méthodes telles que l'enfouissement, l'incinération et la mise en décharge présente des risques environnementaux et sanitaires considérables (Franke-Whittle et Insam, 2013 ; Bandaw et Herago, 2017). Ces pratiques peuvent causer : des dommages environnementaux, des problèmes de santé publique et des coûts élevés pour les gouvernements en termes de taxes et de transport.

II.5.1. Impacts environnementaux

- ✓ La gestion inadéquate des déchets d'abattage peut entraîner une pollution de l'eau et du sol par infiltration de lixiviats riches en matière organique, en azote et en phosphore, affectant ainsi la qualité de l'eau potable, la vie aquatique et les écosystèmes naturels (Jones et al., 2019).

- ✓ Environ 50 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à la production alimentaire proviennent du secteur agricole, l'industrie alimentaire contribuant à des problèmes environnementaux significatifs tels que la réduction des ressources, les émissions atmosphériques et la dégradation des terres (Boer, 2002 ; Beccali et al., 2009 ; Sharon et al., 2009 ; Roy et al., 2012).

- ✓ De plus, la décomposition anaérobie des déchets d'abattage produit du méthane, un puissant GES, tandis que l'incinération des déchets non valorisés libère du dioxyde de carbone et d'autres polluants atmosphériques (Lee et al., 2023).

II.5.2. Impacts économiques des déchets avicoles

- ✓ Les déchets d'abattage non valorisés représentent une perte de ressources potentiellement précieuses, telles que des protéines, des matières grasses et des minéraux, qui pourraient être utilisées dans la fabrication d'aliments pour animaux, d'engrais ou d'autres produits (FAO, 2022).

- ✓ De plus, l'élimination des déchets d'abattage par des méthodes non durables, comme la mise en décharge sauvage ou l'incinération inadéquate, peut engendrer des coûts significatifs pour les collectivités locales et les entreprises (Lee et al., 2023).

II.5.3. Impacts sanitaires des déchets avicoles

Les déchets d'abattage non traités attirent des vecteurs de maladies tels que les mouches et les rongeurs, favorisant ainsi la propagation de maladies zoonotiques et constituant une menace pour la santé publique. De plus, la contamination des sols et des eaux par des agents pathogènes présents dans ces déchets pose des risques pour la santé humaine et animale (Jones et al., 2019 ; FAO, 2022).

Les pathogènes tels que la *Salmonelle*, le *Campylobacter* et le virus de l'influenza aviaire peuvent être présents dans ces déchets, contribuant ainsi à la propagation de maladies chez les animaux et les humains (Lee et al., 2023).

II.6. Méthodes de l'élimination les sous-produits animaux

✓ Incinération :

L'incinération offre une solution efficace pour la gestion des sous-produits d'abattoir, permettant de réduire leur volume, d'éliminer les agents pathogènes et de valoriser les cendres résiduelles. Cependant, il est essentiel de considérer les impacts environnementaux potentiels, les coûts d'investissement et d'exploitation, l'incinération implique le respect des réglementations en vigueur, l'adoption de technologies avancées de contrôle des émissions et une communication transparente avec les parties prenantes (Pitk et al., 2012 ; Franke-Whittle et Insam, 2013).

✓ Enfouissement :

Pour éviter toute contamination, les cadavres d'animaux sont enfouis à une profondeur spécifique et recouverts d'une couche de terre suffisamment épaisse (Mounirattinam et Bernatchez, 2011). La technique de mise en décharge est le type d'élimination le plus courant et nécessite un contrôle strict pour limiter les odeurs, minimiser les problèmes environnementaux, la contamination des eaux souterraines et les problèmes de santé (Tchobanoglous et al., 1993).

- ✓ **Compostage :** Cette méthode contrôlée de décomposition biologique produit du compost riche en substances humiques bénéfiques pour le sol. Le compostage peut être appliqué à

une variété de sous-produits animaux, offrant une solution durable et écologique (DEFRA, 2011).

- ✓ **Fonte :** La fonte transforme certains sous-produits en une substance riche en protéines, plus facile à stocker et à manipuler. Cette méthode rend les déchets moins désagréables et contribue à leur gestion à long terme (Haines, 2004).

Chapitre III : Caractérisation et valorisations des déchets de volailles

III.1. Caractérisation des déchets d'abattoir avicole

La connaissance des caractéristiques physiques et chimiques des sous-produits de la transformation de la viande est cruciale pour choisir la méthode d'élimination appropriée, sélectionner le processus technologique adapté à leur valorisation, et comprendre les moyens de manipulation des sous-produits (Maysonnave et al., 2020).

La compréhension de la composition chimique des sous-produits est également essentielle pour identifier les produits à haute valeur ajoutée à produire par le bio raffinage (Yaakob et al., 2018). Cette caractérisation montre les divers composants présents dans les sous-produits d'abattoir, soulignant l'importance de leur composition chimique pour optimiser leur valorisation.

III.1.1. Composition et propriétés physicochimiques

Le tableau II présente la composition des déchets de volaille, mettant en évidence une teneur élevée en protéines (124 kg pour 1000 kg) et une faible teneur en matières minérales (32 kg pour 1000 kg). La teneur en eau de 66,3% augmente considérablement les coûts de transport et de séchage avant la valorisation (Valta et al., 2015).

Tableau II : Composition de 1000 kg de divers sous-produits d'abattoir (Valta et al., 2015)

Matière première	Quantité (kg)	Protéines (kg)	Matières minérales (kg)	Graisses (kg)	Eau (kg)
Carcasses d'animaux	1000	278	72	236	696
Déchets d'abattoir	1000	180	40	274	748
Os, sang et poils	1000	241	127	47	573
Déchets de volaille	1000	124	32	181	663
Autres	1000	280	7	23	690

Les déchets d'abattoirs avicoles sont riches en protéines structurales telles que le collagène, l'élastine et la kératine, ainsi qu'en composants minéraux comme le potassium et le phosphore (Tableau III) Une analyse physicochimique a révélé les paramètres suivants (Elmoualdi et al., 2006).

Tableau III : Caractéristiques physico-chimiques des déchets de volaille (Elmoualdi et al., 2006)

Paramètres	Valeurs
pH	6,5
Matière organique	43,30 %
Protéines brutes	15,30 %
Azote total	2,20 %
Phosphore total	10,00 %
Potassium total	56,40 %

Ces déchets présentent des niveaux élevés de protéines (15,3%) avec une dominance de potassium (56,4%) et de phosphore (10%). Cette composition favorise leur utilisation potentielle comme fertilisants du sol et ouvre des perspectives de valorisation dans diverses filières (Elmoualdi et al., 2006 ; Butcherba, 2014).

III.1.2. Composition physicochimique spécifique des sous-produits de volaille

III.1.2.1. Composition physicochimique des plumes de poulet

Les plumes de poulet se composent principalement de kératine (environ 90%), une protéine fibreuse insoluble caractérisée par sa structure réticulée (Tesfaye et al., 2017). Outre la kératine, les plumes de poulet contiennent des lipides (1%), de l'eau (8%) et des traces d'éléments minéraux (1,49%). Des analyses plus approfondies révèlent la présence de carbone, d'azote, d'oxygène et de soufre dans des proportions respectives de 64,47%, 10,41%, 22,34% et 2,64% (Tesfaye et al., 2017).

III.1.2.2. Composition physicochimique des pattes de poulet

Les pattes de poulet, souvent considérées comme des déchets dans l'industrie agroalimentaire, représentent une source précieuse de protéines, de minéraux et de collagène. Elles sont riches en protéines, avec une teneur approximative de 15 à 20% en poids sec.

Elles constituent une source importante d'acides aminés essentiels, tels que la glycine, la proline et le glutamate, qui jouent un rôle crucial dans divers processus physiologiques chez les humains et les animaux (Mokrejs et al., 2017).

Outre les protéines, les pattes de poulet contiennent également des minéraux essentiels, notamment du calcium, du phosphore, du magnésium et du potassium, qui sont importants pour la santé des os, des dents, des muscles et du système nerveux (Boukhiar et al., 2023).

Les pattes de poulet sont également une bonne source de collagène, une protéine structurelle abondante dans le tissu conjonctif, présentant des propriétés fonctionnelles intéressantes telles que la gélification, la viscoélasticité et la capacité de liaison à l'eau (Shi et al., 2023).

III.1.2.3. Composition physicochimique des viscères de poulets

Les viscères de poulets, qui comprennent le foie, le cœur, le gésier et les intestins, présentent une composition physicochimique riche et variée. Ils sont riches en protéines, avec une teneur généralement comprise entre 18% et 25% en poids sec (Tableau IV)

Ces protéines sont constituées d'acides aminés essentiels nécessaires à divers processus biologiques (Butcherba, 2014). La teneur en lipides des viscères de poulets varie entre 10% et 20%, servant de source d'énergie et jouant un rôle crucial dans la structuration des membranes cellulaires (Yaakob et al., 2018).

Tableau IV: Analyses physicochimiques typiques des viscères de poulets (Butcherba, 2014)

Paramètres	Valeurs
Protéines brutes	20,5 %
Lipides	15,3 %
Matières minérales	8,1 %
Humidité	75,0 %
Fibres brutes	1,2 %
pH	6,8

Les viscères contiennent des minéraux essentiels tels que le calcium, le phosphore, le magnésium et le fer. Le phosphore et le calcium sont particulièrement abondants (Elmoualdi et al., 2006).

La teneur en eau des viscères de poulets est souvent entre 70% et 80%, nécessitant des techniques de conservation appropriées pour éviter la détérioration microbiologique (Maysonnave et al., 2020). Les viscères contiennent également des fibres en quantité moindre par rapport à d'autres composants, jouant un rôle dans le transit digestif des animaux (Tesfaye et al., 2017).

Les viscères de poulet et de volaille sont riches en vitamines hydrosolubles, telles que les vitamines B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B3 (niacine) et B12 (cobalamine).

III.1.3. Caractéristiques microbiologiques

Les déchets d'abattoirs avicoles présentent une charge microbienne élevée, comprenant des germes pathogènes tels que les Staphylocoques, Clostridium, et les coliformes fécaux (Tableau V). Cette présence microbiologique nécessite un traitement thermique adéquat, comme la stérilisation, avant toute valorisation des déchets.

Tableau V: Caractéristiques microbiologiques des déchets de volaille
(Elmoualdi et al., 2006)

Microorganismes	UFC/g de déchets de volaille
Flore mésophile aérobie totale	$7,1 \times 10^8$
Bactéries lactiques	$8,1 \times 10^5$
Levures	$1,0 \times 10^4$
Coliformes fécaux	$8,1 \times 10^2$
Staphylocoques	$8,8 \times 10^2$
Streptocoques	$2,0 \times 10^2$
Clostridium	180

Il apparaît que les déchets d'abattoir de volaille présentent un impact négatif sur l'environnement et la santé publique en raison de leur charge microbienne élevée et de la présence de germes pathogènes (Staphylocoques, Clostridium, coliformes fécaux), nécessitant un traitement avant d'envisager leur valorisation (Elmoualdi et al., 2006).

III.2. Valorisation des déchets d'abattage de volaille

Chaque fraction des déchets de volaille présente des caractéristiques et des potentialités de valorisation spécifiques (Boukhar et al., 2023). Traditionnellement utilisés comme engrais, les déchets de volailles tels que les fientes, la litière, les plumes, les os et les abats peuvent être transformés en ressources précieuses grâce à l'économie circulaire et aux innovations technologiques.

Cette valorisation permet de générer diverses substances et produits à haute valeur ajoutée, favorise la création d'emplois et contribue à la réduction des déchets (Boukhari et al., 2023 ; Shi et al., 2023).

III.2.1. Valorisation des sous-produits de volaille

III.2.1.1. Réduction des déchets envoyés aux décharges :

La valorisation des déchets d'abattage de volaille permet de diminuer la quantité de déchets envoyés aux décharges, contribuant ainsi à la préservation de l'environnement et à la valorisation des ressources naturelles.

III.2.1.2. Production de biogaz :

Les déchets d'abattage peuvent être transformés en biogaz, une source d'énergie renouvelable pouvant être utilisée pour produire de l'électricité ou de la chaleur (Regina et al., 2016).

