

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/20

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

Domaine : SNV **Filière :** Sciences Agronomiques
Spécialité : Production et Nutrition Animale

Présenté par :

REKIBI AISSA & BERNOU BOUDIAF

Thème

**Les facteurs influant la qualité de la viande du poulet de chair:
Revue de la littérature**

Soutenu le : 29 / 09 / 2020

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>	
Mme. CHERIFI Z	MCB. Univ. de Bouira	Présidente
Mr. SALHI O	MCB. Univ. De Bouira	Examineur
Mr. ABDELLI A	MCB. Univ. de Bouira	Promoteur

Année Universitaire : 2019/2020

REMERCIEMENTS

*Nos premiers et sincères remerciements à Dieu pour nous avoir
accordé foi et force,*

Patience et courage pour faire le travail.

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre promoteur M.
Abdelli Amine, à lui*

Conseils et assistance dans la réalisation de ces travaux.

*Nous remercions chaleureusement Mme Cherifi. Z qui nous a
accordé l'honneur de présider le jury,*

*Ainsi que M. / Salhi Omar / qui a accepté de participer au jury et de
l'étudier*

Mémoire.

Nous remercions tous ceux qui nous ont soutenus

*Et nous ne pouvons pas oublier la coopération et toute l'aide morale
de nos familles qui nous a été offerte*

Prise en charge.

Dédicaces

Au nom du Dieu tout-puissant le plus miséricordieux,

C'est grâce à lui que j'ai pu réaliser ce travail que j'ai consacré:

*A la personne qui a sacrifié sa vie pour moi et qui m'a conseillé de terminer une étude et m'a guidé sur le chemin du succès pour mon père **Muhammad**, que Dieu Tout-Puissant ait pitié de lui*

Et à la prunelle de mes yeux, qui m'a soutenu

*Elle me voit toujours au sommet, ma chère mère, **Adjel . K**,*

Je profite de cette occasion pour leur dire que je les aime et je prie Dieu

Pour lui donner une longue vie pleine de santé et de bonheur. Et à mon père avec miséricorde

À mes frères qui m'ont accompagné dans tous les petits et grands, et à ma petite sœur qui a réussi sa carrière universitaire, et à ma sœur aînée avec santé et longévité

*À mon partenaire **Rekibi Aissa** pour son soutien indéfectible*

Qui m'a appris le sens de l'amitié par sa présence à côté de moi était

Inestimable.

*À mes chers amis, que je n'oublierai jamais, **Aissa, Khalil, menouer, Zakaria, Abdo, Soufian, Faisal, Ibrahim.***

Pour toutes les choses que je n'ai pas mentionnées, pour qui j'aime et pour ceux qui m'aiment. À mes collègues dans la spécialité Production et Nutrition Animale

À toute la promotion 2019-2020

Islam

DEDICACE

*Avant tout, je me prosterne devant le tout puissant **ALLAH** de m'avoir
donné la force et la volonté pour réaliser ce travail*

Je dédie ce travail

*A mon très cher père A ma très chère mère qui avec patience, tendance et
sacrifice durant*

*Toutes mes études , ils m'on poussés à s'accrocher malgré les obstacles.
Merci pour l'Amour, l'affection et les autres qualités qui vous caractérisent
Et qui font de vous le meilleur des pères et la meilleure des mamans.
C'est grâce a vous que je suis la aujourd'hui, je suis fière de vous et
Je vous aime*

Que dieu vous Bénissez vous accordez encore une longue vie.

Je dédie encore :

A mes chers frères et mes chères sœurs

A toute ma famille, grand et petit.

A mes tantes et mes oncles

*A toutes mes amis surtout, **Maha, Sofiane, Islam, Mouloud, Djamel, Yazid,
Nabil***

Pour leur soutien et les bons moments partagés ensemble.

*A mon binôme et mon cher copin **Islam** qui m'accompagne et aider à réaliser ce
travail, ainsi que sa famille*

A toute la promotion 2019-2020

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment

AISSA

Résumé

La qualité de la viande de volaille a été largement étudiée et est devenue une demande croissante du marché international. Les paramètres qui influent sur la qualité de la viande sont complexes et interviennent tout au long de la chaîne de production. La production de poulets de chair en masse a déjà été réalisée et l'accent est maintenant mis sur l'augmentation de la qualité de la viande en modifiant diverses caractéristiques de la viande du poulet de chair. L'apparence, la texture, la jutosité, la fluidité, la fermeté, la tendreté, l'odeur et la saveur sont les caractéristiques les plus importantes et les plus perceptibles de la viande qui influencent le jugement de qualité initial et final des consommateurs avant et après l'achat d'un produit carné. Comprendre où se situent les points critiques dans la chaîne de production de la viande de volaille, et investir dans la résolution des problèmes critiques peut, en effet, conduire à un meilleur contrôle et une meilleure gestion, et par conséquent à une réduction des pertes. Les pratiques de production et de gestion, de la ferme à l'usine de transformation, jouent un rôle important dans la qualité de la viande, et l'utilisation de technologies visant à réduire les facteurs de risque tout au long de la chaîne de production permettra de produire une viande de volaille de meilleure qualité non seulement pour l'exportation, mais aussi pour le marché intérieur. Cette étude décrit les principaux facteurs qui influencent la qualité de la viande du poulet de chair dans la chaîne de production.

Mots clés : viande de volaille, Qualité, Gestion, Transformation.

Abstract

Poultry meat quality has been widely studied, and has become a growing demand of the international market. Parameters that affect meat quality are complex, and occur throughout the production chain. Broiler production at mass level has already been achieved and now emphasis is being laid on increasing meat quality by altering various characteristics of broiler meat. Appearance, texture, juiciness, wateriness, firmness, tenderness, odor and flavor are the most important and perceptible meat features that influence the initial and final quality judgment by consumers before and after purchasing a meat product. Understanding where critical points, indeed, are in the poultry meat production chain and investing in solving critical problems may lead to better control and management, and consequent reduction of losses. Production and management practices, from farm to processing plant, play an important role in meat quality, and the use of technologies to reduce risk factors throughout the production chain will allow the production of better quality poultry meat not only for exports, but also for the domestic market. This review describes the main factors that influence poultry meat quality in the production chain.

Keywords: Poultry meat, quality, Management, Processing,

ملخص

تمت دراسة جودة لحوم الدواجن على نطاق واسع وأصبحت طلباً متزايداً في السوق الدولية. العوامل التي تؤثر على جودة اللحوم معقدة وتتدخل في جميع مراحل سلسلة الإنتاج. لقد تم بالفعل تحقيق الإنتاج الضخم للدجاج اللامح ويتم التركيز الآن على زيادة جودة اللحوم من خلال تغيير الخصائص المختلفة للحم الفراريج. المظهر ، والملمس ، والعصارة ، والسيولة ، والصلابة ، والحنان ، والرائحة ، والنكهة هي أهم وأبرز خصائص اللحوم التي تؤثر على حكم الجودة الأولي والنهائي للمستهلكين قبل وبعد شراء منتج اللحوم. يمكن أن يؤدي فهم النقاط الحرجة في سلسلة إنتاج لحوم الدواجن ، والاستثمار في حل المشكلات الحرجة ، في الواقع ، إلى تحسين التحكم والإدارة ، وبالتالي تقليل الخسائر. تلعب ممارسات الإنتاج والإدارة، من المزرعة إلى مصنع المعالجة، دوراً مهماً في جودة اللحوم، واستخدام التقنيات لتقليل عوامل الخطر في جميع أنحاء سلسلة الإنتاج ستنجج لحوم دواجن ذات جودة أفضل ليس فقط للتصدير ولكن أيضاً للسوق المحلي. تصف هذه الدراسة العوامل الرئيسية التي تؤثر على جودة لحوم الدجاج اللامح في سلسلة الإنتاج.

الكلمات المفتاحية : لحوم دواجن ، جودة ، إدارة ، تجهيز.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Principaux producteurs de viande de volaille,	4
Tableau 2 : Evolution de la production de la viande blanche en Algérie (1980 – 2004).....	7
Tableau 3: les principaux pays consommateurs de poulet dans le monde.....	8

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : production mondiale de viande et viande de volaille (ITAVI, 2016 d'après FAO et OCDE).....	6
Figure 2: Body weight and breast muscle changes in commercial broilers(Lilburn et al., 2019).....	10
Figure 3: structure musculaire d'un volaille Adapté de Smith et al. (2010).	11
Figure 4: Les déterminant de la qualité de la viande par rapport les éliminent musculaires (Allais, 2011).....	18
Figure 5 : Palette des couleurs pour l'évaluation de la qualité de la viande de volaille (Fernández, 2020).....	20
Figure 6: Effet de sexe sur la qualité de la viande de volaille (Fernández, 2020)	27

Liste des abréviations

AGMI	Acides gras mono-insaturés
AGPI LC	Acides gras polyinsaturés à longue chaîne
AGS	Acides gras saturés
ATP	Adénosine-Triphosphate
CK	La créatine kinase
CRE	Capacité de rétention d'eau
DHA	Acide docosahexaénoïque
EPS	Electrophorèse des protéinésériques
FAO	Food and Agricultural Organisation of the United Nations.
FCE	Feed Conversion Efficiency
HACCP	Analyse des risques et maîtrise des points critiques
IMP	Monophosphate d'inosine
ITAVI	Institut technique de l'aviculture.
MADR	Ministre de l'Agriculture et du Développement Rural
MTEC	Millions de Tonnes Equivalent Carcasse-
PRE	Potentiel de liaison a l'eau
SG	Croissance lente
UE	Union Européenne
USDA	Department of l'Agriculture des Etats-Unite
VLDL	Lipoprotéines de très faible densité
WBP	Weighted Back Projection

Table des matières

Introduction	1
I.1. Généralités sur la viande de poulet	3
I.1.1. Définition de la viande	3
I.1.2. Définition de la viande blanche.....	3
I.2. Situation de la filière viande blanche	3
I.2.1. Dans le monde.....	3
I.2.2. En Algérie	6
I.3.Consommation individuelle de la viande blanche:	7
I.4. Importance de la viande blanche en Algérie	8
I.4.1. Importance nutritionnelle:	8
I.4.2. Importance sociale	9
I.4.3. Importance économique	9
II.1. La qualité de la viande du poulet de chair	10
II.2. La physiologie des muscles et la maturation de la viande (Grashorn, 2010)	11
II.3. La composition nutritionnelle et les attributs sensoriels de la viande	13
II.4. Qualité de la carcasse	15
II.5. La microbiologie et la sécurité des produits (Grashorn, 2010)	16
III.1. Qualité organoleptique	18
III.1.1. Apparence (couleur)	18
III.1.2. Texture.....	20
III.1.3. Saveurs	21
III.2. Qualité nutritionnelle	23
III.3. La qualité technologique	23
III.3.1. Capacité de rétention d'eau	24
III.3.2. pH	25
IV.1. Nutrition	26
IV.3. Génétique	27
IV.4. Production et gestion	28
IV.5. Conditions d'élevage	29
IV.6. Santé (Baracho et al., 2006)	29
IV.7. Le stress avant l'abattage	30
IV.8. Changements biochimiques et qualité de la viande	31
IV.9. Température de la carcasse et qualité de la viande	31
Conclusion	33

Introduction

Il existe de nombreuses définitions de la qualité, mais la plus courante est la suivante : "La qualité est l'ensemble des caractéristiques qui différencient les unités individuelles d'un produit et qui ont une importance pour déterminer le degré d'acceptabilité de cette unité par l'utilisateur" (**Groom 1990**). Cependant, pour l'industrie de la viande, la qualité de la viande est un terme utilisé pour décrire les caractéristiques globales de la viande, y compris ses propriétés physiques, chimiques, morphologiques, biochimiques, microbiennes, sensorielles, technologiques, hygiéniques, nutritionnelles et culinaires (**Ingr 1989**). Il est bien connu que la production de poulets de chair en masse a déjà été réalisée et que l'accent est maintenant mis sur l'augmentation de la qualité de la viande en modifiant les caractéristiques dites de la viande du poulet de chair. L'apparence, la texture, la jutosité, la fluidité, la fermeté, la tendreté, l'odeur et la saveur sont les caractéristiques de la viande les plus importantes et les plus perceptibles qui influencent le jugement de qualité initial et final des consommateurs avant et après l'achat d'un produit carné (**Cross et al. 1986**).

En outre, pour les transformateurs, la fabrication de produits carnés à valeur ajoutée, les propriétés quantifiables de la viande telles que la capacité de rétention d'eau, la force de cisaillement, la perte au goutte-à-goutte, la perte à la cuisson, le pH, la durée de conservation, la teneur en collagène, la solubilité des protéines, la cohésion et la capacité de liaison des graisses sont indispensables pour acquérir d'excellentes propriétés fonctionnelles qui assureront un produit final de qualité et de rentabilité exceptionnelles (**Allen et al. 1998**). Cependant, le système de classement des volailles utilisé dans le monde entier continue à être basé sur des attributs esthétiques tels que la conformation, la présence ou l'absence de défauts de la carcasse, les parties manquantes et les déchirures de la peau, sans tenir compte des propriétés fonctionnelles de la viande, ce qui a contrecarré l'essor de l'industrie de la transformation ultérieure. Les consommateurs, de plus en plus sensibilisés à la santé, sont de plus en plus conscients de la valeur nutritionnelle des aliments qu'ils consomment. Cette connaissance, associée à l'accent mis actuellement sur la forme physique et la minceur, a conduit à mettre davantage l'accent sur les étiquettes des aliments telles que "léger", "maigre", "faible teneur en matières grasses", "allégé", "réduit en calories", etc. (**John et al. 2016**). La viande de volaille et les ovo-produits sont des candidats naturels pour répondre à cette nouvelle demande en raison de leur forte teneur en nutriments et de leur valeur calorique relativement faible. Le fait qu'un produit de volaille réponde ou non aux attentes du

consommateur dépend des conditions qui entourent les différentes étapes du développement du poulet, de l'œuf fécondé à la consommation en passant par la production et la transformation (**Northcutt 2009**). Avec ces arguments, la présente revue de la littérature est destinée à discuter des attributs de qualité de la viande de poulet et des divers facteurs qui les affectent.

