



Réf : ...../UAMOB/FSNVST/DSA/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Agronomie

Spécialité : production et nutrition animale

Présenté par :

*AZRAR Yaghmourassen & MAIZA Anis*

*Thème*

**EVALUATION DE LA QUALITÉ NUTRITIONNELLE  
DE LA VIANDE DE CAILLE**

Soutenu le : 04 / 07 /2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
ARAB.A	MCA	Univ. Bouira	Président
SAIDJ D.	MCA	I.S.V. Blida 1	Promotrice
BENFODIL.K	MCA	Univ. Bouira	Co-Promotrice
CHERIFI.Z	MCB	Univ. Bouira	Examinatrice

**Année Universitaire : 2021/2022**

# Résumé

L'objectif de notre travail est l'étude de la qualité nutritionnelle de la viande de cailles âgées de 40 jours. 22 échantillons de viande au niveau de la cuisse ont été prélevés de carcasses provenant de 3 élevages différents (A, B, T) en tenant compte du poids vif avant abattage et du type d'élevage. Aucun effet de l'élevage n'a été déterminé avec des valeurs moyennes de MS (26.1%), MM (0.03%) et MAT (23.5%) sur des cailles qui pèsent en moyenne 172g.

Mots-clés : caille, viande, matière minérale, matière sèche, matière protéique.

# Abstract

The aim of our work is to study the nutritional quality of 40-day old quail meat. 22 meat samples at the thigh were taken from carcasses from 3 different farms (A, B, T) taking into account the live weight before slaughter and the type of farming. No effect of rearing was determined with mean values of MS (26.1%), MM (0.03%) and MAT (23.5%) on quail that weigh on average 172g.

Key-words: quail, meat, proteins, mineral matter, dry matter, protein content, meat quality

## ملخص

الهدف من عملنا هو دراسة الجودة الغذائية للحوم السمان التي يبلغ عمرها 40 يومًا. تم أخذ 22 عينة من اللحوم في الفخذ من جثث من 3 مزارع مختلفة (A و B و T) مع مراعاة الوزن الحي قبل الذبح ونوع الزراعة. لم يتم تحديد أي تأثير للتربية بمتوسط (MS 26.1 %) و (MM (%0.03) و MAT (%23.5) على السمان الذي يزن في المتوسط 172 غرامًا.

الكلمات الرئيسية: السمان، اللحوم، البروتين، المعادن، المادة الجافة، محتوى البروتين.

# Remerciements

---

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux,  
qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à saisir cette occasion et adresser nos profonds  
remerciements être connaissances à notre promotrice Mme Saïdj, pour ses  
précieux conseils et son orientation ficelée tout au long de notre recherche.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à toutes les personnes qui par  
leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos  
réflexions.

Enfin, nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la  
réalisation de ce travail.

# Dédicaces

---

Nous dédions ce mémoire

A nos chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de nos études

A nos chères sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

A nos chers frères, pour leur appui et leur encouragement

A tous les professeurs qui nous ont encadrés tout au long de notre parcours

Que ce travail soit l'accomplissement de leurs vœux tant allégués, et le fruit de leur soutien infailible,

Merci d'être là pour nous.

# SOMMAIRE

---

## *Introduction* 1

### **CHAPITRE I : Élevage et production de volailles** ..... 3

#### **I.1. Définitions**..... 4

##### **I.1.1 La viande**..... 4

#### **I.2 Etat des lieux sur l'élevage avicole en Algérie**..... 4

#### **I.3 Les différents types d'élevage avicole :** ..... 5

##### **I.3.1 L'élevage de poulet de chair :** ..... 5

##### **I.3.2 L'élevage de la dinde**..... 7

##### **I.3.3 les atouts de la production de viande avicole**..... 7

### **CHAPITRE II : étude de la qualité de viande de volailles** ..... 9

#### **Introduction** ..... 10

#### **I.1 Qualité des carcasses**..... 10

#### **I.2 Rendement en filet** ..... 11

#### **I.3 Composition corporelle**..... 11

##### **I.3 Teneur et répartition des tissus maigre et gras** ..... 12

#### **I.4 Appréciation des carcasses (Les classes et signes de qualité)**..... 12

### **II Qualité de la viande** ..... 13

#### **II.1 Évolution post mortem** ..... 13

#### **II.2 La couleur et le PH** ..... 13

#### **II.3 Pouvoir de rétention de l'eau** ..... 15

#### **II.4 La texture**..... 16

#### **II.5 l'authenticité**..... 16

#### **II.6 Congélation et décongélation** ..... 17

### **Chapitre III : Méthodes d'analyses de la viande** ..... 18

#### **Introduction**..... 19

#### **I.1 Notion de qualité** ..... 19

##### **I.1.1 définition**..... 19

##### **I.1.2 différents types**..... 19

#### **I.2 Les facteurs influençant la qualité de la viande** ..... 20

##### **I.2.1 qualité technique**..... 20

I.2.3 Génétique .....	21
I.2.4 Alimentation.....	22
II Méthodes d'analyses de la viande .....	22
II.1 Qualités organoleptiques.....	22
II.2 Qualité technologique .....	23
II.3 Qualité hygiénique .....	23
II.4 Qualités nutritionnelles .....	24
<i>CHAPITRE IV</i> .....	27
<i>MATERIEL ET METHODES</i> .....	27
I.1 Objectif de l'étude.....	28
I.4 L'échantillonnage.....	28
I.5 Méthodes .....	29
I.5.1 Détermination de la teneur en matière sèche et en eau.....	29
I.5.2 Détermination de la teneur en matière minérale.....	30
I.5.3. Détermination de la matière protéique de la viande .....	31
<i>Résultats et discussion</i> .....	34
ANALYSE DESCRIPTIVE .....	35
EFFET DE L'ELEVAGE SUR LES PARAMETRES D'ANALYSE ETUDIES .....	35
<i>Conclusion</i> .....	37
<i>Recommandations</i> .....	37
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i> .....	38

## Liste des figures

Figure 1 : L'échantillon.....	28
Figure 2 Étapes de la détermination de la matière sèche .....	29
Figure 3 Les étapes de détermination de la matière minérale .....	31
Figure 4 Minéralisateur .....	32
Figure 5 Distillateur .....	33
Figure 6 La titration.....	33
Figure 7 Teneur en MM(%) dans les 03 élevages .....	35
Figure 8 Teneur en MS et MAT (%) .....	35

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1: Progrès réalisés sur le poids, l'âge à l'abattage et le rendement en filets des poulets entre 1957 et 2012 (Petracci et al. 2015) .....</b>	<b>11</b>
<b>Tableau 2: classes d'appréciation de la carcasse.....</b>	<b>12</b>
<b>Tableau 3: Effet du sexe sur la qualité de la viande (Musa et al. 2006). .....</b>	<b>21</b>
<b>Tableau 4: Composition lipidique de quelques aliments du groupe des viandes (Anonyme, 2011).....</b>	<b>25</b>
<b>Tableau 5: Analyse descriptive des resultats.....</b>	<b>35</b>
<b>Tableau 6: Effet de l'élevage sur la qualité physicochimique de la viande de caille. (Moyenne ± erreur standard) .....</b>	<b>36</b>

# Liste des abréviations

---

AFNOR : L'Association française de normalisation

CPG : chromatographie en phase gazeuse

CRE : Capacité de rétention de l'eau

EPS :pale soft exsudative

HACCP : HazardAnalysisCritical Control Point

L'IRM ; imagerie a résonnance magnétique

INRA : institut national de la recherche agronomique

ISO : Organisation internationale de normalisation

ITAVI : institut technique de l'aviculture

ITELV : institut technique des élevages

MM : matière minérale

MAT : matière azotée totale

MS : matière sèche

MAVI : modèle avicole intensif

ONAB : l'Office national des aliments du bétail et de l'élevage avicole

OGM : organisme génétiquement modifié

Ph : potentiel hydrogène

Phu : potentiel hydrogène ultime

PNDA : Plan Nationale de développement agricole

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

---

# INTRODUCTION

---

## *Introduction*

---

La viande a une valeur nutritionnelle très élevée car elle est constituée de protéines digestibles et riches en acides aminés essentiels. C'est également une bonne source de fer et de vitamines hydrosolubles, et la qualité de la viande est souvent déterminée par la valeur de ses ingrédients ainsi que par des facteurs liés au goût tels que l'apparence, l'odeur, la tendreté, la jutosité et la saveur.

En termes de qualité de la viande, la satisfaction de ce besoin différent se traduit au niveau de la recherche, avec la nécessité d'identifier les caractéristiques tissulaires qui favorisent les différents composants de qualité, ainsi que de mieux comprendre les facteurs de variabilité pouvant influencer sur la qualité.

Selon la norme ISO 8402, le concept de qualité peut être défini comme "l'ensemble des attributs et caractéristiques qui confèrent un produit ou service la capacité de satisfaire à des exigences explicites ou implicites"

En d'autres termes, la qualité est la satisfaction du client ou de l'utilisateur. Dans ce cas, il s'agit de satisfaire les consommateurs et l'industrie de transformation de la viande, qui représentent respectivement 20 à 35 % et 65 à 80 % des utilisateurs des carcasses produites (Anderson H.J., 2000).

Or, la qualité concerne tous les opérateurs dont la satisfaction attendue est clairement liée à la rentabilité de leurs activités. Ainsi, la qualité définie par certains ne correspond pas forcément la qualité définie par d'autres, et l'appréciation de la qualité put même parfois être contradictoire.

Selon la norme AFNOR, la qualité est la capacité d'un produit ou d'un service à répondre aux besoins des utilisateurs. La notion de qualité intrinsèque de la viande est relative et comme nous le verrons, elle dépend plus ou moins de facteurs objectifs : qualité nutritionnelle, hygiénique et sensorielle. La production de viande de volaille se caractérise par une large gamme de produits originaires de plusieurs espèces essentiellement le poulet, la dinde, la pintade, le canard et la caille.

Notre travail a pour objectif essentiel de mise en valeur la viande , celle de la caille japonaise moins connue par le consommateur algérien et donc moins consommée. Dans ce sens, ce mémoire est divisé en deux parties :

Une partie bibliographique pour introduire et faire connaître les élevages des différentes volailles ainsi que les qualités de la viande en général et plus précisément la viande de la volaille.

# *CHAPITRE I : Élevage et production de volailles*

---

### I.1. Définitions

#### I.1.1 La viande

D'après le codex alimentarius (2003), « c'est la partie comestible de tout mammifère ». En 2005, le même codex alimentarius en donne une autre définition : « la viande est toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propre à cette fin ».

#### I.1.2. Volaille

Oiseau domestique, appartenant généralement aux galliformes ou aux ansériformes, élevé pour sa chair et ses œufs, soit en basse-cour traditionnelle, soit en élevage industriel. Les espèces les plus courantes sont : l'oie, la dinde, la poule, le canard, la pintade, le chapon, la caille, le faisan et le pigeon (Pichereau, 2012).

#### I.1.3. Chair de volaille

La chair de volaille est la partie comestible de tout oiseau domestique, y compris les poulets, les dindes, les canards, les oies, les pintades et les pigeons, tués en abattoir (Codex Alimentarius, 2015).