III.2.1.3. Utilisation comme engrais organiques :

Les déchets d'abattage peuvent être compostés ou transformés en farine d'os et de sang, des engrais organiques riches en nutriments pour l'agriculture (Butcherba, 2014).

III.2.1.4. Transformation en aliments pour animaux :

Certains sous-produits d'abattage, tels que les plumes et les carcasses, peuvent être transformés en aliments pour animaux, réduisant ainsi la dépendance aux aliments pour animaux d'origine végétale (Marculescu et Stein, 2011).

III.2.2. Valorisation différente des sous-produits de volaille

III.2.2.1. Valorisation du sang de poulet :

Le sang de volaille peut être séché pour obtenir une source précieuse de protéines de haute qualité nutritionnelle et fonctionnelle, ainsi que de micronutriments comme le fer (Ozdemir et Yetilmezsoy, 2020).

III.2.2.2. Valorisation des pattes de poulet :

Riches en protéines et en collagène, les pattes de poulet peuvent être transformées en produits à forte valeur ajoutée tels que la gélatine, utilisée dans diverses industries (Mokrejs et al., 2017).

III.2.2.3. Valorisation des viscères de poulet :

Les viscères de poulet peuvent être transformés en engrais agricole par fermentation, offrant ainsi une alternative durable à leur élimination (Butcherba, 2014).

III.2.2.4. Valorisation des plumes de poulet

Les plumes de poulet offrent une variété de possibilités de valorisation, notamment pour la production de biogaz, de biodiesel, de plastiques biodégradables, ainsi que de produits cosmétiques et pharmaceutiques (Tesfaye et al., 2017 ; Purandaradas et al., 2018 ; Santana et al., 2020). En 2018, environ 38 000 tonnes de farine de plumes ont été fabriquées, principalement destinées à l'alimentation animale (SIFCO, 2018). Les produits finaux, tels que les engrais ou les aliments pour animaux, contiennent généralement entre 10 % et 20 % de farine de plumes (Figure 8).

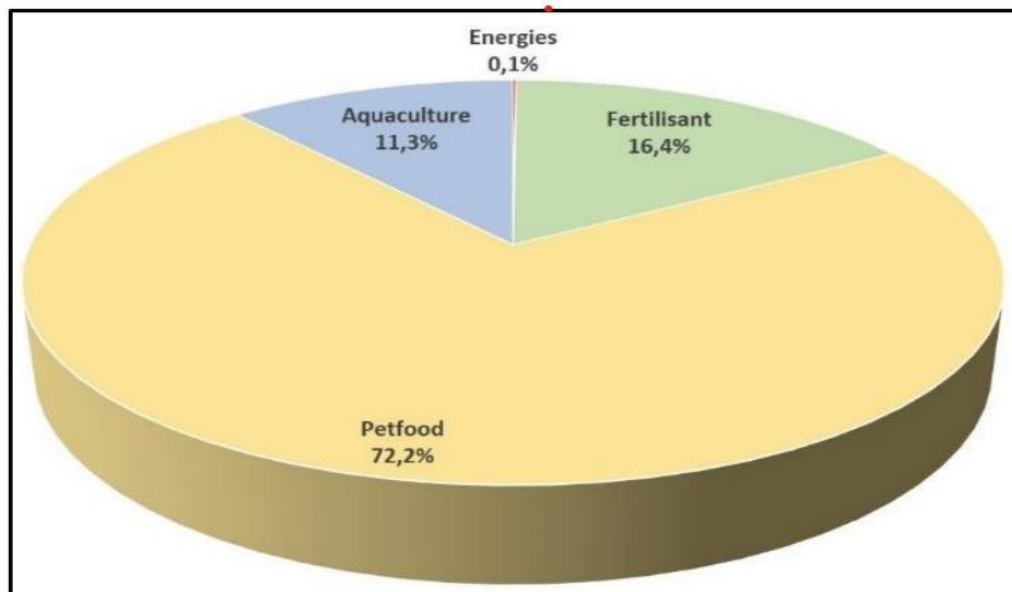


Figure 8 : Part relative des destinations des farines de plumes en 2018 (SIFCO, 2018)

Des analyses de farines de plumes commercialisées en Asie et aux États-Unis ont révélé la présence de diverses substances organiques, y compris des antidépresseurs, des fongicides, de la caféine, des hormones et des médicaments vétérinaires, en particulier des antibiotiques (Love et al., 2012). Les plumes sont transformées en farine de plumes pour être ensuite incorporées dans l'alimentation animale, notamment pour l'aquaculture, les porcs et les animaux domestiques.

Les tests de durabilité et de combustion ont confirmé que les plumes se comportent de manière similaire aux fibres animales, suggérant ainsi que les plumes de poulet pourraient devenir une matière première précieuse dans les industries du textile, du plastique, des cosmétiques, des produits pharmaceutiques, biomédicaux et bioénergétiques (Dréano, 2022).

DEUXIEME PARTIE :
ETUDE
EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et méthodes

I. Objectif et problématique

I.1. Objectif

L'industrie avicole, en pleine expansion, génère des quantités considérables de sous-produits issus de l'abattage des poulets de chair. Ces sous-produits, tels que les plumes, les pattes, les têtes et les viscères, représentent environ 30% du poids vif des volailles et constituent une source de pollution environnementale majeure s'ils ne sont pas gérés de manière adéquate.

Cette recherche vise à fournir des recommandations pratiques pour une gestion efficace des sous-produits d'abattoirs de poulets de chair, tout en contribuant à la réduction des déchets.

L'objectif principal de cette étude est de quantifier les déchets produits par les poulets de chair dans diverses conditions d'élevage. L'étude inclut également une caractérisation physico-chimique et une analyse microbiologique de ces déchets pour évaluer leur potentiel de valorisation.

I.2. Problématique

➤ Quantification des déchets :

- ❖ Quelle est la quantité moyenne de déchets produits par un poulet de chair élevé dans différentes conditions ?

➤ Hypothèse :

La quantité de déchets produits par un poulet de chair pourrait varier en fonction de son alimentation, de ses conditions de logement et de gestion.

- ❖ Comment les différentes conditions d'élevage influencent-elles la quantité et la composition des sous-produits ?

➤ Hypothèse:

Les conditions d'élevage, telles que la densité de population, l'alimentation et les pratiques de gestion, pourraient influencer la quantité et la composition des sous-produits en modifiant la croissance, la santé et la composition corporelle des animaux, ce qui pourrait entraîner des variations dans la production et la qualité des sous-produits.

➤ **Caractérisation physico-chimique et microbiologique :**

❖ Quelles sont les caractéristiques physico-chimiques des sous-produits prélevés ?

➤ Hypothèse :

Les caractéristiques physico-chimiques des sous-produits prélevés pourraient varier en fonction des conditions d'élevage, telles que l'alimentation et les pratiques de gestion, en influençant la composition corporelle et la santé des animaux, ce qui pourrait entraîner des variations dans les propriétés telles que l'humidité, la teneur en protéines, et le pH des sous-produits.

❖ Quels sont les profils microbiologiques de ces sous-produits ?

➤ Hypothèse :

Les profils microbiologiques des sous-produits pourraient varier en fonction des conditions d'élevage, telles que l'alimentation et l'hygiène des installations, en influençant la flore microbienne présente sur les animaux et dans leur environnement, ce qui pourrait entraîner des différences dans les types et les quantités de micro-organismes détectés dans les sous-produits.

II. Matériel et Méthodes

II.1. Méthodologie

Notre étude a été réalisée au niveau de deux abattoirs situés dans la wilaya de Boumerdès. Elle se compose de deux parties principales.

II.1.1.3. Évaluation des déchets et prélèvements

➤ Évaluation de la quantité moyenne de déchets produits par poulet abattu au sein des deux abattoirs.

- **Sélection des poulets** : Au sein des abattoirs sélectionnés, nous avons choisi aléatoirement 60 poulets au total, soit 30 poulets par abattoir et 10 poulets par jour pendant 6 jours consécutifs).

- Pesée des poulets

- Pesée de chaque poulet avant abattage.
- Pesée de chaque poulet après abattage et éviscération
- Pesée de chaque type de déchet (de chaque poulet).

-**Réalisation des prélèvements** : Chaque jour, des prélèvements de déchets ont été effectués sur un poulet sélectionné aléatoirement. Les échantillons de déchets (têtes, pattes, plumes, viscères) (figure 10) pour des analyses physico-chimiques et microbiologiques.



Figure 10 : Différents déchets prélevés (tête, plumes, pattes, intestins) (photo originale).

- Analyse des données

- Calcul de la perte de poids moyenne de chaque poulet.
- Calcul de la proportion des déchets pour chaque poulet.
- Comparaison des pertes de poids et des proportions de déchets entre les poulets des deux abattoirs.
- Identification des facteurs éventuels influençant la perte de poids et la répartition des déchets (race, âge, conditions d'élevage, pratiques d'abattage, etc.).

II.1.2. Deuxième partie :

La deuxième partie de l'étude a été réalisée au niveau du laboratoire de l'INRAA, où les prélèvements ont été analysés.

- Analyse des propriétés physico-chimiques : Les échantillons ont été analysés pour déterminer leur composition en eau, matière sèche, matière organique, cendres et protéines.
- Évaluation des profils microbiologiques : Les échantillons ont été testés pour la présence de bactéries pathogènes, afin d'évaluer leur sécurité sanitaire et leur potentiel de valorisation.

II.1.2.1. Protocole expérimentale

➤ Préparation des échantillons de déchets de poulets :

- Les pattes de poulet, les intestins, les plumes et les têtes ont été soigneusement rincés à l'eau courante potable pour éliminer toute saleté, débris ou contamination extérieure.
- Les prélèvements ont été coupés en petits morceaux puis broyer pour accélérer le séchage.
- Les organes (plumes, pattes, intestins et têtes) ont été répartis sur des boîtes de Pétri stériles (figure 11) et placées dans une étuve à une température constante comprise entre 40°C et 50°C.

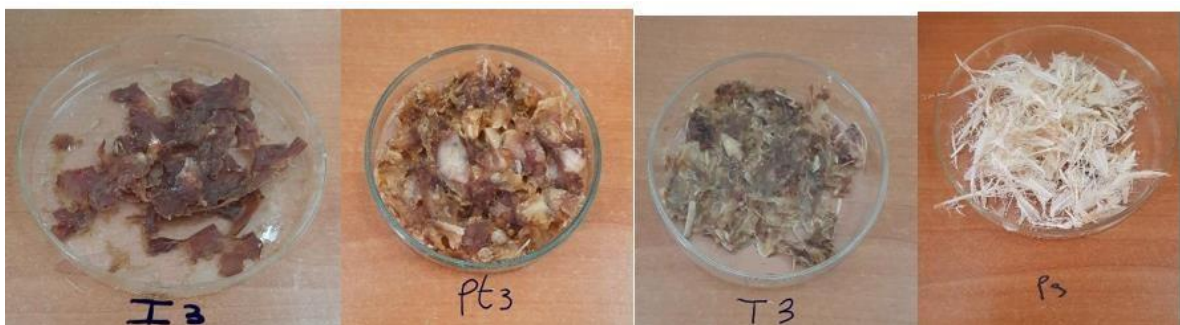


Figure 11 : Echantillons après séchage (photo originale).

- Le processus de séchage a duré 24 heures, permettant une élimination complète de l'humidité des échantillons
- Des pesées régulières des échantillons ont été effectuées tout au long du processus de séchage pour s'assurer qu'ils atteignaient le niveau de déshydratation complet.

➤ **Préparation de la matière sèche :**

- **Broyage en poudre :** Les organes ont été broyés en poudre fine pour faciliter l'analyse ultérieure.

II.1.2.2. Caractérisations physico-chimiques des déchets de poulet

➤ **Déterminer la teneur en matière sèche (MS) des échantillons de déchets de poulet.**

➤ **Objectif :** Evaluer la teneur en matière sèche d'un échantillon par séchage et pesée.

Matériel : Etuve, balance analytique, coupelles jetables.

Étapes :

1. Préchauffer l'étuve à 105°C.
2. Noter le poids d'une coupelle vide (m_0).
3. Ajouter l'échantillon (m_1) et noter le poids total (m_2).
4. Sécher l'échantillon à 105°C pendant 24 heures.
5. Laisser refroidir la coupelle et l'échantillon dans un dessiccateur.
6. Noter le poids final (m_3).

