



République Algérienne Démocratique Et Populaire
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique**
UNIVERSITE ABDELHAMID BEN BADIS
FACULTE DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



MEMOIRE
Pour l'obtention du diplôme de Master

Option : Biotechnologie alimentaire

Présenté par :

M^{elle} : Bouhalla Asma Warda

THEME :

**Qualités microbiologiques, physicochimiques et
nutritionnelles de la viande de la pintade (*Numida
meleagris*) : effet de muscle et des modes de cuisson.**

Devant la commission d'examen :

Président : M. Benmiloud Djamel

Maitre assistant

Encadreur : Dr. Benabdelmoumene Djilali

Maître de conférence

Examinatrice : Mme. Benmehdi Faiza

Maître assistant classe A

Structure d'accueil : Laboratoire pédagogique et laboratoire de technologie
alimentaire et nutrition. Université de Mostaganem

Année universitaire : 2015/2016

Dédicace

À la mémoire de notre chère enseignant

M. Mokhbi Abdelouahab

À mon père !

Qui a toujours était à mes cotés

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre,,,

À cet source de tendresse, de patience et de générosité,,,

À ma mère !

À ma chère Sœur !

À mes frères Abdel nour et Abdel Aziz !

À mon enseignant !

À tous mes amis et mes camarades de stage Nassima, Hanan,

Souhila, Amin, Karim, Bakhta, Zahra, Fatiha et Fatima!

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de

continuer.....

REMERCIEMENTS

Pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences alimentaire option biotechnologie alimentaire, je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à :

Dieu, tout puissant pour la santé et la volonté qu'il nous a données pendant toutes ces années d'études.

Je tiens à remercier aussi mon directeur de mémoire Docteur Benabdelmoumene Djilali, pour sa patience, ses remarques et ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance.

Je voudrais remercier sincèrement Professeur Bekada Ahmed (Centre Universitaire Tissemsilet) qui me fait l'honneur de présider cette commission d'examen.

Madame Benmahdi Faiza, Maître de conférences à l'Université de Mostaganem qui m'a fait l'honneur de participer au Jury de soutenance; je l'en remercie profondément.

Je remercie aussi M. Boukhalkhal Hamza chef de district forestier de l'office national des forêts Hassi Mameche.

Je remercie également le Professeur Boudroua Kadour, je lui exprime ici toute ma reconnaissance pour m'avoir donné la possibilité de réaliser une partie importante de notre travail au sein du laboratoire de Technologie Alimentaire et de Nutrition et pour ses conseils constructifs. Sincères remerciements.

Je remercie aussi le doctorant Belabbes Mouhamed pour ses conseils.

A tous ceux qui m'ont aidé et que je n'ai pas pu citer, Remerciement chaleureux.

On finit toujours par le meilleur... merci à ma famille.

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'élevage fermier sur les caractéristiques pondérales de cette espèce ainsi que les effets combinés de muscle et des modes de la cuisson (Barbecue, Rôtissage, et à la vapeur pendant 40, 60 et 80 min) sur les qualités nutritionnelles, physico-chimique et microbiologique de la viande des pintades fermières (*Numida meleagris*).

Les résultats ont permis de déduire que le rendement en carcasse est estimé à 74,85%. Les résultats font apparaître un effet significatif des trois modes de cuisson sur la teneur en matière sèche et la matière minérale ainsi que les valeurs de pH dans le filet et la cuisse. Après la cuisson nous avons enregistré une chute significative des valeurs du pH soit une différence de 5,07%. La viande crue de pintade se caractérise par une teneur importante en protéine (24,99 vs 21,87%) dans le filet et la cuisse respectivement, ces teneurs augmentent significativement lors de la cuisson à la vapeur et en Barbecue et diminuent dans la viande rôtie. Par contre cette viande à l'état cru se caractérise par une teneur faible en lipides (0,60%), dont les AGPI représentent 33,15% des acides gras totaux.

Nos résultats dévoilent une augmentation de la teneur en lipides après la cuisson. La cuisson quadruple les malondialdéhydes, les valeurs passent de 0,54 mg/1Kg pour les viandes fraîches contre 2,09 mg/1Kg après la cuisson. La typologie musculaire n'a pas montré d'effet significatif sur les teneurs en MDA et le pH de la viande crue.

Mots-clés : Viande, Pintade, cuisson, qualité nutritionnelle.

Abstract:

The objective of this work is to study the effect of farm breeding on the weight specifications of this species. As well as the combined effects of muscle and cooking methods (Barbecue, roasting, and steaming for 40, 60 and 80 min) on the nutritional qualities, physico-chemical and microbiological of farm guinea fowl meat (*Numida meleagris*).

The results allowed to deduce that the carcass yield is estimated at 74.85%. The results reveal a significant effect of the three cooking methods on dry and mineral matter content, and the pH values in the fillet and the thigh. After cooking we have noted a significant drop in pH values ie a difference of 5.07%. Raw meat of guinea fowl is characterized by a high content of protein (24.99 vs21,87%) in the fillet and the thigh respectively, these contents increase significantly during the steaming and barbecue cooking, and reduce in the roast meat. By cons, this meat in raw state, is characterized by a low in lipids (0.60%), in which the PUFA represent 33.15% of total fatty acids.

Our results reveal an increase of lipid content after cooking. The cooking quadruples the malondialdehydes, the values exceed 0.54 mg/kg for fresh meat to 2.09 mg/kg after cooking. The muscular typology didn't show any significant effect on the contents of MDAs and the pH of the raw meat.

Keywords: Meat, Guinea fowl, cooking, nutritional qualities.

Résumé	
Abstract	
Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	

Table des matières

Introduction générale	01
------------------------------------	-----------

Partie I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01: Viande : Points sur la qualité et chiffres sur la filière avicole

1. Viande.....	03
1.1. Définition.....	03
1.2. Valeur nutritionnelle de la viande de volaille.....	03
1.3. Phases de transformation du muscle en viande.....	03
1.4. Qualités de la viande.....	05
1.4.1. Qualité nutritionnelle.....	05
1.4.2. Qualité hygiénique et sanitaire.....	06
1.4.3. Qualité organoleptique.....	07
2. Aspect économique (aperçu sur le secteur avicole).....	11
2.1. Marché international des volailles de chair et des œufs de consommation.....	11
2.2. Aperçu sur le secteur avicole en Algérie.....	13
2.3. Elevage des poules locales en Algérie.....	14

Chapitre 02 : Pintade : un aliment non générique

1. Pintade.....	16
1.1. Historique.....	16
1.2. Origine.....	16
1.3. Description et caractéristiques.....	16
1.4. Étymologie.....	18
1.5. Taxonomie.....	18
1.6. Morphologie et anatomie de la pintade domestique (<i>Numida meleagris</i>).....	18
1.7. Elevage dans le monde.....	20

1.8. Performances zootechniques et reproductives.....	21
1.9. Habitat.....	21
1.10. Alimentation.....	22
a) Pintadeaux de chair.....	22
b) Pintades reproductrices.....	22
2. Viande de la pintade.....	25
2.1. Caractéristiques.....	25
2.2. Composition.....	26
2.3. Effet de la cuisson sur la qualité nutritionnelle de la viande de la pintade.....	27
3. Œufs.....	28

Chapitre 03 : Viande: milieu sensible à la cuisson

1. Cuisson.....	29
1.1. Historique.....	29
1.2. Définition.....	29
2. Modes de cuisson.....	30
3. Rendement de la cuisson.....	32
4. Impacts de la cuisson sur les principaux constituants de la viande.....	33
5. Choix du mode de cuisson.....	35

II. ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 01 : Matériel et méthodes

1. Objectifs de travail.....	37
2. Matériels biologique.....	37
3. Technique d'abattage.....	38
4. Caractéristiques de la composition corporelle.....	38
5. Cuisson de la viande.....	39
6. Lieu d'analyse.....	39
7. Analyse microbiologique de la viande.....	39
7.1.Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.....	40
a) Inoculation et incubation.....	40
b) Lecture et expression de résultats.....	41
7.2.Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	41

a) Ensemencement et incubation.....	41
b) Lecture et expression de résultats.....	42
7.3. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	42
a) Ensemencement et incubation.....	42
b) Lecture et expression de résultats.....	43
8. Analyses physico-chimiques et nutritionnelle.....	43
a) Détermination du pH.....	43
b) Détermination de la matière sèche (AFNOR,1985).....	43
➤ Préparation d'échantillon.....	43
➤ Mode opératoire.....	43
➤ Calcul et expression des résultats.....	44
c) Méthodes de dosage des cendres (AFNOR,1985).....	44
➤ Mode opératoire.....	44
➤ Calcul et expression des résultats.....	44
d) Méthode de dosage des protéines Lowry <i>et al</i> , (1951).....	44
➤ Mode opératoire.....	45
➤ Calcul de la teneur en protéines brutes.....	45
e) Dosage de la matière grasse totale Folch et al, (1957).....	46
➤ Mode opératoire.....	46
➤ Calcul et expression de résultats.....	47
f) Dosage de l'indice de peroxyde.....	47
➤ Mode opératoire.....	47
➤ Calcul et expression de résultats.....	48
g) Détermination du profil en acides gras.....	48
➤ Préparation des esters méthyliques (Morisson et Smith, 1964).....	48
➤ Analyse chromatographique.....	49
9. Analyse statistiques.....	49

Chapitre 02 : Résultats et discussion

1. Résultats.....	50
1.1. Indice des conditions d'élevage et d'abattage des pintades.....	50
1.1.1. Composition corporelle de la pintade.....	50
1.1.2. Qualité microbiologique.....	51
1.2. Qualité physico-chimique et nutritionnelle avant et après cuisson.....	52

1.2.1. Valeurs de pH avant et après cuisson.....	52
1.2.2. Stabilité oxydative.....	54
1.2.3. Teneur en matière sèche.....	56
1.2.4. Teneur en matière minérale.....	58
1.2.5. Teneur en protéine.....	60
1.2.6. Teneur en lipides totaux.....	62
1.2.7. Appréciation de profil des acides gras de la viande crue.....	64
2. Discussion.....	66
2.1.Composition corporelle.....	66
2.2.Qualité microbiologique.....	66
2.3.Effet de muscle et des modes de cuisson sur le pH.....	67
2.4.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la teneur en MDA.....	67
2.5.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la matière sèche.....	68
2.6.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la matière minérale.....	69
2.7.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la teneur en protéine.....	70
2.8.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la teneur en lipide.....	71
2.9.Profil des acides gras de la viande crue.....	72
Conclusion.....	73
Références bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau 01 : Production par habitant d'oeufs et de chair de volailles dans le Maghreb	14
Tableau 02 : Importation, consommation par habitant de viande de volaille des pays du Maghreb	14
Tableau 03 : Evolution du gain de poids, de la consommation et de l'indice pendant la croissance du pintadeau	23
Tableau 04 : Consommation d'eau et d'aliment par semaine chez le pintadeau en croissance	24
Tableau 05 : Besoins quotidiens de la pintade reproductrice (g).....	25
Tableau 06 : Effet des méthodes de cuisson sur différents muscles de la viande de la pintade (<i>Numida meleagris</i>).....	27
Tableau 07 : Caractéristique de la l'oeuf de la pintade (<i>Numida Meleagris</i>).....	28
Tableau 08 : Composition corporelle de la pintade	50
Tableau 09 : Charges moyennes de contamination des échantillons avant et après cuisson..	51
Tableau 10 : Valeurs du pH des deux muscles de la viande crue et cuite	52
Tableau 11 : Teneurs en MDA des deux muscles avant et après cuisson	54
Tableau 12 : Teneurs en matière sèche avant et après cuisson (g/100g).....	56
Tableau 13 : Teneur en matière minérale des deux muscles avant et après cuisson	58
Tableau 14 : Teneurs en protéine des deux muscles avant et après cuisson	60
Tableau 15 : Teneurs en lipides totaux des deux muscles avant et après cuisson	62
Tableau 16 : Profil des acides gras de la viande de la pintade	64

Liste des figures

Figure 01 : Structure de la myoglobine.....	09
Figure 02 : Trois formes chimiques de la myoglobine	10
Figure 03 : Evolution de l'offre et de la demande de volailles à horizon 2024	12
Figure 04 : Pintade de Numidie à maturité.....	17
Figure 05 : Schéma illustrant l'anatomie de la Pintade	19
Figure 06 : Composition chimique (g) pour 100g de fraction comestible des viandes de poulet, de pintade grise et de la viande de lapin	26
Figure 07 : Traitements thermique et leurs conséquences.....	35
Figure 08 : techniques d'abattage des pintades	38
Figure 09 : Schéma de la préparation de la solution mère et des dilutions décimales.....	40
Figure 10 : Courbe d'étalonnage BSA.....	46
Figure 11 : Microflores sur milieux de culture	51
Figure 12 : Valeurs du pH des deux muscles de la viande crue et cuite.....	52
Figure 13 : Teneurs en MDA des deux muscles avant et après cuisson	54
Figure 14 : Teneurs en matière sèche avant et après cuisson (g.100g).....	56
Figure 15 : Teneur en matière minérale des deux muscles avant et après cuisson.....	58
Figure 16 : Teneurs en protéine des deux muscles avant et après cuisson	60
Figure 17 : Teneurs en lipides totaux des deux muscles avant et après cuisson.....	62

Liste des abréviations

AFNOR : association française de normalisation

AG : Acide gras

AGMI : acides gras mono-insaturés

AGPI : acides gras polyinsaturés

AGS : acides gras saturés

ATP : Adenosine triphosphate

BSA : Sérum Albumine Bovin

CMV : Complexe Minéraux Vitaminiques

CPG : chromatographie en phase gazeuse

FTAM : Flore Mésophile Aérobie Totale

FTG : Fast Twitch Glycolytic

FTOG : Fast Twitch Oxidative

ISO : Organisation internationale de normalisation

Kcal : kilocalorie

MDA : malonaldéhyde

MG : matière grasse

MM : matière minérale

MS : Matière sèche

MT : million de tonnes

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques

PCA : Plate Count Agar

pH : potentiel hydrogène

PSE : Pale soft oxidative meat

STO : Slow Twitch Oxidative

TBA : acide thiobarbiturique

TCA : l'acide trichloroacétique

UE : Union européenne

UFM : unité formant colonie

VRBL : Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

MAPAQ : ministère de l'agriculture et de la pêche et de l'alimentation du Québec

Partie
Bibliographique

Introduction

Introduction générale

L'industrie alimentaire algérienne est en croissance, grâce notamment à l'augmentation de la demande domestique, qui s'explique essentiellement par le changement des habitudes alimentaires et l'amélioration générale du niveau de vie. La viande de volaille est connue par sa qualité nutritionnelle et diététique importante ; teneur faible en matière grasse et en cholestérol et teneur importante en fer et en protéine (**Franco et Lorenzo, 2014; Lorenzo et Pateiro, 2013**). Selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (**FAO, 2015**) en Algérie, la consommation de la viande de volaille est de 9,25 Kg, par habitant par an, soit une augmentation de 16,64% par rapport à l'année 2005.

Dans notre pays, L'élevage de poulet de chair occupe une place importante dans le secteur avicole, mais cela n'empêche que d'autres élevages commencent à se positionner sur notre terrain comme celui de la pintade, la caille japonaise (**Smaï et al., 2014**). Sachant que le développement du secteur industriel a entraîné la marginalisation progressive du secteur avicole traditionnel (**AnGR, 2003 ; Raach-Moujahed et al., 2011**) ;

L'élevage de la pintade (*Numida melegris*) reste rare; c'est pour cette raison que nous avons tenté dans notre travail d'étudier les différents paramètres de qualité de cette espèce.

La cuisson de la viande est essentielle sur le plan hygiénique et organoleptique, elle améliore la tendreté, la flaveur et le goût ainsi que la couleur de la viande (**Garcia-Segovia et al., 2007; Meinert et al., 2007; Modzelewska Kapitula et al., 2012**). Plusieurs études ont démontrées une relation directe entre les modes de cuisson et la présence des composés volatils (**Dominguez et al., 2014; Lorenzo et Dominguez, 2014**). En effet, les méthodes de cuisson (le temps et la température) sont des facteurs qui influent sur la qualité finale de la viande (**Chiavaro et al., 2009**). Le traitement thermique peut conduire à des modifications indésirables, par exemple une diminution de composés thermolabiles (vitamines, minéraux, acides gras (Principalement AGPI)) (**Gerber et al., 2009**) ce traitement influe aussi sur le profil des acides aminés (**Murphy et al., 2001**).les AGPIS sont plus sensible à l'oxydation (**Bou et al., 2001**).

Pour ces raisons, on se propose dans ce travail de répondre aux hypothèses suivantes :

Introduction générale

Quels sont les effets d'un élevage fermier sur les paramètres pondéraux des carcasses de la pintade ?

Les qualités nutritionnelles de la pintade se rapprochent-elles des qualités nutritionnelles des volailles? Dépendent-elles du morceau (muscle) utilisé ?

Quels sont les effets des différentes modalités d'une cuisson ménagère sur la composition en nutriments, la charge microbienne et les paramètres physicochimiques de la viande de pintade.

C'est dans ce contexte qu'on se propose dans ce travail d'étudier l'influence des différents modes de cuisson sur les qualités nutritionnelles, physicochimiques et microbiologiques de la viande de la pintade fermière.

Dans la première partie consacrée à l'étude bibliographique, nous allons revenir sur les rappels concernant la viande, la pintade (*Numida meleagris*), et la sensibilité de la viande à la cuisson. La partie expérimentale comportera deux volets : le premier sera consacré à l'étude de la composition corporelle et la qualité microbiologique de la pintade. Le second volet portera sur l'étude de l'effet de muscle et des modes de cuisson sur les qualités physico-chimique et nutritionnelle de la viande de cette espèce.

Chapitre I

Viande: Points sur la qualité et chiffres sur la filière avicole

Introduction

La société est de plus en plus sensible à la composition des produits alimentaires et à leurs valeurs nutritionnelles. La viande n'échappant pas à ce phénomène, les consommateurs sont en attente d'informations claires, démonstratives et détaillées qui les rassurent sur les atouts " santé " de celle-ci (**Brunel et al.**, 2006). Le présent chapitre a pour but de définir les qualités de la viande (nutritionnelles, organoleptiques...) en s'appuyant aussi sur l'aspect économique de filière avicole.

1. Viande

1.1. Définition

La viande est le résultat de l'évolution post-mortem du tissu musculaire squelettique (ou strié) et du tissu adipeux. La connaissance de la structure de ces tissus est donc préliminaire et indispensable à la compréhension des mécanismes responsable du déterminisme des qualités de la viande (**Elramouz**, 2005).

1.2. Valeur nutritionnelle de la viande de volaille

La viande de volaille apporte environ 18 % de protéines. Cette teneur ne varie pas selon le sexe et l'âge de l'animal contrairement aux lipides. En effet, on trouve plus de lipides chez la femelle (8 %) et les animaux âgés (14 %-20 %). La teneur en lipide dépend, également, de la nature du régime alimentaire (**Ayachi**, 2010).

1.3. Phases de la transformation des muscles en viande

- Etat pantelant

Immédiatement après l'abattage, les muscles conservent les propriétés du muscle vivant ; ils sont extensibles et contractiles (**Rosser**, 1984). C'est une période de latence durant laquelle l'extensibilité du muscle reste constante (**Mouin**, 1982). La couleur des muscles est relativement foncée par manque d'oxygénation ; elle s'éclaircit lors de la phase suivante.

La quantité d'ATP disponible conditionne la durée de la phase de pantelant. Celle-ci est variable selon les espèces, les muscles, les conditions de stockage et de traitement des carcasses, l'état physiologique de l'animal avant l'abattage.

Après la mort :

- Rigidité cadavérique

L'arrêt de la circulation provoque une chute de la quantité d'oxygène dans les muscles. Conséquence au niveau du métabolisme cellulaire : glycolyse anaérobie ; les cellules vont dès lors consommer le glycogène pour produire de l'acide lactique. Suite à la présence d'acide lactique, le pH diminue, ceci à deux conséquences :

- agrégation des protéines ;

- diminution de la production enzymatique, ce qui a pour conséquence la rééducation de la quantité d'ATP. Suite à cette absence d'ATP, l'actine et la myosine se lient irréversiblement et forment l'acomyosine.

L'action conjointe des deux points précités a pour conséquence la diminution de la capacité de rétention de l'eau dans le muscle, ce qui influe sur la texture de la viande. Deux facteurs influencent la sévérité des phénomènes accompagnant la rigidité cadavérique :

a) Etat de l'animal au moment de l'abattage

Un animal affamé ou stressé consomme déjà en partie le glycogène ; dès lors, à sa mort, sa rigidité sera d'autant plus importante.

b) Température d'entreposage de la carcasse

Ceci est une étape critique dans la sévérité du phénomène. Si elle n'est pas abaissée assez rapidement après l'abattage la rigidité se révélera importante. Si la température est abaissée à 0-1°C avant le début du phénomène de rigidité cadavérique, le durcissement sera rapide et intense. Le refroidissement doit se faire de telle façon que la rigidité cadavérique commence entre 14 et 19°C (contraction minimale). Il existe quelques moyens de « lutte » contre cette rigidité, il y a notamment la maturation de la viande.

- Maturation

La maturation correspond à la résolution de la rigidité cadavérique par des phénomènes de dégradation physique et chimique des muscles sous l'effet des enzymes protéolytiques des tissus, libérés et activés par l'abaissement des pH (**Virlihn**, 2003). Les masses musculaires se ramollissent, libèrent un exsudat plus au moins important, changent de couleur. C'est la maturation qui conduit au développement des qualités organoleptiques de la viande (tendreté,

couleur, jutosité, flaveur), c'est aussi le moment optimal pour sa consommation (**Rosset**, 1984).

1.4. Qualités de la viande

La notion de qualité peut se définir selon la norme **ISO 8402** comme «l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites».

En d'autres termes, la qualité est la satisfaction du client ou de l'utilisateur. En l'occurrence pour la viande, il s'agit de satisfaire les consommateurs et les industries de la transformation, qui constituent les utilisateurs à hauteur respective de 20 à 35% et de 65 à 80% de la carcasse produite (**Anderson**, 2000).

La qualité concerne cependant l'ensemble des opérateurs qui attendent des satisfactions liées, évidemment à la rentabilité de leur activité. C'est ainsi que la qualité définie par les uns ne correspond pas nécessairement à la qualité définie par les autres, les appréciations de la qualité apparaissent parfois même contradictoires. Et selon les normes **AFNOR**, la qualité est l'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins des utilisateurs.

La notion de qualité intrinsèque des viandes est une notion relative qui dépend comme nous le verrons d'éléments plus ou moins objectifs : qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique (**Frayasse et Darre**, 1990).

1.4.1 Qualité nutritionnelle de la viande

Les viandes ont pour un principal intérêt nutritionnel l'apport en protéines et en fer. La teneur en protéines est en moyenne de 16 à 20 g pour 100 g de viande avant cuisson. Les protéines de la viande ont une bonne valeur biologique ; leur composition en acides aminés indispensables est satisfaisante, mais on doit signaler un léger déficit en acides aminés soufrés (méthionine et cystine). Les viandes ne contiennent pratiquement pas de glucides. En effet, le glycogène présent dans les muscles est transformé en acide lactique après la mort de l'animal ; cet acide lactique exerce une action favorable sur la maturation de la viande ; dans le foie, il reste un peu de glycogène.

La viande contient également du fer, du zinc et les vitamines de groupe B surtout B3 et B12.

Le fer d'origine animal est le mieux absorbé par notre organisme ; il permet notamment de stocker l'oxygène dans les muscles lors d'un effort ; son absorption est favorisée par le vitamine C (**Boumediene**, 2009).

Le zinc intervient dans le système de défense immunitaire et dans la formation de l'insuline. La vitamine B3 intervient dans le métabolisme cellulaire et dans l'utilisation des nutriments ; la vitamine B12 participe à la formation des globules rouges. C'est dire donc le rôle essentiel de la viande rouge dans notre alimentation (**Boumediene, 2009**).

1.4.2 Qualité hygiénique et sanitaire

La viande doit être mise dans des conditions de sécurité quasi absolue ; il faut donc qu'elle soit protégée des différentes contaminations à tous les stades de la filière.

- Contamination ante mortem

Une grande partie des germes de contamination de la viande proviennent de l'animal et du cuir (peau et poils). Ils sont porteurs de microorganismes variés, en particulier *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus* et *Streptocoques fécaux*. Ces germes peuvent provenir aussi des matières fécales, du sol et de l'eau.

- Contamination post mortem

La contamination post mortem résulte généralement du contact avec des mains, des vêtements, des matériels ou des installations sales (**FAO, 1994**).