#### I.1.4. Poulet

Le poulet est un jeune mâle issu du croisement entre poule et coq (Mohtadji, 1989).

### I.2 Etat des lieux sur l'élevage avicole en Algérie

La viande de volaille est produite et consommée dans le monde entier, avec un taux de conversion céréales/viande très élevé par rapport au porc et aux ruminants ce qui lui permet d'être presque toujours la viande la plus abordable sur le marché.

La demande mondiale de viande est en forte croissance, en particulier dans les pays où le pouvoir d'achat augmente. La production de viande de volaille (majoritairement de poulet) augmente régulièrement dans le monde et cette croissance semble devoir se poursuivre selon les projections des experts.

Les viandes blanches les plus consommées en Algérie sont bien sur le poulet et la dinde, mais aussi on peut parler de la caille et la pintade qui ne sont certes pas très présents sur le marché mais on peut les trouver et sont généralement issus de petit élevage rustiques de particuliers.

Le poulet de chair est l'un des produits carnés les plus consommés en Algérie, pour son prix relativement abordable par rapport aux autres sources de protéines (viandes bovines, agneau, caprins etc.) mais la filière reste aussi assez vulnérable vu sa dépendance au marché international au niveau de l'alimentation, des poussins et des produits vétérinaires, d'ailleurs c'est ce qui a provoqué récemment une flambée des prix de viandes blanches après la hausse des prix des matières destinés à l'alimentation animale au niveau international .

Selon Le président directeur général de l'Office national des aliments du bétail et de l'élevage avicole(ONAB) Mohamed Betraoui la consommation moyenne des viandes blanches en Algérie est de 50.000 tonnes par mois.

La filière avicole algérienne a atteint un stade de développement qui lui confère désormais une place de choix dans l'économie nationale en général (1,1% du PIB national) et dans l'économie agricole en particulier 12 % du Produit agricole brut, En 2007, elle réalise un chiffre d'affaire de 100 milliards de Dinars, assurant en retour des revenus à de larges couches de la population (Belaid, 2015).

Selon les indications de Ministère de l'Agriculture ; l'Algérie produit annuellement 460.000 tonnes de viandes blanches. Dont le secteur avicole est prise en charge par les différents producteurs : 985 éleveurs de poisson, 9.111 de poulets de chair, 1.004 pour la dinde et 6.491 pour les poules pondeuses. (Abachi, 2015).

### **I.3 Les différents types d'élevage avicole :**

#### **I.3.1 L'élevage de poulet de chair :**

##### ***Le cycle de l'élevage de poulet de chair***

Il est divisé en trois périodes : Période de démarrage, qui dure environ 20 jours, l'aliment doit contenir une teneur en protéine brute entre 21-23%. Ce cycle est suivi par la période de croissance qui peut durer jusqu'aux 45 jours, et le 3ème cycle de finition jusqu'aux 54 jours date de l'abattage ou le retrait (Behira, 2012).

### *Différents modes d'élevages du poulet de chair*

#### a. L'élevage au sol

Qui est un élevage assez rudimentaire et requiert une surface assez grande pour aménager un grand nombre de sujets et avoir en même temps un nombre de poulet/m<sup>2</sup> raisonnable, la poule n'a aucun moyen de sortir. De cette façon, ils n'entrent pas en contact avec des bactéries qui pourraient altérer les œufs. (Kirouani, 2015)

Pour la plupart des fermes, la seule source de lumière est la lumière artificielle (nous "créons le jour"). Allumez les lumières pendant environ 14 heures par jour. Les fermes au sol modernes sont contrôlées par des ordinateurs qui régulent la température (chauffage, climatisation, ventilation, etc.). Les poules sont très fragiles et ne peuvent survivre dans un environnement trop froid ou trop chaud. Contrairement aux élevages en cage, les poules sont libres de se déplacer dans les bâtiments, gratter, voler, se percher... les poules peuvent pondre et dormir. (Kirouani, 2015).

#### b. l'élevage en cages

Qui est une forme d'élevage industriel destiné à augmenter fortement le rendement des activités en intensifiant l'exploitation des animaux.

Cette méthode est apparue à la fin de la Seconde Guerre mondiale. L'élevage, en particulier, utilise des méthodes industrielles pour produire de la viande, du lait et des œufs. Depuis 2000, les éleveurs ont dû devenir plus productifs en raison de l'expansion rapide de la population mondiale et des nouveaux régimes alimentaires de plus en plus riches en viande. (Kirouani, 2015)

De l'extérieur, la fonction du bâtiment est difficile à atteindre, seuls les silos suggérant des animaux à l'intérieur. Ils sont grands, sans fenêtre et abritent des dizaines de milliers de poules pondeuses (jusqu'à 70 000 poules). Il y a des passerelles et des échelles à l'intérieur pour atteindre toutes les cages. Tout est automatisé : programmes d'éclairage, progression des tapis d'engrais, distribution d'eau et de nourriture, Dans chaque cage, 15 à 60 poules doivent vivre ensemble dans un espace restreint. (Chabat et al, 2012)

#### c. L'élevage en plein air (semi-libre)

Dans cet élevage, les poules peuvent sortir en journée. Le soir, ils sont retournés au bâtiment. Les poules ont accès à l'extérieur, sur un terrain partiellement végétalisé, d'au moins 4 mètres carrés chacune.

Explorer, gratter et picorer sont les activités préférées des poules, où elles passent le plus clair de leur temps. Par conséquent, ce contact avec le monde extérieur est crucial pour leur bien-être. Certains paramètres, comme la température, le temps, les parasites, les prédateurs, demandent un effort et une vigilance constante de la part de l'éleveur.

### d. L'élevage biologique

Ce type d'élevage s'apparente à un élevage en plein air mais cette fois les poules sont totalement libres. Ils n'ont aucune pression. C'est une méthode de production respectueuse de l'environnement (Afssa, 2003).

Aucun engrais chimique ni pesticide n'est utilisé et l'utilisation d'OGM est interdite. Tous les animaux doivent avoir la possibilité de participer à des courses extérieures. Sa densité leur permet de se déplacer librement. La plupart des aliments pour animaux doivent être produits à la ferme et adaptés à leurs besoins. Les variétés paysannes sont préférées.

La santé animale est protégée par des moyens naturels. L'agriculture biologique présente de nombreux avantages pour l'environnement : notamment pour la biodiversité sauvage, la biodiversité cultivée et les contraintes du réchauffement climatique car le fumier est utilisé comme engrais. Comme les poules sont en liberté, elles travaillent plus dur que dans l'élevage au champ. En conséquence, leurs muscles sont plus développés et leur viande est plus tendre. (Afssa, 2003)

### I.3.2 L'élevage de la dinde

La dinde est généralement élevée au sol dans des hangars de façon similaire au poulet de chair élevé au sol, sauf quelques différences comme des barrières pour séparer les dindes et limiter les lésions dues au picage en plus de gamelles ou mangeoires plus grands.

La viande blanche est la partie de la carcasse qui a la plus forte valeur ajoutée. « La viande de poitrine apporte 60 à 70 % de la valeur commerciale d'une volaille alors qu'elle ne représente que 26 à 28 % du poids vif de l'animal. C'est dire l'importance du rendement filet pour l'industrie de la viande. Au-delà du potentiel génétique de l'animal, du poids et de l'âge à l'abattage, certaines pratiques d'élevage ont un impact direct sur le rendement. (Aviagen 2016)

### I.3.3 les atouts de la production de viande avicole

- Facilité de l'élevage des animaux
- Le temps de finition court qui permet une rotation assez rapide

- La forte demande du marché au niveau des viandes blanches
- Conditions d'élevage assez simples (surface, nourriture, eau, etc.)
- Facilité de manipulation de l'animal.

*CHAPITRE II : étude de  
la qualité de viande de  
volailles*

---

### Introduction

La viande occupe une place prépondérante dans l'alimentation des pays industrialisés. Les exigences de qualité ne cessent d'augmenter. Les acheteurs exigent une qualité constante à un excellent rapport qualité-prix. Cela s'applique aux fabricants et aux consommateurs de viande transformée. En raison de l'industrialisation importante de l'industrie de transformation, de nouvelles exigences sont imposées à la qualité technique de la viande pour assurer la sécurité alimentaire, les propriétés organoleptiques des produits carnés et l'authenticité du produit.

La qualité de la viande et des produits carnés comprend diverses composantes intrinsèques (composition de la carcasse, qualité technique, sensorielle et nutritionnelle) et extrinsèques (interaction entre la production animale et l'environnement, utilisation des ressources alimentaires locales, bien-être animal, réduction de l'utilisation de médicaments).

Élevage, origine des produits et authenticité des pratiques de production et de transformation, etc.).

### I.1 Qualité des carcasses

La qualité de la carcasse dépend de sa viande maigre ou du rapport entre la viande maigre et la graisse, le tissu osseux et les abats, etc. Chez toutes les espèces, des décennies de recherche de qualité se sont concentrées sur l'augmentation de la teneur en maigre de la carcasse en augmentant la masse musculaire et/ou les ratios de coupe « noble » et en réduisant le développement du tissu adipeux (Bonneau et al. 1996). Des méthodes basées sur l'estimation de la composition corporelle développées chez différentes espèces permettent d'évaluer les progrès réalisés.

Les recherches sur l'amélioration génétique et nutritionnelle (évaluation alimentaire, estimation des besoins des animaux) et la conduite de l'élevage ont permis d'augmenter significativement la production de viande maigre ou maigre pour répondre aux besoins de populations croissantes, notamment dans les pays développés. La qualité de la carcasse est désormais le critère principal pour la production animale et halieutique, car elle constitue souvent, avec le poids, la base des paiements aux producteurs. Par conséquent, le développement de méthodes objectives, rapides et non invasives d'estimation de la composition corporelle reste un objectif prioritaire dans le domaine de la qualité des produits

animaux (Scholz et al, 2013). Cependant, il est important de se rappeler que la qualité de la carcasse est déterminée par les qualités commerciales qui sont utiles à divers points de la chaîne d'approvisionnement, y compris les éleveurs, et ne suppose pas la qualité inhérente de la viande du consommateur (Polkinghorne et Breton, 2013).

### I.2 Rendement en filet

Le poids du filet par rapport au poids de la carcasse est un critère important pour la production de poulets de chair. La sélection génétique basée sur ce critère repose sur la dissection des carcasses de la descendance ou des collatéraux du candidat à la sélection. Des techniques non invasives et non destructives telles que l'échographie, l'IRM et la tomодensitométrie peuvent être utilisées pour estimer le rendement en filets.

Au cours des dernières décennies, les critères de sélection du poulet se sont adaptés à l'évolution des demandes du marché et des consommateurs. En France, 24 % du poulet était vendu entier en 2016, contre 52 % en 1998 (ITAVI, communication personnelle). Ce muscle est particulièrement apprécié des consommateurs et des fabricants. En conséquence, Sélection s'est concentré sur les taux de croissance tout en augmentant les rendements en filets, réalisant des progrès incroyables (tableau 1) et continuant (Petracci et al. 2017). Ces dernières années, de nouvelles pratiques ont émergé en faveur du post abattage (56 à 63 jours contre environ 35 jours) pour réduire le poids des poulets à croissance rapide pour une production standard.