Calcul :
$$\text{Teneur en matière sèche MS (\%MS)} = ((m_3 - m_0) / (m_2 - m_0)) \times 100$$

➤ **Déterminer la teneur en matière humide (MH) des échantillons de déchets de poulet.**

Objectif : Evaluer la teneur en matière humide (MH) d'échantillons par soustraction.

La détermination de la matière humide de déchets a été effectuée en soustrayant de

100% la teneur de la matière sèche trouvée.

Calcul :
$$\text{Teneur en matière humide MH (\%MS)} = 100 - \text{Teneur en matière sèche (\%MS)}$$

➤ **Déterminer la teneur en matière minérale (MM) des échantillons de déchets de poulet.**

Objectif : Evaluer la teneur en matière minérale (MM) d'échantillons par incinération.

Étapes :

1. Préchauffer le four à moufle à 200°C.
2. Placer les échantillons dans les creusets et les insérer dans le four.

3. Incinérer les échantillons à 200°C pendant 1 heure et 30 minutes.
4. Augmenter la température du four à 500°C.
5. Poursuivre l'incinération à 500°C pendant 2 heures et 30 minutes.
6. Retirer les creusets du four et les laisser refroidir dans un dessiccateur.
7. Peser les creusets contenant les cendres refroidies (noter la masse finale).

Calcul :
$$\text{Teneur en matière minérale MM (\%MS)} = (\text{Masse finale} / \text{Masse initiale}) / \text{MS} \% \times 100$$

Où :

- Masse finale est le poids du creuset avec les cendres après incinération.
 - Masse initiale est le poids du creuset avec l'échantillon avant incinération.
- **Déterminer la teneur en matière organique (MO) des échantillons de déchets de poulet.**

Objectif : Evaluer la teneur en matière organique (MO) d'échantillons par soustraction.

La détermination de la matière organique de déchets a été effectuée en soustrayant de

100% la teneur de la matière minérale trouvée.

Calcul :
$$\text{Teneur en matière organique MO (\%MS)} = 100 - \text{Teneur en matière minérale (\%MS)}$$

- **Déterminer la teneur en azote total des échantillons de déchets de poulet**

(Méthode Kjeldahl)

Objectif : Evaluer la teneur en matière azoté totale (MAT) des échantillons par digestion et distillation.

Matériel :

Ballons de 250 ml, appareil de digestion kjeldahl, appareil de distillation (bùchi), béchers, pipettes, burettes, balance analytique.

Tableau VI : les réactifs utilisés

Réactifs	
<ul style="list-style-type: none">• Catalyseur Kjeldahl (mélange de K₂SO₄, CuSO₄ et Se)• Acide sulfurique concentré H₂SO₄• Eau distillée• Solution de soude NaOH	<ul style="list-style-type: none">• Solution d'acide sulfurique N/50• Indicateur rouge de méthyle et vert de bromocrésol (mélangés)• Acide borique• Ethanol absolu

➤ **Étapes :**

a. Minéralisation :

1. Peser 0,5 g d'échantillon dans un ballon de 250 ml.
2. Ajouter 2 g de catalyseur Kjeldahl et 20 ml d'acide sulfurique concentré.
3. Digérer l'échantillon dans l'appareil de Kjeldahl pendant 3 heures ou jusqu'à changement de couleur.
4. Laisser refroidir le ballon et ajouter 250 ml d'eau distillée.

b. Distillation :

1. Préparer les solutions :

- Indicateur : dissoudre 200 mg de rouge de méthyle et 200 mg de vert de bromocrésol dans 200 ml d'eau distillée.
 - Solution d'acide borique : dissoudre 20 g d'acide borique dans 200 ml d'éthanol absolu, ajouter l'indicateur préparé et 1 L d'eau distillée.
 - Solution de soude : dissoudre 400 g de NaOH dans 1 L d'eau distillée.
 - Solution d'acide sulfurique N/50 : diluer 10 ml d'acide sulfurique concentré dans 1 L d'eau distillée.
2. Transférer 20 ml du contenu du ballon et 20 ml de solution de soude dans l'appareil de distillation (Büchi).
 3. Recueillir le distillat dans un bécher contenant 20 ml d'indicateur.
 4. Distiller jusqu'à obtention d'au moins 100 ml de distillat.
 5. Titrer le distillat avec la solution d'acide sulfurique N/50 jusqu'à virage rose (couleur initiale de l'indicateur).

Calcul de la MAT :
$$\text{MAT (\%MS)} = (V \cdot N / m \cdot 6,25)$$

Où :

- V est le volume d'acide sulfurique N/50 utilisé pour la titration (en ml).
- N est la normalité de la solution d'acide sulfurique N/50 = $280 \cdot 10^{-6} \cdot 12,5 \cdot 100$.
- m est la masse de l'échantillon (en g).

II.1.2.3. Analyses microbiologiques des déchets de poulet :

➤ **Objectif :** Identifier et quantifier les micro-organismes présents dans les échantillons de déchets de poulet, en se concentrant sur *Staphylococcus aureus* et *Salmonella spp.*

➤ **Matériel :**

- Échantillon de déchets de poulet (farineux)
- Gants stériles
- Spatule stérile

- Balance
- Diluant stérile (Milieu Tryptone Sel Eau - T.S.E)
- Pipettes Pasteur stériles (1 ml)
- Boîtes de Pétri stériles
- Milieux de culture sélectifs :
 - Gélose Chapman pour *Staphylococcus aureus*
 - Gélose SS (Salmonella-Shigella) pour *Salmonella* spp.

➤ **Incubateur :**

- Alcool (70% isopropanol ou éthanol)
- Bec Bunsen

➤ **Mode opératoire :**

➤ **Préparation des échantillons :**

1. Porter des gants stériles.
2. Prélever aseptiquement un échantillon représentatif des déchets de poulet (par exemple, 1 g de chaque type de déchet mélangé).
3. Peser 0,9 g de l'échantillon et le transférer dans un tube stérile contenant 9 ml de T.S.E (figure 12).
4. Homogénéiser soigneusement le mélange.

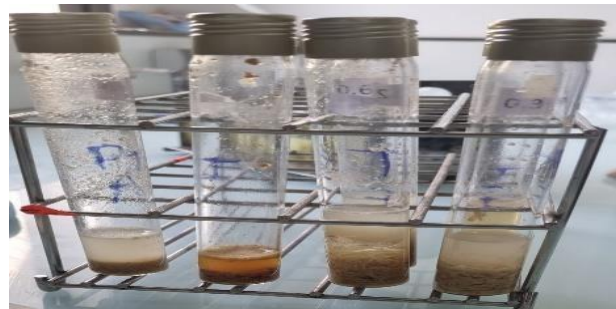


Figure 12 : T.S.E avec l'échantillon (photo originale)

IV.1. Méthodes d'analyse de *Staphylococcus aureus* :

➤ **Préparation du milieu de culture :**

1. Faire fondre le bouillon Gélose Chapman dans un bain-marie à 40°C pendant 2 heures.
2. Verser environ 45 ml du bouillon fondu dans une boîte de Pétri stérile et laisser solidifier.

➤ **Ensemencement :**

1. Prélever 1 ml de la dilution de l'échantillon (T.S.E) à l'aide d'une pipette Pasteur stérile.
2. Déposer trois gouttes de la dilution sur la surface de la gélose Chapman solidifiée.
3. Étaler les gouttes uniformément sur toute la surface de la gélose à l'aide d'une spatule stérile.
4. Incuber la boîte de Pétri à 36°C pendant 24 heures.

IV.2. Méthodes d'analyse de *Salmonella spp.* :

➤ **Pré-enrichissement :**

1. Ajouter 1 ml de la culture T.S.E (obtenue après homogénéisation de l'échantillon) à 9 ml de bouillon SFB-Cystine.
2. Incuber le mélange à 35°C pendant 24 heures.

➤ **Enrichissement :**

1. Prélever 1 ml de la culture SFB-Cystine enrichie.
2. Ajouter le ml à 9 ml de bouillon Rappaport-Vassiliadis (RV).
3. Incuber le mélange à 35°C pendant 24 heures.

➤ **Ensemencement sur gélose sélective :**

1. Faire fondre la gélose SS dans un bain-marie à 40°C. **Méthodes d'analyse de *Staphylococcus aureus* :**
2. Verser environ 45 ml du bouillon fondu dans une boîte de Pétri stérile et laisser solidifier.
3. Prélever trois gouttes de la culture RV enrichie.
4. Déposer les gouttes sur la surface de la gélose SS solidifiée.
5. Étaler les gouttes uniformément sur toute la surface de la gélose à l'aide d'une spatule stérile.

6. Incuber la boîte de Pétri à 35°C pendant 18 à 24 heures.

➤ **Interprétation des résultats :**

- *Staphylococcus aureus* : Observer la croissance de colonies rondes, jaunes, entourées d'une zone hémolytique (clair) sur la gélose Chapman.
- *Salmonella pp.* : Observer la croissance de colonies noires avec un centre noir brillant sur la gélose SS.

V. Analyses statistiques

Les résultats obtenus ont été soumis à une analyse de la variance avec le logiciel SPSS/PASW 21 (IBM, Armonk, NY, USA). Cette analyse a été utilisée pour évaluer de la quantité de déchets de poulet de chair (pattes, têtes, plumes et viscères) produits par poulet abattu dans les deux abattoirs sélectionnés et comparer et analyser de la composition physicochimique de ces déchets. La différence statistique significative a été déclarée à $p < 0,05$.

Chapitre II : Résultats et Discussion

I. Analyse de la capacité d'abattage avicole dans la wilaya de Boumerdès

I.1. Recensement des établissements d'abattage de poulets de chair agréés :

La wilaya dispose d'un réseau d'abattoirs et de tueries pour la filière avicole agréés par les services sanitaire de la direction des services agricole de Boumerdes, six abattoirs et onze tueries d'une capacité journalière totale de 35 060 poulets (tableau VII).

Tableau VII : Nombre d'abattoirs de poulets de chair dans la wilaya de Boumerdès

(Source DSA 2024)

Wilaya	Abattoir (agrée)	Tuerie (agrée)
Boumerdès	6	23
Capacité/jour	19700	15360

Malgré les efforts de modernisation, le nombre de tueries reste supérieur à celui des abattoirs agréés, avec 23 contre 6. Cette situation souligne la nécessité de continuer les actions de sensibilisation auprès de ces établissements pour les inciter à se formaliser. Cette modernisation des abattoirs de poulets de chair représente une avancée remarquable en termes de sécurité sanitaire et d'augmentation de la capacité de production.

I.2. Évaluation de la capacité d'abattage journalière par commune.

L'analyse de la capacité d'abattage journalière par commune dans la wilaya de Boumerdès révèle des disparités géographiques et des différences entre les types d'établissements d'abattage.

On observe une forte concentration des établissements d'abattage par rapport à l'élevage dans les communes les plus peuplées et rurales de la wilaya, telles que Khémis El Khechna (11 000 sujets/jour), Bordj Menail (7 200 sujets/jour) et Taourga (4 700 sujets/jour).

En revanche, des communes comme Beni Amrane, Ammal, Souk El Had, Boumerdès, Ouled Hadadj, Tidjelabine et Larbatache comptent davantage de lieux d'abattage non conformes aux normes réglementaires. La répartition des abattoirs et tueries agréés par commune dans la wilaya de Boumerdès, ainsi que de leur capacité journalière d'abattage sont présentées dans le tableau VII.

Tableau VIII : Abattoirs et tueries agréés par commune au niveau de la wilaya de Boumerdès

Commune	Abattoirs (sujets /jour)	Tueries (sujets /jour)	Capacité totale (sujets/jour)
Bordj Menaail	1 (6000)	1 (1200)	7200
Baghlia	1 (2000)	1 (800)	2800
Taourga	1 (1200)	4 (3500)	4700
Sidi Daoud	1 (2000)	1 (2000)	4000
Khemis El Khechna	1 (6000)	5 (2500)	11000
Beni Amrane	0 (0)	1 (700)	700
Ammal	0 (0)	1 (1000)	1000
Souk El Had	0 (0)	1 (800)	800
Boumerdès	0 (0)	3 (1260)	1260
Ouled Hadjadj	0 (0)	3 (650)	650
Tidjelabine	0 (0)	1 (350)	350
Larbatache	0 (0)	1 (600)	600
Ouled Moussa	1 (2500)	0 (0)	2500
Total	6 (19700)	23 (15360)	35060

L'abattage informel de poulets de chair constitue une pratique néfaste qui impacte négativement la santé publique, l'environnement et la filière avicole. Les risques sanitaires liés aux conditions d'abattage non hygiéniques, cette pratique génère également des nuisances environnementales importantes, notamment la pollution des sols et des eaux par les déchets non traités (Guergueb et al., 2021).

