

République Algérienne Démocratique et Populaire
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Thèse en vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques

Option : Sciences Alimentaires

**Qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes et des œufs
de volailles locales. Influence du sexe et des génotypes**

Présenté par : BENABDELMOUMENE Djilali

Soutenu le: Lundi 06 Juin 2016

Membre de jury

M. BOUDEROUA Kaddour	Professeur	Université de Mostaganem	Président
M. BEKADA Ahmed Ali	Professeur	Centre Univ. De Tissemsilt	Examineur
M. AOUES Abdelkader	Professeur	Univ. Oran 1 Es-Sénia	Examineur
M ^{me} BELARBI Meriem	Professeur	Université de Tlemcen	Examinatrice
M. BENAKRICHE Benmehel	M. de Conférence	Université de Mostaganem	Examineur
M. HALBOUCHE Miloud	Professeur	Université de Mostaganem	Direc. de thèse

Année Universitaire : 2015-2016

Dédicaces

C'est avec toute l'odeur de mes sentiments que je dédie ce travail

A mes parents qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui que dieu les protège.

A mes frères, mes sœurs, mes tantes et oncles.

A tous mes amis d'enfance et d'université.

A toute ma famille.

A tous qui me sont chers.

Résumé

Les travaux antérieurs ont démontré que la génétique et le sexe ont des effets sur les paramètres pondéraux des poulets de chair, sur les qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes ainsi que sur les œufs. Dans ce travail, on se propose d'étudier l'effet du génotype Na Na et du sexe sur les performances zootechniques et pondérales du poulet, ainsi que sur les qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes et les qualités des œufs.

Les poulets Cou-nu présentent des poids vifs significativement différents ($P < 0.05$) par rapport aux poulets Isa Hubbard (1515g vs 2240g).

La teneur en protéines des viandes (filet) Cou-nu est légèrement supérieure à celle de l'Isa Hubbard (22,82 g Vs 22,66 g) avec des proportions plus importantes pour la quasi-totalité des acides aminés essentiels chez le mâle que chez la femelle à l'exception de la thréonine et la phénylalanine.

La viande des poulets Cou-nu présentent des teneurs en fer et en calcium légèrement importante par rapport à celles des viandes Isa Hubbard. Cependant, les teneurs en phosphore et en manganèse sont plus importantes chez les poulets mâles que chez les femelles dans les deux génotypes. Nous avons également constaté que les viandes Cou-nu sont plus dures et plus fermes par rapport aux viandes Isa Hubbard quelque soit le sexe.

Les poulets Cou-nu présentent des teneurs en AGPI plus importants par rapport aux poulets Isa Hubbard. De même, les AGI notamment, les acides oléique, linoléique et linoléique sont en proportion plus importante dans les muscles des poulets mâles dans les deux génotypes.

La viande Cou-nu renferme des teneurs en vitamines liposolubles comparables par rapport à celles des viandes Isa Hubbard.

Les teneurs en fer et en phosphore sont plus importantes dans les œufs Cou-nu que ceux d'Isa Hubbard.

Mots clefs : Cou-nu/ Isa Hubbard / sexe / Acide gras/ Acides aminés

ملخص

بينت الدراسات السابقة تأثير كلا من العامل الوراثي وجنس الحيوان على وزن الحيوان، الخصائص الغذائية والحسية للحم والبيض. نتطرق في هذا العمل لدراسة تأثير الجين نانا على اوزان الحيوان، القيم الغذائية للحم الدجاج.

بينت الدراسة ان اوزان الدجاج عاري الرقبة أصغر من اوزان الدجاج الشاهد (Isa Hubbard)(1515 غ مقابل 2240 غ) نسبة بروتينات الدجاج عاري الرقبة اهم بقليل من نفس النسبة ل الايزا (22.82 غ ضد 22.66) مع نسب مرتفعة لأغلبية الأحماض الأمينية الأساسية في لحوم الذكور بالمقارنة مع لحوم الانثى ما عدا الثريونين والفينيل الانين تحتوي لحوم الدجاج عاري الرقبة على كميات مرتفعة نسبية من الكالسيوم والحديد بالمقارنة مع لحوم الايزا. نسب الفوسفور والمنغنيز مرتفعة في الذكور بالمقارنة مع الاناث.

يحتوي الدجاج عاري الرقبة على نسب مرتفعة من الاحماض الدهنية الغير المشبعة بالمقارنة مع الايزا. حمض الأوليك، اللينوليك واللينولينيك مرتفعة في لحوم الذكور بالمقارنة مع الاناث

نسب الفيتامينات متقاربة في كلا من الايزا وعاري الرقبة

نسب الفوسفور والحديد مرتفعة في بيض الدجاج عاري الرقبة بالمقارنة مع بيض دجاج الايزا

الكلمات المفتاحية: عاري الرقبة. الايزا. جنس الحيوان. احماض دهنية. احماض امينية

Abstract

Previous work has shown that genetics and sex have an effect on weight parameters of broilers, the nutritional and organoleptic qualities of the meat as well as eggs. In this work, we study the effect of Na Na genotype and sex on zootechnical performance and weight of the chicken, as well as on the nutritional and organoleptic qualities of the meat and eggs.

The Naked-Neck chickens have significantly different live weights ($P < 0.05$) compared with Isa Hubbard chickens (1515g vs. 2240g).

The Naked neck meat protein content is slightly higher than that of Isa Hubbard (22.82 g vs. 22.66 g) with higher proportions for almost all essential amino acids in the male than in the female, except threonine and phenylalanine.

The meat of Naked Neck chickens has slightly higher contents of iron and calcium compared with those of Isa Hubbard meats. However, the contents of phosphorus and manganese are more important in male than in female chickens in both genotypes. We also noted that the Naked Neck meats are harder and firmer compared to Isa Hubbard meat regardless of sex.

The naked neck meat comprises fat-soluble vitamin content comparable with respect to those of Isa Hubbard meats.

Naked neck chickens have higher contents PUFA compared to Isa Hubbard chickens. Similarly, AGI including oleic, linoleic and linolenic are in greater proportion in the muscles of male chickens in both genotypes

The iron and phosphorus levels are higher in the naked neck eggs than Isa Hubbard.

Keywords: Naked neck. Isa Hubbard. Sex. Fatty acids. Aminoacids.

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1 : Estimation de la production mondiale des viandes (en million de tonnes),	05
Tableau 2 : Consommation de viandes par habitant	06
Tableau 3 : Composition biochimique du muscle.	09
Tableau 4 : Composition chimique de différents produits carnés	10
Tableau 5 : Effet du sexe sur la qualité de la viande	13
Tableau 6 : Composition des parties comestibles d'un œuf de poule de 60 g	29
Tableau 7 : Composition protidique et lipidique de l'œuf de poule (<i>Gallus gallus</i>).	30
Tableau 8 : Composition protidique du blanc d'œuf	31
Tableau 9 : Composition nutritionnelle du jaune d'œuf.	32
Tableau 10 : Composition nutritionnelle de l'œuf.	33
Tableau 11 : Effets de la sélection sur la composition de l'œuf	34
Tableau12 : Composition en matières premières des aliments (en %).	39
Tableau13 : composition en acides gras (en %) du régime alimentaire.	40
Tableau14 : Programme prophylactique appliqué pour les deux lots	41
Tableau15 : Concentration des solutions de Lowry	52
Tableau16 : Evolution hebdomadaire des poids vifs des Cou-nu et Isa Hubbard (en g)	61
Tableau 17 : Gain de poids (en g) des deux génotypes	63
Tableau 18 : Consommation alimentaire (g) des deux génotypes en fonction du sexe	65
Tableau 19 : Indice de consommation des deux génotypes en fonction du sexe	67
Tableau 20 : Paramètres pondéraux des différentes carcasses des deux génotypes en fonction du sexe	70
Tableau 20b : Rendement de carcasse des deux génotypes en fonction du sexe.	72
Tableau 21 : Teneur en matières sèches, en eau et en matière organique des viandes (filet)	77
Tableau 22 : Teneur en matière minérale des viandes.	78
Tableau 23 : Composition en élément minéral des viandes (filet) (en mg)	79
Tableau 24 : Evaluation du pH des viandes (filet) chez les deux génotypes en fonction du sexe.	80
Tableau 25 : Constatation de la couleur des viandes des deux génotypes en fonction du sexe	81
Tableau 26 : Force de cisaillement des viandes (tendreté)	82

Tableau 27 : Teneurs en acides gras des viandes (filet) (g/100g lipides)	83
Tableau 28 : Estimation du degré d'oxydation des viandes	94
Tableau 29 : Composition en protéines (en g) des viandes (filet)	95
Tableau 30 : Composition en acides aminés des viandes (filet) (en mg/100 g d'acides aminés)	96
Tableau 31 : Composition en vitamines des viandes (filet)	99
Tableau 32 : Teneur en matières sèches, matières minérales et en eau des viandes cuites	101
Tableau 33 : Effet de la cuisson sur les pH des viandes	102
Tableau 34 : Perte de masse à la cuisson (en pourcentage)	102
Tableau 35 : Effet de la cuisson sur les protéines des viandes des deux génotypes	103
Tableau 36 : Teneur en lipides (g/100g de viandes crues) des viandes cuites	104
Tableau 37 : Composition en acides gras des viandes, effets de la cuisson et des génotypes.	105
Tableau 38 : Poids (en grammes), longueur et largeur (en cm) des œufs Cou-nu et Isa Hubbard	107
Tableau 39 : Composition en matière sèches et organiques des œufs de Cou-nu et Isa Hubbard	108
Tableau 40 : Composition moyenne de l'œuf entier en minéraux en fonction du génotype	109
Tableau 41 : Teneur en lipides (en g) et des acides gras (en %) des œufs entiers	110
Tableau 42 : Composition en protéine (% de l'œuf entier) des deux lignées (Cou-nu- Isa Hubbard). Profils en acides aminés (mg/100g de protéine comestible).	113

Liste des abréviations

- **AG** : Acide Gras.
- **AGI** : Acide Gras Insaturé.
- **AGMI**: Acide Gras Monoinsaturé.
- **AGPI** : Acide Gras Polyinsaturé.
- **AGS** : Acide gras saturé.
- **Ala** : Alanine.
- **Asp** : Aspartate.
- **Ca** : Calcium.
- **° C** : Degré Celsius.
- **CMV** : Complexe Minéralo-vitaminés.
- **EM** : Energie Métabolisables.
- **g** : gramme.
- **Glu** : Glutamate.
- **Gly** : Glycine.
- **His** : Histidine.
- **Ile** : Isoleucine.
- **Kcal** : kilocalories.
- **Leu** : Leucine.
- **Lys** : Lysine.

- **Met** : Méthionine
- **Mg** : Matière Grasse.
- **MS** : Matière Sèche.
- **P** : Phosphore.
- **Phe** : Phénylalanine
- **Ser** : Sérine.
- **Thr** : Thréonine.
- **Tyr** : Tyrosine
- **Val** : Valine
- **WHC** : Water holding capacity.

TABLE DE MATIERES

Sommaire

Remerciements

Résumé

Introduction Générale

Première partie : Rappel bibliographique

CHAPITRE 1

Viande Composition et qualités

Introduction	4
I. Production mondiale de la viande	4
I.1. Consommation de la viande	6
I.2. Différents types de viandes	6
II. Structure et composition de la viande	7
II.1. Tissu musculaire	7
II.2. Composition de muscle	8
III. Apports nutritionnels des viandes de poulets	9
IV. Qualités nutritionnelles de la carcasse et de la viande des animaux	10
IV.1. Carcasse	10
IV.2. Viande	11
a. Qualité nutritionnelle ou diététique	11
b. Qualité sanitaire ou hygiénique	11
IV.3. Facteurs de variation des composantes de la qualité de la viande	12
a. Sexe	12
b. Génétique	13

CHAPITRE II

Diversité génétique des poulets

Introduction	14
I. Poules sauvage	15
II. Domestication	18
III. Pléiotropie	19
III.1. Effet limité à un sexe	20

III.2. Fertilisation sélective	21
IV. Principaux gènes affectant la structure, la longueur, ou la répartition des plumes	21
IV.1. Structure des plumes	21
IV.1.1. Plumage frisé	21
IV.1.2. Cou-nu	23

CHAPITRE III

Œufs de volailles, composition et qualités

Introduction	26
I. Aspect extérieur et intérieur des œufs au consommateur	26
I.1. Aspect extérieur	27
I.2. Aspect intérieur	27
II. Composition nutritionnelle des œufs de consommation	29
II.1. Composition de la coquille	29
II.2. Composition du blanc	30
II.3 Composition du jaune	32
III. Principaux facteurs de variation de la composition de l'œuf	33
III.1. Âge de la poule	33
III.2. Génétique	33
III.3. Techniques d'élevage	34
III.4. Mode d'élevage	34

Deuxième Partie : Etude expérimentale

Méthodologie

I. Objectifs	35
II. Matériels et méthodes	36
II.1. Aliments	36
II.2. Animaux	36
II.3. Préparation des lots et déroulement de l'essai	36
II.4. Bâtiment d'élevage	37
II.4.1. Conditions d'élevage	37
A- Litière	37
B- Préchauffage	37
C- Désinfection finale	37
II.4.2. Contrôle de qualité	38

A- Qualité du poussin	38
B- Bâtiment	38
II.4.3. Dispositif expérimental	38
II.4.4. Régimes alimentaires	38
II.5. Programme prophylactique	41
III. Mesures effectuées	43
III.1. Paramètres zootechniques	43
III.1.1. Poids vifs	43
III.1.2. Consommation alimentaire	43
III.1.3. Détermination de l'indice de consommation (IC)	43
III.1.4. Gain moyen quotidien	43
III.2. Modifications morphologiques et rendement des carcasses	44
IV. Méthodes d'analyses	45
IV.1. Analyses des régimes alimentaires	45
IV.1.1. Dosages de la matière sèche et de la teneur en eau	45
a. Matériel	45
b. Calcul et expression des résultats	45
IV.1.2. Méthodes de dosage de cendres M.S.D.A 2004	45
a. Calcul et expression des résultats	45
IV.1.3. Méthode de dosage des protéines	45
a. Mode opératoire	46
b. Calcul de la teneur en protéines brutes	46
IV.1.4. Dosage de la matière grasse totale	47
a. Matériel	47
b. Mode opératoire	47
c. Extraction des matières grasses	48
d. Calcul et expression des résultats	48
IV.1.5 Cellulose brute	49
V. Analyses sur les viandes	50
V.1. Détermination des teneurs en lipides	50
a. Extraction des lipides	50
b. Mode opératoire	50
V.2. Oxydation des lipides	51
V.3. Dosage des protéines	52

V.3.1. Dosage des protéines brutes	52
a. Principe de la méthode	52
b. Mode opératoire	52
c. Principe et dosage des protéines dans les échantillons	52
V.4. Dosage des acides aminés par HPLC	53
V.4.1. Appareillage	53
V.4.2. Dérivation au DEEMM	54
V.4.3. Analyse par HPLC	54
V.5. Détermination des éléments minéraux	55
V.6. Dosage de la vitamine C	55
V.7. Dosage du rétinol et de l'α-tocophérol	56
V.8. Dosage de la vitamine B12	56
VI. Analyses Organoleptiques des viandes	58
V.1. Couleur des viandes	58
VI.2. pH des viandes	58
VI.3. Texture des viandes	58
VII. Cuisson des viandes	59
VII.1. Perte de poids après cuisson	59
VIII. Analyses sur les œufs	60
VIII.1. Lipides et acides gras	60
IX. Analyses statistiques	60

Résultats et Discussion

Chapitre I : Performances de croissance

1. Poids vifs	61
2. Gain de poids	63
3. Consommation alimentaire	65
4. Indice de consommation	67

Chapitre II : Paramètres pondéraux des carcasses

1. Poids vifs et rendement de la carcasse	71
1.1. Poids vifs	71
1.2. Rendement de la carcasse	71
2. Carcasse pleine	72
3. Tissu adipeux	73
4. Poids de la cuisse	74

5. Poids du filet	74
6. Poids du foie	75
7. Poids du cœur	76
8. Poids du gésier	76

Chapitre III : Effets du gène Na Na sur les qualités de la viande

1. Teneurs en eau, en matières sèches et en organiques des viandes	77
2. Teneur en matière minérale des viandes	78
2.1. Teneur en éléments minéraux	79
3. Qualités organoleptiques des viandes	80
3.1. pH	80
3.2. Couleur des viandes	81
3.3. Tendreté de la viande	82
4. Qualité des lipides des viandes	83
4.1. Teneur en lipides totaux	84
4.2. Acides gras saturés	84
a. Acides caprique et laurique	84
b. Acide myristique	85
c. Acide Palmitique et stéarique	86
d. Acides arachidique et béhénique	86
e. Teneurs en acides gras saturés	87
4.3. Acide palmitoléique	88
4.4. Acide Oléique	88
4.5. Acide Linoléique	89
4.6. Teneur en EPA, DHA et DPA	90
4.7. Acides gras polyinsaturés	90
4.8. Oméga 3 et Oméga 6	91
4.9. Rapport AGPI/AGS	92
5. Degré d'oxydation des lipides	94
6. Composition en protéines et profil d'acides aminés	95
6.1. Teneur en protéines des viandes	95
6.2. Teneur en acides aminés des viandes	96
7. Composition en vitamines	99

Chapitre IV : Cuisson des viandes

1. Teneur en matières sèches, minérales des viandes cuites	101
2. pH des viandes cuites	102
3. Perte de masse à la cuisson à la cuisson des viandes	102
4. Effet de la cuisson sur les protéines des viandes	103
5. Teneur en lipides des viandes	104
6. Profil en acide gras	105

Chapitre V : Effets des génotypes sur les qualités des œufs

1. Caractéristiques physiques des œufs	107
2. Teneur en matières sèches et organiques des œufs	108
3. Composition en minéraux des œufs	109
4. Qualités des lipides dans les œufs	110
5. Composition en protéines et en acides aminés des œufs	113

Conclusion générale	114
----------------------------	------------

Références Bibliographique

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Les viandes de volailles sont importantes en alimentation humaine puisqu'elles permettent un apport protéique intéressant pour une teneur faible en matières grasses. Mais selon l'espèce ou le muscle considéré, ces proportions diffèrent, comme pour les autres constituants tels que les vitamines, les acides gras ou les éléments minéraux, qui peuvent également varier selon les auteurs et les méthodes d'analyses employées. Ainsi, chaque viande a ses propres caractéristiques nutritionnelles, qui parfois se rapprochent plus ou moins entre les différentes espèces. Certains facteurs sont susceptibles de faire varier les proportions de ces différents éléments constitutifs. Ainsi, l'âge, le sexe, le mode d'élevage ou encore l'alimentation sont autant de paramètres qui peuvent influencer sur la composition nutritionnelle des viandes de volailles.

Le secteur de la volaille continue à se développer surtout sur le plan techno alimentaire dans de nombreuses régions du monde. La croissance démographique et l'augmentation du pouvoir d'achat ainsi que l'urbanisation sont de puissants moteurs favorisant ce secteur.

Actuellement, l'aviculture industrielle est en plein essor dans le monde. Au cours des 25 dernières années, la consommation mondiale de viande de volaille a augmenté de 200 %. Cette augmentation s'exprime aussi bien par les préparations culinaires traditionnelles que par les techniques de préparations des produits transformés et/ou élaborés. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (**FAO**), la production mondiale de poulet s'est élevée à 110.5 million de tonnes en 2014, Les perspectives agricoles de la FAO montrent que l'on peut s'attendre à une progression de la production de volailles de 1,8 % par an de 2015 à 2024.

Les progrès réalisés ont permis d'obtenir des poulets qui répondent aux besoins et aux exigences du consommateur sont de plus en plus productifs et compétitifs. Le développement et le transfert des technologies d'alimentation, d'abattage et de conditionnement ont augmenté la sécurité et l'efficacité, mais ont favorisé le développement des unités de grandes tailles aux dépens des petites exploitations. Cette évolution a conduit l'industrie avicole et l'industrie des aliments pour volaille à croître rapidement. Cette réforme se manifeste notamment par l'évolution de l'agriculture contractuelle dans l'élevage des poulets de chair, ceci permet aux éleveurs ayant des unités d'élevages de taille moyenne d'accéder à une technologie de pointe avec un investissement initial relativement bas. Toutefois, ces formes d'élevage sont soumis à différentes contraintes techniques parmi lesquels les mortalités importantes suites a des élévations de températures.

L'industrie avicole essaye de faire face aux facteurs climatiques en apportant plusieurs changements. Pour mettre en œuvre ces changements, des améliorations génétiques ont porté principalement sur la sélection du taux de croissance, sur l'efficacité de conversion alimentaire et le degré de musculature, ce qui entraîne des changements bruts de la volaille commerciale. Au cours des 50 dernières années, le temps nécessaire pour atteindre le poids de commercialisation et la quantité d'aliment nécessaire pour produire un gramme de viande ont été réduites de 50% (**Anthony**, 1998). Parmi les changements phénotypiques chez les volailles, 90% sont venus de progrès génétique (**Havenstein et al.**, 1994 a, b). la génétique influence fortement les propriétés fonctionnelles et les caractéristiques nutritionnelles des viandes (**Sirri et al.**, 2011). Plusieurs facteurs ont un effet sur le rendement et la composition des carcasses ainsi que sur la qualité de la viande. Ces facteurs comprennent le génotype, le régime alimentaire, l'âge de l'animal et le sexe (**Moran et Orr**, 1969; **Bouwkamp et al.**, 1973 ; **Young et al.**, 2000).

Au début des années soixante et dès la mise en marche de machine agroalimentaire, l'Algérie avait bien du mal à faire face au besoin alimentaire de base de la population. Les pouvoirs publics devaient combler à l'époque une part essentielle de la viande par l'importation. De nos jours, ce besoin est réduit après par un développement et une amélioration de la productivité dans le secteur avicole. Toutefois, l'Algérie est soumise à des sérieuses contraintes au niveau de la qualité mais surtout au niveau des mortalités importantes de la volaille, ce qui influe forcément sur le prix de revient du produit final. De ce fait, des recherches ont été entreprises pour combler, faire face à des contraintes bioclimatiques d'élevage et améliorer le rapport qualité / prix des carcasses et de la viande de poulets.

Les races de poulets (indigènes) sont abondantes en Algérie et dans le monde dans son ensemble. Ils sont largement distribués dans les zones rurales où ils sont gardés par une majorité des ménages ruraux. Ces poulets présentent un intérêt économique, nutritionnel et culturel importants pour les ménages ruraux (**FAO**, 2010). La viande de ces poulets est très apprécié par de nombreuses personnes en raison de son bon goût (**Fanatico et al.**, 2005 ; **Moula et al.**, 2009 ; **Kingori et al.**, 2010). Par conséquent, une demande réelle de la viande de races de poulets indigènes est actuellement demandé en dépit de leurs prix relativement élevés et surtout à leurs résistance aux différentes températures (**Kingori et al.**, 2010).

Le génotype cou nu (Na) est un gène incomplètement dominant; les hétérozygotes peuvent être identifiés par une touffe de plumes sur la face ventrale du cou (**Scott et Crawford**, 1977), alors que les homozygotes ont pas de plumage sur le cou (**Somes**, 1988). **Davenport** (1914) a identifié le gène cou nu au 20ème siècle; **Hertwig** (1933) dénommé par le symbole «Na ». Récemment, Le gène Na a reçu une plus grande attention en aviculture en raison de son association avec la tolérance à la chaleur (**Mérat**, 1986; **Cahaner et al.**, 1993; **Singh et al.**, 2001 ; **Lin et al.**, 2006), il est considéré comme le facteur le plus important pour le ralentissement de la production de volailles dans les climats tropicaux chauds (**Horst**, 1987).

Le présent travail est destiné à étudier l'effet du génotype Na Na et du sexe sur les performances zootechniques et pondéraux du poulet, ainsi que sur les qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes et les qualités des œufs.

Notre travail comporte une étude bibliographique avec une description des caractéristiques biochimiques de la viande et l'influence de la génétique et du sexe sur la qualité nutritionnelle et biochimique de la viande et enfin des données sur la diversité génétique et la composition nutritionnelles des œufs. Notre étude expérimentale comporte plusieurs volets. Une évaluation des performances de croissance comme les paramètres pondéraux des deux génotypes, le poulet Cou-nu et celui de Isa Hubbard en fonction des sexes. L'effets du gène Na Na et du sexe sur les qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes à savoir les portées de la cuisson sur les lipides des viandes et l'effet du génotype sur les qualités nutritionnelles des œufs.

RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE 01
VIANDES : COMPOSITION ET QUALITES

Introduction

La viande est considérée comme un produit alimentaire indispensable dans la nutrition humaine et animale, elle présente une source principale de protéines de haute valeur biologique pour les adultes (**Lederer**, 1986). Traditionnellement consommée avec des légumes et/ou des produits céréaliers, la viande contribue au maintien de repas structurés et nutritionnellement équilibrés, de par sa richesse en nutriments indispensables. Elle apporte des acides aminés essentiels, des lipides, des calories, mais aussi des acides gras essentiels, des minéraux et des oligo minéraux, comme le fer assimilable, et des vitamines, en particulier la vitamine B12 (**Combes et Dalle Zotte**, 2005).

À nos jours, la viande n'a pas encore de définition qui fasse consensus des producteurs, industriels, consommateurs et même des chercheurs. Le mot « viande » est donc encore une appellation générique recouvrant une grande variété de « viandes ». Plusieurs définitions lui ont été attribuées. Pour **Frayssse et Darre** (1990), 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 squelettiques liés aux os et à la graisse de la carcasse des animaux.

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

I. Production mondiale de la viande

La hausse des prix des aliments pour animaux d'élevages, les épidémies et la contraction des cheptels devraient limiter l'expansion de la production mondiale de viande à seulement 1 pour cent en 2011, soit une production de 294 millions de tonnes de viande (tableau1). L'augmentation devrait être due à une croissance dans les secteurs de la viande de volaille et de la viande de porc, tandis que la production mondiale de viande de bœuf et de viande de mouton devrait être freinée.

Tableau 1 : Estimation de la production mondiale des viandes (en million de tonnes), FAO, 2012.

	2010	2011	2012	Variation 2011 par rapport 2012
Production	294.6	297.2	303.0	1.6 %
Viande de volaille	98.2	101.6	103.5	1.8
Viande bovine	67.5	67.5	67.5	-
Viande ovine	13.5	13.5	13.6	0.9
Autres viandes	109.9	109.0	111.7	2.6

En Algérie, la production de viandes rouges est assurée par l'abattage d'animaux d'espèces différentes : ovine, bovine, caprine, cameline et même chevaline. Toutefois, les deux premières fournissent l'essentiel (85%) de la production avec une prédominance des viandes ovines avec un taux de 58% du total (**Chehat et Bir, 2008**).

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) préconise une consommation moyenne annuelle de 42 kg de protéines d'origine animale par personne. Selon **Faostat 2012** l'Algérien consomme en moyenne 14 kg de viande rouge, 3 kg de poisson, 12 kg de viande blanche (poulet, dinde et gibier) et 162 œufs par an. On est encore loin de la norme. Le déficit est important. De plus, si l'on se montre un peu plus regardant sur le détail de la répartition de cette consommation, on y décèlera sûrement des déséquilibres grandissants entre les franges sociales.

Le régime alimentaire des Algériens a de tout temps accusé un déficit en protéines animales, du fait du prix exorbitant des produits carnés. Cependant, l'amélioration du revenu des citoyens et 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, plus accessibles, particulièrement le poulet de chair.

I.1. Consommation de la viande « FAO, 2012 »

En Algérie, la consommation de viandes par habitant en 2011 devrait maintenir autour de 41,9 kg/an en raison des prix au détail relativement élevés.

Dans les pays en développement, une croissance économique régulière pourrait favoriser une augmentation minimale à 32,0 kg/an par habitant (tableau 2), tandis que la consommation dans les pays développés devrait rester à 78,4 kg/an par habitant.

Tableau 2 : Consommation de viandes par habitant (FAO, 2012)

	2009	2010	2011	Variation 2010 par rapport 2011
Monde (kg/an)	41.3	41.9	41.9	0.1
Pays développés (kg/an)	78.0	78.4	78.4	0.0
Pays en développement (kg/an)	31.1	31.8	32.0	0.5

I.2. Différents types de viandes

Il existe plusieurs catégories de viandes :

- **Viandes rouges** : bœuf, cheval, canard (magret) et mouton.
- **Viandes blanches** : certaines volailles, lapin, veau et porc
- **Viandes noires** : gibier
- **Viandes de brousse** : La « viande de brousse » est le nom donné à la viande d'animaux sauvages.
- **Viandes de boucherie** : bœuf, porc, veau agneau, cheval.

II. Structure et composition de la viande

La viande est composée de tissu musculaire squelettique (muscles striés) obtenue après la mise à mort des mammifères domestiques (Craplet, 1966). Les tissus qui composent la viande sont surtout le tissu musculaire, le tissu conjonctif et le tissu graisseux.

II.1. Tissu musculaire

Le tissu musculaire strié est composé d'une centaine de muscles dont le poids varie chez les gros bovins, de quelques grammes à plus de 10 kg. Le tissu musculaire de la viande est composé de cellules et de fibres musculaires, parce qu'elles sont non seulement dans le sens de la longueur, mais aussi dans le sens transversal.

Le muscle squelettique est constitué de fibres musculaires striées regroupées en faisceaux par le pèrimysium, un réseau de tissus conjonctifs internes au muscle. Chaque fibre étant elle-même entourée de tissus conjonctifs ou endomysium (figure1).

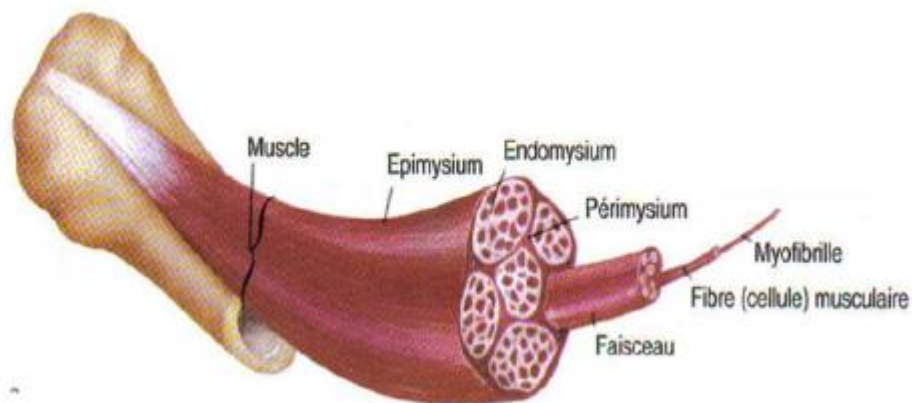


Figure1 : Coupe longitudinale du muscle squelettique (Pillard, 2012)

Le sarcomère est l'unité de base de l'appareil contractile, il représente l'espace entre deux lignes sombres appelées Z, il est situé au milieu de la bande I. la bande M quant à elle ; est localisée au milieu de la bande A. Les bandes A et I sont respectivement constituées par les filaments épais de myosine et les filaments fins d'actine (figure 2).

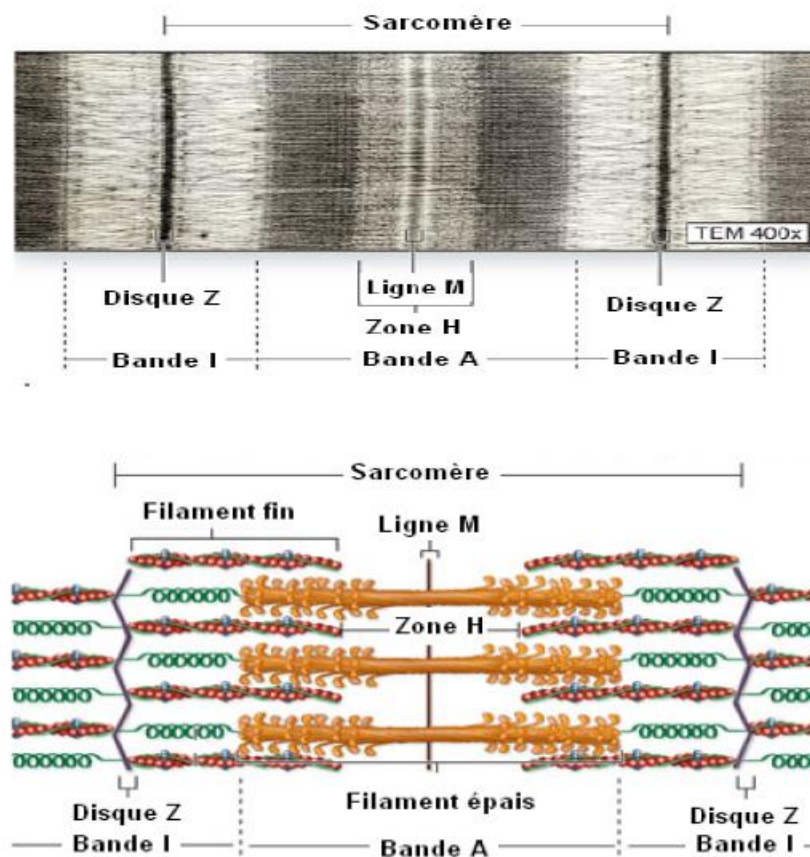


Figure 2 : Structure du sarcomère (Coirault, 2013)

II.2. Composition de muscle

L'eau et les protéines sont les deux composants principaux du muscle. La composition biochimique moyenne est détaillée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Composition biochimique du muscle (**Ashgar** et **Apearson**, 1980)

Composition du muscle	Quantité en (%)
Eau	75
Protéines	19
Protéines myofibrillaires (1)	11
Myosine (2)	40
Actine (2)	20
Autres (2)	40
Titine (3)	10
Alpha actine (3)	5
Protéines sarcoplasmiques (1)	5
Protéine du stroma (1)	3
Lipides	2
Autres substances (Glucides, substance azotée non protéique ; sels minéraux ; vitamines)	4

(1) exprimé en % des protéines, (2) exprimé en % des protéines myofibrilles, (3) exprimé en % des autres protéines myofibrillaires.