**Tableau 1: Progrès réalisés sur le poids, l'âge à l'abattage et le rendement en filets des poulets entre 1957 et 2012 (Petracci et al. 2015)**

<b>Année</b>	<b>Souche</b>	<b>Poids vif (g)</b>	<b>Age (jour)</b>	<b>Poids de filet en(g)</b>	<b>Rendement filet en %</b>
<b>1957</b>	Athens	2078	57	280	13.5
<b>2001</b>	Ross 308	2207	43	349	15.8
<b>2007</b>	Ross 308	2200	36	410	18.5
<b>2012</b>	Ross 308	2200	35	464	21.1

### I.3 Composition corporelle

La valeur marchande d'une carcasse dépend de sa composition (maigre/gras), de sa taille et de son poids, du rendement carcasse (poids carcasse à l'abattage rapporté au poids vif de l'animal) et du ratio musculaire élevé recherché chez toutes les espèces (Lebret et Picard 2015).

### I.3 Teneur et répartition des tissus maigre et gras

Le rapport du tissu musculaire au tissu adipeux est une composante importante de la masse de la carcasse, mais ils ont une croissance relative différente (rapport de croissance du tissu corporel entier ou coefficient allométrique). Le tissu musculaire se développe généralement au même rythme que l'ensemble du corps, tandis que le tissu adipeux se développe plus tard, puis augmente considérablement. Ainsi, la composition de la carcasse change continuellement de la naissance à l'âge adulte, et l'obésité augmente avec la maturité (rapport poids à l'abattage/poids adulte). Ainsi, certains critères d'évaluation de la carcasse (rapport muscle/squelette, score d'adiposité) sont fortement dépendants de la maturité de l'animal à l'abattage (Lebret et Picard 2015).

### I.4 Appréciation des carcasses (Les classes et signes de qualité)

Trois classes de qualité ont été définies par les lettres A.B.C. Le classement repose sur l'examen de l'aspect extérieur de chaque carcasse. Les critères d'appréciation sont les suivants :

- La conformation et les masses musculaires.
- L'état d'engraissement.
- La qualité de la plumaison.
- La présence de défauts (fractures, ecchymoses, déboîtage, blessures...)

**Tableau 2: classes d'appréciation de la carcasse**

Classe	Caractéristiques
<b>A</b>	L'animal est bien conformé. Les masses musculaires sont importantes, le corps est bien musclé. La volaille est dépourvue de plumes et de sicots.
<b>B</b>	L'animal peut présenter un certain nombre de déformations peu accentuées. L'engraissement peut être insuffisant. Deux déboîtages ou fractures sont tolérés.
<b>C</b>	Cette catégorie de volaille ne peut être livrée en l'état. Elle est réservée aux transformations (fond, bouillon de volaille, steaks hachés de volaille, farces diverses...).

## II Qualité de la viande

### II.1 Évolution post mortem

La conversion du muscle en viande est une étape importante dans la détermination de la qualité du produit. L'abattage et la saignée modifient considérablement le métabolisme musculaire. Les muscles qui manquent d'oxygène deviennent hypoxiques. Le maintien de l'homéostasie musculaire nécessite la synthèse de composés riches en énergie comme l'ATP. La synthèse d'ATP est assurée par la dégradation de la phosphocréatine, principalement la glycogénolyse et la glycolyse anaérobie. (Bendell 1973) a décrit en détail la dégradation de l'ATP et du glycogène. Lors de l'installation de la rigidité cadavérique, l'hydrolyse de l'ATP s'accompagne de la libération de protons, ce qui contribue à abaisser le pH. Le pH musculaire se stabilise à une valeur appelée pH final, généralement comprise entre 5,7 et 5,9 chez les volailles. La valeur finale du pH dépend de la concentration de glycogène dans le muscle à l'abattage.

La vitesse et l'ampleur de la chute du pH après l'abattage déterminent en grande partie la qualité de la viande. Le taux de diminution du pH est directement lié à l'activité de l'ATPase musculaire. Par exemple, les muscles pectoraux superficiels des dindes ne contiennent que des fibres à contraction rapide caractérisées par une activité ATPase élevée.

La puissance de la sélection génétique, associée à un meilleur contrôle des conditions d'élevage, a entraîné une augmentation significative de la taille corporelle des dindes, en particulier de la masse musculaire de la poitrine. Les résultats de la littérature suggèrent que ces muscles présentent généralement un taux élevé de déclin du pH (Van Hoof 1979, Addis 1986, Santé et al 1991, Sosnicki et Wilson 1991 et 1992), ce qui entraîne le défaut succulent exsudatif caractéristique (EPS). Il existe des points communs entre les caractéristiques de la viande de porc PSE et les défauts de qualité observés dans le muscle de poitrine de volaille.

Lorsque la vitesse de déclin du pH est plus élevée, des valeurs de pH plus basses ( $< 5,8$ ) sont atteintes, tandis que la température dans le muscle reste élevée ( $> 35^{\circ}\text{C}$ ). La combinaison d'un pH bas et d'une température élevée conduit à la dénaturation des protéines musculaires, entraînant des défauts succulents de PSE (Sosnicki et al 1998).

### II.2 La couleur et le PH

L'apparence est sans doute l'attribut de qualité le plus important pour la volaille cuite ou crue, car les consommateurs l'associent à la fraîcheur du produit et décident d'acheter ou non le

produit en fonction de leur perception de son attrait. La viande de volaille est unique car elle peut être vendue avec ou sans la peau. Il a été rapporté que les préférences régionales aux États-Unis favorisent une pigmentation claire à foncée, tandis que les consommateurs britanniques ont tendance à préférer une peau claire non pigmentée (Fletcher 2002). Les principaux facteurs affectant la couleur de la viande de volaille sont le statut pigmentaire de l'hème, les facteurs pré-abattage (génétique, alimentation, manipulation, stress, stress dû à la chaleur et au froid, environnement gazeux), les conditions d'abattage, la réfrigération et la transformation (techniques d'étourdissement, présence de nitrates, additifs et pH). Température finale de cuisson, conditions réductrices, irradiation) (Froning 1995). Le degré de dénaturation des protéines et l'apparence physique de la viande, en fonction de la température et du pH après l'abattage, affectent la quantité de lumière réfléchie par l'intérieur et l'extérieur de la surface de la viande, car la diffusion de la lumière est en corrélation avec le degré de dénaturation des protéines (Lawrie 1991).

Alors que le pH a un effet direct sur les attributs de qualité de la viande tels que la tendreté, la rétention d'eau, la couleur, la jutosité et la durée de conservation. Les poitrines de poulet à pH élevé ont une capacité de rétention d'eau plus élevée que les viandes à faible pH. Le pH des poulets de chair est fonction de la teneur en glycogène du muscle avant l'abattage et du taux de conversion du glycogène en acide lactique après l'abattage. L'identification des couleurs est un moyen facile de déterminer le pH de la viande. Si la viande est foncée, elle a un pH plus élevé, et si la viande est claire, elle a un pH plus bas (Anadon 2002). Une corrélation directe entre la couleur de la viande de poitrine et le pH de la viande a été rapportée (Fletcher 1995). Des études *in vitro* ont montré que le taux de dénaturation des protéines augmente d'un facteur 12 pour chaque unité de diminution du pH (Offer 1991). On pense qu'un pH bas provoque la propagation des protéines dans le muscle, ce qui fait que la lumière se reflète différemment de la surface, ce qui entraîne la couleur de la viande. Il a été démontré que la variation de la couleur de la viande de poitrine, principalement due aux effets du pH, affecte la durée de conservation, le développement des odeurs, l'absorption d'humidité pendant le séchage, la perte d'égouttement, la capacité de rétention d'eau et la perte à la cuisson (Allen et al., 1998). Les filets plus légers que la normale avaient un pH initial de 5,8, une absorption d'humidité de 6 % pendant la marinade, une perte d'égouttement de 5,88 % et une perte de cuisson de 34,4 %. Les filets plus profonds que la normale avaient un pH initial de 6,02, une absorption de décapage de 7,67 %, une perte d'égouttement de 3,34 % et une perte de cuisson de 32,9 %, indiquant un effet significatif sur la perte d'égouttage. La viande de volaille à

faible pH est associée à une faible capacité de rétention d'eau (WRC), ce qui peut entraîner une réduction des pertes de cuisson, des pertes par égouttage, du temps de cuisson, de la conservation et de la tendreté (Barbut 1993).

### II.3 Pouvoir de rétention de l'eau

L'une des principales propriétés fonctionnelles de la viande crue est la capacité de rétention d'eau (CRE), qui affecte directement la couleur et la tendreté de la viande. Pour la classification de la capacité de rétention d'eau des échantillons de viande, les termes potentiels de rétention d'eau (ERP), humidité exprimable et goutte libre ont été proposés (Jauregui et al. 1981). PRE représente la quantité maximale d'eau que les protéines musculaires peuvent retenir dans les conditions prévalant lors de la mesure. L'humidité exprimable fait référence à la quantité d'eau qui peut être évacuée de la viande en utilisant la force, tandis que l'égouttement libre fait référence à la quantité d'eau qui peut être perdue de la viande sans l'utilisation de forces autres que la force capillaire (gravité). Environ 88 à 95 % de l'eau du muscle est retenue dans l'espace intracellulaire entre les filaments d'actine et de myosine, le reste entre les myofibrilles (Offer et Knight 1988). Augmente la teneur en eau musculaire, améliorant ainsi la tendreté, la jutosité, la fermeté et l'apparence, améliorant la qualité de la viande et sa valeur économique. La CRE est fonction de facteurs tels que le pH, la longueur du sarcomère, la force ionique, la pression osmotique et le développement de la rigidité agissant en modifiant les composants cellulaires et extracellulaires (Offer et Knight 1988). Après la mort, en raison du manque d'oxygène, de l'acide lactique est produit, entraînant une baisse du pH, ce qui entraîne une dénaturation des protéines, une perte de solubilité des protéines et une réduction globale des groupes réactifs disponibles pour que l'eau se fixe aux protéines musculaires. La réduction des groupes réactifs est due au fait que le pH du muscle atteint le point isoélectrique, auquel point les charges positives et négatives sur les groupes réactifs protéiques sont égales et s'attirent, et presque rien ne réagit avec les groupes d'eau chargés, changeant la capacité de protéines pour lier l'eau (Wismer-Pedersen 1986). Le manque d'énergie conduit à l'accumulation de complexes d'actinomycine, ce qui entraîne une perte d'espace entre les protéines myofibrillaires, ce qui entraîne une diminution de la CRE. À mesure que la mortem progresse, les cations divalents dans le sarcoplasme tels que  $Mg^{2+}$  et  $Ca^{2+}$  neutralisent les groupes réactifs chargés négativement sur les chaînes protéiques adjacentes, réduisant la répulsion électrostatique entre eux (Wismer-Pedersen 1986), ce qui réduit davantage. Peut être utilisé pour les espaces de rétention d'eau intramusculaire et augmente la quantité d'eau excrétée dans l'espace extracellulaire.