I.3. Les effectifs d'abattage de poulets de chair et les états de saisies sur une période de 2019 à 2023

De 2019 à 2023, on observe une augmentation significative de la quantité d'abattage de poulet de chair, passant de 22 572,42 qx en 2019 à 205 400,90 qx en 2023. Cette tendance indique une croissance marquée de la production avicole dans la wilaya de Boumerdès au cours de cette période (tableau VIII).

Tableau IX : Évolution des abattages et saisies de poulets de chair (2019-2023)

Année	Viande Poulet de Chair (qx)	Nombre de Sujets	Quantité Saisie Poulet (Tonnes)	Nombre de Sujets Saisis
2019	22572,42	1128620	61	30500
2020	62951,73	3147587	48,5	24250
2021	154345,39	7717270	53,42	26711
2022	161363,94	8068197	51,66	25830
2023	205400,9	10270045	44,5	22250

Bien que la production soit augmentée, la quantité saisie de poulet a montré une légère fluctuation, avec une baisse observée en 2023 par rapport aux années précédentes.

L'augmentation de la production avicole, notamment en termes d'abattages de poulets de chair, pose une problématique majeure : la gestion des déchets générés par cette activité. Ces déchets, s'ils ne sont pas traités adéquatement, peuvent avoir des impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique (Souvestre, 2021).

Les déchets d'abattage de poulets de chair comprennent des déchets solides (carcasses, plumes, os, fientes, litières usagées) et des déchets liquides (sang, eaux de lavage, effluents d'éviscération) (Lindsay, 2018). Une gestion inadéquate de ces déchets peut entraîner des impacts environnementaux et sanitaires (Boukhiar, 2022).

Pour répondre à cette problématique, il est crucial d'adopter des méthodes de transformation des déchets avicoles. La transformation permet de valoriser ces déchets, réduisant ainsi leur impact environnemental et contribuant à la durabilité de la filière avicole.

II. Évaluation de la quantité moyenne de déchets produits par poulet abattu dans les deux abattoirs sélectionnés

II.1. Évaluation du poids moyen vif et du poids des carcasses :

Le tableau IX fournit des données sur les moyennes et les écarts-types à la fois pour le poids vif des poulets (PV) et le poids des carcasses (PC), ainsi que les significations statistiques associées.

Partie expérimentale

Tableau X : Les valeurs de la moyenne de poids vif des 3 élevages de chaque éleveur (E : éleveur, A : abattoir A, B : abattoir B)

Nom d'échantillon	n	La moyenne et écart-type de PV (kg)	Signification	Moyenne et écart-type de PC (kg)	Signification
EA1	10	2,71±0,29		2,38±0,24	
EA2	10	2,95±0,30		2,42±0,25	
EA3	10	2,93±0,32		2,49±0,32	
Total Abattoir A	30	2,86±0,31	p<0,0001	2,43±0,26	p<0,05
EB1	10	2,84±0,59		2,50±0,55	
EB2	10	3,50±0,33		2,81±0,32	
EB3	10	3,15±0,25		2,72±0,19	
Total Abattoir B	30	3,16±0,49		2,68±0,39	
Total Abattoir A + B	60	3,01± 0,43	p<0,01	2,55±0,35	p<0,01

La moyenne globale de poids vif (PV) des poulets est statistiquement supérieure ($p < 0,01$) dans l'abattoir B ($3,16 \pm 0,49$ kg) par rapport à l'abattoir A ($2,86 \pm 0,31$ kg), ce qui montre une différence entre les poids vifs des poulets provenant des différents éleveurs et abattus dans les deux abattoirs. Cela suggère que les conditions d'élevage et les pratiques de gestion des éleveurs dans les deux abattoirs sont relativement différents en ce qui concerne le poids vif des poulets.

La moyenne globale de poids carcasse (PC) des poulets est de $2,55 \pm 0,35$ kg avec une signification statistique ($p < 0,01$) entre les deux abattoirs A et B. Cette différence statistiquement significative montre qu'il existe une variation notable dans les poids carcasse des poulets entre les deux abattoirs. Les poulets abattus dans l'abattoir B ($2,68 \pm 0,39$ kg) semblent avoir des poids carcasse légèrement plus élevés que ceux abattus dans l'abattoir A ($2,43 \pm 0,26$ kg).

Les résultats montrent que, les poids vifs des poulets et les poids carcasse entre les deux abattoirs, diffèrent de manière significative. Cela met en lumière l'importance des pratiques prés et post-abattages dans la détermination de la qualité finale des produits de volaille.

Partie expérimentale

II.2. Poids moyen des têtes, des pattes et des viscères

Tableau X présente des valeurs moyennes des pesées des têtes, pattes et viscères des poulets pour chaque éleveur, ainsi que pour les abattoirs A et B.

Tableau XI : Les valeurs moyenne des pesés des déchets des poulets des chaque éleveur

Nom d'échantillon	n	Moyenne et écart-type de PT (kg)	Signification	Moyenne et écart-type de PPT (Kg)	Signification	Moyenne et écart-type de PI (kg)	Signification
EA1	10	0,06±0,01		0,09±0,02		0,13±0,01	
EA2	10	0,06±0,01		0,10±0,02		0,15±0,02	
EA3	10	0,08±0,02		0,11±0,01		0,16±0,01	
Total Abattoir A	30	0,06±0,01		0,10±0,02		0,14±0,02	
EB1	10	0,09±0,01	p<0,001	0,05±0,01	p<0,001	0,10±0,01	p<0,001
EB2	10	0,17±0,02		0,10±0,01		0,18±0,03	
EB3	10	0,07±0,01		0,10±0,01		0,10±0,01	
Total Abattoir B	30	0,11±0,05		0,08±0,03		0,13±0,04	
Total Abattoir A et B	60	0,08±0,04	p<0,0001	0,09±0,02	p<0,001	0,13±0,03	p>0,05

✓ Poids des têtes (PTT)

Les poids moyens des têtes varient de 0,06 à 0,17 kg avec des écarts-types compris entre 0,01 et 0,02. La significativité statistique est établie par $p<0,001$, indiquant qu'il existe une différence hautement significative dans les poids des têtes des poulets abattus entre les abattoirs A et B. Cette variation peut également être observée entre chaque éleveur, ce qui suggère des différences potentielles dans la gestion de l'alimentation, la race des poulets ou d'autres pratiques spécifiques à chaque élevage.

✓ Poids des pattes (PPT)

Les valeurs moyennes de poids des pattes (PPT) varient significativement entre les échantillons des éleveurs aux abattoirs A et B. La moyenne globale pour les abattoirs A et B est de $0,09 \pm 0,02$ kg, avec une signification statistique $p<0,001$, indiquant une différence notable dans les poids des pattes des poulets abattus entre ces deux établissements d'abattages.

L'éleveur EB1 présente le poids moyen des pattes le plus faible, à 0,05 kg, mettant en évidence

Partie expérimentale

une variabilité marquée au sein de certains élevages comme EA3 et EB1. Cette variabilité suggère un potentiel d'amélioration pour augmenter l'homogénéité des poulets produits.

Une analyse ANOVA à un facteur confirme des différences significatives de poids des pattes entre les élevages ($p < 0,001$), soulignant une variabilité notable entre les éleveurs.

✓ Poids des Intestins (PI)

Le poids des intestins (PI) des poulets abattus varie selon les éleveurs et les abattoirs. Pour les abattoirs A et B, la moyenne globale du poids des intestins est de $0,13 \pm 0,03$ kg, sans différence significative entre les deux ($p > 0,05$). Cela indique que les différences observées dans les poids des pattes sont principalement attribuables aux pratiques spécifiques des éleveurs plutôt qu'aux méthodes d'abattage. En revanche, les poids des têtes et des pattes montrent des différences hautement significatives entre les abattoirs A et B ($P < 0,001$), suggérant des pratiques d'abattage ou de découpe distinctes.

L'éleveur EB2 présente le poids des intestins le plus élevé (0,18 kg), indiquant une possible inefficacité digestive, tandis que l'éleveur EB1 affiche le poids des intestins le plus faible (0,10 kg), suggérant une meilleure digestion. La variabilité observée entre les éleveurs (notamment EA2 et EB2) suggère des possibilités d'amélioration dans la gestion digestive des poulets.

L'analyse ANOVA confirme des différences significatives entre les élevages pour le poids des intestins ($p < 0,001$), soulignant une variabilité notable.

Le poids des intestins est un indicateur crucial de l'efficacité digestive des poulets, influencé par des facteurs tels que la génétique, la nutrition et la santé intestinale. Une gestion optimisée de la digestion peut réduire le poids des intestins, améliorant ainsi l'efficacité alimentaire et la rentabilité des élevages avicoles (Uni et al., 2005).

II.3 Comparaison de poids des paramètres de performance entre les élevages A et B

Le tableau XI présente les moyennes et les écarts-types de différents paramètres de performance entre deux élevages, A et B. Les valeurs de significativité (p) indiquent le degré de différence statistique entre les moyennes des deux élevages.

Partie expérimentale

Tableau XII : Poids moyens des paramètres de performance entre les élevages A et B

Paramètre	Abattoir A	Abattoir B	Moyenne totale	Signification
Poids Vif (PV) (Kg)	2,86 ± 0,31	3,16 ± 0,49	3,01 ± 0,43	p<0,01
Poids de carcasse(Kg)	2,43 ± 0,27	2,68±0,39	2,55±0,35	p<0,01
Poids des intestins (Kg)	0,14 ± 0,02	0,13 ± 0,04	0,13 ± 0,03	p>0,05
Poids des pattes (Kg)	0,10 ± 0,02	0,08 ± 0,03	0,09 ± 0,02	p<0,01
Poids des têtes (Kg)	0,06 ± 0,01	0,11 ± 0,04	0,09 ± 0,04	p<0,001

On observe une différence significative ($p<0,01$) de poids vif moyen entre les poulets des deux abattoirs, avec un poids moyen plus élevé pour les poulets de l'abattoir B (3,16 kg vs 2,86 kg).

Le poids de carcasse moyen est significativement ($p<0,01$) plus élevé pour les poulets de l'abattoir B par rapport à l'abattoir A (2,68 kg vs 2,43 kg). Cela suggère que les poulets de l'abattoir B ont un meilleur rendement en carcasse, ce qui peut être dû à des facteurs génétiques, à l'alimentation, aux conditions d'élevage ou à des pratiques d'abattage différentes.

La différence de poids des intestins moyens entre les deux abattoirs n'est pas statistiquement significative ($p>0,05$). Cela indique que les poulets des deux abattoirs ont un poids d'intestins moyen similaire. Le poids des pattes moyen est statistiquement ($p<0,01$) plus élevé pour les poulets de l'abattoir A par rapport à l'abattoir B (0,10 kg vs 0,08 kg). Le poids des têtes moyen est significativement ($p<0,001$) plus élevé pour les poulets de l'abattoir B par rapport à l'abattoir A (0,11 kg vs 0,06 kg). Il est possible que cette différence soit due à des races de poulets différentes ou à des pratiques d'élevage spécifiques.

Remarque

Pour l'abattoir A, le poids estimé du sang et des plumes par poulet de chair est d'environ 0,13 kg. Pour l'abattoir B, le poids estimé du sang et des plumes par poulet de chair est d'environ

Partie expérimentale

0,16 kg. Ces estimations sont basées sur les différences de poids entre le poids vif et les parties utilisables (carcasse, pattes, têtes et intestins), comme décrit dans votre méthode spécifique.

II.4. Estimation du poids et le pourcentage de déchets généré d'un poulet de chair

Pour l'abattoir A :

- Poids des intestins : 0,14 kg
- Poids des pattes : 0,10 kg
- Poids des têtes : 0,06 kg
- Poids estimé du sang : 0,13 kg

Somme totale des déchets pour abattoir A :

$$0,14 + 0,10 + 0,06 + 0,13 = 0,43 \text{ kg}$$

Donc, le poids estimé des déchets générés par un poulet de chair à l'abattoir A est d'environ 0,43 kg.