III. Apports nutritionnels des viandes de poulets

Les viandes de volaille sont importantes en alimentation humaine puisqu'elles permettent un apport protéique intéressant pour une teneur faible en matières grasses (**Brunel et al.**, 2010). En effet, débarrassée de sa peau, la viande de poulet, pauvre en lipides et naturellement riche en vitamines et minéraux, c'est l'une des viandes les plus équilibrées sur le plan nutritionnel. Elle est considérée comme véritablement diététique. En effet, elle se caractérise par un apport énergétique très modéré et apporte peu de lipides (ils sont surtout concentrés sous la peau) et de cholestérol. De plus, les lipides de la volaille sont pauvres en acides gras saturés. D'ailleurs, les nutritionnistes s'accordent pour dire que l'équilibre des différents acides gras présents dans la volaille serait proche de l'équilibre parfait : 25% d'acides gras saturés (AGS), 55% d'acides gras mono insaturés (AGMI), ces derniers font baisser le taux du mauvais cholestérol LDL et 20 % d'acides gras poly insaturés (AGPI) (**Roger**, 2011).

En revanche, elle apporte des quantités appréciables d'AGPI, de vitamines (B3, B5, B6, B12...), de minéraux et d'oligo-minéraux (fer, magnésium, sélénium, phosphore) et de

protéines de bonne qualité riche en acides aminés essentiels, nécessaires à la croissance des muscles notamment chez les enfants et les adolescents, mais également indispensables au maintien de la masse musculaire chez les personnes âgées (**Roger**, 2011). Comme toutes les viandes, elle ne contient pas de glucides.

Tableau 04: Composition chimique de différents produits carnés (source **CIQUAL**, 2007)

	Pour 100 g de viande	Eau (g)	Énergie (kJ)	Protéines (g)	Lipides (g)	Cholesterol (mg)
Poulet	cuisse, viande et peau, cru	70	832	17	14,8	90
	cuisse, viande et peau, rôtie	59	962	26	14,2	122
	Viande et peau, cru	69	738	18	11,6	80
	Viande et peau, rôtie	66	678	26	6,2	90
	Blanc, cru	72	489	22	2,9	61
	Blanc, cuit	73	523	22	3,9	71

IV. Qualités nutritionnelles de la carcasse et de la viande des animaux

IV.1. Carcasse

La définition de la carcasse selon **Larousse agricole** (2002) est l'ensemble des éléments obtenus après abattage d'un animal vivant et après retrait des issues et du 5ème quartier, et comprenant le squelette sur lequel restent fixés les muscles, les tendons et les aponévroses, les graisses, les artères et les veines, les nerfs et les ganglions lymphatiques. La qualité de la carcasse recouvre les aspects sanitaires et de composition en ses différents tissus (maigre, gras, os). La qualité sanitaire correspond essentiellement à la qualité microbiologique, c'est-à-dire le niveau de contamination en microorganismes et notamment l'absence de bactéries pathogènes pour l'homme, parfois présente dès l'élevage. La proportion relative des tissus maigres et gras constitue la principale composante de la qualité des carcasses avec le poids, le rendement en carcasse et la conformation (poids relatifs des pièces de découpe) (**Lebret**, 2004).

IV.2. Viande

D'après **Lebret** (2004), la qualité d'un produit alimentaire est généralement caractérisée par quatre composants, souvent appelés «4S» : Sécurité (sécurité alimentaire, exigence minimale légitime des consommateurs), Santé (qualité nutritionnelle ou diététique des produits), Satisfaction (qualité organoleptique ou sensorielle), Service (facilité d'utilisation).

Les qualités des viandes dépendent des caractéristiques physico-chimiques elles-mêmes sous l'influence de facteurs génétiques (**Renand et al.**, 2003) et environnementaux (**Monin**, 2003). La qualité des carcasses et des viandes des animaux peut être améliorée par une meilleure maîtrise des conditions de leur transport et de leur abattage. En effet, le stress de toutes natures que ce soit au cours de ces opérations peut modifier le métabolisme musculaire avec des conséquences sur de nombreux critères de qualité (**Monin**, 2003). La qualité de la viande fait référence à plusieurs attentes du consommateur et également des producteurs. On parle alors souvent non pas de la qualité, mais des qualités (au pluriel) de la viande.

Ces qualités peuvent être classées comme suit:

a. Qualité nutritionnelle ou diététique

La qualité nutritionnelle correspond à son aptitude à apporter au consommateur certains nutriments dont il a besoin : protéines (acides aminés), lipides (dont les acides gras essentiels notamment les oméga 3), vitamines, minéraux et oligo éléments, tout en préservant, voire en améliorant sa santé (**Lebret et Mourot**, 1998). Les viandes de lapin et de poulet sont considérées comme viandes maigres et diététiques en raison de leur richesse en protéines de bonne qualité et leur pauvreté en lipides et en cholestérol, mais bien pourvue en AGPI notamment les AG n-3 (**Gondret et Bonneau**, 1998 ; **Combes**, 2004 ; **Hernández**, 2008) sans oublier que les facteurs d'élevage influent largement sur la qualité de la viande, notamment nutritionnelle (**Mourot**, 2010a).

b. Qualité sanitaire ou hygiénique

Cette qualité est primordiale, elle correspond à l'absence de microorganismes pathogènes ou de toxines qu'ils peuvent produire ainsi que les résidus alimentaires ou médicamenteux dans les viandes (**Fraysse et Darre**, 1990 ; **Lebret**, 2004). La contamination microbienne des viandes résulte généralement d'une contamination à partir de la surface de la carcasse.

IV.3. Facteurs de variation des composantes de la qualité de la viande

La notion de qualité de la viande est une notion complexe qui englobe une multitude de propriétés différentes pouvant être influencées par le producteur, le transformateur et même le consommateur lors de la préparation de la viande. Le déterminisme de la qualité des viandes relève à la fois des facteurs de variations liés à l'animal (génotype, âge d'abattage et sexe) et aux conditions d'élevage, et des technologies mises en œuvre autour de l'abattage : ramassage, transport, accrochage, température (avant et après abattage), étourdissement, battement des ailes sur la chaîne, mise à mort, transformation (**Nakamura et al., 1975 ; Farr, 1983 ; Mielnik et Kolstad, 1991 ; Le Bihan-Duval et al., 2001**). Les qualités organoleptiques de la viande constituent 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. Il est clairement établi que celles-ci sont fortement liées au type génétique, au sexe, à l'âge d'abattage et aux facteurs de stress avant l'abattage. 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 termes 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. Toutes ces qualités sont liées à une demande accrue de produits élaborés à partir de la viande de volaille (**Le Bihan-Duval, 1999 ; Berri et Jehl, 2001**).

Notons bien que la qualité de la viande englobe des critères d'importances différentes suivant l'espèce animale considérée. Pour les porcs et la volaille, la qualité technologique a un impact économique important lors de la transformation. Pour les bovins, la tendreté de la viande est plus importante puisque la viande est commercialisée essentiellement en frais et provient d'animaux plus âgés (**Renand et al. 2003**). La couleur et l'apparence, le pouvoir de rétention d'eau, l'aptitude à la transformation, la texture et la tendreté sont les facteurs les plus importants de la qualité de la viande (**Cross et al., 1986 ; Allen et al., 1998**). Nous allons présenter plus en détail les facteurs de variation de ces critères de qualité avec une attention plus particulière aux viandes de volaille.

a. Sexe

Le sexe influe fortement sur la tendreté d'une viande, la force de cisaillement est plus importante chez le poulet mâle par rapport à la femelle dans les différentes races (**Musa et al., 2006**). Selon **Kirchgessner et al (1992)** le sexe a un effet significatif sur la jutosité, elle est plus importante chez la femelle que chez le mâle.

Tableau 05 : Effet du sexe sur la qualité de la viande (**Musa et al.**, 2006).

Paramètres	Mâle	Femelle
Anka		
Couleur	0,89	0,76
pH	5,73	5,69
Capacité de rétention d'eau	0,32	0,34
Tendreté	3,56	2,97
Ruggao		
Couleur	0,67	0,6
pH	5,69	5,67
Capacité de rétention d'eau	0,31	0,32
Tendreté	2,94	2,32

b. Génétique

Chez les animaux monogastriques, la race influence essentiellement la teneur en lipides de la viande (**Mourot**, 2010b). En effet, il est admis, de façon générale, que les animaux de lignées lourdes sont plus gras que ceux issus des lignées maigres (**Lebas et Combes**, 2001). Chez le poulet, les animaux à croissance rapide tendent à être plus gras. Ainsi, à poids égal, les poulets de chair tendent à être de plus en plus gras à mesure que la sélection sur la vitesse de croissance produit ses effets (**Alleman et al.**, 1999 ; **Ponte et al.** 2008) rapportent un effet significatif sur la composition en acides gras en comparant des poulets de chair standard (Ross) à croissance rapide à des poulets fermiers à croissance lente (Lab). Chez le lapin, au poids d'abattage commercial, l'adiposité des carcasses est d'autant plus grande que les formats adultes sont faibles (**Ouhayoun**, 1989).

CHAPITRE 02
DIVERSITE GENETIQUE DES POULETS

Introduction

Le poulet *Gallus gallus* est un oiseau domestique appartenant à l'ordre des Galliformes. Au niveau mondial, les milliards de poulets élevés par an constituent une source très importante de protéines pour l'alimentation humaine, grâce à leur production d'œufs et de viande.

En 2007, la production mondiale de viande de poulets était de 76 millions de tonnes (environ 28% de la production totale de viande dans le monde) avec une production totale d'œufs de l'ordre de 59 millions de tonnes (**Faostat**, 2015). La majorité de ces productions est obtenue à partir d'un nombre limité de lignées commerciales sélectionnées de manière intensive par un très petit nombre d'entreprises d'élevage, dont la plupart sont internationales. Il existe une diversité de races de poulet dans le monde, phénotypiquement très différentes, ceci en raison de long processus de domestication.

La diversité génétiques des lignées commerciales et d'autres populations a été évaluée avec des marqueurs microsatellites (**Hillel et al.**, 2003 ; **Granevitz et al.**, 2007). Elle est faible pour les pondeuses d'œufs blancs (hétérozygotie attendue, He, de 0.35 à 0.40), plutôt faible pour les pondeuses d'œufs bruns (He de 0.45 à 0.5), modérée voir élevée pour les poulets de chair (He de 0.55 à 0.60) et toujours plus élevée (He de 0.60 à 0.65) pour les populations non sélectionnées et pour l'espèce sauvage Coq Bankiva (*Gallus gallus*). Une étude récente et plus détaillée basée sur un génotypage SNP (Single Nucleotide Polymorphism) indique que 50% de la diversité génétique ancestrale a été perdue dans les lignées commerciales (**Muir et al.**, 2008), alors que les races locales présentent des niveaux d'hétérozygoties variables en fonction de leur histoire et leur taille de population. Un nombre croissant de races locales est menacé d'extinction, le risque pour l'espèce étant la perte de leurs caractères spécifiques et de combinaisons alléliques originales (**Blackburn**, 2006). Les diverses races de poules domestiques actuelles ont pour origine largement admise les espèces sauvages de poules d'Asie du Sud-est, et principalement le Coq Bankiva. La contribution majeure de cette espèce a été démontrée au niveau mitochondrial (**Fuhimito et al.**, 1996).

Harrison, (1978) pense qu'à la fin du pliocène et au début du pléistocène (il y a plus d'un million d'années), le genre *Gallus* était constitué probablement d'une seule population s'étendant sur tout le continent eurasiatique. Pendant les périodes de glaciation, le genre *Gallus* se serait trouvé divisé en trois populations : le groupe méditerranéen ou moyen-oriental, le groupe indien et celui d'Asie de l'Est. Deux de ces groupes auraient disparu pendant la glaciation. Seul le groupe indien aurait survécu et évolué vers les espèces actuelles. Cette hypothèse repose sur le fait qu'on a retrouvé des restes fossilisés de *Gallus* de l'époque du pléistocène en Europe. Deux de ces fossiles ont été trouvés en Angleterre et nommés *Gallus europaeus*. Un autre a été découvert et daté de la fin du pliocène à Pikermi en Grèce et appartient peut-être à une autre espèce appelée *Gallus aesculapi* (**Gaudry**, 1862).

1. Poules sauvage

Il existe actuellement quatre espèces de coqs sauvages. Les quatre ont leur territoire en Asie du Sud-Est.

- *Gallus varius* appelé également coq vert ou coq fourchu, il présente le plus de différences avec les poules domestiquées, de par la coloration verdâtre de son plumage, la forme arrondie des plumes chez le mâle, la crête non dentée et le barbillon unique de couleurs jaune, bleu et rouge, l'existence de deux rectrices de plus à la queue et enfin un chant différent de celui des autres espèces sauvages ou domestiques. On le trouve à Java en Indonésie le long des côtes (figure 03).



Figure 03 : Caractéristiques morphologiques de *Gallus varius* (les plumes sont arrondies, la crête non dentée et le barbillon chez le coq, d'après **Coquerelle**, 2000).

- *Gallus sonnerati* appelé aussi coq gris à plumage rappelant un peu l'argenté sur certaines parties du corps, possède des plumes cornées au camail. On le trouve dans les forêts du Sud-ouest du continent indien (figure 04).



Figure 04 : Caractéristiques morphologiques de *Gallus sonnerati* (les plumes du camail cornées et la denture peu profonde de la crête, d'après **Coquerelle**, 2000).

- *Gallus lafayetti* à la poitrine brune clair orangée avec une tache violette en haut du cou et une tache jaune sur la crête. On le trouve dans les zones boisées à Ceylan au Sri Lanka (figure 5a).



Figure 05a : *Gallus lafayetti* avec une denture peu profonde de la crête ainsi qu'une tache jaune à l'arrière de la crête, d'après **Coquerelle**, 2000).

- *Gallus gullus* ou coq rouge de jungle ressemble à certaines races domestiques de la variété rouge doré à plastron noir si l'on fait référence aux coqs, ou doré saumoné si l'on se réfère aux poules (Combattants, Ardennaise, Gauloise dorée, Leghorn dorée...). C'est celui qui a l'aire d'extension actuelle la plus vaste et l'on a divisé cette espèce en cinq sous-espèces : le coq rouge de Cochinchine (ou *Gallus gallus gullus*) doré à oreillons blancs, le coq rouge de

Birmanie (ou *spadiseus*) à oreillons rouges, le coq rouge d'Inde ou *mirghi* (figure 05b) à oreillons blancs, le coq rouge ou *bankiva* de Java en Indonésie (figure 07) à oreillons rouges dont les plumes du camail et de la selle sont plus arrondies à leur extrémité et le coq rouge du Tonkin ou *jabouille* (figure 6) ce dernier étant plus rouge que doré et possédant des oreillons rouges.



Figure 05b : *Gallus gallus murghi*, d'après Coquerelle, 2000.



Figure 06 : *Gallus gallus jabouillei*, d'après Coquerelle, 2000.



Figure 07 : *Gallus gallus bankiva*, d'après Coquerelle, 2000.

II. Domestication

Les os de volaille sont facilement détruits par les prédateurs et les chiens domestiqués par l'homme. C'est une des raisons pour lesquelles on ignore encore où et quand eut lieu la première domestication de l'espèce *Gallus*. Il est admis que le *Gallus gallus* donne des produits fertiles avec les poules domestiques, alors que les trois autres espèces (il faut les citer) donnent de très mauvais résultats d'éclosion et de survie des poussins, il est l'ancêtre des poules domestiques dont il partage en outre le chant et le plumage.

Yamashita et al (1994) ont comparé les empreintes génétiques des quatre espèces sauvages sans mentionner quelle sous-espèce de coq rouge de jungle est utilisée avec des Leghorn blanches, deux races japonaises et trois races chinoises. Ils concluent que le coq vert (*Gallus varius*) est le plus éloigné de tous les autres, les coqs gris (*Gallus sonnerati*) et de Ceylan (*Gallus lafayetti*) ne sont pas très éloignés l'un de l'autre, ils sont plus près du coq rouge de jungle étudié que du coq vert, enfin le coq rouge de jungle est proche des races domestiques étudiées parmi lesquelles la Leghorn blanche semble plus voisine des races japonaises étudiées que des races chinoises.

Plus récemment, **Fumihito et al** (1996) ont étudié l'ADN mitochondrial chez trois des cinq sous-espèces du type *Gallus gallus* (*Gallus gallus gallus*, *Gallus gallus spadiceus* et *Gallus gallus bankiva*) ainsi que des animaux appartenant à plusieurs races domestiques et aux trois autres espèces sauvages de *gallus* (*Gallus varius*, *Gallus lafayetti* et *Gallus sonnerati*). Ils concluent qu'il n'y a pas de différence entre *Gallus gallus gallus*, *Gallus gallus spadiceus* et les animaux domestiques. Ces derniers semblent bien être les descendants des *gallus* sauvages continentaux. Par contre, le *Gallus*

gallus bankiva appartiendrait à un autre rameau et ne serait peut-être pas une sous-espèce du genre *Gallus gallus*. Si cela était confirmé on devrait l'appeler *Gallus bankiva* et non plus *Gallus gallus bankiva*.

Les plus anciennes traces de *Gallus domestique* trouvées en Chine remontent à 6000-5500 avant J-C. **West** et **Zhou** (1988) ont examiné dix-huit sites en Chine du Nord et ont trouvé des restes d'os de poulet dont la taille était plus grande que celle des coqs de jungle actuels, mais inférieure à celle de nos races domestiques (non naines). Ces auteurs pensent que la poule de jungle n'a jamais eu pour habitat le nord de la Chine et que les os retrouvés dans cette zone provenaient de poulets domestiqués auparavant en Asie du Sud-Est.

De même les os de poulet découverts dans la vallée de l'Indus (Pays) et datés de 2500 à 2100 avant J-C, ils ont une longueur plus proche de celle de nos races actuelles que de l'espèce sauvage (103 mm contre 115 mm et 69 mm respectivement pour le fémur). Ces poulets provenaient probablement de l'Asie du Sud-Est et les sceaux et les poteries retrouvées dans la vallée de l'Indus (Pays) témoignent que ces poulets domestiques servaient aux combats de coqs. Il semble bien en effet que la première raison de la domestication de la poule soit le coq et son caractère belliqueux pendant la période d'activité sexuelle. Cela a nécessité également un certain développement de l'agriculture pour pouvoir nourrir les oiseaux captifs. L'élevage a eu lieu d'abord dans des régions fertiles, là où l'animal n'entrait pas en compétition pour la nourriture avec l'homme. De ce foyer de poules domestiques, l'espèce a gagné l'Europe par deux voies probables, l'une par la Chine et la Russie, l'autre par la Perse et la Grèce (**Tanabe**, 1971 cité par **Okada**, 1994).

III. Pléiotropie

La pléiotropie une forme allélique d'un gène a plusieurs effets. Le croisement entre animaux de race Cou-nu du Forez se traduit par l'allèle cou nu Na dominance incomplet et autosomal (photo 08), le standard de la race correspond à l'étal hétérozygote $Na na^+$ (touffe de plumes sur le devant du cou).

Nous aurons donc des descendants des 3 génotypes suivants :

- Cou nu homozygote avec peu de plumes au cou 25% soit Na/Na
- Cou nu hétérozygote avec touffe de plumes au cou 50% soit Na/na^+
- Cou normalement emplumé 25% soit na^+/na^+

Lorsque l'on étudie les performances d'animaux à cou nu Na/Na ou Na/na^+ par rapport à des animaux à cou emplumé na^+/na^+ en conditions tempérées ou froides, les seuls avantages des cous nu sont un meilleur rendement à l'abattage et un meilleur poids moyen de l'œuf. L'indice de consommation et le taux d'éclosion par contre sont moins bons.



Figure 08 : Poules Cou Nu. Au premier plan une poule homozygote bien plus dénudée que la poule hétérozygote voisine, d'après **Coquerelle, 2000**.

En conditions chaudes, on note un effet favorable de la race Na sur la croissance, sur la survie en cas de coup de chaleur, sur le rendement à l'abattage, notamment au niveau des muscles pectoraux plus développés, et même sur l'indice de consommation. Toujours en conditions chaudes, le poids moyen de l'œuf, l'intensité de la ponte, la solidité de la coquille et le taux de fertilité se maintiennent mieux chez les poules à cou nu que chez leurs sœurs normalement emplumées (**Monnet et al., 1980 ; Bordas et al., 1980-1992 ., Zein et Dein et al., 1981-1984 ., Mérat et al., 1989-1991**).

Comme on le voit, l'effet majeur de l'allèle cou nu est de diminuer l'étendue des zones emplumées. Cela entraîne des effets secondaires liés à la température ambiante (interaction génotype x milieu). Il y a aussi des effets constants : poids moyen de l'œuf plus important avec Na ainsi qu'un meilleur rendement en viande. Certaines formes alléliques létales sont à la limite de la pléiotropie (Cp cp⁺ = pattes courtes ; Cp Cp = mort au stade embryonnaire). Enfin certains effets pléiotropes peuvent s'expliquer par l'origine commune des tissus ou organes concernés dans l'embryon.

III.1. Effet limité à un sexe

Certains caractères ne sont visibles que dans un seul sexe. Ainsi le gène autosomal à dominance incomplète Hf (plumage de poule chez le coq) ne peut-il se voir que chez les coqs, toutes les poules ayant normalement un plumage de poule. De même le gène absence d'ergots chez le coq sl (récessif autosomal) n'est pas détectable chez la poule, généralement dépourvue d'ergots.

Enfin certains gènes n'ont pas le même effet (pénétrance ou dominance différente) suivant le sexe. Nous avons vu le cas de la crête double en couronne D^c et celui de *darkbrown* Db (**Coquerelle, 2000**).

III.2. Fertilisation sélective

Elle peut être due à une proportion anormale des spermatozoïdes féconds. L'exemple le plus marquant est celui du locus T (absence de queue) chez la souris. Les mâles hétérozygotes pour l'un des allèles létaux de ce locus possèdent en effet 90 à 99% de leurs spermatozoïdes féconds porteurs de l'allèle mutant au lieu des 50% prévus (**Grüneberg**, 1952). Elle peut aussi être due à une proportion anormale chez les ovules.

Sur la poule domestique, **Mérat**, (1966) a montré un phénomène de fertilisation sélective de ce dernier type concernant les loci R et C, par une pénétration sélective, dans laquelle des spermatozoïdes de génotypes différents n'ont pas la même probabilité de fertilisation suivant le type d'ovule qu'ils rencontrent. En étudiant les ségrégations de dihybridisme à ces loci dans certaines familles, il s'est aperçu que si les proportions de R et r⁺ d'une part, de C⁺ et c d'autre part étaient normales, les combinaisons [c R] [C⁺r⁺] [C⁺R] [c r⁺] déviaient très significativement chez les descendants mâles des proportions théoriques attendues alors que C et R sont indépendants.

IV. Principaux gènes affectant la structure, la longueur, ou la répartition des plumes

IV.1. Structure des plumes

IV.1.1. Plumage frisé

Le plumage frisé est dû à l'allèle dominant incomplet F appartenant au groupe de liaisons II et situé à 17% de recombinaisons de I (absence de noir). Le caractère frisé est très répandu, notamment dans la zone intertropicale et il est connu depuis des siècles. **Aldrovandi**, l'a décrit en 1600, (**Hutt**, 1949) et **Davenport** (1906) semble avoir été le premier à signaler la dominance de ce caractère.

Hutt (1930), **Landauer** et **Dum** (1930) ont démontré qu'il était dû à un seul gène incomplètement dominant, nommé F par Hutt. L'animal homozygote F F possède des plumes très frisées (comme crépues) fragiles et cassantes avec un rachis très recourbé et aux barbes également très frisées (photo 09). L'hétérozygotie se manifeste par des hampes et des barbes recourbées, mais bien moins que pour l'homozygote (photo 10). C'est le type exposé par les éleveurs amateurs. Sur le duvet du poussin d'un jour, le gène F n'a pas d'effet visible. Un gène décrit par **Landauer** (1933) et **Hutt** (1936) comme un gène récessif autosomal modifie F. Ce dernier auteur l'a désigné par le symbole mf. Le gène mf en présence de F F donne une frisure moins crépue d'aspect moins laineux. En présence de F f⁺ il peut rendre la frisure presque inapparente.

Selon **Hutt** (1936) le gène mfse rencontré assez fréquemment dans les races à plumage non frisé.



Figure 09 : Forme et aspect du corps et des ailes d'une poule (F FMf⁺Mf⁺), d'après **Coquerelle**, 2000.



Figure 10 : Forme et aspect Coq Padoue frise de type exposition (F f⁺Cr Mb). D'après **Coquerelle**, 2000.

On remarque que les plumes sont moins atteintes que sur la photo 8. Les plumes de la huppe sont tournées vers l'avant, donnant plus de volume à celle-ci, d'après **Coquerelle**, 2000)

(**Boas**, 1933 et **Landauer**, 1934) signalent que chez les homozygotes F F le cœur est plus gros et bat plus vite. Chez les femelles cette accélération du rythme cardiaque est de 27% par rapport aux poules normalement emplumées. Cependant, il ne s'agit pas d'un effet permanent de F. puisque l'augmentation de la température ambiante entraîne une disparition des génotypes. **Haaren-kiso et al.**, (1988) notent, en milieu chaud, une meilleure production des poules Ff⁺ (augmentation du nombre d'œufs, de la masse d'œufs et de l'efficacité alimentaire). Cela est en contradiction avec les résultats publiés par **Bordas** et **Mérat**, (1990) qui, comparant des couples de frères et sœurs frisés Ff⁺ ou à

plumage normal f^+f^+ , n'ont constaté aucune différence significative sur la croissance ni sur les caractéristiques de ponte et d'œufs ni sur l'efficacité alimentaire en milieu chaud. **Mathur et horst**, 1990 ; **Horst et Mathur.**, 1994).

Cahaner et al (1994) ont montré que l'association des gènes cou nu Na et frisé F exerce un effet sur F à température élevée, ceci s'exprime par un poids corporel supérieur d'environ 10% à 7 semaines de même ordre de grandeur que pour Na), il est de 15% chez les animaux portant à la fois Na et F. **Cahaner et al.**, (1994) n'ont pas trouvé de différence liée a (F) pour la réduction d'emplumement chez le poulet. Alors que, sur poule pondeuses, **Horst et Mathur** (1994) notent une réduction du plumage due à (FI de I05 : de 27% en présence de (Na) et de 42% avec l'association (Na F), cette différence entre le plumage des jeunes et celui des adultes n'est pas surprenante, car l'allèle F n'est pas favorable au maintien de l'intégrité du plumage, ni l'allèle Na, et la combinaison des deux favorise donc la dégradation de l'état d'emplumement (plumes cassées et plumes arrachées). La race Lyonnaise est $F f^+ M f^+ M f^+$ et la race provençale (**Periquet**, 1994) aujourd'hui disparue devait être $F F M f^+ M f^+$.

IV.1.2. Cou-nu

Série Na (pour *naked neck*) $na^+ Na$, dominant incomplet autosomal est situé sur le chromosome 3 (**Pitel et al.**, 1999), ce gène est lié au groupe sanguin EaP et peut-être à h (plumage soyeux) et FI (rémiges cassantes).

Greenwood (1927) a étudié la distribution des plumes et des surfaces emplumées (ptérylies). Il a montré que chez l'animal cou nu les ptérylies sont moins étendues et dans les aptéries (zones non emplumées) il y a une absence de duvet. Les zones de peau non recouvertes (notamment le cou) rougissent à la maturité sexuelle. Ainsi, **Freund** (1925) a trouvé que ces parties épidermiques ont la même structure histologique que celle des barbillons.

Davenport (1914) a montré que le cou nu est dû à un seul gène dominant et **hertwig** (1933) a proposé le symbole Na pour naked neck. En 1937, **Donovan O'Brien**, suprintendant pour l'agriculture dans l'île de Grenade en Espagne. Écrit à **Huitt** (1949) que les animaux « cou-nu » y sont plus populaires parmi les éleveurs que les poulets importés. Cela a été suggéré que ces races importées n'étaient pas acclimatées, car récentes. Il n'avait pas fait le lien entre les pertes de chaleur occasionnées par l'absence de plumes sur une partie du corps et les performances en milieu tropical. L'animal de génotype $Na Na$ étant plus déplumé que l'hétérozygote $Na na^+$, Na est donc un dominant incomplet.



Figure 11 : Poussin Cou-nu présentant peu de duvet sur le devant du cou. La zone comprise entre le bec et l'œil est nue, c'est un homozygote Na Na, d'après **Coquerelle**, 2000.

A la naissance on reconnaît les poussins Na Na des Na na⁺ par la quasi-absence de duvet sur le devant du cou des premiers, les hétérozygotes possédant une touffe de duvet à cet endroit. De plus, les homozygotes sont caractérisés par l'absence de duvet entre l'œil et le bec (photo 10). Cependant, ces différences sont masquées par la crête triple ou en pois (gène P), les animaux Na na⁺ P p⁺ étant aussi déplumés que les Na Nap⁺p⁺. L'action de Na ne se limite pas au cou, même si c'est là qu'elle est la plus voyante. Toutes les ptérylies sont réduites, et la face interne de la cuisse est presque nue chez les homozygotes. **Mérat**, (1986), **Horst** et **Rauen**, (1986), **Rauen et al.**, (1986) ont fait le point sur ce caractère, notamment sur l'interaction entre Na na⁺ et milieu tempéré ou chaud. On retrouve certains avantages déjà notés avec sc/sc à température élevée, jusqu'à 20°C, l'efficacité alimentaire est moins bonne pour les porteurs de Na, mais les différences de performances entre génotypes sont faibles ou inexistantes. A 24-25°C la croissance et l'efficacité alimentaire diffèrent peu entre les génotypes Na na⁺ et na⁺na⁺. Vers 30°C et au-dessus, les homozygotes et l'hétérozygote cou nu sont plus lourds que les na⁺na⁺ et leur efficacité alimentaire est aussi bonne sinon meilleure. D'autre part, quelle que soit la température d'élevage, le rendement en viande des carcasses est augmenté. Cela est dû, d'une part à la diminution de la masse de plumes (-40% pour les Na Na et -30% pour les Na na⁺) et à l'augmentation de la masse musculaire de la poitrine de 2 à 7% chez les mâles et de 1 à 5% chez les femelles suivant les populations étudiées. Il n'y a pas de différence entre Na na⁺ et na⁺na⁺ pour le gras abdominal, mais les poulets Na ont moins de gras sous-cutané et intermusculaire que les na⁺na⁺.

Smith et **Lee** (1977) n'ont pas montré de différence pour la fertilité ni pour la qualité de la semence entre coqs Nana^+ et $\text{na}^+ \text{na}^+$. **Hammade et al.**, (1987), comparant des coqs Na Na et $\text{na}^+ \text{na}^+$ tenus en cages à 18°C et 30°C, observent à différents âges un volume de spermatozoïdes par éjaculat pour les coqs Na Na que pour les coqs $\text{na}^+ \text{na}^+$, les hétérozygotes Na na^+ étant intermédiaires. Ils ne trouvent pas d'interaction génotype-température ni de différence significative de fertilité entre les génotypes. Plusieurs auteurs cités par **Mérat**, (1990) notent une augmentation de la mortalité embryonnaire, principalement en fin d'incubation. Par contre, la mortalité des poussins n'est pas différente suivant le génotype, sauf en cas de coup de chaleur (+ de 40°C). Dans ce cas en effet, **Smyth** et **Lee.**, (1977) notent 51,4% de survivants Na na^+ contre 38,8% pour $\text{na}^+ \text{na}^+$ et **Mérat**, (1986) note pour les mêmes génotypes 59,3% et 33,3% respectivement.

Quant à la mortalité adulte, si à température modérée (20°C) on n'observe pas de différence entre Na et na^+ , à 30°C et plus, les poules Na na^+ ont un meilleur taux de survie que leurs sœurs $\text{na}^+ \text{na}^+$ (**Rauen et al.**, 1986). Enfin, comme pour le caractère *scaleless*, certains dégustateurs sont capables de reconnaître la chair des animaux Na dont ils trouvent la texture des muscles pectoraux plus fine. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que certaines souches de poulets de type label aient été fixées pour ce caractère, car, contrairement à sc sc , les problèmes de griffures et de piquage sont très réduits avec Na .

CHAPITRE 03
ŒUFS DE VOLAILLES, COMPOSITION ET QUALITE

Introduction

L'œuf c'est le lieu de développement de l'embryon au cours d'une période d'incubation pendant laquelle l'œuf est maintenu à une température aux alentours de 38°C à 39°C.