Elle est due aussi au fait que l'essentiel des germes est apporté au cours de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses. Certains germes pathogènes, saprophytes du tube digestif peuvent contaminer les muscles, d'où la nécessité de l'éviscération précoce et des mesures limitant le stress d'abattage qui favorise ce passage (**Vierlihg, 2003**).

Une contamination initiale aussi faible que possible, un respect rigoureux des règles d'hygiène et une application continue du froid assure une bonne consommation du point de vue sanitaire (**Vierling, 2003**).

Pietrzak et al., (1997) montrent aussi que l'installation de la *rigor mortis* dans le muscle pectoral de dinde est plus rapide que dans le muscle *Longissimus* du porc. En effet la chute normale du pH étant de 0.06 unité / minute chez la dinde (**Pietrzak et al.**, 1997) et de 0.02 unité / minute chez le porc (**Bendall et Swatland, 1988 ; Offer, 1991**). De même, le pH ultime du muscle pectoral de dinde à glycolyse rapide est plus élevé que celui du *Longissimus dorsi* des porcs présentant le syndrome PSE (5.7 à 5.8 chez la dinde et 5.4 chez le porc ; **Warriss, 1982 ; Warriss & Brown, 1987**).

En comparant l'évolution biochimique *post mortem* du muscle *Pectoralis major* de canard Pekin et du poulet, (**Smith et al.**, 1992) confirment que le poulet se différencie par une chute

de pH plus lente. En effet à une heure *post mortem*, le pH est de 6.27 chez le poulet et de 5.96 chez le canard. Par contre, il n'y a pas de différence signalée dans cette étude entre les deux espèces en ce qui concerne le pH ultime (5.66 pour le canard *vs* 5.62 pour le poulet ; $p > 0.05$).

La vitesse et l'amplitude de diminution du pH *post mortem* dépendent du type génétique. (Berri *et al.*, 2001 et Le Bihan-Duval *et al.*, 2001) observent des différences au niveau de l'évolution biochimique *post mortem* entre différents génotypes de poulets à âge égal. Ces auteurs montrent que la sélection pour la croissance et / ou le développement musculaire entraîne pour cette espèce, d'une part un ralentissement de la chute de pH *post mortem*, et d'autre part, une augmentation du pH ultime du muscle.

1.4.3 Qualités organoleptiques de la viande

- **Tendreté**

Mesure la facilité avec laquelle la viande va se laisser mastiquer. Elle est considérée comme la qualité primordiale, elle doit atteindre un seuil minimal pour que l'on puisse apprécier la saveur et la jutosité de la viande.

Paradoxalement, la tendreté est souvent exprimée par son contraire : la dureté. Ce paramètre peut facilement être mesuré puisqu'il représente la résistance mécanique lors du cisaillement ou de la mastication. Ce paramètre est très souvent mesuré sur des viandes cuites puisque les viandes non divisées sont consommées le plus souvent après cuisson.

La dureté de la viande dépend essentiellement de deux composants structurels protéiques :

- ✓ Le premier est le collagène, constituant principal du tissu conjonctif. On n'observe pas de modification importante du collagène *post mortem* (dureté de base).
- ✓ Le deuxième composant est constitué par les myofibrilles, plus particulièrement par les protéines myofibrillaires. Leur résistance mécanique n'est pas constante *post mortem*. On distingue habituellement 3 périodes :
 - ✓ la première précède l'état de rigidité cadavérique,
 - ✓ la deuxième est l'installation de la rigidité cadavérique : valeurs maximales de résistance mécanique
 - ✓ la troisième est la diminution de la résistance mécanique de la viande correspondant à un attendrissement de la structure myofibrillaire.

La contribution respective de la dureté myofibrillaire et de la dureté de base peut varier en fonction de divers facteurs tels que l'espèce, la race, le sexe, l'âge, le muscle, les conditions de transport, les techniques d'abattages, de traitement et de transformation des carcasses et des viandes (pH, T°) et la conservation de celles-ci (T°/tps, T°/pH).

En règle générale, la cuisson a une action d'attendrissage sur le tissu conjonctif du fait de la transformation du collagène en gélatine ; par contre, la cuisson augmente la dureté des protéines myofibrillaires qui coagulent (**Rosset**, 1984).

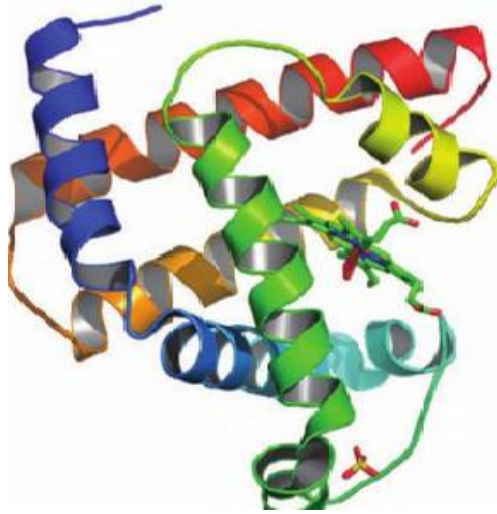
- **Couleur**

Chez la volaille de même que chez les autres espèces, la couleur de la viande fraîche ou cuite est un critère très important dans la décision d'achat par le consommateur. Cette couleur est souvent considérée par le consommateur comme un indicateur de fraîcheur et de qualité globale de la viande (**Fletcher**, 1999).

La couleur de la viande de volaille est très variable et dépend des caractéristiques métaboliques et contractiles du muscle. A titre d'exemple, le muscle pectoral frais présente une couleur rose pâle (99.5 % de FTG) (**Lengerken et al.**, 2002) alors que les muscles frais de la cuisse montrent une couleur rouge un peu foncée (12 % de STO, 0.5 % de FTOG et 87.5 % de FTG) (**Papinaho et al.**, 1996).

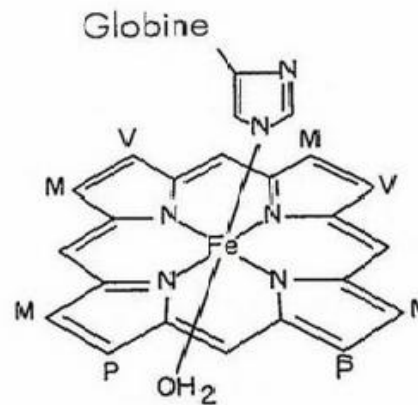
Pigmentation des viandes due à la présence dans les fibres musculaire d'un pigment respiratoire, la myoglobine (Figure1), qui assure un rôle de transporteur intracellulaire de l'oxygène, qui lui a été apporté par l'hémoglobine. Comme l'hémoglobine, la myoglobine est une chromoprotéines composée d'un groupement prosthétique, l'hème et d'une protéine, la globine. Ses structures chimiques de tridimensionnelle sont présentées sur la figure

Structure en 3 dimensions



(Phillips, 1980)

Structure chimique



(Charpentier, 1966)

Figure 01 : Structure de la myoglobine.

La couleur de la viande dépend de quatre composantes majeures, lesquelles interviennent sur les produits frais ou en cours de conservation. A l'état frais, les différences de couleur de la viande s'expliquent principalement par:

- la quantité de myoglobine dans le muscle qui détermine la structuration de la couleur;
- par le pH qui modifie la luminosité de produit : lorsque le pH est élevé, la viande apparaît foncée et inversement, lorsque le pH est bas, la viande apparaît claire.

Au cours de la conservation, deux autres composantes interviennent qui peuvent modifier la teinte du produit:

- la structure chimique de la myoglobine qui peut exister sous trois formes qui présentent des spectres d'absorption particuliers et là même des teintes différentes telles qu'explique sur la figure : la myoglobine réduite (rouge pourpre), l'oxymyoglobine (rouge vif) et la metmyoglobine (couleur brune) (Figure 2);
- la dernière composante concerne le développement des bactéries en surface de la viande et ses interactions possibles avec la forme chimique du pigment (Moëvi, 2007).

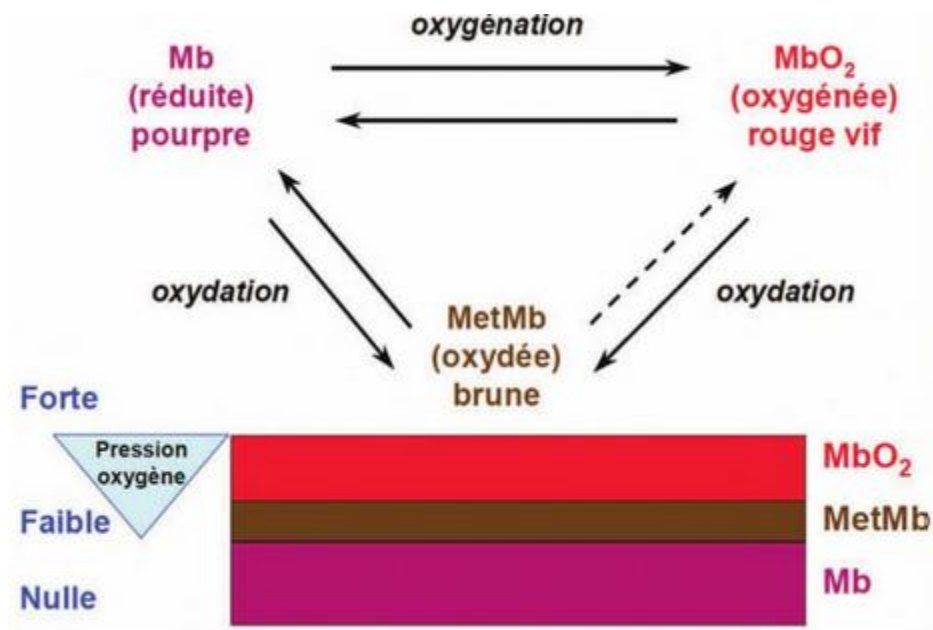


Figure 02 : Trois formes chimiques de la myoglobine (Moëvi, 2007)

La couleur de la viande peut varier, au-delà des variations individuelles, selon de nombreux facteurs, les principaux portent sur:

- l'espèce : pour un même muscle, la teneur en myoglobine varie très largement selon l'espèce considérée. La viande bovine est l'une des plus pigmentée;
- la nature d muscle : quelle que soit l'espèce considérée, chaque muscle présente une pigmentation une pigmentation différente selon son rôle dans l'organisme, sa composition en fibres musculaires (présentant des teneurs différentes en myoglobine) et leur répartition spatiale;
- l'âge des animaux: la teneur en myoglobine s'accroît dans tous les muscles avec l'âge, à un rythme propre à chaque muscle, cet accroissement se produirait en 2 temps; une phase rapide due à l'augmentation d'activité du muscle, une phase plus lente ensuite due à diminution de l'efficacité des échanges gazeux au niveau cellulaire; (l'activité physique: l'augmentation de l'activité musculaire induirait une augmentation de la teneur en myoglobine;
- l'alimentation: la nature de l'alimentation est surtout importante vis-à-vis des animaux en état d'anémie ferriprive. C'est le cas du veau par exemple où la maîtrise de la pigmentation de la viande est facteur économique majeur (Moëvi, 2007).

- **Flaveur**

C'est l'ensemble des perceptions olfactives et gustatives liées à la consommation d'un aliment. Elle est donnée par plus de 650 composés chimiques, les composés non volatiles du goût de la viande et les composés volatiles de l'odeur. La flaveur conditionne l'acceptabilité de l'aliment ; elle résulte de la teneur et de la nature des lipides du muscle ; elle dépend également de la race et du sexe de l'animal (**Henry, 1992**).

- **Jutosité**

La jutosité ou succulence d'une viande est une qualité organoleptique perçue au cours de la mastication ; elle est fonction du persillé ou marbre, c'est-à-dire de la présence de graisse interstitielle, visible également sur les découpes des muscles. Une viande dépourvue de persillé est moins succulente (**Henry, 1992**).

2. Aspect économique (aperçu sur le secteur avicole)

2.1. Marché international des volailles de chair et des œufs de consommation

En 2014, la production mondiale de viande de volailles est estimée à 110,5 MT. Selon les perspectives agricoles de la **FAO** et de l'**OCDE**, elle devrait augmenter de 24 MT entre 2014 et 2024 (soit + 22% en dix ans). Ainsi, le secteur avicole devrait être, à lui seul, à l'origine de près de la moitié de la croissance attendue de l'offre mondiale de viandes. La volaille deviendrait alors, d'ici 2020, la première viande produite et consommée dans le monde. Cette croissance de la consommation nettement supérieure à celle des autres viandes résulte des atouts de la volaille: un prix compétitif du fait des performances zootechniques obtenus dans cette filière ; une bonne qualité nutritionnelle; l'absence d'interdits religieux ; enfin, la production étant moins directement liée au sol que pour d'autres productions, il est plus facile de la développer à proximité des zones urbaines en forte croissance démographique.

La croissance de la consommation de viande de volailles devrait résulter surtout des pays en développement (74% de la hausse totale prévue entre 2014 et 2024). Ces mêmes pays verront leur offre croître également et assureront 67% de la hausse de l'offre mondiale (Figure3). Cependant, en Asie et en Afrique, l'offre locale ne permettra pas de répondre à la croissance de la demande et ces deux continents devraient augmenter leurs importations (**Magdelaine, 2015**).

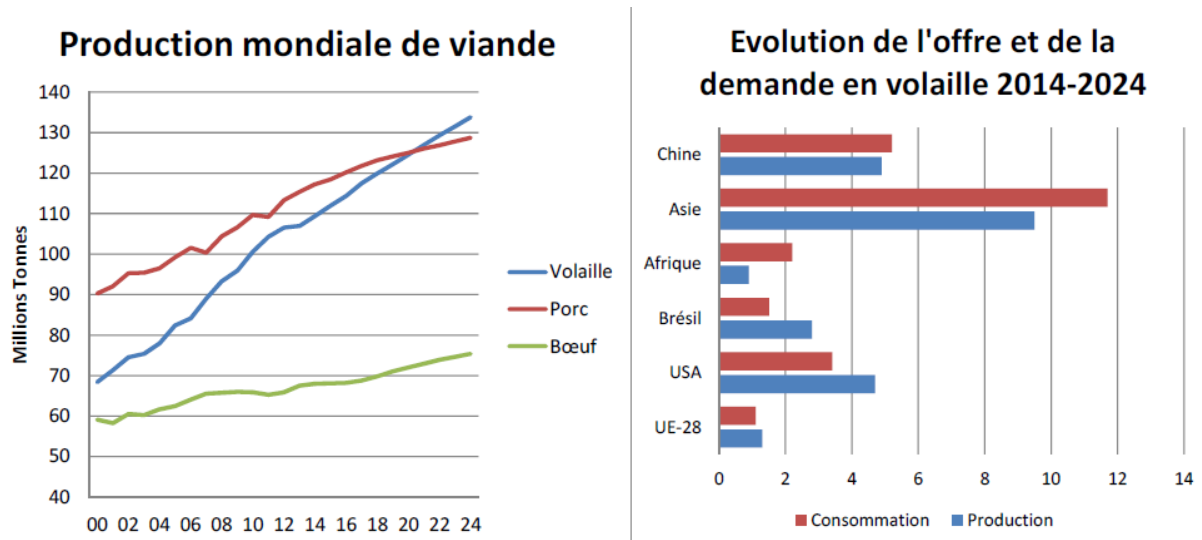


Figure 03 : Evolution de l'offre et de la demande de volailles à horizon 2024 (Itavi, 2015)

Les exportations de viandes de volailles sont géographiquement assez concentrées puisque 90% des volumes résultent de seulement sept pays. Elles devraient encore augmenter de 3,8 MT d'ici 2024 pour atteindre 16,8 MT en 2024 (hors commerce intra-UE). Troisième pays producteur de viande de volailles au monde derrière les Etats-Unis et la Chine, le Brésil est le premier exportateur.

La croissance de la production domestique s'est d'abord appuyée sur un marché intérieur en fort développement, puis sur la mise en oeuvre de stratégies de développement des marchés d'exportation, fondées sur une compétitivité par les coûts et une forte diversification des couples produits-marchés. Avec 3,7 MT exportées en 2014, les Etats-Unis occupent la deuxième position, mais sont plus loin derrière en terme de valeur générée car les produits commercialisés ont une valeur unitaire plus faible. Avec 0,7 MT d'exportations, la Thaïlande se place derrière l'UE-28, mais devant la Chine, l'Argentine et le Canada. Elle se positionne surtout sur les pays européens et le Japon en y exportant des découpes désossées ainsi que des plats préparés (Magdelaine, 2015).

Selon les estimations de la FAO, la production d'œufs de poules dans le Monde a atteint 68,2 MT en 2013. Sur la dernière décennie, cette production affiche une croissance annuelle moyenne de 2 %, soit un ralentissement par rapport à la décennie précédente (+ 4 %/an). La Chine, premier producteur mondial (24,7 MT), représente à elle seule 36 % de la production mondiale en 2013, suivie de l'Union européenne à 27 (6,2 MT), des Etats-Unis (5,6 MT), de l'Inde (3,8 MT) et du Japon (2,5 MT).

En volume, les échanges mondiaux d'œufs coquille (commerce intra UE inclus) s'élèvent à 1,8 MT en 2014. Les échanges internationaux d'ovoproduits s'élèvent à environ 927 500 tonnes équivalent œufs coquille (dont un peu plus de 50 % d'ovoproduits séchés) soit un total œuf et ovoproduits de 2,7 MT équivalent œufs coquille représentant moins de 4 % de la production mondiale. L'Union Européenne est le 1er exportateur mondial d'œufs et d'ovoproduits (288 M€), suivie par les Etats-Unis (241 M€ en 2014), et de la Chine (110 M€) en 2014 (**Magdelaine**, 2015).

2.2.Aperçu sur le secteur avicole en Algérie

L'aviculture algérienne produit entre 330 et 342 millions de tonnes de viande blanche (soit environ 240 millions de poulets par an) et plus de 3 milliards d'œufs de consommation par an. Elle est constituée de 20 000 éleveurs, emploie environ 500 000 personnes et fait vivre environ 2 millions de personnes. Enfin elle importe 80% des 2.5 millions tonnes d'aliment (maïs ; tourteaux de soja et CMV), 3 millions de poussins reproducteurs, des produits vétérinaires et des équipements (**OFAL**, 2001). Cette situation résulte de la politique de développement lancée par l'état depuis deux décennies et visant l'autosuffisance alimentaire en protéine animale. Le modèle d'élevage adopté par notre pays est un modèle d'élevage intensif basé sur la technologie moderne et une organisation de la production une planification rigoureuse. Cependant la dépendance de notre aviculture du marché extérieur de l'aliment, du médicament et de l'équipement demeure le principal handicap au développement de l'aviculture algérienne, ajouté à cela l'augmentation des charges, le désengagement de l'état et les fluctuations de la commercialisation. Ceci a poussé bon nombre d'éleveurs à changer de profil, ce qui laisse le secteur avicole actuellement en crise.

Tableau 01 : Production par habitant d'œufs et de chair de volailles dans le Maghreb (FAO, 2005, 2015).

Pays	Production d'œufs Nombre par habitant.		Production de chair de volaille kg / habitant.	
	2005	2015	2005	2015
Algérie	68	82	7.65	9.25
Maroc	133	146	10.03	5.68
Tunisie	156	172	9.75	11.72
Lybie	195	215	18.35	23.82
Mauritanie	34	37	1.95	2.30

Tableau 02 : Importation, consommation par habitant de viande de volaille des pays du Maghreb (FAO, 2005,2015).

Pays	Imports (1000 tonnes)		Consommation (kg/hab.)	
	2005	2015	2005	2015
Algérie	0.03	0.04	7.71	9.25
Maroc	0.24	234.18	9.73	11.68
Tunisie	0.03	0.04	9.39	12.21
Lybie	0.02	0.26	18.35	23.85

2.3.Elevage des poules locales en Algérie

En Algérie, comme dans les autres pays du Maghreb, l'aviculture traditionnelle représentait, jusqu'aux années 1960, la seule source de produits avicoles, mais le développement du secteur industriel a entraîné la marginalisation progressive du secteur traditionnel (AnGR, 2003 ; Raach-Moujahed *et al.*, 2011). En l'absence d'une politique publique de gestion des ressources génétiques avicoles locales, ce secteur est ainsi très menacé par l'érosion

génétique. En revanche, les produits avicoles en provenance des élevages traditionnels restent toujours une source de viande bien appréciée, économique et facilement disponible pour la population rurale (**Benabdeljelil et Arfaoui, 2001**).

Des stratégies de gestion et de valorisation des ressources avicoles locales sont donc nécessaires, à la fois, pour le développement économique rural et la sauvegarde de la biodiversité. La connaissance préalable de ces ressources et de leurs performances est recommandée (**Mahammi et al., 2014**).

Avec le dromadaire et l'autruche, la pintade serait l'une des seules espèces africaines à avoir été domestiquée (**Cirad, 1999**).

Chapitre II

Pintade : un aliment non générique

Introduction

L'industrie avicole (poulet de chair et œuf de consommation) est devenue importante en Algérie, mais cela n'empêche que d'autres élevages commencent à se positionner sur le terrain comme celui de la dinde, la pintade, la perdrix et la caille japonaise. L'importance de l'élevage de cette dernière, ne réside pas uniquement dans son apport protéique mais aussi dans la viande de gibier, de la qualité des œufs et de leur rôle thérapeutique sans oublier ses performances zootechniques (**Smaï et al.**, 2014). Ce chapitre est une synthèse autour d'une espèce de volaille domestique précieuse "la pintade".

1. Pintade

1.1. Historique

La pintade est l'une des plus anciens oiseaux du quel les Africains en tire les produits de la chair et des œufs. Il est rapporté qu'à l'époque néolithique, elle se rencontrait par tout en Afrique et aussi le long de méditerranée. Depuis l'antiquité, l'homme est séduit par cet oiseau à la forme et au port singuliers. Chez les Grecs, l'histoire relate que cet oiseau était offert en sacrifice. Plus tard, les Romains auraient développé un intérêt gastronomique pour la pintade et c'est ainsi que leurs conquêtes, ils auraient contribué à la disposition de cet oiseau dans divers pays européens (**CRAAQ**, 2003).

1.2. Origine

La pintade domestique (*Numida melegris*) d'origine africaine, et notamment de la zone des savanes d'Afrique équatoriale (**Luc et al.**, 2013). A l'état naturel, en Afrique, il existe trois principales espèces de pintade: la pintade royale qui se rencontre en Somalie, au Tanganyika et au Zanzibar, la pintade huppée qui habite les forêts de l'Afrique tropicale et la pintade casquée, appelée aussi poule Guinée, qui se rencontre dans l'Ouest africain. C'est cette dernière espèce (*Algelestes meleagris*) qui a été transportée de l'Afrique vers l'Europe (en France particulièrement), puis à travers le monde et qui a donné naissance à diverses lignées dont la pintade blanche, lilias et violette. La pintade domestique grise, de couleur gris foncé perlé de blanc, est la lignée plus répandue (**CRAAQ**, 2003).

1.3. Description et caractéristiques

La pintade est un oiseau au corps lourd et arrondi (Figure 4). Sa grosseur est à peu près celle de la poule commune (**Reid et al.**, 2001).



Figure 04 : Pintade de Numidie à maturité (Hervé, 2015).

Les principales lignées de pintades domestiques présentent un plumage bleu, gris, blanc ou lilas. La lignée grise dont le plumage est tacheté de blanc est la plus commune. On la nomme pintade perlée. La pintade a une petite tête surmontée d'une crête cornée, un cou mince et nu et elle possède un bec puissant, court et convexe. Sa queue est courte et ses pattes sont relativement petites et dépourvus d'éperons. La pintade présente une protubérance frontale qui est d'un bleu rougeâtre et la partie nue de cou est de couleur rougeâtre, mélangée de bleuâtre. La couleur de la peau de la tête est plutôt blanche et contient des pigmentations bleuâtres ou noires. A sa crête cornée ou calleuse, s'ajoutent des barbillons rouges charnus au bas des joues et un caroncule nasal rouge placé entre le bec et la tête. Le plumage du mâle et de la femelle est de la même couleur, ce qui rend impossible la distinction entre les deux (CRAAQ, 2003).

En plus de ces caractères morphologiques, la pintade présente les caractéristiques suivantes:

- La capacité de courir rapidement et un cri strident bien particulier.
- Le mâle et la femelle ont des façons différentes de s'exprimer leur chant.
- Le mâle émet des sifflements aigus et perçants alors que le chant de la femelle est beaucoup moins bruyant et présente deux syllabes (CRAAQ, 2003).
- Contrairement à ce qu'on observe chez la plupart des autres espèces, le mâle est moins lourd que la femelle dans l'espèce *Melesgris* (Nagalo, 1984).