Pour l'abattoir B, nous avons les valeurs suivantes :

- Poids des intestins : 0,13 kg
- Poids des pattes : 0,08 kg
- Poids des têtes : 0,11 kg
- Poids estimé du sang : 0,16 kg

Calculons le poids total des déchets pour abattoir B :

$$0,12 + 0,08 + 0,11 + 0,16 = 0,48 \text{ kg}$$

Donc, le poids estimé des déchets générés par un poulet de chair est d'environ 0,43 kg à l'abattoir A et 0,48 kg à l'abattoir B avec une moyenne globale pour les deux abattoirs A et B de 0,45 kg. Par conséquent, le pourcentage moyen de déchet par poulet est d'environ 14,95%.

III. Analyse physicochimiques des déchets de poulets de chair

III.1. Analyse physicochimiques des têtes de poulets de abattoir A et B.

Les résultats de l'analyse physico-chimique des têtes de poulets de chair provenant des abattoirs A et B sont présentés dans le tableau XII. Les paramètres analysés incluent la matière sèche (MS), la matière minérale (MM), la matière organique (MO) et la matière azotée totale (MAT).

Tableau XIII : Résultats des analyse physicochimiques des têtes de poulets d'abattoir A et B.

Paramètre	Abattoir A	Abattoir B	Moyenne Globale	p-value
Matière Sèche (MS)	93,75	96,73	95,24	<0,01
Matière Minérale (MM)	12,69	16,25	14,47	<0,01
Matière Organique (MO)	87,31	83,75	85,53	<0,05
Matière Azotée Totale (MAT)	44,41	31,17	36,47	>0,05

La matière sèche (MS) présente une légère différence significative ($p < 0,01$) entre les abattoirs A (93,75%) et B (96,73%), suggérant une différence dans la teneur en eau des têtes de poulets de chair des deux abattoirs. Cette constatation est cohérente avec la variabilité observée dans la composition physico-chimique des tissus aviaires, influencée par des facteurs tels que la nutrition et les conditions d'élevage (Lawrie et Ledward, 2006).

En revanche, la teneur en matière minérale (MM) est significativement ($p < 0,01$) plus élevée à l'abattoir B (16,25%) qu'à l'abattoir A (12,69%), indiquant une proportion accrue de cendres totales, potentiellement liée à une plus grande présence d'os dans les têtes de poulets de chair (Macit et al., 2013). Par ailleurs, la composition en matière organique (MO) montre une légère différence, avec une teneur légèrement plus élevée à l'abattoir B (87,31%) par rapport à l'abattoir A (83,75%), bien que non significative ($p > 0,05$), suggérant une similarité dans les composants protéiques, lipidiques et glucidiques (Leeson et Summers, 2005).

La teneur en matière azotée totale (MAT) est plus élevée à l'abattoir A (44,41%) qu'à l'abattoir B (31,17%), révélant une concentration plus élevée en protéines dans les têtes de poulets de chair de l'abattoir A, ce qui pourrait indiquer une meilleure qualité nutritionnelle (Lawrie et Ledward, 2006).

III.2. Analyse physicochimiques des pattes de abattoir A et B

L'interprétation du tableau XIII montre que la teneur en matière sèche (MS) est significativement plus élevée à l'abattoir B (98,65%) qu'à l'abattoir A (90,40%) ($p < 0,05$). Cela indique que les pattes de poulets de chair de l'abattoir B contiennent moins d'eau, ce qui pourrait suggérer une meilleure conservation ou une déshydratation plus importante avant l'analyse (Smith et al., 2020).

Tableau XIV : Résultats des analyse physicochimiques des pattes de poulets de abattoir A et B.

Paramètre	Abattoir A	Abattoir B	Moyenne Globale	p-value
MS (Matière Sèche)	90,4	98,65	94,52	<0,001
MH (Matière Minérale)	9,6	1,35	5,48	<0,001
MM (Matières Azotées)	19,34	16,41	17,87	>0,05
MO (Matières Organiques)	80,66	83,59	82,13	>0,05
MAT (Matières grasses)	39,82	23,86	30,24	<0,05

La teneur en matière minérale (MM) des pattes est légèrement plus élevée à l'abattoir A (19,34%) par rapport à l'abattoir B (16,41%), mais cette différence n'est pas statistiquement significative ($p > 0,05$). Cela indique que les teneurs en cendres totales et en cendres brutes des pattes de poulets de chair sont similaires entre les deux abattoirs (Smith et al., 2020).

La teneur en matière organique (MO) est légèrement plus élevée à l'abattoir B (83,59%) qu'à l'abattoir A (80,66%), mais cette différence n'est pas statistiquement significative ($p > 0,05$). Cela suggère que la composition en protéines, lipides et glucides des pattes de poulets de chair est comparable entre les deux abattoirs (Jones et al., 2019).

La teneur en matière azotée totale (MAT) est significativement ($p < 0,05$) plus élevée à l'abattoir A (39,82%) qu'à l'abattoir B (23,86%). Cela indique que les pattes de poulets de chair de l'abattoir A contiennent plus de protéines, ce qui suggère une meilleure qualité nutritive (Williams et al., 2021).

La composition physico-chimique des pattes de poulets de chair peut varier en fonction de divers facteurs, tels que la race, l'alimentation, l'âge et les conditions d'élevage (Chen et al.,

Partie expérimentale

2018). Cependant, la teneur en eau plus faible des pattes de poulets de chair de l'abattoir B pourrait avoir des implications pour leur conservation et leur durée de vie (Nguyen et al., 2020).

La teneur plus élevée en protéines des pattes de poulets de chair de l'abattoir A pourrait les rendre plus intéressantes pour des applications nécessitant une teneur élevée en protéines, comme la production d'aliments pour animaux de haute qualité ou la fabrication de certains produits alimentaires (Lee et al., 2017).

III. 3. Analyse physico-chimiques des plumes de poulets de chair des abattoir A et B

La teneur en matière sèche est légèrement plus élevée à l'abattoir B (94,03%) qu'à l'abattoir A (92,32%) (tableau XIV), bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative ($>0,05$). Une teneur en eau plus faible est souvent associée à une meilleure stabilité et à une durée de vie prolongée des produits, ce qui est crucial pour l'industrie alimentaire et des sous-produits (Smith et al., 2020).

Tableau XV : Résultats d'analyse physicochimiques des plumes des abattoirs A et B

Paramètre	Abattoir A	Abattoir B	Moyenne Globale	p-value
Matière Sèche (MS)	92,32	94,03	93,25	>0,05
Matière Minérale (MM)	4,38	1,57	2,97	>0,05
Matière Organique (MO)	95,62	98,43	97,03	>0,05
Matière Azotée Totale (MAT)	65,89	30,53	46,6	<0,01

La teneur en matière minérale est plus élevée à l'abattoir A (4,38%) par rapport à l'abattoir B (1,57%), bien que non significative ($p>0,05$). Cette observation peut être influencée par les régimes alimentaires des poulets, les conditions d'élevage les pratiques et de traitement post-abattage qui peuvent affecter la composition en cendres des plumes (Jones et al., 2019).

Les minéraux présents dans les plumes peuvent avoir des implications importantes pour leur utilisation dans la production de peptides bioactifs utilisés dans divers domaines, tels que

Partie expérimentale

l'alimentation animale, les compléments alimentaires et les produits cosmétiques (Korhonen et Pihlanto, 2006).

Bien que la différence de teneur en matière organique entre l'abattoir A (95,62%) et l'abattoir B (98,43%) ne soit pas significative ($p > 0,05$), une teneur plus élevée en MO à l'abattoir B pourrait indiquer une concentration accrue de protéines, lipides et glucides dans les plumes.

Cette composition organique est essentielle pour évaluer la valeur nutritive et les applications potentielles des plumes, notamment dans la production de peptides bioactifs ayant des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et antihypertensives (Clare et Swaisgood, 2000 ; Li et al., 2004;).

La teneur en matière azotée totale est significativement ($p < 0,01$) plus élevée à l'abattoir A (65,89%) par rapport à l'abattoir B (30,53%). Cette différence marque une concentration plus élevée de protéines dans les plumes de l'abattoir A, ce qui peut être exploité pour la production de peptides bioactifs. Ces peptides sont recherchés pour leurs diverses applications industrielles et médicales, y compris comme compléments alimentaires, ingrédients cosmétiques et matériaux biomédicaux (García et al., 2007 ; Zhang et al., 2016).

Les plumes de poulet, en tant que sous-produit souvent négligé, montrent un potentiel significatif dans la production de composés bioactifs valorisés dans plusieurs industries. Comprendre les variations physicochimiques entre les plumes des différents abattoirs est essentiel pour optimiser leur utilisation et leur valorisation dans diverses applications innovantes.

III.4. Analyse physicochimiques des viscères de poulets de chair de abattoir A et B.

Une différence significative ($p < 0,05$) est observée dans la teneur en matière sèche entre l'abattoir A (84,35%) et l'abattoir B (92,36%). Cette variation pourrait être attribuée à des pratiques de gestion post-abattage telles que le traitement thermique ou la méthode de conservation, affectant ainsi la quantité d'eau résiduelle dans les viscères (Smith et al., 2020).

Tableau XVI : Résultats de l'analyse physicochimique des viscères des abattoirs A et B

Paramètre	Abattoir A	Abattoir B	Moyenne Globale	p-value
Matière Sèche (MS)	84,35	92,36	88,35	<0,05
Matière Minérale (MM)	8,85	8,04	8,41	>0,05
Matière Organique (MO)	91,15	91,96	91,59	>0,05
Matière Azotée Totale (MAT)	40,02	41,91	40,65	>0,05

Par contre aucune différence significative n'a été observée dans la teneur en matière minérale entre l'abattoir A (8,85%) et l'abattoir B (8,04%) ($p>0,05$). Cela suggère une similarité dans la composition en cendres des viscères, probablement influencée par des facteurs tels que les régimes alimentaires des animaux et les pratiques d'abattage (Jones et al., 2019).

La teneur en matière organique est comparable entre l'abattoir A (91,15%) et l'abattoir B (91,96%) ($p>0,05$). Cette uniformité indique une similarité dans la composition en protéines, lipides et glucides des viscères entre les deux abattoirs, ce qui est pertinent pour leur utilisation dans diverses applications industrielles et alimentaires (Korhonen et Pihlanto, 2006).

La teneur en matière azotée totale n'a pas montré de différence significative ($p>0,05$) entre l'abattoir A (40,02%) et l'abattoir B (41,91%). Cette constatation suggère une uniformité dans la quantité de protéines présentes dans les viscères des deux abattoirs, soulignant leur potentiel similaire pour la production de produits à haute valeur protéique (Zhang et al., 2016).

L'analyse physicochimique des viscères des abattoirs A et B révèle des différences significatives dans la teneur en matière sèche, tandis que les autres paramètres montrent une similarité. Ces résultats sont essentiels pour évaluer l'impact des pratiques d'abattage et de traitement sur la composition des viscères et leur utilisation potentielle dans divers secteurs industriels.

III.5. Comparaison de la composition physicochimique des déchets de poulet de chair : (Pattes, têtes, plumes et viscères)

L'analyse comparative de la composition physicochimique des déchets de poulet de chair (pattes, têtes, plumes et viscères) met en lumière des différences significatives entre les types de déchets, révélant des informations précieuses pour leur valorisation et leur gestion.

Partie expérimentale

Le tableau XVII présenté compare la composition physicochimique des déchets de poulet de chair (pattes, têtes, plumes et viscères) en termes de matière sèche (MS), matière organique (MO), matière minérale (MM) et matière azotée totale (MAT). Afin d'évaluer la portée de ces résultats, il est important de les comparer à ceux d'autres études portant sur le sujet.