La dénomination « œufs » sans indication d'espèce animale est réservée aux œufs de poule ou espèce *Gallus domesticus*. Lorsqu'il s'agit de l'œuf d'une autre espèce d'oiseau, il est nécessaire de préciser l'espèce (œuf de cane, œuf de l'oie, etc.). Le terme œuf concerne par ailleurs les œufs propres à la consommation humaine, donc commercialisables et garantissant la totale innocuité quel que soit le mode de cuisson. **Sauveur** (1988)

I. Aspect extérieur et intérieur des œufs au consommateur

Dans l'ordre de leur dépôt, les principales parties de l'œuf sont :

- Jaune ou vitellus ;
- Blanc ou albumen ;
- Membranes coquillières qui délimitent la chambre à air ;
- Coquille recouverte d'une cuticule (figure 12).

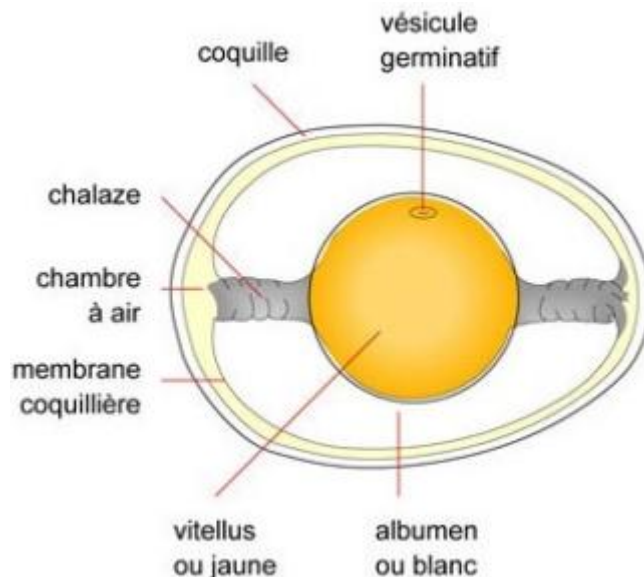


Figure 12 : Structure de l'œuf d'après **Saidou Alzouma**, 2005

I.1. Aspect extérieur

L'aspect extérieur des œufs n'est pas toujours parfait, il y a des œufs :

- Exagérément petits
- Exagérément gros

Toutefois la plupart des poulettes commencent leur ponte par des petits œufs, mais au bout de peu de temps, elles pondent des œufs plus gros et continuent d'en maintenir longtemps la taille quand elles l'ont atteint (**Lissot**, 1987).

La fragilité de la coquille est un facteur limitant la production de l'œuf. La coquille sert comme barrière sanitaire d'une part, et d'emballage d'autre part. La solidité de l'œuf est influencée par des facteurs tels que : l'âge, le rythme de ponte, et l'alimentation par son apport en calcium qui permet la solidité de la coquille.

La poule assimile le calcium apporté par l'alimentation à des périodes données (au moment de la formation de la coquille). Aussi plus l'heure du repos calcique est proche du début de la formation de l'œuf, plus la quantité de calcium déposée sur la coquille provenant directement de l'intestin n'est importante. Ainsi, la distribution d'aliment dans les poulaillers se fait dans la matinée 8h ce qui peut être la cause du manque du calcium sur la coquille (**Vanmarcke**, 1997).

I.2. Aspect intérieur

On distingue différents aspects de l'œuf :

- Des œufs renfermant une goutte de sang en provenance de la déhiscence de l'ovule (**Stordeur**, 2002).



Figure 13: Œuf tache de sang, d'après **Frederick**, 2000.

➤ Des œufs sans vitellus

Ils sont très petits dus à une inflammation de l'oviducte qui sécrète de l'albumine sans avoir été excité par un jaune et un en d'autres circonstances sans qu'il y ait de vitellus dans l'oviducte.

➤ Des œufs à deux vitellus

Ce sont des œufs plus gros que la normale, les follicules ovariens peuvent arriver en même temps à maturité, les jaunes tombent ensuite dans l'oviducte et autour d'eux se forment l'albumine et la coquille. Cette anomalie s'explique par l'altération physique ou fonctionnelle de l'oviducte qui a retenu un jaune jusqu'au moment où le suivant a atteint sa maturité.



Figure 14: Œuf a deux vitellus, d'après **Frederick**, 2004.

➤ Œufs clairs

Ce sont des œufs sans jaune, un corps étranger ou un parasite (ascaridia par exemple) peut lors de remontée intempestive provoquer la sécrétion de l'albumen, des membranes coquillières et la coquille qui va l'emprisonner (**Villate**, 1997).

➤ Œufs pré-fêlés in vivo

Ce sont des œufs dont la coquille a été brisée pendant sa formation in utero puis plus ou moins bien réparée par la suite, l'œuf portera souvent des cicatrices qui le rendront moins résistant. Ce phénomène est dû à des agitations exagérées de la poule, pour cela il est préférable de diminuer la densité des cages et surtout de limiter la durée d'éclairage à 15 heures par jour (**Sauveur**, 1988).

➤ Œufs à coquilles crayeuses

Ce sont des œufs qui présentent un grand danger à la consommation humaine puisque leur coquille étant dépourvue de cuticule organique va constituer une porte d'entrée à de nombreux micro-organismes pathogènes (Sauveur, 1988).

II. Composition nutritionnelle des œufs de consommation

L'œuf représente une source riche essentiellement en phosphore, fer (surtout au niveau du jaune d'œuf) et vitamines, Par contre, il est déficient en glucides, calcium et en vitamine C (tableau 06). Il couvre 30% des besoins quotidiens de l'homme pour cet élément). (Sauveur, 1988).

Tableau 06 : Composition des parties comestibles d'un œuf de poule de 60 g, d'après Sauveur, 1988.

	En g par œuf			En g pour 100 g de chaque partie		
	Entier	Blanc	Jaune	Entier	Blanc	Jaune
Total	53,5 - 55	35 - 37	17 - 18,5	100	100	100
Eau	39,5 - 41,5	30 - 33	8 - 9,2	74 - 75,5	87 - 89	46,5 - 49
Matière sèche	13 - 14,3	3,8 - 4,5	8,7 - 10	24,5 - 26	11,0 - 13,0	51 - 53
Protéines	6,4 - 7	3,3 - 4	2,7 - 3,2	12 - 12,8	9,5 - 11,5	16 - 17
Lipides	6,1 - 6,9	*	6,0 - 6,8	11,8 - 12,3	*	33 - 34
Saturés	2,3 - 2,5	*	2,1 - 2,4	4,3 - 4,5	*	11,2 - 11,7
Insaturés	3,5 - 4	*	3,3 - 3,8	6,7 - 7	*	18,2 - 19
Cholestérols	0,24 - 0,27	*	0,24 - 0,27	*	*	1,31 - 1,38
Glucides	0,15 - 0,2	0,12 - 0,16	0,03 - 0,05	0,3 - 0,4	0,4 - 0,5	0,15 - 0,25
Cendres	0,45 - 0,55	0,16 - 0,24	0,16 - 0,24	0,2 - 0,3	0,8 - 1	1,1 - 1,6
Calories	88 - 95	14 - 18	74 - 80	160 - 180	40 - 55	380 - 400

II.1. Composition de la coquille

Elle renferme 1.6% d'eau et 3.3% de protéines qui constituent sa trame, la partie minérale qui représente 95.1% est essentiellement composée de carbonate de calcium (93.6%) sous forme de calcite ainsi que du carbonate de magnésium et du phosphate tricalcique (0.8% chacun) tableau 07.

Tableau 07 : Composition protidique et lipidique de l'œuf de poule (*Gallus gallus*)

Protéines 33-34%	Lipides 62-63%
Livétines 10% Phosvitine 4%	Triglycérides 40% Phospholipides 19% HDL (Vitelline) 12% LDL(Vitellénine) 7.25%

II.2. Composition du blanc

Le blanc d'œuf est composé presque exclusivement d'eau et de protéines avec quelques éléments minéraux, en effet 90% de la matière sèche sont représentées par des protéines. Tableau 08.

Le blanc d'œuf renferme également du glucose libre qui est la première source d'énergie utilisable par l'embryon (**Sauveur**, 1988).

Tableau 08 : Composition protidique du blanc d'œuf, d'après **Blanc**, 2002.

Protéine	Quantité	Propriétés
Ovalbumines	54	Dénaturées par la chaleur, elles acquièrent une grande rigidité après chauffage
Conalbumines	13	Elles fixent le fer sur les flavoprotéines
Ovo mucoides	11	Ce sont des inhibiteurs de la trypsine
Ovo globulines	8	Elles permettent la formation de mousse lorsque les œufs sont battus en neige
Lysozyme	3,5	Il est responsable de la formation de la mousse après battage et responsable de la structure en gel du blanc épais
Ovomucine	1,5-2,9	Elle est responsable de la structure en gel du blanc épais avec le lysozyme
Flavoprotéine	0,8	Responsable de la saveur
Avidine	0,05	C'est une anti-biotine mais à l'état cru seulement

II.3 Composition du jaune

Le jaune d'œuf est essentiellement composé de lipides et de protéines. Ces derniers doivent être considérés ensemble, tous les lipides (phospholipides et triglycérides) sont associés à au moins 02 protéines (vitelline et vitellénine). Les lipides du jaune sont représentés à 65-70% de graisses neutres sous forme de triglycérides et à 25- 30% de phospholipides. Tableau 09 et tableau 10.

La composition en acides gras de ces lipides peut varier légèrement en fonction de la nature de l'aliment ingéré par la poule, mais il faut quand même souligner que les phospholipides sont plus riches en acides gras insaturés, mais que les acides gras saturés contenus dans les triglycérides représentent la fraction la plus constante (**Sauveur**, 1988).

Tableau 09 : Composition nutritionnelle du jaune d'œuf, d'après **Blanc**, 2002.

Glucose libre	0,4
Minéraux	2,1
Vitamines	1,5
Lipides	63
Protéines dont	33
Livétines	4 à 10
Phosvitines	5 à 6
Vitelline	4 à 15
Vitellénine	8 à 9

Tableau 10: Composition nutritionnelle de l'œuf, d'après **Blanc**, 2002.

Protéines: 3,2g		Lipides 6,4 g	
Dont:		Dont:	
Livétines (Hydrosolubles)	0,4 à 1	Triglycérides	4,1
Phosvitines	0,5	Phospholipides	1,9
Vitellines (dans HDL)	0,4 à 1,5	Cholestérol	0,25
Vitellénines (dans LDL)	0,9	Vitamines	0,13

III. Principaux facteurs de variation de la composition de l'œuf

III.1. Âge de la poule

L'âge des pondeuses constitue le principal facteur influençant la qualité initiale de l'œuf qui tend à se dégrader au cours de la ponte et surtout après le 9^{ème} mois de production (**Lahellec**, 1965; **Protais**, 1988).

Les résultats de plus de 10 expériences ont démontré que lorsque la poule vieillit le poids de l'œuf augmente, cet accroissement se traduit par une augmentation relative du jaune et une diminution du blanc (**Fletcher et al** 1983 cité par **Sauveur**, 1988).

III.2. Génétique

Une sélection visant à augmenter le nombre d'œufs se traduit par une légère diminution de la part du jaune et une légère augmentation de celle du blanc (**Washburn**, 1979 cité par **Sauveur**, 1988).

Tableau 11: Effets de la sélection sur la composition de l'œuf, d'après **Akbaretal**, 1983 cités par **Sauveur**, 1988.

	Poids de l'œuf (g)	Part de chaque constituant (p.100)			Teneurs en extrait sec (p.100)		
		Jaune	Blanc	Coquille	Jaune	Blanc	Jaune + Blanc
Lignées témoins anciennes	59,8	30,1	60,7	9,13	52,1	11,4	24,8
lignées sélectionnées sur la ponte	60,4	28,2	62,6	9,23	52	11,6	24,1

III.3. Techniques d'élevage

Le choix de l'âge de l'entrée en ponte est déterminant pour la qualité future des œufs, cet âge est déterminé génétiquement à 18 semaines et implique un poids minimum de 1500 g, un poids inférieur des poulettes à l'entrée en ponte donnera des œufs plus petits que la normale et un poids supérieur (une entrée en ponte tardive donnera des œufs plus gros, mais en nombre moins important).

III.4. Mode d'élevage

Une dizaine d'études effectuées entre 1975 et 1985 en Europe ont montré que le mode de production n'affecte pratiquement pas la composition de l'œuf. Les œufs fermiers peuvent avoir des caractéristiques organoleptiques variables, mais pas forcément meilleures, en plus ce sont eux qui présentent la qualité bactériologique la moins bonne (**Sauveur**, 1988).

ETUDE EXPERIMENTALE

METHODOLOGIE

I. Objectifs

Les travaux antérieurs ont démontré que le génotype a un effet sur les paramètres pondéraux des poulets de chair. Ainsi, l'effet du sexe sur ces mêmes paramètres a été prouvé par les travaux de **Ricard et Touraille** (1988).

Selon certains auteurs, la faible productivité des poules locales n'est que le reflet de leur faible potentiel génétique par rapport au potentiel des races dites améliorées. Toutefois, selon **Horst** (1988), la base de ressources génétiques des poulets indigènes est riche et devrait supporter l'amélioration génétique visant à produire une race de poulets adaptée aux régions tropicales, même si les informations sur l'utilisation des gènes marqueurs morphologiques pour cette amélioration génétique sont encore maigres. **Mathur** et collaborateurs (1989) cité par **Kitalyi et Mayer** (1998), avaient d'ailleurs signalé les performances zootechniques du poulet Cou-nu sont très réduite par rapport au poulet amélioré. Toutefois, **Horst et Mathur** (1992) ont rapporté des effets favorables des gènes cou nu (Na) sur la production d'œufs et le poids des œufs, et sur l'efficacité alimentaire.

Deux travaux antérieurs (**Zein et al.**, 1981 ; 1984 b) ont montré que, outre leur plumage réduit, des poulets cou nu hétérozygote présentaient dans les 2 sexes une proportion plus élevée de muscles par rapport au squelette et un meilleur rendement en viande de la carcasse éviscérée que des poulets normalement emplumés. Cependant, le premier résultat était obtenu sur des croisements de la race Fayoumi de petite taille, et le second sur une population mi-lourde dont le poids à l'abattage était nettement inférieur à un type poulet de chair standard. Nous avons donc voulu vérifier ces résultats dans un croisement se rapprochant de ce type. Nous avons voulu également localiser les régions corporelles responsables de l'avantage associé au gène cou nu pour le rendement en viande.

Dans ce travail, on se propose d'étudier l'effet du gène NaNa et du sexe du poulet sur les qualités des carcasses, les effets de la cuisson sur les qualités nutritionnelles et organoleptiques des viandes, performances zootechniques et qualités physicochimiques et nutritionnelles des œufs.

II. Matériels et méthodes

II.1. Aliments

Les ingrédients qui ont servi à l'élaboration des régimes (Maïs, tourteaux de soja, son fin, complexe minéralo-vitaminés CMV) ont été fournis par U.A.B (unité d'aliments de bétail Mostaganem).

La composition du régime expérimental a été élaborée de telle sorte que les niveaux énergétiques et protéiques se rapprochent au maximum du régime utilisé dans les élevages commerciaux. Les régimes ont été élaborés en respectant les besoins des animaux pour les phases de croissance et finition.

II.2. Animaux

Les poussins expérimentaux sont issus de parents tous deux hétérozygotes Nana, la collecte des poules Nana a duré 6 mois dans les régions d'Ammi Moussa, Oued Rhiou, Mazouna, Sidi M'hamed Benali, Oued Djemaa dans la wilaya de Relizane ainsi que les wilayas de Chlef et Mascara.

Deux éclosions ont eu lieu (septembre et octobre 2013) ont fourni 110 Mâles et 80 femelles, Les poussins témoins d'un jour de souche ISA Hubbard aux nombres de 200 non sexés ont été fournis par un couvoir de privé localisé dans la wilaya de Relizane.

II.3. Préparation des lots et déroulement de l'essai

Pour le déroulement de la phase expérimentale, les poussins sont pesés dès leur arrivée puis répartis au hasard, en deux (2) lots, un lot témoin (Poussin Isa Hubbard) et un lot expérimental (Poussin Cou-nu).

Durant la première semaine, les poussins étaient nourris par un régime standard de démarrage (tableau 20).

Selon le dispositif expérimental, les poussins sont répartis en 2 compartiments :

- Le premier compartiment a été aménagé à l'élevage de 100 poulets souches Isa Hubbard.
- Le deuxième compartiment a été consacré pour l'élevage de 100 poulets Cou-nu, constituant le lot expérimental.

L'opération du sexage a été réalisée au 32^{ème} jour d'élevage. À cet âge, les poussins sont facilement repérables selon leurs sexes.

Les poussins sont répartis en 4 lots de 50 individus/lot

Pour chaque génotype on dispose de deux lots (un lot mâle et un lot femelle).

Les poussins ont été élevés au sol sur litière, dans les mêmes conditions d'humidité, de ventilation et de température (22°C et 34°C en moyenne respectivement pour la 1ère et la 2e phase). Les mesures de prophylaxie sanitaire (hygiène, vide sanitaire, etc....) Et de prophylaxie médicale, ont été respectées pour éviter l'apparition d'éventuelles pathologies.

II.4 Bâtiment d'élevage

L'élevage des poulets a été réalisé dans un bâtiment d'élevage privé dans la région d'Ammi Moussa wilaya de Relizane. Avant l'arrivée des poussins, le local ainsi que tout le matériel a été nettoyé et désinfecté.

Les poussins ont été élevés dans deux bâtiments ayant les mêmes paramètres techniques (Matériaux de construction, isolation, superficie...).

II.4.1. Conditions d'élevage

A- Litière

Au démarrage, la litière a un rôle d'isolation et de confort pour la réception des poussins, elle est en copeaux de bois en phase de démarrage et en paille pour les deux phases suivantes (croissance et finition).

B- Préchauffage

Le préchauffage réalisé par un radiant à gaz était suffisant pour que la totalité de l'épaisseur de la litière et la zone de contact avec le sol soient portées à une température de 28 – 30°C.

C- Désinfection finale

Après que l'ensemble du matériel et équipement d'élevage est mis en place et que la température a atteint 20-25°C, une désinfection finale a été pratiquée 24 heures avant l'arrivée des poussins.

II.4.2 Contrôle de qualité

A- Qualité du poussin

L'homogénéité des poussins a été vérifiée par la mesure des poids à la naissance. Le poids moyen était de $40 \pm 0.45\text{g}$.

B- Bâtiment

Une vérification de la bonne cohérence des sondes et des thermomètres.

II.4.3. Dispositif expérimental

Durant la première semaine, les poussins étaient nourris par un régime standard de démarrage (**tableau12**).

Selon le dispositif expérimental, les poussins sont répartis en 2 compartiments :

- Le premier compartiment a été aménagé à l'élevage de 200 poulets Cou-nu.
- Le deuxième compartiment a été consacré pour l'élevage de 200 poulets Isa Hubbard constituant le lot témoins.

L'opération du sexage a été réalisée par un vétérinaire au 30^{ème} jour d'élevage. À cet âge, les poussins sont facilement repérables selon leurs sexes.

Les poussins sont répartis en 4 lots de 50 individus/lot

Pour chaque génotype on dispose de deux lots (un lot mâle et un lot femelle).

II.4.4. Régimes alimentaires

Les régimes ont été élaborés en respectant les besoins des animaux pour les phases de croissance et finition (**tableau 12**).

Par ailleurs, l'antistress a été servi pendant le démarrage (0-4j) pour tous les lots.

Le profil en acides gras du régime alimentaire (finition) est illustré dans le tableau 13

Tableau 12 : Composition en matières premières des aliments (en %)

	Démarrage	Croissance	Finition
Maïs	62	64	68
Tourteau de Soja	28	26	22
Son de Blé	5	5	7
Phosphate bi-calcique	2	2	1
CMV	1	1	1
Méthionine	1	1	1
Carbonate de calcium	1	1	0
Matière sèche		94,11	92,8
Protéines		21,2	19
Lipides		1,91	1,12
Cellulose		3,8	3,25
Cendre		5,36	5,25

CMV : complexe minéral-vitaminé

Tableau 13 : composition en acides gras (en %) du régime alimentaire (finition)

Paramètres	Aliment
C14:0	0,1
C14:1	0,4
C16:0	12,53
C16:1(n7)	0,34
C18:0	3,14
C18:1(n9)	25,15
C18:2(n6)	31,01
C20:0	0,47
C18:3(n3)	1,62
C20:1(n9)	0,61
C20:2	0,04
C20:3(n6)	0,00
C20:4(n6)	0,00
C22:1(n9)	0,00
C20:5(n3) EPA	0
C24:0	0
C24:1(n9)	0
C22:5(n3) DPA	0
C22:6(n3) DHA	0
AGS	16,85
AGM	25,66
AGPI	57,5
N-6	55,11
N-3	2,39
LA/ALA	23,04
n6/n3	23,04

(n=5), EPA : acide eicosapentaénoïque, DHA : acide docosahexaénoïque, DPA : acide docosapentanoïque

II.5. Programme prophylactique

Au J1 nous avons mis dans l'eau de boisson un réhydratant pendant 4 heures. L'antistress a été administré dans l'eau pendant les trois premiers jours. Ce traitement s'est poursuivi lors des vaccinations. Les poussins ont été vaccinés contre les maladies de Gumboro et de Newcastle. Le protecteur hépatorénal a été distribué aux poussins dans le but de soutenir le foie et les reins pendant la période de transition alimentaire entre la phase de croissance et de finition c'est-à-dire de J43 à J47. Il faut rappeler que l'ajout du protecteur hépatorénal n'a pas d'effet significatif sur le poids vif, le gain de poids vif, l'ingestion et le rendement à chaud des carcasses (**Deniz** et **Turkmene**, 2007). Le protocole sanitaire de notre expérimentation est résumé dans le tableau14 ci-dessous

Tableau 14 : Programme prophylactique appliqué pour les deux lots.

Âge	Traitement
J1	Réhydratant + Antistress + Poly-vitamines
J2	Antistress + Poly-vitamines
J3	Antistress + Poly-vitamines
J6	Antistress + Poly-vitamines
J7	Primovaccination (Gumboro) + Antistress + Poly-vitamines
J8	Antistress + Poly-vitamines
J13	Antistress + Poly-vitamines
J14	Primovaccination (Newcastle) + Antistress + Poly-vitamines
J15	Antistress + Poly-vitamines
J20	Antistress + Poly-vitamines
J21	Rappel (Gumboro) + Antistress + Poly-vitamines
J22	Antistress + Poly-vitamines
J27	Antistress + Poly-vitamines
J28	Rappel (Newcastle) + Antistress + Poly-vitamines
J29	Antistress + Poly-vitamines
J35	Poly-vitamines
J36	Poly-vitamines
J44	Protecteurs Hépatorenal

III. Mesures effectuées

III.1. Paramètres zootechniques

III.1.1. Poids vifs

Le poids vif individuel de 20 sujets par lot a été enregistré le jour 0 et ensuite mesuré tous les 7 jours à une heure fixe (j7, j14, j21, j28, j35, j42, j49, j56) sur une balance électronique (0-5 kg).

III.1.2. Consommation alimentaire

La quantité moyenne d'aliments consommée est comptabilisée chaque semaine par la formule suivante :

$$\text{Quantité moyenne} = \frac{\text{Quantité d'aliment consommé par semaine}}{\text{Nombre de sujets en vie}}$$

III.1.3. Détermination de l'indice de consommation (IC)

L'indice de consommation a été déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Indice de Consommation} = \frac{\text{Quantités d'aliments consommées par semaine}}{\text{Gain de poids par sujet sur cette semaine}}$$

III.1.4. Gain moyen quotidien

Les gains moyens ont été calculés chaque semaine.

III.2. Modifications morphologiques et rendement des carcasses

À la fin de l'expérimentation, les animaux de chaque lot [N= 20 poulets par lot] sont pesés puis sacrifiés, Après dissection, nous avons prélevé puis pesé les organes suivants :

- Poids de carcasses
- Poids de carcasses éviscérées
- Foie
- Rate
- Cœur
- Sang
- gésier
- Intestins
- Graisse abdominale

Cette opération a été effectuée dans le but de déterminer le rendement de carcasses pour chaque lot ; 2 types de rendement ont été calculés :

- 1- poids de graisse / poids de la carcasse
- 2- poids de carcasse éviscérée / poids de carcasse non éviscérée

Le rendement des carcasses a permis de mesurer l'effet du gène Na Na sur les modifications morphologiques et la qualité des carcasses.

IV. Méthodes d'analyses

IV.1. Analyses des régimes alimentaires

IV.1.1. Dosages de la matière sèche et de la teneur en eau (Méthodes thermogravimétriques)

a. Matériel

Pour l'estimation de la teneur en eau, trois fois 5 g d'échantillon homogénéisé ont été placés dans des creusets en porcelaine puis laissés à déshydrater pendant 24 heures dans une étuve à 103 ± 2 °C.

Après le refroidissement des récipients dans le dessiccateur pendant 45 minutes, la matière sèche restante est alors pesée, par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée déduite.

b. Calcul et expression des résultats

La matière sèche (M.S.) de l'échantillon sera calculée sur la base de la prise d'essai et de la pesée après dessiccation

$$M.S (\%) = \frac{\text{Masse MS (g)}}{\text{Masse de l'échantillon(g)}} \times 100$$

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

$$H_2O = 100 - MS (\%)$$

IV.1.2. Méthodes de dosage de cendres M.S.D.A 2004

Les cendres sont les résidus de composés minéraux qui restent après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine animale, végétale ou synthétique.

a. Calcul et expression des résultats

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

$$\text{Cendres \%} = \frac{\text{poids après calcination} - \text{poids du creuset vide}}{\text{Poids de l'échantillon}} \times 100$$

IV.1.3. Méthode de dosage des protéines

Contrairement aux sucres et aux lipides, les protéines contiennent de l'azote. Cette propriété sera exploitée dans la méthode de détermination de la teneur en protéines dans les aliments. La

méthode **KJELDAHL** (Journal officiel de la R.A.D.P, 2006) est la méthode de référence pour la détermination des protéines dans les aliments.

a. Mode opératoire

Désagrégation : peser à 1 mg près 2 g d'échantillon bien homogénéisé sur un filtre rond exempt de cendres (diamètre 7 cm) et introduire le tout dans le ballon de désagrégation ; ajouter 15 g de catalyseur mixte, 20 ml d'acide sulfurique (98 %) et le produit anti-mousse, ensuite chauffer jusqu'à ce que la solution soit claire ; chauffer encore pendant 30 minutes.

Laisser refroidir le ballon à l'air.

Distillation : après refroidissement du ballon, diluer la solution de désagrégation avec 50 ml d'eau et refroidir ; ajouter de l'hydroxyde de sodium en excédent. Utiliser comme récipient un Becher avec 30 ml d'acide borique.

Distiller la première goutte de distillat qui fera virer l'indicateur. La durée de distillation correspond au type d'appareil utilisé (5 – 10 minutes après virage).

Titrage : avec de l'acide sulfurique à 0,05 mol / l, se fait visuellement au virage de l'indicateur.

N.B. 1 ml d'acide sulfurique à 0,05 mol / l correspond à 1,4008 mg d'azote.

b. Calcul de la teneur en protéines brutes

La teneur en protéines brutes de l'échantillon est calculée, sur la base de sa teneur en azote, à l'aide d'un facteur de conversion. Celui-ci résulte de la teneur moyenne de la protéine en azote (16 % N dans la protéine de la viande).

La teneur en protéine, exprimée en pourcentage a été calculée selon la formule suivante :

$$Teneur\ en\ azote\ (\%) = \frac{V \times 0,5 \times 14 \times 100}{1000 \times prise\ d'essai} \times 100$$

$$Teneur\ en\ protéine\ (\%) = Teneur\ en\ azote \times 6,25$$

Avec :

- V : volume d'acide sulfurique à 0,05 mol / l utilisée en ml.
 - 0,5 : titre de l'acide sulfurique.
 - 14 : masse molaire de l'azote.
 - 6,25 : coefficient de conversion de l'azote en protéines (protéine de la viande = 6,25)
- (Exprimée en g / 100 g).

IV. 1.4 Dosage de la matière grasse totale (M.S.D.A, 2004 et Journal officiel de la R.A.D.P, 2006)

a- Matériel

Pour l'analyse de la matière grasse, on a besoin des réactifs suivants :

- Acide chlorhydrique (4 mol / l) : diluer 100 ml d'acide chlorhydrique concentré avec 200 ml d'eau, et mélanger.
- Solvant d'extraction : l'éther de pétrole, domaine d'ébullition entre 40 °C et 60 °C.
- Papier indicateur.
- Régularisateurs d'ébullition.

b- Mode opératoire

Désagrégation à l'acide

- Peser de 3 à 5 g de l'échantillon bien homogénéisé et les introduire dans la fiole conique de 250 ml.
- Ajouter à l'aide d'une éprouvette graduée 50 ml d'acide chlorhydrique, à la prise d'essai, et couvrir la fiole conique avec un petit verre de montre.
- Chauffer la fiole conique jusqu'à ce que le contenu commence à bouillir ; maintenir l'ébullition pendant 1 heure et agiter de temps en temps.
- Ajouter 150 ml d'eau chaude.
- Introduire dans l'entonnoir, des filtres plissés exempts de graisse (S & S no 5951/z), et bien humecter avec l'eau.
- Verser avec précaution la suspension de désagrégation chaude sur le filtre.
- Laver et rincer quantitativement (trois fois) la fiole conique et le verre de montre avec de l'eau chaude et les sécher à l'étuve.
- Laver avec de l'eau chaude le filtre avec le résidu jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule ne soit plus acide (les liquides de lavage ne modifient pas la couleur d'un papier de tournesol bleu ou papier indicateur).
- Maintenir aussi chaud que possible la solution qui se trouve sur le filtre en ajoutant souvent de l'eau chaude.
- Bien laisser égoutter le filtre.
- Mettre le papier filtre sur un verre de montre et sécher pendant 1 heure à l'étuve. Laisser refroidir.

c- Extraction des matières grasses

- Rouler le papier filtre et l'insérer dans une cartouche d'extraction. Enlever toute trace de matière grasse du verre de montre en utilisant du coton humidifié avec le solvant d'extraction et mettre également le coton dans la cartouche d'extraction.
 - Disposer la cartouche dans l'appareil d'extraction.
 - Mettre dans un ballon environ trois pierres à ébullition et le remplir au minimum à moitié avec le solvant d'extraction ; préalablement, le ballon aura été séché pendant 1 heure à 103 ± 2 °C et refroidi pendant 1 heure dans le dessiccateur, puis taré sur une balance de précision.
 - Rincer avec une portion du solvant d'extraction la fiole conique utilisée pour l'attaque avec l'acide chlorhydrique (désagrégation), et le verre de montre la couvrant, et transvaser dans le ballon. La quantité totale de solvant doit être d'une fois et demie à deux fois la capacité du tube d'extraction de l'appareil. Adapter la fiole à l'appareil d'extraction.
 - Chauffer la fiole sur le bain d'eau pendant 4 heures.
 - Après extraction, prendre la fiole contenant le liquide provenant de l'appareil d'extraction et éliminer le solvant par distillation, en utilisant le bain d'eau.
 - Laisser évaporer les dernières traces du solvant au bain d'eau en utilisant, si nécessaire, un courant d'air.
 - Sécher le ballon avec la graisse pendant 1 heure à l'étuve à 103 ± 2 °C.
 - Peser après refroidissement complet dans le dessiccateur.
 - Répéter cette opération jusqu'à ce que les résultats de deux pesées successives, séparées par un chauffage d'une heure, ne diffèrent pas de 0,1 % de la masse de la prise d'essai.
- N.B.** On peut s'assurer que l'extraction est achevée en prenant une seconde fiole d'extraction et en procédant à une extraction pendant une nouvelle période de 1 heure avec une portion fraîche de solvant. L'accroissement de masse ne doit pas excéder 0,1 % de la masse de la prise d'essai. Effectuer deux déterminations sur le même échantillon préparé.

d- Calcul et expression de résultats

La teneur en matière grasse totale (M.G.) de l'échantillon, en pourcentage en masse, est égale :

$$MG (\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

Où :

- m_0 : la masse en gramme de la prise d'essai.
- m_1 : la masse en gramme de la fiole et des régularisateurs d'ébullition.

- m_1 : la masse en gramme de la fiole des régularisateurs d'ébullition et de la matière grasse après séchage.

N.B. La quantité de graisse totale déterminée sera exprimé en g/100 g.

IV.1.5 Cellulose brute (Weende AFNOR, 1985).

Les matières cellulosiques sont les résultats de deux hydrolyses successives des résidus organiques, la première en milieu acide (H_2SO_4 à 0.255N), l'autre en milieu alcalin (NAOH à 0.313N).

$$\text{Cellulose (\% produit brut)} = (m_1 - m_2 / m_0) \times 100$$

m_0 : masse de la prise d'essai.

m_1 : masse totale du résidu sec et son support avant incinération.

m_2 : masse totale du résidu sec et son support après incinération.

V. Analyses sur les viandes

V.1. Détermination des teneurs en lipides

a. Extraction des lipides (Folch *et al*, 1957)

Le principe de cette méthode est d'extraire à froid les lipides de l'échantillon préalablement broyé par un mélange de solvants chloroforme-méthanol. La phase organique du mélange est récupérée et le solvant est évaporé. La quantité de lipides est alors déterminée par pesée du résidu après dessiccation.