## II.4 La texture

La texture est probablement le facteur de qualité le plus important lié à la satisfaction des consommateurs quant à la qualité gustative de la volaille. La texture et la fermeté de la viande sont fonction de la teneur en eau du muscle. L'eau, qui est étroitement liée à la protéine musculaire, a un effet gonflant sur la protéine musculaire, occupant les espaces entre les myofibrilles et donnant à la viande une structure plus solide (Anadon 2002). La vitesse et l'étendue des changements chimiques et physiques qui se produisent dans le muscle lors de la transformation en viande déterminent également sa tendreté. Tuer un oiseau arrête la circulation sanguine, bloquant ainsi l'apport d'oxygène ou de nutriments aux muscles. En conséquence, les muscles manquent d'énergie, se contractent et deviennent raides. Ce durcissement, appelé rigo-mortis, est suivi d'un ramollissement qui rend la viande tendre à la cuisson (Northcutt 2009). Toute interruption du processus normal de conversion du muscle en viande peut affecter sa douceur. Les principaux facteurs affectant la tendreté de la viande sont la maturité du tissu conjonctif et l'état contractile des protéines myofibrillaires ainsi que le stress environnemental, la température d'échaudage, l'âge du poulet, le taux de développement de la raideur, le taux de refroidissement et le temps de tranchage. La maturation du tissu conjonctif, une fonction de la réticulation chimique du collagène dans les muscles, augmente avec l'âge, de sorte que la viande dure se trouve chez les oiseaux plus âgés. L'état contractile des protéines myofibrillaires dépend de la vitesse et de la gravité du développement du cadavre. Bien qu'il ne soit pas clair si la quantité totale de collagène musculaire est affectée par l'âge, sa résistance à la chaleur augmente avec l'âge et la solubilité du sel diminue (Zanusso 2002), ce qui rend la viande moins salée. Transformation ultérieure où la solubilité est importante, comme le saumurage et marinage. Cependant, il n'y avait pas de différence de sensibilité liée à l'âge entre les poitrines et les cuisses de poulet à griller (5, 8 semaines), les poitrines plus âgées étant plus juteuses (Sonayia et al., 1990).

## II.5 l'authenticité

### II.5.1 Certification d'origine

Par rapport aux produits standards, les produits certifiés sont généralement chers et ont une plus grande valeur ajoutée pour les producteurs. Dans le cas de la certification d'origine, il apparaît nécessaire de renforcer le contrôle qualité en portant une attention particulière à l'origine, au régime alimentaire et au type génétique de l'animal. Le type génétique des animaux peut être vérifié par des techniques de génétique moléculaire (marqueurs ADN) (Castellanos et al. 1997). Les techniques de chromatographie en phase gazeuse (CPG) ou en

phase liquide (HPLC) permettent d'étudier la composition du tissu adipeux lié à l'alimentation et les propriétés des acides gras. La spectroscopie NIR combinée à l'analyse des réseaux de neurones a été utilisée pour analyser la composition du tissu adipeux porcin (Hervàs et al. 1994). ). La RMN  $^{13}\text{C}$  a montré deux pics de résonance du carbone à 130 et 128 ppm, caractéristiques des atomes de carbone insaturés des acides gras polyinsaturés, tandis que les atomes de carbone insaturés des acides gras mono-insaturés résonnaient à 130 ppm. Le rapport de signal de 130/128 ppm est un bon indicateur de la relation entre l'apport et la synthèse d'acides gras mono-insaturés d'une part, et l'apport alimentaire d'acides gras polyinsaturés d'autre part (Cunnane et al. 1993). Le rapport 130/128 ppm a diminué à mesure que l'insaturation des acides gras alimentaires augmentait, et donc que les lipides se déposaient. L'origine géographique du produit peut être caractérisée par des techniques isotopiques. Martin et Martin (1995) ont montré que l'utilisation de la spectrométrie de masse pour étudier les isotopes stables et la résonance magnétique nucléaire pour étudier l'enrichissement en deutérium à des emplacements spécifiques de molécules peut déterminer avec succès l'origine géographique d'aliments tels que les huiles, les jus et les vins. Par exemple, sur un atome de carbone spécifique d'un acide gras).

## II.6 Congélation et décongélation

La volaille fraîche se vend plus cher que la viande congelée et décongelée. Différentes méthodes ont été développées pour identifier la viande qui a été congelée. Une de ces méthodes consiste à comparer l'activité de l'enzyme  $\beta$ -hydroxyacyl-CoA déshydrogénase avant et après les cycles de congélation-décongélation. Cette technique a été appliquée à des poulets à l'aide de liquide obtenu après compression du muscle pectoral (Billington et al. 1992). La discrimination entre la viande fraîche et la viande décongelée peut également être effectuée chez le bœuf par spectroscopie NIR, en utilisant des échantillons de muscle ou de liquide obtenus par exsudation ou centrifugation (Thyholt et Isaksson 1997). En traitant les spectres obtenus entre 1100 et 2500 nm avec des techniques d'analyse multi-variée, une classification de la viande avec une précision de 100 % peut être obtenue. Cette technique peut être appliquée à la volaille, et l'IRM peut également être appliquée au bœuf, à l'agneau et au porc pour détecter la viande congelée (Evans et al. 1998).

## *Chapitre III : Méthodes d'analyses de la viande*

---

### Introduction

La viande occupe une place importante dans l'alimentation des pays industrialisés. Les exigences de qualité ne cessent d'augmenter. Les acheteurs exigent un excellent rapport qualité-prix pour une qualité constante. Cela vaut aussi bien pour les industriels que pour les consommateurs de la viande transformée. Ces nouvelles exigences s'appliquent à la qualité technique de la viande, en raison de l'importante industrialisation du secteur de la transformation pour assurer la qualité des produits carnés, y compris la sécurité alimentaire, les propriétés organoleptiques et l'authenticité du produit. Ce concept comprend des concepts tels que la fraude sur les ingrédients, l'origine falsifiée ou les descriptions incorrectes. (Véronique Santé, et al. 2001)

La qualité des viandes de volaille est une notion complexe. Elle se raisonne différemment en fonction du type de produit et du segment de production. Pour les productions de type standard qui sont de plus en plus utilisées pour la découpe et l'élaboration, les attentes sont plus d'ordre technologique (rendements en viande et à la transformation, aspect, conservation, etc.). Or, il existe depuis toujours une variabilité de ces caractères qui est mal maîtrisée. Ceci vient probablement du fait que l'origine des variations est multiple, dépendant à la fois de facteurs d'amont (génétique, alimentation, mode d'élevage) mais aussi d'aval, avec un impact des conditions qui entourent l'abattage. (Marie Bourin, et al. 2014)

### I.1 Notion de qualité

#### I.1.1 définition

La qualité est définie comme étant l'aptitude d'un produit à satisfaire les besoins des utilisateurs, constitué un élément clé permettant d'obtenir la part de marché visé.

#### I.1.2 différents types

La volaille est destinée à se retrouver, sous une forme ou une autre, dans l'assiette du consommateur. Ici, les caractéristiques de qualité sont nombreuses. Au plan quantitatif, tout d'abord, la recherche le maximum d'éléments consommables et le minimum de déchets définit la qualité. La qualité diététique fait intervenir la composition chimique (teneur en calories) et la présence éventuelle de résidus indésirables, toxiques ou non. Le consommateur est également de plus en plus sensible à la qualité bactériologique des produits qu'il achète, à leur fraîcheur, à la présence éventuelle de germes pathogènes. Il est très sensible, enfin, aux caractéristiques organoleptiques de la viande : aspect, tendreté, jutosité, flaveur, éventuellement couleur. Ce sont le plus souvent à ces caractéristiques qui sont liées à la

qualité des volailles. En pratique, la qualité se trouve sous deux formes : la qualité externe et la qualité interne.

La qualité externe produit est son aptitude à répondre parfaitement aux besoins et attentes du client.

La qualité interne correspond à la maîtrise et l'amélioration du fonctionnement interne de l'élevage.

Ainsi, en mesurant les différents paramètres qui définissent la qualité, il est possible de se faire une idée de la valeur qualitative des viandes produites.

### **I.2 Les facteurs influençant la qualité de la viande**

Le concept de qualité de la viande est complexe et englobe de nombreuses propriétés différentes qui sont influencées par les producteurs, les transformateurs et même les consommateurs lors de la préparation de la viande. La détermination de la qualité de la viande dépend de variables liées à l'animal (génotype, âge et sexe à l'abattage) et aux conditions d'élevage, ainsi que des techniques mises en œuvre autour de l'abattage : collecte, transport, suspension, température, étourdissement, battement, abattage, transformation (Nakamura et al., 1975 ; Farr, 1983 ; Mielnik et Kolstad, 1991 ; Le Bihan-Duval et al., 2001). La qualité organoleptique de la viande est un ensemble d'attributs que les consommateurs perçoivent, à savoir la couleur, la texture, la jutosité, la saveur et l'arôme. Ceux-ci sont connus pour être étroitement liés au type génétique, au sexe, à l'âge à l'abattage et aux facteurs de stress avant l'abattage.

#### **I.2.1 qualité technique**

La qualité technique représente la capacité de la viande à répondre aux besoins du transformateur. Parmi les plus importants, figurent le rendement en viande, la stabilité de la qualité hygiénique dans le temps, la rétention d'eau ou la capacité de rétention d'eau, l'aptitude à la transformation ou le rendement à la cuisson. Toutes ces qualités sont associées à une demande accrue de produits à base de viande de volaille (Le Bihan-Duval, 1999 ; Berri et Jehl, 2001). Il est à noter que la qualité de la viande comprend des critères d'importance et différente selon l'espèce animale considérée. Pour les porcs et les volailles, la qualité technique a un impact économique important lors de la transformation. Pour les bovins, la tendreté de la viande est plus importante car la viande vendue est majoritairement fraîche et issue d'animaux plus âgés (Renand et al., 2003).

La couleur et l'apparence, la capacité de rétention d'eau, la maniabilité, la texture et la tendreté sont les facteurs les plus importants pour la qualité de la viande (Cross et al., 1986 ; Allen et al., 1998). Nous discuterons plus en détail des facteurs qui modifient ces normes de qualité, avec un accent particulier sur la viande de volaille.

### I.2.2 Sexe

Le sexe a un effet important sur la tendreté de la viande, les poulets mâles subissant une plus grande force de cisaillement que les femelles de races différentes (Musa et al., 2006). Selon Kirchgessner et al (1992), le sexe a un effet significatif sur la jutosité, plus important chez les femelle que chez les male.