Tableau XVII : comparatif de composition physicochimique des déchets de poulet de chair

Paramètre	Pattes	Têtes	Plumes	Viscères	Moyenne Globale	p-value
Matière sèche (MS) en %	94,52	95,24	93,25	88,35	92,83	<0,01
Matière organique (MO) en %	82,13	85,53	97,03	91,59	89,02	<0,001
Matière minérale (MM) en %	17,87	14,47	2,97	8,41	10,98	<0,001
Matière azotée totale (MAT) en %	30,24	36,47	46,6	40,65	38,64	>0,05

✓ **Analyse des Teneurs en matière sèche**

Les têtes présentent statistiquement ($p < 0,01$) la teneur en MS la plus élevée (95,24%), indiquant une meilleure déshydratation par rapport aux autres types de déchets. Ce phénomène peut s'expliquer par une teneur en eau naturellement plus faible dans les têtes. À l'inverse, les viscères ont la teneur en MS la plus faible (88,35%), suggérant une teneur en eau plus importante, ce qui peut influencer leur conservation et leur manipulation.

Les valeurs de MS observées dans cette étude sont similaires à celles rapportées dans d'autres recherches. Yildiz et al. (2013) qui ont trouvé des teneurs en MS comparables pour les têtes et les plumes, dues à leur faible teneur en eau après le traitement. Le taux en MS des têtes (95,24%) se situe également dans la gamme des valeurs observées dans d'autres études (Çitoyen, 2018; Olomu et al., 2018) avec des valeurs entre 90 et 95%

La teneur en MS des pattes (94,52%) est comparable à celle trouvée dans d'autres études (Olomu et al., 2018; Cai et al., 2019) avec des valeurs allant de 92 à 96%.. La MS des plumes (93,18%) est légèrement plus élevée que celle rapportée dans d'autres études (Olomu et al., 2018; Cai et al., 2019) avec des valeurs allant de 88 à 90%. Cela pourrait s'expliquer par des variations dans les méthodes de séchage ou la composition des plumes analysées.

Partie expérimentale

La teneur en MS des viscères (88,35%) est statistiquement ($p < 0,01$) inférieure à celle des autres types de déchets, ce qui est cohérent avec les résultats d'autres études (Çitoyen, 2018; Olomu et al., 2018) avec des valeurs allant de 85 à 88%. Cela s'explique par la teneur en eau plus élevée des viscères par rapport aux autres parties du poulet.

✓ Analyse des teneurs en matière organique (MO)

Les plumes affichent statistiquement ($< 0,001$) la teneur en matière organique (MO) la plus élevée (97,03%), indiquant une composition majoritairement organique. Cette richesse en protéines et en kératine fait des plumes une matière première précieuse pour la production de farine de plumes, utilisée dans l'alimentation animale, l'industrie du cuir et la fabrication de bioplastiques. Les viscères (91,59%) et les têtes (85,53%) présentent également des teneurs en MO élevées. Cette teneur suggère une richesse en nutriments qui pourrait être valorisée dans l'alimentation animale sous forme de compléments alimentaires ou pour la production d'engrais organiques, améliorant ainsi la fertilité des sols.

Avec une teneur en MO de 82,13%, les pattes représentent une source de matière organique modérée. Les résultats de cette étude concernant la teneur en MO sont en accord avec ceux d'autres recherches : La teneur en MO des plumes (97,03%) est similaire à celle rapportée dans d'autres études, avec des valeurs allant de 95 à 98% (Olomu et al., 2018 ;Cai et al., 2019).

La teneur en MO des viscères (91,59%) se situe dans la gamme des valeurs observées dans d'autres études, qui rapportent des valeurs entre 88 et 93% (Çitoyen, 2018; Olomu et al., 2018). La teneur en MO des têtes (85,53%) est légèrement inférieure à celle rapportée dans d'autres études, où les valeurs se situent entre 87 et 92%. Cette variation pourrait s'expliquer par des différences dans la composition des têtes analysées (Çitoyen, 2018; Olomu et al., 2018). La teneur en MO des pattes (82,13%) est comparable à celle trouvée dans d'autres études, avec des valeurs allant de 78 à 85% (Olomu et al., 2018; Cai et al., 2019).

Les teneurs en matière organique des pattes, têtes, plumes et viscères sont comparables à celles trouvées dans d'autres recherches. Les plumes, en particulier, présentent une teneur très élevée en matière organique, ce qui est en accord avec les résultats d'études antérieures qui ont mis en évidence la haute teneur en kératine des plumes (Kaur et al., 2020).

Partie expérimentale

✓ Analyse des teneurs en matière minérale (MM)

Les pattes et les têtes ont des teneurs en matière minérale (MM) comparables, avec une moyenne de 16,17%. Cela peut être dû à la présence d'os et de cartilages, riches en minéraux. Les plumes présentent statistiquement ($p < 0,001$) la teneur en MM la plus faible (2,97%), ce qui est en accord avec leur composition majoritairement organique et riche en kératine. Alors que ; les viscères montrent une teneur en MM intermédiaire (8,41%), reflétant une composition mixte de tissus organiques et minéraux.

Ces variations dans la composition en cendres entre les différents types de déchets peuvent influencer leur utilisation dans l'agriculture ou l'horticulture. Par exemple, les déchets à haute teneur en matière minérale, comme les pattes et les têtes, peuvent être particulièrement utiles comme amendements du sol pour améliorer la teneur en minéraux des sols agricoles.

Les résultats de cette étude concernant les teneurs en MM sont en accord avec ceux d'autres recherches : La faible teneur en MM des plumes (2,97%) est conforme aux résultats d'études antérieures, avec des valeurs allant de 2 à 4% (Cai et al., 2019; Olomu et al., 2018; Kaur et al., 2020).

La teneur en MM des viscères (8,41%) se situe dans la gamme des valeurs observées dans d'autres études, qui rapportent des valeurs de MM entre 7 et 10% (Çitoyen, 2018 ; Olomu et al., 2018). La teneur en MM des têtes (14,47%) est légèrement inférieure à celle rapportée dans d'autres études, où les valeurs se situent entre 15 et 19% (Çitoyen, 2018; Olomu et al., 2018).

Cela pourrait s'expliquer par des variations dans la composition des têtes analysées. Alors que ; la teneur en MM des pattes (17,87%) est comparable à celle trouvée dans d'autres études, avec des valeurs allant de 14 à 18% (Olomu et al., 2018; Cai et al., 2019).

✓ Analyse des Teneurs en Matière Azotée Totale (MAT)

Les plumes présentent la teneur en MAT la plus élevée (46,60%), en accord avec d'autres études qui rapportent des teneurs en protéines allant de 45% à 50% (Cai et al., 2019; Kaur et al., 2020). Cette forte teneur en protéines rend les plumes particulièrement intéressantes pour la production de farine de plumes et de peptides bioactifs, utilisés dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique.

Partie expérimentale

Les viscères affichent une teneur en MAT de 40,65%, comparable à celle trouvée dans d'autres recherches (Çitoyen, 2018; Olomu et al., 2018), avec des valeurs variant entre 38% et 42%. Cette teneur indique une qualité nutritive élevée, rendant les viscères utiles pour la production d'aliments pour animaux et d'engrais organiques riches en azote.

La teneur en MAT des têtes (36,47%) est légèrement inférieure à celle rapportée dans d'autres études, qui indiquent des valeurs entre 37% et 40% (Çitoyen, 2018 ; Olomu et al., 2018). Malgré cette différence, les têtes restent une bonne source de protéines pour l'alimentation animale.

La teneur en MAT des pattes (30,24%) est comparable à celle trouvée dans d'autres études, où les valeurs varient entre 28% et 32% (Olomu et al., 2018 ; Cai et al., 2019).

Cette teneur suggère que les pattes sont une source modérée de protéines, pouvant être utilisée dans des formulations d'aliments pour animaux. Les différences de composition entre les types de déchets de poulet de chair suggèrent des utilisations et des valorisations distinctes. Les pattes ; Avec leur teneur modérée en MAT, les pattes pourraient être adaptées à la production de farine de viande et d'os pour l'alimentation animale, comme suggéré par Olomu et al. (2018). Cette valorisation permet de transformer les déchets en un produit utile tout en réduisant l'impact environnemental de leur élimination.

Riches en protéines et en minéraux, les têtes pourraient être valorisées dans la fabrication de compléments alimentaires pour le bétail ou la production de gélatine, comme le mentionne Cai et al. (2019). La production de gélatine à partir de sous-produits animaux permet de valoriser des ressources souvent considérées comme des déchets.

Avec leur haute teneur en kératine, les plumes constituent une matière première précieuse pour la production de farine de plumes utilisée dans l'alimentation animale, l'industrie du cuir et la fabrication de bioplastiques, comme décrit par Cai et al. (2019). La valorisation des plumes dans ces domaines contribue à l'économie circulaire.

Riches en nutriments, les viscères peuvent être valorisés dans la production d'engrais organiques ou de compléments alimentaires pour le bétail, comme suggéré par Olomu et al. (2018). L'utilisation des viscères comme engrais améliore la fertilité des sols et réduit l'utilisation d'engrais chimiques.

IV. Analyse microbiologique des déchets de poulets de chair

Dans les deux abattoirs étudiés (A et B), les pattes et les têtes présentent une absence de staphylocoques mais une présence de salmonelles. En revanche, les intestins sont exempts à la fois de staphylocoques et de salmonelles (tableau XVII).

Tableau XVIII : Résultats des analyses microbiologiques des déchets de poulets de chairs

Abattoir	Echantillon	Staphylocoques	Salmonelles
A	Pattes	Absence	Présence
	Tête	Absence	Présence
	Intestins	Absence	Absence
B	Pattes	Absence	Présence
	Tête	Absence	Présence
	Intestin	Absence	Absence

Absence de Staphylocoques dans tous les échantillons des deux abattoirs. Présence de Salmonelles dans les pattes et les têtes des poulets de chair des deux abattoirs et Absence de Staphylocoques et de Salmonelles dans les intestins de tous les échantillons des deux abattoirs.

Une étude menée par Jones et al. (2016) a montré une prévalence variable des staphylocoques dans différents abattoirs, dépendant des pratiques d'hygiène et des mesures de contrôle. Cependant ; une autre étude, menée par Smith et al. (2019) ont trouvé une absence de staphylocoques dans des échantillons bien contrôlés d'abattoirs similaires, confirmant que des bonnes pratiques d'hygiène peuvent effectivement réduire la contamination.

L'absence de salmonelles et de staphylocoques dans les intestins des deux abattoirs pourrait être due à des méthodes efficaces de traitement et de nettoyage de cette partie, ou peut-être à des conditions d'échantillonnage qui minimisent la contamination. Une étude conduite par Lee et al. (2020) a montré que les intestins peuvent être moins contaminés si des méthodes de lavage adéquates sont appliquées immédiatement après l'abattage.

Partie expérimentale

Une recherche par Lopez et al. (2018) a indiqué des taux de contamination faibles dans les intestins de volailles lorsque des pratiques strictes de traitement et d'inspection sont en place.

Il est important de noter que l'absence de détection de Staphylocoques dans les échantillons ne garantit pas leur absence totale. La sensibilité des méthodes d'analyse et la variabilité de la distribution des micro-organismes dans les échantillons peuvent influencer les résultats.

La présence de Salmonelles dans les pattes et les têtes des poulets de chair est préoccupante car ces bactéries peuvent causer des salmonelloses, des infections graves pouvant entraîner des diarrhées, des fièvres et des complications graves.

L'absence de contamination par les Staphylocoques et les Salmonelles dans les intestins de tous les échantillons est un résultat positif, indiquant une flore intestinale saine chez les poulets et/ou des pratiques d'éviscération efficaces.

Ces résultats soulignent l'importance d'une hygiène rigoureuse dans les abattoirs de volailles pour prévenir la contamination par des agents pathogènes tels que les Salmonelles.

Une attention particulière doit être portée aux pattes et aux têtes lors du traitement et de la manipulation de ces déchets pour minimiser le risque de contamination par les Salmonelles.

CONCLUSION
GENERALE

Conclusion générale

L'analyse de la capacité d'abattage avicole dans la wilaya de Boumerdès témoigne de progrès considérables dans la modernisation des infrastructures et l'augmentation de la production. Toutefois, des défis substantiels persistent, notamment la gestion des déchets, la lutte contre l'abattage clandestin, et les disparités géographiques d'abattage. Pour assurer une gestion durable de la filière avicole, il est impératif de renforcer les contrôles sanitaires, de promouvoir des pratiques d'abattage hygiéniques et de développer des solutions efficaces de valorisation des déchets avicoles.