De manière générale, les lipides des tissus musculaires sont extraits par le mélange chloroforme-méthanol (2V:1V) selon la méthode **Folch** *et al*, 1957.

b. Mode opératoire

L'échantillon est broyé en présence de 60 ml du réactif de Folch. Le broyat ainsi obtenu est filtré sous vide sur verre fritté. Le filtrat est ensuite versé dans une ampoule à décanter, on y ajoute 22,5 ml d'une solution aqueuse de NaCl à 0,73%. On agite et on laisse décanter deux heures environ. La phase inférieure est soutirée puis filtrée sur du sulfate de sodium anhydre (chauffé à 80°C) et récupérée dans un ballon préalablement pesé.

La phase supérieure (méthanol + eau + lipides résiduels), restée dans l'ampoule, est rincée avec une solution contenant 20% de NaCl à 0,58% + 80% de réactif de Folch. Après agitation, on laisse décanter à nouveau environ ¼ d'heure. La phase inférieure (chloroforme + lipides résiduels) est ainsi récupérée et ajoutée au premier filtrat.

Le chloroforme est ensuite évaporé sur une colonne à distiller sous vide. Il ne reste alors dans les ballons que les lipides mis à sec. L'équation suivante donne le taux des lipides totaux (LT) extraits :

$$\text{Pourcentage en matières grasses} = (P2 - P1) / P_e \times 100.$$

Dont :

P2 : poids du ballon contenant les lipides.

P1 : poids du ballon vide.

P_e : prise d'essai.

c. Détermination des acides gras

Des aliquotes d'extrait de lipides ont été estérifiées avec BF₃-méthanol (**Joseph** *et al.*, 1992). La composition en acides gras de chaque aliquote a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse dans une colonne capillaire de 60 m condenser avec un diamètre intérieur de 0,20 mm (CP Sil 88). L'analyse a été réalisée par le chromatographe en phase gazeuse Hewlett-Packard

équipé d'un détecteur à ionisation de flamme. On utilise l'hélium comme gaz porteur et de l'azote comme gaz d'appoint. La température de l'orifice d'injection est de 200 ° C, et la température du détecteur était de 250 ° C. La température du four a été élevée à 150 ° C pendant 3 minutes et a augmenté à 160 ° C à 1,5 ° C / min; Il a ensuite été maintenu à 160 ° C pendant 3 min, passé à 190 ° C à 1,5 ° C / min et maintenu à 190 ° C pendant 1 min. Enfin, la température a été augmentée à 220 ° C à 1 ° C / min. Un calcul intégrateur Hewlett-Packard a calculé le temps de rétention et les pourcentages de la région de pointe. Les acides gras ont été identifiés ci-échantillon en comparant les temps de rétention avec des temps de rétention standards (36 saturés, mono-insaturés et les normes d'acides gras polyinsaturés, et Polyscience® Sigma, U.S.A.). La quantification a été réalisée par la normalisation et la transformation du pourcentage de surface à 100 mg par g de la partie comestible, en utilisant le facteur de conversion de lipides recommandés par **Holland** (1994).

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

V.2. Oxydation des lipides

L'étendue de l'oxydation des lipides a été évaluée comme TBARS par la méthode modifiée de **Ke et al** (1977). Dix grammes de muscle haché ont été homogénéisés pendant 2 minutes avec 95,7 ml d'eau distillée et 2,5 ml de HCl 4N. Le mélange a été distillé jusqu'à ce que 50 ml a été obtenu. Ensuite, 5 ml de distillat et 5 ml de réactif de TBA (acide trichloracétique à 15%, de l'acide thiobarbiturique de 0,375 %) ont été chauffés dans un bain d'eau bouillante pendant 35 min. Après refroidissement sous l'eau du robinet courante pendant 10 minutes, l'absorbance a été mesurée à 538 nm contre un blanc. Les valeurs de TBARS sont obtenues en multipliant la densité optique de 7,843. Les produits d'oxydation ont été quantifiés en équivalents de malondialdéhyde (MDA mg kg^{-1} de muscle).

V.3. Dosage des protéines

V.3.1. Dosage des protéines brutes (Lowry, 1951)

Les teneurs en protéine des échantillons ont été dosées selon la méthode de Lowry, qui est une méthode de dosage colorimétrique des protéines créée en 1951 par le biochimiste américain Oliver H. Lowry. Elle est essentiellement basée sur la méthode de BIURET.

a) Principe de la méthode

Le dosage de protéine a été développé en utilisant la méthode de Lowry. Cette méthode de dosage fait combiner une réaction au biuret et une réaction au réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier réagit avec les tyrosines et les tryptophanes, pour donner une coloration bleue qui s'ajoute à celle du biuret. (Lowry, 1951)

b) Mode opératoire

Gamme étalon : La gamme étalon a été faite avec la solution albumine bovine préparée à 25mg par 100ml d'eau distillée.

On utilise la même solution que pour doser les échantillons.

On calcule les dilutions des échantillons de manière à obtenir une concentration, qui doit toujours se trouver dans la partie linéaire de la courbe d'étalonnage entre 0 et 150 μ g/ml.

Tableau 15: Concentration des solutions de Lowry

Concentration en μ g/ml	Solution albumine bovine	Eau distillée	Solution de dosage	Réactif de Folin
25	0.1	0.9	5ml	0.5ml
50	0.2	0.8	5ml	0.5ml
75	0.3	0.7	5ml	0.5ml
100	0.4	0.6	5ml	0.5ml
125	0.5	0.5	5ml	0.5ml
150	0.6	0.4	5ml	0.5ml

C. Principe et dosage des protéines dans les échantillons

À partir de la solution sérum-albumine bovin (BSA) étalon mère de 0.5g/l, on prépare une solution étalon fille de concentration convenable pour réaliser une gamme allant de 0 à 250 μ g de protéine.

On complète chaque tube à 1 ml avec l'eau physiologique, puis on ajoute dans chaque tube 5 ml de réactifs A (Lowry (Na OH), Na₂CO₃ anhydre) B (CuSO₄ tartrate de Na K) B, puis on agite et on attend 10 min.

Enfin on ajoute 0,5ml de réactif de Folin-Ciocalteu à 1/2, on agite et on laisse reposer 30 min à l'obscurité. On mesure l'absorbance à 750nm avec un spectrophotomètre.

V.4. Dosage des acides aminés par HPLC

V.4.1. Appareillage

Un appareil de chromatographie liquide à haute performance (LaChrom Elite® VWR Hitachi, Japon) est utilisé pour doser les amines biogènes et les acides aminés des différents milieux de culture. Cet appareil est composé des parties suivantes :

- Un système de pompage qui comprend une double pompe configurée en série, commandée par microprocesseur ;
- Un système d'injection avec une capacité d'injection de 0,1 à 90 µL ; un détecteur UV à une haute sensibilité, la source de lumière est une lampe au deutérium, la plage de longueurs d'onde est située entre 190 et 600 nm ;
- Une colonne Alltima TM HP C18-HL ;
- Le système est piloté par un logiciel de données chromatographiques EZChrom Elite.

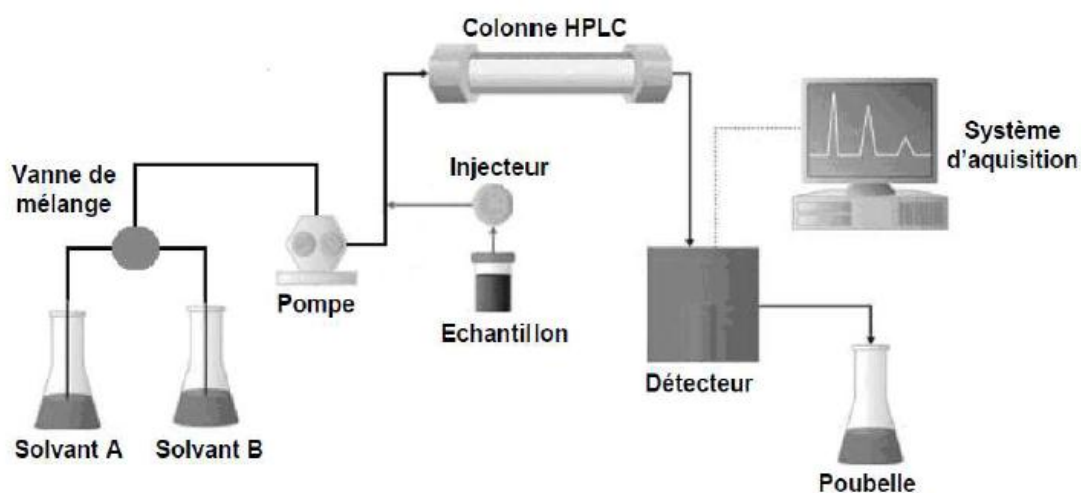


Figure 15 : Schéma d'un appareil de chromatographie liquide à haute performance

Le système de pompage assure l'élution des solvants en mode gradient (compositions variables au cours du temps). Ce système doit répondre à un certain nombre de critères :

- Le débit doit être constant et reproductible ;

- Le mélange des différentes compositions du solvant lors de gradients doit être reproductible et efficace ;
- Les pompes doivent supporter des hautes pressions (400 bars environ).

V.4.2. Dérivation au DEEMM

La méthode de dosage par HPLC est décrite par Gomez-Alonso et al. (2007). Une étape de dérivation est nécessaire, afin de détecter les amines. L'agent dérivant utilisé est le diéthyl éthoxyméthylènemalonate noté DEEMM (Sigma-Aldrich, Saint Quentin Fallavier, France). Il réagit avec les fonctions NH₂ pour former des aminoénones. La réaction s'effectue avec : 1,75 mL de tampon borate 1M pH 9, 750 µL de méthanol, 1 mL d'échantillon à doser, 40 µL de standard interne (2, 4, 6-triméthylphénéthylamine hydrochloride) à 2 mg.mL⁻¹ dans HCl 0,1N, stocké à 4°C, et 30 µL de DEEMM. Le mélange réactionnel s'effectue dans des vials en verre de 4 mL munis d'un bouchon à vis. Le mélange est vigoureusement secoué pour homogénéiser la réaction car le DEEMM est visqueux et forme des bulles. Les solutions sont ensuite placées dans un bain à ultra-sons pendant 30 min (les vials sont agités toutes les 5 min) puis placées 90 min à 70°C pour éliminer le DEEMM en excès.

V.4.3. Analyse par HPLC

La séparation des molécules s'effectue en chromatographie phase inverse en utilisant la colonne C18-HL (Alltima TM HP) aux caractéristiques suivantes : (250 x 4.6 mm di), granulométrie de 5 µm. Cette colonne est « High load » (HL) ce qui signifie un fort taux de greffage. Elle est munie d'une pré-colonne C18 HL (7,5 x 4,6 mm di), granulométrie 5 µm. L'élution s'effectue avec un gradient binaire composé d'un tampon A : acétate d'ammonium 10 mM et azide de sodium 0,02% pH 5,6 et d'un tampon B : 80% d'acétonitrile et 20% de méthanol.

La durée totale de chaque injection est de 120 min, le volume d'injection est de 50 µL et le débit de 0,9 mL.min⁻¹. La détection s'effectue à 280 nm au DAD (barrette de diode). Le profil chromatographique obtenu sur les solutions standards est représenté en Annexe 2. L'attribution des pics a été réalisée par l'injection individuelle de chaque amine ou acide aminé. Ensuite, afin de quantifier les teneurs en amines ou acides aminés, des solutions contenant des concentrations croissantes en acides aminés d'une part et en amines biogènes d'une autre part ont été injectées afin d'établir des droites d'étalonnage pour chaque composé.

V.5. Détermination des éléments minéraux

En se référant à (Anonymer, 1998), les dosages sont réalisés selon l'élément considéré soit :

- Par spectrométrie d'absorption atomique, équipée d'une lampe à cathode creuse spécifique pour chaque élément. Ceci a été le cas pour les macroéléments (Mg, Na, Ca), les microéléments (Fe)
- Par colorimétrie pour le P

Pour les éléments majeurs, des dilutions ont été effectuées sur les prises d'essai par contre, il n'y a pas eu de dilution avec les oligoéléments. Les résultats sont exprimés en ppm.

La lecture est effectuée aux longueurs d'onde suivante : Ca (623nm), Mg (285.2nm), Fe (248.3nm), Mn (279.5nm), Na (589nm). Pour le dosage du calcium et du magnésium, une solution de chlorure de lanthane est ajoutée au milieu réactionnel pour éviter toute interférence. Pour chaque élément, nous avons tracé la courbe d'étalonnage correspondante en ayant recours aux solutions standards ISO (Atomic Spectroscopy Standard) de concentrations initiales 1000ppm. Des dilutions sont ainsi préparées aux concentrations respectives de 0.5, 1 et 2 ppm.

V.6. Dosage de la vitamine C par chromatographie liquide haute performance (HPLC)

Le principe de la méthode de dosage de la vitamine C est basé sur la réduction de l'acide déhydroascorbique en acide ascorbique par le DL-dithiothréitol (DDT) en tant qu'agent réducteur (160). Une quantité de 2 mL d'extrait de bissap est homogénéisée avec 8 mL de solution d'extraction (acide métaphosphorique à 4,5 % dans de l'eau distillée). L'ensemble est centrifugé puis le surnageant prélevé est filtré sur filtre Millipore 0,45 µm. Un millilitre de surnageant est ajouté à 0,2 mL d'une solution de DTT à 20 mg.mL⁻¹ pendant 2 h et 20 µL est injecté en HPLC. Les analyses HPLC ont été réalisées avec un système Agilent 1100 équipé d'un détecteur à barrette de diodes. La séparation est effectuée sur une colonne RP18e Licrospher 100 (250 mm x 4,6 mm, 5 µm, Merck KgaA). La phase mobile est constituée d'une solution d'acide sulfurique à 0,01 % à un pH de 2,5 (système d'élution isocratique). Le débit de la phase mobile est réglé à 1 mL.min⁻¹ et les échantillons sont injectés via une vanne Rhéodyne, équipée d'une boucle de 20 µL. La longueur d'onde de détection est fixée à 245 nm. Un étalonnage externe comportant 5 concentrations d'acide ascorbique (20 à 100 mg.L⁻¹) a été réalisé et utilisé pour la quantification.

V.7. Dosage du rétinol et de l' α -tocophérol

Les concentrations en α -tocophérol et en rétinol ont été déterminées par chromatographie liquide de haute performance en phase inversée (HPLC) avec détection par spectrofluorimétrie, suivant une méthode décrite pour la vitamine E par **Hatam** (1979), adaptée pour la détection simultanée des vitamines A et E à différentes longueurs d'onde par **Sowell** (1994). L'extraction du rétinol et de l' α -tocophérol a été réalisée par mélange de l'éthanol et de l'hexane, sous agitation pendant 10 minutes. Pour calculer le taux d'extraction, de l'acétate de tocophérol en concentration connue a été ajouté aux échantillons comme standard interne (Sigma 3001; Sigma-Aldrich, St Louis, MO). La phase hexane (contenant le rétinol, l' α -tocophérol et le standard interne) a été séparée par centrifugation, puis extraite et transférée pour une seconde extraction avec de l'hexane. La nouvelle phase hexane obtenu a été évaporée sous courant de nitrogène (N₂) et l'extrait a été dissout dans un mélange de méthanol et de dichlorométhane, immédiatement filtré, puis injecté dans les colonnes du dispositif HPLC (Kontron Instruments, France), équipé de détecteurs ultraviolets et d'un système d'auto-injection. Les préparations ont été soumises à de la lumière fluorescente pour éviter la photo- oxydation des analytes. La séparation a été effectuée sur des colonnes nucleosil 5 μ C18, 250 x 4.6 mm (Interchim, Montluçon, France), avec du méthanol comme phase mobile distribuée par une pompe (model 325, Kontron Analysis Division) à un débit de 2 ml/min. Détectés par spectrofluorimétrie (model 430, Kontron Analysis Division) de longueur d'onde de 325 et 292 nm pour le rétinol et l' α -tocophérol respectivement, les signaux chromatographiques sont apparus à des temps caractéristiques de 6.44, 10.7 et 13.4 min respectivement pour le rétinol, l' α -tocophérol et l'acétate de tocophérol, sous forme de pics analysés grâce au programme Kroma System 2000 (Kontron Analysis Division). La concentration des vitamines a été obtenue en mesurant la superficie des pics respectifs (isolés par coloration fluorescente sous lumière ultraviolette), et en les comparant aux régressions linéaires (concentration vs superficie de pic) d'une gamme de standards externes de concentration graduelle connue en rétinol, et en α -tocophérol (Sigma-Aldrich: R-7632 et T-3251). Les résultats obtenus ont été corrigés en fonction du taux d'extraction du standard interne d'acétate de tocophérol.

V.8. Dosage de la vitamine B12 (**Guggisberg et al**, 2011)

Un échantillon de 3 g de produits de viande est homogénéisé, lyophilisé et transféré dans des tubes de 150 ml-centrifugeuse (tube gris). 50 ml de 50 mM de tampon d'acétate de sodium (pH = 4,0), 2 g de pepsine, 0,5 α -amylase et 2 ml du cyanure de potassium (1%) ont été ajoutés sous agitation et homogénéisation avec un agitateur (vitesse max.) pendant 1 min. L'homogénat a

été incubé pendant 30 min à 37 ° C dans un bain d'eau sous agitation et ensuite chauffer pendant 30 min à 100 ° C dans un second bain d'eau sous agitation. Après refroidissement à la température ambiante, la solution a été remplie jusqu'à 100 ml avec de l'acétate de sodium 50 mM. L'échantillon a été centrifugé à 3000 tours par minute (1560 g) pendant 20 min à 10 ° C. 15 ml du surnageant ont été filtrés (Whatman 595½) et chargé sur une colonne d'immunoaffinité (EASIEEXTRACT La vitamine B12, numéro de produit : RBRP80 / 80B, R-Biopharm Rhône Ltd., Glasgow, Ecosse) en utilisant un adaptateur en verre approprié. La colonne était lavée avec 10 ml d'eau Milli-Q et ensuite complètement séchée en passant au travers d'au moins 10 ml d'air. On ajoute 3 ml de méthanol.

L'éluant a été concentré à 60 ° C sous pression réduite et reconstitué dans 300 µl de phase mobile avant l'analyse par HPLC.

L'extraction et la purification ont été basées sur des méthodes décrites par **Pakin** *et al.* (2005), **Heudi** *et al.* (2006), **Ball** (1998) et **Luo** *et al.* (2006) avec quelques modifications.

a. L'analyse HPLC

L'analyse par HPLC des échantillons a été effectuée sur un Agilent 1100 systèmes HPLC (Agilent, Bâle, Suisse). Des injections d'échantillons de 50 µl ont été opérées d'un passeur d'échantillons Agilent 1100. Des chromatogrammes ont été obtenus à partir de Nucleosil RP C18 HD 100-5 µm 250 mm × 4,6 mm (Macherey - Nagel, Oensingen, Suisse) avec des séparations de 1,2 ml par min. Une étape de lavage est réalisée avec 100% d'acétonitrile après chaque échantillon. La vitamine B12 pourrait être détectée après 7,2 min par UV à 361 nm.

VI. Analyses Organoleptiques des viandes

V.1. Couleur des viandes

La couleur a été mesurée, face interne des filets *Pectoralis major*, à l'aide d'un colorimètre MINOLTA. La couleur est composée de la réflectance L*(plus le L* est grand et plus la viande est pâle), de l'indice de rouge a*(plus le a* est élevé et plus la viande apparaît rouge) et de l'indice de jaune b*(plus le b* est élevé et plus la viande apparaît jaune).

VI.2. pH des viandes

La mesure du pH est effectuée à partir de 2g de muscle préalablement broyés dans une moulinette (hachoir à couteaux type Moulinex) pendant 8 secondes, ensuite homogénéisés dans un homogénéisateur type POLYTRON 10 à 15 secondes dans 20 ml de l'acide Iodoacétique 5mM. L'acide Iodoacétique bloque l'activité des enzymes glycolytique qui peuvent influencer la valeur du pH, notamment ante rigor (**Ouali et coll.**, 1994 ; **Zamora et coll.**, 1996). La mesure est réalisée sur l'homogénat ainsi obtenu à l'aide d'un pH-metre de paillasse type : « MP220 ».

VI.3. Texture des viandes

Force de cisaillement a été évaluée sur des noyaux (1.25x2cm) obtenus à partir d'échantillons de muscle de filet en les coupant perpendiculairement à la direction des fibres , en utilisant une lame équipée d'une scie Warner- Bratzler (**Castellini et al.** , 2002).

VII. Cuisson des viandes

La viande sans ingrédient est rôtie pendant un temps proportionnel au poids (01 heures de cuisson pour 1 kg de carcasse à 180 ° C).

Les températures ont été relevées à l'aide d'un ou deux thermocouples libres. Une attention particulière a été apportée pour la mesure de la température au sein de la viande.

VII.1. Perte de poids après cuisson

Après une cuisson et un refroidissement, l'échantillon était essuyé avec un papier absorbant et pesé (mf). La perte de poids lors du traitement thermique (CL) était alors calculée :

$$CL = m_0 - m_f / m_0$$

M_0 : Poids avant cuisson

M_f : poids après cuisson

VIII. Analyses sur les œufs

Les œufs cou-nu ont été ramassés quotidiennement dans le bâtiment d'élevage des poules Cou-nu, nettoyés et conservés. Après numérotation, les œufs ont été pesés individuellement ($\pm 0,1$ g). La longueur et la largeur des œufs ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse ($\pm 0,01$ mm).

Le jaune et blanc d'œufs ont été mesurés et lyophilisés pour subir les différentes analyses.

VIII.1. Lipides et acides gras

Les lipides totaux ont été extraits, puis purifiés à partir d'une fraction aliquote de chaque jaune d'œuf en utilisant le mélange chloroforme-méthanol (2/ 1 ; v/v) et selon la méthode proposée par **Folch et al.** (1957). Les teneurs en lipides totaux ont été déterminées par pesée après évaporation des solvants. Elles sont exprimées en pourcentage du poids de jaune d'œuf.

Les acides gras des lipides totaux et des fractions purifiées de triglycérides ou de phospholipides ont été séparés par saponification. Ils ont ensuite été méthylés et analysés par chromatographie en phase gazeuse. Les conditions analytiques ont été rapportées antérieurement (**Demarne et al.**, 1980). Les compositions en acides gras sont exprimées en pourcentage (en masse) de l'ensemble des esters méthyliques dosés.

IX. Analyses statistiques

Les résultats ont été traités par analyse de variance suivie d'une comparaison de moyenne par le biais d'un logiciel (stat box 6.04) selon le test de **Newman et Keuls**.

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE 01
PERFORMANCES DE CROISSANCE

1. Poids vifs

Les variations hebdomadaires des poids vifs sont rapportées dans le tableau 16 et la figure 16.

Tableau 16 : Evolution hebdomadaire des poids vifs des Cou-nu et Isa Hubbard (en g)

Age (Jour)	Cou nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
J 1	31,7 ± 3,42 ^b		44,31 ± 2,41 ^a	
J 10	110,84 ± 23,85 ^b		185 ± 14 ^a	
J 17	258 ± 23 ^b		440 ± 22 ^a	
J 24	510 ± 17 ^b		722 ± 75 ^a	
J 31	818 ± 22 ^b		1140 ± 74 ^a	
J 38	1092 ± 14 ^c	1015 ± 36 ^c	1653 ± 08 ^a	1393 ± 43 ^b
J 45	1327 ± 29 ^c	1239 ± 17 ^d	2087 ± 41 ^a	1782 ± 23 ^b
J 52	1512 ± 21 ^c	1400 ± 25 ^d	2400,38 ± 74 ^a	2007 ± 36 ^b

(n= 20± l'écart type), Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les échantillons.

A partir du 10^{ème} jour (phase de croissance), les poulets témoins présentent un poids vif relativement supérieur (en moyenne 40%, P<0,05) par rapport aux poulets Cou-nu. Cette tendance se poursuit durant toute la phase de croissance, les écarts enregistrés entre les deux génotypes sont de 36%.

Après sexage (32^{ème} jour), les poulets mâles témoins (Isa Hubbard) présentent des poids vif relativement supérieurs par rapport aux poulets femelles du même génotype (1653g vs 1393g) avec un écart estimé à 15%. Les mâles Cou-nu présentent un poids vifs au 45^{ème} jour d'élevage plus important par rapport aux poids des femelles de la même lignée (1327g vs 1239g). L'effet génotype sur le poids vif de nos échantillons est très significatif (P<0,05)

Evolution Poids Vifs (g)

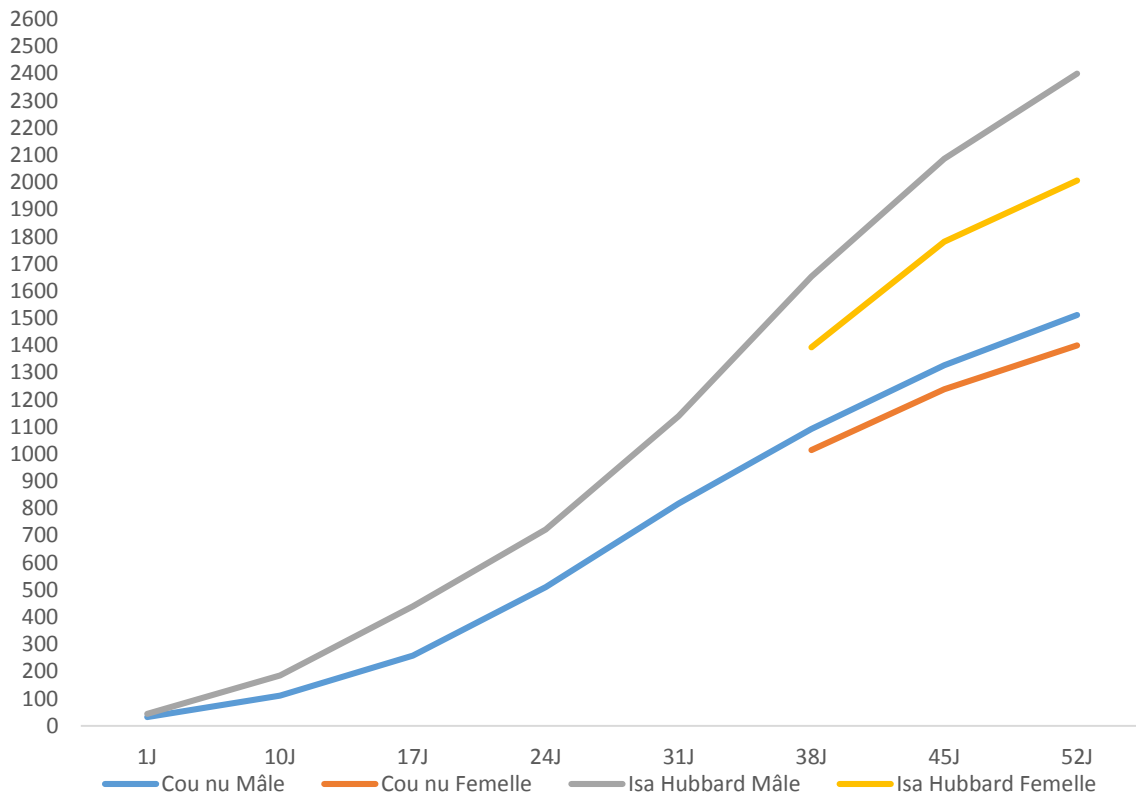


Figure 16 : Evolution hebdomadaire du poids vifs (en gramme)

Il est connu que le niveau énergétique (énergie métabolisable) de la ration alimentaire intervient sur la consommation spontanée de l'animal ; l'animal a tendance à réguler sa consommation sur le niveau énergétique, **IEMVT** (1991).

La différence du poids vif entre les deux sexes a été sensiblement moins élevée que dans les travaux rapportés par d'autres auteurs (**Macleane et al.**, 2002). Les poulets mâles des deux génotypes présentent un poids vif et un gain de poids supérieurs avec une différence significative ($p < 0.05$) par rapport au gain de poids des femelles, Ces résultats concordent avec ceux de **Guillaume et al** (1998) et de **Lubac** (2006) qui expliquent ces différences par l'effet morphologique et gonadique sur le poids des poulets. Nos résultats concordent avec les résultats de **Zein-el-dein** (1984).

2. Gain de poids

Les gains de poids des animaux sont rapportés dans le tableau 17 et la figure 17

Tableau 17 : Gain de poids (en g) des deux génotypes

Age (jour)	Cou nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
J1-J10	79,14 ^b		140,69 ^a	
J10-J17	147,16 ^b		255 ^a	
J17-J24	252 ^b		282 ^a	
J24-J31	308 ^b		418 ^a	
J31-J38	274 ^b	197 ^d	513 ^a	253 ^c
J38-J45	235 ^c	224 ^d	434 ^a	389 ^b
J45-J52	185 ^c	161 ^d	313 ^a	225 ^b

(n= 20± l'écart type), Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les échantillons.

L'évolution suit une progression linéaire durant le premier mois d'élevage et enregistre des écarts importants entre les deux génotypes (42% au 17^{ème} jour et 10 % au 24^{ème} jour d'élevage).

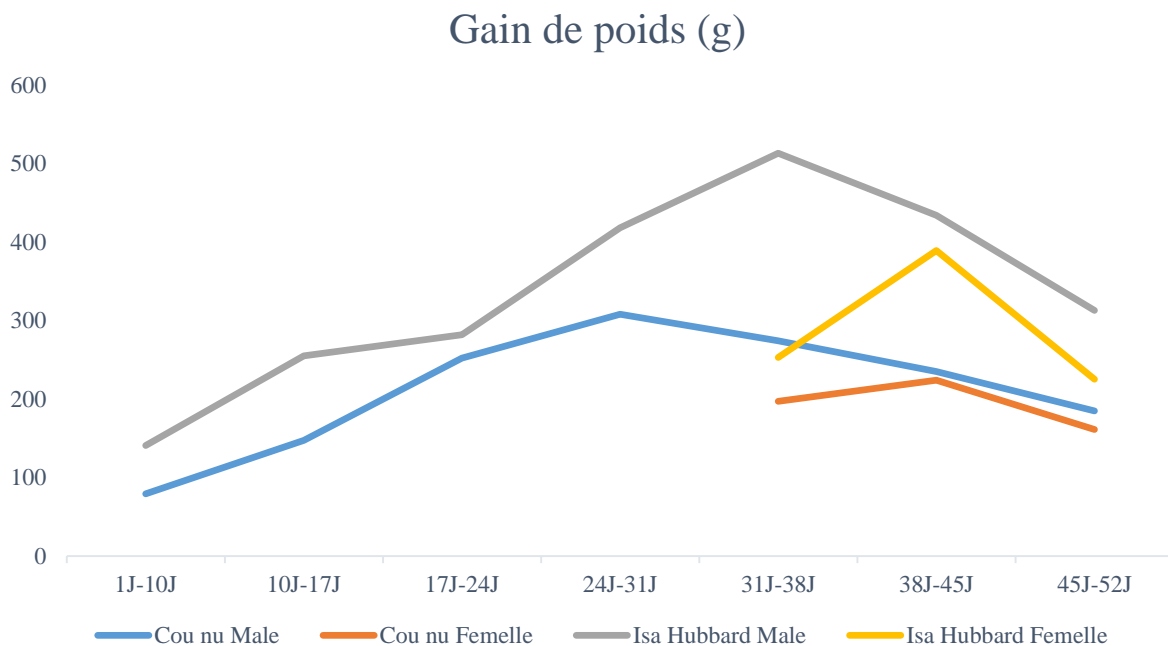


Figure 17 : Evolution du gain de poids (g) des Cou-nu et Isa Hubbard

Cette tendance se poursuit avec des pics au 31^{ème} jour pour les deux génotypes (418 pour le poulet Isa Hubbard et 308g pour le poulet Cou-nu (figure), les écarts se trouvent réduit à 26%.

L'analyse statistique des résultats révèle des différences significatives entre le gain de poids des deux sexes et pour les deux génotypes, au début de la phase de croissance, les mâles Isa Hubbard présentent un gain de poids largement supérieur par rapport à celui des femelles de la même lignée ($P < 0.05$). De même pour les deux sexes Cou-nu.

Les mêmes résultats démontrent aussi que le gain de poids est fortement touché par le génotype, le Cou-nu présente des gains de poids moins importants par rapport à la lignée Isa Hubbard.

Les mâles Cou-nu ont enregistré un déficit de gain pondéral estimé à 27% durant la dernière semaine d'élevage tandis que le gain de poids des femelles chute d'environ 39% (figure 17).

3. Consommation alimentaire

Les variations hebdomadaires des poids vifs sont rapportées dans le tableau 18 et la figure 18.

Tableau 18 : Consommation alimentaire (g) des deux génotypes en fonction du sexe

Age (jours)	Cou nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
J1-J10	264 ^b		280 ^a	
J10-J17	325 ^b		590,36 ^a	
J17-J24	444,12 ^b		670,53 ^a	
J24-J31	480 ^b		957,69 ^a	
J31-J38	590 ^b	485 ^d	660,5 ^a	540,08 ^c
J38-J45	555 ^c	520 ^d	658,36 ^a	610,3 ^b
J45-J52	620 ^c	600 ^d	710,36 ^a	680,23 ^b

(n= 20± l'écart type), Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les échantillons.