1.4. Étymologie

Le nom de pintade aurait été donné à cet oiseau par les Portugais au cours du XIV^{ème} siècle qui employaient l'expression «pintada» qui signifie poule peinte ou bien encore «pintar» qui signifie peindre, faisant allusion à son plumage particulier. Quant au nom latin *meleagris*, il proviendrait de la mythologie Grecque (CRAAQ, 2003).

1.5. Taxonomie

Les pintades sont des oiseaux de l'ordre des Galliformes et de la famille des Numididae (Mayet, 2013). La pintade comprend des oiseaux de cinq genres et sept espèces. Il est commode de distinguer deux groupes: les pintades casquées, du genre *Numidia*, à l'origine des formes domestiques, comme *N. meleagris*. et les pintades non casquées des autres genres, toutes sauvages (Thewis *et al.*, 2005).

1.6. Morphologie et anatomie de la pintade domestique (*Numida meleagris*)

La morphologie et l'anatomie que nous allons faire est celle de la pintade domestique (*Numida meleagris*).

- **Ailes et plumes**

La pintade a les ailes courtes et rondes, queue courte et carrée (Zayed, 2013) (Figure 5), comme la perdrix ; ce qui joint à la disposition de ses plumes, la fait paraître bossue mais cette bosse n'est qu'une fausse apparence, et il n'en reste plus aucun vestige lorsque l'oiseau est plumé (Louis, 1828).

- **Tête**

Courte et large, à la face déplumée de couleur blanc bleuâtre. Elle est ornée de courts barbillons rouges et d'un genre de corne qui se termine en pointe vers l'arrière (Delannoy, 2007).

- **Bec et yeux**

M. Perrault assure que le bec est semblable à celui de la poule. Les yeux sont grands et couverts, la paupière supérieure a de longs poils noirs relevés en haut, et le cristallin est plus convexe en dedans qu'en dehors (Louis, 1828).

- **Barbillons**

Les barbillons, qui prennent naissance du bec supérieur, n'ont point forme constante, étant ovales dans les unes : ils sont rouges dans la femelle et bleuâtres dans le mâle.

En arrière des barbillons, on voit, sur les cotés de la tête, la très-petite ouverture des oreilles qui, dans la plupart des oiseaux, est ombragée par des plumes. Mais, ce qui est propre à la pintade, c'est ce tubercule calleux (**Nagalo, 1984**).

- **Pattes**

La pintade commune est caractérisée dans sa variété par des pattes d'effecteur des vols de plusieurs centaines de mètre et ce avec une relative légèreté (**Nagalo, 1984**).

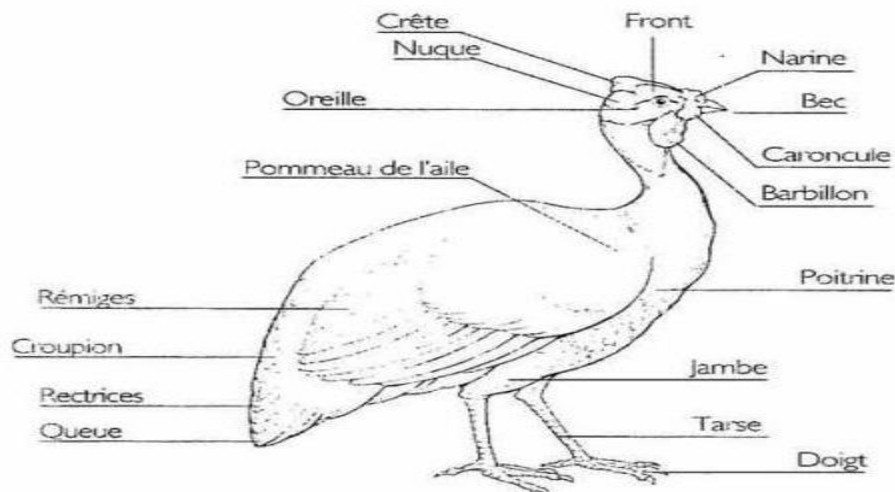


Figure 05 : Schéma illustrant l'anatomie de la Pintade (**Etienne, 1996**).

- **Appareil digestif**

L'anatomie de la pintade est à tous points de vue identique à celle de la poule (**Nagalo, 1984**). L'appareil digestif est constitué par le bec, le gosier, l'œsophage, le jabot, l'intestin débouchant dans le cloaque, puis l'anus. Il comprend bien sur toutes les glandes annexes : foie, pancréas....

Une différence considérable qui se trouve entre la poule commune et la pintade, c'est que le tube intestinal est beaucoup plus court à proportion dans cette dernière. L'œsophage descend

de long du cou, à droite de la trachée-artère. Le cœur est plus pointu qu'il ne l'est communément dans les oiseaux (**Louis**, 1828).

L'étude de **Kasperska et al.**, (2012) a mis en évidence l'effet de l'âge et du sexe sur l'étendue digestive morphologique de la pintade (*Numida meleagris*) ; le poids du corps et la longueur de l'œsophage ont augmentés avec l'âge mais le cæcum et l'intestin total diminués de façon significative ($P \leq 0,05$) dans les mâles et les femelles. En outre, les mâles de 52 semaines avaient de longueur de rectum et poids du cœur plus importants contrairement aux mâles de 13 semaines.

1.7. Elevage dans le monde

Grâce à sa rusticité naturelle et à sa facilité d'adaptation, la pintade se rencontre aujourd'hui à travers le monde. Elle est élevée en Italie à Sibérie, en passant par la France, la Pologne l'Angleterre, la Russie, etc. Cependant, la France et l'Italie demeurent toujours le principaux pays producteurs; ils produisent plus de 95% des pintades de l'Union européenne.

En Amérique du Sud, l'élevage de la pintade se pratique à Cuba, en Haïti et en Jamaïque. La pintade est également élevée en Amérique de Nord où les élevages intensifs sont cependant moins répandus qu'en Europe, puisque cette viande est moins prisée par les Nord Américains que par le Européens en général.

Au Québec, la pintade a longtemps été élevée de façon artisanale. Les troupeaux constitués de quelques individus se rencontraient dans un certain nombre de fermes. Un relevé des fiches d'enregistrement des exploitations agricoles de la Division de l'aviculture du MAPAQ rapporte qu'en 2001, au Québec, il y avait 60 producteurs possédant un cheptel total de près de 118 000 pintades (**CRAAQ**, 2003).

Le marché de la consommation de la pintade, comme les autres oiseaux-gibiers, n'est pas très développé. Cette situation est due en grande partie aux habitudes qui privilégient la consommation de la chair de poulet et de dindon. Ces productions nord-américaines sont entrées dans nos mœurs et il est difficile de changer des habitudes alimentaires. Toutes fois, depuis un certain nombre d'années, l'intérêt pour les nouvelles expériences culinaires se développe et le marché de la pintade fait peu à peu sa place auprès des consommateurs (**CRAAQ**, 2003).

1.8. Performances zootechniques et reproductives

Le poids évolue de 25g en moyenne à la naissance à 1200g à l'âge adulte (**Laurenson**, 2002 ;**Dahouda**, 2003). La période d'incubation est de 24 jours avec une période d'éclosion de 4 jours (**Bonnes et al.**, 2005).

Selon l'aigle de songhaï le poids peut aller jusqu'à 2300g pour la pintade engraisées de 20-24 semaines d'âges. C'est seulement pendant la période d'accouplement qu'elle forme des couples séparés, car elle est monogamme (**Coz Douin**, 1992).

En Afrique, la pintade pond à partir de 7 mois d'âge. Le cycle de ponte se cantonne à la saison des pluies ; elle commence en Avril et dure environ 30 semaines (**Ayéni**, 1983). Des observations similaires sont faites au Bénin par **Chrysostome** (1993) et **Laurenson** (2002). Par contre, dans les pays tempérés, elle dure 8 à 8.5 mois. Une pintade pond en moyenne 70-80 oeufs par saison de ponte en Afrique contre 165-170 dans les pays tempérés. L'incubation est de 27 jours ; l'éclosabilité est de 86-88% dans les pays tempérés (**Coz Douin**, 1992).

1.9. Habitat

L'habitat des pintades est propre au type d'élevage pratiqué. Il existe à cet effet trois (03) types d'élevages :

En ce qui concerne le type d'élevage en semi-liberté, le bâtiment doit être sur un terrain plat, perméable et non inondable, avec 2 ou 3 rangées d'arbres à feuillage permanent pour faire de l'ombrage.

Le bâtiment doit être orienté de manière à avoir une bonne aération. Ce type d'élevage est conseillé pour les pintadeaux de 6 semaines au moins.

- Pour les pintadeaux jusqu'à 4 semaines, il faut délimiter une surface de 1m de côté. Les ouvertures grillagées de tout le poulailler seront fermées avec des nattes superposées sur des toiles cirées pendant les 4 premières semaines, sauf s'il fait très chaud au cours de la journée. Installer dans la poussinière, une litière de 15cm à 20cm de copeau de bois.

- Pour les pintadeaux de 4 à 6 semaines, ils auront accès à un parc (volière) dont la surface sera identique à celle de la poussinière. Il est également possible de les transférer dans un habitat du type « élevage en semi-liberté » décrit plus haut. Cas du centre songhaï (BENIN) Nous avons aussi l'élevage en claustration où les pintades sont enfermées de l'étape poussin à l'étape adulte ; ceci ne favorise pas la ponte. Enfin l'élevage en liberté où les pintades sont laissées pour compte de la naissance à l'étape adulte (**Tohouindo**, 2010)

1.10. Alimentation

Les pintades sont des oiseaux granivores et herbivores (**CRAAQ**, 2003) des régions subsahariennes humides et subhumides, de forêts ou plutôt de savanes arborées, vivant dans les hautes herbes et les arbustes, farouches, se nourrissant de baies, de jeunes pousses, mais aussi de graines et d'insectes (**Thewis et al.**, 2005).

a) Pintadeaux de chair

La durée d'élevage du pintadeau est de 11 à 13 semaines. Pour ajuster les apports alimentaires aux besoins, il faut disposer de trois types d'aliments correspondant à chacune des périodes :

0-4 semaines= Démarrage, 5-8 semaines = Croissance, 9-11 ou 13 semaines = Finition.

A titre indicatif, nous donnons dans le tableau (3) les gains de poids vifs, consommations et indices mesurés à la fin des différentes périodes ; le tableau (4) indique les consommations hebdomadaires d'aliment et d'eau. Jusqu'à l'âge de 12 semaines, le développement pondéral des deux sexes est le même.

Au delà de cet âge, la femelle réalise des gains de poids vif supérieurs d'environ 20p.100: cette croissance supplémentaire est liée à la maturation sexuelle (fonction de la durée d'éclaircissement et de son évolution); elle ne correspond qu'à un dépôt de graisse et au développement des organes génitaux (**INRA**, 1989).

b) Pintades reproductrices

La pintade a de meilleures performances de ponte lorsque les aliments qu'elle reçoit renferment un taux énergétique égal ou supérieur à 2800 Kcal/kg. Les besoins quotidiens de la

femelle, au cours des mois où la production est la plus intense, sont présentés dans le tableau (5) (INRA, 1989).

Tableau 03 : Evolution du gain de poids, de la consommation et de l'indice pendant la croissance du pintadeau (INRA, 1989).

Période	Gain de poids (g)	Consommation (g) (*)	Indice de consommation (*)
0 à 4 Semaines	480	890	1,85
5 à 8 Semaines	825	1970	2,39
9 à 11 Semaines	430	1820	4,23
12 ^{ème} Semaine	95	590	6,2
13 ^{ème} Semaine	75	530	7,07
0 à 11 Semaines	1735	4680	2,7
0 à 12 Semaines	1 830	5270	2,88
0 à 13 Semaines	1905	5800	3,05
(*) Aliment tirant 3100 Kcal/Kg ; Température ambiante 20 °C.			

Tableau 04 : Consommation d'eau et d'aliment par semaine chez le pintadeau en croissance (INRA, 1989).

Semaine	Aliment (*)	Eau
1	80	170
2	170	360
3	265	555
4	475	790
5	435	915
6	495	1040
7	510	1070
8	530	1110
9	565	1185
10	610	1280
11	645	1350
12	590	1240
13	530	1110
14	520	1090
(*) 3100 Kcal/Kg ; Température ambiante 20 °C.		

Tableau 05 : Besoins quotidiens de la pintade reproductrice (g) (INRA, 1989).

Besoin énergétique	310 Kcal Variable selon la température
Protéines brutes	13
Lysine	0,58
Méthionine	0,3
Acides aminés soufrées	0,53
Tryptophane	0,14
Tréonine	0,41
Glycine + Sérine	0,2
Leucine	0,75
Isoleucine	0,62
Valine	0,51
Histidine	0,17
Arginine	0,54
Phénylalanine + Tyrosine	0,97
Minéraux	
Calcium	3,8
Phosphor total	0,68
Phosphor disponible	0,44
Sodium	0,14
Chlore	0,13
Acide linoléique	0,8

2. Viande de la pintade (*Numida meleagris*)

2.1. Caractéristiques

La pintade est une viande de haute qualité, elle dispose d'une belle couleur de peau brun-orangé. Sa chair brune est ferme et goûteuse (NAMP, 2007). Elle est d'ailleurs réputée pour son excellente qualité gustative en France et en Italie, où elle représente 30 % de la production de la viande (FAO, 2002). Du fait de la qualité de sa viande, celle d'un excellent gibier, elle est cependant vendue beaucoup plus cher, d'où l'intérêt de son élevage (Thewis *et al.*, 2005). Sa viande est un excellent choix tant gastronomique que diététique (sa teneur en cholestérol est de 75mg/100g de chair) (Tohouindo, 2010).

2.2. Composition

La composition chimique du muscle est très variable entre les animaux, chez un même animal et d'un muscle à l'autre (**Elramouz, 2005**).

Le point fort de ce type de viande c'est qu'elle est une excellente source de vitamine B3 et champion des viandes fraîches en teneur protéique. De plus elle est riche en minéraux, notamment en fer et constitue une source importante de vitamine du groupe B (**Koney, 1993**).

La figure suivante représente la composition chimique de la viande crue du poulet, de la pintade et du lapin.

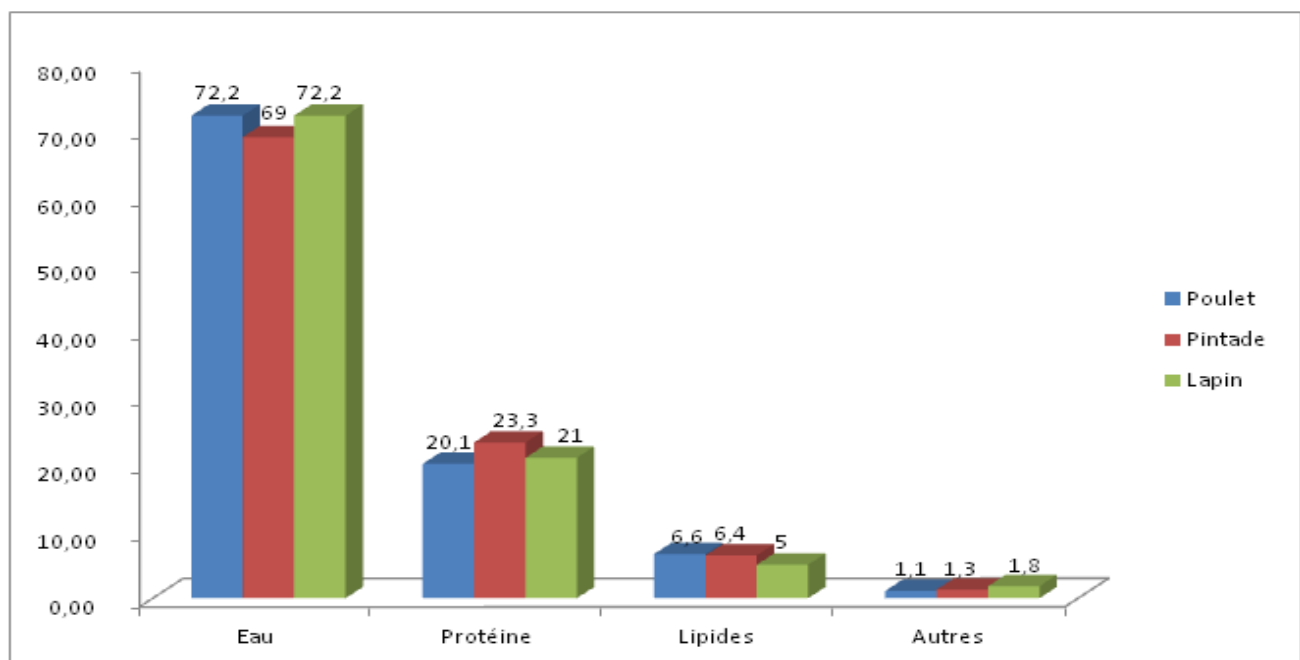


Figure 06 : Composition chimique (g) pour 100g de fraction comestible des viandes de poulet, de pintade grise et de la viande de lapin. (**REGAL et CIV, 2003. Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve p., Turrini A., 1998**).

Il a été démontré par les travaux de **Elisabeth et al.**, en 2003 sur la qualité des carcasses de viande de pintade label, que le muscle pectoral de pintade présente des teneurs moyennes respectives en eau, protéines, lipides et matières minérales de 73.64 %, 25.05 %, 1.32 % et 1.01 %. **Hamm et al.**, (1982) et **Ceroli et al.**, (1992) donnent pour le filet de pintades abattues à 84 ou 90 jours des valeurs du même ordre.

2.3. Effet de la cuisson sur la qualité nutritionnelle de la viande de la pintade

L'étude de l'effet de la cuisson et le type de muscle sur la qualité de la viande de la pintade (*Numida meleagris*) menée par **Hoffman** et al ., *et al* 2012 a mis en évidence que la méthode de cuisson n'avait aucun effet sur la teneur en matière grasse (tableau 06), bien que la viande cuite en rôtissage ouvert produit plus d'humidité dans les trois muscles (filet, pilon et l'haut de la cuisse). La teneur en cendres était le plus élevé dans l'haut de cuisse que les autres muscles.

Tableau 06 : Effet des méthodes de cuisson sur différents muscles de la viande de la pintade (*Numida meleagris*) (**Hoffman**., *et al* 2012).

Composition	Morceau	Traitements		
		Sac de cuisson	Emballage d'aluminium	Rôtissage ouvert
Humidité	Filet	66.06	66.59	68.08
	Pilon	62.80	63.78	63.82
	Haut de cuisse	66.75	67.11	67.12
Protéine	Filet	31.40	31.13	29.50
	Pilon	32.23	31.43	31.16
	Haut de cuisse	27.57	27.17	26.67
MG	Filet	2.82	2.67	2.52
	Pilon	4.24	4.25	4.30
	Haut de cuisse	4.88	4.71	5.05
Cendre	Filet	1.27	1.36	1.43
	Pilon	1.35	1.28	1.60
	Haut de cuisse	1.21	1.38	1.35

3. Œufs

Les pintades produisent 90 à 170 œufs par an (**Thewis et al.**, 2005). La partie comestible de l'œuf de la pintade (*Numida Meleagris*) (Tableau 7) contient 83,3% de protéine comestible et 6,74% de lipides pour un total de poids 35,4 g en moyenne, Le profil d'acides aminés meilleur que celle d'une poule. L'œuf contient aussi en quantité notable du fer. (**Adeyeye.**, 2010). La coquille plus épaisse et solide que celle des œufs de poule; ils s'accrochent donc du transport sur chemins difficiles sans casse importante (**Thewis et al.**, 2005).

Tableau 07 : Caractéristique de la l'œuf de la pintade (*Numida Meleagris*) (**Adeyeye**, 2010).

Paramètre	Valeur
Poids (g)	35,4
Longueur (cm)	5
Largeur (cm)	3,9
Coquille (g)	5,9
Coquille (%)	16,7
Protéines comestible (g)	29,5

Chapitre III

Viande: milieu sensible à la cuisson

Introduction

Les aliments destinés à la consommation humaine peuvent être à la fois de simples vecteurs de micro-organismes, mais aussi des milieux favorables au développement des bactéries. Ce développement peut avoir des conséquences redoutables par leur incidence sur la santé des consommateurs et par les pertes alimentaires occasionnées (**Bourgeois et al.**, 1996).

La cuisson de la viande est un moyen de réduire le risque d'infection par les bactéries. Les contaminations bactériennes peuvent avoir lieu au moment d'abattage ou de la conservation de la viande. Elle rend également les viandes plus faciles à digérer car la chaleur permet le déroulement des protéines qui deviennent plus accessibles aux enzymes digestives (**Birlouez-Aragon et al.**, 2005).

1. Cuisson

Certaines viandes peuvent se manger crues mais la plupart du temps ces produits subissent un traitement thermique. La cuisson arrive le plus souvent en fin de fabrication en tant que phase ultime avant la consommation. Cette étape, réalisée soit par le transformateur soit par le consommateur, doit faire l'objet d'une attention particulière. Elle fait intervenir des transferts de quantité de chaleur, matière et des réactions physico-chimiques, biochimiques et microbiologique (**Branger et al.**, 2007).

1.1. Historique

L'homme cuit ses aliments probablement depuis qu'il maîtrisé le feu. Les premiers foyers ont été découverts dans les cavernes du sinanthrope, un Homo erectus qui vécut entre 400 000 ans et 250 000 ans avant notre ère. Des restes attestés de repas cuits ont, quant à eux, été retrouvés chez l'Homme de Neandertal qui a peuplé l'Europe entre 100 000 ans et 35 000 ans avant notre ère (**Derache**, 1994). Il s'agit donc d'une habitude alimentaire très ancienne dont les impacts sur les aliments sont multiples et donnent des avantages divers. La cuisson est d'ailleurs si ancienne et si commune à tous que les habitudes, traditions et croyances s sont souvent perpétuées sans réelles validations ni bien-fondés jusqu'à nous (**This**, 2002).

1.2. Définition

Le mot cuisson vient du latin « *coctio* », de coquere (cuire) (**Dixel**, 2010). C'est l'action de préparation des aliments par le feu, la chaleur ou par des radiations (micro-onde) (**Birlouez-**

Aragon et al., 2005). Consultons le mot « *Cuisson* » dans le Grand Larousse gastronomique : « Opération culinaire consistant à rendre, grâce à l'action de la chaleur, un aliment comestible plus appétissant et savoureux, et à favoriser sa conservation. La cuisson est une opération qui consiste à chauffer un aliment à un certain niveau pendant un certain temps et dans un environnement bien défini. Cependant, il convient de préciser que, contrairement à un simple chauffage qui se traduit par une élévation réversible de la température, la cuisson transforme l'aliment de façon irréversible en le faisant passer de l'état cru à l'état cuit. Le niveau de température, temps et environnement vont avoir, de façons croisées, des impacts sur la cuisson. À ces derniers, il faut ajouter la complexité de la formulation des aliments qui va ajouter un dernier niveau d'interactions quant à la production d'un aliment unique et original après cuisson, organoleptiquement et qualitativement satisfaisant. La cuisson permet finalement d'augmenter, par la diversification, la quantité d'aliments disponibles à notre nutrition (**Rocca-Polimeni**, 2009).

2. Modes de cuisson

Depuis la maîtrise du feu, les procédés employés n'ont cessé de se diversifier. Les sources d'énergie ont toutes été utilisées, à l'aide de flammes directes - cuisson au bois, au charbon, au gaz -, indirectes avec le fumage, ou sans flamme - cuisson à l'électricité, à la vapeur, sous-vide, cryogène (**ArScAn**, 2010).

On peut distinguer, la cuisson sèche ou humide: cuisson par contact avec un solide, cuisson par contact d'un liquide (bouilli ou friture) ou cuisson par contact d'un gaz (au four ou à la vapeur). La cuisson sous vide: réalisée après un conditionnement sous vide (**Alain Branger**, 2012).

➤ Cuissons rapides

Ce mode de cuisson convient aux morceaux potentiellement tendres. Les cuissons rapides s'effectuent en chaleur sèche, sans ajout d'eau, et on distingue :

- **Grillade**

Il soumet la viande à des chaleurs vives sans utilisation de matières grasses et provoque une coagulation rapide et une coloration des protéines de surface, puis une coagulation à cœur en fonction des temps d'exposition à la chaleur (**CIV**, 2004). Ce mode de cuisson convient aux morceaux de volaille. Il s'effectue sur le gril du four barbecue réglé à feu moyen ou au four conventionnel, à 160°C (325°F). Il demande plus de soin que le rôtissage car la chair peut facilement s'assécher ou carboniser et la peau s'enflammer (**Fortin**, 1996). La viande est placée à environ 10 cm de la source de la chaleur (**Hélène**, 2002).