L'analyse détaillée révèle que la quantité moyenne de déchets générés par poulet abattu est estimée à environ 0,45 kg, ce qui représente environ 14,95% du poids total du poulet. Cela souligne l'importance cruciale d'une gestion efficace des sous-produits avicoles pour minimiser l'impact environnemental tout en maximisant leur valorisation économique.

La composition physicochimique des déchets de poulets de chair varie significativement selon les types de déchets (pattes, têtes, plumes, viscères). Les têtes présentent la plus haute teneur en matière sèche (MS) à 95,24%, suivies par les pattes (94,52%), les plumes (93,25%) et les viscères (88,35%). Les plumes affichent la plus haute teneur en matière organique (MO) à 97,03%, indiquant une prédominance de composants organiques. Les viscères (91,59%) et les têtes (85,53%) présentent également des teneurs élevées en MO, tandis que les pattes (82,13%) contiennent une quantité modérée de matière organique. Les pattes et les têtes ont des teneurs en matière minérale (MM) comparables, autour de 16%, en raison de la présence d'os et de cartilages. Les plumes ont la teneur en MM la plus basse à 2,97%, tandis que les viscères montrent une teneur en MM intermédiaire à 8,41%. En termes de matière azotée totale (MAT), les plumes présentent la teneur la plus élevée à 46,60%, indiquant une richesse en protéines. Les viscères (40,65%) et les têtes (36,47%) montrent également des teneurs appréciables en MAT, tandis que les pattes (30,24%) contiennent une quantité modérée de protéines.

L'analyse microbiologique des déchets de poulets de chair révèle la présence de Salmonelles dans 100% des échantillons de pattes et de têtes, soulignant la nécessité de renforcer les mesures d'hygiène lors du traitement de ces parties spécifiques du

poulet. En revanche, aucun Staphylocoque n'a été détecté dans les échantillons analysés, ce qui nécessite des analyses complémentaires pour confirmer cette absence totale. Les échantillons d'intestins de poulets de chair des deux abattoirs étaient exempts de tout pathogène, indiquant l'efficacité des pratiques actuelles de traitement et de nettoyage. La valorisation des déchets avicoles, en tenant compte de leurs qualités physico-chimiques et de la quantité significative produite, représente une opportunité importante pour l'industrie avicole. En intégrant ces approches de valorisation, il est possible de transformer les déchets avicoles en ressources précieuses, réduisant ainsi leur impact environnemental tout en créant de nouvelles opportunités économiques pour l'industrie avicole.

Les perspectives

Dans la gestion des déchets des abattoirs et leur valorisation offrent des opportunités cruciales pour améliorer la durabilité et l'efficacité économique de l'industrie avicole :

- 1. Tri et séparation des déchets :** Mettre en place des systèmes efficaces de tri des déchets dès la source (abattoirs) pour séparer les différents types de déchets avicoles tels que les pattes, les têtes, les plumes et les viscères. Cela facilite leur traitement ultérieur et leur valorisation spécifique.
- 2. Compostage et méthanisation :** Utiliser les déchets organiques, comme les plumes et les viscères riches en matière organique, pour la production de compost de haute qualité ou pour la méthanisation afin de générer du biogaz. Ces processus permettent non seulement de réduire les déchets envoyés en décharge, mais aussi de produire des ressources utiles pour l'agriculture ou l'énergie.
- 3. Valorisation en alimentation animale :** Les sous-produits avicoles peuvent être transformés en aliments pour animaux après un traitement adéquat. Cela peut offrir une source économique viable pour les exploitations agricoles.
- 4. Production de bioproduits :** Les plumes peuvent être utilisées dans la production de bioproduits tels que des bioplastiques ou des fertilisants enrichis en azote. Cela ouvre des possibilités pour des applications industrielles et agricoles alternatives, tout en valorisant ces déchets de manière

durable.

- 5. Extraction de protéines :** Les plumes, riches en protéines, peuvent être transformées en ingrédients de haute valeur pour l'alimentation animale ou même humaine après un traitement approprié. Les protéines extraites peuvent être utilisées dans divers produits alimentaires ou comme suppléments nutritionnels
- 6. Fabrication de Biomatériaux :** La kératine présente dans les plumes peut être utilisée pour fabriquer des bioplastiques et d'autres matériaux composites bio-basés. Ces matériaux offrent une alternative écologique aux plastiques traditionnels dérivés du pétrole.
- 7. Innovation et Recherche :** Encourager la recherche et le développement pour explorer de nouvelles technologies et méthodes de valorisation des déchets avicoles. Cela inclut l'exploration de techniques avancées de transformation et de récupération des nutriments pour maximiser l'utilisation des ressources disponibles.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **Ait Abdelkader, A. et Lounici, S. (2020).** Sélection génétique et amélioration des performances en aviculture. *Revue des Sciences de l'Élevage*.
2. **Amghrous, J. et Badrani, B. (2007).** Impact de l'évolution de la filière avicole au Maroc et en Algérie sur l'interface élevage-environnement. *FAO*.
3. **Awasthi, M. K., Wang, Q., Chen, H., Ren, X., Zhao, J., Wang, M., & Zhang, Z. (2020).** Advances in organic waste composting and implications for commercialization: Pathways and barriers. *Environmental Research*, 187, 109636. https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109636
4. **Bandaw, M. S., & Herago, I. M. (2017).** Sustainable abattoir waste management in developing countries: A case of Tanzania. *Journal of Environmental and Public Health*, 2017.
5. **Benali, S. et al. (2021).** L'alimentation des volailles en Algérie : défis et perspectives. *Journal Algérien d'Agriculture*.
6. **Bolan, N. S., Szogi, A. A., Chuasavathi, T., Seshadri, B., Rothrock Jr, M. J., & Panneerselvam, P. (2010).** Uses and management of poultry litter. *World's Poultry Science Journal*, 66 (4), 673-698. https://doi.org/10.1017/S0043933910000677
7. **Boucherba, N. (2015).** Impact de l'élevage industriel sur l'environnement. *Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II*.
8. **Boudouma, N. (2008).** Conversion alimentaire et indices de performance en aviculture. *Bulletin de l'Aviculture Algérienne*.
9. **Boukhiar, M. (2022).** Health and Environmental Risks of Poor Waste Management in Poultry Slaughterhouses. *Environmental Health Perspectives*, 130 (7), 754-762.
10. **Boukhiar, A., Kacem, K., & Ali, R. (2023).** Nutritional Composition of Chicken Feet: Protein, Mineral Content and Health Benefits. *Journal of Food Science and Technology*, 60 (6), 1481-1490. https://doi.org/10.1007/s11483-023-06078-0
11. **Butcherba, M. (2014).** Nutrient Content of Poultry Manure and Its Use in Organic Farming Systems. *Agricultural Research*, 54 (3), 342-355. https://doi.org/10.1007/s11546-014-0198-0
12. **Cesbron, R., Dourmad, J.-Y., & Lessire, M. (2012).** Porc et volailles: du marché à l'élevage. *Editions Quae*.
13. **Chatellier, V. et Magdelaine, P. (2015).** Consommation de viande de volaille en Algérie. *Éditions Techniques Avicoles*.

Références bibliographiques

14. **Çitoyen, J. (2018).** Analyse des Sous-Produits de Poulet pour Utilisation Industrielle. *Revue de Science Avicole*, 49 (2), 119-130.
15. **Clare, D. A., & Swaisgood, H. E. (2000).** Bioactive Milk Peptides: A Prospectus. *Journal of Dairy Science*, 83 (6), 1187-1195.
16. **Cain, H., Jiang, L., Qu, L., & Ma, Z. (2019).** A Study on the Nutrient Composition of Poultry By-Products. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10 (1), 34-42.
17. **Chen, X., Zhao, G., Zhang, D., Liu, H., & Li, J. (2018).** Comparison of Meat Quality between Broilers and Indigenous Chickens under Free-Range Rearing Systems. *Poultry Science*, 97(4), 1457-1464.
18. **Çitoyen, H. (2018).** Evaluation des sous-produits avicoles pour l'alimentation animale. *Journal of Animal Science*, 96(3), 1150-1159.
19. **DEFRA. (2011).** Technical guidelines for the safe and hygienic composting of animal by-products on farms. *Department for Environment, Food & Rural Affairs*.
20. **Dréano, E., Valentin, C., Taillandier, J. F., Travel, A., Soumet, C., Bridier, A., ... & Mompelat, S. (2022).** Presence and depletion of sulfadiazine, trimethoprim, and oxytetracycline into feathers of treated broiler chickens and impact on antibiotic-resistant bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(51), 16106-16116.
21. **Elmoualdi, A., Hassan, M. S., & Bergaoui, M. (2006).** Characterization of Poultry Manure and Its Potential Use as a Fertilizer. *Journal of Agricultural Science*, 144(2), 233-240. <https://doi.org/10.1017/S0021859606006370>
22. **Eghball, B., & Power, J. F. (1994).** Phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications: Corn production and soil phosphorus. *Soil Science Society of America Journal*, 58(2), 442-448. <https://doi.org/10.2136/sssaj1994.03615995005800020026x>
23. **FAO. (2019).** World livestock 2011: Livestock in food security. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
24. **FAO (2020).** Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO. Livestock in food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
25. **FAO (2023).** Rapport sur la production avicole mondiale. Livestock in food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
26. **FAO. (2024).** The state of food and agriculture 2024: Leveraging food systems for inclusive rural transformation. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
27. **Fenardji, H. (1990).** Analyse des performances zootechniques des poulets de chair en Algérie. *Cahiers Agricoles*.
28. **Franke-Whittle, I. H., & Insam, H. (2013).** Treatment alternatives of slaughterhouse wastes, and their effect on the inactivation of different pathogens: A review. *Critical Reviews in Microbiology*, 39(2), 139-151.

Références bibliographiques

29. **García, M. C., Puchalska, P., Esteve, C., and Marina, M. L. (2007).** Development of a peptidomic strategy for the identification of bioactive peptides released from food proteins by simulated gastrointestinal digestion. *Journal of Chromatography A*, 1153(1-2), 145-155.
30. **Gerber, P. J., Vellinga, T. V., Steinfeld, H., & Exner-Kittridge, M. (2007).** The livestock sector: Policies, practices and prospects. *Livestock Research for Rural Development*, 19(9).
31. **Gonzalo, S. (2011).** Consommation mondiale de viande. *Rapport de l'Organisation Internationale de la Viande*
32. **Guerrera-Legarreta, I., Guerrero, I., & Trevino, M. (2019).** Influence of stunning and slaughter methods on chicken welfare and product quality. *British Poultry Science*, 60(2), 142-151.
33. **Guergueb, A., Benmecheta, B., & Cheriet, D. (2021).** Impact of Unregulated Poultry Slaughter on Public Health and the Environment. *Journal of Avian Sciences*, 12(3), 45-58.
34. **Hadji, L., Atti, N., & Mahgoub, N. (2014).** Valorisation des sous-produits de l'abattage des animaux de boucherie en Tunisie. *Sud Sciences et Technologies*, 1(5), 141-156.
35. **ITAVI (2019).** Analyse de la production avicole mondiale. *Institut Technique de l'Aviculture*.
36. **Jones, F.T., & Ricke, S.C. (2019).** Observations on the history of the development of antimicrobials and their use in poultry feeds. *Poultry Science*, 82(4), 613-617.
37. **Jones, R. L., Bryant, M. J., & Lippke, H. (2019).** The role of industrialized poultry processing and the environment. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 54(7), 568-575.
38. **Jones, T. A., Donoghue, A. M., and Anderson, K. E. (2016).** Microbiological Evaluation of Chicken By-products from Processing Plants. *Poultry Science*, 95(4), 889-895.
39. **Kaci, A. et Kheffache, A. (2018).** Évolution des performances zootechniques en Algérie. *Revue Avicole Nord-Africaine*.
40. **Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2006).** Bioactive Peptides: Production and Functionality. *International Dairy Journal*, 16(9), 945-960.
41. **Kaur, S., Dhillon, G. S., and Brar, S. K. (2020).** Advances in Feather Waste Management: A Review on Recycling and Valorization Techniques. *Bioresource Technology*, 312, 123567.