La consommation alimentaire moyenne par semaine suit une croissance linéaire pendant les premières semaines d'élevage avec une différence de 5% entre les deux génotypes au cours des dix premiers jours d'élevage. Cette tendance se poursuit pendant la 2^{ème} semaine, les écarts enregistrés entre les deux génotypes sont estimés à 44%. La consommation alimentaire des Cou-nu et Isa Hubbard présente un maximum au cours de la 4^{ème} semaine d'élevage (957.69g pour l'Isa Hubbard et 480g pour le Cou-nu), les écarts se réduisent à 3%.

Par contre, après sexage, une baisse importante de la consommation alimentaire est constatée pour la lignée Isa Hubbard (figure 18). Alors qu'une légère augmentation a été observée chez les Cou-nu (mâle et femelle).

L'analyse statistique révèle une différence hautement significative entre la consommation alimentaire des poulets Isa par rapport à celle du poulet Cou-nu. La même analyse révèle un effet significatif du sexe sur la consommation alimentaire ($p < 0.01$).

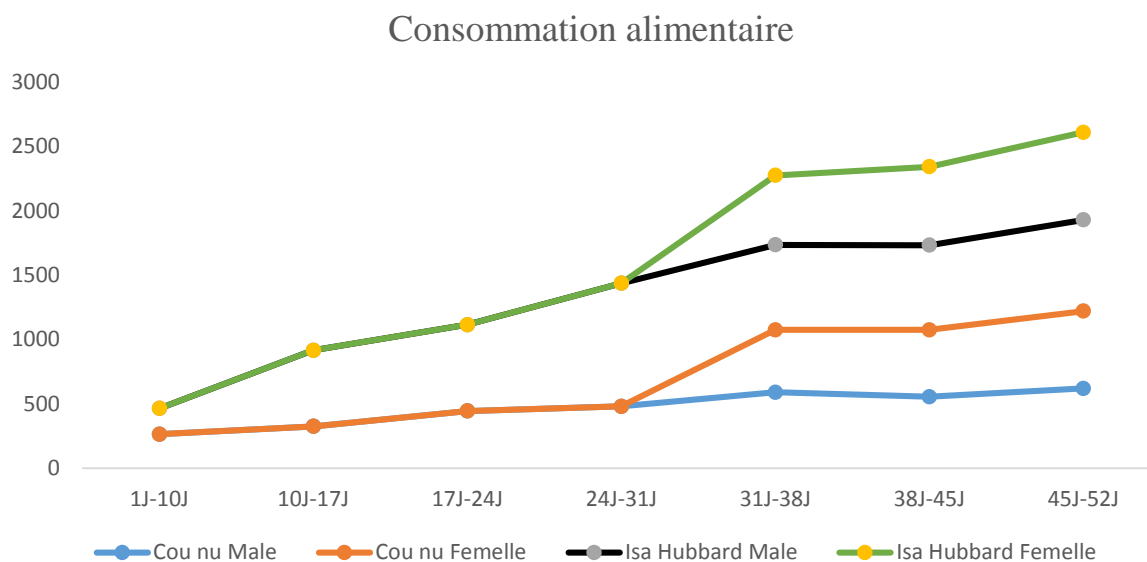


Figure 18 : Consommation alimentaire des poulets (en gramme)

4. Indice de consommation

Les évolutions de l'indice de consommation sont illustrées dans le tableau et la figure suivants :

Tableau 19 : Indice de consommation des deux génotypes en fonction du sexe

	Cou nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
J1-J10	3,33		1,42	
J10-J17	2,2		2,1	
J17-J24	1,8		2,37	
J24-J31	1,55		2,29	
J31-J38	2,15	2,5	1,29	2,13
J38-J45	2,37	2,32	1,52	1,57
J45-J52	3,35	3,72	2,27	3,02

($n = 20 \pm$ l'écart type), Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les échantillons.

L'évolution hebdomadaire de l'efficacité alimentaire (tableau, figure) laisse observer que les indices de consommation les plus élevés sont enregistrés dans le lot Cou-nu pendant la phase de croissance (2,32 pour le lot Cou-nu et 1.71 pour le lot Isa). L'indice de consommation est maximal dans la première semaine d'élevage dans le lot Cou-nu suivi d'une baisse de l'ordre de 34% au cours de la deuxième semaine et de 45% pour la troisième semaine.

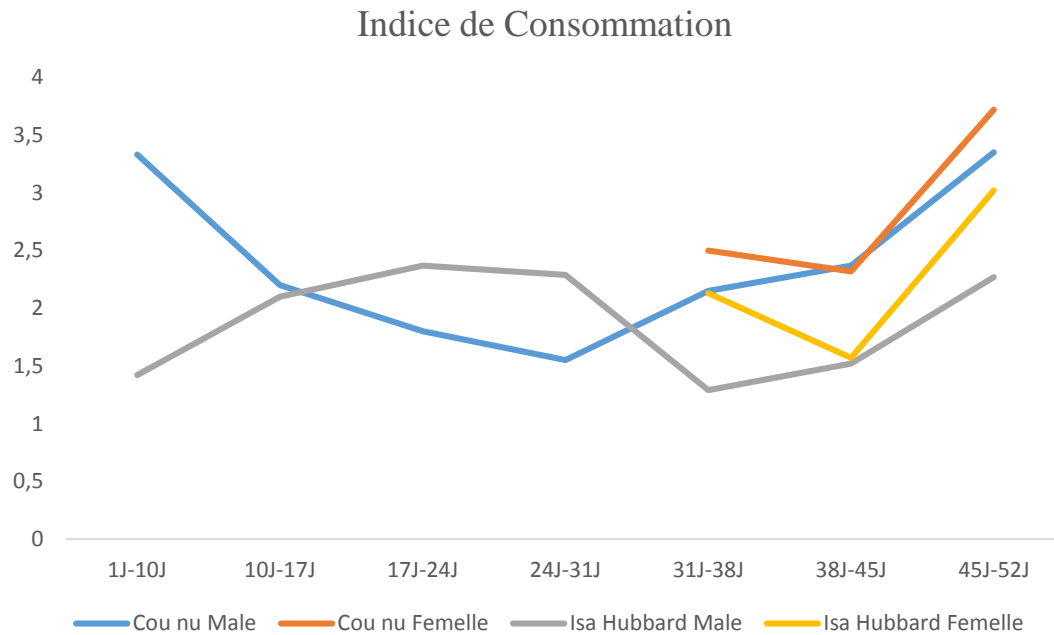


Figure 19 : Evolution des indices de consommation

A partir du 31^{ème} jour, l'indice de consommation des femelles Cou-nu est relativement élevé par rapport à celui des mâles du même génotype (2,5 vs 2,15) avec un écart de 14%. En début de finition (45^{ème} j), l'indice de consommation est relativement équilibré entre les mâles et les femelles Cou-nu, par contre, il est légèrement plus élevé chez les femelles Isa Hubbard par rapport aux mâles avec une différence de l'ordre de 24%.

Guillaume (1998) a constaté que la quantité d'aliments ingérés par le mâle est sensiblement supérieure par rapport à la femelle. Ceci peut être expliqué d'une part par l'effet gonadique sur le métabolisme des poulets et d'autre part par l'acceptabilité du régime alimentaire et surtout par ces habitudes alimentaires.

Les indices de consommation enregistrés au cours de la phase de croissance sont relativement importants pour les poulets Cou-nu par rapport aux poulets Isa Hubbard. Ceci peut être dû à la forme d'adaptation à son régime alimentaire standard durant cette période. Nos résultats concordent avec les travaux de **Pérez et al** (2006) soit 1,78 mâles par rapport 1,93 femelles.

L'augmentation de l'indice de consommation des Cou-nu montre bien que le gain de poids est moins important par rapport aux quantités ingérées. Ce rapport peut être expliqué par une bonne teneur en protéines brutes, ceci constitue un facteur déterminant sur la vitesse de croissance des animaux **Ozcan et al.,** (2006).

Selon **Daghir** (1995), La granulométrie et la forme des aliments présentés aux poulets de chair pourraient avoir un effet sur leur performance. La qualité microbiologique du régime alimentaire peut également exercer un effet sur la composition nutritionnelle de l'aliment, selon **Pérez** (2006), la présence de certain *Pseudomonas* peut altérer voire détruire certains acides aminés vraisemblablement essentiel de l'aliment.

CHAPITRE 02
PARAMETRES PONDERAUX DES CARCASSES

Les résultats de l'influence des génotypes et des sexes sur les différentes parties des carcasses sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 20 : paramètres pondéraux des différentes carcasses des deux génotypes en fonction du sexe.

Paramètres	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Poids vifs	1534,30 ± 185,78 ^c	1499,60 ± 135,63 ^d	2439,25 ± 268,38 ^a	2039,35 ± 112,38 ^b
Carcasse pleine	1340,30 ± 171,21 ^c	1293,05 ± 132,74 ^d	2129,25 ± 216,31 ^a	1872,35 ± 104,28 ^b
Poids de la carcasse éviscéré	960,95 ± 142,82 ^c	920,40 ± 91,25 ^d	1610,40 ± 94,09 ^a	1385,40 ± 74,12 ^b
Tissus adipeux	37,25 ± 7,15 ^c	32,15 ± 4,27	107,00 ± 22,93	98,95 ± 12,63
Poids des viscères	102,95 ± 13,11 ^b	100,95 ± 29,70 ^c	274,75 ± 60,26 ^a	180,75 ± 44,05 ^a
Poids de la cuisse	91,50 ± 9,90 ^c	97,90 ± 18,69 ^c	274,45 ± 52,51 ^a	199,90 ± 38,58 ^b
Poids du filet	111,85 ± 31,09 ^c	104,95 ± 35,62 ^c	292,35 ± 59,46 ^a	176,00 ± 22,18 ^b
Poids du foie	33,00 ± 2,07 ^a	33,25 ± 2,04 ^a	32,25 ± 6,17 ^b	29,50 ± 4,17 ^b
Poids du cœur	13,05 ± 1,53 ^a	13,05 ± 1,31 ^a	13,95 ± 2,01 ^a	13,05 ± 1,43 ^a
Poids du cou	62,70 ± 11,86 ^c	64,05 ± 2,72 ^c	101,10 ± 10,98 ^a	75,40 ± 6,45 ^b
Poids du sang	88,70 ± 5,84 ^b	88,60 ± 2,94 ^b	106,75 ± 11,77 ^a	105,05 ± 3,87 ^a
Poids gésier	66,60 ± 4,46 ^a	64,35 ± 3,45 ^b	65,00 ± 7,18 ^a	62,15 ± 4,98 ^b

(N= 20± écart type), Les valeurs en ligne affectées de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les génotypes et les sexes (a, b, c, d)

1. Poids vifs et rendement de la carcasse

1.1. Poids vifs

Les résultats du poids vifs sont illustrés dans le tableau et la figure

Nous avons noté une grande différence significative ($p < 0,05$) du poids vif entre le mâle d'Isa Hubbard et le mâle Cou-nu (2439g Vs 1534g) soit un écart de 37%, ainsi qu'entre la femelle d'Isa Hubbard et celle de Cou nu (2039,35 g Vs 1499,6 g) avec un écart de 26%.

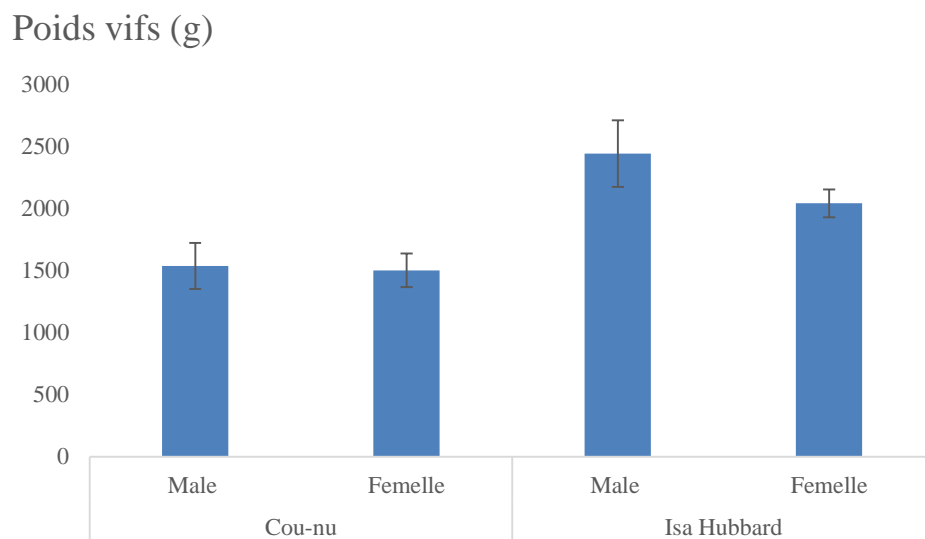


Figure 20 : Variation du poids vifs chez les deux génotypes en fonction du sexe

1.2 Rendement de la carcasse

Les rendements des carcasses des poulets Cou-nu et Isa Hubbard sont illustrés dans le tableau 21 suivant.

Le rendement des carcasses des poulets Isa est comparable pour les deux sexes, de mêmes pour les poulets Cou-nu. Toutefois, une différence significative est enregistrée entre les deux génotypes (66.5% pour l'Isa contre 61.5% pour le Cou-nu).

Tableau 20b : Rendement de carcasse des deux génotypes en fonction du sexe.

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Male	Femelle	Male	Femelle
Rendement de carcasse (%)	62%	61%	66%	67%

Ozkan (1997) et **Bogosavljevic-Boskovic** (2006) ont montré que le poids vif et le poids des carcasses éviscérées pour les lignées lourdes est plus important chez les mâles que chez les femelles. Ces mêmes auteurs expliquent cette différence par un métabolisme plus important chez les deux sexes, également par l'activité des gonades.

Zein-el-dein (1984) explique que le gène NaNa ne présente pas des poids vifs importants après 6 semaines d'élevage, ceci a pour conséquence un ralentissement de la croissance pondérale.

2. Carcasse pleine

Nos résultats montrent que les poulets mâles Isa Hubbard présentent des carcasses pleines supérieures à celles des femelles (2129g vs 1872g), soit une différence significative ($P < 0.05$) de l'ordre de (12%).

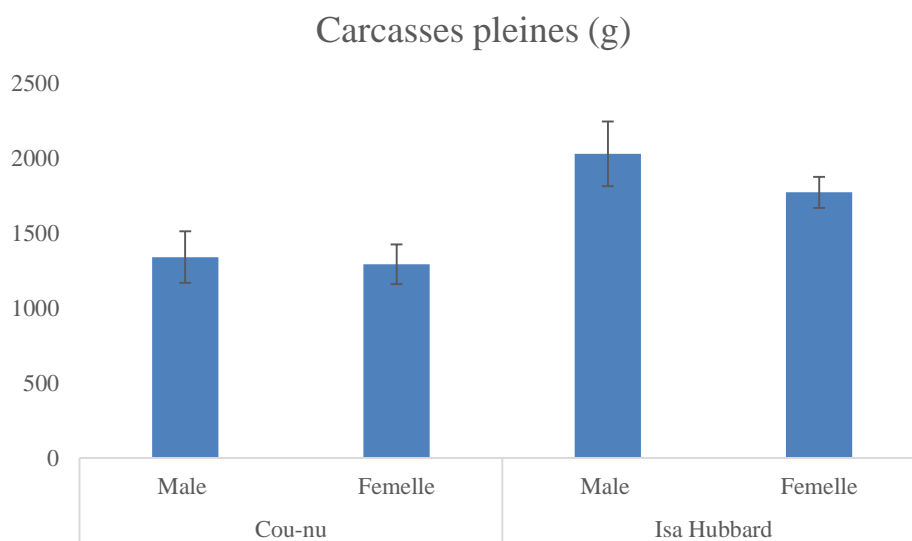


Figure 21: Poids des carcasses pleines en fonction du sexe

3. Tissu Adipeux

À travers ces résultats, une différence significative ($p < 0,05$) existe entre les mâles de Cou nu (37,25 g) et d'Isa Hubbard (107 g), ainsi que les femelles de Cou nu (32,15 g) et d'Isa Hubbard (98,95 g). L'écart entre les mâles est estimé à 65%. Les mêmes analyses révèlent la présence d'une différence significative entre les sexes du même génotype.

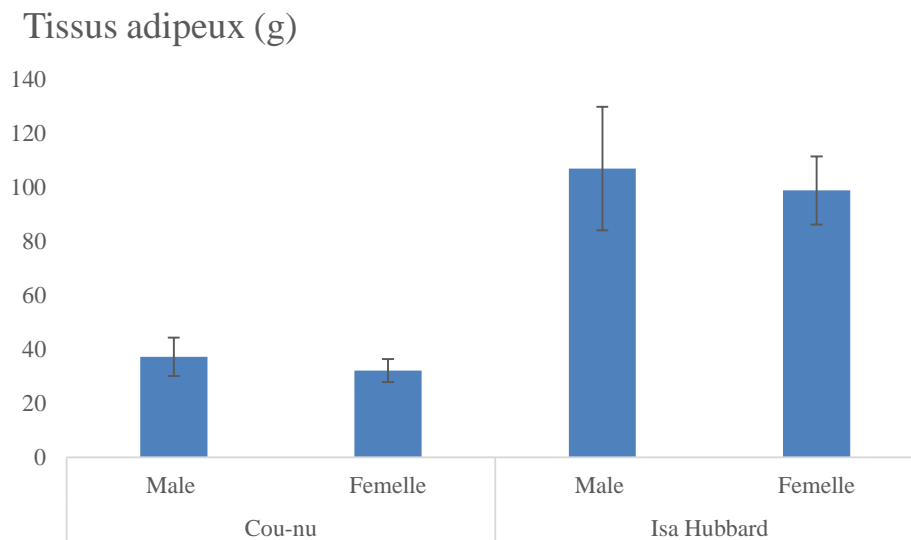


Figure 22: Proportion du tissu adipeux abdominal (g)

La proportion du gras abdominal (tableau 20) est un critère de qualité des viandes. Selon les normes européennes de qualité, la proportion du gras ne doit pas excéder 3% du poids de la carcasse éviscérée chez les deux sexes, cela peut s'expliquer par la nature des lipides et des glucides que renferme le régime alimentaire, il serait en partie responsable de ce taux élevé du gras abdominal. Selon **Lubac** (2006), les femelles ont tendance à s'engraisser moins que les mâles.

Plusieurs auteurs rapportent que les races lourdes tendent à être proportionnellement les plus grasses ; ce que reflètent les corrélations significatives et positives du poids vif avec la proportion de graisse abdominale dans les 2 sexes de l'Isa Hubbard.

4. Poids de la cuisse

Les résultats enregistrés (tableau 20) ont révélé que le poids des cuisses des poules mâles Isa Hubbard est sensiblement important par rapport à celui des femelles du même génotype (294 g Vs 200g). L'analyse statistique révèle une différence significative entre les deux génotypes et sexes ($p < 0,05$).

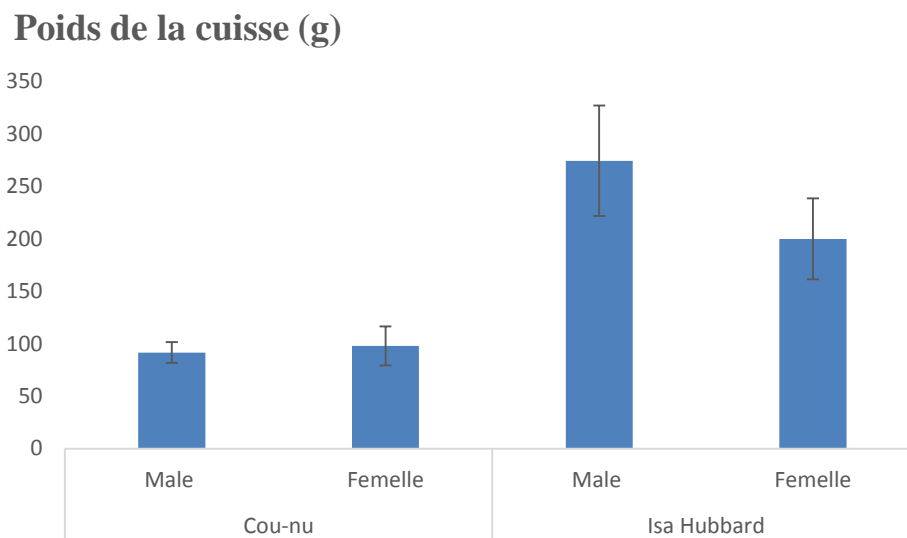


Figure 23: Variation du Poids des cuisses en fonction du sexe chez les deux génotypes (g)

Le rapport en moyenne des cuisses (témoin et expérimental) par rapport au poids des carcasses éviscérées est supérieur à celui de **Gandemer** et **Kim** (1993).

5. Poids du filet

Le poids de filet (figure 24) Isa Hubbard mâles est relativement important par rapport aux femelles dans la même lignée (292g pour les mâles et 192g pour les femelles), soit une différence de l'ordre de 34%. Par contre, les poulets mâles et femelles Cou-nu n'ont pas enregistré de différence significative ($p < 0,05$).

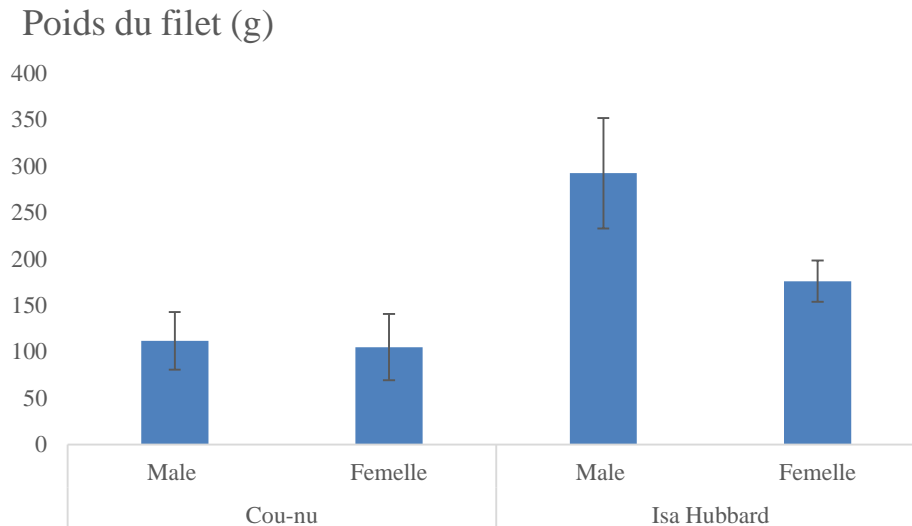


Figure 24: Variation du poids (g) du filet chez las deux génotypes en fonction du sexe.

6. Poids du foie

L'effet inter-race montre une différence significative ($p < 0,05$) entre les mâles et les femelles des deux races avec des écarts respectifs de 0,75 g et de 3,75 g. Par contre l'effet entra-race ne montre aucune différence significative ($p < 0,05$) entre les mâles et les femelles avec une moyenne de 33,12 g pour Cou nu et une moyenne de 30,87 g pour Isa Hubbard.

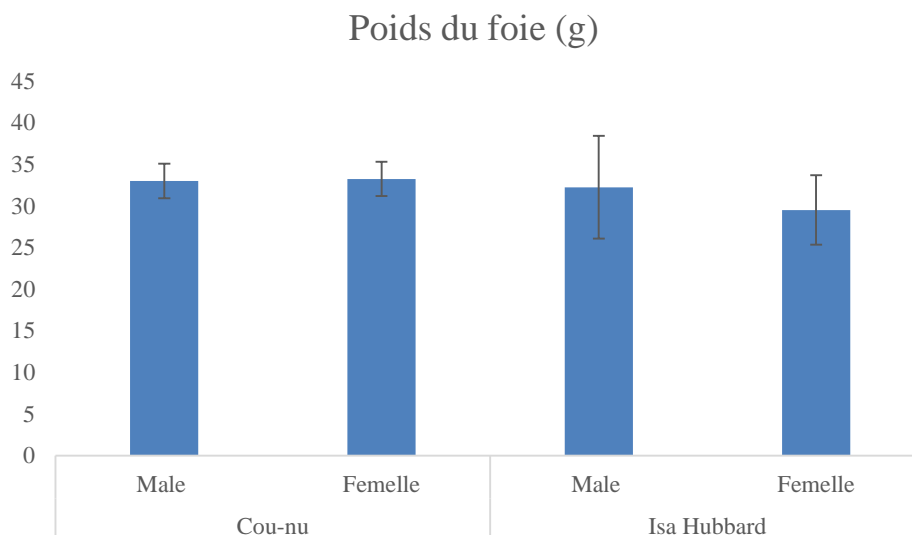


Figure 25 : Poids du foie (en g) des poulets

7. Poids du cœur

Le poids du cœur ne dévoile aucune différence significative ($p < 0,05$), ceci pour tous les échantillons étudiés. La moyenne générale étant de 13,27 g.

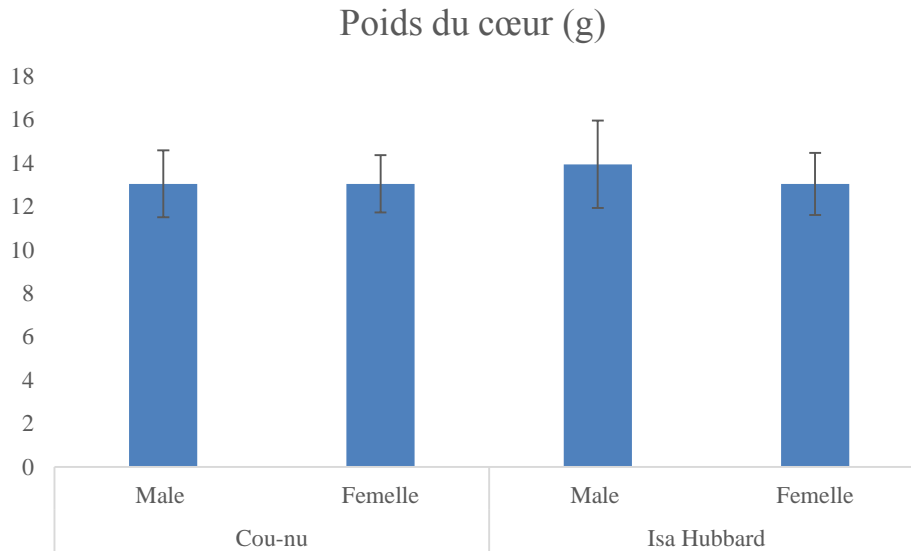


Figure 26 : Poids du cœur (g)

8. Poids gésier

Les valeurs du poids du gésier montrent une différence significative ($p < 0,05$) intra-race seulement avec un écart estimé à 2,25 g pour Cou nu et à 2,85 g pour Isa Hubbard.

La moyenne des mâles étant de 65,8 g contre celle des femelles qui est de 63,25 g.

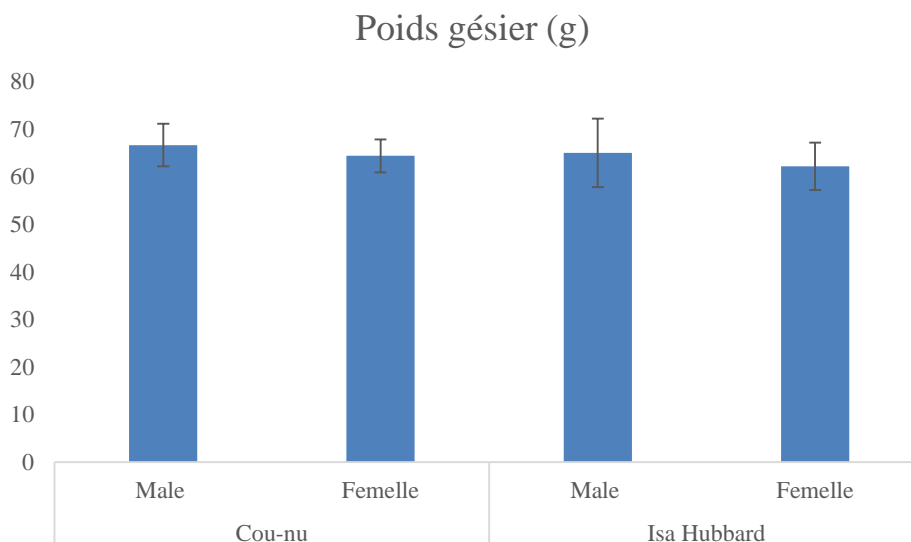


Figure 27 : Poids gésier (g)

CHAPITRE 03
EFFETS DU GENE Na Na SUR LES QUALITES DE LA
VIANDE

1. Teneurs en eau, en matières sèches et en organiques des viandes

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Les teneurs en matières (tableau 21) sèches du poulet Cou-nu tout sexe confondu, sont plus importantes par rapport à celles des poulets Isa Hubbard (25.74% contre 23.19% en moyenne) soit un rapport de 9%.

Tableau 21 : Teneur en matières sèches, en eau et en matière organique des viandes (filet)

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Matière sèche (%)	27,71 ± 2,54 ^a	23,77 ± 0,91 ^b	22,37 ± 0,90 ^c	24,02 ± 1,21 ^b
Teneur en eau (%)	72,28 ± 2,54 ^c	76,22 ± 0,91 ^b	77,62 ± 0,90 ^a	75,97 ± 1,21 ^b
Matière organique (%)	25,00 ± 2,70 ^a	21,34 ± 1,09 ^b	20,08 ± 1,07 ^c	20,87 ± 1,22 ^{b,c}

($n=20 \pm$ l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Les analyses statistiques ($P<0.05$) révèlent la présence d'une différence significative entre la composition en matière sèche des deux sexes Cou-nu (27.71 % pour les mâles vs 23.77% pour les femelles).

De même, chez les poulets Isa Hubbard la teneur en eau est importante par rapport à celles du poulet Cou-nu (76.79% contre 74.25%).

On constate que les mâles Cou-nu renferment une teneur en matière sèche plus importante que celle des femelles (27.71% vs 23.77%).

Les teneurs en matière organique des mâles Cou-nu présentent une différence significative par rapport aux femelles du même génotype (25% vs 21.34%).

Chez les poulets, l'eau est le constituant le plus abondant, elle varie considérablement en fonction de plusieurs facteurs, il est de 72,2% chez les deux sexes en moyenne (**Salvini et al** , 1998)

D'après **Larbier et Leclerq** (1992), le génotype exerce un effet sur l'état d'engraissement. A un âge donné, les femelles renferment en général une proportion plus faible d'eau ; la capacité de rétention d'eau est d'autant plus prononcé que les animaux approchent de la maturité sexuelle.

2. Teneur en matière minérale des viandes

D'après les résultats statistiques (tableau 22), il existe un effet significatif du sexe et du génotype sur la teneur en minéraux, les poulets femelles Isa Hubbard présentent des teneurs en matière minérale inférieures par rapport à celles des poulets mâles du même génotype (2.17% vs 2,28%).

La viande des poulets Cou-nu est plus riche en minéraux par rapport à celle d'Isa Hubbard 2.56% vs 2.22% tout sexe confondu respectivement.

Tableau 22 : Teneur en matière minérale des viandes (filet)

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Matière minérale (%)	2,71 ± 0,64 ^b	2,42 ± 0,51 ^{b,c}	2,28 ± 0,37 ^c	2,17 ± 0,38 ^a

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Gegel et al en 2015 ont présenté des résultats similaires dans la viande de la poule locale japonaise où la composition en minéraux des mâles était supérieure par rapport à celle des femelles (2,44% vs 2,28%).

La teneur en minéraux est un indicateur de la qualité des muscles, elle varie selon l'espèce, les hormones, l'âge, le sexe, la région et le régime (**Keeton et le Remous**, 2004). En outre, **Doornenbal et Murray** (1981) ont constaté que la teneur en minéraux chez le poulet varie en fonction des génotypes, chez le poulet Cou-nu elle est variable dans le filet donc elle peut être liée à l'effet de muscle. Bien que d'autres études ont mis en évidence des résultats contradictoires en termes de contenu de cendre dans la cuisse et le filet (**Zarkadas et al.**, 1987 ; **Hafbauer et al.**, 2010).

2.1. Teneur en éléments minéraux

L'analyse statistique révèle la présence d'effets significatifs du génotype et du sexe sur la teneur en Fer, Phosphore, Calcium et Manganèse. La proportion de ces derniers est plus importante dans les viandes (filet) Cou-nu que chez celle d'Isa Hubbard. Le fer est plus présent chez les mâles que chez les femelles dans les deux génotypes.

Les résultats de la composition en élément minéral des viandes (filet) des deux génotypes sont illustrés dans le tableau suivant.

Tableau 23 : Composition en élément minéral des viandes (filet) (en mg)

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Fer	0,31 ± 0,06 ^a	0,28 ± 0,03 ^b	0,29 ± 0,04 ^b	0,24 ± 0,03 ^c
Phosphore	124,00 ± 8,39 ^a	121,00 ± 4,14 ^b	125,00 ± 7,08 ^a	119,00 ± 3,86 ^b
Calcium	6,30 ± 0,81 ^a	5,17 ± 0,57 ^b	5,96 ± 0,45 ^a	4,86 ± 0,38 ^c
Manganèse	0,20 ± 0,03 ^a	0,17 ± 0,03 ^b	0,21 ± 0,03 ^a	0,19 ± 0,03 ^a

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Les faibles teneurs en Calcium chez les femelles des deux génotypes peuvent être dues à des dépenses importantes en cet élément, soit pour fabriquer leur squelette (en croissance), ou pour la synthèse de la coquille de l'œuf (**Larbier et Leclercq**, 1992).