- **Poêlage**

Il consiste à cuire la viande dans une poêle ou sur une plaque chauffante (entre 100°C et 150°C), par contact avec un corps gras, la plaque ou la poêle étant huilée (CIV, 2004).

- **Rôtissage**

Il s'agit d'une méthode dans laquelle la chaleur est transmise à la viande par convection, dans un four à porte fermée, où la chaleur est homogène. Il a été montré que quand le four est préchauffé à de fortes températures, (232°C par exemple) il y a plus de pertes pendant la cuisson, d'éclaboussures ; la cuisson est moins uniforme et le rendement sera moins bon. La viande doit être placée au centre du four et une température basse est recommandée (180°C), la cuisson désirée est obtenue en surveillant, soit la température à cœur de la pièce à cuire, soit sa couleur, ou plus approximativement d'après le temps de cuisson (Hélène, 2002).

- **Cuisson aux micro-ondes**

La viande est chauffée par l'agitation moléculaire produite par le micro-onde. C'est la méthode de cuisson qui produit le plus de gouttes, de plus la cuisson n'est pas toujours uniforme (Hélène, 2002).

- **Cuissons lentes**

Traditionnellement, les morceaux riches en collagène font l'objet d'une cuisson lente et plus longue. Ces cuissons prolongées attendrissent les morceaux de viande car, dans la vapeur d'eau ou dans l'eau en ébullition, le collagène résistant se solubilise progressivement et est réorganisé en un réseau de courts peptides : la gélatine. Cette conversion se fait par hydrolyse de certaines liaisons covalentes du collagène. La cuisson prolongée entraîne une température de la viande à cœur supérieure à 80/90°C nécessaire à la gélatinisation du collagène. La viande, ainsi attendrie, conserve toutefois sa texture fibreuse car les protéines des fibres musculaires, contrairement au collagène, coagulent et sont insolubles (CIV, 2004).

- **Cuisson à la vapeur**

La cuisson à la vapeur est une technique qui consiste à placer l'aliment au-dessus d'un fond d'eau sous ébullition. Dans les conditions ménagères standards de la cuisson à la vapeur, celle-ci se forme à une température de 100°C qui correspond donc à la température maximale de cuisson. La fraction d'air dans l'ambiance de vapeur est variable. La cuisson à l'étouffée (ou à l'étuvée) ainsi que la papillote sont à rapprocher de ce mode de cuisson car on se trouve ici à mi-chemin entre une cuisson à l'eau et à la vapeur puisque l'aliment cuit dans son propre jus et sa vapeur qui l'entoure (CIV, 2004).

• Bouilli

Ce mode de cuisson par pochage consiste à faire mijoter la viande à feu moyen dans un grand volume d'eau à ébullition à peine perceptible, généralement en présence de légumes et d'aromates, comme par exemple pour le pot-au-feu. La viande cuite dans un bouillon est attendrie, mais elle perd de sa saveur. Cela s'explique tout simplement par le principe physique suivant : dans un milieu donné, les molécules ont tendance à migrer, des zones où leur concentration est élevée vers les zones où leur concentration est plus faible, jusqu'à ce qu'il y ait équilibre des concentrations entre les différents "compartiments". Le bouillon étant peu concentré, les molécules aromatiques et sapides de la viande qui se sont formées au cours de la cuisson vont diffuser dans le bouillon (CIV, 2004).

• Cuisson à l'étouffée

Elle consiste à cuire la viande dans une atmosphère saturée en vapeur d'eau. On commence par faire revenir la viande à feu vif afin que les réactions de brunissement (réactions de Maillard) engendrent la formation des arômes caractéristiques de viande grillée. La viande est ensuite placée en hauteur dans le panier d'une cocotte au fond de laquelle on met de l'eau et un bouquet garni. La cuisson se faisant à la vapeur, on évite la perte de saveur par diffusion des composés aromatiques et sapides de la viande. Au contraire, la saveur de la viande s'enrichit car la vapeur d'eau extrait les composés aromatiques du bouquet garni et ces composés imprègnent progressivement le morceau (CIV, 2004).

• Braisage

Contrairement à la viande bouillie qui cuit dans un grand volume de liquide, le braisage consiste à faire mijoter la viande dans une faible quantité de liquide, dans un récipient clos, à des températures de 90°C et au-dessus, jusqu'à 220°C par exemple en cocotte-minute. Toute sa réussite repose sur la réalisation d'un jus de cuisson riche et corsé qui "nourrit" la viande tout au long de la cuisson. On parle aussi d'une cuisson en ragoût, comme par exemple pour un bourguignon (CIV, 2004).

3. Rendement de la cuisson

Ce paramètre fournit une incidence globale sur les pertes à la cuisson. Si la maîtrise du rendement n'est pas très importante lors d'une cuisson ménagère, elle est capitale pour toutes les opérations de cuisson industrielle. Il apparaît que la cuisson au four de type rôti conduit toujours au rendement de cuisson le plus élevé (Richard *et al.*, 2001), il semble également que les rendements les plus faibles soient obtenus lors de la friture profonde. Les cuisson en

milieu aqueux (eau ou vapeur) et les fritures à la poêle donnent des pertes intermédiaires entre la cuisson au four et réel en friture profonde.

4. Impacts de la cuisson sur les principaux constituants de la viande

Plusieurs facteurs influent la qualité de la viande volaille, temps de désossage, âge, génétique, et les méthodes de cuisson. Cette dernière entraîne des pertes nutritionnelles (Vitamine thiamine par exemple) des pertes de matière par évaporation superficielle (jus de viande). Des réactions de prolyse des lipides au dessus du "point de fumée" (Alain Branger, 2012).

- **Teneur en eau**

La cuisson induit à la perte en eau de la viande cuite, cette perte explique l'enrichissement de la viande en matière sèche lors de la cuisson. Ainsi, la viande cuite contient 1,4 fois plus de protéine que celle crue. La perte en eau explique la majeure partie du rendement de cuisson (Rabot, 1998).

- **Protéines**

La chaleur provoque leur coagulation à la surface de la viande et qui évolue au cœur de celle-ci, on note alors une formation de la croûte et un changement de la couleur. La cuisson n'abaisse que peu ou pas la valeur nutritionnelle des protéines. Cependant, des modifications défavorables apparaissent parfois. Elle affecte, dans la plupart des cas, la structure primaire des protéines et la diminution des teneurs en acides aminés indispensables (Cuq, 1992), cela s'explique par le fait que les liaisons impliquées dans la structure spatiale de la protéine se rompent et la protéine se déplie. On dit qu'elle se dénature à la chaleur. Les acides aminés qui étaient jusqu'alors enfouis au cœur de la protéine sont exposés au milieu environnant, facilitant ainsi leur réaction avec d'autres constituants présents dans le milieu (Pouyat-Leclère, 2005).

Une étude menée par Dominguez *et al.*, 2015 a relevée qu'il n'y avait pas d'effets de modes de cuisson sur le profil des acides aminés.

La cuisson de la viande par jet de vapeur à 150 °C entraîne la formation de résidus carbonylés à partir de 60 secondes de traitement. Alors qu'après 5 minutes de chauffage, le taux de carbonyle est multiplié par 4. Les résidus carbonyles sont des facteurs de polymérisation et

d'agrégation des protéines car ils peuvent réagir sur les groupements amines libres pour former des liaisons amides intra ou inter chaînes (**Gatellier et al.**, 2008).

- **Lipides**

Seule la graisse sous-cutanée fond sous l'action de la chaleur et passe dans le jus de la cuisson. **Dominguez et al.**, 2015 ont conclu dans leur travail sur l'effet des modes de cuisson sur la qualité nutritionnelle de la viande de poulain de « Galician Mountain », que la cuisson par le rôti et par la grillade sont les meilleures techniques du point de vue nutritionnel ; les résultats montrent que la friture à l'huile d'olive influe sur le profil des acides gras, où les acides gras saturés étaient plus élevés à cause de l'incorporation des acides gras monoinsaturés de l'huile. Ces pertes peuvent être dues à trois mécanismes : oxydation, perte en acide gras par diffusion, des échanges entre le poulet et l'huile (**Ono et al.**, 1985). Selon (**Normand et al.**, 2010) la cuisson a eu un effet significatif sur les teneurs en C18: 3 n-3 relatives aux AG totaux de la viande hachée bovine.

D'après **Elaffifi et al.**, 2011, la cuisson affecte sensiblement les concentrations des lipides. Elle augmente la concentration des lipides totaux dans la viande d'agneau. Cette conséquence est liée à la perte d'eau durant la cuisson.

La cuisson provoque une oxydation partielle des acides gras polyinsaturés des phospholipides. Cette oxydation est plus importante dans les muscles oxydatifs que dans les muscles glycolytiques. La proportion d'acides gras polyinsaturés réduits lors de la cuisson augmente avec le nombre de doubles liaisons de l'acide gras. Ainsi, les pertes en acide linoléique sont faibles (**Gandemer**, 1997).

- **Minéraux**

La perte en sels minéraux est pratiquement nulle pour les viandes grillées et rôties ; pour la cuisson dans l'eau, les minéraux passent. Les traitements thermiques en milieu aqueux conduisent à des pertes souvent importantes en éléments minéraux et en vitamines. (**Cuq**, 1992). Le zinc, le cuivre et le fer sont les plus stables dans la viande cuites, cependant, le degré de rétrécissement de la viande pendant la cuisson affecte de manière significative la rétention des minéraux (**Adams et Reedman.**, 1988). **Hamou et al.**, 2015 n'ont pas trouvés un effet significatif de la cuisson sur la teneur en cendre.

- **Vitamines**

Les viandes contiennent un certain nombre de micronutriments important pour la santé humaine. A l'exception du foie, qui contient beaucoup de vitamine A, les viandes et les produits carnés sont surtout riches en vitamines du groupe B (**Kondjoyan**, 2008). Pour ce type de vitamine, les pertes lors de cuisson dépend essentiellement du type de traitement : couple temps-températures et de l'humidité ambiante (cuisson sèche ou humide). 2à à 50% de la teneur initiale en vitamine B peuvent être perdus au cours de l'opération de cuisson (**Culioli.**, 2003).

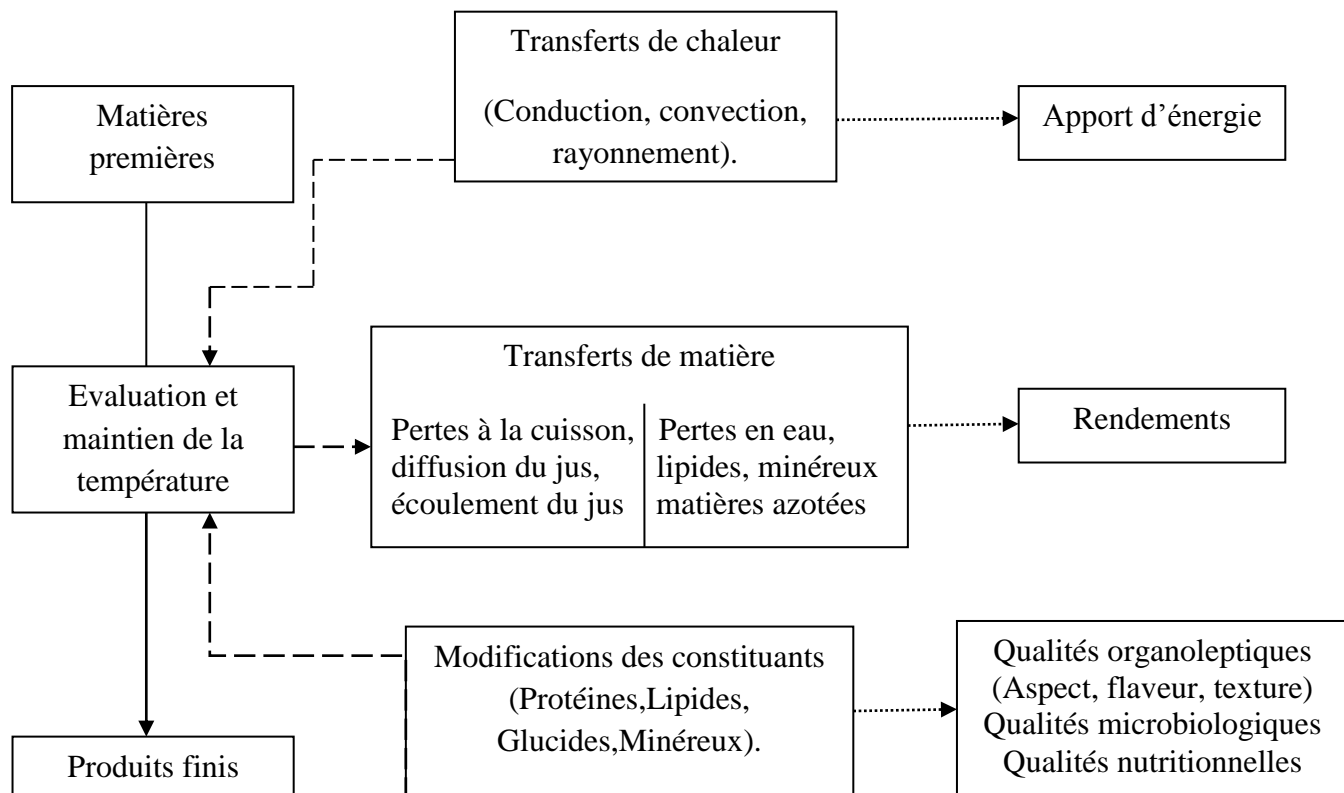


Figure 07 : Traitements thermique et leurs conséquences (**Branger et al.**, 2007).

5. Choix du mode de cuisson

Le choix du mode de cuisson détermine également la sécurité chimique de l'aliment. Par exemple, en ingérant une viande bien grillée, les risques de contamination bactérienne sont réduits mais il apparaît à la surface de la viande une sorte de croûte qui contient des produits cancérigènes: les amines hétérocycliques. L'accumulation de ces produits est proportionnelle à la température de cuisson et à sa durée, Dès que le brunissement en surface devient trop intense, ceux-ci sont présents en quantité notable. C'est la réaction de Maillard qui

est à l'origine de ces composés. Or cette réaction est active par le fer présent dans la viande, notamment la viande rouge (**Birlouez-Aragon et al.**, 2005).

Faire cuire la viande en milieu humide (dans l'eau ou à la vapeur) empêche la production de ces composés et permet également d'augmenter la tendreté de certaines viandes. C'est en effet les morceaux riches en collagène qui sont utilisés pour ce type de cuisson (**Birlouez-Aragon et al.**, 2005).

Partie

Expérimentale

Matériels et méthodes

1. Objectifs de travail

Plusieurs expériences ont été réalisées afin d'estimer l'influence du muscle et de modes de cuisson sur la qualité nutritionnelle et physico-chimique de la viande. Dans ce domaine, peu d'études ont été réalisées sur la chair de la pintade (*Numida meleagris*).

Malgré sa qualité nutritionnelle et diététique importante, cette espèce reste «méconnue» dans notre pays. Dans ce contexte, la première partie de notre étude a eu pour objectif d'évaluer les caractéristiques corporelles de la pintade (*Numida meleagris*) afin de savoir le rendement de cette espèce en viande, ainsi que la qualité microbiologique, dans la seconde partie on se propose d'étudier l'effet combiné de muscle et de plusieurs modes de cuisson sur les qualités physicochimique, nutritionnelle de sa chair.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les matériels et les différentes méthodes utilisés dans la réalisation de cette étude.

2. Matériel biologique

Cette étude a porté sur des pintades (*Numida meleagris*) (mâles et des femelles issues d'une souche). Les animaux ont été abattus à un âge classique de commercialisation soit 11 à 15 semaines. Au total, 15 animaux ont été utilisés, de taille homogène. Le système alimentaire n'a pas été identifié dans cette étude.

3. Technique d'abattage et échantillonnage

Avant leur abattage, les animaux ont été soumis un repos et mise à jeun de 24h. La technique d'abattage ci-après mentionnée concerne l'acheminement des carcasses. Après la pesée des différents morceaux prélevés (filet et cuisse), ceux ci sont immédiatement conservés à -18 en vue d'analyses ultérieures.

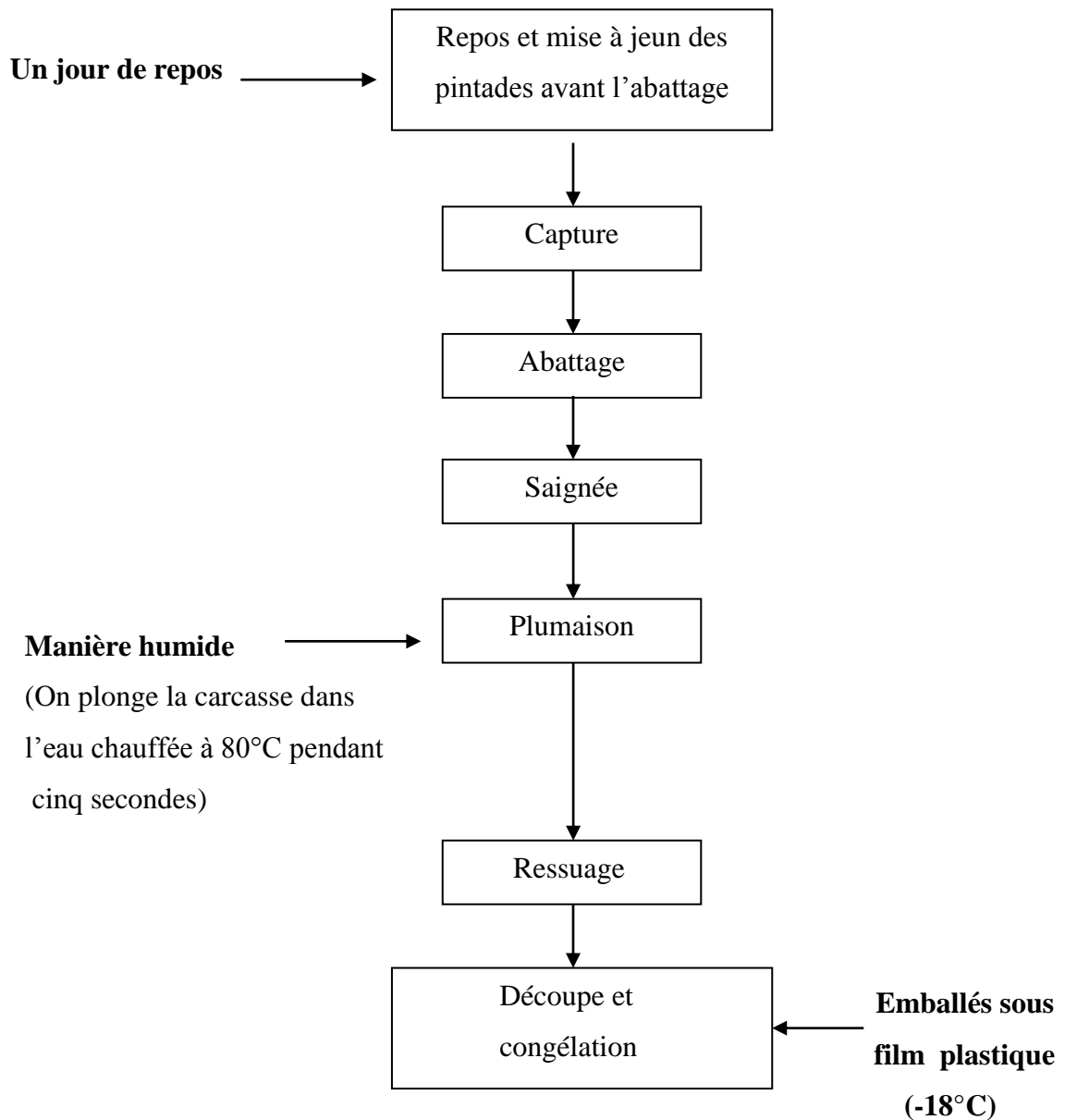


Figure 08 : Technique d'abattage des pintades.

4. Caractéristiques de la composition corporelle

Après la saignée, le total de la viande était séparé et pesé, ainsi que la graisse abdominale. Les autres parties de la carcasse (cou, gésier, viscère...etc.), dont la liste est contenue dans le tableau (08).

5. Cuisson de la viande

Les échantillons de viande (filet et cuisse) ont été cuits de la même manière, toutefois trois modes de cuisson ménagère ont été retenus dans notre essai ;

- ✓ Cuisson à la vapeur ; pendant trois durées (40, 60 et 80 minutes), en utilisant un cuiseur à la vapeur « SELECLINE ».
- ✓ Rôtissage ; les échantillons ont été cuits à une température ne dépassant pas 250°C pendant 1h15.
- ✓ Barbecue au feu de bois (Tronc de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)).

Une fois cuit, le tout est étiqueté, conditionné dans un emballage d'aluminium pour être conservé à -18°C pour d'éventuels analyses.

6. Lieu d'analyse

L'ensemble des analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire pédagogique, et le laboratoire de Technologie Alimentaire de Nutrition de l'université de Mostaganem, et Laboratoire d'ingénierie de biomolécule, université de Nantes sur une période de deux mois.

7. Analyses microbiologiques

L'élaboration des normes internationales est confiée en générale au comité technique de l'ISO qui est une organisation internationale de normalisation. La norme donne des directives pour le dénombrement des microorganismes dans les produits destinés à la consommation humaine et animale.

Les méthodes de dénombrement utilisées dans cette étude sont définies par cette organisation.

a. Préparation de la suspension mère

La suspension mère est la première dilution préparée à partir d'un produit solide (la viande). Les 10 g de viande sont placés dans le bol d'un mixeur en présence de 90ml d'eau peptonée. L'homogénéisation s'effectue à l'aide d'un broyeur électrique à couteaux de type « Virtis ». Cette solution homogène est la suspension mère et c'est la dilution 1/10 (10^{-1}). Les récipients sont stérilisés entre deux utilisations (CUQ, 2007).

b. Préparation des dilutions décimales

A partir de la solution mère, 1ml est introduit dans un tube contenant 9ml d'eau physiologique stérile à l'aide d'une pipette graduée stérile, C'est la dilution 1/100 (10^{-2}). La dilution 1/1000 (10^{-3}) sera préparée de la même façon mais à partir de la dilution précédente (Figure 09).

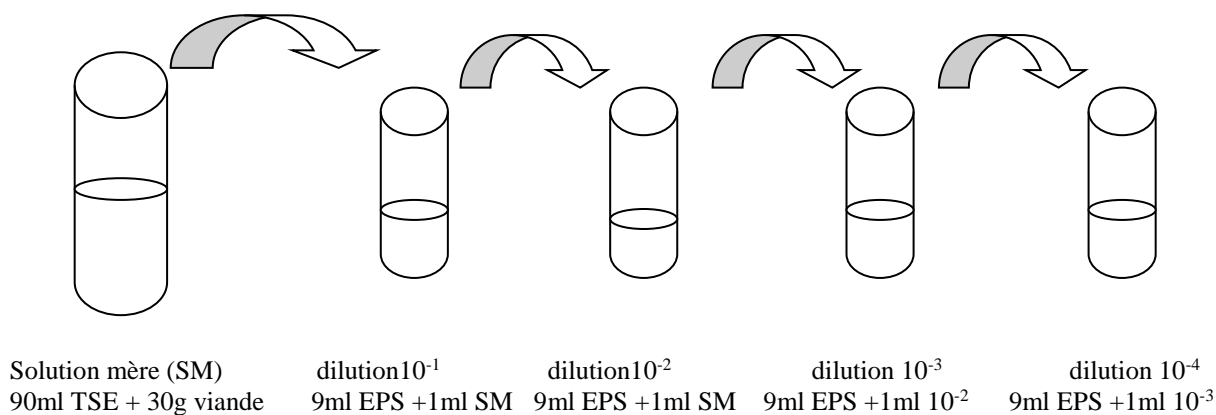


Figure 09: Schéma de la préparation de la solution mère et des dilutions décimales.

7.1.1. Dénombrement de la flore aérobique mésophile totale

Le dénombrement de la flore aérobique mésophile totale est réalisé selon la norme Française NF V 08-011N et NF V 08-51. Le comptage de colonies est effectué sur milieu solide après ensemencement par les solutions mères et les dilutions décimales et incubation en aérobiose à 30°C.

a. Ensemencement et incubation.

1 ml de la solution mère ou des dilutions décimales sont déposés dans des boîtes de pétri stériles à l'aide de pipettes stériles. 15ml de milieu **PCA** refroidit à 45°C, sont coulés dans chaque boîte de Pétri.