Contrairement à la viande rouge dont les prix demeurent généralement élevés, l'Algérien s'est rué vers la viande blanche où la consommation connaît une ascension fulgurante d'année en année. La consommation de la volaille en Algérie a enregistré, en effet, une augmentation permanente au cours des vingt dernières années. Dans le présent chapitre, nous avons fait le point sur les généralités et la situation de la filière viande blanche à l'échelle nationale et mondiale. Ainsi, nous avons mis au point l'importance de la viande blanche en ce qui concerne l'aspect nutritionnel, social et économique.

I.1. Généralités sur la viande de poulet

I.1.1. Définition de la viande

L'origine du mot viande vient du latin «vivenda qui sert à la vie ». La viande est constituée par l'ensemble de la chair des mammifères et des oiseaux que l'homme utilise pour se nourrir, c'est un produit hétérogène résultant de l'évolution post-mortem des muscles liées aux os (muscles squelettiques) essentiellement et à la graisse de la carcasse des animaux(FRAYSSSE ET DARRE, 1990).

Selon le **Codex alimentarius (2003)**, «c'est la partie comestible de tout mammifère».En2005 le même Codex alimentarius en donne une autre définition : « la viande est toutes lesparties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines etpropres à cette fin».

I.1.2. Définition de la viande blanche

La viande blanche est une protéine animale présentant autant de qualités nutritives que la viande rouge (Ovine, Bovine, etc.) (BOUKHALFA, 2006).Il s'agit des viandes d'animaux de basse-cour (dinde, oie, faisan, poule, etc.) ainsi que la viande du porc.

I.2. Situation de la filière viande blanche

I.2.1. Dans le monde

De tout temps, parmi les aliments les plus consommés, la viande occupe une place importante et symbolique sans équivalents dans presque toutes les sociétés du monde. La production mondiale de viande de volaille est celle qui a connu l'évolution la plus favorable.

Elle est la deuxième viande produite dans le monde.

Actuellement produite dans la plupart des pays du monde, son essor a été lié au fort développement de la consommation mondiale, et surtout à une forte demande en protéines à bas prix sur le marché mondial (**Kheffache, 2006**). Sa production est en constante progression (+ de 2% par an) (Berri, 2015).

Selon la FAO, la production de volaille en 2013 (107 Millions de Tonnes Equivalent Carcasse- MTEC) se situe au second rang mondial juste derrière la viande de porc (114 MTEC) et loin devant la viande bovine (68 MTEC). Le poulet représente à lui seul 90% de la production de volaille mondiale (96 MTEC).

En 2015, la production mondiale de volaille à atteint, selon les estimations de la FAO, 114,8 MT. Le premier continent producteur de volaille en 2015 reste l'Asie avec 35% de la production mondiale (Chine, Inde, Thaïlande, Indonésie). 20% de la production mondiale de volaille est assurée par l'Amérique du Nord (aux Etats-Unis principalement). En 3eme position vient l'Amérique du Sud qui contribue à hauteur de 19% de la production mondiale grâce à la production Brésilienne. Le tableau (1) illustre les principaux producteurs de viandes de volailles dans le monde.

Tableau 1: Principaux producteurs de viande de volaille (Perspectives FAO, d'après Deman, 2016).

	Production 2015 en MT	Evolution par rapport 2014	Prévisions de production 2016 en MT
Etats-Unis	21,2	+2,9%	21,8
Chine	19,0	+2,8%	18,0
Union européen	13,8	+3,8%	14,0
Brésil	13,8	+3,6%	14,2
Russie	4,1	+11,4%	4,2
Monde	114,8	+3,4%	115,2

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

Aux Etats-Unis, Les prévisions de l'USDA tablent sur une hausse de 2,5% en 2016 où la production américaine de poulets et dinde atteindrait 21,2 Mt. La production de poulet est en hausse de 1,7% en 2016 par rapport à 2015 soit 18,5 Mt environ. Les exportations qui ont fortement chuté en 2015 (-16,7% par rapport à 2014) en raison de la fermeture de nombreux marchés export aux produits avicoles venant des Etats-Unis, devraient retrouver le chemin de la croissance en 2016 via la reconquête de certains pays importateurs (**Deman, 2016**).

La Chine, seconde producteur de viande de volaille derrière les Etats-Unis et leader mondial pour la production d'œufs de consommation, elle a fortement développé son aviculture sur les trente dernières années grâce à une demande intérieure soutenue et à l'industrialisation de la filière (**Magdelaine, 2017**). En 2015, la Chine a décrété un embargo sur les Etats-Unis puis à la fin de l'année sur la France en raison des épidémies d'influenza aviaire. Cette situation a conduit à un problème d'approvisionnement en génétique sur le territoire chinois ce qui devrait impacter lourdement la production chinoise en 2016 et 2017.

La FAO prévoit un recul de la production de l'ordre de 5% soit une production estimée à 18 Mt en 2016. Sa production future dépendra fortement des choix du gouvernement chinois sur une éventuelle levée des embargos (**Deman, 2016**).

La production européenne de volaille en 2015, selon la commission européenne aurait progressé de 3,7% pour atteindre 13,8 MT, hausse favorisée par des prix bas de l'aliment.

Les abattages de l'année 2015 confirment la première place et le dynamisme de la Pologne dont les abattages de poulets ont atteint 1,64 MT. Soit une augmentation de 10,7% par rapport à 2014. Les abattages de poulets progressent dans tous les principaux pays producteurs de l'UE sauf en Espagne où le volume de poulet abattu recule de 2,0% par rapport à 2014 à 573 390 T et en Allemagne où les abattages baissent de 0,8% en 2015 à 964 000 T. Ainsi, le Royaume-Uni se place deuxième en termes d'abattages de poulets (+3,0% par rapport à 2014, avec 1,48 MT abattues), l'Espagne troisième malgré des volumes en recul, la France quatrième avec des abattages en hausse de 5,1% et qui atteignent 1,05 MT Et les Pays-Bas cinquième avec une hausse des abattages de 2,8% soit 982 480 T en 2015 (**ITAVI, 2016**).

La croissance de la production Brésilienne tirera parti de l'abondance des ressources naturelles, des aliments du bétail et des pâturages, ainsi que des gains de productivité et de la dévaluation du réal (**OCDE/FAO, 2016**). La stratégie du Brésil consistant à répondre à une demande mondiale fonctionne bien, d'autant plus que la production parvient à conquérir de nouveaux marchés à l'export (Pakistan, Malaisie, Myanmar, ...) ou à substituer à d'autres Unis afin d'exporter vers la Chine ou la Russie (**Deman, 2016**).

La figure (1) illustre la production mondiale de viande et celle de viande de volailles de 2000 à 2014 ainsi que les prévisions pour 2024.

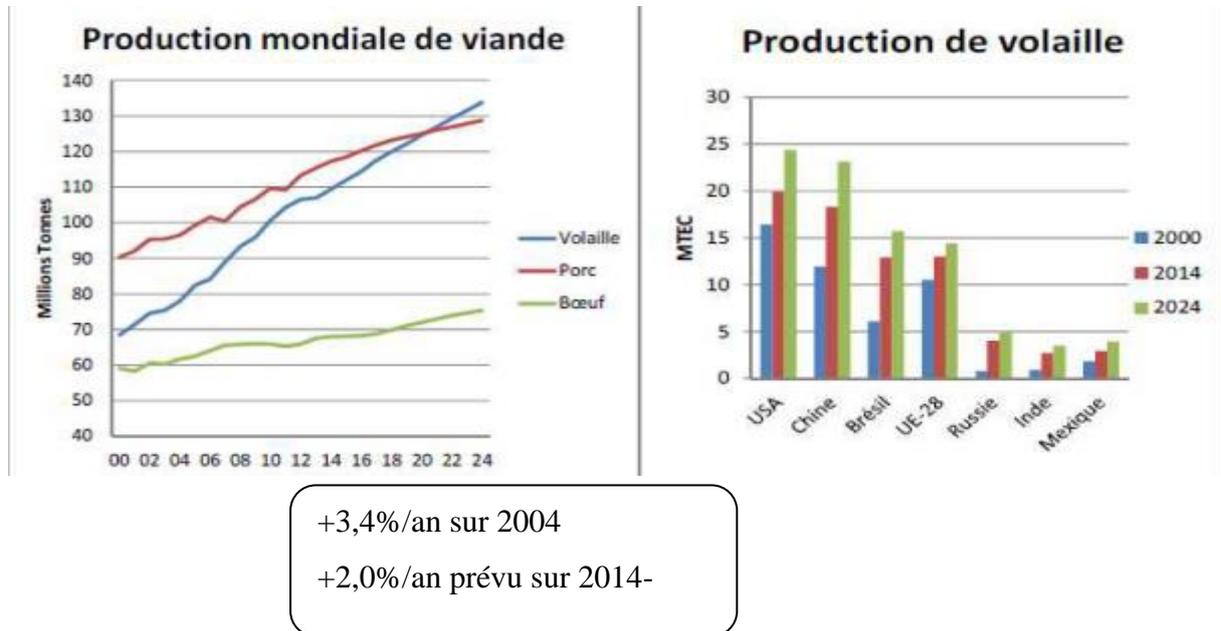


Figure 1 : production mondiale de viande et viande de volaille (ITAVI, 2016 d’après FAO et OCDE).

I.2.2. En Algérie

Le régime alimentaire des Algériens a de tout temps accusé un déficit en protéines animales, du fait du prix exorbitant des produits carnés. Cependant, les changements opérés dans leurs habitudes alimentaires plaident pour une augmentation de la demande de ces produits. Mais vu le prix trop élevé des viandes rouges, le consommateur algérien se rabat sur les viandes blanches, particulièrement le poulet de chair (Benatmane, 2012).

En 2000, l’Algérie a réalisé une production de 169182 tonnes de viande blanche, provenant essentiellement du poulet de chair. Mais en 2004, cette production chute à 163625 tonnes, comme le montre le tableau (2).

Tableau 2 :Evolution de la production de la viande blanche en Algérie (1980 – 2004)

Années	Quantité de viande blanche (tonnes)
1980	95000
1989	157000
2000	169182
2003	152473
2004	163625
Croissance (80 -89)	+171%
Croissance (89 -00)	+34%
Croissance (03 -04)	+7%

Cette diminution pourrait s'expliquer par les nombreuses contraintes de l'aviculture en Algérie : la quasi-dépendance du marché extérieur concernant l'approvisionnement en matières premières alimentaires, les faibles performances zootechniques, certains intrants biologiques et technologiques avicoles, le non maitrise des paramètres d'ambiance et le non-respect des programmes de prophylaxie (**Bouyahiaoui, 2003**).

En Algérie, la production du poulet de chair connaît de sérieuses difficultés, qui contrarient son amélioration quantitative et qualitatives. Le fonctionnement du secteur avicole reste en dessous des normes internationales (**Kaci et Cheriet, 2013**). Ceci est induit par le non suivi des pratiques d'élevages performantes et l'investissement dans des bâtiments et équipements qui ne répondent pas aux normes d'élevages (**Mouhous et al, 2015**).

I.3.Consommation individuelle de la viande blanche:

Si la production mondiale de la volaille augmente alors sa consommation mondiale augmentera systématiquement. Donc la viande blanche est devenue la 2ème viande la plus consommée au monde avec 91,6 millions de tonnes en 2009 et 101 millions de tonnes en 2011 (**Tableau II**). (**Hand Kurtis, 2014**).

Tableau 3: les principaux pays consommateurs de poulet dans le monde (Hand Kurtis, 2014).

Rang	Pays	Consommation kg/hab/an
1	EtatsUnis	50.6
2	ArabieSaoudite	40.7
3	Australie	39.8
4	Canada	37.5
5	Brésil	31.7

En Algérie, Selon les estimations que nous a communiquées madame Izeboudjéne de la Direction du développement de la production avicole au ministère de l'Agriculture, l'Algérien consomme en moyenne 14 kg de viande rouge, 3 kg de poisson 12 kg de viande blanche (poulet, dinde). (**Anonyme 09,2015**).

I.4. Importance de la viande blanche en Algérie

I.4.1. Importance nutritionnelle:

En dépit de leur faible taille, les exploitations avicoles rurales contribuent substantiellement à la production de viande. La consommation apparente per capita de la viande au Sénégal est passée de 20 kg per capita en 1960 à 11,7 kg per capita en 2003 soit une baisse de près de 50%. L'objectif à l'horizon 2015 est de reporter le niveau actuel de la consommation à 20kg par capital. L'aviculture en général contribue actuellement à 23% sur la production nationale en produits carnés. L'aviculture rurale avec ses fortes potentialités peut jouer traditionnelle sont, du fait de leur qualité organoleptique, très appréciés des consommateurs qui les payent plus chers (**Gueye; 1998**).