**Tableau 3: Effet du sexe sur la qualité de la viande (Musa et al. 2006).**

Race/Paramètres	Male	Femelle
ANKA		
Couleur	0,89	0,76
Ph	5,73	5,69
Rétention d'eau	0,32	0,34
Tendreté	3,56	2,97
RUGGAO		
Couleur	0,67	0,6
Ph	5,69	5,67
Rétention d'eau	0,31	0,32
Tendreté	2,94	2,32

### I.2.3 Génétique

Chez les animaux monogastriques, la race affecte essentiellement la teneur en lipides de la viande (Mourot, 2010). En effet, il est généralement admis que les animaux aux lignes plus épaisses sont plus gros que les animaux aux lignes fines (Lebas et Combes, 2001). Chez les poulets, les animaux à croissance rapide ont tendance à être plus gros. Par conséquent, les poulets de chair ont tendance à être plus gros pour le même poids corporel, car la sélection sur le taux de croissance a un effet (Alleman et al., 1999 ; Ponte et al., 2008) en comparant la

croissance rapide standard (Ross) à un effet significatif sur composition en acides gras des poulets à griller aux poulets élevés en liberté (de laboratoire) à croissance lente. Chez les lapins, l'obésité de la carcasse augmente avec la diminution de la taille adulte aux poids d'abattage commerciaux (Ouhayoun, 1989).

### I.2.4 Alimentation

Parmi les déterminants de la qualité organoleptique et technique de la viande de volaille, le pH final de la viande (aussi appelé pHu) est un facteur majeur. Cela est particulièrement vrai pour les filets de poulet constitués de muscles blancs à métabolisme glycolytique. Physiologiquement, le pHu du filet est largement déterminé par les réserves de glycogène musculaire à la mort (Le Bihan-Duval et al., 2008). De nombreuses études ont montré que les changements de pHu au niveau des filets peuvent entraîner des changements significatifs de qualité, notamment techniques et sensoriels (Zhang et Barbut, 2005 ; Gigaud et al., 2009).

Plusieurs études ont également mis en évidence le rôle de l'alimentation animale dans le contrôle du pHu et de la qualité. En général, l'effet de l'apport en protéines sur le pHu et la qualité des filets semble être variable et peut dépendre de nombreux facteurs liés au régime alimentaire ou aux caractéristiques de l'animal (Yalçın et al., 2010 Lilly et al., 2011 ; Jlali et al., 2012 ; Zhao et al., 2012).

Afin de mieux définir la loi de réponse qui contrôle la qualité des filets en fonction de l'apport en acides aminés, une étude récente (Berri et al., 2013) a montré qu'en plus de la quantité de protéines, le profil en acides aminés de l'alimentation peut affecter le pH final de la viande et certaines caractéristiques connexes (couleur, exsudat). Ainsi, un faible apport en acides aminés (-10%) par rapport à la protéine idéale décrite par Mack et al. 1999) combiné à une teneur réduite en lysine (0,7%), favorise la production de viande lors de la finition. >6.00), la viande la plus acide produite avec une surproduction d'acides aminés (+10%) et une sous-production de lysine (0,7%).

## II Méthodes d'analyses de la viande

### II.1 Qualités organoleptiques

Parmi les nombreux aspects de la qualité du poulet, le plus important est sans aucun doute les propriétés organoleptiques. Pendant longtemps, de nombreux aviculteurs ont tenté d'améliorer cette qualité de manière empirique intense, ce qui a abouti à de véritables « viandes crues », dont la plus célèbre est sans doute la poule de Brees. Mais le déterminisme de la qualité

sensorielle reste mal compris. D'une part, il s'agit d'une question très complexe. Par conséquent, on sait peu de choses sur les substances responsables du goût du poulet (Pippenet al, 1954). De plus, de profonds changements histologiques et biochimiques se produisent après l'abattage et affectent les caractéristiques de qualité (Powe, 1948; De Premery et Pool, 1960).

Habituellement l'analyse sensorielle se fait avec l'aide d'un jury dont le but est de goûter plusieurs échantillons et d'enregistrer la tendreté, le goût et la jutosité des échantillons, bien sûr cette méthode n'est pas très fiable statistiquement, mais c'est le seul moyen d'évaluer la qualité organoleptique de la viande.

## II.2 Qualité technologique

Du fait de l'augmentation significative de la consommation des produits transformés (Magdelaine et Philippot, 2000), la qualité technique de la viande est désormais un critère important dans les filières de production de dinde et de poulet. La première étude génétique de la qualité de la viande de volaille montre que, comme pour le porc, les mesures de qualité classiques (pH, couleur, capacité de rétention d'eau) montrent une héritabilité importante. Ceci est particulièrement vrai dans le cas des poulets, où une héritabilité élevée entre 0,35 et 0,57 a été obtenue pour ces différentes métriques mesurées dans des conditions expérimentales (LeBihan-Duval et al., 2001). Chez les dindes, les animaux abattus dans des conditions industrielles avaient un taux de baisse du pH plus faible (environ 0,20) (Le Bihan-Duval et al., 2002). Le premier travail met en évidence des déterminants génétiques distincts de la qualité de la viande et/ou des interactions avec les conditions pré-abattage chez les deux espèces étudiées. On sait peu de choses actuellement sur l'importance relative du génotype et du stress pré-abattage et leurs interactions possibles sur la qualité de la viande de volaille.

## II.3 Qualité hygiénique

La viande est traditionnellement considérée comme un vecteur de nombreuses maladies d'origine alimentaire chez l'homme. Bien que l'incidence des maladies liées à la viande affectant la santé publique ait changé avec le développement des systèmes de production et de transformation, la persistance de ce problème a été bien documentée ces dernières années grâce à des études de surveillance. Volaille, par exemple *E. coli* O157:H7, *Salmonella*, *Campylobacter* et *Yersinia enterocolitica*. Outre les risques biologiques, chimiques et physiques existants, de nouveaux risques apparaissent, tels que l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB). Les attentes des consommateurs sont également liées à des questions

d'adéquation à des fins qui n'affectent pas nécessairement la santé humaine.( Alloui et al. 2013)

Une approche moderne de l'hygiène de la viande basée sur l'analyse des risques exige que des mesures soient prises au point de la chaîne alimentaire qui contribue le plus à réduire les risques alimentaires pour les consommateurs. Cela devrait se refléter dans l'application de mesures spécifiques basées sur l'analyse des risques qui mettront l'accent sur la prévention et le contrôle des cas de contamination à toutes les étapes de la production de viande et de sa transformation ultérieure. Il est également important d'appliquer les principes HACCP. L'efficacité du programme actuel est évaluée en démontrant objectivement un niveau de contrôle des risques correspondant au niveau déclaré de protection des consommateurs, plutôt qu'en mettant l'accent sur des mesures prescriptives spécifiques aux résultats inconnus. (Alloui et al. 2013)

## **II.4 Qualités nutritionnelles**

### ***II.4.1 Apport en protéines***

La viande contient en moyenne 20% de protéines. Ces protéines sont principalement composées de myosine, de myalbumine et de collagène. Pour la myosine et la myalbumine, ce sont des protéines de haute qualité qui contiennent tous les acides aminés essentiels, ce qui confère à la viande un très bon coefficient d'efficacité protéique. Le collagène, le tryptophane et les acides aminés soufrés ont une faible teneur, ce qui réduit la valeur biologique des viandes qui en sont riches. Il en va de même pour l'élastine, qui a un mauvais équilibre en acides aminés essentiels. La viande fournit également de petites quantités de substances azotées non protéiques. ( Corzo et al 2005)

### ***II.4.2 Apport en lipides***

La teneur en matières grasses de la viande varie selon la race, l'état d'engraissement de l'animal et la coupe considérée. On les trouve à la surface de la carcasse (recouverte de graisse), autour ou à l'intérieur des muscles (marbre, persil). Les viandes les plus maigres (10 %) sont le lapin, le cheval, le veau, le poulet et la dinde (sans peau). Parmi les viandes grasses (10% à 30%), on trouve du bœuf et du porc ainsi que de l'agneau, de l'oie et du canard. Ces différences sont encore relatives, car on a toujours le choix entre des coupes très maigres (tranches de porc, tranches de canard sans peau, etc.). Les abats (foie, cœur, rognons) et le gibier sont maigres (5%). Les graisses de viande sont principalement composées d'acides gras saturés et mono-insaturés, mais leur composition varie selon le type de viande considérée. La

volaille est généralement une bonne source d'acides gras mono-insaturés et polyinsaturés.(Saadoun et Leclercq, 1987)

**Tableau 4: Composition lipidique de quelques aliments du groupe des viandes (Anonyme, 2011)**

<b>Aliment Lipides Totaux Acides gras (% des AG totaux)</b>				
	<b>(g/100g)</b>	<b>Saturés</b>	<b>Mono-insaturés</b>	<b>Polyinsaturés</b>
Agneau	15	53	41.9	5.1
Bœuf	8.5	45.7	50	4.3
Cheval	4.6	39.5	34.9	25.6
Oie	17.5	43.7	41.6	15
Poulet	4	35.1	48.6	16.2
Dinde	2.9	36.7	35.5	27.8
Hareng	14.6	23.1	32.1	44.8

#### *II.4.3 Apports en minéraux*

Les viandes sont riches en phosphore et représentent la meilleure source alimentaire de fer héminique. Il s'agit de fer ferreux (++) , mieux absorbés que le fer ferrique (+++) des végétaux. Cette catégorie d'aliments est pauvre en calcium et présente un très mauvais rapport Calcium/Phosphore. Les abats, en particulier le foie, sont très riches en fer et en phosphore.(Anses 2016)

#### *II.4.4 Apports en vitamines*

Les viandes sont dépourvues de vitamines liposolubles. Elles sont riches en vitamines du groupe B.

Les abats (principalement le foie) en sont les plus riches et représentent en outre un apport important de vitamines A et D.(Anses 2016)

## PARTIE EXPERIMENTALE

---

## *CHAPITRE IV*

### *MATERIEL ET METHODES*

---

### I.1 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude consiste à déterminer la qualité physicochimique des viandes de la caille japonaise élevée dans les conditions algériennes dans le but de valoriser cette dernière parmi les autres viandes de volailles déjà bien connues par le consommateur.

Lieu de l'étude : université de BOUIRA UAMO

### I.4 L'échantillonnage

Vingt-deux cailles ont été prélevées au hasard à partir de 03 différents élevages (T, A & B). Ces trois élevages ont été suivis dans le cadre d'une autre recherche en parallèle pour le suivi des animaux et de leurs paramètres zootechniques dans la Wilaya de Tizi-Ouzou et cela entre le jour de l'éclosion des cailleteaux jusqu'au jour de l'abattage lorsque les animaux avaient atteint 40 jours d'âge. Avant l'abattage, les animaux ont été pesés vifs. Après l'abattage, les cailles ont été déplumées, vidées puis acheminées au congélateur par une glacière pour une conservation et une congélation à  $-20^{\circ}\text{C}$  en vue de l'analyse de la viande. Notre travail a concerné l'analyse physicochimique (MS, MM et MAT). Vue le nombre d'analyses effectuées sur les cailles en parallèle avec d'autres travaux simultanés, et vue le poids léger de l'espèce étudiée (poids vif moyen des cailles est de  $172.5 \pm 13.65$  g), nous avons opté pour que les échantillons de viande utilisés soient prélevés au niveau du même endroit (même muscle) et c'était au niveau de la cuisse droite. Figure (01).