L'inoculum est soigneusement mélangé au milieu de culture par des mouvements circulaires et de « va-et-vient » ou en forme de « 8 » sur une surface fraîche et horizontale.

Après solidification, les boîtes ainsi préparées sont incubées retournées dans une étuve réglée à 30°C pendant 72h.

b. Lecture et interprétation

Selon la norme Française XPV08-102, chaque boîte retenue devra contenir au plus 300 colonies et au moins 15 colonies. Le comptage est effectué à l'aide d'un compteur de colonies après la période d'incubation, Le nombre de micro organismes par gramme de produit est calculé à partir des boîtes retenues au niveau de deux dilutions successives à l'aide de la formule suivante:

$$N = \text{Somme } C / (N_1 + 0.1N_2) / D$$

N : le nombre de micro organismes par gramme de produit

C: la somme des colonies comptées sur les boîtes retenue

N 1: le nombre de boîtes retenues à la première dilution

N 2: le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution

D: le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Le résultat de germes dénombrés à 30°C par g de produit est noté par un nombre compris entre 1 et 9.9 multiplié par 10ⁿ où n est la puissance appropriée de 10. Les résultats arrondis à deux chiffres significatifs après la virgule. Ils sont donnés en logarithme décimal d'unité formant colonies (**LARPENT, 1997 et DUTRUC- ROSSET, 2003**).

7.1.2. Dénombrement des coliformes fécaux

Selon la norme internationale, les coliformes fécaux sont des bactéries qui à la température spécifique, forment des colonies caractéristiques dans la gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL). Ces germes sont thermorésistants, ayant une température d'incubation est de 44°C. Ils sont dénombrés selon la norme Française NF V 08- 017, par comptage de colonies sur milieu solide.

a. Ensemencement et incubation

A partir de la solution mère ou des dilutions décimales, 1 ml est prélevé et versé dans des boîtes de pétri stériles à l'aide de pipettes stériles. 15ml du milieu VRBL refroidit à 45°C, sont coulés dans chaque boîte de Pétri. L'inoculum est soigneusement mélangé au milieu de

culture par des mouvements circulaires et de « va-et-vient » ou en forme de « 8 » sur une surface fraîche et horizontale. Après solidification les boites ainsi préparées sont incubées retournées dans une étuve réglée à 44°C, pendant 24h.

b. Lecture et interprétation.

Après la période d'incubation, les colonies rouges ayant poussées en masse dans les boites de pétri sont comptées à l'aide du compteur de colonies, en retenant celles contenant entre 15 et 300 colonies au niveau de deux dilutions successives. Le nombre de micro organismes par gramme de produit est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$N = \text{Somme } C / (N_1 + 0.1N_2) / D$$

N : le nombre de micro organismes par gramme de produit

C: la somme des colonies comptées sur les boites retenue

N 1: le nombre de boites retenues à la première dilution

N 2: le nombre de boites retenues à la deuxième dilution

D: le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Le nombre de germes par gramme de produit est noté par un chiffre compris entre 1 et 9.9 multiplié par 10^n où n est la puissance appropriée de 10. Les résultats sont arrondis à deux chiffres significatifs après la virgule et ils sont donnés en logarithme décimal d'unités formant colonie.

7.1.3. Dénombrement des Staphylocoques

a. Ensemencement et incubation

Dans des boites de pétri contenant le milieu sélectif Baird Parker additionné de tellurite de potassium et de jaune d'œuf, 0.5ml de suspension mère ou de différentes dilutions décimales sont ajoutés. L'inoculum ainsi apporté est étalé et les boites sont ensuite retournées et incubées à 37°C pendant 48 heures (M. C, 1995).

b. Expression de résultats

Le comptage des colonies caractéristiques (noires, brillantes, convexes de diamètre compris entre 0.5 et 2 mm, entourées d'une auréole claire se détachant du fond du milieu) dont la couleur est obtenu par la réduction du tellurite de potassium contenu dans le milieu par le *Staphylococcus aureus*, confirmé par l'épreuve de coagulase positive permet de déterminer le nombre de *Staphylococcus aureus* par gramme de produit (M C, 1995).

8. Analyses physico-chimiques et nutritionnelle

a) Détermination du pH

Le pH des échantillons de viande a été déterminé selon la norme **AFNOR NF ISO 10-390**. Une masse de 20g de matière sèche est mise dans 100 ml d'eau distillée. La suspension est homogénéisée. La mesure du pH se fait directement par lecture sur un pH-mètre.

b) Détermination de la matière sèche et de la teneur en eau (AFNOR, 1985)

Le dosage de la matière sèche consiste en une dessiccation d'un poids défini de la prise d'essai de l'échantillon à 105 °C dans une étuve pendant 24 heures.

➤ Préparation de l'échantillon

- L'échantillon est représentatif d'un lot.
- Broyer l'échantillon coupé en morceaux dans un mortier ou un hachoir jusqu'à obtention d'un mélange bien homogène

➤ Mode opératoire

- Peser la capsule vide (m_0);
- Transvaser de 5g de l'échantillon dans la capsule .
- Sécher à l'étuve pendant 24h a 105°C .
- Placer la capsule dans un dessiccateur, laisser refroidir jusqu'a température ambiante;
- Peser après séchage(m).

➤ **Calcul et expression des résultats**

La teneur en matière sèche est déterminée par un calcul :

$$\% \text{ MS} = \text{poids de MS} / \text{poids de prise d'essai} \times 100$$

Ainsi, le taux d'humidité est déterminé par déduction :

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

c) Méthodes de dosage des cendres (AFNOR, 1985)

➤ **Mode opératoire**

Le dosage des cendres consiste à une incinération de la prise d'essai de l'échantillon à 550 °C dans un four à moufle pendant 3 heures, conduisant à une destruction totale de la matière organique.

➤ **Calcul et expression des résultats**

La teneur en matière minérale est calculée de la manière suivante :

$$\% \text{ MM} = (M_2 - M_0 / M_1 - M_2) \times 100$$

M₀ : poids du creuset vide (g)

M₁ : poids du creuset avec la prise d'essai (g)

M₂ : poids du creuset avec le poids des cendres brut (g)

d) Méthode de dosage des protéines Lowry *et al*, (1951)

Les protéines ont été déterminées selon la technique décrite par Lowry *et al*, (1951). Les protéines réagissent avec le réactif de Folin-Ciocalteu (un mélange de tungstate et de molybdate de sodium en solution dans l'acide phosphorique et l'acide chlorhydrique) pour donner des complexes colorés. La couleur ainsi formée est due à la réaction du phosphomolybdate par la tyrosine et le tryptophane. Les densités optiques sont mesurées à 550-750 nm avec un témoin, une solution contenant tous les réactifs sans l'échantillon.

Ce dosage se fait à travers d'une gamme étalon, réalisée à l'aide de quantités connues de l'ovalbumine.

➤ **Mode opératoire**

L'aliquote est broyée avec l'eau physiologique et filtrée sous un accumulateur de glace pour ne pas dénaturer la fraction protéique de l'échantillon. Le filtrat obtenu est dilué (1ml de filtrat dans 100ml d'eau distillée), ensuite cette solution est conservé dans des tubes à essai à 4°C.

La solution de l'ovalbumine est préparée à différentes concentrations, puis conservée à 4°C.

Pour obtenir le réactif de Lowry, deux solutions sont préparées :

Solution (a) : contient le bicarbonate de sodium et de la soude (5 g de Na₂CO₃ et 1 g de NaOH dilués dans 250 ml d'eau distillée).

Solution (b) : contient 0,125 g de CuSO₄ et 0,25 g de Na Tartrate dilués dans 25 ml d'eau distillée.

Le réactif de Lowry est ajouté dans chaque tube préparé, et laissés se reposer pendant 10 minutes.

Ensuite, après avoir dilué le folin à moitié, il est aussi ajouté dans les tubes, puis sont agités au vortex et laissés se reposer à l'obscurité pendant 30 minutes à 4°C.

La lecture se fait dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 600 nm.

➤ **Calcul de la teneur en protéines brutes**

Les densités optiques ont été ensuite converties en mg de protéines grâce à une droite d'étalonnage de l'ovalbumine préparée dans les mêmes conditions.

Préparer la solution de BSA (Sérum Albumine Bovin) avec de l'eau distillée. (0,025g de BSA dans 100ml d'eau distillée).

Pour les tubes de la BSA, il faut prendre :

- ✓ 1^{er} tube : 0,1ml de la solution BSA + 0,9 ml d'eau physiologique.
- ✓ 2^{eme} tube : 0,2ml de la solution BSA + 0,8 ml d'eau physiologique.
- ✓ 3^{eme} tube : 0,3 ml de la solution BSA + 0,7 ml d'eau physiologique.
- ✓ 4^{eme} tube : 0,4 ml de la solution BSA + 0,6 ml d'eau physiologique.
- ✓ 5^{eme} tube : 0,5 ml de la solution BSA + 0,5 ml d'eau physiologique.
- ✓ 6^{eme} tube : 0,6 ml de la solution BSA + 0,4 ml d'eau physiologique.

Et un autre tube à essai (témoin) de quelques millimètres d'eau distillée.

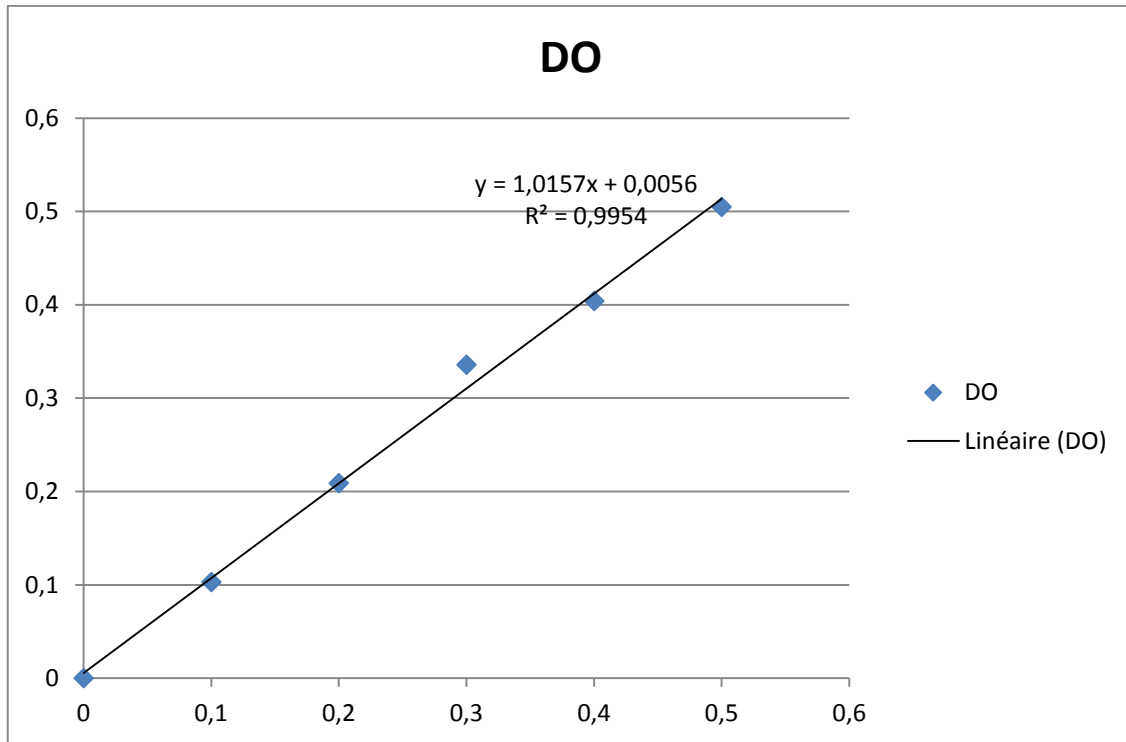


Figure 10 : Courbe d' étalonnage BSA.

e) Dosage de la matière grasse totale Folch et al, (1957)

Les lipides sont extraits suivant la méthode de **Folch et al, (1957)**. Cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme / méthanol (2/1 ; v/v). L'addition d'une solution aqueuse de NaCl à 0,58% permet la séparation des phases.

La phase supérieure constituée de méthanol et d'eau, contient les composés hydrophiles (glucides et protéines) dont la dissolution est favorisée par la présence de sel, tandis que les lipides sont dissous dans la phase organique inférieure. La pesée du ballon contenant l'extrait lipidique après évaporation du solvant permet de calculer la teneur en lipide exprimée en g par 100g d'échantillon.

➤ Mode opératoire

10 g de l'échantillon de muscle (*Femoris* ou *Longissimus dorsi*) a subi un broyage à l'homogénéisateur (type Thurax ou broyeur MSE) en présence de 60 ml de réactif de Folch (méthanol-chloroforme).

Le mélange obtenu est filtré à vide sur verre fritté.

Le filtrat est additionné d'une solution de NaCl à 0,73% à raison d'un volume de NaCl pour 4 volumes de filtrat est soumis à décantation pendant deux heures.

Après décantation, les deux phases apparaissent incolores, limpides séparées par un ménisque. La phase inférieure (organique : (chloroforme – lipides) est filtrée sur du sulfate de sodium qui à la propriété d'absorber l'eau.

La phase supérieure est rincée avec 50 ml d'un mélange à 20% de NaCl (0,58%) et 80% de réactif de Folch de façon à obtenir le reste des lipides dans cette phase. La phase inférieure est ainsi filtrée comme précédemment.

➤ **Calcul et expression de résultats**

Le chloroforme est évaporé sou vide dans un rotavapor, La quantité de lipides mise à sec est pesée. Par rapport au poids initial de l'échantillon, le pourcentage des lipides totaux est déterminé.

Dans le but d'un passage en CPG, les lipides sont recueillis et placés dans un petit pilulier stockés à -18 °C.

f) Dosage de l'indice de peroxyde

Les produits secondaires de l'oxydation des lipides les plus couramment dosés sont les aldéhydes. L'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le malonaldéhyde(MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ou jaune possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 532 nm. La concentration des substances réactives au TBA (sr- TBA), exprimée en équivalent MDA est évaluée par la lecture de l'absorbance au spectrophotomètre visible des sr-TBA extraites des échantillons par l'acide trichloroacétique (TCA). La méthode est adaptée par **Génot** (1996).

➤ **Mode opératoire**

Un échantillon de viande de 2 g est placé dans un tube de 25 ml contenant 16 ml d'acide trichloroacétique à 5% (p/v) et 100µl d'acide ascorbique (Vitamine C 0,1%).

Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (*Ultra-Thurax*) à une vitesse d'environ 20 000 tpm. Le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis de ce filtrat 2 ml sont additionnés à 2 ml d'acide thiobarbiturique. Pour les blancs, 2 ml d'acide thiobarbiturique sont ajoutés à 2 ml d'acide trichloroacétique.

Les tubes fermés sont plongés dans un bain-marie à 70°C pendant 30 minutes et placés dans un bain marie d'eau froide. La lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à 532 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent MDA (malonaldehyde) /kg. La coloration reste stable pendant 1 heure.

➤ Calcul et expression de résultats

Les résultats dégagés au cours de ces expériences sont obtenues par les formules suivantes :

mg équivalent MDA/ kg de l'échantillon = $(0,72 / 1,56) \times (A_{532} \text{ cor} \times V \text{ solvant} \times V_f) / PE$

$A_{532} \text{ cor}$: l'absorbance

$V \text{ solvant}$: volume de solution de dilution TAC en ml

PE : prise d'essai

V_f : volume du filtrat prélevé

0,72 / 1,56 : correspond à la prise en compte du coefficient d'extinction moléculaire du complexe TBA-MDA à la valeur de : 1,56. 105 M⁻¹. cm⁻¹ (Buedge et coll., 1978) et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de 72 g/mol.

8.1. Détermination du profil en acides gras

8.1.1. Préparation des esters méthyliques (Morisson et Smith, 1964)

C'est l'étape qui précède le passage à la chromatographie en phase gazeuse (CPG). Elle consiste à ajouter des groupements méthyles aux chaînes carbonées des acides gras. Leur volatilité devient ainsi plus importante, il en est de même pour la sensibilité et la rapidité de la chromatographie.

Environ 15 mg de lipides totaux extraits sont saponifiés à chaud (70°C) pendant 15 minutes dans 1 ml de solution méthanolique de soude (NaOH, 0,5 N). 500µl d'acide margarique (C17:0), qui sert d'étalon, y sont ajoutés. Les acides gras ainsi saponifiés sont convertis en

esters méthyliques au cours d'une méthylation (15 minutes à 70°C) dont le catalyseur est trifluorure de Bore (BF₃).

A la fin de cette étape, 2ml de pentane sont ajoutés puis 6 ml d'eau osmosée, qui permet d'extraire les acides gras méthylés. Après agitation au vortex et un temps de décantation (15 minutes environ), la phase supérieure (pentane+ esters méthyliques) est recueillie avec une pipette dans un pilulier annoté avant passage en chromatographie. Si la lecture n'est pas immédiate, les échantillons sont conservés à -20°C.

8.1.2. Analyse chromatographique

Les esters méthyliques d'acides gras sont analysés par le chromatographe perkin Elmer Autosystem XL. cet appareil est équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (air hydrogène) et muni d'un passeur automatique d'échantillons, et d'une colonne capillaire polaire en silice (longueur de 30 mètres et diamètre de 0,25 mm; Supelco) avec une phase stationnaire de 80% de biscyanopropyl et 20% de cyanopropylphényl Siloxane. L'échantillon liquide d'acides gras est injecté dans la colonne à l'état vaporisé (la température de l'injection est de 220°C. La température de la colonne s'élève par des plateaux (T1 :45°C ; T2 : 195°C ; T3 : 220°C ; T4 :240°C) suivie d'un programme de refroidissement.

La durée totale d'analyse est de 22 minutes. Les acides gras sont brûlés dans la flamme du détecteur (T°=240C). Les signaux émis à la sortie des AG sont enregistrés sous forme de pics qui constituent le chromatogramme. Le temps de référence de l'étalon interne, qui est le C17:0 (c'est lui qui permet la quantification des AG). Les acides gras sont exprimés en pourcentage des AG identifiés et en milligrammes par 100 grammes de tissus.

9. Analyse statistiques

Les résultats obtenus au cours de cette recherche sont traités avec un test bifactoriel en bloc à l'aide d'un logiciel informatique (STAT-BOX) suivant le test de Newman et Keuls .

Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Indice des conditions d'élevage et d'abattage des pintades

1.1.1. Composition corporelle de la pintade

Le poids vif moyen et la composition corporelle de la pintade sont représentées dans le tableau 08.

Tableau 08 : Composition corporelle de la pintade.

	Pintade
Poids à l'abattage (Kg)	1,11 ± 0,11
P.100 du poids vif	
Tête	3,88 ± 0,41
Pattes	3,44 ± 0,65
Visière	3,65 ± 0,59
Gésier	3,14 ± 0,60
Foie	1,64 ± 0,33
Cœur	0,51 ± 0,14
Graisse abdominale	0,4 ± 0,11
Carcasse éviscérée	74,85 ± 2,3
Cuisses	25,14 ± 2,7
Filet	11,76 ± 1,9

D'après le tableau (08) on remarque que le poids vif moyen des pintades est de 1,111 Kg, avec un rendement en carcasse estimé à 74,85%. Le filet représente 11,75% et les deux cuisses 25,14% du poids moyen de l'animal.

Les pesées révèlent aussi que le poids des graisses abdominales est de 0,4% par rapport au poids vifs des animaux.

Les abats représentent 5,29% du poids vif ; dont le foie, le cœur et le gésier représentent les proportions de 1,64 %, 0,51% et 3,14% respectivement.

1.1.2. Qualité microbiologique

Les résultats d'analyse des échantillons prélevés sont représentés dans le tableau (09).

Tableau 09: Charges moyennes de contamination des échantillons avant et après cuisson.

	Avant-cuisson	Après-cuisson		
		Rôtissage	Barbecue	Vapeur
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs
Staphylocoques	$40 \cdot 10^1$	$32 \cdot 10^1$	$50 \cdot 10^1$	$29 \cdot 10^1$
FTAM	$17 \cdot 10^3$	$13 \cdot 10^3$	$39 \cdot 10^3$	$17 \cdot 10^3$

Nous avons constaté que la microflore (Coliformes fécaux) a été absente dans la viande crue et cuite. Les résultats de la présente étude révèlent que les taux de contamination en FTAM et en Staphylocoques sont de l'ordre de $17 \cdot 10^3 \text{ UFC/g}$ et $40 \cdot 10^4 \text{ UFC/g}$ respectivement dans la viande crue.

La comparaison des niveaux de contamination de la viande crue de pintade par *S. aureus* par rapport à la viande cuite montre que l'échantillon cuit en barbecue est plus contaminé. De même pour la flore aérobie mésophile totale.

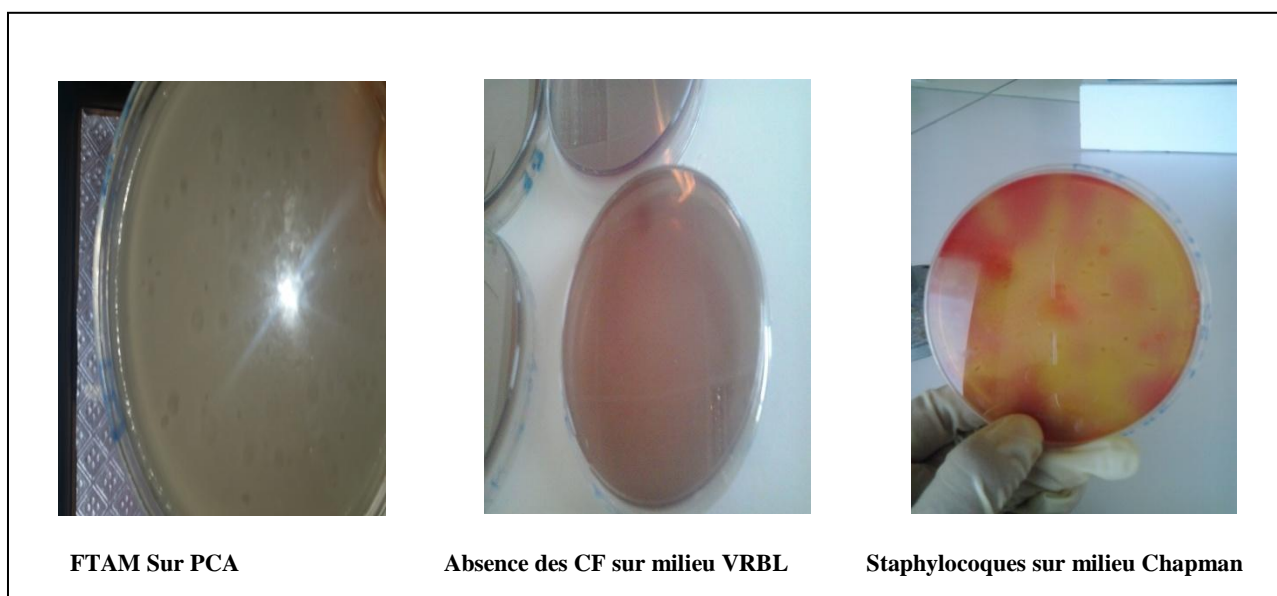


Figure 11: Microflore sur milieux de culture.

1.2. Qualités physico-chimiques et nutritionnelles avant et après cuisson

1.2.1. Valeurs de pH avant et après cuisson

Les valeurs de pH avant et après cuisson dans les deux muscles sont représentées dans le tableau (10), pour mieux caractériser les différences quantitatives existant entre pH, les valeurs de ce tableau ont été reprises en histogramme (figure 12).

Tableau 10: Valeurs du pH des deux muscles de la viande crue et cuite (en rôtissage, Barbecue et à la vapeur).