Dans les pays africains où l'alimentation humaine reste problème préoccupant tant au niveau de la quantité que de la qualité, l'aviculture rurale reste une alternative pour réduire le déficit protéino-calorique (**Buldgen et ai; 1992**) et permettre dans une certaine mesure de prévenir ainsi les maladies d'origine nutritionnelle (**Bers et ai; 1991**).

I.4.2. Importance sociale

Les fêtes coutumières (les cultes rendus aux mânes des ancêtres), les fêtes familiales (naissance, mariage, fin des cultures des champs), les visites d'étrangers sont autant d'occasion d'offrir, de sacrifier ou de consommer des poulets (**Saunders, 1984**). Le poulet est considérée comme un plat exceptionnel chez certain peuple ; il n'est offert qu'aux personnes auxquelles on attache une importance particulière (les jeunes mariés, les femmes qui ont accouché, les hôtes de marque).

L'aviculture semi-industrielle est une source d'emplois dans les centres urbains. Elle constitue l'activité principale de la plupart des aviculteurs de ce secteur et leur procure des revenus substantiels. Ce sous-secteur crée également des emplois salariés et participe à la résorption du chômage chez les jeunes. Le développement de ce sous-secteur a donc un impact significatif sur la lutte contre la pauvreté dans le pays (**FAO, 2008**).

I.4.3. Importance économique

La viande blanche a pris une place importante dans le développement économique nationale. La production nationale en viande blanche a connu, en effet, une évolution considérable en 2017, atteignant 5,3 millions de quintaux (Mqt), contre 2,092 Mqt en 2009, soit une augmentation de 153% (**MADR, 2018**). En termes de valeur, la production avicole a connu une hausse substantielle de 184 % atteignant 155,5 milliards de dinars, contre 54,8 milliards de dinars en 2009 (**MADR, 2018**).

II.1. La qualité de la viande du poulet de chair

La recherche dans le domaine de la qualité de la viande de volaille s'est diversifiée au cours des 50 dernières années. Outre la teneur en viande et l'état microbien, les questions de bien-être animal pendant le processus d'abattage, la morphologie des muscles, la physiologie de la maturation de la viande, l'impact du processus d'abattage sur la qualité de la viande, les attributs sensoriels de la viande et la transformation de la viande ont été mis en évidence. La présente chapitre résume les résultats et les développements dans les domaines de la physiologie musculaire, de la maturation de la viande et des aberrations de la qualité de la viande, de la composition en nutriments et des qualités sensorielles, de l'effet du processus d'abattage sur la qualité de la carcasse et de la viande, des conditions d'hygiène et de la sécurité du produit pendant l'abattage.

La croissance et le développement des poulets de chair

Alors que de nombreuses recherches ont été menées pour définir les principaux mécanismes biochimiques qui sous-tendent la transition du muscle du bréchet et de la cuisse à la viande de poitrine, ce qui est devenu particulièrement problématique est l'augmentation significative de l'incidence des myopathies du muscle du bréchet avant la récolte. Les éleveurs de volailles commerciales ont mis l'accent sur l'augmentation du poids corporel et du rendement en muscle du bréchet, en particulier au cours des 20 dernières années (Lilburn et al., 2019 ; figure 2).



Figure 2: Body weight and breast muscle changes in commercial broilers(Lilburn et al., 2019)

II.2. La physiologie des muscles et la maturation de la viande (Grashorn, 2010)

La composition et la physiologie musculaires sont des points de départ importants pour le développement de la viande comestible. De nombreuses expériences ont été menées dans le passé pour étudier l'importance du métabolisme musculaire ante mortem sur les processus biochimiques post mortem et identifier les facteurs qui affectent ces processus.

En général, la viande est la forme comestible du tissu musculaire des animaux. Le tissu musculaire est constitué de fibres musculaires, de tissu conjonctif et de graisse. Le nombre de fibres musculaires est déjà fixé à l'éclosion et l'augmentation de la masse musculaire est causée par l'élargissement du diamètre des fibres musculaires. Les fibres musculaires sont des faisceaux de cellules musculaires qui sont entourées par l'endomysium (figure 3). Chez la volaille, les muscles des cuisses et du dos contiennent plus de tissu conjonctif et de graisse que les muscles de la poitrine. Le muscle dubréchetest constitué uniquement de fibres musculaires blanches (contraction rapide, B), tandis que le muscle de la cuisse contient à la fois des fibres rouges (contraction rapide,R) et des fibres blanches (B).

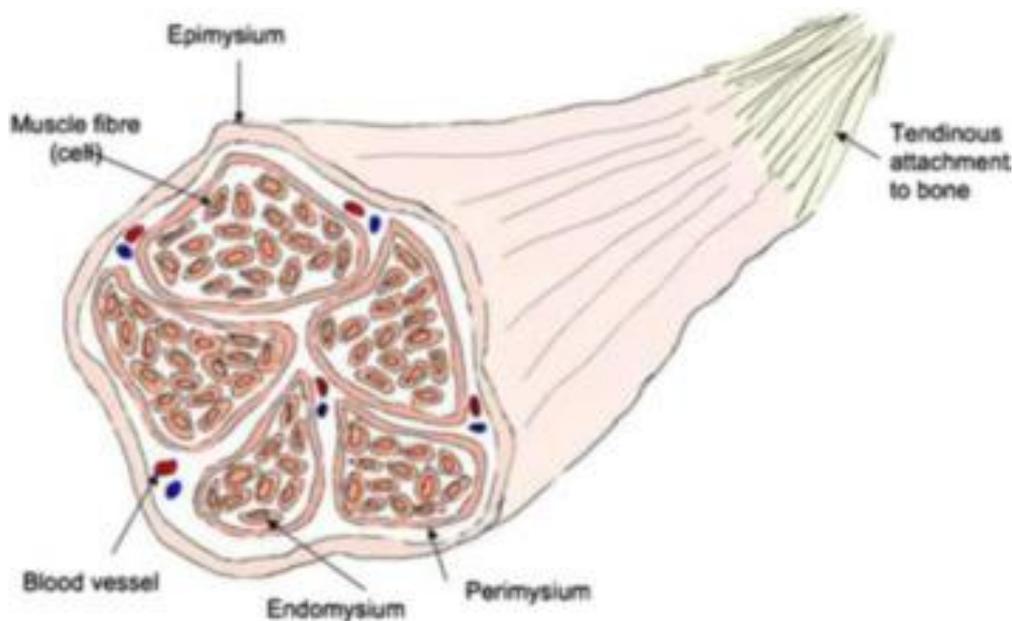


Figure 3:structure musculaire d'un volaille Adapté de **Smith et al. (2010)**.

Après l'abattage des oiseaux, les muscles sont transformés en viande comestible par le processus de maturation de la viande. Pendant la maturation de la viande, les ressources énergétiques (glycogène, ATP, CK) des muscles sont dégradées et les processus biochimiques qui en résultent provoquent des changements importants dans la structure des muscles, qui se

traduisent principalement par la dénaturation des protéines musculaires. Les différentes étapes de la maturation de la viande sont illustrées par le raidissement des muscles après la mort, en combinaison avec le raccourcissement des muscles. Cette étape est suivie d'une phase de ramollissement. Le processus de raidissement est défini comme "rigormortis" et est normalement atteint dans la plupart des espèces animales après quelques heures. Les conditions ante mortem et post mortem précoces peuvent influencer de manière significative le processus de maturation.

Shrimpton (1960) a décrit le processus de maturation de la viande dans le tout premier numéro de BPS et a constaté que le jeûne des oiseaux avant la capture et les conditions d'échaudage pendant l'abattage étaient des facteurs qui influent sur les "changements chimiques associés à la rigidité cadavérique et à la tendreté de la chair". Shrimpton a constaté que "dans des conditions commerciales, on peut s'attendre à ce que la rigidité se développe dans les 10 minutes suivant l'abattage, à moins que les oiseaux n'aient été spécialement affamés". Il a conclu en outre que l'hypothèse selon laquelle "le taux de glycolyse post mortem dans les muscles est nécessairement le même chez les volailles et les mammifères est fausse".

Ces conclusions de base sont toujours valables aujourd'hui, alors que son observation selon laquelle "aucun des facteurs connus pour être associés à l'apparition de la rigidité ne peut donc avoir d'effet substantiel sur la tendreté de la viande des jeunes poulets" ne peut être complètement acceptée. Il est incontestable que "des conditions défavorables pendant la vie de l'oiseau" (**Shrimpton, 1960**) peuvent avoir un effet négatif sur la tendreté de la viande et "peuvent également être accentuées par de mauvaises pratiques dans la station de conditionnement". Shrimpton n'a pas attribué le terme "stress" aux "conditions défavorables" mentionnées dans son document et il n'a pas pu expliquer plus en détail la relation entre le cours de la maturation de la viande et la texture de la viande comestible. Il a fallu plusieurs années pour ajouter de nouvelles connaissances importantes dans ce domaine.

Duncan et ses collaborateurs (1986) ont montré que les conditions de capture (manuelle ou mécanique) influençaient de manière significative les conditions métaboliques ante mortem et, de ce fait, altéraient la maturation de la viande. Ces auteurs ont signalé que la capture manuelle avait des effets de stress importants, car la dégradation des ressources énergétiques était accélérée, ce qui entraînait une modification des processus biochimiques pendant la maturation de la viande. Un point important est que la méthode de manipulation des oiseaux pendant la capture n'est pas seulement pertinente pour la qualité de la viande mais représente

également une question de bien-être animal. Attraper des oiseaux par une patte, les transporter la tête en bas en groupes serrés et les jeter rapidement dans des boîtes de transport est une situation très effrayante pour les oiseaux qui peut également leur causer des douleurs et même des blessures. De même, la manipulation des oiseaux entre leur arrivée à l'abattoir et leur mise à mort peut leur imposer un stress, une douleur et une anxiété considérables. Depuis de nombreuses années, des étourdisseurs électriques à bain d'eau sont utilisés dans les abattoirs de volailles : les volailles sont enchaînées vivantes après le déchargement des boîtes de transport et sont déplacées dans une courroie tête en bas pendant plusieurs secondes pour étourdir et tuer.

Les conditions de stress dues à la manipulation, combinées aux conditions d'étourdissement, sont les facteurs les plus difficiles pendant l'abattage (**Raj et al., 1990, Raj et Johnson, 1997**), affectant de manière significative la dégradation des ressources en glycogène dans les tissus musculaires et donc le processus de maturation de la viande. Normalement, une glycolyse post mortem accélérée devrait entraîner une viande plus dure, comme décrit pour l'accélération des processus biochimiques liés au stress après la mort des oiseaux. Raj et al. (1990) ont constaté qu'après l'étourdissement à l'argon, la viande de poulet de chair était plus tendre par rapport à l'étourdissement électrique, malgré une glycolyse accélérée. Ils ont supposé qu'"il est possible qu'avec l'étourdissement à l'argon, la glycolyse anaérobie commence avant la mort du poulet et que les convulsions anoxiques qui se produisent pendant l'étourdissement accélèrent l'apparition de la rigidité cadavérique" et ont déclaré que "cela peut s'expliquer par le fait que le battement des ailes chez les poulets de chair est un acte très similaire à celui du vol et que les muscles de la poitrine sont morphologiquement conçus pour y faire face, quelle que soit sa gravité sur une courte durée. Au contraire, le spasme musculaire tonique induit par l'étourdissement électrique semble être relativement plus préjudiciable à la qualité de la viande".

II.3. La composition nutritionnelle et les attributs sensoriels de la viande

La composition nutritionnelle est une caractéristique importante de la qualité de la viande en ce qui concerne l'alimentation humaine. En général, la viande est composée d'eau, de protéines, de graisse et de collagène. Dans le passé, de nombreuses tentatives ont été entreprises pour augmenter la maigreur de la volaille. L'alimentation a été la première cible des études.

L'optimisation de la composition nutritionnelle des régimes, l'introduction de programmes d'alimentation adaptés (phase alimentaire) et l'application de restrictions alimentaires

(restrictions qualitatives et quantitatives, skip-a-day «l'alimentation un jour sur deux») ont été identifiées comme des outils utiles pour contrôler la graisse des carcasses. Cependant, la tendance des oiseaux à déposer de la graisse est d'origine génétique, ce qui indique que la graisse et/ou la maigreur doivent être modifiées au niveau de l'élevage pour une amélioration durable.

Plusieurs expériences de sélection ont été menées pour réduire directement l'adiposité des poulets de chair en utilisant des outils spéciaux pour mesurer la graisse abdominale in vivo (fat calliper) et/ou pour estimer la teneur en viande ou le rendement en viande in vivo (ultrasons). À la fin des années 1970, Griffin et Whitehead ont lancé une expérience de sélection des poulets de chair en utilisant la concentration plasmatique en lipoprotéines de très faible densité (VLDL) comme critère de sélection de la maigreur chez les poulets de chair (**Whitehead et Griffin, 1984**). En raison de la forte héritabilité estimée de la concentration plasmatique en VLDL (moyenne $h^2 = 0.50$), une séparation distincte des lignées à faible et à forte teneur en graisse a été réalisée à la fois pour le critère de sélection et pour la maigreur. À mesure que la teneur en graisse diminuait dans la ligne de maigreur, la teneur en protéines et en cendres augmentait. Par conséquent, ils ont conclu que "la méthode de sélection des VLDL plasmatiques actuellement utilisée est suffisamment simple pour être appliquée à l'échelle commerciale et constitue une alternative aux méthodes nutritionnelles coûteuses de contrôle des dépôts excessifs de graisse chez les poulets de chair.