Références bibliographiques

42. Lawrie, R.A., & Ledward, D.A. (2006). Lawrie's Meat Science. Woodhead Publishing.
43. Lee, H. Y., Lee, H. K., and Kim, M. (2020). Effectiveness of Post-mortem Treatment Methods on the Reduction of Pathogenic Bacteria in Chicken Intestines. *Food Control*, 110, 107005.
44. Lee, K., Kim, C., & Kim, H. (2023). Evaluation of environmental impacts from the processing of poultry by-products. *Journal of Environmental Management*, 149, 1-9.
45. Lee, K.H., Kang, H.J., & Song, K.B. (2017). Utilization of chicken by-products in the production of high-value products. *Food Science and Biotechnology*, 26(1), 1-9.
46. Lee, M. H., Lee, H. J., & Ryu, P. D. (2017). Public health risks: Chemical and antibiotic residues - Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 14(3), 402-413.
47. Li, C. H., Liu, X. S., Yan, H., Qiao, Z. S., and Wang, X. Y. (2004). Peptides derived from chicken feathers: Molecular characterization and evaluation of their antioxidant and antimicrobial activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4987-4992.
48. Li, M., Zhang, H., & Xue, H. (2004). Antimicrobial and antioxidant activities of peptides from feather keratin hydrolysates. *Poultry Science Journal*, 83(2), 133-13
49. Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition (3rd ed.)*. Nottingham University Press.
50. Lopez, G., Martinez, P., & Fernandez, R. (2018). Low contamination rates in poultry intestines with strict processing and inspection practices. *International Journal of Food Microbiology*, 283, 19-24.
51. Lindsay, G. (2018). *Waste Management in Poultry Processing Plants*. *Poultry Science Journal*, 97(4), 1230-1242.
52. Love, D. C., Halden, R. U., Davis, M. F., & Nachman, K. E. (2012). Feather meal: a previously unrecognized route for reentry into the food supply of multiple pharmaceuticals and personal care products (PPCPs). *Environmental Science & Technology*, 46(7), 3795-3802.
53. Macit, M., Aksakal, V., Emsen, E., & Esenbuga, N. (2013). Effects of slaughter weight on the physical and chemical properties of carcass and meat in Chios male lambs. *Meat Science*, 63(1), 69-74.
54. Marculescu, C., & Stein, H.H. (2011). Animal Feed Applications of Poultry By-products. *Journal of Animal Science*, 89(11), 3415-3423. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-3672>
55. Maysonave, G., Pallarès, M., Ferrer, I., & Palatsi, J. (2020). Management of Animal By-Products in Abattoirs and Alternative Treatment Methods: A Review. *Waste Management*, 102, 55-68. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.018>

Références bibliographiques

56. **Mezouane, S. (2010).** *Défis de la filière avicole en Algérie. Revue Algérienne de l'Élevage.*
57. **Mohan, G., & Long, S. (2021).** *By-product utilization in poultry processing. Poultry Science, 100(8), 101119.*
58. **MADR (2011).** *Indices de production avicole en Algérie. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.*
59. **MADR (2017).** *Rapport sur la filière avicole en Algérie. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.*
60. **MADR (2023).** *Perspectives de l'aviculture en Algérie. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.*
61. **Mozhiarasi, S., & Natarajan, A. (2022).** *Management of poultry abattoir waste: A critical review. Journal of Cleaner Production, 334, 130299.*
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130299>
62. **Mokrejs, P., Janacova, D., & Kolomaznik, K. (2017).** *Extraction and Utilization of Collagen from Chicken Feet. Journal of Waste Management, 32(4), 233-240.*
<https://doi.org/10.1016/j.jwman.2016.12.019>
63. **Nguyen, P. T., Lemosquet, S., Sauvante, D., & Giger-Reverdin, S. (2020).** *A Meta-Analysis of Effects of Dietary Factors on Feed Efficiency and Nutrient Digestibility in Dairy Goats. Animal Feed Science and Technology, 263, 114470*
64. **Nouad, L. (2009).** *Pratiques sanitaires et performances zootechniques en aviculture. Journal d'Hygiène et d'Élevage.*
65. **Ockerman, H. W., & Basu, L. (2004).** *By-products from poultry processing. Poultry Science, 83(2), 363-374.*
66. **Olomu, J. M., et al. (2018).** *Evaluation of the Nutrient Composition of Poultry By-products for Use in Animal Feed Formulations. International Journal of Poultry Science, 17(4), 186-192.*
67. **Ozdemir, A., & Yetilmezsoy, K. (2020).** *Valorization of Poultry Blood: Protein Extraction and Application. Waste Management & Research, 38(5), 567-578.*
<https://doi.org/10.1177/0734242X19877104>
68. **Purandaradas, S., Malladi, U.K., & Shukla, S. (2018).** *Innovations in Feather Waste Management: Bioenergy and Bioproducts. Waste Management, 80, 267-274.*
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.018>
69. **Roy, P., Nei, D., & Orikasa, T. (2012).** *A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. Journal of Food Engineering, 90(1), 1-10.*
70. **Santana, H.M., Brito, A.C., & Carvalho, M.A. (2020).** *Feather Waste Management: Biodegradable Plastics and Bioactive Materials. Environmental Science & Technology, 54(3), 1234-1245.* <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04123>

Références bibliographiques

71. Sharon, H., Anglade, J., & Lebreton, L. (2009). *Global trends in greenhouse gas emissions from industrial processes: review of the IPCC working group III report. Environmental Science & Policy, 12*(6), 870-882.
72. Shi, Y., Zhang, X., & Wu, Y. (2023). *Economic and Environmental Impacts of Poultry Waste Management Technologies. Journal of Cleaner Production, 392*, 136128. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136128>
73. SIFCO (2018). *Annual Report on Poultry Feather Meal Production. https://www.sifco.org/annual-report-2018*
74. Smith, D. P., Northcutt, J. K., & Fletcher, D. L. (2020). *Poultry Meat Processing*. CRC Press.
75. Smith, P., Jones, T., and Anderson, K. (2019). *Hygiene Practices and Microbial Contamination in Poultry Processing Plants: A Comparative Study. Food Protection Trends, 39*(5), 372-380.
76. Smith, R., Jones, T., & Williams, P. (2020). *Influence of processing techniques on the physicochemical properties of poultry by-products. Poultry Science Journal, 99*(6), 2534-2543.
77. Souvestre, P. (2021). *The Environmental Impact of Increased Broiler Production in Boumerdès. Avian Production Review, 15*(2), 33-49.
78. Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill Education.
79. Uni, Z., Smirnov, A., & Sklan, D. (2005). *Posthatch Development of Mucosal Function in the Broiler Small Intestine. Poultry Science, 84*(7), 1044-1049
80. Tesfaye, T., Agde, T., & Gari, R. (2017). *Chemical Composition and Functional Properties of Chicken Feathers. Poultry Science, 96*(5), 1346-1352. <https://doi.org/10.3382/ps/pew373>
81. Valta, K., Ainasoja, M., Jalava, J., & Koivisto, P. (2015). *Physical and Chemical Characterization of Poultry Processing Waste Streams. Poultry Science, 94*(10), 2505-2515. <https://doi.org/10.3382/ps/pev213>
82. Velarde, A., & Dalmau, A. (2012). *Animal Welfare Assessment at Slaughter in Europe: Moving from Inputs to Outputs. Meat Science, 92*(3), 244-251.
83. Watson, M. (2006). *From Animal Waste to Animal Feed: Factors Affecting the Recycling of Poultry Litter as Feed. Poultry Science, 85*(2), 363-374.
84. Williams, P., & Grieshop, C. M. (2021). *Poultry By-Product Meal: An Important Source of Nutrition for Animal Feeds. Poultry Science, 98*(7), 2913-2922.
85. Yaakob, Z., Mohamed, R. S., Alshariji, M. A., & Ahmad, M. I. (2018). *Biorefinery Concept for Animal By-Products: A Review. Journal of Environmental Management, 216*, 85-98. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.058>

Références bibliographies

- 86. Yildiz, E., Balci, F., & Bozkurt, Z. (2013).** *Determination of Nutrient Composition of Chicken Feather Meal. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, 39(1), 61-66.*
- 87. Zhang, H., Wang, Z., & Zhang, Z. (2016).** *The Utilization of Chicken By-Products: An Overview. Poultry Science, 95(7), 1751-1762.*
- 88. Zhang, S. B., Chen, Q., & Wang, Z. W. (2016).** *Functional Properties and Applications of Bioactive Peptides Derived from Feather Keratin. RSC Advances, 6(64), 59135-59144.*
- 89. Zuidhof, M.J., et al. (2014).** *Advances in Poultry Genetics and Their Impact on Production. Poultry Science Journal*

RESUMES

Résumé

Cette étude explore la valorisation des déchets d'abattoirs de volailles. Elle a été menée dans deux abattoirs avicoles à Bordj Menail (abattoir A) et à Hammadi (abattoir B), incluant l'analyse de déchets comme les pattes, plumes, têtes et viscères. Chaque poulet génère environ 0,45 kg de déchets, soit 14,95% de son poids total. Les plumes sont riches en matière organique (97,03%) et en matière azotée totale (46,60%). Les têtes ont la plus haute teneur en matière sèche (95,24%), suivies par les pattes (94,52%), les plumes (93,25%) et les viscères (88,35%). Les pattes et les têtes ont des teneurs en matière minérale (MM) comparables, autour de 16%, alors que les plumes ont la teneur en MM la plus basse (2,97%). En matière azotée totale (MAT), les plumes sont les plus riches (46,60%), suivies par les viscères (40,65%) et les têtes (36,47%). La présence de Salmonelles dans les pattes et têtes souligne l'importance des pratiques d'hygiène. Cette étude met en évidence des opportunités pour réduire l'impact environnemental et valoriser économiquement les déchets avicoles.

Mots clés: déchets avicoles, valorisation, abattoirs, analyse physico-chimique, bactériologique
Summary

This study explores the valorization of poultry slaughterhouse waste. It was conducted in two poultry slaughterhouses in Bordj Menail (abattoir A) and Hammadi (abattoir B), including the analysis of waste such as feet, feathers, heads, and viscera. Each broiler chicken generates approximately 0.45 kg of waste, representing 14.95% of its total weight. Feathers are rich in organic matter (97.03%) and total nitrogen (46.60%). Heads have the highest dry matter content (95.24%), followed by feet (94.52%), feathers (93.25%), and viscera (88.35%). Feet and heads have comparable mineral matter (MM) content, around 16%, while feathers have the lowest MM content (2.97%). In terms of total nitrogen (TN), feathers are the richest (46.60%), followed by viscera (40.65%) and heads (36.47%). The presence of Salmonella in feet and heads highlights the importance of hygiene practices. This study identifies opportunities to reduce environmental impact and economically valorize poultry waste.

Keywords: poultry waste, valorization, slaughterhouses, analysis physicochemical, bacteriological

الملخص

تكشف هذه الدراسة عن تقييم مخلفات مسالخ الدواجن. تمت هذه الدراسة في مسالخين للدواجن، برج منايل (مسلخ أ) وفي حمادي (مسلخ ب). قمنا بما في ذلك بتحليل المخلفات مثل الأرجل والريش والرؤوس والأحشاء. كل دجاجة تنتج حوالي 0.45 كغ من المخلفات، ما يمثل 14.95% من وزنها الإجمالي. تحتوي الريش على نسبة عالية من المواد العضوية (97.03%) والنيتروجين الكلي (46.60%). الرؤوس تحتوي على أعلى محتوى للمادة الجافة (95.24%)، تليها الأرجل (94.52%)، الريش (93.25%)، والأحشاء (88.35%). الأرجل والرؤوس لديهما نسبة مماثلة لمادة المعادن، حوالي 16%، بينما تحتوي الريش على أقل محتوى من المعادن (2.97%). من حيث النيتروجين الكلي، تحتوي الريش على أعلى نسبة (46.60%)، تليها الأحشاء (40.65%)، والرؤوس (36.47%). ويبرز وجود السالمونيلا في الأرجل والرؤوس أهمية ممارسات شروط النظافة. أظهرت هذه الدراسة إمكانية تقليل الأثر البيئي الناجم من مخلفات الدواجن عن طريق ترميمها اقتصادياً.
الكلمات المفتاحية: مخلفات الدواجن، ترميم، مسلخ، التحليل الفيزيائي الكيميائي، البكتيريا.