Muscle	Avant-cuisson	Après-cuisson				
		Rôtissage	Barbecue	Vapeur		
				40 min	60 min	80 min
Filet	6,39±0,006 ^a	6,32±0,01 ^a	6,17±0,15 ^c	6,15±0,01 ^c	6,01±0,01 ^e	6±0,01 ^e
Cuisse	6,23±0,11 ^b	5,44±0,01 ^g	5,72±0,04 ^f	6,09±0,02 ^d	6,02±0,01 ^e	6,02±0,02 ^e

(n=3± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

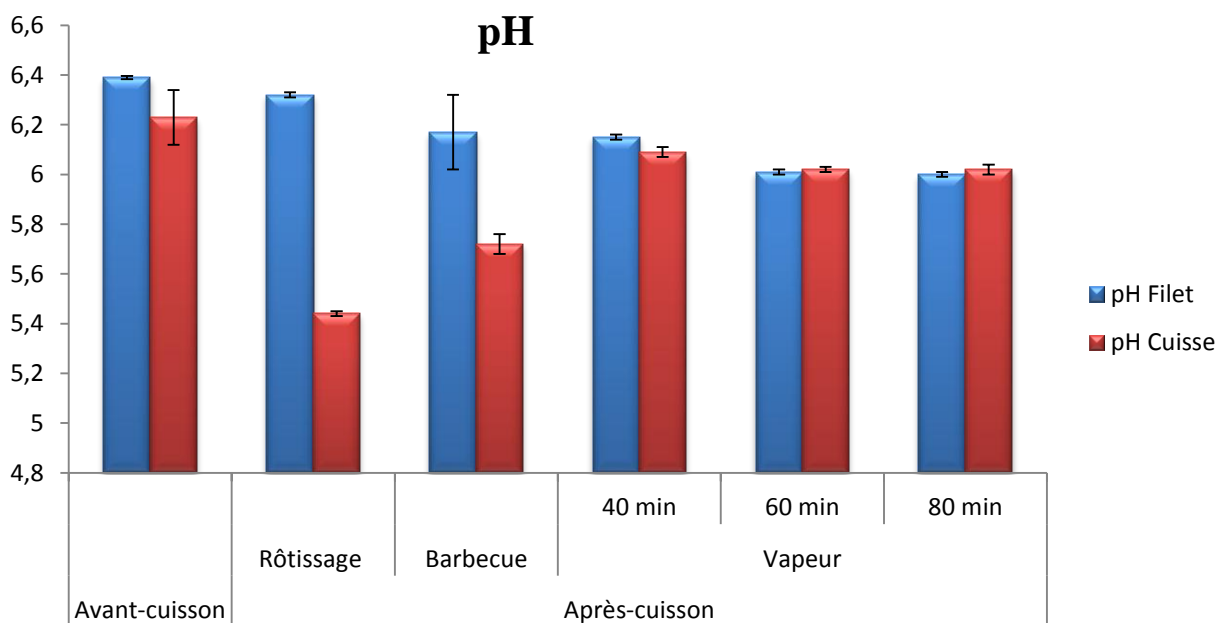


Figure 12: Valeurs du pH des deux muscles de la viande crue et cuite (en rôtissage, Barbecue et à la vapeur).

D'après les résultats représentés dans le tableau (10), on remarque un effet significatif du muscle sur le pH des viandes, le pH des viandes de filet est de 6,39 contre 6,23 dans la cuisse, soit une différence de 2,5%.

Après la cuisson nous avons enregistré une chute significative des valeurs du pH (6,31 pour les viandes crues vs 5,99 pour les viandes cuites) soit une différence de 5,07% .

L'analyse statistique montre aussi un effet significatif des différents modes de cuisson sur le pH. Elle s'est traduite par ;

Une diminution de pH dans la cuisse rôtie par rapport à la cuisse crue (5,44 vs 6,23) respectivement. Il semble que ce mode de cuisson n'avait aucun effet significatif sur le pH dans le filet. De même pour la cuisse cuite en Barbecue, nous avons remarqué une diminution de 8,18% de pH par rapport à l'état cru, la valeur de ce dernier dans le filet passe de 6,39 à 6,17.

L'analyse de variance a révélé aussi une différence significative de pH entre les viandes cuites à la vapeur et les viandes crues; le pH du filet est passé de 6,39 à 6,15 après 40min de cuisson et 6,01 après 60min et il se stabilise à cette valeur après 80 min. nous constatons également que le pH de la cuisse se stabilise à une valeur de 6,02 à 60 min jusqu'à 80 min.

Le pH dans les deux muscles diminue significativement après le traitement thermique quelque soit le mode de cuisson, la chute de pH la plus importante que nous avons enregistré est celle de la cuisse rôtie et cuite en barbecue 5,44 vs 5,72 respectivement. Les résultats révèlent aussi que le pH de la cuisse est plus sensible à la chaleur que celui du filet dont la valeur minimale de pH était de 6,01.

1.2.2. Stabilité oxydative

Les teneurs en malondialdéhyde (MDA) des viandes sont représentées dans le tableau 11 et la figure 13.

Tableau 11 : Teneurs en MDA des deux muscles avant et après cuisson (en rôtissage, Barbecue et à la vapeur) (mg/ 1Kg de viande)

	Muscle	Avant-cuisson	Après-cuisson				
			Rôtissage	Barbecue	Vapeur		
					40 min	60 min	80 min
MDA (mg/Kg de viande)	Filet	0,41± 0,35 ^c	2,5± 1,23 ^b	0,87± 0,37 ^c	0,29± 0,06 ^c	1,25± 0,35 ^b	2,92± 0,15 ^b
	Cuisse	0,67± 0,22 ^c	2,33± 0,89 ^b	2,43±0,85 ^b	0,3± 0,07 ^c	2,63± 0,33 ^b	5,47± 0,08 ^a

(n 3= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

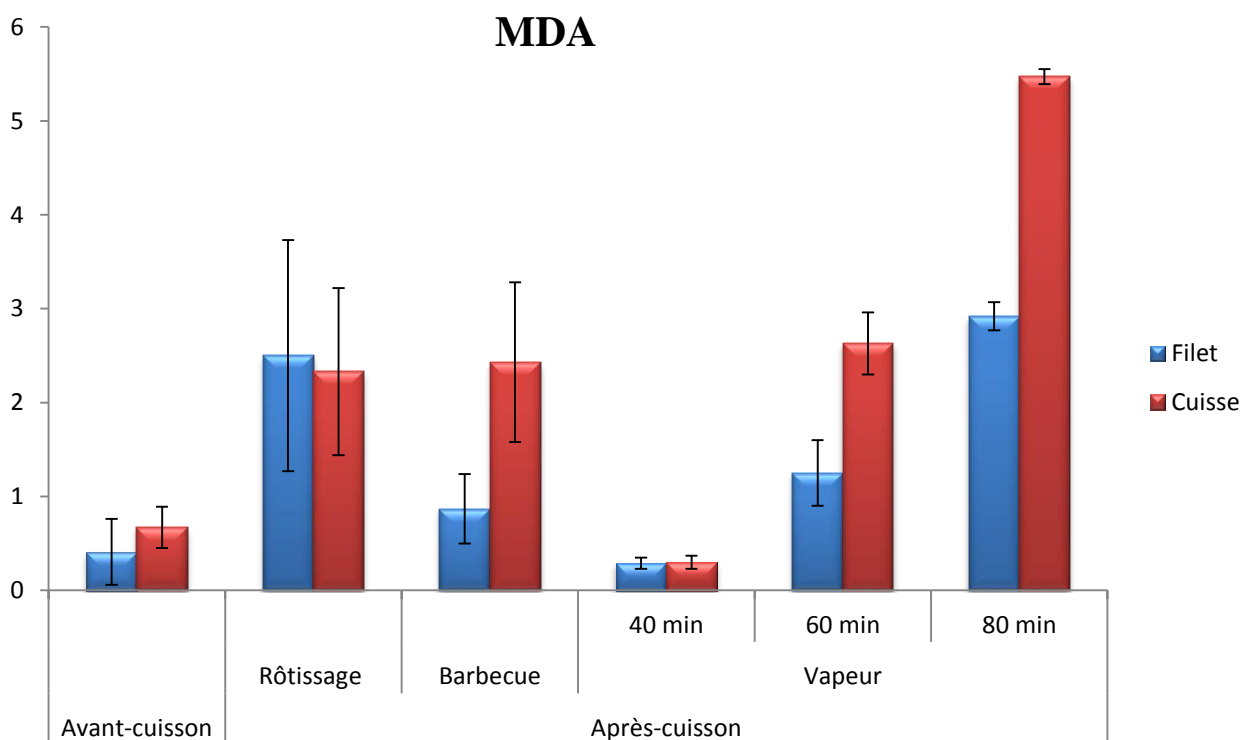


Figure13 : Teneurs en MDA des deux muscles avant et après cuisson (en rôtissage, Barbecue et à la vapeur) (mg/ 1Kg de viande).

La typologie musculaire n'a pas montré d'effet significatif sur les teneurs en MDA, une teneur de 0,41 vs 0,67 (mg/Kg de viande) dans le filet et la cuisse respectivement. La cuisson à la vapeur (40 et 60 min) n'a pas influencé les valeurs du MDA des viandes.

La cuisson quadruple les malondialdéhydes, les valeurs passe de 0,54 mg/1Kg pour les viandes fraîches contre 2,09% mg après la cuisson.

Les résultats révèlent la présence d'effets significatifs des cuissons par rôtissage et à la vapeur (60 et 80 min) sur les teneurs en MDA dans le filet.

La cuisson à la vapeur durant 40 min des muscles des cuisses n'influence pas les teneurs en MDA, une valeur importante à été enregistré dans la cuisse cuite à la vapeur pendant 80min 5,47 vs 0,67 (mg/Kg de viande) respectivement. Soit une différence de 78,75%.

Il semble que les muscles de cuisse sont plus sensibles à l'oxydation que les muscles de filet. Nos résultats prouvent que la cuisson en barbecue et à la vapeur durant 80 min affecte les teneurs en MDA des viandes (0,87 vs 2,43 et 2,92 vs 5,47 (mg/Kg de viande).

Ces résultats révèlent aussi que la viande cuite à la vapeur pendant 40min présente une teneur plus faible en MDA par rapport aux autres modes de cuisson.

1.2.3. Teneur en matière sèche

Les teneurs en eau et la matière sèche sont représentées dans le tableau (12) et les figures (14).

Tableau 12 : Teneurs en matière sèche avant et après cuisson (g/100g).

Muscle	Avant-cuisson	Après-cuisson				
		Rôtissage	Barbecue	Vapeur		
				40 min	60 min	80 min
Filet	24,88±0,07 ⁱ	33,63±0,17 ^e	29,79±0,22 ^g	32,48±0,02 ^f	39,47±0,11 ^g	41,43±0,10 ^b
Cuisse	25,72±0,02 ^h	44,49±0,15 ^a	39,96±1,05 ^c	35,9±0,05 ^d	39,97±0,05 ^g	33,10±0,02 ^e

(n 3= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

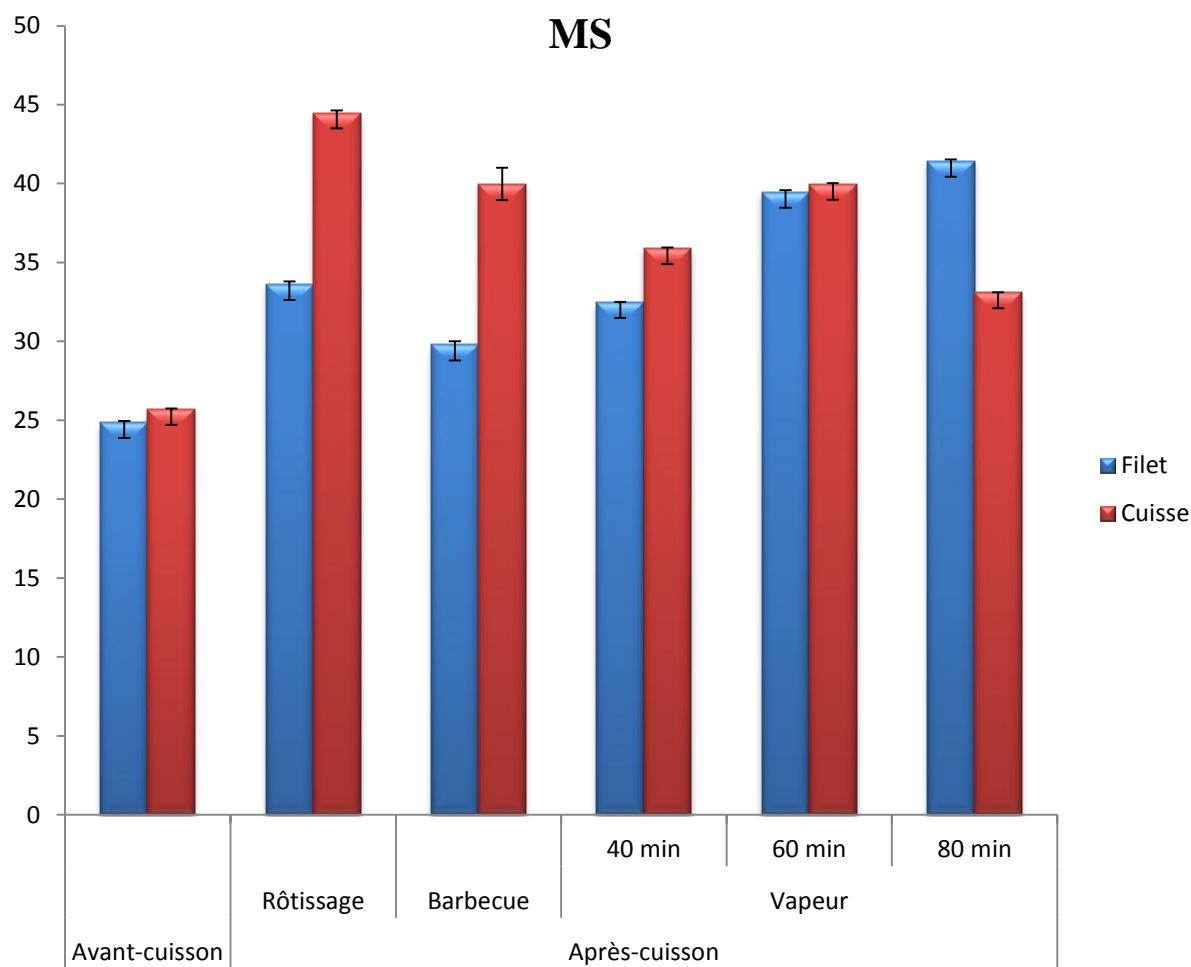


Figure 14: Teneur en matière sèche des deux muscles avant et après cuisson (g/100g de viande).

D'après les résultats (tableau 12), on constate clairement que la teneur en matière sèche dans la cuisse est supérieure par rapport à celle du filet (25,72 vs 24,89%), on pourrait constater que tous les modes de cuisson affectent la teneur en matière sèche.

Après cuisson, une diminution de 15,69% de la teneur en eau, et la teneur des autres constituants augmente.

Il semble que la cuisson conduit à une augmentation significative en matière sèche dans les deux muscles étudiés ;

Concernant le filet, la cuisson diminue les teneurs en eau d'une manière assez variable selon le mode de cuisson, la teneur en eau passe de 75,11 à 70,21% après cuisson en barbecue, la plus faible teneur a été enregistrée lors de la cuisson à la vapeur pendant 80min, soit une différence de 22,03%. Contrairement à la cuisse où la plus faible teneur en eau a été constatée dans le morceau cuit en Barbecue (74,28 vs 55,50%).

1.2.4. Teneur en matière minérale

Les teneurs en matière minérale des viandes sont présentées dans le tableau (13) et la figures (15).

Tableau 13: Teneur en matière minérale des deux muscles avant et après cuisson (g/100g de viande).

Muscle	Avant-cuisson	Après-cuisson					
		Rôtissage	Barbecue	Vapeur			
				40 min	60 min	80 min	
Filet	2,39±0,01 ^h	3,30±0,01 ^e	2,25±0,02 ⁱ	2,69± 0,02 ^g	5,14 ± 0,12 ^a	5,1 ±0,08 ^a	
Cuisse	3,19±0,16 ^f	4,12 ± 0,15 ^e	3,4± 0,02 ^d	4,50 ± 0,06 ^c	4,92±0,04 ^b	4,43 ± 0,03 ^c	

(n 3= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

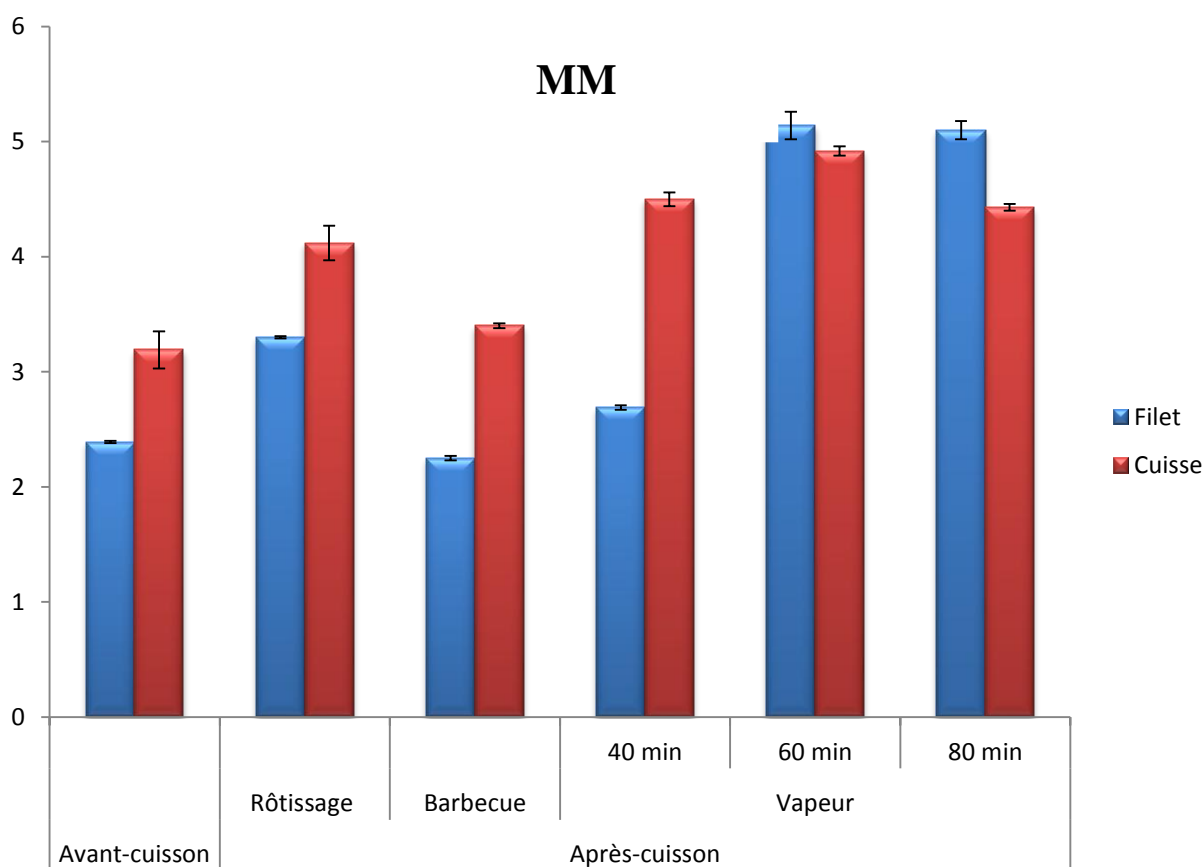


Figure15 : Teneur en matière minérale des deux muscles avant et après cuisson (g/100g de viande).

A l'état cru, la teneur en matière minérale dans la cuisse est plus importante par rapport à la valeur enregistrée dans le filet (3,19 vs 2,39 g/100g de viande).

Une augmentation de 42,83% de la teneur en cendre a été enregistrée après cuisson. La comparaison des moyennes obtenues après cuisson révèle un effet significatif du mode de cuisson et du muscle sur la teneur en matière minérale, des teneurs élevées sont enregistrées dans tous les traitements sauf pour le mode de cuisson en Barbecue, d'où la teneur dans le filet est passée de 2,39 g/100g de viande à l'état cru jusqu'à 2,25 g/100g de viande.

Des teneurs importantes ont été remarquées dans les viandes cuites à la vapeur.

1.2.5. Teneur en protéine

Les teneurs en protéine des viandes sont représentées dans le tableau (14) et la figure (16).

Tableau 14: Teneurs en protéine des deux muscles avant et après cuisson (g/100g de viande).

	Muscle	Avant-cuisson	Après-cuisson				
			Rôtissage	Barbecue	Vapeur		
					40 min	60 min	80 min
Protéine (g/100g)	Filet	24,99±1,88 ^b	17,44±0,50 ^d	25 ±1,73 ^c	31,34±0,3 ^a	21,54±0,47 ^d	25 ± 1,73 ^c
	Cuisse	21,87±2,18 ^b	16,36±0,11 ^d	21,16±1,04 ^c	31,57±0,04 ^a	16,96±0,01 ^d	19,24±6,21 ^c

(n 3= ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

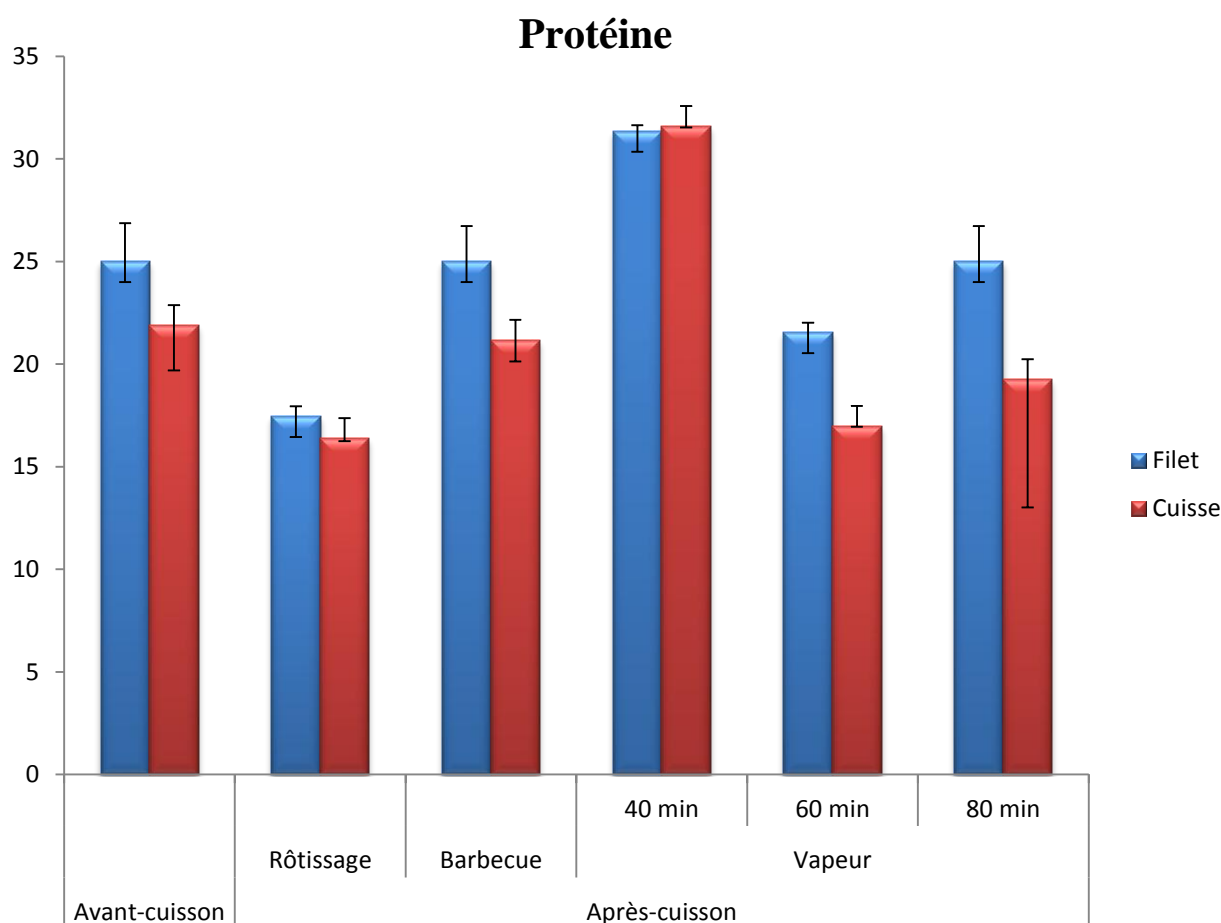


Figure 15: Teneurs en protéine des deux muscles avant et après cuisson (g/100g de viande).

Nous avons constaté d'après les analyses statistiques des résultats qu'il n'existe pas d'effet significatif du muscle sur la teneur en protéine (24,99g VS 21,87g) dans le filet et la cuisse respectivement..

Les résultats montrent qu'une cuisson à la vapeur durant 40 min accroît les teneurs en protéines (25,51%) dans le filet et la cuisse, La cuisson en rôtissage entraîne des pertes plus élevées en protéine (27,97%), et une diminution moins importante a été enregistrée dans les viandes cuites en barbecue. Nous avons remarqué que les protéines de filet avaient le même « comportement » à la cuisson que ceux de la cuisse.

1.2.6. Teneur en lipides totaux

Les teneurs en lipide des viandes sont représentées dans le tableau (15) et la figure (16).