**Figure 1 : L'échantillon de la viande de caille**

Les échantillons sont pesés à l'aide d'une balance de précision à 0.01g avant et après l'abattage. Les analyses ont été effectuées au niveau d'un laboratoire d'analyse alimentaire ou

nous avons utilisé le matériel, les produits et les réactifs disponibles dans ce laboratoire que nous allons citer au fur et à mesure de la description des méthodes utilisées.

## I.5 Méthodes

### I.5.1 Détermination de la teneur en matière sèche et en eau

#### *a. Principe*

La teneur en matière sèche est déterminée conventionnellement par le poids d'une prise d'essai après dessiccation à  $105^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$  dans une étuve pendant 24h.

#### *b. Mode opératoire*

Une prise d'essai de 02 g de chaque échantillons est déshydratée dans un étuve ventilé ( $105^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}$  pendant 24h), après le refroidissement des creusets dans le dessiccateur pendant quelques minutes, la matière sèche est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite. La teneur en eau ou en matière sèche des échantillons sont exprimés en g/100g (Figure 02).

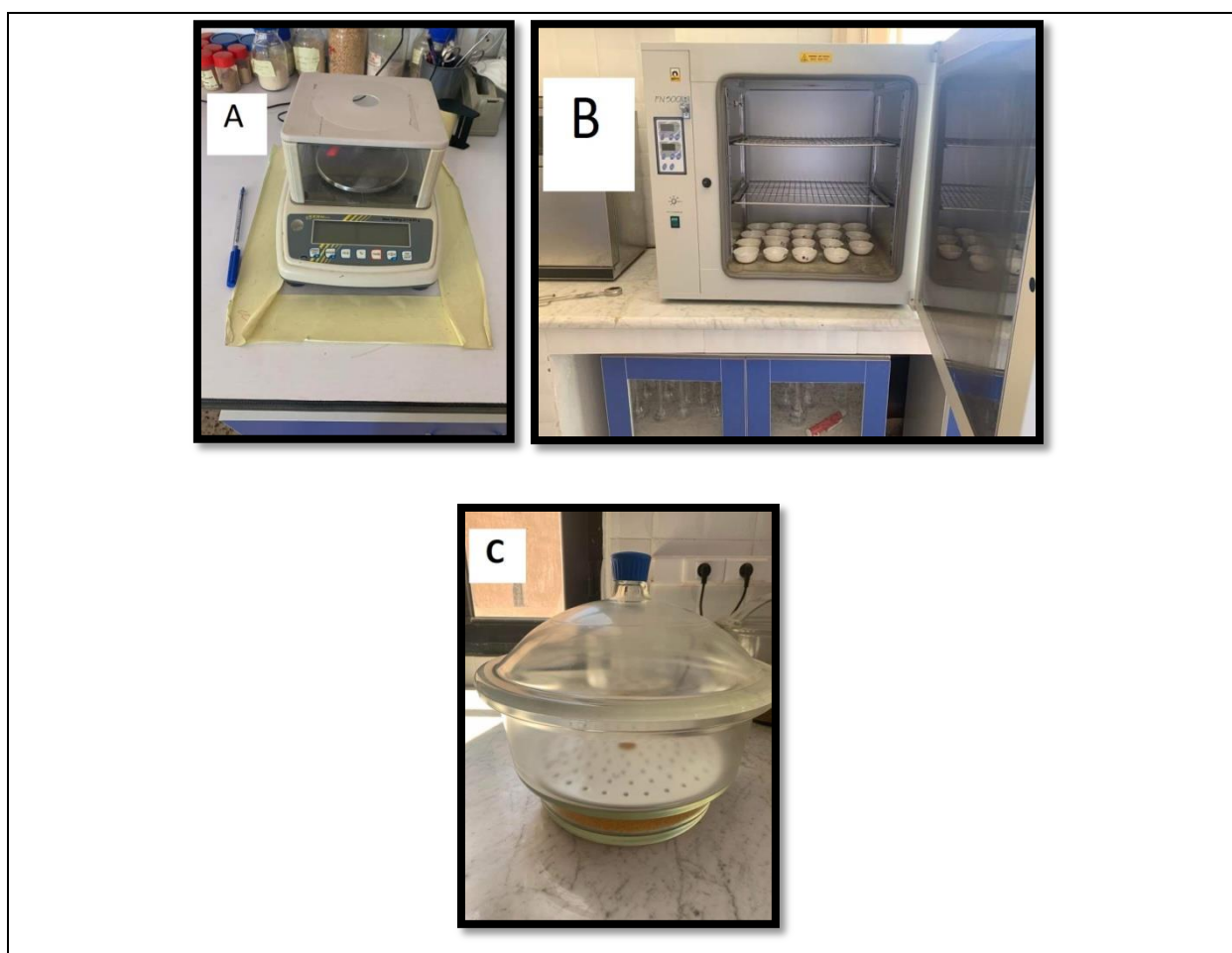


Figure 2 Étapes de la détermination de la matière sèche

**A** : pesée par une balance de précision, **B** : mise des échantillons dans l'étuve, **C** : refroidissement dans le dessiccateur.

### *c. Calcul et expression des résultats*

La matière sèche (MS) de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{Masse (MS)}}{\text{masse échantillon}} \times 100$$

Le pourcentage de la teneur en eau est calculé en appliquant le modèle mathématique suivant :

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100 - \% \text{ MS}$$

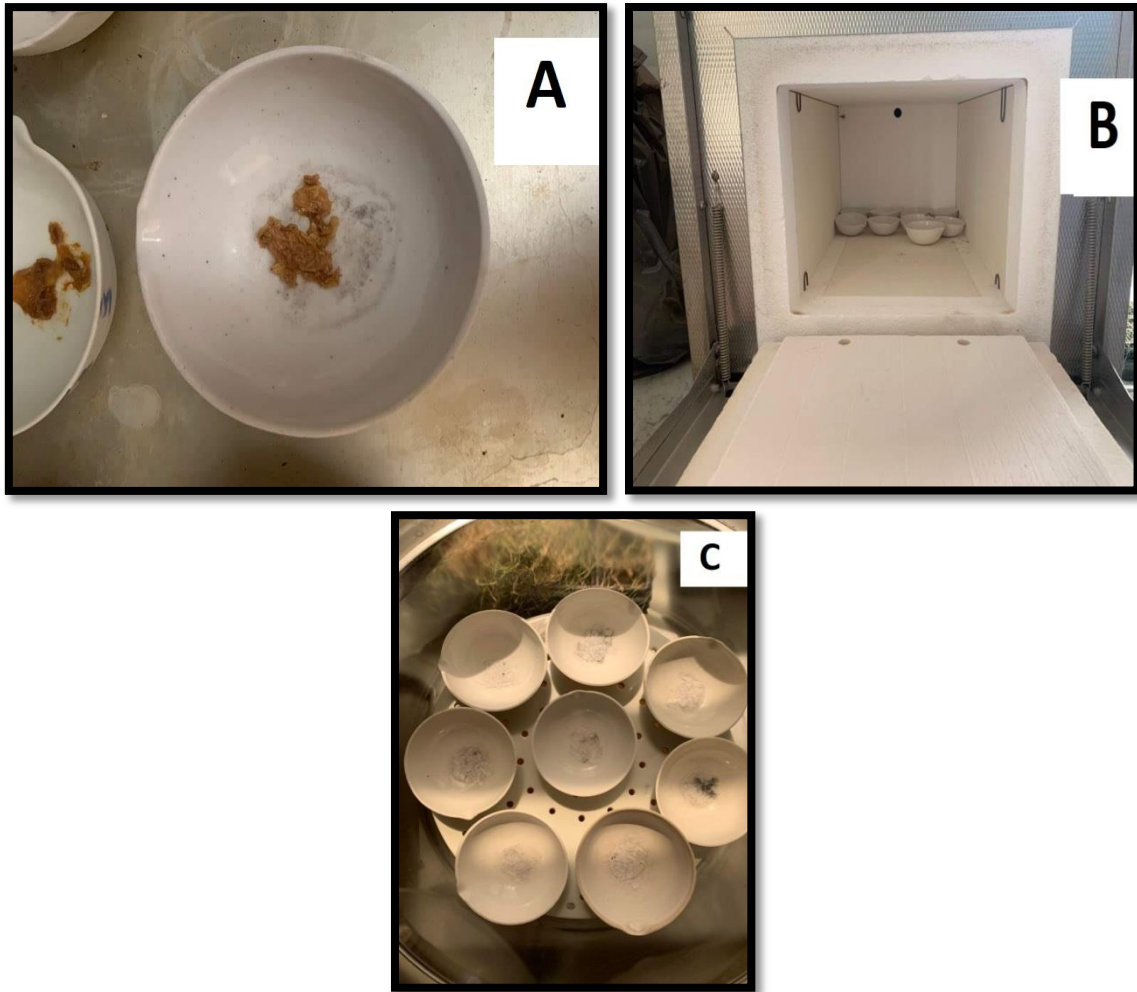
## **I.5.2 Détermination de la teneur en matière minérale**

### *a. Principe*

Les cendres sont les résidus de composés minéraux qui restent après l'incinération de l'échantillon contenant des substances organiques d'origine animale, végétale ou synthétique. La teneur en cendres des échantillons est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par incinération à 550°C dans un four à moufle pendant 04 heures.

### *b. Mode opératoire*

Les échantillons de poids de 02g de viande hachée mises dans des coupelles vont être portés à 550°C pendant 04 heures dans un four à moufle jusqu'à l'obtention des cendres blanches /grises. La température du four est initialement égale à 250°C, puis augmentée de 50°C toutes les ½ heures jusqu'à 450°C et enfin accrue de 100°C pour atteindre les 550°C pendant 3 heures. Lorsque les cendres deviennent blanches, la température du four est baissée jusqu'à environ 200°C. Les creusets vont être retirés du four et mise dans un dessiccateur. Lorsqu'ils sont à température ambiante, ils vont être pesés. (Photo 03).



**Figure 3 Les étapes de détermination de la matière minérale**

**A** : la matière minérale, **B** : la mise dans le four à mufle, **C** : Cendre dans le dessiccateur

#### *c. Calcul et expression des résultats*

La teneur en cendres de l'échantillon est calculée sur la base de la pesée de l'échantillon incinéré et la prise d'essai (exprimé en g / 100 g).

$$\% \text{ MM} = \frac{(\text{poids après calcination} - \text{poids du creuset vide})}{\text{Masse}(\text{echantillon})g} \times 100$$

### **I.5.3. Détermination de la matière protéique de la viande**

#### *a. Principe*

La teneur en matière azotée totale de la viande est déterminée en utilisant la méthode Kjeldahl, dont le principe est de minéraliser des échantillons de 01 grammes, dans l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, qui permet de transformer l'ammoniac organique en ammoniac minérale, puis l'ammoniac est distillé, recueilli dans une solution d'acide borique et titré en

ajoutant de l'acide sulfurique, et finalement on peut calculer la teneur en protéines de l'échantillon. La réaction est comme suite :



### *b. Mode opératoire*

Cette méthode se fait en 03 étapes qui sont :

#### Minéralisation :

- Prendre 01 gramme d'échantillon de viande broyée.
- préparer le catalyseur (06 gr de sulfate de potassium + 0.5 gr de sulfate de cuivre) et 20 ml d'acide sulfurique.
- Mélange dans le Matra de KJELDAHL notre échantillon avec le catalyseur, 20ml d'acide sulfurique et 5ml d'eau distillée.
- Mettre dans le minéralisateur nos échantillons à 350°C pendant 3 heures puis faire sortir et laisser refroidir. Figure (04).
- On Prépare aussi la solution à blanc (catalyseur + 20 ml d'acide sulfurique + 05 ml d'eau distillée).
- On rajoute 50 ml d'eau distillée dans le blanc et l'échantillon.