Les poulets de chair plus maigres résultant de l'élevage sélectif présentent l'avantage économique supplémentaire d'une efficacité de la conversion alimentaire supérieure... mais les facteurs organoleptiques peuvent en fin de compte devenir limitatifs du point de vue commercial". Les auteurs ont prévu qu'une réduction très importante de la graisse aurait un effet négatif sur les attributs sensoriels de la viande en raison de l'importance des composants lipidiques pour le goût.

Les attributs sensoriels sont les caractéristiques les plus importantes de la viande pour les consommateurs. L'apparence (y compris la forme et la couleur), l'odeur et le goût (y compris la jutosité et la tendreté) sont les principaux descripteurs des caractéristiques sensorielles de la viande de volaille. Des changements dans les attributs sensoriels doivent être attendus avec l'élevage pour la maigreur ou l'augmentation de la masse musculaire. Fernandez et ses collaborateurs (2001) ont fait état de différences dans la teneur en collagène des muscles des dindes avec des taux de croissance différents.

Les oiseaux à croissance lente présentait une teneur en collagène plus élevée que ceux à croissance rapide. Les auteurs ont conclu que "la teneur plus élevée en collagène dans la ligne SG (croissance lente) peut être attribuée à la section transversale plus faible des fibres musculaires, ce qui entraîne une teneur plus élevée en collagène endomysium par rapport au volume musculaire". Selon **Roy et al. (2006)**, les changements liés à l'âge dans la teneur en collagène sont très faibles chez les poulets par rapport aux espèces de mammifères, mais l'apport d'une énergie alimentaire élevée favorise le dépôt de collagène insoluble. Dans l'étude de **Roy et al. (2006)** les poulets nourris avec des régimes à haute énergie avaient un perimysia¹ épais avec de grandes fibres de collagène composées de fibrilles compactes accumulées. Ils ont résumé leurs conclusions comme suit : "bien que la quantité totale de collagène ne diffère pas entre les groupes de poulets, leur architecture intramusculaire est différente. Le taux de croissance thérapeutique du muscle pectoral induit par l'alimentation à haute valeur nutritionnelle s'est accompagné d'une hypertrophie des myofibres et du développement de grands faisceaux ou fibres de collagène". En conclusion, une augmentation du collagène se traduit par une viande plus dure.

II.4. Qualité de la carcasse

La qualité des carcasses est importante pour la commercialisation de la viande. De nombreuses aberrations dans la qualité des carcasses peuvent se produire lors de l'engraissement et de l'abattage des volailles. C'est également le principal problème en matière d'inspection des viandes. Des conditions d'élevage sous-optimales peuvent augmenter l'incidence des brûlures au jarret, des ampoules de poitrine et des blessures à la peau. Les régimes alimentaires à forte teneur en xanthophylle entraînent une coloration jaune de la peau des poulets, alors que la couleur de la peau des dindes reste la même. La capture, le classement, le transport, le déchargement et l'enchaînement des oiseaux peuvent provoquer des hémorragies cutanées, des éraflures et des fractures. Ces défauts peuvent être éliminés par l'optimisation des conditions d'élevage et de manipulation. En revanche, le processus d'abattage, à savoir l'étourdissement des volailles, peut entraîner des défauts de la carcasse qui ne peuvent être facilement réduits en raison des caractéristiques techniques données.

L'étourdissement électrique dans un bain d'eau est la technique dominante en raison de sa simplicité et de sa sécurité fonctionnelle, de son faible encombrement, de ses faibles coûts d'investissement et de sa facilité de contrôle et de maintenance. Les principaux inconvénients

¹le tissu conjonctif entourant les faisceaux de fibres musculaires squelettiques.

de l'étourdissement électrique sont l'enchaînement des oiseaux vivants, la suspension des oiseaux tête en bas et l'induction de convulsions musculaires.

Le spasme induit influence à la fois la qualité de la carcasse et de la viande (Raj et al., 1990). Raj et al. (1990), Raj et Johnson (1997) ont clairement démontré que l'étourdissement avec des mélanges de gaz (dioxyde de carbone - 45% CO₂, 9% O₂ dans l'air ; argon - 2% oxygène + argon) réduisait de manière significative l'incidence des os cassés et des contusions musculaires par rapport à l'étourdissement électrique chez les poulets de chair (Raj et al., 1990). Les auteurs ont observé l'incidence la plus élevée de contusions des muscles des pattes chez les poulets de chair étourdis électriquement et ont conclu que "cela impliquerait que l'entrave et/ou l'étourdissement électrique étaient responsables des contusions dans la poitrine et les pattes" et que "cela suggère que des dommages musculaires graves se produisent rarement lors d'un étourdissement au gaz". Des effets comparables de la méthode d'étourdissement (étourdissement électrique versus étourdissement gazeux avec 30% de CO₂, 60% d'argon, 10% d'air) sur l'incidence du pygostyle² rouge, des extrémités d'ailes rouges, des hémorragies et des os cassés (coracoïde) ont été observés dans une autre étude (Raj et Johnson, 1997). Les auteurs ont déclaré que "les résultats indiquaient clairement que l'incidence des os cassés et des hémorragies dans les muscles du sein, en association ou non avec les os cassés, serait considérablement réduite par la destruction des poulets par le gaz".

II.5. La microbiologie et la sécurité des produits (Grashorn, 2010)

La contamination microbienne est un grand défi dans la production de viande car elle peut être un danger pour le consommateur. Il est presque impossible de produire de la viande stérile car les bactéries de l'intestin se répandent facilement sur la carcasse lors de l'abattage. Par conséquent, un programme d'hygiène strict doit être appliqué dans l'abattoir pour minimiser la contamination microbienne de la viande, selon le concept HACCP (analyse des risques et maîtrise des points critiques). Il est clair que les conditions d'hygiène dans les exploitations et pendant le transport doivent être optimisées, mais cet aspect ne sera pas traité ici. Il existe une grande variété de bactéries dans l'environnement et dans les intestins des oiseaux, et certaines d'entre elles sont potentiellement dangereuses pour l'homme. Au début des années 70, la présence de Clostridia et de Pseudomonas était très préoccupante, alors qu'aujourd'hui, la salmonelle et le campylobacter sont au centre des préoccupations.

²Le pygostyle est un os du croupion des oiseaux. Il provient de la soudure des trois ou quatre dernières vertèbres caudales. Il sert de support aux grandes plumes de la queue, les rectrices qui constituent la queue de l'oiseau à proprement parler

Il est clair que la contamination microbienne des matières premières, c'est-à-dire des volailles livrées à l'abattage, est le point le plus critique car il définit la charge microbienne de base. Il est clair que, selon Patterson (1971), "idéalement, chaque usine de transformation devrait disposer d'un laboratoire doté d'un personnel capable de mettre en œuvre des techniques microbiennes et chimiques", capable de vérifier l'efficacité des pratiques de nettoyage et, en cas de plaintes, de donner des conseils sur les solutions à apporter.

Au cours du processus d'abattage, chaque point où la peau de la volaille est percée (mise à mort, ouverture de l'évent, découpe de la peau du cou, déchirure de la tête avec la trachée et l'œsophage, parage des pattes), où l'équipement est en contact direct avec les volailles et/ou la viande (plumaison, changement de la bande de transport, éviscération, aspiration des poumons, emballage) et où les carcasses et la viande sont en contact avec l'eau (échaudage, lavage intérieur et extérieur, refroidissement humide) est essentiel. Une contamination croisée est à prévoir, notamment lors de l'échaudage et de l'éviscération. La contamination des surfaces des équipements et de l'eau peut se produire après un nettoyage et une désinfection insuffisants. Les équipements sont normalement en acier inoxydable ou en plastique, qui sont faciles à nettoyer et à désinfecter grâce à leurs surfaces très lisses. Mais la charge mécanique, l'utilisation de substances agressives pendant la désinfection et l'utilisation d'eau à haute pression pendant le nettoyage signifient qu'avec le temps, les surfaces peuvent devenir rugueuses, permettant aux micro-organismes de s'attacher et de se cacher, ce qui rend leur élimination plus difficile. Des protocoles d'hygiène stricts pour le personnel sont également très importants car bien souvent les personnes sont la source de la contamination microbienne. Ainsi, le personnel doit porter des vêtements spéciaux, des chaussures, des gants et des casquettes, doit nettoyer et désinfecter les chaussures et les mains avant d'entrer et de sortir de l'abattoir ainsi qu'à des intervalles déterminés pendant la journée de travail. En outre, les membres du personnel ne doivent porter aucun bijou, montre ou piercing.

III Déterminants de la qualité de la viande du poulet de chair

III.1. Qualité organoleptique

La qualité organoleptique de la viande constitue l'ensemble des propriétés perceptibles par le consommateur, c'est-à-dire la couleur «l'apparence», la texture, la jutosité, la flaveur et l'arôme(**figure 4**).Il est clairement établi que celle-ci est fortement liée au type génétique, au sexe, à l'âge d'abattage et aux facteurs de stress avant l'abattage.

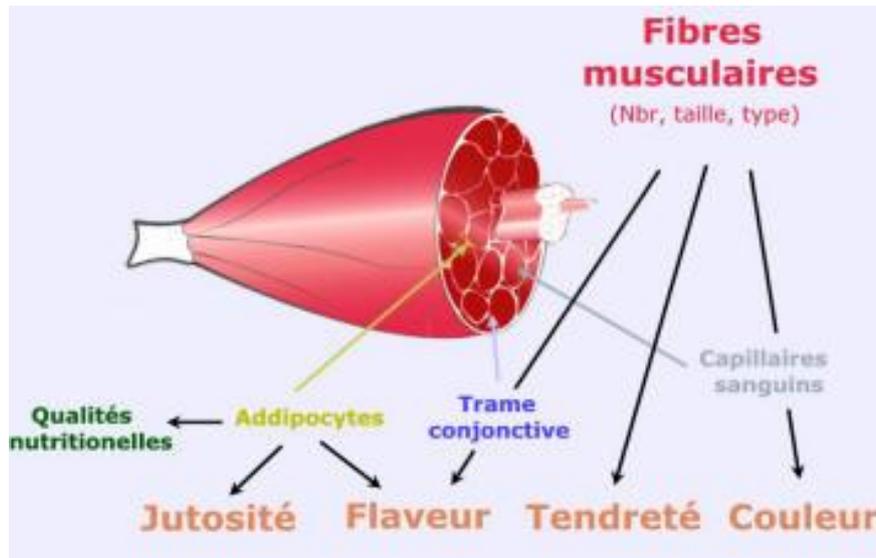


Figure 4: Les déterminant de la qualité de la viande par rapport les élément musculaires (Allais, 2011)

III.1.1.Apparence (couleur)

On pourrait faire valoir que l'apparence est l'attribut de qualité le plus important de la viande de volaille cuite ou crue, car les consommateurs l'associent à la fraîcheur du produit et ils décident d'acheter ou non le produit en fonction de leur opinion sur son attrait. La viande de volaille est unique parce qu'elle est vendue avec ou sans peau. Il existe des rapports sur les préférences régionales aux États-Unis pour une pigmentation pâle à profonde, tandis que les consommateurs britanniques ont tendance à préférer une peau blanche non pigmentée (**Fletcher 2002**).La disponibilité de pigments liposolubles tels que les caroténoïdes dans les aliments pour animaux, les sources d'aliments pour animaux (par exemple le type de grain), les concentrés de xanthophylles et les sources exotiques (par exemple le brocoli, l'extrait de paprika et la tomate), les additifs alimentaires (par exemple les huiles de poisson, les antioxydants, les vitamines et les oligo-éléments), la stabilité de la xanthophylle et la disponibilité biologique ainsi que les paramètres de gestion et de transformation (par exemple les acides gras essentiels) sont autant de facteurs qui influent sur la qualité des aliments pour

III Déterminants de la qualité de la viande du poulet de chair

animaux. Race et souche, maladie et santé, environnement, type de logement, échaudage, conditions avant l'abattage, variables de transformation et sexe) et la capacité de certaines races à déposer des pigments caroténoïdes dans la peau déterminent l'étendue de la pigmentation (**Northcutt 2009**).

Un certain nombre de facteurs affectant la couleur de la viande de volaille, notamment le sexe, l'âge, la souche, les procédures de traitement, l'exposition chimique, la température de cuisson, l'irradiation et les conditions de congélation, ont été signalés (**Mugler et Cunningham 1972**). On a signalé que les poulets de chair présentaient des concentrations de pigments héminiques nettement inférieures à celles des dindes, car les poulets de chair atteignent l'âge de commercialisation à un âge nettement plus jeune que les dindes. De nombreuses races n'ont pas la capacité génétique de déposer des pigments dans l'épiderme donnant une couleur blanche, quel que soit le régime alimentaire.

La santé du troupeau est importante car certaines maladies affectent l'absorption et le dépôt de pigments. Le blanchiment de la couche épidermique se produit à des températures supérieures à 54 °C, il faut donc être prudent lors de l'échaudage. D'autre part, les principaux pigments héminiques que l'on trouve dans la viande sont la myoglobine, l'hémoglobine et le cytochrome C (**Froning 1995**). Cependant, la viande de volaille présente une concentration en myoglobine nettement inférieure à celle des autres espèces (**Millar et al. 1994**). L'âge, la graisse intramusculaire, le taux d'humidité de la viande des oiseaux et le stress juste avant et pendant l'abattage affectent la couleur de la viande. Il a été démontré que le stress thermique ante-mortem et l'excitation juste avant l'abattage affectent davantage la couleur de la viande de dinde que celle de la viande de poulet (**Ngoka et al. 1982**). La teneur en myoglobine et le pH des muscles contribuent tous deux à la couleur de la viande et aux défauts de la couleur de la viande.