Tableau 15: Teneurs en lipides totaux des deux muscles avant et après cuisson (g/100g de viande).

	Muscle	Avant-cuisson	Après-cuisson				
			Rôtissage	Barbecue	Vapeur		
					40 min	60 min	80 min
Lipides (g/100g)	Filet	0,42 ± 0,05 ^e	2,11 ± 0,6 ^c	1,33 ± 0,15 ^d	1,76 ± 0,06 ^c	4,01 ± 0,02 ^b	1,63 ± 0,02 ^c
	Cuisse	0,79 ± 0,08 ^e	1,9 ± 0,75 ^c	2,16 ± 0,25 ^c	2,1 ± 0,17 ^c	5,16 ± 0,14 ^a	1,59 ± 0,03 ^c

(n 3 = ± l'écart type), les valeurs en ligne affectées de lettres (a, b, c...) corrompant à des différences significatives.

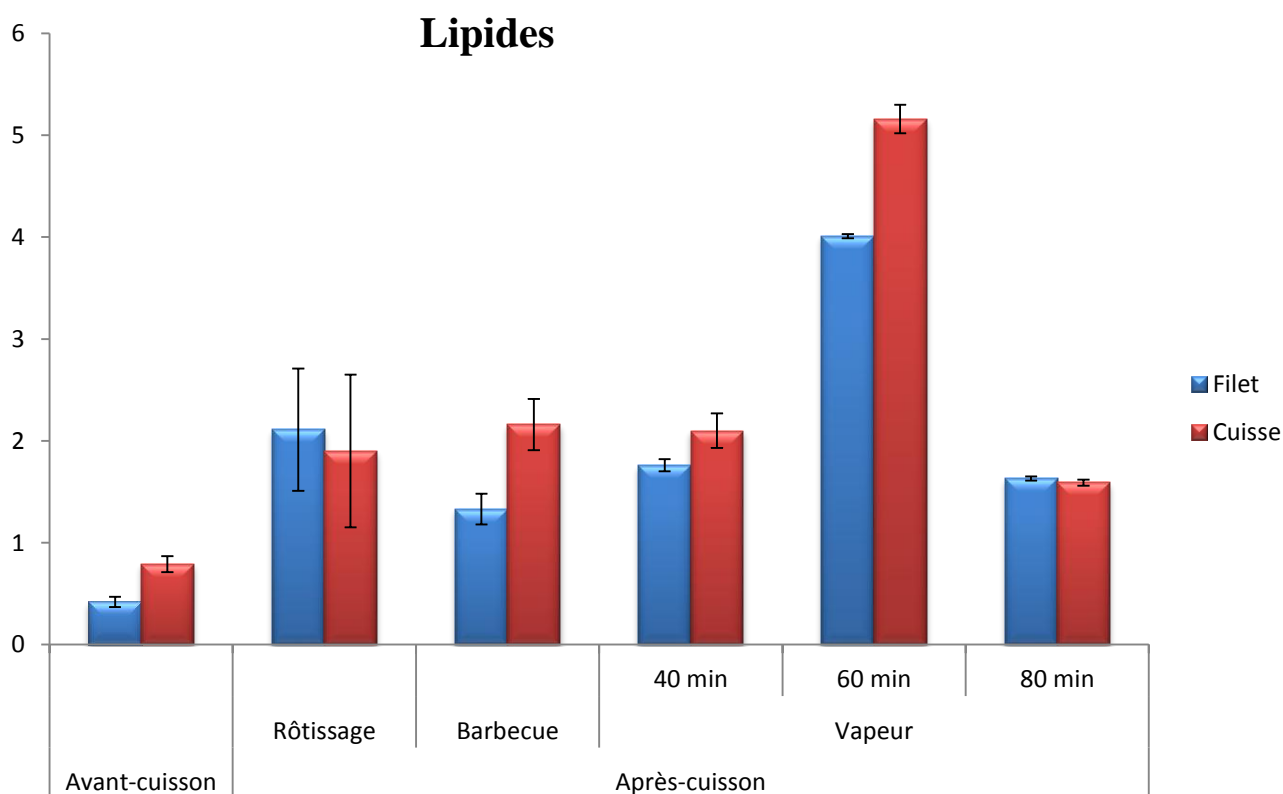


Figure 16: Teneurs en lipides totaux des deux muscles avant et après cuisson (g/100g de viande).

Le tableau nous renseigne que le muscle n'a aucun effet significatif sur la teneur en lipide dans la viande crue. Il semble que la cuisson conduit à une augmentation de la teneur en matière grasse dans tous les modes de cuisson ;

Dans les deux muscles des teneurs plus élevées ont été enregistrées dans les échantillons cuits à la vapeur pendant 60 min (4,01 et 5,16%) dans le filet et la cuisse respectivement.

La cuisson en rôtissage a entraîné une augmentation de lipide dans le filet 0,42 vs 2,11%, soit une différence de 80,09% par rapport à une augmentation de 58,2% dans la cuisse. L'inverse pour la viande cuite en Barbecue où nous avons constaté une augmentation plus importante dans la cuisse par rapport au filet.

1.2.7. Appréciation de profil des acides gras de la viande crue

Le profil des acides gras de la viande de la pintade est représenté dans le tableau (16).

Tableau 16 : Profil des acides gras de la viande de la pintade (filet et cuisse), exprimés en pourcentage de poids des acides gras totaux.

Acides gras	Teneur en acide gras
AGS	41,28 ± 8,26
C14:0	0,19 ± 0,01
C18:0	21,48 ± 1,23
C16:0	19,23 ± 1,2
C20:0	0,28 ± 0,01
C22:0	0,26 ± 0,01
AGM	23,08 ± 5,23
C16:1	0,41 ± 0,01
C18:1	19,71 ± 2,77
C22:1	0,04 ± 0,002
AGPI	33,15 ± 6,81
C18:2	24,25 ± 3,25
C18:3	0,31 ± 0,01
Oméga 6	27,69 ± 5,36
Oméga 3	10,09 ± 4,11
Oméga6/Oméga 3	2,74 ± 1,30
AGI/AGS	1,36 ± 1,45

(n 3= ± l'écart type)

Concernant le profil des acides gras (Tableau 16), la chair de la pintade présente un équilibre entre les trois catégories des acides gras: Saturés, monoinsaturés et polyinsaturés. Environ 41% des acides gras présents dans la viande sont saturés, ces derniers sont constitués de 52,03% de l'acide stéarique (C18:0) et 46,58% de l'acide palmitique (C16:0).

Le totale des acides gras mono-insaturés représente 23,08% des acides gras totaux, dont ils sont constitués principalement d'acide oléique (C18 :1) 19,71% des acides gras totaux, dans une moindre proportion l'acide palmitoléique (C16:1) 0,41%.

Le reste est constitué des acides gras polyinsaturés, environ 33,25% des acides gras totaux. On remarque que les acides gras totaux présentent un ratio d'acides gras insaturés/ acides gras saturés, faible de 1,36.

Concernant les acides gras essentiels, nous avons enregistré une teneur élevée en oméga 6 par rapport à l'oméga 3 (27,69% vs 10,09%) respectivement, avec un rapport (oméga6/oméga3) de 2,74%.

2. Discussion

2.1.Composition corporelle

Les résultats obtenus ont montré que cette espèce se caractérise par un rendement important en carcasse (74,85%). **Agwunob et EKpenyong** (1990) ont constaté que le rendement de la pintade en carcasse est supérieur à celui du poulet de chair 76 et 74% respectivement.

En revanche les résultats de **Baeza et al** (2001) montrent que le rendement de carcasse de la pintade est de 68,7% chez le mâle contre 68,2% chez la femelle. Nos résultats corroborent avec ceux de **Saina** (2005) qui ont trouvé un rendement de 75,4 et 71,6% respectivement dans la pintade selon le mode d'élevage (semi-intensif et intensif).

Une autre étude en Botswana, menée par **Mareko et al.**, 2008 a montré l'effet combiné de l'alimentation et l'âge sur le rendement en carcasse et la composition chimique de la viande de la pintade (*Numida meleagris*). **Kokoszyński et al.**, 2011 ont constaté dans leur travail que le sexe et l'âge ont un effet sur le poids vif et le rendement en carcasse de cette espèce.

Selon la même étude la proportion en graisse abdominale est 0,4% chez des mâles de pintade âgée de 13 semaines.

2.2.Qualité microbiologique

Même si la charge moyenne en Coliformes fécaux est importante, cette microflore a été absente dans la viande crue et cuite.

Les résultats de la présente étude révèlent que les taux de contamination en FTAM $17 \times 10^3 \text{ UFC/g}$ dans la viande crue et cuite à la vapeur, cette valeur est conforme aux normes ($1,0 \times 10^5 \text{ UFC/g}$).

Une teneur élevée en FTAM peut s'accompagner d'un début d'altération de la viande. Cependant, il n'existe aucune relation entre la charge en FMAT et le temps probable d'apparition du phénomène d'altération (**Letouze et al.**, 1986).

La détection du Staphylocoques ont été conforme avec la limite respective fixée, à 1000 UFC/g, par la réglementation Algérienne.

Parmi les facteurs de risque qui ont un effet sur le nombre de Staphylocoques présent au niveau des échantillons étudiés, le degré de l'hygiène, la propreté de l'eau utilisée au cours de l'échaudage, la propreté des doigts des plumeurs, l'hygiène du personnel et les précautions prises au moment de l'éviscération. En effet, lors des opérations d'abattage, des phénomènes d'intercontamination se produisent, ce qui induit une prolifération des pathogènes sur des carcasses initialement saines (**Alloui et al.**, 2013).

La viande crue ou très peu cuite est vectrice de très divers germes : bactéries (staphylocoques, salmonelles...) (**CM**,1991).

2.3.Effet de muscle et des modes de cuisson sur le pH

Le pH d'un aliment est aussi critique, car un pH faible favorise le développement des levures et des moisissures. Les bactéries prédominant au cours du processus de détérioration et de putréfaction des aliments à pH neutre ou alcalin, comme les viandes, différents types de détérioration peuvent se produire selon le substrat principale **Lansing et al** 2010.

Nos résultats révèlent un effet significatif du muscle sur le pH de la viande crus. Ces résultats sont similaire à ceux de **Boutten et al.**, 2004 dans la viande de volaille qui ont constaté que le muscle et la génétique ont des effets sur la variabilité du pH.

Kokoszyński et al 2011, ont constaté dans leur travail que le sexe et l'âge n'avaient pas un effet significatif sur le pH dans le filet et la cuisse de la pintade (*Numida meleagris*) à l'âge de 13 semaines, En revanche, chez la femelle de 16 semaines le pH du filet été supérieur a celui de la cuisse ce qui est en accord avec nos résultats.

2.4.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la teneur en Malondialdehyde

Nos résultats montrent une augmentation significative de la teneur en Malondialdehydedans dans le filet ainsi que dans la cuisse cuites, en accord avec la littérature. Les valeurs de MDA

dans les viandes cuites en rôtissage, Barbecue et à la vapeur (40 et 60 min) sont au-dessous de la valeur critique 3mg/Kg. Par ailleurs, la teneur en MDA été supérieurs à la valeur critique dans la viande cuite a la vapeur pendant 80 min ce qui nous permet de détecté le rancissement de cette viande (**Jouki et Khazaei**, 2012).

Cette augmentation de la teneur en MDA peut être expliquée par le fait de la peroxydation des lipides (**Durand et al.**, 2006). Selon **Combes et Zotte** (2005), les fortes proportions d'AGI favorisent les processus d'oxydation lipidique. Un certain nombre de travaux mentionnent le role important que joue la vitamine E dans la prévention de ce processus de peroxydation des lipides de la viande et dans l'enrichissement de cette dernière en cette vitamine qui s'y déposera (**Dal Bosco et al.**, 2004)

La sensibilité de la cuisse à l'oxydation pendant la cuisson peut être expliquée par le fait que ; la cuisson provoque une oxydation partielle des acides gras polyinsaturés des phospholipides. Cette oxydation est plus importante dans les muscles oxydatifs que dans les muscles glycolytiques. La proportion d'acides gras polyinsaturés réduits lors de la cuisson augmente avec le nombre de doubles liaisons de l'acide gras. Ainsi, les pertes en acide linoléique sont faibles (**Gandemer**, 1997).

Trichivangana J.Z et Morissy P.A (1985), ont constaté dans leurs travaux qu'il existe un effet combiné entre le pH et TBA dans la viande cuite (Dinde, poisson, poulet..).

2.5. Effet de muscle et des modes de cuisson sur la matière sèche

Les muscles de volaille ne contiennent pas de glucides (**Favier et al.**, 1995), ou alors très peu (environ 1 %), principalement sous forme de glycogène. Ainsi, les protéines, l'eau et les cendres peuvent être considérés comme les seuls éléments faisant partis de la fraction non lipidique.

Les muscles de poulet et de dinde contiennent environ 75 g d'eau (pour 100 g de viande crue), alors que la pintade est une viande plus sèche puisqu'elle ne contient que 69 g. Cette teneur varie peu entre la cuisse et le filet quelle que soit l'espèce (**Cerioli et al.**, 1992. **Favier et al.**, 1995).

La valeur de la teneur en matière sèche que nous avons constaté dans l'viande crue est proche a celle de la viande de la pintade label évalué par **Elisabeth et al.**, en 2003.

Nous avons constaté que la matière sèche après la cuisson augmente significativement dans le filet et la cuisse dans tous les modes de cuissons. **Dawood AA et Alkanhal MA**, 1995, expliquent la perte en eau durant la cuisson par la capacité de fixation et rétention d'eau de la viande qui diminue avec le traitement thermique et qui varie selon les espèces, le type musculaire et le système alimentaire. Plusieurs facteurs influent la qualité de la viande volaille, temps de désossage, âge, génétique, et les méthodes de cuisson (**Owens et al.**, 2010).

Hoffman et Tlhong en 2012 ont constaté dans leur travail que les différents modes de cuisson influent sur la teneur en eau de trois muscles de la pintade (*Numida meleagris*).

Oz et Yuzer (2016) conclue dans leur travail que la cuisson en barbecue influe sur la teneur en eau et que le type de barbecue n'avait aucun effet significatif sur ce dernier.

2.6.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la matière minérale

Durant cette étude, nous avons constaté que le type musculaire et les modes de cuisson ont un effet significatif sur le teneur en cendre. Nos résultats sont similaires à ceux de **Hoffman et Tlhong**, 2012 sur la viande de la pintade. En outre, **Hamou et al.**, 2015 n'ont pas trouvés un effet significatif de la cuisson sur la teneur en cendre dans la viande de volaille.

Les teneurs les plus élevés en minéraux ont été enregistré dans la viande cuite à la vapeur, ce mode de cuisson limite la fuite des vitamines et minéraux car la vapeur cuit les aliments sans qu'ils soient au contact de l'eau et la chaleur n'est pas transmise directement à l'aliment mais à de l'eau (**Couvez P et al.**, 2010).

La perte en sels minéraux est pratiquement nulle pour les viandes grillées et rôtis ; pour la cuisson dans l'eau, les minéraux passent. Les traitements thermiques en milieu aqueux conduisent à des pertes souvent importantes en éléments minéraux et en vitamines (**Cuq**, 1992). Le zinc, le cuivre et le fer sont les plus stables dans la viande cuites, cependant, le degré de rétrécissement de la viande pendant la cuisson affecte de manière significative la rétention des minéraux (**Adams et Reedman.**, 1988). **Hoffman et Tlhong**, 2012 ont constaté

que la combinaison entre le type musculaire et trois modes de cuisson n'avait pas un effet significatif sur la teneur en cendre.

2.7.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la teneur en protéine

La teneur en protéine dans la viande crue est similaire à la valeur déclarée 23,3% pour la viande de la pintade (**REGAL et CIV, 2003**). D'après la littérature, cette viande est une bonne source des acides aminés essentielle (**Adeyeye,2011**).

La viande de pintade est plus riche en protéines que la dinde avec une teneur de 25,8 g pour 100 g de muscle en moyenne, Hamm et al. (1982) proposant une valeur plus faible à 21 g. Néanmoins, on peut dire que la teneur en protéines est relativement constante, quels que soient le type de muscle ou l'espèce animale considérée, avec une valeur moyenne de 20 à 22 g pour 100 g de viande (**Brunel et al., 2006**).

La valeur été plus élevé dans le filet que dans la cuisse. La composition chimique du muscle est très variable entre les animaux, chez un même animal et d'un muscle à l'autre (**Elramouz, 2005**).

Nous avons enregistré une augmentation de la teneur en protéine dans la viande cuite à la vapeur (40 min). **Hoffman et Tlhong, 2012** ont concluent dans leur travail que les modes de cuisson entraînent une augmentation de la teneur en protéine dans trois muscles de la pintade (Filet, arrière cuisse et le pilon). En revanche, nous avons constatés une diminution dans les autres modes de cuisson.

La cuisson a entraîné un gain significatif en protéine dans la viande, expliqué selon **Williams (2007)** par les pertes en eau et la concentration des nutriments.

Par ailleurs, la cuisson réduit dans certain cas la teneur en protéine de la viande suite à la dénaturation des protéines et la réduction de la valeur nutritive (**Elgasim et Alkanbal, 1992**).

La dénaturation et la contraction des protéines constituent, en revanche, la principale cause d'expulsion de jus hors de la viande. À des températures internes supérieures à 60 °C, la configuration spatiale des protéines change : leur pouvoir de rétention d'eau diminue (la proportion d'eau liée à la protéine diminue et celle d'eau libre augmente). Certaines protéines se rétractent. C'est ce qui réduit le volume du morceau de viande et expulse une partie de

l'eau libre. Quel que soit le mode de cuisson, ce phénomène est d'autant plus important que le temps de cuisson est long (CIV, 2015).

2.8.Effet de muscle et des modes de cuisson sur la teneur en lipide

La teneur en lipides des viandes, critère de qualité pour le consommateur, dépend des caractéristiques nutritionnelles des aliments ingérés. Les différences observées entre auteurs sont assez faibles, et peuvent provenir de divers facteurs, comme la souche génétique ou l'âge d'abattage qui varie selon les pays (Brunel *et al.*, 2006).

Selon la même référence, La dinde est la volaille la moins grasse des trois espèces présentées, avec un taux de lipides moyen proche des 2 g/100 g de viande, contre près de 3 g/100 g pour le poulet, la pintade quant à elle se situe à une place intermédiaire, avec une teneur moyenne de 2,60 g/100 g.

Nos résultats montrent que la chair de cette espèce contient une teneur faible en matière grasse. La viande de volaille reste encore maigre par rapport à d'autres produits carnés dont la consommation décroît (Lessire, 1995).

La comparaison des teneurs en lipides et acides gras totaux des viandes entre l'état cru et l'état cuit conduit à des résultats variables, En raison des pertes en eau de la viande qui varient selon le mode de cuisson (Ortigue Marty *et al.*, 2006).

Les concentrations en lipides et en acides gras varient généralement de façon non significative lorsque les valeurs sont exprimées en % du poids sec. Ceci dit, il a bien été montré que des viandes très riches en graisses peuvent perdre une fraction de ces lipides avec la cuisson, essentiellement les triglycérides de la viande, notamment au cours de la cuisson de type bouilli (Armstrong et Bergan, 1992, Smith *et al.*, 1989).

La cuisson dans notre étude s'est traduite par une augmentation de la teneur en lipides. Ces résultats sont conformes à la bibliographie consultée dans le cadre de l'étude de Normand (2006).

Nos résultats sont similaires à ceux de Hoffman et Thong en 2012, qui ont constaté à leur tour l'existence d'un effet significatif de trois modes de cuisson et la typologie musculaire sur la teneur en matière grasse dans la viande de pintade (*Numida meleagris*).

2.9. Profil des acides gras de la viande crue

En moyenne, 23,08% des acides gras présents sont monoinsaturés, reconnus pour abaisser le taux de cholestérol total, sans modifier la concentration en cholestérol HDL (« Bon » Cholestérol). En plus, ces acides gras et plus particulièrement l'acide oléique, réduiraient les risques des maladies cardiovasculaires et de cancer du colon (**Mourot**, 2010). Ces acides gras sont principalement synthétisés pas l'animal.

Les acides gras totaux sont constitués de 24,25% d'acide linoléique. Ce acide gras à la différence de l'acide oléique, ne peut pas être synthétisé par l'animal, et son origine est donc exclusivement exogène (**EBRI et al.**, 1956 ; **HorKirrs et ErNSnHt** 1967)

Le rapport idéal oméga-6/oméga-3 devrait être de l'ordre de 5 selon l'AFSSA, un rapport faible a été constaté dans notre étude (2,47%) due a une teneur importante en oméga 3. Contrairement aux animaux de l'élevage, le gibier et les volailles fermiers sont plus riche en oméga 3, car plus les animaux d'élevage sont nourris au grain, moins leur viande contient d'oméga3 (**Ranchon**, 2009).

D'une façon générale, le profil en acides gras des tissus de la volaille reflète la composition des lipides ingérés. Des corrélations significatives entre la nature des lipides alimentaires et celle des lipides des tissus adipeux et musculaires ont été mises en évidence, notamment pour les acides gras insaturés (**Bouvarel et al.**, 2003).

Plusieurs paramètres peuvent influencer la nature et la composition en acides gras, entre autres, la génétique, l'âge à l'abattage, le mode d'élevage, la race, etc. (**Lebret et Mourot**, 1998; **Dalle Zotte**, 2002).

Dominguez et al., 2015 ont conclue dans leur travail que la cuisson influe sur la teneur de certain acide gras de la viande de volaille. Ces pertes peuvent être dues à trois mécanismes : oxydation, perte en acide gras par diffusion, des échanges entre le poulet et l'huile **Ono et al.**, 1985.

Conclusion

Conclusion

L'effet des différents modes de cuisson ont été mis au point sur la qualité nutritionnelle, physicochimique et microbiologique de la viande de la pintade commercialisée. Ainsi que l'appréciation des caractéristiques corporelle de cette espèce. Au terme de cette étude, Les conclusions tirées sont les suivantes :

- L'étude des caractéristiques corporelle de la pintade fermière (*Numida meleagris*) fait apparaître un rendement très important en carcasse.
- L'appréciation de la qualité nutritionnelle montre que cette viande se caractérise par une teneur assez importante en protéine, et une teneur faible en lipide. Ses lipides sont constitués principalement d'acides gras mono et polyinsaturés.
- La viande de pintade est une bonne source d'acides gras polyinsaturés, de plus en plus recherchés pour leurs nombreux effets bénéfiques sur la santé humaine.
- Ce travail, a permis d'établir que le muscle et les modes de cuissons ont une influence absolument imprévisible sur la valeur nutritionnelle et physicochimique de la viande de pintade (*Numida meleagris*).
- Afin d'optimiser la valeur du morceau de la viande, le choix de mode de cuisson est important.
- Le manque de maîtrise de la cuisson et les bonnes conditions hygiéniques, sont des facteurs déclenchant la prolifération des microorganismes.

Les résultats obtenus ouvrent plusieurs perspectives ;

La première perspective serait d'étudier les effets de l'alimentation, du sexe, et de la génétique sur les qualités nutritionnelles, physicochimiques et organoleptiques de la viande de cette espèce.

La seconde perspective touchera à étudier l'impact des autres modes de cuisson sur la qualité nutritionnelle de cette viande.

Conclusion

Enfin, la dernière perspective serait de généraliser des informations sur la chair et les œufs de cette espèce qui peuvent combler les besoins nutritionnelles de l'humain par sa forte teneur en protéine et sa faible teneur en lipides.

Références
Bibliographiques

Références

- Adams C E., Erdman J W.,** 1988. Effect of home food preparation practices on nutrient content of foods. In : Nutritional Evaluation of food processing. Edited by Karmas E, Hris RS. New York : Van Nostrand Reinhold CO ; pp 557-595.
- Adeyeye E.,** 2010. Characteristic composition of guinea fowl (*numida meleagris*) egg. International journal of pharma and bio sciences.
- Adeyeye E.,** 2011. Comparative evaluation of the amino acid profile of the muscle and skin of guinea fowl (*Numida meleagris*) hen. *Elixir Appl. Chem.* 39 (2011) 4848-4854.
- AFNOR, (1985),** (Association Française de Normalisation). Aliments des animaux, méthode d'analyse française et communautaire, 2^{ème} édition, 200p.
- Agwunobi N., EKpenyong T.,** 1990. Nutritive and economic value of guinea fowl (*Numida meleagris*) production in developing countries. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 52(3):301 – 308.
- Alain Branger,** 2012. Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques. Educagri Editions 203 p.
- Alloui N., Guergueb N and Ayachi A.** 2013. "Relationship between the slaughtering hygienic practices and bacterial contamination of poultry carcass in the Biskra region (Algeria)," *Institut Technique de l'Aviculture*, pp. 480-484.
- 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.
- AnGR.** 2003. *Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie.*, Alger : ministère de l'Agriculture et de Développement rural. 46 p. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Algeria.pdf>.
- Armstrong S. G. & Bergan J. G.** 1992. Factors affecting stability and nutritive value of fatty acids : culinary practices. In C. K. Chow (Ed) "Fatty acids in Foods and their Health Implications" New York, M Decker editor, 353-363.