Les teneurs en fer sont inférieures dans la viande des femelles par rapport aux mâles chez les deux génotypes, le même constat a été fait suite à des recherches menées à l'université de Massey (Nouvelle-Zélande), ils ont également montré l'effet du sexe sur la teneur en fer chez différentes volailles : la teneur globale en fer est plus importante dans la viande du mâle que dans la viande de la femelle (alimentation et âge identiques).

Wojcik et al (2009), ont constaté que le sexe de volaille influe sur la valeur en micro et macroéléments dans le sérum et dans le muscle. En revanche, la génétique, le stress dû au transport et à la température élevée de l'environnement affecte la diversification des macro- et oligo-éléments dans le sérum sanguin (**Blahova et al.**, 2007) ou les muscles (**Niess et al.**, 2005).

3. Qualités organoleptiques des viandes

3.1. pH

Aucune différence significative ($p < 0,05$) n'est observée entre les pH des différents génotypes quelque soit le sexe (tableau 24).

Tableau 24 : Evaluation du pH des viandes (filet) chez les deux génotypes en fonction du sexe

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
pH	$6,40 \pm 0,72^a$	$6,37 \pm 0,90^a$	$6,20 \pm 0,90^a$	$6,10 \pm 0,85^a$

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Le pH des viandes est un bon indicateur de la qualité organoleptique et sanitaire des viandes, nos pH se situent dans les normes des pH des viandes blanches.

3.2. Couleur des viandes

Nos résultats montrent que l'indice de rouge vert change en fonction du sexe, il est supérieur chez la femelle que le mâle (2,21 vs 3,07) de la souche Cou-nu.

L'indice b* pour les mâles des deux souches a une valeur supérieure à celle de la femelle.

La couleur de la viande varie en fonction de la concentration en pigments, de l'état chimique des pigments, et de la façon dont la lumière est réfléchiée par le morceau de viande. Chez le poulet de chair, la couleur a la surface de la viande crue est rose vif dans le milieu aérobie qui est dû à la présence de l'oxy-myoglobine (**Mancini and Hunt, 2005**).

Tableau 25 : Constatation de la couleur des viandes des deux génotypes en fonction du sexe

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
L*	61,9±8,47 ^c	59,16±6,17 ^d	74,26±8,26 ^a	64,45±,81 ^b
a*	2,21 ± 1,12	3,07 ± 0,66	2,76 ± 2,91	2,90 ± 3,22
b*	4,60 ± 2,90 ^a	1,27 ± 0,62 ^b	4,44 ± 0,38 ^a	2,04 ± 1,32 ^b

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Grâce au système CIE L*a*b*, trois valeurs d'indices sont évaluées : la valeur de L* (correspondant à la clarté), et les valeurs des indices a* (selon l'axe rouge-vert) et b* (selon l'axe jaune-bleu) indiquant à la fois la teinte et la saturation. Notre étude montre qu'il existe un effet significatif pour les valeurs de L* et b*, contrairement à la valeur de a*.

La valeur de L* indiquée dans le tableau est élevée chez le mâle Cou-nu par rapport aux femelles (61,9 Vs 59,16) respectivement, de même pour l'Isa Hubbard (74,26 pour les mâles Vs 64,45 pour les femelles). Cette valeur est d'autant plus élevée que la viande est plus pâle. Plusieurs facteurs peuvent avoir un effet sur la couleur de la viande, tel que les pigments de l'hème, l'espèce, la teneur en eau, le sexe, le stress et l'état physique de la protéine (**Le Bihan-Duval et al., 1999; Mehaffey et al., 2006; Jaturasitha et al., 2008**), ainsi que la nature de l'alimentation est surtout importants vis-à-vis des animaux en état d'anémie ferriprive (**Jacquot et al., 2011**).

Nishida et Nishida, 1985 ont constaté qu'en général l'âge de l'animal joue un rôle clé, la myoglobine augmente avec l'âge et le sexe, avec un déplacement de la couleur de la viande vers une couleur plus foncée et plus rouge.

3.3 Tendreté de la viande

Les résultats de la tendreté de la viande sont illustrés dans le tableau

Tableau 26 : Force de cisaillement des viandes (tendreté)

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Force de cisaillement (Newton)	34,2±2,11 ^a	33,6±1,25 ^a	28,9±0,95 ^b	29,5±1,2 ^b

(N=5 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Nos résultats montrent que les viandes (filet) Isa Hubbard présentent des forces de cisaillement moins importantes par rapport aux viandes Cou-nu (29.2N Vs 33,9N).

Les valeurs des forces de cisaillement peuvent être associées à une importante présence des tissus conjonctifs dans les viandes (filet) Cou-nu. La tendreté de la viande est affectée par la quantité et la qualité du tissu conjonctif et l'état des fibres musculaires (**Koohmaraie**, 2002). Les résultats de cette étude sont en plein accord avec les résultats rapportés par **Cooper** et **Fletcher** 1997 et **Poole et al.**, 1999.

Le sexe des animaux n'affecte pas la tendreté de la viande, nos résultats sont en accord avec les résultats de **Northcutt et al.**, 2001 qui stipulent que le facteur sexe n'affecte pas la tendreté de la viande.

4. Qualité des lipides des viandes

Les teneurs en lipides totaux et le profil en acides gras des viandes des deux génotypes en fonction du sexe sont illustrées dans le tableau suivant

Tableau 27 : Teneurs en acides gras des viandes (filet) (g/100g lipides)

	Cou nu		Isa Brown	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Lipides totaux (g/100g) de viande	1,36 ± 0,34 ^c	1,17 ± 0,53 ^d	1,67 ± 0,58 ^a	1,56 ± 0,86 ^b
C 10:0	0,019 ± 0,01 ^b	0,01 ± 0,002 ^c	0,028 ± 0,02 ^b	0,06 ± 0,02 ^a
C 12:0	0,07 ± 0,01 ^b	0,07 ± 0,01 ^b	0,09 ± 0,07 ^b	0,16 ± 0,03 ^a
C 14:0	0,75 ± 0,10 ^b	0,09 ± 0,01 ^c	0,84 ± 0,40 ^b	1,06 ± 0,13 ^a
C 14:1	0,024 ± 0,01 ^b	0,02 ± 0,01 ^b	0,013 ± 0,01 ^c	0,05 ± 0,01 ^a
C 15:0	0,15 ± 0,015 ^a	0,12 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,05 ^b	0,06 ± 0,01 ^c
C 16:0	19,49 ± 1,16 ^b	18,25 ± 1,01 ^b	21,19 ± 1,19 ^a	23,71 ± 1,07 ^a
C 16:1 n-9	0,52 ± 0,08 ^a	0,54 ± 0,11 ^a	0,46 ± 0,05 ^b	0,44 ± 0,08 ^b
C 16:1 n-7	2,19 ± 0,34 ^c	2,12 ± 0,38 ^c	3,57 ± 1,04 ^a	3,07 ± 0,56 ^b
C 18:0	10,31 ± 1,11 ^a	9,90 ± 0,93 ^a	7,40 ± 1,21 ^b	6,81 ± 0,89 ^b
C18 :1 n-9 c	36 ± 1,78 ^b	37,09 ± 1,10 ^a	36,85 ± 1,50 ^b	33,12 ± 0,60 ^c
C 18:1 n-7	2,12 ± 0,12 ^a	2,07 ± 0,49 ^b	2,22 ± 0,47 ^a	1,87 ± 0,19 ^b
C 18:2 n-6t	0,08 ± 0,03 ^b	0,08 ± 0,02 ^b	0,06 ± 0,03 ^b	0,12 ± 0,02 ^a
C 18:2 n-6c	18,56 ± 0,96 ^a	17,31 ± 0,79 ^a	16,16 ± 2,35 ^b	13,20 ± 0,62 ^c
C 18:3 n-6	0,08 ± 0,03 ^b	0,09 ± 0,01 ^b	0,18 ± 0,04 ^a	0,23 ± 0,03 ^a
C 18:3 n-3	1,19 ± 0,11 ^a	1,00 ± 0,11 ^b	0,99 ± 0,17 ^b	0,94 ± 0,12 ^b
C 18:4 n-3	0,23 ± 0,07 ^a	0,23 ± 0,03 ^a	0,27 ± 0,23 ^a	0,24 ± 0,03 ^a
C 20:0	0,12 ± 0,14 ^c	0,25 ± 0,02 ^b	0,27 ± 0,07 ^b	0,68 ± 0,10 ^a
C 20:1 n-9	0,58 ± 0,14 ^a	0,60 ± 0,1 ^a	0,49 ± 0,19 ^b	0,44 ± 0,06 ^b
C 20:2	2,24 ± 0,70 ^b	2,62 ± 0,16 ^a	0,72 ± 0,37 ^c	0,46 ± 0,07 ^d
C 20:3 n-6	1,55 ± 0,55 ^a	1,05 ± 0,1 ^d	1,37 ± 0,37 ^b	1,24 ± 0,05 ^c
C 20:4 n-6	2,31 ± 0,58 ^a	1,36 ± 0,09 ^c	1,87 ± 0,63 ^b	0,97 ± 0,3 ^d
C 20:3 n-3	0,006 ± 0,01 ^a	0 ± 0 ^b	0 ± 0 ^b	0 ± 0 ^b
C 20:4 n-3	0 ± 0 ^b	0 ± 0 ^b	0,008 ± 0,001 ^a	0 ± 0 ^b
C 20:5 n-3	0,30 ± 0,26 ^b	0,43 ± 0,07 ^a	0,11 ± 0,02 ^c	0,05 ± 0,01 ^d
C 22:0	0,08 ± 0,01 ^a	0 ± 0 ^b	0,007 ± 0,01 ^a	0 ± 0 ^b
C 22:1 n-9	0,01 ± 0,02 ^a	0 ± 0 ^b	0,002 ± 0,001 ^a	0 ± 0 ^b
C 22:4 n-6	0,24 ± 0,03 ^b	0,24 ± 0,02 ^b	0,35 ± 0,13 ^a	0,15 ± 0,03 ^c
C 22:5 n-3	0,22 ± 0,05 ^b	0,23 ± 0,02 ^a	0,17 ± 0,08 ^c	0 ± 0 ^d
C 22:6 n-3	0,46 ± 0,14 ^a	0,36 ± 0,08 ^b	0,069 ± 0,09 ^c	0 ± 0 ^d
AGS	33,24 ± 2,19 ^a	28,69 ± 1,32 ^b	31,95 ± 1,60 ^a	32,84 ± 1,57 ^a
AGMI	41,46 ± 2,21 ^a	42,44 ± 1,15 ^a	42,59 ± 1,80 ^a	38,99 ± 0,90 ^b
AGPI	25,22 ± 2,06 ^a	25,18 ± 0,84 ^a	21,61 ± 2,52 ^b	21,628 ± 0,84 ^b
n-6	22,82 ± 1,41 ^a	22,44 ± 0,51 ^a	19,99 ± 2,46 ^b	15,91 ± 0,80 ^c
n-3	2,439 ± 0,362 ^a	2,25 ± 0,44 ^b	1,61 ± 0,519 ^c	1,23 ± 0,13 ^d
n6/n3	9,39 ± 1,3 ^c	9,97 ± 2,08 ^c	12,41 ± 3,894 ^b	12,93 ± 1,56 ^a
LA/ALA	15,62 ± 1,61 ^c	18,44 ± 2,27 ^a	16,47 ± 2,66 ^b	14,29 ± 2,42 ^d

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

4.1. Teneur en lipides totaux

Les proportions des lipides totaux retrouvées dans le muscle des poulets Isa Hubbard (1.63g en moyenne) sont plus importantes que ceux retrouvées dans le muscle des poulets Cou-nu (1.27g en moyenne) (figure28).

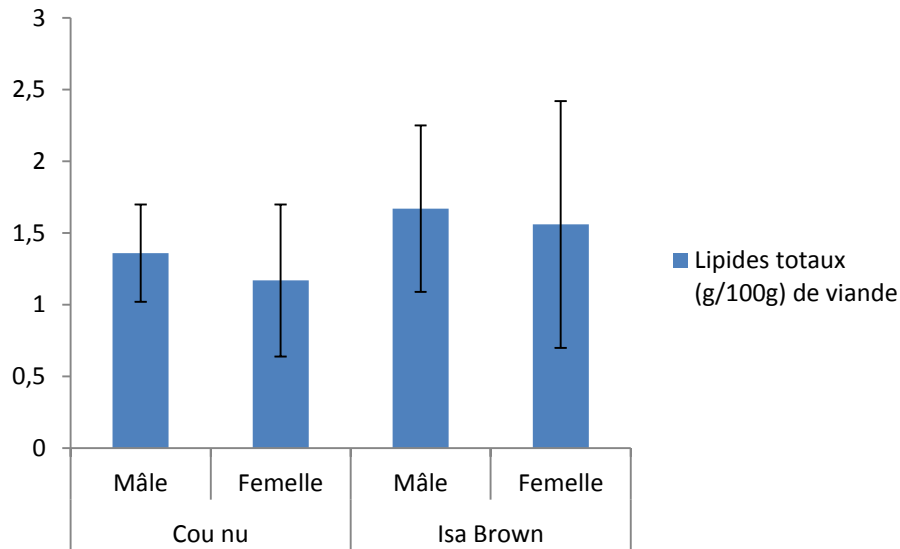


Figure 28 : Teneur en lipides totaux (g/100g de tissu musculaire).

4.2. Acides gras saturés

a. Acide caprique et laurique

Nos résultats ne montrent aucune différence significative entre les teneurs en acide caprique entre les mâles des deux génotypes (Cou-nu et Isa Hubbard). Toutefois, les mêmes analyses révèlent une différence entre les femelles des deux génotypes (0.06% pour la femelle Isa contre 0.01 pour les femelles Cou-nu).

En ce qui concerne l'acide laurique, les analyses ne montrent aucune différence significative entre les mâles et femelles Cou-nu, la proportion la plus importante (0.16%) est enregistrée dans les viandes femelles d'Isa Hubbard par rapport aux autres génotypes et sexes confondus.

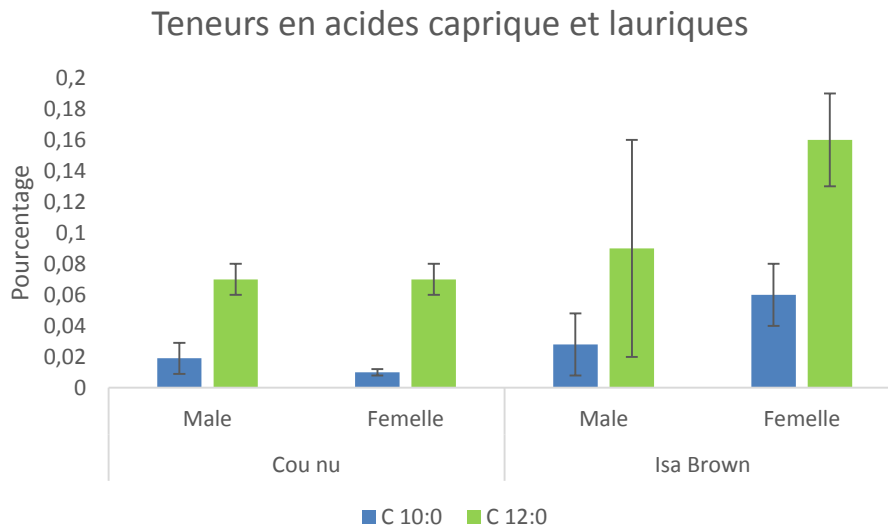


Figure 29 : Proportions d'acides caprique et laurique

b. Acide myristique

La proportion en **C14:0** ne dévoile aucune différence significative ($p < 0,05$) entre le mâle de Cou nu et le mâle d'Isa, elle est de l'ordre de 0,79%. En revanche, une différence assez significative ($p < 0,05$) a été distinguée (0,97%) entre les femelles Cou-nu et Isa Hubbard (0,09% vs 1,06%).

Pour les différences intra-souche, il existe une différence significative ($p < 0,05$) de la souche Cou-nu (0,66%) et la souche Isa Hubbard (0,22%).

Nous avons remarqué que les teneurs les plus importantes sont enregistrées dans les poulets femelles Isa.

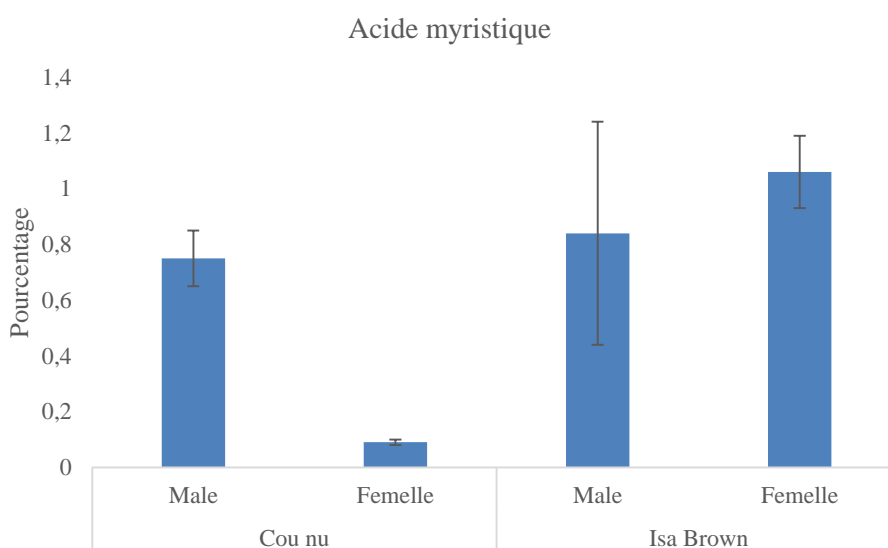


Figure 30 : Proportions d'acide myristique

c. Acides palmitique et stéarique

À travers ces résultats, une différence significative ($p < 0,05$) des teneurs en acide palmitique existe entre les mâles Cou-nu (19,49%) et les mâles d'Isa Hubbard (21,19%) avec un rapport estimé à 8%. Les femelles Cou-nu présentent des pourcentages de (18,25%) contre (23,71%) d'Isa Hubbard soit un rapport de 23%.

D'après nos résultats, aucune différence significative ($p < 0,05$) n'est remarquée entre les sexes de la même souche. Les poulets Cou-nu présentent des pourcentages d'acide stéarique plus importants par rapport à ceux des poulets Isa Hubbard (10,10% vs 7,10% respectivement). On peut dire que le poulet Cou-nu est plus riche en acide stéarique que le poulet Isa Hubbard (sexes confondus).

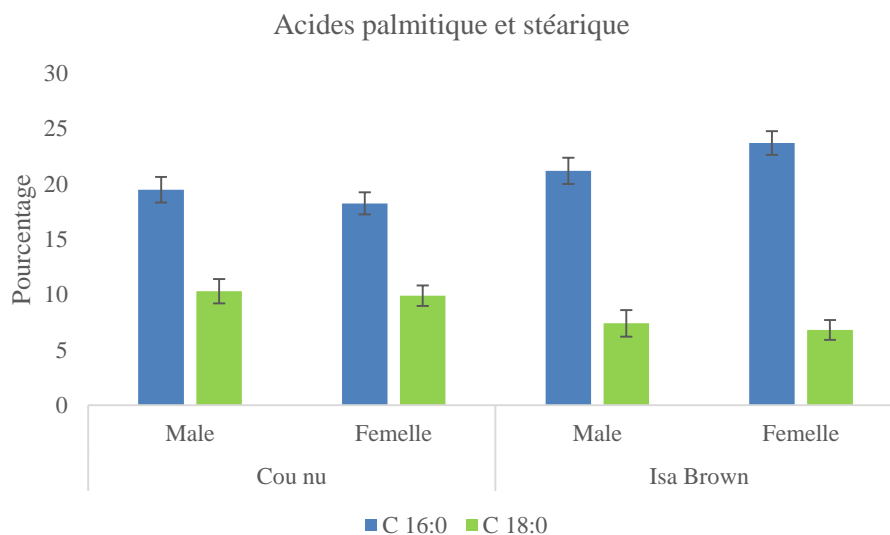


Figure 31 : Pourcentages en acides palmitique et stéarique des viandes (filet)

d. Acides arachidique et b h niqu 

D'après les résultats, les poulets mâles Isa présentent des teneurs en acide arachidique plus importantes par rapport à celles de poulets mâles Cou-nu. Il est important de signaler que les viandes (filet) des femelles des deux sexes renferment plus d'acide arachidique par rapport que celles des mâles des deux sexes. L'acide b h niqu  est plus présent chez les mâles que chez les des deux génotypes femelles.

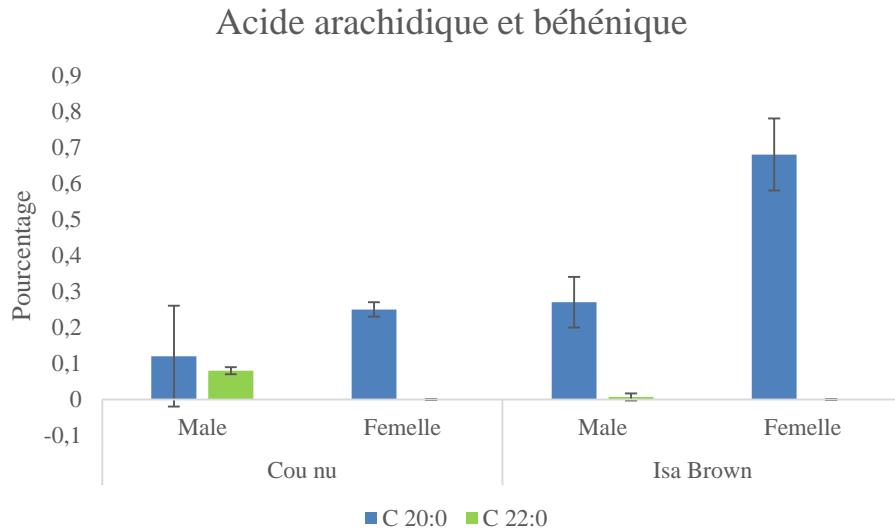


Figure 32 : Pourcentages d'acides arachidique et béhénique des viandes (filet).

e. Teneurs en acides gras saturés

Les poulets Cou-nu présentent des teneurs en acides gras saturés comparables par rapport à celles des poulets Isa Hubbard (28   33% Vs 31   32%).

La comparaison entre les deux sexes montre que les niveaux d'AGS sont légèrement supérieurs chez les mâles que chez les femelles au sein du même génotype.

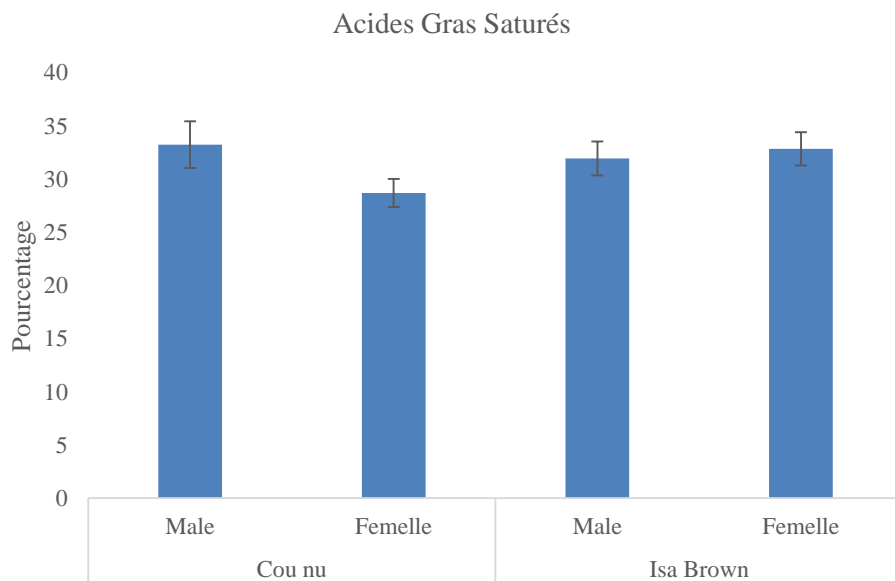


Figure 33 : Pourcentages en acides gras saturés des viandes (filet)

4.3. Acide palmitoléique

L'acide palmitique est mieux représenté dans le poulet Isa Hubbard (tableau 27 et figure 34) que dans les Cou-nu (3.32% vs 2.15% respectivement) soit une différence significative ($P < 0.05$) de 35% en moyenne. La teneur en acide palmitoléique est légèrement supérieure chez les poulets mâles par rapport aux poulets femelles de la lignée Isa Hubbard (3.57% vs 3.07%).

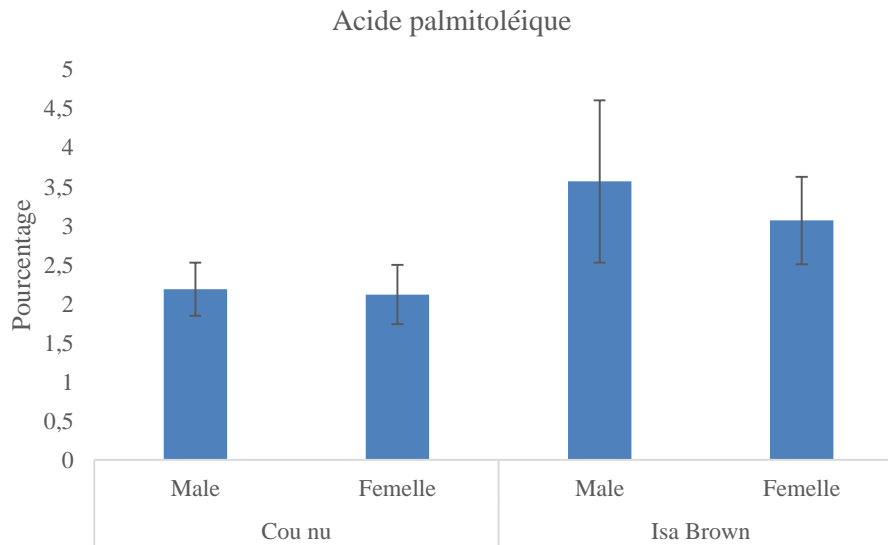


Figure 34 : Teneurs en acide palmitoléique des viandes (filet)

4.4. Acide Oléique

Les résultats obtenus (tableau 27) font apparaitre que les poulets Cou-nu présentent une richesse dans leurs tissus musculaires en acide oléique. Les écarts enregistrés sont de plus de (+04%) par rapport aux poulets témoins. Par contre, une différence significative ($P < 0.05$) a été observée entre les sexes ; les femelles Cou-nu présentent un taux légèrement supérieur par rapport aux mâles du même génotype.

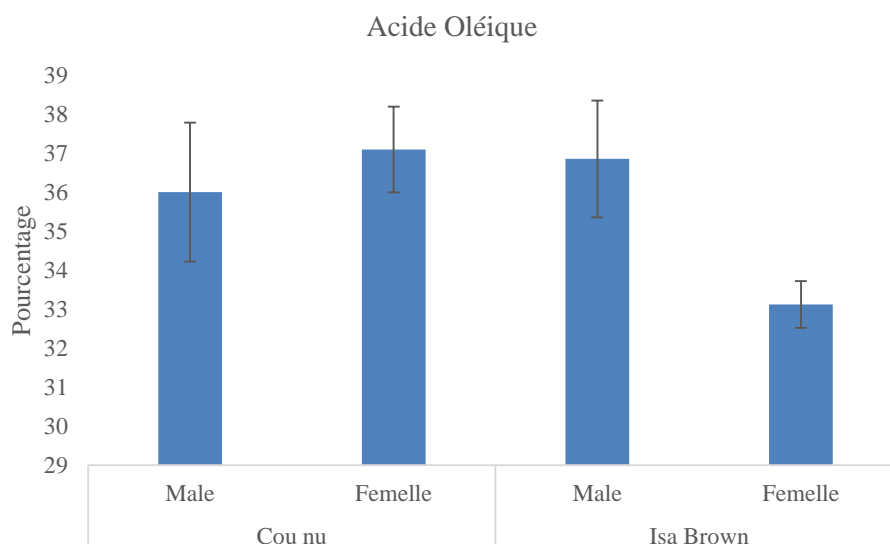


Figure 35 : Teneurs en acides oléiques des viandes (filet).

4.5. Acide linoléique

La mise en réserve de C18 :2(n6) permet d'observer que la proportion de cet acide gras des poulets Cou-nu serait plus importante par rapport aux poulets Isa Hubbard, soit une différence significative de 18% en moyenne ($P < 0.01$). Il convient de noter que les poulets mâles incorporent une quantité relativement importante en acide linoléique par rapport aux poulets femelles dans les deux génotypes (18.56% Vs 17.31%) pour le Cou-nu et pour le Isa Hubbard (16.16% Vs 13.2%).

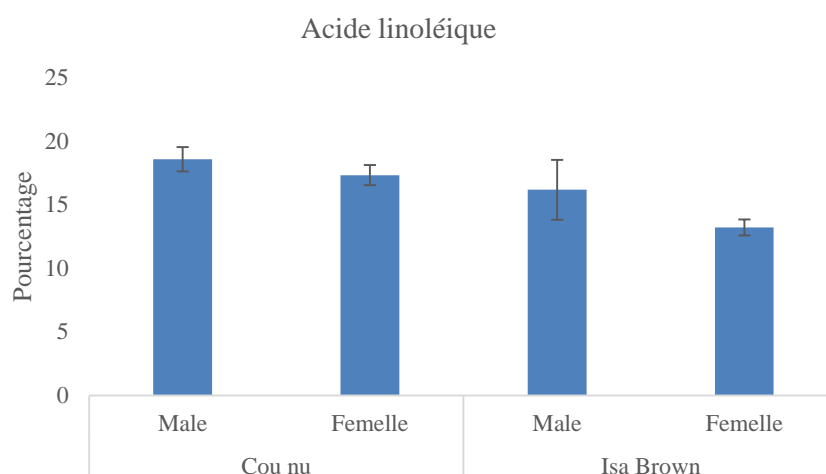


Figure 36 : Pourcentage d'acide linoléique des viandes

4.6. Teneur en EPA, DPA et DHA

La teneur en EPA est légèrement plus importante chez les femelles par rapport aux mâles Cou-nu, par contre elle est importante chez les mâles Isa par rapport aux femelles. Les proportions retrouvées dans le muscle des poulets Cou-nu (0.36%) sont plus importantes par rapport à celles retrouvées dans le muscle des poulets Isa (0.06%) (Figure 37).

En ce qui concerne le DPA, l'analyse révèle une forte proportion chez les poulets Cou-nu en acide clupanodonique par rapport aux poulets Isa Hubbard, les mêmes analyses révèlent que les mâles renferment plus de DPA que chez les femelles. De même, les teneurs en DHA enregistrées sont largement plus importantes dans les viandes (filet) Cou-nu par rapport aux Isa Hubbard (0.41% Vs 0.008%).

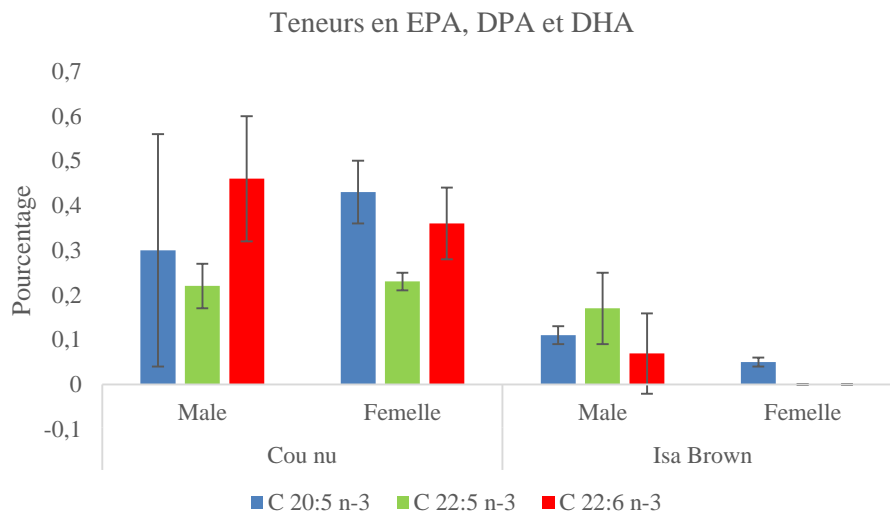


Figure 37 : Pourcentages des EPA, DPA et DHA des viandes (filet)

4.7. Acides gras polyinsaturés

Concernant les AGPI (tableau 27 et figure 38), une proportion relativement importante de ces acides gras est observée dans les muscles des poulets Cou-nu que chez les poulets Isa Hubbard ($P < 0.05$), la différence est de l'ordre de 13%.

La comparaison entre les deux sexes montre que les niveaux d'AGPI sont analogues au sein du même génotype.