Les principaux facteurs affectant la couleur de la viande de volaille sont l'état des pigments héminiques, les facteurs de pré-abattage (génétique, alimentation, manipulation, stress, stress thermique et froid, environnement gazeux), les conditions d'abattage, de réfrigération et de transformation (techniques d'étourdissement, présence de nitrates, d'additifs et de pH, température de cuisson finale, conditions réductrices, irradiation) (**Froning 1995**). Le degré de dénaturation des protéines et l'aspect physique de la viande, qui dépendent de la température et du pH post-mortem, influencent la quantité de lumière qui est réfléchiée par l'intérieur et l'extérieur de la surface de la viande, car la diffusion de la lumière est directement proportionnelle au degré de dénaturation des protéines (**Lawrie 1991**). La

III Déterminants de la qualité de la viande du poulet de chair

diffusion de la lumière affecte la légèreté de la viande (L^*) d'une manière inverse à celle causée par la concentration de pigments de l'hème, ayant un effet minimal sur la rougeur (a^*) et le jaunissement (b^*) de la viande (**figure 5**). Les muscles à pH C 6,0 sont caractérisés par une dénaturation minimale des protéines, une faible diffusion de la lumière et donc un aspect translucide. Cependant, les muscles à pH B 6,0 subissent une plus grande dénaturation des protéines, ce qui entraîne une augmentation de la diffusion de la lumière et de l'opacité (Anadon 2002).



Figure 5 : Palette des couleurs pour l'évaluation de la qualité de la viande de volaille (Fernández, 2020)

Les principaux problèmes liés à la couleur de la viande de poulet sont le type de muscle (viande foncée ou claire), les variations de couleur et les défauts de couleur. En outre, c'est la seule espèce connue dont les muscles présentent des extrêmes de couleur dramatiques (viande blanche et foncée) (Northcutt 2009). La viande de poitrine crue présente une couleur rose pâle, tandis que la viande de cuisse et de jambe crue apparaît rouge foncé. La marbrure, la pâleur extrême ou l'obscurité et les défauts d'aspect tels que les ecchymoses, les mauvais saignements, les hémorragies, le noircissement des os et d'autres problèmes liés au sang de la viande ont eu un effet néfaste sur l'industrie avicole.

III.1.2. Texture

La texture est probablement le facteur de qualité le plus important associé à la satisfaction du consommateur quant à la qualité gustative de la volaille. La texture et le degré de fermeté de la viande sont fonction de la quantité d'eau contenue dans les muscles. L'eau étroitement liée aux protéines musculaires a un effet de gonflement sur les protéines musculaires, occupant les espaces entre les myofibrilles et donnant à la viande une structure plus ferme (Anadon 2002). Lors de la transformation en viande, le taux et l'ampleur des changements chimiques et

III Déterminants de la qualité de la viande du poulet de chair

physiques qui se produisent dans le muscle déterminent également sa tendreté. L'abattage d'un oiseau arrête la circulation sanguine qui, à son tour, bloque l'apport d'oxygène ou de nutriments aux muscles. Ainsi, les muscles manquent d'énergie, se contractent et deviennent raides. Ce raidissement, appelé rigidité cadavérique, est suivi d'un ramollissement qui rend la viande tendre à la cuisson (**Northcutt 2009**). Toute brèche dans cette conversion normale du muscle en viande affectera sa tendreté.

Les principaux facteurs affectant la tendreté de la viande sont la maturité des tissus conjonctifs et l'état contractile des protéines myofibrillaires ainsi que le stress environnemental, la température d'échaudage, l'âge des oiseaux, le taux de développement de la rigidité, le taux de réfrigération et le temps de filetage. La maturité des tissus conjonctifs est fonction de la liaison chimique croisée du collagène dans le muscle qui augmente avec l'âge, d'où la viande dure que l'on trouve chez les oiseaux plus âgés. L'état contractile des protéines myofibrillaires dépend de la vitesse et de la gravité du développement de la rigidité cadavérique. Bien qu'il ne soit pas clair si la quantité totale de collagène musculaire est affectée par l'âge ou non, sa résistance à la chaleur augmente et la solubilité du sel diminue avec l'âge (**Zanusso 2002**), ce qui rend la viande moins adaptée à une transformation ultérieure où la solubilité du sel est importante, par exemple le saumurage et la marinade. Cependant, il n'y a pas de différences liées à l'âge dans la tendreté de la viande de poitrine et de cuisse (5, 8 semaines) des poulets de chair, la viande de poitrine des oiseaux plus âgés étant plus juteuse (**Sonayia et al. 1990**).

III.1.3. Saveurs

La saveur est un autre attribut de qualité que les consommateurs utilisent pour déterminer l'acceptabilité de la viande de volaille. Bien qu'il soit difficile de distinguer le goût et l'odeur lors de la consommation, les deux contribuent à la saveur de la volaille. Le développement de la saveur se produit pendant la cuisson de la viande de volaille en raison des interactions entre le sucre et les acides aminés, de l'oxydation lipidique et thermique et de la dégradation des thiamines. Ces changements chimiques ne sont pas propres à la volaille, mais les lipides et les graisses de la volaille sont uniques et se combinent à l'odeur pour donner le goût caractéristique de la volaille (**Northcutt 2009**).

En général, il est non seulement difficile de produire un défaut de saveur, mais aussi d'améliorer la saveur pendant la production et la transformation. La variation de la palatabilité de la viande selon la race et la souche est bien documentée. Par exemple, les poulets Hinajidori du Japon (**Kiyohara et al. 2011**), les poulets d'élevage ou indigènes coréens (**Jung et**

III Déterminants de la qualité de la viande du poulet de chair

al. 2011) et les kadaknath d'Inde ont des notes de goût nettement plus élevées que les poulets de chair « poulets industriels ».

La raison de la variation de la race peut être due aux variations de la teneur en monophosphate d'inosine 50 (IMP) (**Tang et al. 2009**), en acide arachidonique et en acide docosahexaénoïque (DHA) (**Lee et al. 2012**), en acides aminés, y compris l'acide aspartique, en thréonine, en sérine, en glycine, en alanine, en tyrosine, en lysine et en arginine. Les composés dérivés des lipides, les 2-alcénals tels que *l'hexenal*, *l'heptenal*, *l'octenal*, le *nonenal*, *l'undecenal* et le *dodecenal* ainsi que les aldéhydes, y compris *l'octanal*, le *nonanal*, le *decanal* et le *decadienal* sont liés à l'arôme et au goût spécifiques au poulet (**Ramarathnam et al. 1993**). De plus, la cuisson prolongée a provoqué une augmentation de la saveur de la viande de poulet par la réaction amino-successive (réaction de Millard). Contrairement à l'ébullition, les méthodes de cuisson dans des conditions de température élevée et de faible humidité, telles que le rôtissage, la grillade, la friture et la cuisson sous pression, impliquant des traitements thermiques dans lesquels la température dépasse 100 C, provoquent la formation d'un grand nombre de composés hétérocycliques que l'on retrouve dans l'arôme des viandes cuites (**Melton 1999**). Le pH des aliments est important pour le développement des arômes dans la réaction de Maillard (**Calkins et Hodgen 2007**). Le pH compris entre 4,5 et 6,5 favorise la formation de composés azotés qui contribuent aux arômes des aliments. Le vieillissement post-mortem entraîne la génération de nombreux composés chimiques aromatisants, notamment des sucres, des acides organiques, des peptides, des acides aminés libres et des métabolites du métabolisme des nucléotides adénines qui déterminent l'arôme final de la viande (**Liu et al. 2012**). Ces composants servent soit directement de composants aromatiques, soit comme un ensemble d'intermédiaires aromatiques réactifs qui forment un grand nombre des arômes caractéristiques de la viande après la cuisson (**Spanier et al. 1997**). L'irradiation affecte la qualité de la viande, y compris le goût et l'arôme, principalement par la production de radicaux libres (**Perez-Alvarez et al. 2010**). Le trisulfure de diméthyle a été signalé comme étant le composé le plus puissant dégageant une odeur indésirable dans le poulet cru irradié, suivi du cis-3 et du trans-6-nonénal, de l'oct-1-en-3-one et du bis (méthyl thio) méthane (**Patterson et Stevenson 1995**).

Il est impératif que l'augmentation des volatiles soufrés induite par l'irradiation, due à la forte concentration d'acides aminés soufrés dans la viande de volaille, semble être le résultat de la dégradation radiolytique des acides aminés soufrés (**Ahn 2002**) et de l'oxydation des lipides (**Jo et Ahn 2000**), qui produit des odeurs putrides de chou ou de légumes pourris.

III Déterminants de la qualité de la viande du poulet de chair

L'âge de l'oiseau à l'abattage (oiseaux jeunes ou adultes) influe sur la saveur de la viande. Le développement maximum de la saveur se produit pendant la maturation sexuelle des poulets de chair en raison des changements de la fraction lipidique ou de la composition en acides gras (**Zanusso 2002**).

III.2. Qualité nutritionnelle

Les principaux composants de la viande de volaille crue sont les protéines, les lipides et les minéraux dans des proportions comprises entre 18,4 et 23,4%, 1,3 et 6,0%, 0,8 et 1,2% respectivement (**Culioli et al. 2003**). La viande de poitrine contient moins de 3 g de graisse/100 g et la valeur moyenne correspondante pour la viande brune (sans la peau) est de 5-7 g/100 g. Contrairement à la graisse de bœuf et aux produits laitiers, la viande de poulet ne contient pas de graisses trans (**Greger 2014**) qui contribuent aux maladies coronariennes et environ la moitié de la graisse est composée des graisses monoinsaturées souhaitables, et seulement un tiers des graisses saturées moins saines. Le Fonds mondial de recherche contre le cancer et d'autres (**Bingham 2006**) ont suggéré que la consommation de grandes quantités (plus de 500 g/ semaine) de viande rouge, en particulier de viande transformée, mais pas de viande de poulet, peut être malsaine. La viande de volaille, en particulier celle des oiseaux charognards en raison de leur régime alimentaire varié, est un important fournisseur d'acides gras polyinsaturés (AGPI) essentiels, en particulier les acides gras ω -3 (**Farrell 2013**). Les quantités de ces acides gras importants, en particulier les acides gras polyinsaturés à longue chaîne (AGPI LC), peuvent être augmentées plus facilement dans la viande de poulet que dans les autres viandes d'élevage, bien que des effets négatifs sur la stabilité oxydative puissent apparaître.

III.3. La qualité technologique

Les qualités technologiques représentent quant à elles, l'aptitude de la viande à répondre aux besoins des transformateurs. Parmi elles, les plus significatives sont les rendements en viande, la stabilité au cours du temps en terme de qualité sanitaire, la capacité de rétention d'eau ou pouvoir de rétention d'eau et l'aptitude à la transformation ou les rendements à la cuisson. Ces qualités sont liées à une demande accrue de produits élaborés à partir de la viande de volaille (**Le Bihan-Duval, 1999 ; Berri & Jehl, 2001**).

III Déterminants de la qualité de la viande du poulet de chair

III.3.1.Capacité de rétention d'eau

La capacité de rétention d'eau (CRE), qui a une incidence directe sur la couleur et la tendreté de la viande, est l'une des principales propriétés fonctionnelles de la viande crue. Pour la catégorisation de la capacité de rétention d'eau des échantillons de viande, les termes de potentiel de liaison à l'eau (PRE), d'humidité exprimable et d'égouttement libre ont été proposés (**Jauregui et al. 1981**). Le PRE représente la quantité maximale d'eau que les protéines musculaires peuvent retenir dans les conditions prévalant lors de la mesure. L'humidité exprimable fait référence à la quantité d'eau qui peut être expulsée de la viande par l'utilisation de la force et l'égouttement libre fait référence à la quantité d'eau qui est perdue par la viande sans l'utilisation de force autre que les forces capillaires (gravité). Environ 88 à 95 % de l'eau contenue dans le muscle est retenue de manière intracellulaire dans l'espace entre les filaments d'actine et de myosine et le reste est situé entre les myofibrilles (**Offer et Knight 1988**).

L'augmentation de la teneur en eau des muscles, qui améliore la tendreté, la jutosité, la fermeté et l'apparence, améliore la qualité et la valeur économique de la viande. La CRE est la fonction de facteurs tels que le pH, la longueur du sarcomère, la force ionique, la pression osmotique et le développement de la rigidité cadavérique qui agissent en altérant les composants cellulaires et extracellulaires (**Offer et Knight 1988**).

Après la mort, en raison du manque d'oxygène, la production d'acide lactique se produit, entraînant une baisse du pH qui provoque la dénaturation des protéines, la perte de solubilité des protéines et une réduction globale des groupes réactifs disponibles pour la fixation de l'eau sur les protéines musculaires. La réduction des groupes réactifs se produit parce que le pH du muscle atteint le point isoélectrique auquel les charges positives et négatives sur les groupes réactifs des protéines sont égales et s'attirent mutuellement, ne laissant pratiquement rien pour réagir avec les groupes d'eau chargés et altérant ainsi la capacité des protéines à lier l'eau (**Wismer-Perdersen 1986**). Le manque d'énergie entraîne l'accumulation de complexes d'actinomyosine, ce qui provoque une perte d'espace entre les protéines myofibrillaires et la diminution du CRE qui en résulte.