**Figure 4 Minéralisateur**

#### Distillation

- Prendre 50 ml d'acide borique 4% dans un bêcher de 250 ml.
- Mettre l'échantillon dans un Matra et rajouter 150 ml d'NaOH 35% jusqu'à obtenir une couleur noir.

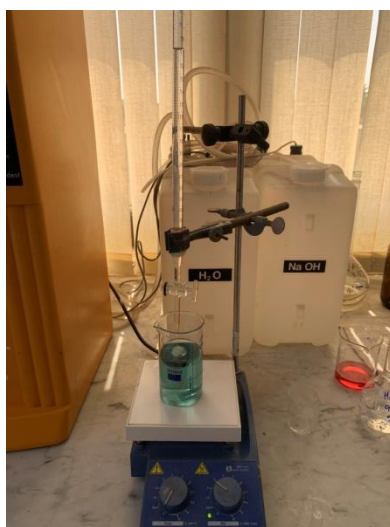
- Placer le matra ainsi que la solution d'acide borique et mettre en marche le distillateur jusqu'à obtenir 150 ml de distillat. Figure (05).



**Figure 5 Distillateur**

### Titration

On fait la titration à l'aide de l'HCl a 0,25 mole, on ajoute progressivement l'HCl jusqu'au retour de la couleur initiale (rose). Figure 06



**Figure 6 La titration**

## *Résultats et discussion*

---

## ANALYSE DESCRIPTIVE

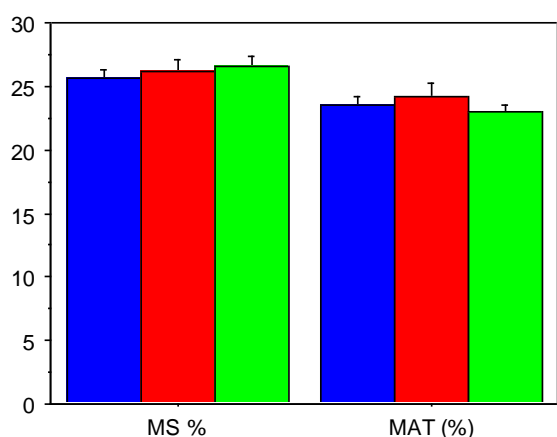
Les résultats de l'analyse descriptive montrent une hétérogénéité et une variabilité. Les poids des caillies à 40 jours de 172 g à déjà atteint le poids de l'abatage de la caille japonaise avec une variabilité entre 129 et 196 g. Les valeurs de la MM, MAT et MM varient aussi mais avec une faible erreur standard dans les trois analyses effectuées (Tableau 05).

**Tableau 5: A nalyse descriptive des resultats.**

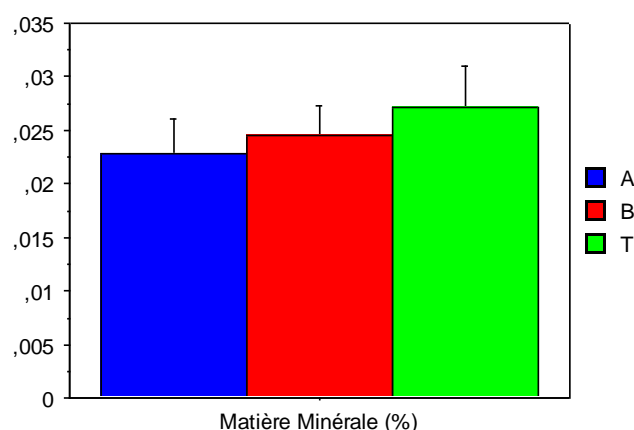
paramètre	Moy±Erreur standard	min	max	médiane
<b>Poids vif</b>	172.5±13.65	129	196	176
<b>MS</b>	26.14±0,48	22.91	30.38	25.89
<b>MM</b>	0,03±0,01	0,01	0,05	0,03
<b>MAT</b>	23,47±0,39	21,23	27,28	23,19

## EFFET DE L'ELEVAGE SUR LES PARAMETRES D'ANALYSE ETUDIES

D'après les résultats obtenus de nos analyses et de l'étude statistique effectuée (tableau 6), nous constatons qu'il n'y a pas de différence significative ni dans la qualité de la viande en provenance des trois élevages ni du poids vif des animaux (Figure 7 et 8).



**Figure 8 Teneur en MS et MAT (%)**



**Figure 7 Teneur en MM(%) dans les 03 élevages**

**Tableau 6: Effet de l'élevage sur la qualité physicochimique de la viande de caille.**  
(Moyenne  $\pm$  erreur standard)

paramètre	Élevage T	Élevage A	Élevage B	Signification
MS	26.5 $\pm$ 0,89	25,58 $\pm$ 0,66	26,18 $\pm$ 0,9	P>0.05
MM	0.03 $\pm$ 0.001	0.02 $\pm$ 0.001	0.02 $\pm$ 0.001	P>0.05
MAT	23 $\pm$ 0 .53	23.49 $\pm$ 0.66	24.21 $\pm$ 0.96	P>0.05

L'analyse de variance de la teneur en MM, MS et MAT, effectuée sur les échantillons a révélé que l'effet du type d'élevage sur les qualités nutritionnelles de la viande des cailles en provenance de ces trois élevages est non-significatif ( $p>0.05$ , Tableau 06). Cela pourrait s'expliquer par le fait que les trois élevages sont de la même région, ces derniers sont effectués dans de bonnes conditions, avec une bonne hygiène, température et humidité qui sont bien contrôlées (bonne condition d'élevage dans les trois). Aussi, c'est la même alimentation distribuée aux animaux vu qu'il n'y'a qu'un seul dépôt de vente d'aliment de volailles dans cette région, sachant que les trois éleveurs distribuent l'aliment croissance *ad libitum* aux cailles de leurs élevages durant toute la période d'élevage (de l'éclosion jusqu'à l'abattage).

En comparant la MAT présente dans la viande du poulet de chair et les valeurs trouvées chez la caille sont presque identiques en termes de composition. Selon Szylit (1997), la teneur en MAT de viande de poulet de chair est en moyenne de 26 %, alors que chez la dinde elle représente 20.1 % selon Favier et al. (1995), tandis que chez la caille elle représente 25%.

Concernant la MM, elle représente chez le poulet en moyenne (0.88 $\pm$ 0.16), tandis que chez la dinde elle est de (0.66 $\pm$ 0.00) et pour la caille elle représente (0.03 $\pm$ 0.1). Dans se cas la différence est plus visible. Ces minéraux servent comme activateurs ou inhibiteurs de l'activité enzymatiques dans la contraction musculaire. (El rammoz 2005).

La matière sèche (MS) dans les 03 variétés de viande est comme suit : pour le poulet (27.52 $\pm$ 1.02), pour la dinde la moyenne est de (26.50 $\pm$ 1.26) et pour la caille (26.14 $\pm$ 0.48). Dans ce cas, la différence des valeurs de la MS dans les 03 variétés de viande est négligeable. (Laurent 1974).

## *Conclusion*

---

Ce mémoire avait pour objectif de mesurer et faire connaître les valeurs nutritionnelles de la viande de caille élevées dans les conditions algériennes, ainsi de la valoriser dans le but d'une vulgarisation de cette dernière et encourager sa consommation. Pour cela, une initiation à quelques analyses physico-chimiques est effectuée sur des échantillons de viande de cailles prélevés sur des individus provenant de trois élevages situés dans la wilaya de TIZI-OUZOU.

Les résultats obtenus au terme de nos analyses ont montré que la teneur en MM, MS et MAT était relativement similaire dans les échantillons issus des trois élevages différents.

La comparaison entre la viande de la dinde et du poulet de chair nous permet de constater qu'elles sont toutes de bonne qualité et ne montre aucune différence en terme de composition, ce qui encourage la consommation de cette viande de caille marginalisée en Algérie. Il faut aussi souligner la facilité de ces élevages confirmée par nos éleveurs, le gain de poids très rapide et de sa vitesse de croissance (35 à 42 jours). Enfin, le prix est abordable, sachant qu'il varie entre 70 dr et 120 dr / caille. Malheureusement, cette filière trouve des difficultés pour la vente des carcasses.

## *Recommandations*

---

En vue des résultats obtenus, les valeurs nutritionnelles de la viande de caille sont très intéressantes, pour cela, il faudrait :

- Effectuer d'autres analyses physicochimiques, telque les matières grasses, les oligoéléments, les minéraux et les vitamines pour mieux cerner les qualités nutritionnelles de cette viande.

## *Solutions*

---

- Encourager les éleveurs à élever cette espèce.
- Encourager le consommateur à varier les protéines animales dans son assiette.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### A

- ABACHI L., (2015). Marché de la volaille en Algérie le poids effarant des réseaux clandestins. Le soir d'Algérie
- Addis P.B., 1986. Poultry muscle as food. In : Muscle as Food, 371-404. Academic Press, New York.
- Afssa, 2003. Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. <http://www.afssa.fr/Object.asp?IdObj=19887&Pge=0&CCH=040>
- Allen et al. 1998 La relation entre la couleur de la poitrine de poulet et la qualité de la viande et sa durée de conservation Poult Sci.; 77: 361–366. doi: 10.1093 / ps / 77.2.361.
- ALLOUI N., (2005). Cours zootechnie aviaire, université - ELHADJE Lakhdar- Batna, département de vétérinaire, p.10, 17, 19, 44, 47.
- Anadon (2002) Facteurs biologiques, nutritionnels et de transformation affectant la qualité de la viande de poitrine des poulets de chair. DoctoratThèse, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 24061, USA.
- Anadon (2002) Facteurs biologiques, nutritionnels et de transformation affectant la qualité de la viande de poitrine des poulets de chair. DoctoratThèse, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 24061, USA
- Anderson H.J. 2000. What is pork quality ? Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition. EAAP publication N°100, Zurich, Switzerland. 25 August 1999. 15-26
- ANSEJ- Aviculture- Elevage de poulets de chair.2010 fiche technique. Site internet : <http://www.ansej.org.dz/sites/default/files/agriculture/AVICULTUREELEVAGE%20DE%20POULETS%20DE%20CHAIR-%20fiche%20-.pdf> ANSEJ- Aviculture- Elevage de poulets de chair.2010 fiche technique.
- Aviagen 2016 , Guide d'élevage de la dinde de chair - Aviagen Turkeys-2016 [https://www.aviagenturkeys.com/uploads/2016/08/30/Management%2520Guidelines%2520for%2520Growing%2520Commercial%2520Turkeys\\_FR.pdf](https://www.aviagenturkeys.com/uploads/2016/08/30/Management%2520Guidelines%2520for%2520Growing%2520Commercial%2520Turkeys_FR.pdf)