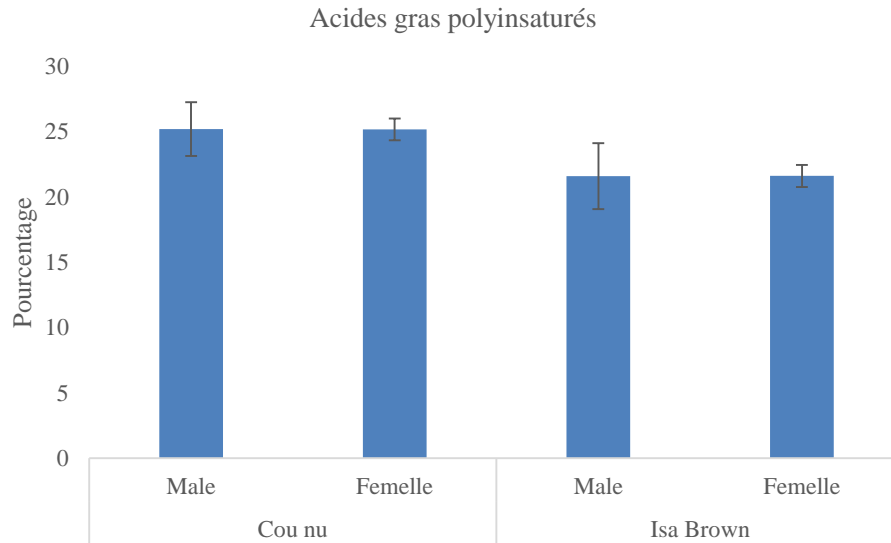


Figure 38 : Teneurs en acides gras polyinsaturés des viandes (filet)

4.8. Oméga 3 et Oméga 6

Les poulets Cou-nu présentent des proportions relativement élevées en n-6 par rapport aux poulets Isa Hubbard (22.63% Vs 17.95%).

Les poulets mâles des deux lots présentent des teneurs en n-6 plus importantes par rapport aux poulets femelles des deux génotypes (22.82% Vs 22.44%) pour le Cou-nu et (19.99% vs 15.91%) pour la souche Isa Hubbard (figure 39).

De même, les poulets portant le gène Na Na présentent des teneurs en oméga 3 supérieures par rapport aux poulets témoins (2.34% Vs 1.42%)

Les poulets mâles des deux génotypes présentent des teneurs en oméga 3 supérieures par rapport aux poulets femelles.

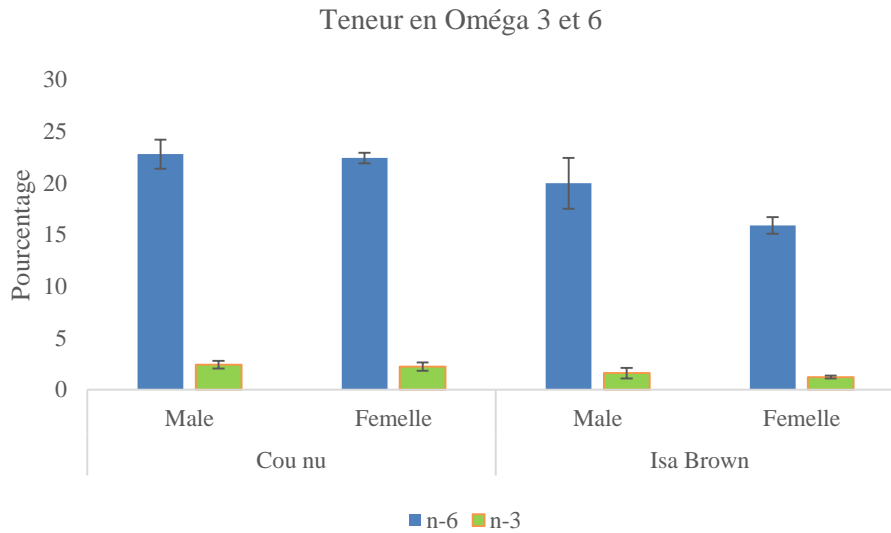


Figure 39 : Pourcentages en Oméga 3 et Oméga 6 des viandes (filet)

4.9. Rapport AGPI/AGS

Le rapport AGPI/AGS est plus important ($P < 0.05$) chez les poulets Cou-nu que chez les poulets Isa Hubbard (0.73 Vs 0.66). Les mâles des deux génotypes présentent des rapports AGPI/AGS plus importants ($P < 0.05$) par rapport à ceux des femelles.

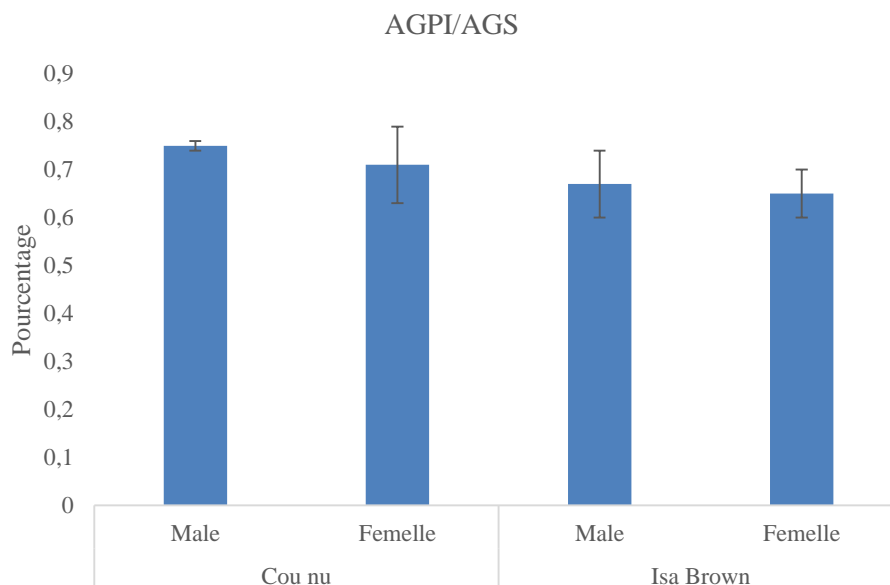


Figure 40 : Rapport AGPI/AGS chez les deux génotypes en fonction du sexe

La composition en acides gras du muscle fait apparaître pour les deux génotypes une prédominance des acides palmitique, palmitoléique, stéarique, oléique, linoléique et linoléinique. Toutefois, la comparaison entre les deux lots et les deux sexes montre une prédominance des acides myristique, palmitique et palmitoléique dans le muscle des poulets Isa Hubbard alors que les acides linoléiques et linoléiniques sont en quantité importante dans le muscle des poulets Cou-nu et des mâles des deux régimes.

Chaosap et **Tuntivisoottikul** (2006) ont constaté un effet génotype sur l'engraissement de la carcasse et l'indice d'insaturation des acides gras.

Les facteurs héréditaires et le sexe ont un effet sur la composition en acides gras. Cependant, les résultats sont très différents. **Chen et al** (2003) ont trouvé que les acides gras essentiels et les teneurs en acide linoléique chez les mâles sont de 2.5 à 5.31% supérieurs par rapport aux femelles, par contre l'acide sinapique est inférieur de 5.4% chez les mâles par rapport aux femelles.

On se basant sur les résultats de **Chen et al** (2003), on a trouvé que le sexe affecte d'une façon significative la composition en acides gras des muscles.

Nos résultats révèlent que les poulets mâles présentent des teneurs en acides arachidique, sinapique, linoléique et eicosapentanoïque plus importantes par rapport aux femelles. Toutefois, certains acides gras comme les AGS n'ont pas été affectés par sexe et génotypes. Nos résultats concordent avec ceux de **Pu et al** (2009).

Les faibles teneurs en acide palmitoléique des poulets Cou-nu peuvent être expliquées par la faible capacité de dénaturation hépatique chez les poulets nourris au régime témoin.

Ces résultats ont déjà été confirmés par **Legrand et al** (1987) dans le poulet fermier.

Les teneurs en acides linoléique et linoléinique, ayant une origine alimentaire, sont présentes en proportions significativement plus importantes dans le muscle des poulets Cou-nu par rapport aux poulets Isa Hubbard. Ces teneurs sont comparables à ceux rapportés par **Legrand**, (1987) et **Mourot**, (2001) avec des régimes enrichis en huile de poisson.

Concernant les acides gras saturés, nous observons une proportion plus importante dans le muscle des poulets Isa Hubbard, cela s'explique par la grande activité lipogénique du foie des poulets Isa Hubbard par comparaison aux poulets Cou-nu. Nos résultats concordent avec les résultats de **Wattanachant et al** (2004).

Selon **Robert et al** (2008), la teneur en acides gras saturés est fortement liée à la nature des lipides alimentaires ingérés par le poulet ainsi qu'aux teneurs en fraction glucidique.

Rosebrough et al (2007) rapportent l'hypothèse que la lipogenèse hépatique est fonction de la teneur des glucides et lipides contenus dans les régimes alimentaires.

Concernant l'acide linoléique, nous remarquons que la teneur de cet acide gras est légèrement supérieure chez les poulets mâles par rapport aux femelles soumis au même régime conventionnel. Nos résultats sont confirmés par **Bilgili et al** (2006) ; **Musa et al.**, (2006), ces derniers expliquent cette différence par la quantité d'acide linoléique déposé dans le muscle des mâles et des femelles.

La proportion en oméga 6 du poulet Cou-nu est plus importante par rapport au poulet Isa Hubbard, selon **Azcona et al.**, (2008).

5. Degré d'oxydation des lipides

Les teneurs en manaldéhydes des viandes sont illustrées dans le tableau et la figure suivants

Tableau 28: Estimation du degré d'oxydation des viandes

	Cou nu		Isa Brown	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Tbars mg de MDA/kg de viande	0,15±0,02 ^c	0,17±0,01 ^b	0,17±0,01 ^b	0,19±0,01 ^a

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

L'analyse statistique des résultats (p<0.05) révèle que le sexe et le génotype ont un effet significatif sur le degré d'oxydation des lipides. En général, un faible taux d'oxydation est remarqué pour les génotypes tout sexe confondus. Nos résultats corroborent avec ceux de (**Barroeta** 2007 ; **Betti et al** 2009).

Différentes études ont montré que le degré d'oxydation est fonction de plusieurs paramètres parmi lesquels le degré d'insaturation des acides gras (**Cortinas et al** 2005). D'autres études (**Castellini et al** 2002, 2008) ont trouvées que le stress oxydatif est plus important dans la viande des femelles par rapport aux mâles, ce qui s'explique par l'ingestion importante en éléments métalliques (fer) qui catalyse la peroxydation.

6. Composition en protéines et profil d'acides aminés

6.1. Teneur en protéines des viandes

Les teneurs en protéines des viandes sont rapportées dans le tableau ci- dessous.

Tableau 29 : Composition en protéines (en g) des viandes (filet)

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Protéines g/100g de viande	23,37 ± 2,11 ^a	22,28 ± 1,57 ^b	23,15 ± 3,08 ^a	22,18 ± 2,56 ^b

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

La teneur en protéines des viandes (filet) Cou-nu est légèrement supérieure à celle d'Isa Hubbard (22,82 g Vs 22,66 g). Cependant, les résultats de l'analyse statistique indiquent un niveau plus élevé de protéines dans la viande du mâle cou-nu par rapport aux autres échantillons analysés (p<0,05). Nos résultats sont conformes à celles de **Pavlovski et al** (2013).

Selon **Yalcin et al** (1996) le gène Na Na permet un important dépôt de protéines dans les muscles dans les conditions d'élevage normal, dans le cas d'augmentation de la température, les dépôts de protéines permettent une adaptation des poulets au climat.

6.2. Teneur en acides aminés des viandes

Tableau 30 : Composition en acides aminés des viandes (filet) (en mg/100 g d'acide aminés)

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Tryptophane	432,25 ± 1,22 ^a	345,99 ± 1,12 ^b	409,78 ± 1,99 ^a	359,36 ± 1,57 ^b
Valine	528,97 ± 1,14 ^a	476,39 ± 1,18 ^b	537,41 ± 1,51 ^a	488,28 ± 1,27 ^b
Thréonine	1176,49 ± 1,47 ^c	1295,95 ± 1,23 ^b	1296,37 ± 1,30 ^b	1312,56 ± 1,96 ^a
Lysine	852,22 ± 1,27 ^a	704,98 ± 0,90 ^b	846,13 ± 1,27 ^a	722,88 ± 1,75 ^b
Méthionine	335,28 ± 1,24 ^b	375,25 ± 0,95 ^a	341,88 ± 1,15 ^b	389,36 ± 1,18 ^a
Ileucine	726,36 ± 0,92 ^a	731,25 ± 1,37 ^a	739,70 ± 1,64 ^a	728,01 ± 1,21 ^a
Leucine	1033,83 ± 1,22 ^a	1029,12 ± 0,81 ^a	1007,30 ± 1,31 ^b	998,36 ± 1,13 ^b
Phénylalanine	523,68 ± 1,12 ^b	628,29 ± 1,03 ^a	519,84 ± 1,23 ^b	635,08 ± 1,26 ^a
Aspartique	1325,08 ± 32,96 ^a	931,29 ± 1,24 ^b	931,17 ± 1,59 ^b	1348,30 ± 5,78 ^a
Serine	525,60 ± 2,45 ^b	569,63 ± 1,50 ^a	569,58 ± 1,46 ^a	525,92 ± 1,50 ^b
Glutamine	2071,07 ± 2,46 ^a	1472,93 ± 1,26 ^b	1503,04 ± 94,77 ^b	2071,82 ± 1,43 ^a
Glycine	1025,72 ± 1,23 ^a	549,25 ± 0,66 ^b	1015,63 ± 1,52 ^a	562,77 ± 1,59 ^b
Histidine	612,45 ± 1,74 ^a	345,22 ± 1,03 ^b	635,25 ± 1,33 ^a	294,99 ± 2,27 ^b
Arginine	619,85 ± 16,48 ^a	422,96 ± 0,62 ^b	621,46 ± 0,79 ^a	419,28 ± 2,89 ^b
Alanine	687,71 ± 1,86 ^a	573,76 ± 1,17 ^b	671,25 ± 0,93 ^a	542,36 ± 2,26 ^b
Proline	556,79 ± 1,76 ^a	510,31 ± 1,11 ^b	539,25 ± 1,36 ^a	502,38 ± 1,40 ^b
Cystéine	168,57 ± 0,61 ^a	168,74 ± 0,56 ^a	168,47 ± 0,99 ^a	168,64 ± 0,78 ^a
Tyrosine	451,46 ± 1,58 ^b	617,49 ± 0,85 ^a	468,38 ± 1,29 ^b	612,72 ± 2,06 ^a

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

La composition en acides aminés essentiels des viandes est fortement affectée par les sexes des animaux, les poulets mâles des deux génotypes présentent des proportions plus importantes pour la quasi-totalité des acides aminés essentiels par rapport aux femelles (figure 41) à l'exception de la thréonine et la phénylalanine.

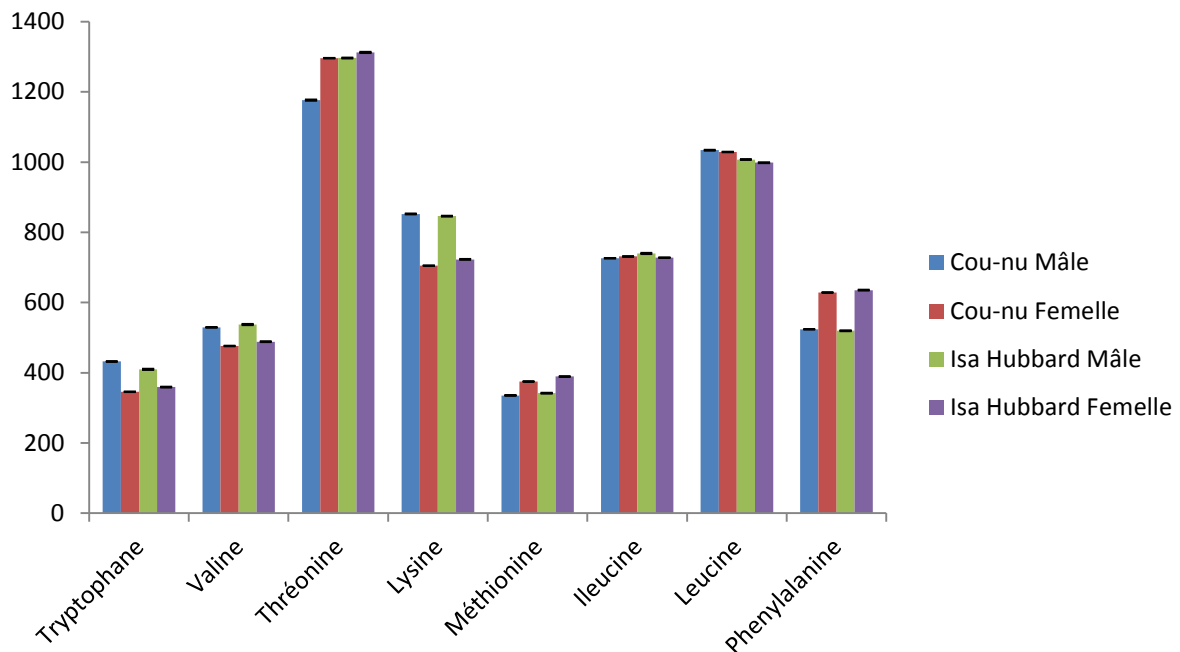


Figure 41 : Composition en acides aminés essentiels des viandes (filet) (mg/100g protéines) en fonction du sexe.

Les résultats obtenus montrent qu'il existe un effet significatif du sexe et de la génétique sur le profil des acides aminés. En revanche, les proportions d'isoleucine et de Cystine sont comparables entre les deux génotypes tout sexes confondus. Les résultats retrouvés par **Stillborn et al** (2010) ont montré l'effet de l'âge et sexe sur la composition des acides aminés des deux génotypes de poulet de chair.

Les deux souches présentent des valeurs en Glutamate supérieures par rapport aux autres acides aminés, nous avons enregistré une valeur élevée de ce dernier chez la femelle Isa Hubbard (2071,82 mg Vs 1503,04 mg). Par contre, le filet du mâle Cou-nu renferme une proportion importante en acides glutamique par rapport à la femelle (2071,07 mg vs 1472,93 mg).

Chez le génotype Cou-nu, nous avons enregistré une teneur en Isoleucine élevée chez la femelle que chez le mâle (731,25 mg Vs 726,36 mg), ces résultats sont similaires à ceux trouvés par **Stillborn et al** (2010) dans le poulet de chair.

La viande est une excellente source de protéines, elle contient tous les acides aminés essentiels nécessaires pour la synthèse des protéines et des enzymes, elle constitue également une source métabolique et structurale (**Pellett et Young**, 1990). Plusieurs facteurs affectent la qualité de la viande aviaire comme le temps de désossage, l'âge, la génétique, et les méthodes de cuisson. (**Owens et al.**, 2010)

La composition en acides aminé de la viande aviaire varie selon que les protéines appartiennent aux fibres musculaires ou aux tissus conjonctifs associés. Les acides aminés soufrés présentent des valeurs faibles par rapport aux autres acides aminées, par contre leurs quantités chez le mâle restent modestes par rapport à la femelle, dont la Cystine (168,54 mg Vs 168,74 mg) chez le Cou-nu, et dans l'autre souche (168,47 mg Vs 168,64 mg). Les valeurs de la méthionine sont de 335,28 mg pour le male Cou-nu contre 375,25 mg chez la femelle et 341,88 mg pour les mâles Isa Hubbard contre 389,36 mg chez les femelles. Les protéines myofibrillaires contiennent plus d'acides aminés essentiels (plus particulièrement la lysine, la leucine, l'isoleucine et les acides aminés soufrés).

Les résultats statistiques nous permettent de constater qu'il existe un effet significatif du sexe et du génotype sur la composition en glycine et en proline, où nous avons enregistré des teneurs élevées de ces derniers chez les mâles des deux lignées, la valeur de la Glycine est deux fois supérieure chez le mâle que chez la femelle (1025,72 mg Vs 549,25 mg) et (1015,63 mg Vs 562,77 mg). Les protéines myofibrillaires contiennent plus d'acides aminés essentiels que le tissu conjonctif dont les acides aminés sont riches en glycine, proline et hydroxyproline avec une absence quasi-totale de tryptophane et de méthionine (**Salifou et al.**, 2012). La tendreté d'une coupe de viande varie selon la teneur en acides aminés du tissu conjonctif. Toutes les parties de l'animal ne travaillent pas également, la tendreté de la viande varie selon l'endroit (**Québec.**, 1996). La teneur en acides aminé d'un muscle dépend donc de sa teneur en collagène puisque celle-ci est variable. En effet, la proportion entre protéines myofibrillaires et protéines du tissu conjonctif varie selon l'animal (race, sexe), le type de muscle et les traitements auxquels celui-ci a été soumis, ce qui entraîne des différences de composition en acides aminés (**Salifou et al.**, 2012).

7. Composition en vitamines

La composition en vitamines des différentes viandes est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau 31 : Composition en vitamines des viandes (filet)

	Cou-nu		Isa Hubbard	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Vitamine A (UI)	12,80 ± 0,05 ^b	9,80 ± 0,08 ^c	13,60 ± 1,02 ^a	9,07 ± 0,85 ^c
Vitamine E (mg)	1,80 ± 0,40 ^b	1,35 ± 0,60 ^c	2,10 ± 0,65 ^a	1,74 ± 0,43 ^b
Vitamine C (mg)	0,65 ± 0,07 ^a	0,35 ± 0,01 ^b	0,59 ± 0,09 ^a	0,31 ± 0,13 ^b
Vitamine B₁₂ (µg)	0,13 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	0,23 ± 0,01 ^a	0,17 ± 0,02 ^a
Riboflavine (mg)	0,09 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,01 ^a

(n=20 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Nos résultats montrent que le sexe et le génotype ont eu un effet sur les teneurs en vitamines A, E et C. En revanche, aucuns effets significatifs sur la vitamine B₁₂ et la riboflavine. La teneur de la viande en vitamine B₁₂ sont très faibles pour les deux génotypes et sexes.

Les vitamines liposolubles sont les plus présentes dans les deux souches, avec des valeurs plus élevées chez le mâle, nous avons enregistré des teneurs en vitamine A (12,80 UI vs 9,80 UI) dans la souche Cou-nu, et (13,60 UI vs 9,07 UI) dans Isa Hubbard. Les valeurs de la vitamine E, sont ≤ 1,80 dans la lignée Cou-nu et ≤ 2,10 chez l'Isa Hubbard. **Fanatico et al** (2007) ont trouvé des résultats similaires pour la vitamine E. Ceci s'explique par le fait que la diversification d'aliment (en plein air) octroi à la viande une richesse vitaminique. Les données bibliographiques concernant la teneur des viandes de volaille en vitamines liposolubles sont de

faible actualité. Il semble néanmoins que cette quantité soit très faible selon **Favier et al** (1995), la vitamine D étant présente à l'état de traces uniquement.

Selon **Brunel et al** (2006), les vitamines hydrosolubles sont bien présentes que ce soit dans le muscle de poulet, dinde ou pintade (la vitamine B8 n'étant pas mentionnée dans les références). La vitamine la plus abondamment représentée est la vitamine B3 avec une teneur de 6 à 9 mg/100 g de muscle selon l'espèce ; alors que les vitamines B1 et B6 ont des teneurs assez faibles dans la viande de poulet. Malgré quelques petites différences, la teneur en vitamines est assez stable selon l'espèce considérée, les différences les plus grandes s'observent en comparant les deux types de muscles.

CHAPITRE 04
CUISSON DES VIANDES

1. Teneur en matières sèches, minérales des viandes cuites

L'analyse statistique relève un effet significatif de la cuisson sur la composition de la viande en matières sèches et en matières minérales des viandes des deux génotypes.

Tableau 32 : Teneur en matières sèches, matières minérales et en eau des viandes cuites

	Cou-Nu		Isa Hubbard	
	Cuit	Cru	Cuit	Cru
Matière sèche (%)	76,2 ± 1,29 ^a	27,71 ± 2,54 ^b	73,18 ± 1,61 ^a	22,37 ± 1,21 ^b
Matière minérale (%)	7,33±0,68 ^a	2,71 ± 0,64 ^c	6,81 ± 0,67 ^b	2,28 ± 0,37 ^d
Teneur en eau (%)	23,79 ± 1,29 ^d	72,28 ± 2,54 ^b	26,81 ± 0,61 ^b	77,62 ± 77,62 ^a

(n=20 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

A l'état cru, (tableau 36) les viandes des génotypes, Cou-nu et Isa Hubbard, présentent des teneurs en matière sèche comprises 27,71% et 22,37 respectivement. Après la cuisson, on remarque une augmentation de la teneur en matière sèche avec une différence de 63,63% dans le génotype Cou-nu et 69,40% dans Isa Hubbard. Cette conséquence est liée à la perte d'eau durant la cuisson, ces résultats sont similaires à ceux de **Hamou et al** (2015).

Les teneurs en minéraux augmentent significativement avec la cuisson, la différence de la composition en matière minérale des viandes Cou-nu cuites est significativement plus importante par rapport à la viande cru du même génotype (7.33% Vs 2.71%). De même, les viandes Isa Hubbard cuites présentent des proportions de matières minérales supérieures à celle des viandes crues (6.81% contre 2.28%). **Latif et al** (2016) expliquent que dans les viandes blanches les pertes en sels minéraux est pratiquement nulle pour les viandes grillées et rôtis, cela s'explique selon les mêmes auteurs par le pourcentage en minéraux des viandes cuites est référé par rapport à la matière sèche.

La teneur en eau des viandes cuites est très réduite, la perte en eau suite à la cuisson est très différentes d'un génotype à un autre, cela s'explique généralement par la capacité des viandes à retenir l'eau, cette capacité est fonction de typologie musculaire des viandes.

2. pH des viandes cuites

Les variations du pH des viandes sont illustrées dans le tableau suivant

Tableau 33 : Effet de la cuisson sur les pH des viandes

	Cou-Nu		Isa Brown	
	Cuit	Cru	Cuit	Cru
pH	6,17 ± 0,71 ^b	6,4 ± 0,9 ^a	6,13 ± 0,65 ^b	6,2 ± 0,47 ^b

(n=20 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Nos résultats montrent que la cuisson des viandes affecte significativement les viandes Cou-nu ; le pH des viandes cuites est de 6.17 contre 6.4 pour les viandes crues. Toutefois, le pH des viandes Isa Hubbard n'est pas touché par la cuisson. Des résultats similaires ont été trouvés par **Sindelar et al** (2003).

3. Perte de masse à la cuisson à la cuisson des viandes

Les estimations des pertes suite à la cuisson sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau 34 : Perte de masse à la cuisson (en pourcentage)

	Cou-nu	Isa Hubbard
Perte à la cuisson (%)	13,25 ± 2,11 ^b	14,96 ± 2,13 ^a

(n=20 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Les viandes Cou-nu perdent 13.25% de leurs poids après cuisson, par contre les viandes Isa Hubbard perdent 14.96%, le rapport de dissemblances entre les deux est estimé à 11%.

Les pertes de masse après cuisson sont principalement dûes à la perte en eau et des lipides durant la cuisson, cela dépend aussi du transfert de masse durant le traitement thermique (**Gerber et al.**, 2009) touché par les différentes méthodes de cuisson.

Garcia-Segovia et al (2009) ont remarqué que les pertes à la cuisson tendent à être linéaires avec le temps et suivant la typologie musculaire des viandes.

4. Effet de la cuisson sur les protéines des viandes

D'après nos résultats, on remarque que la cuisson provoque une perte de protéines dans les deux génotypes.

Tableau 35 : Effet de la cuisson sur les protéines des viandes des deux génotypes

	Cou-Nu		Isa Hubbard	
	Cuit	Cru	Cuit	Cru
Protéine (en g)	16,31 ± 0,67 ^c	22,37 ± 1,15 ^a	17,59 ± 0,65 ^c	21,15 ± 0,7 ^b

(n=20 ± écart types) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

La teneur en protéines de la viande Cou-nu diminue significativement après la cuisson (22.37g pour la viande cuite contre 16.31g pour la viande crue), le rapport différentiel est estimé à 27%. De même, la composition en protéines des viandes Isa Hubbard est significativement touchée par la cuisson, le rapport de différence entre les viandes Isa crues et cuites est estimé à 16%.

Latif et al (2016) expliquent la perte des protéines durant la cuisson par le fait que les liaisons impliquées dans la structure spatiale de la protéine se rompent et se déplie. Ce qui entraîne une dénaturation protéique. Les acides aminés qui étaient jusqu'alors enfouis au cœur de la protéine sont exposés au milieu environnant, facilitant ainsi leur réaction avec d'autres constituants présents dans le milieu (**Pouyat-Leclère**, 2005). Selon le même auteur, la chaleur provoque leur coagulation à la surface de la viande et qui évolue au cœur de celle-ci, on note alors une formation de la croûte et un changement de couleur.

5. Teneur en lipides des viandes

Les teneurs en lipides des viandes cuites sont illustrées dans le tableau suivant:

Tableau 36 : Teneur en lipides (g/100g de viandes crues) des viandes cuites

	Cou-Nu		Isa Brown	
	Cuit	Cru	Cuit	Cru
Lipide (g)	5,92 ± 0,79 ^b	3,59 ± 0,43 ^d	6,88 ± 0,59 ^a	4,22 ± 0,5 ^c

(n=20 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Nous avons remarqué que la cuisson s'est traduite par une augmentation de la teneur en lipides, passant de 3,59% à 5,92% pour la lignée Cou-nu, et de 4,22 à 6,88% pour Isa Hubbard. Toutefois, il est important que les viandes cuites renferment une teneur importante en matière grasse par rapport à la matière sèche. Ces résultats concordent à ceux de **Normand** (2006). Plusieurs facteurs affectent la qualité des lipides, parmi lesquels le temps de désossage, l'âge de l'animal, la génétique, et les méthodes de cuisson (**Owens et al.**, 2010).

6. Profil en acide gras

Les effets de la cuisson sur la composition en acides gras des viandes sont illustrés dans le tableau suivant

Tableau 37 : Composition en acides gras des viandes, effets de la cuisson et des génotypes.

Les valeurs sont en %

	Cou-nu		Isa Brown	
	Cru	Cuit	Cru	Cuit
Acide gras saturé	28,80 ± 0,79 ^b	23,38 ± 0,25 ^d	30,34 ± 1,21 ^a	26,14 ± 0,35 ^c
C14:0	0,75 ± 0,06 ^a	0,61 ± 0,05 ^b	0,41 ± 0,07 ^c	0,35 ± 0,05 ^d
C16:0	18,77 ± 0,63 ^c	15,13 ± 0,87 ^d	23,89 ± 0,1 ^a	20,66 ± 0,21 ^b
C18:0	9,19 ± 0,46 ^a	7,59 ± 0,07 ^b	5,99 ± 0,98 ^c	5,11 ± 0,36 ^d
Acide gras Monoinsaturés	44.31 ± 2.22 ^a	30.37 ± 0.55 ^b	42.88 ± 1.4 ^a	29.34 ± 0.23 ^b
C16: 1 n-9	0.57 ± 0.06 ^a	0.29 ± 0.04 ^c	0.38 ± 0.1 ^b	0.17 ± 0.02 ^d
C16: 1 n-7	2.72 ± 0.28 ^c	1.34 ± 0.06 ^d	5.11 ± 0.99 ^a	3.88 ± 0.1 ^b
C18:1 n-9 Cis	38.36 ± 2.3 ^a	27.26 ± 0.53 ^c	35.16 ± 0.78 ^b	24.13 ± 0.27 ^d
C18:1 n-7	2.11 ± 0.3 ^a	1.17 ± 0.16 ^c	1.81 ± 0.23 ^b	1.03 ± 0.15 ^d
C20: 1n-9	0.51 ± 0.15	0.29 ± 0.04	0.41 ± 0.08	0.13 ± 0.02
Acide gras Polyinsaturés	23.34 ± 0.78 ^a	10.52 ± 0.3 ^c	22.6 ± 0.85 ^b	10.26 ± 0.37 ^d
C18:2 n-6 trans	0,03 ± 0,013 ^b	0,03 ± 0,01 ^c	0,04 ± 0,012 ^a	0,01 ± 0,002 ^d
C18:2 n-6 cis	18,66 ± 0,57 ^a	8,19 ± 0,29 ^c	16,92 ± 0,81 ^b	7,90 ± 0,29 ^c
C18:3 n-6	0,08 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,01 ^c	0,18 ± 0,02 ^a	0,07 ± 0,01 ^b
C18: 3 n-3	1.11 ± 0.26 ^a	0.66 ± 0.052 ^c	1.06 ± 0.18 ^b	0.65 ± 0.07 ^d
C18: 4n-3	0,15 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,01 ^b	0,12 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,02 ^b
C20: 2	1,70 ± 0,06 ^a	1,41 ± 0,071 ^b	0,68 ± 0,083 ^c	0,59 ± 0,11 ^d
C20: 3n-6	1,18 ± 0,18 ^b	0,661 ± 0,16 ^d	2,11 ± 2,11 ^a	1,03 ± 0,03 ^c
C20:4 n-6	1,82 ± 0,06 ^a	0,83 ± 0,05 ^c	1,69 ± 0,09 ^b	0,49 ± 0,08 ^d
C22: 4n-6	0,26 ± 0,04 ^b	0,07 ± 0,014 ^c	0,442 ± 0,083 ^a	0,08 ± 0,01 ^c
C22:5n-3(EPA)	0,19 ± 0,03 ^a	0,04 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,02 ^c	0,02 ± 0,01 ^c
C22: 6 n-3(DHA)	0,41 ± 0,05 ^a	0,12 ± 0,02 ^b	0,31 ± 0,03 ^a	0,18 ± 0,02 ^b
Oméga 6	22.04 ± 0.59 ^a	9.81 ± 0.29 ^c	21.38 ± 0.85 ^b	9.58 ± 0.33 ^d
Oméga 3	1,71 ± 0,25 ^a	0,82 ± 0,04 ^c	1,21 ± 0,17 ^b	0,68 ± 0,07 ^d
Oméga6/Oméga 3	13,05 ± 1,59 ^a	11,91 ± 0,63 ^b	17,89 ± 2,32 ^b	14,24 ± 1,56 ^c

(n=20 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Nos résultats montrent que les acides gras sont fortement influencés par la cuisson, les acides gras saturés et insaturés chutent significativement après la cuisson dans les deux génotypes.