À mesure que la rigidité cadavérique progresse, des cations divalents tels que Mg^{2+} et Ca^{2+} dans le sarcoplasme neutralisent les groupes réactifs chargés négativement sur les chaînes de protéines adjacentes, réduisant la répulsion électrostatique entre elles (**Wismer-Perdersen 1986**), ce qui réduit encore l'espace disponible pour la rétention intramusculaire de l'eau et augmente la quantité d'eau expulsée vers l'espace extracellulaire.

III Déterminants de la qualité de la viande du poulet de chair

III.3.2.pH

Le pH a une incidence directe sur les attributs de qualité de la viande tels que la tendreté, la capacité de rétention d'eau, la couleur, la jutosité et la durée de conservation. La viande de poitrine de poulet de chair au pH élevé a une capacité de rétention d'eau plus élevée que la viande au pH plus faible. Le pH de la viande de poulet de chair est fonction de la quantité de glycogène dans le muscle avant l'abattage et du taux de conversion du glycogène en acide lactique après l'abattage. L'identification de la couleur est un moyen facile de déterminer le pH de la viande. Si la viande est très foncée, elle aura un pH élevé et si elle est très claire, elle aura un pH faible (**Anadon 2002**). Une corrélation directe entre la couleur des filets de poitrine et le pH de la viande a été signalée (**Fletcher 1995**). Des études in vitro montrent qu'une réduction du pH d'une unité augmente le taux de dénaturation des protéines de 12 fois (**Offer 1991**). On pense qu'un pH faible entraîne un étalement des protéines dans le muscle, ce qui provoque une réflexion différente de la lumière sur la surface, d'où la couleur de la lumière.

Il a été démontré que les variations de la couleur de la viande de poitrine, principalement dues aux effets du pH, affectent la durée de conservation, le développement des odeurs, l'absorption d'humidité lors de la marinade, la perte par égouttement, la capacité de rétention d'eau et la perte à la cuisson (**Allen et al. 1998**). Les filets plus légers que la normale avaient un pH initial de 5,8, une absorption d'humidité de 6 % lors de la marinade, une perte au goutte-à-goutte de 5,88 % et une perte à la cuisson de 34,4 %. Les filets plus foncés que la normale avaient un pH initial de 6,02, un ramassage à la marinade de 7,67 %, une perte au goutte-à-goutte de 3,34 % et une perte à la cuisson de 32,9 %, ce qui montre un impact significatif sur la perte au goutte-à-goutte. La viande de volaille ayant un pH faible a été associée à une faible capacité de rétention d'eau (CRE), ce qui entraîne une augmentation de la perte à la cuisson, de la perte au goutte-à-goutte, de la durée de conservation et une diminution de la tendreté (**Barbut 1993**).

IV.1.Nutrition

La nutrition des oiseaux a un impact important sur la qualité et la sécurité de la viande de volaille. La réaction d'un oiseau à son alimentation est étroitement liée aux changements dans la croissance du squelette, des muscles et du dépôt de graisse. L'alimentation des oiseaux avec des régimes pauvres en graisses et riches en glucides n'influence pas les caractéristiques sensorielles (**Moran 2001**), mais diminue la graisse de la carcasse, le rendement de la carcasse et le rendement de la viande de poitrine (**Smith et al. 2002**). Comme l'énergie alimentaire nécessaire dépasse le niveau optimal de protéines nécessaire pour atteindre sa livraison, la graisse corporelle augmente et la masse musculaire diminue, l'inverse se produisant lorsque les protéines sont en excès d'énergie et affectant principalement le rendement de la viande de poitrine. Cependant, l'alimentation à haute densité de nutriments (haute énergie, haute teneur en protéines) entraîne une amélioration du rendement de la carcasse et une diminution de la graisse, avec des réponses plus distinctes chez les hommes (**Hess et Bilgili 2004**). Une augmentation de la teneur en protéines et en acides aminés des carcasses a été signalée par la réduction des graisses alimentaires et l'augmentation des protéines brutes ou des acides aminés individuels (**Waldroup et al. 2001**).

Cependant, à l'inverse, **Aletor et al. (2003)** ont signalé une accélération de la synthèse des graisses de novo, entraînant des niveaux plus élevés d'acides gras saturés (AGS) et d'acides gras mono-insaturés (AGMI) dans le foie et des niveaux plus élevés de triglycérides et de cholestérol dans le plasma sanguin, tout en alimentant des régimes à faible teneur en protéines.

Garcia et al. (2005) ont étudié l'inclusion de maïs remplaçant le sorgho dans les aliments pour poulets de chair, et ont trouvé une corrélation négative significative entre la diminution du pH de la viande et le remplacement du maïs. L'inclusion de sorgho a également affecté la couleur de la viande, favorisant une viande plus pâle. L'influence de la supplémentation en vitamine E (sous forme d'all-rac- α -tocophéryl-acétate) sur la qualité sensorielle de la viande de poulet congelée a été étudiée. Deux traitements diététiques ont été comparés comme suit : (1) le groupe témoin a reçu un régime alimentaire contenant respectivement 30, 20 et 15 mg d'acétate d' α -tocophérol/kg d'aliments pour animaux de 0 à 20, 21 à 38 et 38 à 45 jours ; (2) le groupe supplémenté a reçu un régime de départ contenant 30 mg d'acétate d' α -tocophérol/kg d'aliments pour animaux de 0 à 20 jours et un régime de finition contenant 200 mg/kg d'aliments pour animaux de 21 à 45 jours.

IV Les facteurs affectant la qualité de viande de poulet chair

IV.2.Sexe

À 24 h post-mortem, les valeurs de pH de la viande de poitrine entre les sexes montrent que les femelles ont un pH inférieur à (5,87) (figure 6). **Lopez et al. (2011)**. Cette différence de valeur du pH peut être due à la teneur en glycogène du muscle entre les mâles et les femelles. D'autre part, les femelles présentent une couleur jaune (b^*) plus élevée que les mâles. La perte de cuisson est plus importante chez les femelles (22,7 %) que chez les mâles (22,2 %) en raison du faible pH. La perte de décongélation est plus importante chez les mâles en raison de l'excès d'humidité collecté lors de la transformation dû aux différences d'épaisseur des poitrines. **López et al (2011)** La teneur en lipides est plus élevée chez les femelles que chez les mâles, tandis que la teneur en protéines était plus élevée chez les mâles que chez les femelles. (**Corzo et al., 2009**). Les femelles ont plus d'acides gras C16 : 0, C18 que les mâles, tandis que les mâles ont plus d'acides gras C18 que les femelles (**López et al., 2011**)

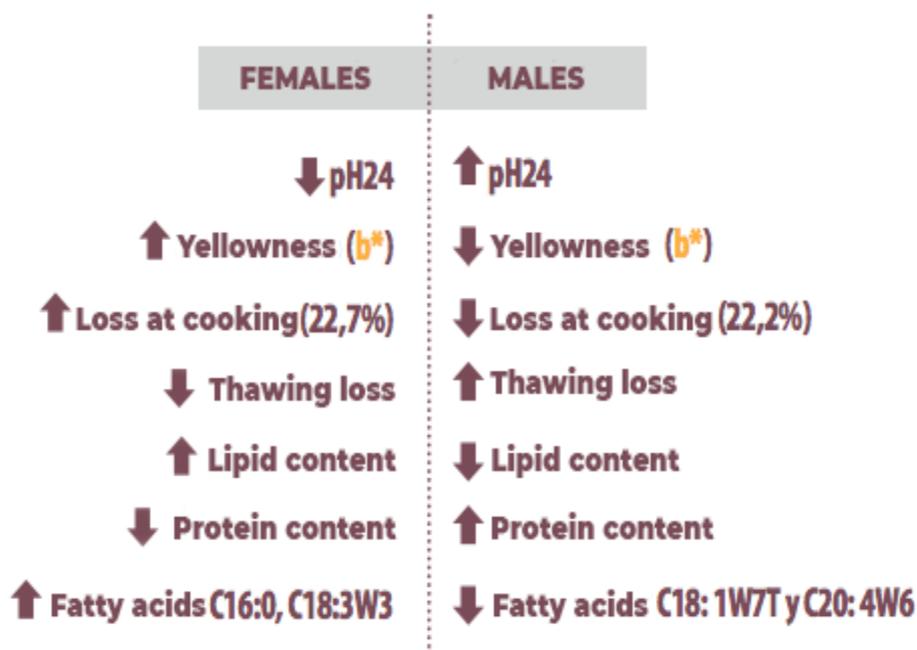


Figure 6: Effet de sexe sur la qualité de la viande de volaille (**Fernández, 2020**)

IV.3.Génétique

Les stratégies d'élevage ont récemment pris en compte la qualité de la viande afin de répondre aux besoins des consommateurs (**Gaya, 2006**). Différents attributs génétiques, tels que la qualité de la viande et le rendement en carcasse, ont été étudiés par **Moreira & Garcia**

IV Les facteurs affectant la qualité de viande de poulet chair

(2003), qui ont conclu que certaines souches commerciales avaient de meilleures performances que d'autres, si l'on tient compte du sexe des oiseaux.

Selon **Julian (2004)**, les jeunes poulets de chair sont très sensibles aux variations de la température ambiante, ce qui peut entraîner des changements critiques dans le métabolisme en raison d'un échange thermique déséquilibré. L'auteur souligne également que certains médicaments chimiques tels que la nicarbazine, mais aussi le chlore et les nitrophénols peuvent rendre le problème encore plus nocif en augmentant la production de chaleur corporelle.

La résistance au stress thermique est devenue une question importante ces dernières années. **Silva et ses collègues (2001)** ont comparé deux souches génétiques de poulets de chair : l'une avec le gène (Na), qui exprime un plumage bas du cou, et l'autre avec un plumage normal du cou (nana), et ont observé que, lorsqu'ils sont exposés à un stress thermique (38-42 °C) dans une chambre à environnement contrôlé, les oiseaux avec le gène Na présentent une meilleure résistance au stress thermique que les autres. Des études indiquent que la réduction du volume de plumage peut aider les oiseaux à optimiser l'échange de chaleur dans les conditions tropicales, en devenant plus tolérants à l'exposition à des températures élevées (**Marder & Arad, 1989 ; Macari & Gonzales, 1990 ; Singh et al., 2001 ; Moreira et al., 2006**). En outre, des facteurs non nutritionnels, tels que le patrimoine génétique et l'environnement, jouent un rôle essentiel dans le taux de plumage, et peuvent également contribuer à un mauvais plumage (**Moreira et al., 2006**).

IV.4. Production et gestion

Aujourd'hui, le marché impose plusieurs restrictions aux importations de viande de volaille. L'Union européenne, par exemple, exige que les volailles soient élevées, et soumises à des normes minimales de bien-être (**Blokhuis, 2004**).

Les cinq domaines suivants sont essentiels à la réussite : la qualité des poussins, le contrôle des maladies, la gestion des troupeaux, les installations et la qualité de l'alimentation. Les intégrations doivent relever le défi de traduire les progrès en matière de génétique, de nutrition, d'immunisation, de chimiothérapie, de surveillance de la santé et d'autres technologies similaires en une meilleure efficacité du taux de croissance, de l'efficacité alimentaire et de l'habitabilité. Cette activité très concurrentielle exige des compétences de gestion supérieures pour équilibrer les décisions, telles que l'augmentation de la taille des troupeaux et de la densité des poussins, avec l'amélioration du logement, le taux de croissance rapide, la réduction des périodes d'élevage et les programmes de santé.

IV Les facteurs affectant la qualité de viande de poulet chair

IV.5. Conditions d'élevage

La qualité de la viande de volaille est potentiellement affectée par les techniques de gestion, la météo et l'élevage les conditions, la génétique, le transport et la capacité de les oiseaux pour répondre à l'environnement, et tous les variables qui peuvent interagir, affectant dans la production cycle (**Bertol, 2004**). La plupart des facteurs influençant la volaille La qualité de la viande peut être contrôlée au cours des différentes les étapes de production, l'abattage et la transformation de la viande.

Ces facteurs comprennent l'âge, le sexe, la nutrition, la gestion, la densité des oiseaux, la méthode de récolte, les conditions environnementales, la manipulation, etc. (**Mendes et al., 2003**) En prenant en considération la théorie de **McInerney (2004)**, l'investissement lié au bien-être doit être considéré comme une valeur ajoutée par les producteurs, et, comme le soulignent **Kerstin et al. (2000)** et **Lima (2005)**, l'adoption de normes de bien-être peut influencer la réduction des problèmes locomoteurs des poulets de chair. Ceci est cohérent avec l'étude de **Bolis (2001)**, qui a vérifié une baisse de la productivité des poulets de chair lorsque les oiseaux étaient exposés à des conditions d'élevage défavorables. **Maddocks et al. (2001)**, par exemple, ont affirmé que le confinement complet, entraînant l'absence d'accès aux rayons ultraviolets, peut provoquer un stress chez les oiseaux en raison d'une augmentation des niveaux de corticostéroïdes. Bien que l'objectif de la litière soit de promouvoir le confort des oiseaux et d'améliorer la qualité des carcasses en réduisant les lésions du poitrail, du jarret et des pattes, il existe un manque d'informations dans la littérature sur le meilleur matériau, ou encore sur le matériau de litière à utiliser pour réduire son impact éventuel sur la qualité des carcasses (**Oliveira & Carvalho, 2002**). En outre, une forte humidité de la litière provoque des lésions aux pieds (**Julian, 2004**) et augmente les niveaux d'ammoniac à l'intérieur des poulaillers (**Miragliotta, 2001**).