Références

- ArScAn** (Archéologies et Sciences de l'Antiquité), 2010. modes de cuisson alimentaire du feu originel à la vaposaveur : techniques, matériels, rituels et alimentation, de la Préhistoire au XXIe siècle (novembre 2010).
- Ayachi, A.** 2010. Thèse de doctorat. Epidémiologie de *Salmonella* Typhimurium et *Salmonella* Enteritidis dans la filière avicole. Thèse soutenue publiquement devant le jury le 15.12.2010.
- Baeza E., Juin H., Rebours ., Constantin P., Marche G & Leterrier C., 2001.** Effect of genotype, sex and rearing temperature on carcass and meat quality of guinea fowl. *British Poultry Science* .Volume 42, Issue 4.
- Benabdeljelil K., Arfaoui T.** 2001. Characterisation of Beldi chicken and turkeys in rural poultry flocks of Morocco. Current statement and future outlook. *Animal Genetic Resources Information*. 2001;31:87-95.
- Bendall, J. R., & Swatland., H. J., 1988.** A Review of the Relationship of pH with Physical Aspects of Pork Quality. *Meat Sci.* 24 : 85-96
- Berri, C., & Jehl, N., 2001.** Facteurs de Variation de la Qualité Technologique et Organoleptique des Viandes de Poulets. Pages 245-252 in : Quatrième Journée de la Recherche Avicole, Nantes, F
- Birlouez-Arago I ., Pouyat-Leclère J,** 2005. Cuisson et santé: la cuisson, c'est capital pour la santé ! Ed, Alpen. pastor Center 7, rue de Gabaian 98000 Monaco.
- Bonnes G., Bonnes G, Desclaude J., Drogoul C., 2005.** Reproduction des animaux d'élevage. Educagri, Dijon.
- Bou, R., Guardiola, F., Grau, A., Grimpa, S., Manich, A., Barroeta, A., Codony, R., 2001.** Influence of dietary fat source, a-tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. *Poult. Sci.* 80, 800–807.
- Boumediene A,** 2009. de la Qualité des Aliments (GESQUAL). Enquête sur la situation de la filière viande rouge à El-Bayadh.

Références

Bourgeois C, Mescle JF, Zucca J. 1996. Microbiologie Alimentaire (Tome I). Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité des Aliments. Ed Lavoisier: Paris.

Boutten B. 2004. Caractérisation de la composition chimique des muscles de jambons. Conséquences pour la réponse en transformation. *Viandes et Produits Carnés*. 23, 5, 143–149.

Bouvarel I, Juin H, Lessire M, Judde A, Evrard J, Corniaux A, Brevault N. 2003. Formulation en acides gras de l'aliment poulet de chair et présentation de la carcasse. *Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours*.

Branger A., 2007. Alimentation et processus technologiques. Educagri édition, Dijon, 2007. ISBN: 978-2-84444-559-9.

Brunel V., Jehl N., Drouet I., Portheau M-C. 2006. Viande de volailles : Sa valeur nutritionnelle présente bien des atouts. *Science et technique. Viandes Prod. Carnés Vol 25 (1)*.

Cerioli C, Fiorentini L, Piva G 1992. Valore Alimentare delle carni di gallina faraona, *La rivista della societa italiana di scienza dell alimentazione*, 21 (4), 373-382.

Cerioli C., Fiorentini L., Piva G., 1992. Valore alimentare delle carni di gallina faraona (*Numidia meleagris*). *La rivista della Società Italiana di Scienza dell'Alimentazione*, 21 (4), 373-382.

Chazel Luc, Chazel Muriel., 2013. LES oiseaux ont-ils du flair : 160 clés pour comprendre les oiseaux editions Quae, France.

Chiavaro, E., Rinaldi, M., Vittadini, E., Barbanti, D., 2009. Cooking of pork Longissimus dorsi at different temperature and relative humidity values: effects on selected physico-chemical properties. *J. Food Eng.* 93, 158–165.

Chrystophe C. 1993. Possibilités et problèmes liés à l'élevage de la pintade en milieu villageois. *Production avicole villageois en Afrique*. In : *International workshop, Rabat*, 8-12, 57-65.

CIRAD. 1999. *l'autruche pédagogique*, collection les savoir partagés. 28p.

Références

CIV, 2004. Les qualités organoleptiques de la viande bovine Bases scientifiques pour une bonne utilisation culinaire. Tour Mattei 207, rue de Bercy 75012 PARIS.

CIV, 2009. incidence d'un apport de graines de lin en cours d'engraissement, Institut de l'Élevage, INTERBEV, ACTA, Ofival, Rapport d'étude 170632026, octobre 2006.

CIV, 2015 .Valeurs nutritionnelles des viandes cuites :Effets de la cuisson sur la composition des viandes. Tour Mattei 207, rue de Bercy 75012 PARIS.

CM, 1991. Concours médical, Volume 113, Numéros 25 à 31.

Combes S., et Dalle Zotte., 2005. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. INRA. Productions animales ; 17 (5) : 373-3883 Science alimentaire. 23,13-34.

Couvez P., Delbos E., Faure J., 2010. Transformation carnée à la ferme : connaître les différents process de fabrication. Educagri éditions. ISBN 978-2-84444-795-1.

Coz, Douin J, 1992. L'élevage de la pintade. Edition Point Vétérinaire : Maison Alfort ,252p.

CRAAQ, 2003. La pintade - Guide d'élevage. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.

Culioli J ;, berri C., Mourrot J., 2003. Muscle foods : consumption, composition and quality ; sciences des aliments. 23, 14-34. Sci . Ali, 23, 13-34.

CUQ J L., (2007), Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes / aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. p 2 - 17.

Cuq. 1992. Qualite de nos aliments et technologie in dupin h., cuq j. L., malewiak m.i., leynaud-rouaud c. Alimentation et nutrition humaine. ESF. Paris, 1992 :1236-64p (1533).

Dahouda M, 2003. Elevage de la pintade locale dans le département du Borgou : comparaison des caractéristiques de production en station et en milieu rural (Mémoire de DEA). Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège : Liège,33p.

Références

DALLE ZOTTE A., COSSU M.E., PARIGI BINI R. 2000. Effect of the dietary enrichment with animal fat and vitamin E on rabbit meat shelf-life and sensory properties. Proc. "46th I.Co.M.S.T."

dans l'hygiène et technologie e la viande fraîche .CNRS .Paris .pp 193-197.p352.

Dawood AA, Alkanhal MA., 1995. Nutrient composition of Najdi- Camel meat. Meat Science. 39 : 71-78.

Delannoy D, 2007. Animaux de la Ferme. ARTÉMIS ÉDITIONS . ISBN 978-2-84416-039-3.

Derache R, 1994. Science et arts culinaires : de la cueillette à la gastrochimie. Paris : Éd. Tec & Doc-Lavoisier. ISBN/ISSN/EAN : 978-2-85206-960-2.

Dixel 2010, le dictionnaire de Robert.

Dominguez R, Borrajo P, Lorenzo K., 2015. 3 The effect of cooking methods on nutritional value of foal meat. Journal of Food Composition and Analysis.

Dominguez, R., Go´mez, M., Fonseca, S., Lorenzo, J.M., 2014. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. Meat Sci. 97, 223–230.

Duna ski, 2003. IN : oxydationand antioxydants in organic chemistry nd biologi. Eds : Taylor & Francis Group (U.S.A), 703-861p.

Durand D., Gruffat D., Ortigues-Marty I., Savary-Auzelou X I., Thomas E.2., Peyron A.2., Bauchart D., 2008. Impacte de différents modes de cuisson de la viande bovine sur les processus de peroxydations lipidiques ; 11^{ème} JSMTV-Clermont Fd-2006- Page 104.

DUTRUC- ROSSET G., (2003), Office International de la vigne et du vin (OIV) résolution OENO 16/2003.p 16-21.

El affifi M, Boudroua , Mourot J. 2011. Effet de la cuisson sur les lipides et la composition en acides gras de la viande d'agneau d'herbe. Nutrition et métabolisme 25 (2011) S5-S153/cahier de nutrition et de diététique 46.

Références

- Elgasim E A., et Alkanhal M.A.** 1992. Proximate composition, amino Acids and inorganic Mineral content of arabian Camel Meat. Comparative Study. Food Chemistry. 45 (1) : 1-4.
- Elisabeth B. , Michel L ., Hervé J ., Pascal C. , Thierry B., Cécile B.,** 2003. Incidence de l'âge sur la qualité des carcasses et de la viande de pintade label. Domaine INRA du Magneraud, Saint-Pierre d'Amilly, BP52, 17700 Surgères.
- Elrammouz 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 doctorale, Institut national polytechnique de Toulouse, 650pp.
- Etienne,** 1996. Anatomie et physiologie de la pintade. Thèse d'exercice : MEDECINE VETERINAIRE : PARIS 12, ALFORT.
- FAO,** 1994. Technique et règles d'hygiène en matière d'abattage et de la manipulation de la
- FAO,** 2005. Food and Agricultural Organisation.
- FAO,** 2015. Food and Agricultural Organisation.
- FAO.,** 2002. Mulberry for Animal Production Food and Agriculture Organization of the United .M.D. Sàanchez.
- Favier J.C., Ireland-rippert J., Toque C., Feinberg M.,** 1995. Répertoire général des aliments — Table de composition, 2^{ème} édition, Ed TEC & DOC-INRA, Paris, France.
- Fletcher, D. L.,** 1999 . Color Variation in Commercially Packaged Broiler Breast Fillets. J. Appl. Poult. Res. 8 : 67-69.
- Folch J., Less M., Sloane-Stanely G.H.,** 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*,226 : 497-509.
- Fortin,** 1996. L'Encyclopédie visuelle des aliments .Edt. Québec Amérique. 572p.
- Franco, D., Lorenzo, J.M.,** 2014. Effect of muscle and intensity of finishing diet on meat quality of foals slaughtered at 15 months. *Meat Sci.* 96, 327–334.

Références

Frayse J-L et Darre A, 1990. Composition et structure du muscle évolution post mortem qualité des viandes volume 1. Lavoisier technique et documentation. Paris .pp227-228.p374.

Gandmer G., 1997. Lipides du muscle et qualité de la viande. Phospholipides et flaveur. Institut National de la Recherche Agronomique, LEIMA, groupe lipides-Flaveur, Numéro 1 : 19-25.

Garcia-Segovia, P., Andre´s-Bello, A., Marti´nez-Monzo´ , J., 2007. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). J. Food Eng. 80, 813–821.

Génot, C., Meynier, A., Riaublanc, A., Chorbet, J.M. 2003. Protein alterations Due to lipid oxydation in Multiphase Systems. In lipid oxidation pathways, édition Kamal-Eldin A., AOACS Press Champaign, 265-292.

Gerber, N., Scheeder, M.R.L., Wenk, C., 2009. The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. Meat Sci. 81, 148–154.

Hamm D., Hughes B.L., Jones J.E., 1982. Composition of guinea keet breast and thigh meat, J. Food Sci., 47, 1372-1373.

Hamou H., Boudroua K, Selselet-attou G, Hammou F. 2009. Effets d'un régime a base de gland de chêne vert sur la composition en acides gras du muscle pectorales major du poulet de chair. Huitièmes journées de la recherche avicole, st malo, 25 et 26 mars 2009.

Hélène H, 2002. Consommation de viande et cancer colorectal chez l'homme : une revue de l'epidemiologie et des mecanismes. These de Doctorat . *Université Paul-Sabatier de Toulouse*.

Henry M, 1992. Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine .ESF .Paris . .pp738-750.p1533.pp739-741 , pp747-748 .

Hervé M, 2015. <http://www.elevage-dauteuil.com/ElementsRubrique.aspx>

Références

Hoffman L., Tlhong M., 2012. Proximate and fatty acid composition and cholesterol content of different cuts of guinea fowl meat as affected by cooking method. *Journal of the science of food and agriculture* · DOI 10.1002/jsfa.5682.

INRA, 1989. Ouvrage collectif 'Alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles 2^{ème} édition. INRA, Quae Paris.

Itavi ., 2015. d'après Perspectives FAO OCDE Juillet 2015.

Jouki M., Khazaei N. 2012. Lipid Oxidation and Color Changes of Fresh Camel Meat Stored Under Different Atmosphere Packaging Systems. *J Food Process Technol.* Young Researchers Club, Islamic Azad University, Shahr-e-qods Branch, Tehran, I. R. Iran, P.O. Box: 37515-374.

Kasperska D; Kokoszyński D; Korytkowska. 2012. Effect of Age and Sex on Digestive Tract Morphometry of Guinea Fowl (*Numida meleagris* L.). *Folia Biologica*, Volume 60, Numbers 1-2, January 2012, pp. 45-49(5).

Kokoszyński d., Bernacki z., Korytkowska h., Wilkanowska a., Piotrowska k.2011. Effect of age and sex on slaughter value of guinea fowl (*Numida Meleagris*). *Journal of Central European Agriculture*, 12(2), p.255-266.

Kondjoyan A., 2008. La cuisson des viandes et produits carnés et le couplage avec réaction à l'origine de la qualité des produits animaux, INRA, F-63122 Saint Genès Champanelle.

Koney, E.B.M. 1993. Poultry Health and Production. Advent Press. Accra, Ghana. p: 185.

Lansing M., Prescott,Linda M., Sherwood,Christopher J., Woolverton, 2010. Microbiologie. 3^{ème} édition. Editions de Boeck Université. Rue des minimes, 39 B-1000 Bruxelles.

Larpent .J P., 1997. Microbiologie alimentaire, Technique de laboratoire. Editions Lavoisier, p 860-870

Références

- Laurenson, P.**, 2002. Détermination des paramètres zootechniques de la pintade locale dans la région du Borgou (mémoire d'ingénieur). Faculté des sciences Agronomiques de Gembloux : Gembloux, 81p.
- Le Bihan-Duval, E., Berri, C., Baeza, E., Millet, N., Beaumont, C.**, 2001. Estimation of the Genetic Parameters of Meat Characteristics and of their Genetic Correlations with Growth and Body Composition in an Experimental Broiler Line. *Poultry Sci.* 80 : 839-843.
- Lebret B et Mourot J.**, 1998. Caractéristiques et qualité des tissus adipeux chez le porc. Facteur de variation non génétique. *INRA productions Animales*, 11 (2), 131-143.
- Lengerken, G. V., Maak, S., & Wicke M.**, 2002. Muscle Metabolism and meat quality of Pigs and Poultry. *Veterinarija Ir Zootechnika.* 20 : 82-86.
- Lessire M.**, 1995. Qualité des viandes de volaille : le rôle des matières grasses alimentaires. INRA Station de Recherches Avicoles 37380 Nouzilly. *INRA Prod.Anim.*, 1995, 8 (5), 355-340.
- Letouze J.C., Vendevre J.L., & Rozier J.**, 1986. La qualité microbiologique des produits de la découpe primaire du porc. *Viandes Prod. Carnés* 7:6-12
- Lorenzo, J.M., Domínguez, R.**, 2014. Cooking losses, lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat as affected by cooking procedure. *Flavour Fragr. J.* 29, 240-248.
- Louis G.**, 1828. Georges Louis / Oeuvres complètes de Buffon, suivies de ses continuateurs Daubenton Tome 1. TH. Lejeune, libraire-éditeur, Bruxelles 1828.
- Lowry OH., Rose rough N.J., Farr A.L., Randall** 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 248,2536-2541.
- Luc C et Muriel C.**, 2013. Les oiseaux ont-ils du flair ? : 160 clés pour comprendre les oiseaux. Editions Duae. 78026 Versailles Cedex, France ISBN: 978-2-7592-1881-3. 226p.
- M.C. (1995).** Qualité et sécurité des produits. tome II p 2-10, 12-23, 24-30, 32-41, 64-79.

Références

- Magdelaine P.**, 2015. Analyse de la compétitivité des filières avicoles européennes, perspectives et enjeux. l'ITAVI, 7 Rue du Faubourg Poissonnière, 75009 Paris.
- Mahammi f. , Bachir S., Gaouar S., Tabet-Aoul N., Tixier-Boichard M., Saïdi-Mehtar N.**, 2014. Caractéristiques morpho-biométriques et systèmes d'élevage des poules locales en Algérie occidentale (Oranie). Cah Agric, vol. 23, n8 6, novembre-décembre 2014.
- Mareko. M., Nsoso S.J et Lebetwa N., 2008.** Nutritiv value of meat of Guinea fowl Raised on concrete and Bare soil floors from 16-26 Weeks of age. *Research Journal of Animal Sciences* 2 (1) : 5-11. ISSN: 1993-5269.
- Mayet Jean. 2013.** 365 jours ou Les Éphémérides allant du XVIe au XXe siècle. Mon petit éditeur 14, rue des volontaires 75 Paris – France.
- Meinert, L., Andersen, L.T., Bredie, W.L., Bjerregaard, C., Aaslyng, M.D., 2007.** 541 Chemical and sensory characterization of pan-fried pork flavour: interactions between raw meat quality, ageing and frying temperature. *Meat Sci.* 543 75, 229–242.
- Modzelewska-Kapituła, M., Dałbrowska, E., Jankowska, B., Kwiatkowska, A., Cierach, M., 2012.** The effect of muscle, cooking method and final internal temperature on quality parameters of beef roast. *Meat Sci.* 91, 195–202.
- Moëvi, 2007.** Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Institut de l'Élevage : Paris, 72 p.
- Morisson W.R., et Smith L.M., 1964.** Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride methanol. *Journal of lipid Research*, 5,600-608.
- Mouin G,** 1982. Evaluation post mortem du tissu musculaire dans l'hygiène et technologie
- Murphy, R.Y., Johnson, E.R., Duncan, L.K., Clausen, E.C., Davis, M.D., March, J.A., 2001.** Heat transfer properties, moisture loss, product yield, and soluble proteins in chicken breast patties during air convection cooking. *Poult. Sci.* 80, 508–514.

Références

- Nagalo M. 1984.** Contribution à l'étude du parasitisme chez la pintade commune (*Numida meleagris*) en Haute Volta, les helminthes parasites du tube digestif. Thèse : Méd. Vét. : Dakar. Sénégal.
- NAMP, 2007.** The Meat Buyers Guide: Beef, Lamb, Veal, Pork, and Poultry.
- Normand J., 2006.** Acides gras polyinsaturés et qualités des viandes de gros bovins, Compte-rendu d'étape n° 0432013
- Normand J., Bertout A. , LE Pichon D., Bastien D., Ribaud D. 2010.** Effets de la nature de la supplémentation lipidique, du mode de conservation et de la cuisson sur les qualités nutritionnelles et sensorielles de la viande hachée bovine. Renc. Rech. Ruminants, 2010, 17
- OCDE-FAO, 2015.** Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2015-2024. Rapport, 358p.
- OFAL, 2001.** Observatoire des filières avicoles Rapport 2001 Ed. Alger ITPE.
- Offer, G. 1991.** Modeling of the Formation of Pale, Soft and Exudative Meat: Effects of Chilling Regime and Rate and Extent of Glycolysis. Meat Sci. 30 :157-184.
- Ono, K., Berry, B. W. and Paroczay, E. 1985.** Contents and retention of nutrients in extra lean, lean and regular ground beef. Journal of Food Science 50(3):701-706.
- Ortigue-marty I., Thomas E., Préveraud D., Girard C. L., Bauchart D., Durand D. & Peyron A. 2006.** Influence of maturation and cooking treatments on the nutritional value of bovine meats : Water losses and Vitamin B12. Meat Science, 73, 451-458.
- Owens M C., 2010.** Poultry Meat Processing, Second Edition. CRC press. Taylor et Francis Group. 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300. Boca Raton, FL 33487-2742.
- Oz F. ; Yuzer M., 2016.** The effects of cooking on wire and stone barbecue at different cooking levels on the formation of heterocyclic aromatic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in beef steak. *J Food Chemistry* 203 (2016) 59–66.

Références

- Papinaho, P. A., & Fletcher D. L.,** 1996. The Effects of Stunning Amperage and Deboning Time on Early Rigor Development and Breast Meat Quality of Broilers. *Poultry Sci.* 75 : 672–676.
- Pietrzak, M., Greaser, M. L., & Sosnicki, A. A.,** 1997. Effect of Rapid Rigor Mortis Processes on Protein Functionality in Pectoralis Major Muscle of Domestic Turkeys. *J. Anim. Sci.* 75 : 2106–2116.
- Raach-Moujahed A., Moujahed N., Haddad B.** 2010. Local poultry populations in Tunisia : Present and alternatives. A review. *Livestock Research for Rural Development.* 2011;23:article # 96.
- Ranchon,** 2009. Mon coach, c'est Moi !: Mieux vivre : Mode d'emploi. Edition Books on Demand p122.
- REGAL et CIV,** 2003. Répertoire général des aliments, table de composition REGAL (version 2003), éditions TEC & DOC Lavoisier
- Reid M,** 2001. L'élevage de volailles saines: (Raising Healthy Poultry, French Translation) (French Edition). Christian Veterinary Mission.
- Richard H., Giampoli P., Toulemonde B et Duquenoy A.,** 2001. Flaveurs et procédés de cuisson. Ecole nationale Supérieure des industries Agricoles et Alimentaires (ENSIA), 1-13.
- Rocca-Polimeni R,** 2009. Contribution à la compréhension de la cuisson domestique sous pression de vapeur. Etude expérimentale et modélisation des transferts, de l'évolution de la texture des légumes et du fonctionnement d'un autocuiseur. HAL Id: pastel-00004560.
- Rosset R,** 1984 . Les méthodes de décontamination des viandes dans traitement divers
- Rubén Domínguez Q, Paula Borrajo, José M. Lorenzo** 2015. The effect of cooking methods on nutritional value of foal meat. *Journal of Food Composition and Analysis.* Volume 43, November 2015, Pages 61–67.
- Saina H., Kusina N T., Kusina J F., Bhebhe E and Lebel S.,** 2005. Guinea fowl Production by Indigenous Farmers in Zimbabwe. *Livestock Research for Rural Development.* Volume 17, Article 101.

Références

Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve p., Turrini A., 1998. Banca Dati di composozopne degli Alimenti per Studi Epidemiologici in Italia. Ed.IEO.Milan.

Smaï A, Idouhar-Saadi H, Zenia S, Doumandji S, 2014. Influence de certains parametres sur la reproduction chez la caille domestique « coturnix japonica ». Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire El Harrach.

Smith D. R., Savell J. W., Smith S. B. & Cross H. R. 1989. Fatty acid and proximate composition of raw and cooked retail cuts of beef trimmed to different external fat levels. *Meat Science*, 26, 295-311.

Smith, D. P., Fletcher, D. L., & Papa, C. M., 1992. Post mortem Biochemistry of Pekin Ducking and Broiler Chicken Pectoralis Muscle. *Poultry Sci.* 71: 1768-1772.

Thewis A ,Bourbouze A , Compère R, Duplan J , Hardouin J, 2005. Manuel de zootechnie comparée Nord-Sud. INRA, Paris.

Tohouindo roland, 2010. Etude de la rentabilite Economique de l'elevage et de la Commercialisation d'oeoeoeufs de Pintade et de pintade chair. Universite africaine de technologie et de management. Bénin.

Trichivangana J.Z et Morissy P.A 1985. The Influence of pH on Lipid Oxidation in Cooked Meats from Several Species. *Irish Journal of Food Science and Technology* Vol. 9, No. 2 (1985), pp. 99-106.

Virling E, 2003. Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. France .pp58-78.p170.

Warriss, P. D., & Brown, S. A., 1987. The Relationship between Initial pH, Reflectance and Exudation in Pig Muscle. *Meat Sci.* 20 : 65-74.

Warriss, P. D., 1982. The Relationship between pH45 Hydrogen Isotope and Drip in Pig Muscle. *J. Food Technol.* 17 : 573-583.

Williams G., Jeffrey A.M., 2000. Oxidative DNA damage : Endogenous and chemically induced. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 32, 283-292.

Références

Zayed M., 2013. « Les oiseaux dans l'écriture égyptienne ancienne : étude lexicographique d'un genre animalier ». Mémoire. Montréal (Québec, Canada), Université du Québec à Montréal, Maîtrise en histoire.