### B

- Barbut 1993. Mesures de couleur pour évaluer l'occurrence exsudative molle pâle (PSE) dans la viande de dinde. Stagiaire en restauration alimentaire. 26: 39–43. doi: 10.1016 / 0963-9969 (93) 90103-P.
- BEHIRA B ., (2012) .Contribution à l'étude des espèces de lactobacilles à caractère probiotique isolées de la poule domestique (*Gallus gallus domesticus*) de l'Ouest Algérien. Thèse doctorat microbiologie alimentaire, université d'Oran, année 2012, p.11.
- Belaid Dj, 2015. L'élevage avicole en Algérie. Collection dossiers agronomiques. 66 p. cp 01
- Bendall J.R., 1973. Post mortem changes in muscles. In: G.H. Bourne (ed), The structure and function of muscle, 2nd Ed., Vol. II, 243-309. Academic Press, New York.
- Benyounes, A. et al. / Revue Agriculture. 06 (2013) Influence du mode d'éclaircissement-alimentation sur les performances zootechniques du poulet de chair Hubbard-ISA 15 élevé en Algérie 35 – 40
- Billington M., Bowie H., Scotter S., Walker H., Wood R., 1992. The differentiation of fresh and frozen-thawed poultry meat by the determination of the beta-hydroxyacyl-CoA-dehydrogenase

(HADH) activity of chicken breast press juice : Collaborative trial. J. Association of Public Analysts., 28, 103-116.

- Bonneau M., Touraille C., Pardon P., Lebas F., Fauconneau B., Remignon H., 1996. Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes. In : Numéro Hors-série, 50 ans de recherches en productions animales. Grosclaude F., Geay Y., Farce M.H. (Eds). INRA Prod. Anim., 95- 110. ( Chp 02)

## C

- Castellanos C., Barragan C., Rodriguez C., Toro M., Silio L., 1997. In 48th meeting EAAP 3, G1.34
- Codex Alimentarius, FAO <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/fr/>
- Corzo, M.T. Kidd, D.J. Burnham, E.R. Miller, S.L. Branton, R. Gonzalez-Esquerria, Dietary Amino Acid Density Effects on Growth and Carcass of Broilers Differing in Strain Cross and Sex, Journal of Applied Poultry Research, Volume 14, Issue 1, 2005, Pages 1-9, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119317672>)
- Cunnane S.C., Allman T., Bell J., Barnard M., Coutts G., Williams S.C.R., Iles R.A., 1993. In vivo fatty acid analysis in humans and animals using carbon-13 NMR spectroscopy Basic Life Sci., 60, 355-358.

## D

- Daniel Guemene, Karine Germain, C. Aubert, Isabelle Bouvarel, Jacques Cabaret, et al.. Les productions avicoles biologiques en France : état des lieux, verrous, atouts et perspectives. *INRA Productions Animales*, Paris: INRA, 2009, 22 (3), pp.161-178. [hal-02666716](#)

## E

- Evans S.E., Nott K.P., Kshirsagar A.A., Hall L.D., 1998. The effect of freezing and thawing on the magnetic resonance imaging parameters of water in beef, lamb and pork meat. Int. J. Food Sci. Technol., 33, 317-328
- El Rommouz R. (2005). Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles- contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du PH. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Ecole doctorale : S.E.V.A.B. P 3,4,5.

## F

- Favier J.C., Ireland-Ripert., Toque C., Feinburg M., 1995. Répertoire générale des aliments\_\_ Table de composition, 2<sup>e</sup> édition, Ed TEC & DOC-INRA, Paris, France.
- Fletcher 1995. Relation entre la variation de la couleur de la viande de poitrine et le pH et la texture des muscles. Poult Sci. 74 (1): 120
- Fletcher DL 2002. Qualité de la viande de volaille. World's PoultSci J. 2002; 58 (2): 131– 145. doi: 10.1079 / WPS20020013
- Fournier / L'élevage des poules / éditions artemis 2008 / 64-71
- Froning GW1995. Couleur de la viande de volaille. Poult Avian Biol Rev. 6 (1): 83–93.

## G

- Germain, K., Leterrier, C., Méda, B., Jurjanz, S., Cabaret, J., Lessire, M., ... & Guemene, D. (2013, March). Elevage du poulet de chair biologique: l'utilisation du parcours influence de nombreux paramètres biotechniques. In *10. Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras* (p. np).

- GUÉMÉNÉ , D., KANSAKU , N., & ZADWORNÝ , D. (2001). L'expression du comportement d'incubation chez la dinde et sa maîtrise en élevage. *INRAE Productions Animales*, 14(3), 147–160. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2001.14.3.3735>

## H

- Hervás C., Garrido A., Lucena B., Garcia N., De Pedro E., 1994. Near infrared spectroscopy for classification of iberian pig carcasses using an artificial neural network. *J. Near Infrared Spectrosc.*, 2, 177-184.

## J

- Jauregui et al 1981. Une méthode centrifuge simple pour mesurer l'humidité exprimable, une propriété de liaison à l'eau des aliments musculaires. *J Food Sci.*; 46: 1271-1273. doi: 10.1111 / j.1365-2621.1981.tb03038.x.

## L

- Lawrie. 1991. Science de la viande. 5. New York: Pergamon Press; pp. 56–60.
- Lebreton B. and Picard B : 2015. Les principales composantes de qualité des carcasses et des viandes dans les différentes espèces animales. In : Numéro spécial, Le muscle et la viande. Picard B., Lebreton B. (Eds). *INRA Productions Animales*, 28, 93-98.
- Laurent, 1974 - conservation des produits d'origine animale en pays chauds .2 édition.
- Presses universitaires de France, paris, pp5-7, p44, p53, p60.

## M

- Martin G.J., Martin M.L., 1995. Stable isotopes analysis of food and beverages by NMR. In: *Annual reports on NMR spectroscopy*, vol.31, 81-104.
- MOHTADJI-LAMBALLAIS, Corinne. Les aliments. Ed. Maloine, 1989.

## N

- Northcutt (2009). Facteurs affectant la qualité de la viande de volaille. Bulletin 1157. Université de Géorgie, Coopérative Extension, Collège of Agriculture Science and Environmental Science & Family and Consumer Sciences

## O

- Offre G, Knight P (1988) La base structurelle de la rétention d'eau dans la viande. Principes généraux et absorption d'eau dans la transformation de la viande. Dans: *Developments in meat science*, Elsevier Applied Science Publishing Co., Inc, New York, pp 163–171.
- Offre G. 1991. Modélisation de la formation de la viande pâle, molle et exsudative: effets du régime de refroidissement et vitesse et étendue de la glycolyse. *MeatSci.* 30: 57–184. doi: 10.1016 / 0309-1740 (91) 90005-B.

- O

## P

- PACCARD, G. BLASCO, N. LECOEUR, L. NADIRAS « BEP Technologie culinaire
- Petracci M., Mudalal S., Bonfiglio A, Cavani C. (2013). Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*, 92, 1670-1675.
- Petracci M., Mudalal S., Soglia F., Cavani C. (2015). Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 71, 363-373.

- Petracci M., Soglia F., Berri C. (2017). Muscle metabolism and meat quality abnormalities. In Poultry Quality Evaluation: Quality attributes and consumer values, Petracci M. et Berri C. Eds, Woodhead Publishing, Duxford, UK, 51-75.
- Pichereau A., 2012. Les techniques de prélèvements et d'insémination artificielle chez les oiseaux. Thèse pour le doctorat vétérinaire. La faculté de médecine de Créteil Pintade au Bénin. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Institut national Agronomique, Paris-Grignon, 190p et Annexes.
- Polkinghorne R.J., Breton J., 2013. Qualité des carcasses et des viandes bovines pour le consommateur. Viandes Prod. Carnés, VPC-2013-29-6-6, 5p.

## R

- Risse Jacques. Bien-être et élevages avicoles. In: *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* tome 153 n°3, 2000. pp. 303-310.

## S

- Saadoun Ali and Leclercq Bernard, In Vivo Lipogenesis of Genetically Lean and Fat Chickens: Effects of Nutritional State and Dietary Fat, *The Journal of Nutrition*, J Nutr, 1987,p428-435( <https://doi.org/10.1093/jn/117.3.428>)
- Santé V., Lebert A., Le Pottier G., Ouali A., 1996. Comparison between two statistical models for prediction of turkey breast meat colour. *Meat Sci.*, 43, 283-290.
- Scholz A.M., Bünger L., Kongsro J., Baulain U., Mitchell A.D., 2013. Non-invasive measurement of body and carcass composition in livestock by CT, DXA, MRI and US. Book of abstracts of the 64th Ann. Meet. EAAP, Nantes, France, p101
- Sonayia et al 1990. Effet de la température ambiante, de l'énergie alimentaire, de l'âge et du sexe sur les portions de carcasses de poulets de chair et leur appétence. *Br Poult Sci.*; 31: 121- 128. doi: 10.1080 / 00071669008417237.
- Sosnicki A., Wilson B.W., 1991. Pathology of turkey skeletal muscle: implications for the poultry industry. *Food structure*, 10, 317-326.
- Sosnicki A., Wilson B.W., 1992. Relationship of focal myopathy of turkey skeletal muscle to meat quality. *Proc. 19th World 's Poultry Congress*, 3 : 43-47, Amsterdam, The Netherlands.
- Sosnicki A.A., Greaser M.L., Pietrzak M., Pospiech E., Santé V., 1998. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys : a review. *J. Muscle Food*, 9, 13-23.
- O. Szylił, L. P. Borgida, H. Bewa, R. Charbonnière, J. Delort-Laval. Valeur nutritionnelle pour le poulet en croissance, de cinq amylopectines tropicaux en relation avec quelques caractéristiques physico-chimiques de leur amidon. *Annales de zootechnie*, INRA/EDP Sciences, 1977, 26 (4), pp.547-563.

## T

- Thyholt K., Isaksson T., 1997. Differentiation of frozen and unfrozen beef using near-infrared spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.*, 73, 525-532.

## V

- Van Hoof J., 1979. Influence of ante- and peri-mortem factors on muscle biochemical and physical characteristics of turkey breast muscle. *Vet. Quart.*, 1, 29-36

## W

- Wismer 1986. Chimie des tissus animaux: eau. Dans: Price JF, Schweigert BS, éditeurs. *La science de la viande et des produits carnés*. Westport: Presse alimentaire et nutritionnelle, Inc.; pp. 141–154.

## Z

- Zanusso J (2002) Engraissement, Structure des muscles et qualité de la viande de volailles, exemple du gavage chez le canard de Barbarie et de la castration chez le poulet. Doctorat thèse, ENSA, Toulouse, France.