IV.6. Santé (Baracho et al., 2006)

Dans ce texte, l'absence de santé fait référence aux anomalies biologiques, qui se traduisent par une altération de la fertilité, de l'éclosabilité, de l'habitabilité, de la productivité ou de la qualité des produits. De nombreuses maladies entraînent une mortalité ou des altérations tissulaires post-mortem dramatiques. La susceptibilité ou la résistance des poulets et des dindes est en partie déterminée par la génétique. Peu d'agents infectieux sont assez puissants ou virulents pour surmonter la résistance naturelle de la plupart des oiseaux. D'autre part, la plupart des agents infectieux sont peut-être opportunistes. Ils ont très peu d'effet évident sur

IV Les facteurs affectant la qualité de viande de poulet chair

les oiseaux normaux, en bonne santé et bien soignés, mais peuvent provoquer de graves maladies et des pertes importantes chez les oiseaux stressés par une manipulation brutale, un refroidissement pendant les premières semaines, une mauvaise ventilation, etc. Certaines des origines les plus courantes des maladies dans les élevages de poulets de chair sont décrites ci-dessous : 1. Défauts génétiques ; 2. liés à la gestion ; 3. liés à l'alimentation et à l'eau ; et 4. maladies infectieuses.

IV.7. Le stress avant l'abattage

Plusieurs études ont été menées pour établir une corrélation entre le stress avant abattage et la qualité de la viande. **Fletcher (2002)** affirme que la qualité de la viande de volaille dépend fortement de la gestion avant l'abattage, et que les pertes constatées lors de la transformation peuvent être le résultat direct de conditions d'élevage inadéquates, comme nous l'avons vu plus haut.

Sur la base de cette préoccupation, et en encourageant le bien-être les pays exportateurs de volailles discutent des procédures spécifiques afin de garantir une meilleure viande la qualité pour les consommateurs. En Algérie, ce sujet est inscrit à l'ordre du jour du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural comme mentionné en Algérie (**MADR, 2000**).

L'inspection sanitaire ante mortem empêche la livraison d'oiseaux infectés dans les usines de traitement de surface (**Delazari, 2001**). Bien que cette inspection ait été appliquée pendant toute la durée de vie des troupeaux de poulets de chair, certains changements pathologiques peuvent encore être constatés à l'abattage. Des pertes dues à une température élevée au lieu de stabulation et une perte de poids pendant le transport ont été signalées par **Bilgili et al. (1989)** et **Mendes et al. (2001)**. Ces pertes peuvent varier de 0,5 à 2 % pendant le transport, et de 0,1 à 5 % à l'usine de transformation. Afin de réduire la contamination des carcasses, le tractus gastro-intestinal doit être vidé, ce qui nécessite de soumettre les oiseaux à un jeûne de six à huit heures avant l'abattage. Lorsque ce délai est dépassé, l'intestin devient fragile et peut libérer le contenu de la vésicule biliaire, contaminant ainsi la carcasse (**Mendes, 2001**).

Selon **Savenije et al. (2002)**, la période naturelle pendant laquelle le muscle de la poitrine de poulet arrête sa consommation d'énergie est de 6 h. Le muscle peut maintenir son équilibre énergétique interne jusqu'à 2 h post-mortem par d'autres moyens que la glycolyse. Entre 4 et 6h post-mortem, la rigidité cadavérique s'installe, après quoi le désossage peut être effectué sans risque de rétraction par le froid. La consommation d'énergie dans le muscle n'est pas limitée par la quantité de glycogène disponible, mais plutôt par le pH et par la disponibilité du triphosphate d'adénosine. La glycolyse se poursuit après l'arrêt de la glycolyse. Il a été

IV Les facteurs affectant la qualité de viande de poulet chair

démontré que le retrait et le transport des aliments épuisent rapidement les principales réserves d'énergie des poulets (Savenije et al., 2002).

IV.8.Changements biochimiques et qualité de la viande

Après l'abattage, des modifications biochimiques, qui entraînent la transformation du muscle en viande, détermineront la qualité finale de la viande. Même après la mort par asphyxie due à une hémorragie, les cellules musculaires continuent à consommer et à produire de l'ATP tant que des sources de glycogène sont disponibles et que les conditions de pH sont optimales. Selon Greaser (1986), ce métabolisme anaérobie entraîne l'épuisement du glycogène et l'accumulation d'acide lactique dans le muscle qui ne peut être éliminé en raison du manque de circulation sanguine, ce qui provoque une diminution du pH sarcoplasmique à un point qui inhibe la poursuite de la glycolyse et la production d'ATP. Bien que la production d'ATP cesse, la consommation d'ATP continue à provoquer la dissociation des complexes d'actomyosine qui préviennent la rigidité cadavérique.

Cependant, lorsque la concentration d'ATP tombe en dessous de 1 $\mu\text{M/g}$ de tissu, la dissociation entre l'actine et la myosine est arrêtée et l'apparition de la rigidité cadavérique, un processus vital pour la qualité souhaitable de la viande, commence et 0,1 μM d'ATP/g de tissu marque l'achèvement de la rigidité (Offre 1991). Cependant, Greaser (1986) a également fait valoir que le temps nécessaire à l'apparition de la rigidité varie selon l'espèce, le muscle, le type de fibre, la température de maintien, le taux de glycolyse et l'ampleur de la lutte au moment de la mort. À moins que la glycolyse ne s'accélère et que la rigidité ne se développe chez la volaille, les changements biochimiques post-mortem impliqués dans la conversion du muscle en viande sont similaires à ceux des espèces de mammifères.

IV.9.Température de la carcasse et qualité de la viande

La température post-mortem de la carcasse a un impact marqué sur la rigidité cadavérique et la qualité générale de la viande. Les carcasses de poulet de chair exposées à des températures plus élevées pendant la transformation présentent des taux de glycolyse rapides et une apparition prématurée de la rigidité cadavérique. Dransfield et Sosnicki (1999) ont rapporté une augmentation de 20 fois de la dénaturation des protéines avec une augmentation de la température de 10 C. De plus, la carcasse à des températures élevées présente une glycolyse accélérée et une viande de poitrine durcie et vice versa. Il est démontré que la température de la carcasse augmente en raison de la production de chaleur résultant de la conversion du glycogène en acide lactique et de l'hydrolyse de l'ATP et du phosphate de créatinine dans les

IV Les facteurs affectant la qualité de viande de poulet chair

muscles ainsi que des températures d'échaudage pouvant atteindre 55 C. Les améliorations génétiques de la volaille ont également été corrélées avec les températures de la carcasse pendant la transformation. Une sélection intensive pour des carcasses plus lourdes et des muscles plus épais a conduit à une augmentation du temps nécessaire pour réduire la température de la musculature interne, diminuant ainsi les taux de réfrigération et augmentant par conséquent le temps d'exposition des carcasses à des températures élevées (**Rathgeber et al. 1999**).

Conclusion

Conclusion

Avant d'aborder la question de la qualité de la viande du poulet de chair, il convient de définir clairement le lien entre le terme "qualité" et la viande du poulet de chair. C'est une tâche difficile, car la qualité est "dans l'œil de celui qui regarde". Par exemple, une personne qui essaie de vendre un produit peut considérer la qualité en fonction de la qualité du produit vendu et du nombre de personnes prêtes à payer pour ce produit. Toutefois, cette définition est incomplète, car elle ne tient pas compte des caractéristiques du produit. Comme les gens n'achètent que ce qu'ils aiment, la perception de la qualité par le consommateur est la définition ultime de la qualité, à laquelle doivent répondre nos producteurs.

Ainsi, on peut affirmer que l'amélioration de la qualité de la viande du poulet de chair dépend de multiples facteurs, donc d'un processus très complexe. Une mauvaise prise en compte de l'un de ces facteurs se répercutera négativement sur la qualité de la viande. Ces facteurs nous aideront à développer des produits carnés de qualité et à valeur ajoutée, ce qui rendra la production de viande du poulet de chair encore plus économique et bénéfique pour la santé humaine. La composition, le type de produit et la qualité de la viande souhaitée peuvent être obtenus grâce aux facteurs mentionnés dans le chapitre 4.

Recommandation

La qualité de la viande notamment la viande blanche a une importance dans la vie quotidienne de citoyen Algérien. En effet, prendre les mesures nécessaires de l'installation de l'élevage jusqu'à l'emballage de produit final, est une priorité pour la filière viande en respectant les points suivants :

- Respecter les conditions de l'élevage notamment les facteurs d'ambiance, le bien-être animal....etc.
- La bonne alimentation du cheptel en matière l'équilibre nutritionnel et le respect de l'apport minéro-vitaminique.
- Eviter l'utilisation abusive des antibiotiques en essayant des les remplacer avec des produits à la base de plantes phytothérapeutiques.
- Application des mesures d'hygiènes en ce qui concerne la chaine de l'abattage et la mise en emballage.
- Respecter la chaine de froid en évitant toute rupture de cette procédure.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

Ahn 2002. Production de volatils à partir d'homopolymères d'acides aminés par irradiation. *J Food Sci.* 67: 2565–2570. doi: 10.1111 / j.1365-2621.2002.tb08777.x.

Aletor VA, Eder K, Becker K et al (2003) The effects of conjugated linoleic acids or an aglucosidase inhibitor on tissue lipid concentrations and fatty acid composition of broiler chicks fed a low-protein diet. *Poult Sci* 82:796–804

Allen et al. 1998 La relation entre la couleur de la poitrine de poulet et la qualité de la viande et sa durée de conservation *Poult Sci.*; 77: 361–366. doi: 10.1093 / ps / 77.2.361.

Anadon (2002) Facteurs biologiques, nutritionnels et de transformation affectant la qualité de la viande de poitrine des poulets de chair. Doctorat Thèse, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 24061, USA.

Anonyme 09, (2015) <http://www.planetoscope.com/elevage-viande/1337-consommation-mondiale-d-oeufs.html>.

-B-

Baéza et al, 2012. Influence of increasing slaughter age of chickens on meat quality, welfare, and technical and economic results. *J. Anim. Sci.*, 90, 2003-2013.

Baracho, M. S., Camargo, G. A., Lima, A. M. C., Mentem, J. F., Moura, D. J., Moreira, J., & Nääs, I. A. (2006). Variables impacting poultry meat quality from production to pre-slaughter: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 8(4), 201-212.

Barbut 1993. Mesures de couleur pour évaluer l'occurrence exsudative molle pâle (PSE) dans la viande de dinde. *Stagiaire en restauration alimentaire.* 26: 39–43. doi: 10.1016 / 0963-9969 (93) 90103-P.

Benatmane F, 2012. Impact des aliments enrichis en acides gras polyinsaturés n-3 sur les performances zootechniques et la qualité nutritionnelle des viandes : cas du lapin et du poulet de chair Thèse doctorat. UMMTO. pp 6-13. *Medit N°2*, p11-21.

Bertol TM. Estresse pré-abate: consequências para a sobrevivência e a qualidade da carne em suínos. [Accessed out. 15, 2006].

Bilgili SF, Egbert WR, Hoffman DL. Research note: effect of postmortem ageing temperature on sarcomere length and tenderness of broiler Pectoralis major. *Poultry Science* 1989; 68(11):1588-1591.

Références bibliographiques

Bingham 2006.Le débat fibre-folate sur le cancer colo-rectal. P Nutr Soc. 65 (1): 19–23. doi: 10.1079 / PNS2005472.

BOUKHALFA L. (2006). L'aviculture en Algérie. Journées Sur la Grippe Aviaire (Batna).

Bouyahiaoui H, 2003. Etude de quelques résultats de l'accoupage et l'engraissement du poulet de chair dans la région du centre. Thèse d'ingénieur agronome, UMMTO, p68.

Bolis DA. Biosseguridade na criação alternativa de frangos. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola; 2001; Campinas, São Paulo. Brasil. p.223-234

Blokhuis HJ. Recent developments in european and international welfare regulations. World's Poultry Science Journal 2004; 60(4):469-477.

-C-

Calkins et Hodgen 2007. Un regard neuf sur la saveur de la viande. MeatSci. 77: 63–80. doi: 10.1016 / j.meatsci.2007.04.016.

Corzo, A., Schilling, M. W., Loar II, R. E., Jackson, V., Kin, S., & Radhakrishnan, V. (2009). The effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poultry science*, 88(2), 432-439.

Cross. et al, 1986 Qualités sensorielles de la viande. Dans: Bechtel PJ, éditeur. Le muscle comme nourriture. New York: Presse académique. pp. 297–320.

Culioliet al. 2003: consommation, composition et qualité. Sci Aliment. 23 (1): 13–34. doi: 10.3166 / sda.23.13-34.

-D-

Delazari I. Abate e processamento de carne de aves para garantia de qualidade. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola; 2001; Campinas, São Paulo. Brasil. p.191-203.

Demam C, 2016. Perspectives de marchés et compétitivité des filières avicoles mondiales et européennes. 16eme Journée Productions Porcines et Avicoles, pp 92-98.

Dransfield E, Sosnicki AA (1999) Relationship between muscle growth and poultry meat quality. Poult Sci 78:743–746

-F-

FAO, 2008. Revue du secteur avicole nationale de l'élevage de la division de la production et de la santé animales de la FAO, Burkina Faso, 33p.

Farrell D (2013) Le rôle de la volaille dans la nutrition humaine. Dans: Revue du développement de la volaille. FAO, Rome, ISBN 978-92-5-108067-2.

Références bibliographiques

Fernández AY. (2020). New methodology to analyze the dielectric properties in radiofrequency and microwave ranges in chicken meat during postmortem time. *Journal of Food Engineering*, 110350

Fletcher 1995. Relation entre la variation de la couleur de la viande de poitrine et le pH et la texture des muscles. *Poult Sci.* 74 (1): 120.

Fletcher DL 2002. Qualité de la viande de volaille. *World's PoultSci J.* 2002; 58 (2): 131–145. doi: 10.1079 / WPS20020013.

FRAYSSE J.L. et DARRE A. (1990). Composition et Structure de Muscle, Evolution Post-mortem. Qualité des viandes ; in « Produire des Viandes sur quelles bases Economiques etBiologiques ». Volume 1. Lavoisier. Paris. P265.

Froning GW1995. Couleur de la viande de volaille. *Poult Avian Biol Rev.* 6 (1): 83–93.

-G-

Garcia RG, Mendes AA, Costa C, Paz ICLA, Takahashi SE, Pelícia KP, KomiyamaCM,Quinteiro RR. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2005; 57(5):634-643

Gaya LG, Ferraz JBS. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. *Ciência Rural* 2006; 36(1):349-356.

Grashorn, M. A. (2010). Research into poultry meat quality. *British Poultry Science*, 51(sup1), 60-67.

Greaser ML (1986) Conversion of muscle to meat. In: Bechtel PJ (ed) *Muscle as Food*. Academic Press, New York, pp 37–102

Greger M (2014). Graisses trans dans les graisses animales. *NutritionFacts.org* <https://nutritionfacts.org/2014/02/27/trans-fat-in-animal-fat/>.

Groom GM (1990) Facteurs affectant la qualité de la viande de volaille. Dans: *Options méditerranéennes* Cambridge (UK). Service consultatif et de développement agricole (ADAS), Fisheries and Food, Cambridge (Royaume-Uni). (Série A-L' aviculture en Méditerranée).

Références bibliographiques

-H-

Hand Kurtis, 2014. <http://poulailler-pas-cher.eu/la-production-et-consommation-mondiale-du-poulet/>.

Hess JB, Bilgili SF (2004) Carcass yield response of small broilers to feed nutrient density. In: XXII World Poultry Congress Istanbul, Turkey, 8–13 June

-I-

Ingr. 1989. Qualité de la viande: définir le terme selon les normes modernes. *Fleisch.*; 69: 1268-1277.

ITAVI, 2016. Analyse de la compétitivité des filières avicoles européennes perspectives et enjeux. Journée d'étude des productions porcines et avicoles, Namur.

-J-

Jo et Ahn 2000. Production de composés volatils à partir d'émulsion d'huile irradiée contenant des acides aminés et des protéines. *J Food Sci.* 2000; 65: 612–616. doi: 10.1111 / j.1365-2621.2000.tb16059.x.

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

John et al. 2016. Les aliments faibles en calories ou en gras contiennent-ils plus de sodium que leurs homologues réguliers? *Nutriments.* 8: 511. doi: 10.3390 / nu8080511.

Julian RJ. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry: a review. *The Veterinary Journal* (in press). [Accessed dec. 10, 2006]. Available from: URL: <http://www.sciencedirect.com>

Jung et al 2011. Comparaison des caractéristiques de qualité de la viande de cuisse de poulet et de poulets de chair coréens. *Korean J Food Sci An.* 31: 684–692. doi: 10.5851 / kosfa.2011.31.5.684.

-K-

Kaci A., 2007. La production avicole en Algérie : opportunités et contraintes. INA, El-Harrach.

Kaci A et Cheriet F, 2013. Analyse de la compétitivité de la filière de viande de volaille en Algérie : tentatives d'explication d'une déstructuration chronique.

Kerstin, K., Grobbee, D. E., Breeijen, J. H. D., Boeing, H., Hofman, A., & Witteman, J. C. (2000). Dietary iron and risk of myocardial infarction in the Rotterdam Study. *American journal of epidemiology*, 149(5), 421-428

Références bibliographiques

Kiyohara et al.2011. Une huile supplémentaire enrichie en acide arachidonique améliore le goût de la viande de cuisse des poulets Hinai-jidori. *Poult Sci.*; 90: 1817–1822. doi: 10.3382/ps.2010-01323.

Kheffache H, 2006. Etude de la rentabilité de l'investissement dans l'aviculture chair : cas de la daïra d'Aflou. Thèse magister INA- Alger, pp 15-16.

-L-

Lawrie. 1991. Science de la viande. 5. New York: Pergamon Press; pp. 56–60.

Lee KH, Kim HJ, Lee HJ et al. Une étude sur les composants liés à la saveur et au goût dans les poulets de chair commerciaux et la viande de poulet native de Corée. *Korean J FoodPreserv.* 2012; 19: 385–392. doi: 10.11002 / kjfp.2012.19.3.385.

Lilburn, M. S., Griffin, J. R., & Wick, M. (2019). From muscle to food: oxidative challenges and developmental anomalies in poultry breast muscle. *Poultry science*, 98(10), 4255-4260.

Lima AMC. Avaliação de dois sistemas de produção de frango de corte: uma visão multidisciplinar [tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2005

Liu et al.2012. Analyse différentielle du protéome des muscles de la poitrine et de la cuisse entre les poulets natifs de Corée et les poulets de chair commerciaux. *Asie-Australas J AnimSci.* 2012; 25: 895–902.

López, K. P., Schilling, M. W., & Corzo, A. (2011). Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Poultry Science*, 90(5), 1105-1111.

-M-

Macari, M., & Gonzales, E. (1990). Fisiopatogenia da Síndrome da Morte Súbita em Frangos de Corte (Physiopathogeny of Broiler's Sudden Death Syndrome). In *Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas* (pp. 65-73).

Maddocks et al. 2001 Maddocks SA. Behavioural and physiological effects of absence of ultraviolet wavelengths for domestic chicks. *Animal Behaviour* 2001; 62:1013-1019.

MADR, 2000 (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural), (2000) statistiques de l'offre en viandes aviaires

MADR, 2018: (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural), (2018) statistiques de l'offre en viandes aviaires.

Références bibliographiques

- Magdeleine P, 2017.** L'aviculture Chinoise à la croisée des chemins. 12eme Journée de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, ITAVI, Tours, 05 et 06 Avril.
- Marder, J., & Arad, Z. (1989).** Panting and acid-base regulation in heatstressedbirds. *Comparative biochemistry and physiology. A, Comparative physiology*, 94(3), 395.
- Mendes, A. A., Pavan, A. C., Oliveira, E. G. D., Denadai, J. C., Garcia, R. G., & Takita, T. S. (2003).** Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(6), 1732-1736.
- Millar et al 1994.** Formation d'oxymyoglobine dans la viande et la volaille. *MeatSci.* 36: 397–406. doi: 10.1016 / 0309-1740 (94) 90135-X.
- Miragliotta MY.** Avaliação de dois sistemas de ventilação de densidade e sua influência sobre níveis de amônia em sistema de produção de frangos de corte [dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2001.
- Moran ET (2001)** Effect of nutrition and feed additives on meat quality. XV European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Kusudasi, Turkey, 9–12 September, pp 99–107
- Moreira J, Garcia RG.** Qualidade da carne de peito de frango de corte. *Revista Nacional da Carne* jul/2003; 317:14-19.
- Moreira J, Mendes AA, Garcia RG, Garcia EA, Roça RO, Nääs IA, Dalanezi JA, Pelícia K.** Evaluation of strain, dietary energy level and stocking density on broiler feathering. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2006; 8(1):15-22
- Mugler DJ. 1972,** Cunningham FE. Facteurs affectant la couleur de la viande de volaille: un examen. *World's PoultSci J.* 28: 400–406. doi: 10.1079 / WPS19720017.
- McInerney J.** Animal welfare, economics and policy: report on a study undertaken for the farm & animal health economics. Londres: Division of DEFRA; 2004

-N-

- Northcutt (2009).** Facteurs affectant la qualité de la viande de volaille. Bulletin 1157. Université de Géorgie, Coopérative Extension, Collège of Agriculture Science and Environmental Science & Family and Consumer Sciences.
- Ngoka et al. 1982.** Effets du sexe, de l'âge, des facteurs pré-abattage et des conditions de détention sur les caractéristiques de qualité et la composition chimique des muscles de la poitrine de dinde. *Poult Sci.* 61: 1996-2003. doi: 10.3382 / ps.0611996.

Références bibliographiques

-O-

OCDE/FAO, 2016. Viande. Perspectives Agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025. Pp 115-135.

Offre G, Knight P (1988) La base structurale de la rétention d'eau dans la viande. Principes généraux et absorption d'eau dans la transformation de la viande. Dans: Developments in meat science, Elsevier Applied Science Publishing Co., Inc, New York, pp 163–171.

Offre G. 1991. Modélisation de la formation de la viande pâle, molle et exsudative: effets du régime de refroidissement et vitesse et étendue de la glycolyse. MeatSci. 30: 57–184. doi: 10.1016 / 0309-1740 (91) 90005-B.

Oliveira CM, Carvalho DI. Rendimento e lesões em carcaças de frangos de cortecriado em diferentes camas e densidades populacionais. Ciência Agrotécnica 2002; 26(5):1076-1081

-P-

PATTERSON, J.T. (1971) Microbial aspects of poultry processing. British Poultry Science, 12: 197–203

Patterson et Stevenson 1995. Odeur désagréable induite par l'irradiation chez le poulet et son possible contrôle. Br Poult Sci. 36: 425–441. doi: 10.1080 / 00071669508417789.

Perez-Alvarez et al 2010. Arôme de volaille: aspects généraux et applications. Dans: Guerrero-Legarreta I, Hui YH, et al. Éditeurs. Manuel de science et technologie avicole: transformation secondaire. New Jersey: Wiley. pp. 339–357.

-R-

Raj ABM, Wilkins LJ, Richardson RI et al (1997) Carcass and meat quality in broilers either killed with a gas mixture or stunned with an electric current under commercial processing conditions. Br Poult Sci 38:169–174

RAJ, A.B.M. & JOHNSON, S.P. (1997) Effect of the method of killing, interval between killing and neck cutting and blood vessels cut on blood loss in broilers. British Poultry Science, 38: 190–194

Ramarathnam et al. 1993. Études sur la saveur de la viande: fractionnement, caractérisation et quantification des substances volatiles du bœuf et du poulet non salés et salés. J Agric Food Chem. 41: 939–945. doi: 10.1021 / jf00030a020.

Références bibliographiques

Rathgeber BM, Boles JA, Shand PJ (1999) Rapid postmortem Phdecline and delayed chilling reduce quality of turkey breastmeat. *PoultSci* 78:477–484.

ROY, B.C., OSHIMA, I., MIYACHI, H., SHIBA, N., NISHIMURA, S., TABATA, S. & IWAMOTO, H. (2006) Effects of nutritional level on muscle development, histochemical properties of myofibre and collagen architecture in the pectoralis muscle of male broilers. *British Poultry Science*, 47: 433–442.

-S-

Savenije B, Lambooij E, Gerritzen MA, Venema K, Korf J. Effects of Feed Deprivation and Transport on Preslaughter Blood Metabolites, Early Postmortem Muscle Metabolites, and Meat Quality. *Poultry Science* 2002; 81:699–708

Silva MAN, Silva IJO, Piedade SMS. Resistance to heat stress of naked neck broilers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2001a;3(1):27-33.

Singh, C. V., Kumar, D., & Singh, Y. P. (2001). Potential usefulness of the plumage reducing Naked Neck (Na) gene in poultry production at normal and high ambient temperatures. *World's Poultry Science Journal*, 57(2), 139-156.

SHRIMPTON, D.H. (1960) Some causes of toughness in broilers (Young roasting chickens) I. Packing station procedure, its influence on the chemical changes associated with rigor mortis and on the tenderness of the flesh. *British Poultry Science*, 1: 101–110

Smith DP, Lyon CE, Lyon BG (2002) The effect of age, dietary carbohydrate source, and feed withdrawal on broiler breast fillet color. *PoultSci* 81:1584–1588

Smith A.S.T., Shah R., Hunt N.P., Lewis M.P. The role of connective tissue and extracellular matrix signaling in controlling muscle development, function, and response to mechanical forces *Semin. Orthod.*, 16 (2010), pp. 135-142

Sonayia et al 1990. Effet de la température ambiante, de l'énergie alimentaire, de l'âge et du sexe sur les portions de carcasses de poulets de chair et leur appétence. *Br Poult Sci.*; 31: 121-128. doi: 10.1080 / 00071669008417237.

Sophie Allais. Détection et validation de marqueurs génétiques impliqués dans la qualité de la viande bovine.. *Animal genetics*. AgroParisTech, 2011. French.

Spanier et al. 1997. L'effet du vieillissement post-mortem sur la qualité de la saveur de la viande du bœuf Brangus. Corrélation des traitements, descripteurs sensoriels, instrumentaux et chimiques. *Food Chem.*; 59: 531-538. doi: 10.1016 / S0308-8146 (97) 00003-4.

Références bibliographiques

-W-

Waldroup et al. 2001 Waldroup PW, Si J, Fritts CA (2001) Relationship of lysine and other essential amino acids on live performance and breast yield in broilers. 9th European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Kusadasi (Turkey), 9–12 September, pp 109–115.

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

Whitehead et Griffin, 1984 WHITEHEAD, C.C. & GRIFFIN, H.D. (1984) Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentrations as selection criterion: The first three generations. *British Poultry Science*, 25: 573–582.

-Z-

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