D'après nos résultats statistiques, on remarque un effet significatif de la cuisson sur le profil des acides gras, les pertes en AGS, AGM, AGPI sont respectivement dans la souche Cou-nu 18,81% 31,46% 54,92% et 13,83% 31,37% 54,60% dans l'autre génotype.

Une diminution importante en C18:1 n-9 Cis (principale constituant des AGM) a été enregistré dans la Souche Isa Hubbard 35,16% vs 24,13% dans l'autre génotype.

La teneur en AG polyinsaturés (AGP) est significativement plus faible après la cuisson dans les deux souches. En revanche, l'acide gras oméga 6 a diminué de 22,04% à 9,81 dans la lignée Cou-nu après la cuisson, du même l'oméga 3 a passé de 1,71% contre 0,82% dans la souche Cou-nu et de 1,21% contre 0,68% dans Isa Hubbard, les teneurs sont également significativement différentes dans certains de leurs dérivés à longue chaîne après la cuisson (EPA, C22: 4n-6 et DHA). Nous avons également remarqué que le profil des acides gras d'Isa Hubbard est dépourvu en C18: 4n-3 et DHA, mais ils sont présents dans Cou-nu (0,412 vs 0,121) et (0,15 vs 0,04) respectivement. Le rapport Oméga6 /Oméga3 est supérieur dans la Souche Isa Hubbard que ce soit pour avant et après cuisson, des ratios faibles après la cuisson sont de 17,89 vs 14,24 et 13,05 vs 11,91 dans Isa Hubbard et Cou-nu respectivement. Seulement l'acide gras C18:2 n-6 Trans a gardé la même valeur après la cuisson dans la souche Cou-nu (0,03 Vs 0,03). Contrairement à ce dernier C18:2 n-6 cis, nous avons enregistré une diminution dans les deux souches après la cuisson avec une différence de 56,10% et 53,29% dans Cou-nu et Isa Brown respectivement.

Nos résultats sur le comportement des acides gras au cours de la cuisson sont similaires à ceux de (**Cortinas et al.**, 2004 ; **Conchillo et al.**, (2004), ces derniers ont également constaté des pertes en AG durant la cuisson. **Dominguez et al** (2014) ont constaté que la cuisson influe sur la teneur de certains acides aminés dans la viande de volaille. Ces pertes peuvent être dûes à trois mécanismes essentiels: l'oxydation, la perte en acide gras par diffusion, les échanges entre le poulet et l'huile (**Ono et al.**, 1985).

CHAPITRE 05
EFFETS DES GENOTYPES SUR LES QUALITES DES ŒUFS

1. Caractéristiques physiques des œufs

Les caractéristiques physiques des œufs sont illustrées dans le tableau suivant

Tableau 38 : Poids (en grammes), longueur et largeur (en cm) des œufs Cou-nu et Isa Hubbard

	Cou-nu	Isa Hubbard
Poids des œufs (g)	55,29 ± 4,11 ^a	53,45 ± 5,08 ^b
Longueur de l'œuf (cm)	5,33 ± 0,28 ^a	5,18 ± 0,32 ^b
Largeur des œufs (cm)	3,83 ± 0,18 ^a	3,72 ± 0,15 ^b

(n=10 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Les œufs du génotype Cou-nu présentent un poids légèrement supérieur par rapport aux œufs Isa Hubbard (55.29g vs 53.45g), soit un rapport différentiel estimé à 3%.

La longueur et la largeur des œufs sont des paramètres commerciaux importants, les œufs Cou-nu présentent des longueurs et largeurs significativement importantes par rapport à celles d'Isa (p<0.05).

Le génotype est un des facteurs qui a un effet non seulement le poids de l'œuf, mais également d'autres caractéristiques comme la dureté et la couleur (**Zita et al.**, 2009).

Dans ce contexte, **Mojca Simcic et al** (2009) ont rapporté que le poids des œufs peut varier d'une souche à une autre, pour les poules locales, le poids des œufs varie de 50 à 60 g.

Brou et al (2012) ont mis en évidence l'influence des fluctuations de la température ambiante sur le poids des œufs de poules pondeuses de souche Isa Hubbard : La variation journalière voir mensuelle de la température ambiante ainsi que le régime alimentaire affectent la croissance pondérale. Plus la température augmente, plus le poids de l'œuf diminue. Il est bien connu maintenant que la présence d'acide linoléique est indispensable dans le régime de la poule pondeuse pour obtenir un poids optimal (**Leclercq et al.**, 1969).

2. Teneur en matières sèches et organiques des œufs

Nos résultats montrent que la teneur en matière sèche varie significativement entre les deux génotypes. La partie comestible de l'œuf Cou-nu contient 25,39 % de matière sèche, alors que le génotype Isa Hubbard présente une teneur inférieure de l'ordre de 24,02 %. De même, la proportion de la matière organique des œufs Cou-nu est significativement importante par rapport à celle de l'Isa (24,45% Vs 23.15%).

Tableau 39 : Composition en matière sèches et organiques des œufs de Cou-nu et Isa Hubbard (valeurs moyennes pour 100g de l'œuf entier).

	Œufs	
	Cou-nu	Isa Hubbard
Matière sèche (%)	25,39 ± 1,08 ^a	24,02 ± 0,58 ^b
Matière organique (%)	24,45 ± 1,12 ^a	23,15 ± 0,5 ^b

(n=10 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Selon la littérature, les compositions biochimiques de l'œuf, peuvent être différentes selon divers facteurs zootechniques et des conditions d'élevage (Nau, 2010). Le génotype est un des facteurs qui a un effet non seulement sur le poids d'œuf, mais aussi sur d'autres caractéristiques nutritionnelles de l'œuf Zita *et al* (2009).

Isidahomen *et al.* (2013) ont trouvé que le caractère génétique des poulets à un effet fondamental sur la teneur en eau et en matière organiques des œufs.

3. Composition en minéraux des œufs

Nous avons constaté que la concentration en phosphore et en fer varie en fonction du génotype, d'où la concentration élevée de ces minéraux dans l'œuf Cou-nu par rapport à Isa Hubbard avec une différence de 1,79%. Aucun effet significatif n'a été observé dans les autres minéraux. La teneur en minéraux dépend en effet de nombreux facteurs, notamment des paramètres zootechniques entre autre, le génotype la lignée et l'âge de l'animal et surtout du régime alimentaire **Nau et al** (2010).

Tableau 40 : Composition moyenne de l'œuf entier en minéraux en fonction du génotype

	Cou-nu	Isa Hubbard
Sodium (Na) (mg)	115 ± 12,77 ^a	113 ± 13,3 ^a
Calcium (Ca) (mg)	46 ± 6,73 ^a	44 ± 8,7 ^a
Phosphore (P) (mg)	173 ± 13,37 ^a	142 ± 7,95 ^b
Fer (Fe) (mg)	1,3 ± 0,19 ^a	1,2 ± 0,29 ^b
Potassium (K) (mg)	117 ± 11,96 ^a	110 ± 11,09 ^a

(n=10 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Les teneurs moyennes de l'œuf entier en éléments minéraux majeurs (Na, K, P et Ca) sont stables (tableau33), tandis que celles en éléments mineurs sont beaucoup plus fluctuantes et peuvent augmentées en fonction du génotype du poulet et du régime alimentaire (**Yamakawa et Nau** 2010). L'œuf Cou-nu est légèrement hyposodé et plus riche en calcium par rapport à l'œuf Isa Hubbard. Un apport de 100 g d'œuf Cou-nu entier permet de couvrir respectivement 20, 25, 33 et 42% des apports nutritionnels en potassium, phosphore, iode et sélénium recommandés chez l'homme adulte. En ce qui concerne le fer, les teneurs enregistrées sont très faibles pour les deux génotypes, l'œuf du poulet est connu par sa déficience en fer, les possibilités d'enrichissement en fer sont limitées, car l'absorption de ces minéraux par la poule diminue lorsque leur concentration dans l'alimentation augmente (**Skrivan et al.**, 2005).

4. Qualités des lipides dans les œufs

Les teneurs en lipides totaux et des différents acides gras sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau 41 : Teneur en lipides (en g) et des acides gras (en %) des œufs entiers

	Cou-nu	Isa Hubbard
Lipides (g/100 g) d'œuf complet	7,36 ± 0,61 ^b	13,12 ± 0,62 ^a
AGS	32,84 ± 0,71 ^a	32,35 ± 0,85 ^a
C14 : 0	0 ± 0 ^b	0,25 ± 0,04 ^a
C15 : 0	0,02 ± 0,01 ^b	0,04 ± 0,01 ^a
C16 : 0	24,51 ± 0,71 ^a	23,12 ± 0,68 ^b
C18 : 0	7,99 ± 0,3 ^b	8,57 ± 0,73 ^a
C20 : 0	0,21 ± 0,03 ^b	0,22 ± 0,02 ^a
C22 : 0	0,10 ± 0,02 ^b	0,14 ± 0,01 ^a
AGM	47,55 ± 1,45 ^a	46,24 ± 0,84 ^b
C14 : 1	0,18 ± 0,02 ^a	0,08 ± 0,02 ^b
C16 : 1	2,07 ± 0,45 ^a	2,08 ± 0,30 ^a
C18 : 1 n-9	45,04 ± 1,38 ^a	43,89 ± 0,90 ^b
C20 : 1 n-9	0,24 ± 0,03 ^a	0,18 ± 0,03 ^b
C22 : 1 n-9	0,01 ± 0,002 ^a	0,01 ± 0,002 ^a
AGPI	15,49 ± 0,82 ^b	19,87 ± 0,91 ^a
C20 : 2	0,17 ± 0,03 ^b	0,22 ± 0,02 ^a
AG ω6	13,51 ± 0,83 ^a	17,27 ± 0,89 ^b
C18 : 2 n-6	12,97 ± 0,79 ^b	16,76 ± 0,91 ^a
C18 : 3 n-6	0,01 ± 0,003 ^b	0,06 ± 0,01 ^a
C20 : 3 n-6	0,53 ± 0,17 ^a	0,45 ± 0,11 ^b
AG ω3	3,62 ± 0,16 ^a	2,37 ± 0,18 ^b
C18 : 3 n-3	0,10 ± 0,02 ^b	0,84 ± 0,07 ^a
C20 : 3 n-3	0,08 ± 0,03 ^a	0,06 ± 0,01 ^a
C20 : 4 n-3	0,09 ± 0,03 ^b	0,17 ± 0,02 ^a
C20 : 5n-3 (EPA)	0,13 ± 0,02 ^a	0,09 ± 0,02 ^b
C22 : 5 n-3	0,13 ± 0,03 ^a	0,09 ± 0,01 ^b
C22 : 6 n-3 (DHA)	1,26 ± 0,05 ^a	1,096 ± 0,163 ^b
ω6/ ω3	3,73 ± 0,32 ^b	7,31 ± 0,68 ^a

(n=10 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

D'après nos résultats statistiques, nous avons constaté que les deux génotypes présentent un effet significatif sur la teneur en lipides des œufs. La lignée Isa Hubbard présente une teneur élevée en lipides 13,12g contre 7,36g pour l'œuf Cou-nu.

Isidahomen et al (2013) rapportent que l'œuf Cou-nu est plus riche en lipides que ceux des poules locales (plumage frisé) mais moins riche par rapport aux œufs des lignées commerciales. Plusieurs auteurs mettent en évidence l'influence de la race, l'âge, la ration et la lignée des volailles sur la teneur en lipides des œufs (**Cherian et Sim**, 1991 ; **Ahn et al.**, 1995).

Nos résultats montrent que les teneurs en acide palmitique (C16 :0) des œufs Cou-nu sont plus importantes par rapport aux œufs Isa Hubbard (24,51% Vs 23,12%). Par contre, ces dernières renferment une teneur importante en acide stéarique par rapport aux œufs Cou-nu (8,57% Vs 7,99%). Les proportions d'acide oléique (principale constituant des AGMI) sont plus importantes dans l'œuf Cou-nu par rapport à l'œuf Isa (45,04% Vs 43,89%).

D'après les résultats, les œufs Isa Hubbard renferment une quantité d'acides gras polyinsaturés plus importante avec une différence significative par rapport aux œufs Cou-nu (19,87% Vs 15,49%). Nous avons constaté que les œufs Cou-nu sont plus riches en oméga 3 et moins riche en oméga 6 par rapport aux œufs Isa Hubbard. Le génotype a un effet significatif ($p < 0,05$) sur les teneurs en acides gras oméga-6 et oméga3,

Calet 1959 et **Leclercq** 1974 ont mis en évidence que la composition en acides gras des lipides alimentaires peut affecter la composition nutritionnelle de l'œuf selon la nature des acides gras ingérés. La composition en AG peut être influencée par plusieurs d'autres facteurs, âge et génotype (**Mine et al.**, 2008).

Nos résultats sur les teneurs en acides gras saturés (AGS) sont similaires à ceux de **Hughes et al.**, 2005 évoquant l'existence d'un effet significatif du génotype sur plusieurs acides gras saturés. La proportion en acide palmitique, stéarique, linoléique et linoléinique varie en fonction de la race (**Edwards**, 1964 ; **Cobos et al.**, 1995).

Comme pour tous les oiseaux, la composition en acide gras des dépôts lipidiques de la poule (lipides corporels et lipides de l'œuf) est le reflet de la composition en acide gras de l'aliment (**Kouba**, 2006). La teneur plus élevée en acide palmitique (C16 :0) dans l'œuf du génotype Cou-nu peut s'expliquer par le fait que son régime alimentaire était plus riche en glucide et acide palmitique, car soixante-dix pour cent du carbone de l'acide palmitique de l'œuf provient directement soit des glucides, soit de l'acide palmitique alimentaires.

L'utilisation de ce dernier pour la synthèse des lipides vitellins ou adipeux est particulièrement élevée. La Poule utilise préférentiellement les acides gras de l'aliment pour la synthèse du vitellus. Les conversions entre acides gras sont faibles. Elles ont essentiellement lieu dans le sens d'un allongement de la chaîne carbonée et de la désaturation (**Leclercq et al., 1972**).

L'acide linoléique, à la différence de l'acide oléique, ne peut pas être synthétisé par l'animal, et son origine est donc exclusivement exogène (**Bieri et al., 1956**). Cela explique que ce n'est pas seulement le génotype qui affecte la teneur de l'acide linoléique mais aussi le régime alimentaire des poules Cou-nu. D'après la littérature lorsque le régime alimentaire est totalement dépourvu en acide linoléique, le poids de l'œuf peut être réduit de 10g, dans ce cas, la part de jaune l'est également (**Sauveur, 1988**).

Une étude récente réalisée par **Staniši et al (2015)**, a mis en évidence l'effet de l'interaction de la race, l'âge et la température sur le profil des acides gras C18 : 2 n-6 AGS et AGPI de l'œuf entier.

Nos résultats concernant les teneurs en acides gras monoinsaturés corroborent avec ceux de **Staniši et al., 2015**.

Le rapport idéal oméga-6/oméga-3 devrait être de l'ordre de 5 selon l'AFSSA alors qu'il est proche de cette valeur dans l'œuf Cou-nu contrairement à Isa Hubbard (>5). un rapport plus fort chez Isa Hubbard a été aussi constaté par les travaux de **Hughes et al., 2005**. Le génotype présente un effet significatif sur ce ratio.

5. Composition en protéines et en acides aminés des œufs

La composition des œufs en protéines et en acides aminés est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau 42 : Composition en protéine (% de l'œuf entier) des deux lignées (Cou-nu- Isa Hubbard). Profils en acides aminés (mg/100g de protéine comestible).

	Œufs Cou-nu	Œufs Isa Hubbard
Protéine (g/100g) de viande	10,14 ± 0,84 ^a	8,56 ± 0,58 ^b
Ileucine	336,92 ± 13,36 ^a	333,74 ± 10,57 ^a
Leucine	536,27 ± 82,93 ^a	527,32 ± 31,28 ^b
Lysine	415,6 ± 7,02 ^b	479,11 ± 22,05 ^a
Méthionine	209,81 ± 5,33 ^b	245,07 ± 27,2 ^a
Phénylalanine	313,53 ± 2,69 ^a	304,25 ± 4,63 ^b
Tryptophane	102,12 ± 1,75 ^a	95,99 ± 3,58 ^b
Thréonine	306,55 ± 3,03 ^a	304,4 ± 21,4 ^a
Valine	403,11 ± 3,31 ^a	408,79 ± 2 4,1 ^a
Histidine	110,91 ± 12,65 ^a	106,28 ± 2,23 ^a
Acide Aspartique	602,34 ± 11,86 ^b	618,01 ± 11,39 ^a
Acide Glutamique	809,63 ± 14,13 ^b	810,36 ± 2,42 ^a
Alanine	340,26 ± 16,3 ^a	335,59 ± 7,78 ^b
Arginine	438,7 ± 4,11 ^b	443,57 ± 4,12 ^a
Cystéine	154,15 ± 3,76 ^a	150,23 ± 5,2 ^b
Glycine	192,13 ± 26,2 ^b	198,32 ± 2,7 ^a
Proline	270,86 ± 1,5 ^a	232,58 ± 12,07 ^b
Serine	476,06 ± 3,89 ^a	471,5 ± 6,05 ^a
Tyrosine	244,62 ± 3,65 ^a	235,68 ± 2,9 ^b

(n=10 ± écartypes) Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les sexes et génotypes.

Nos résultats prouvent que les œufs Cou-nu renferment des proportions de leucine plus importantes par rapport à celles trouvées dans les œufs Isa (536.27 mg Vs 527.32 mg).

Les acides aminés basiques (lysine et arginine) sont plus présents dans les œufs Isa Hubbard que chez les œufs Cou-nu (479 mg Vs 415mg) ; (443mg Vs 438mg).

Les teneurs en Ileucine, Thréonine, Valine et Histidine sont comparables dans les deux génotypes. On remarque que les œufs Cou-nu contiennent une quantité de protéine significativement importante par rapport à celle des œufs Isa Hubbard (10,14 g vs 8,56 g), des résultats similaires ont été observés par **Pavlovski et al** (2011). Par contre **Dahloum et al.** (2015) n'ont pas trouvés une différence significative entre les groupes génétiques pour la teneur en protéines totales. la différence de la composition nutritionnelle d'œufs pourrait être expliqué en partie par l'effet du poids absolu et de la composition chimique des œufs (**Attia et al., 2014**).

Le profil en acides aminés (Val, His, Thr, Ile, Ser) des œufs est comparable entre les deux génotypes. La proportion en Acide glutamique dans les deux génotypes est équivalente (809,63 et 810,36), Les teneurs en Cys et Gly sont considérées comme les plus faibles par rapport à l'ensemble des acides aminés. Les protéines de l'œuf ont des teneurs élevées en acides aminés essentiels (lysine, méthionine et phénylalanine), également en arginine, cystine, etc (Tableau 35). Elles sont surtout connues pour leur valeur biologique très élevée qui provient de la complémentarité existant entre les protéines du jaune et celles du blanc d'œuf, ainsi que l'équilibre entre les différents acides aminés (**Sauveur, 1989**).

CONCLUSION GENERALE

Cette étude nous a permis de constater que la viande des poulets Cou-nu est une viande diététique et de haute valeur nutritionnelle. Les performances d'élevage, les gains de poids et les poids vifs enregistrés sont différents entre les deux génotypes et entre les deux sexes. Ainsi, les poulets mâles des deux génotypes présentent des poids de filet et de cuisse plus importants par rapport aux femelles. Par contre, les poulets Cou-nu présentent des consommations alimentaires et des indices de consommation légèrement importants par rapport aux témoins Isa Hubbard.

De même, les poulets femelles des deux génotypes présentent des indices de consommation sensiblement élevés par rapport aux poulets mâles. Ainsi, les poulets Cou-nu présentent des rendements à l'abattage tout à fait comparable à ceux des poulets Isa-Hubbard (62% contre 66.5%). Les pertes de poids à la cuisson des viandes Cou-nu sont moins importantes par rapport aux viandes Isa Hubbard (13,25% contre 14.96%) respectivement.

La viande des poulets Cou-nu présentent des teneurs en fer et en calcium légèrement importante par rapport à celles des viandes Isa Hubbard. Cependant, les teneurs en phosphore et en manganèse sont plus importantes chez les poulets mâles que chez les femelles dans les deux génotypes. Nous avons également constaté que les viandes Cou-nu sont plus dures et plus fermes par rapport aux viandes Isa Hubbard quelque soit le sexe.

La viande de poulet Cou-nu se caractérise par sa faible teneur en lipides musculaires qui sont riches en AGS et bien pourvus en AGI, notamment les acides oléique, linoléique et linoléique. Les teneurs en AGS sont comparables entre les deux sexes des deux génotypes. Par contre, les poulets Cou-nu présentent des teneurs en AGPI plus importantes par rapport aux poulets Isa Hubbard. De même, les AGI notamment, les acides oléique, linoléique et linoléique sont en proportion plus importante dans les muscles des poulets mâles dans les deux génotypes.

Les quantités en acides gras n-3 sont supérieures dans les viandes Cou-nu que dans les viandes Isa Hubbard. Les proportions en acides gras n-6 sont relativement importantes chez les poulets expérimentaux Cou-nu par rapport aux poulets témoins Isa Hubbard (22% Vs 17% en moyenne).

La teneur en protéines des viandes (filet) Cou-nu est légèrement supérieure à celle de l'Isa Hubbard (22,82 g Vs 22,66 g) avec des proportions plus importantes pour la quasi-totalité des acides aminés essentiels chez le mâle que chez la femelle à l'exception de la thréonine et la phénylalanine.

La viande Cou-nu renferme des teneurs en vitamines liposolubles comparables par rapport à celles des viandes Isa Hubbard.

Les teneurs en fer et en phosphore sont plus importantes dans les œufs Cou-nu que ceux d'Isa Hubbard.

Les teneurs en AGS sont comparables dans les œufs des deux génotypes. Toutefois, les œufs Cou-nu renferment des teneurs en AGMI plus importantes avec une moindre importante en AGPI que dans les œufs Isa Hubbard. Le rapport oméga6/oméga3 des œufs Cou-nu est très proches des normes établies par l'AFSSA alors qu'il dépasse pour les œufs Isa Hubbard.

Dans l'avenir, il serait également judicieux que les recherches se basent sur les indicateurs techniques d'élevage, en particulier pour les âges d'abattage, qui ne sont pas exactement égaux à ceux préconisés par les textes réglementaires.

Enfin, la viande de volaille est de plus en plus utilisée par les transformateurs, on voit apparaître des jambons et blancs de poulet. Quelles sont les valeurs nutritionnelles de ces nouveaux aliments ? Il serait intéressant de poursuivre les études dans ce sens, car la part de marché de ces produits accroît de jour en jour.

Quelles perspectives pour ces travaux ?

Il est indiscutable que la maîtrise des qualités des viandes de volaille, en l'occurrence la qualité de l'œuf, passe par le choix de race génotypique, les conditions d'élevage et la composition du régime alimentaire

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **AFNOR, (1985).** (Association Française de Normalisation). Aliments des animaux, méthodes d'analyses françaises et communautaires. 2^{ème} édition, 200p.
- **Ahn, D.U., H.H. Sunwoo, F.H. Wolfe and J.S. Sim,** 1995. Effects of dietary alpha-linolenic acid and strain of hen on the fatty acid composition, storage stability, and flavor characteristics of chicken eggs. *Poult. Sci.*, 74: 1540-1547.
- **Alleman F., Bordas A., Caffin J., Daval S., Diot C., Douaire M., Fraslin J.** 1999. L'engraissement chez le Poulet: aspects métabolique et génétiques. *INRA Productions Animales*, 12 (4), 257-264.
- **Anthony, n.b.** (1998) A review of genetic parameters in poultry: Efforts to improve meat quality. *J. Muscle Foods*. 9:25-33.
- **Ashgar Et Pearson A.M ; (1980) :** Influence of ante post mortem treatments upon muscle composition and meat quality. *Adv. Meat. Rev*;26-58.
- **Azcona J.O., P.T. Garcia, M.E. Cossu, B.F. Iglesias, A. Picallo, C. Perez, C.I. Gallinger, M.J. Schang, Z.E. Canet.(2008).** Meat quality of Argentinean "Camperos" chicken enhanced in omega-3 and omega-9 fatty acids, *Meat science*, 12p.
- **Barroeta, A. C.** 2007. Nutritive value of poultry meat: Relationship between vitamin E and PUFA. *World's Poult. Sci. J.* 63:277– 284.
- **Berri C., Jehl N.,** 2001. Facteurs de variation de la qualité technologique et organoleptique des viandes de poulets. 4^{èmes} Journées Recherche Avicole, Nantes, 27-29 Mars 2001, 245-252.
- **Betti, M., T. I. Perez, M. J. Zuidhof, and R. A. Renema.** 2009a. Omega-3-enriched broiler meat: 3. Fatty acid distribution between triacylglycerol and phospholipid classes. *Poult. Sci.* 88:1740–1754.
- **Bieri J.G., Briggs G.M., Spivey Fox M.R., Pollard C.J.** 1956. Essential fatty acids in the chick. Development of fat deficiency. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 93, 237-240
- **Bilgili S. F., 1 M. A. Alley, J. B. Hess, and M. Nagaraj., (2006).** Influence of age and sex on footpad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets, *Poultry Science*. 71: 850-858.
- **Blahova J, Dobsikova R, Svobodova Z, Kalab P** 2007: Simultaneous determination of plasma cortisol by high performance liquid chromatography and radioimmunoassay methods in fish. *Acta Vet Brno* 76: 59-64
- **Blanc,** 2002. Composition nutritionnelle des œufs. *Revue de Médecine vétérinaire*, 2000, 151, 12, 1083 -1094.

- **Bogosavljevic-Boskovic S., Kurcubic V., Petrovic M.D., Radovic V. (2006).** the effect of sex and rearing system on carcass composition and cut yields of broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, 2006 (1): 31–38.
- **Bou, R., F. Guardiola, A. Tres, A. C. Barroeta, and R. Codony.** 2004b. Effect of dietary fish oil, α -tocopheryl acetate, and zinc supplementation on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poult. Sci.* 83:282–292.
- **Bouwkamp, E. L., D. E. Bigbee and C. J. Wabeck.** 1973. Strain influence on broiler parts yields. *Poult Sci.* 52:1517-1523.
- **Brou G. K. G., Houndonougbo F. M., Aboh A. B., Mensah G. A., Fantodji A.** 2012. Effet de la variation temporelle de la température ambiante journalière sur le poids des œufs de poules pondeuses ISA Brown en Côte-d’Ivoire. *International Journal of Chemical and Biological Sciences*, 6(5): 2158-2169.
- **Brunel v, Jehl n, Drouet l, portheau m-c, 2010.** Viande de volailles sa valeur nutritionnelle présente bien des atouts. *Viandes prod. Carnés vol 25 (1) 18*
- **Cahaner, A., N. Deeb and M. Gutman.** 1993. Effects of the plumage-reducing naked neck (Na) gene on the performance of fast-growing broilers at normal and high ambient temperature. *Poult. Sci.* 72:767-775.
- **Calet C., 1959 .** Données nouvelles sur l’influence de l’alimentation sur la quantité et la composition C des lipides de l’aëuf. *Ann. Nutr. Alim.*, 13, A 163-A 205.
- **Carlos Orellana , F. Peña, A. García, J. Perea, J. Martos b, V. Domenech, R. Acero.** 2008. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. *Meat Science* 81 (2009) 57–64.
- **Castellini c., mugnai c., dal bosco a.** (2002): Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219–225.
- **Castellini, C, Mugnai, C., Dal Bosco, A., 2002B.** Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic system. *Ital. J. Food Sci.* 14:321- 328.
- **Castellini, C., C. Berri, E. Le Bihan-Duval, and G. Martino.** 2008. Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat. *World’s Poult. Sci. J.* 64:500–512.
- **Chaosap, C. , and K. Tuntivisoottikul.** 2006. Carcass quality and some muscle properties of broiler, native, Sritong and Tanawsri chickens. Pages 52–60 in Proc. 43rd Annu. Conf. Kasetsart Univ., Bangkok, Thailand. (In Thai)

- **Chehat, F., BIR A.,** 2008. Le développement durable de systèmes d'élevage durables en Algérie : Contraintes et perspectives. Colloque international « développement durable des productions animales enjeux, évaluation et perspectives. Alger, 20-21 Avril 2008.
- **Chen CG, Li LJ, Li XH and Guo XH** (2003). Study on the meat quality properties of Ning-du yellow chicken. *China Poultry* 25: 1-5.
- **Cherian, G.; Sim, J. S.,** 1991. Effect of feeding full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty acid composition of eggs, embryos and newly hatched chicks. *Poult. Sci.*, 70 (4): 917–922
- **Ciquel,** 2007: composition nutritionnelle des différentes viandes.
- **Cobos A, de la Hoz L, Cambero MI, Ordonez JA (1995).** Dietary modification and hen strain dependence of egg yolk lipids. *Food Res Int*, 28 : 71-76
- **Codex alimentarius,** 2003. Glossaire de termes et définitions (pour les résidus de médicaments vétérinaire dans les aliments). CAC/MISC 5-1993, amendé en 2003. Fao/OMS, pp 1-4.
- **Coirault Catherine ;** 2012 : Le sarcomère et la contraction. Inserm U974-CNRS-UPMC-AIM Pitié-Salpêtrière, Paris
- **Combes S.,** 2004. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. *INRA Prod. Anim.*, 15, 373-384
- **Combes s., Dalle Zotte A.,** 2005. La viande de lapin : valeur nutritionnelle et particularités technologiques. 11èmes Journées Rech. Cunicole Paris (France) 29-30 nov 2005. ITAVI ed pp:167-180.
- **Conchillo ana, Diana Ansorena, Iciar Astiasarán.** 2004. The effect of cooking and storage on the fatty acid profile of chicken breast. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 106 (2004) 301–306.
- **Cooper, M. A., and D. L. Fletcher.** 1997. A comparison of broilers from “heavy” and “light” flocks on breast muscle rigor development, pH, and shear. *Poult. Sci.* 76(Suppl.1):48. (Abstr.)
- **Cortinas, C. Villaverde, J. Galobart, M. D. Baucells, R. Codony, and A. C. Barroeta.** 2004. Fatty Acid Content in Chicken Thigh and Breast as Affected by Dietary Polyunsaturation Level. *Poultry Science* 83:1155–1164.
- **Cortinas, L., A. Barroeta, C. Villaverde, J. Galobart, F. Guardiola, and M. D. Baucells.** 2005. Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid oxidation. *Poult. Sci.* 84:48–55.

- **Cortinas, C. Villaverde, J. Galobart, M. D. Baucells, R. Codony, and A. C. Barroeta.** 2004. Fatty Acid Content in Chicken Thigh and Breast as Affected by Dietary Polyunsaturation Level. *Poultry Science* 83:1155–1164.
- **Coquerelle Gérard,** Les Poules, diversité génétique visible, INRA éditions, 2000
- **Craplet C ;(1966) :** Traite d'élevage moderne .Tom VIII (La viande de bovines). Ed 131/510/A
- **Cross H. R.,Durland P. R. Et sideman S. C. (1986).** Sensory qualities of meat. *Journal of muscle as food*, 7, 279-230.
- **Daghir, N.J. (1995).** Cereals and their by-products. P. 126-155, Dans: poultry production in hot climates, ed. Wallingford, England, *cab international*, 303 pp.
- **Dahloum Lahouari, Halbouche Miloud, Arabi Abed.** 2015. Evaluation de la qualité des œufs chez deux phénotypes de poules locales : cou nu- frisées et normalement emplumées. Comparaison avec les œufs de souche commerciale Egg quality traits of two phenotypes of local chickens. Comparison with eggs of commercial strain. *Revue Agriculture*. 09 (2015) 10 – 18
- **Davenport, C. G.** 1914. The bare necks. *J. Hered.* 5:374.
- **Demarne Y., Thouard D., Pihet A., Lecourtier M.J.,** 1980. Effect of different levels of dietary fats upon the positional distribution of fatty acids in rat body triacylglycerols. *Comp. Biochem. Physiol.*, 68 A, 361-371.
- **Dominguez R, Gomez M, Fonseca S, Lorenzo JM.** Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat Sci.* 2014;97:223–230. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.01.023
- **DOORNENBAL H., MURRAY A. C.,** 1981 – Effects of age, breed, sex and muscle on certain mineral concentrations in cattle. *Journal of Food Science*, 47, 55-58.
- **Edwards HM (1964).** The influence of breed and/or strain on the fatty acid composition of egg lipids. *Poultry Sci*, 43 : 752-754
- **Fanatico A.C., Pillai P.B., Emmert J.L., Owens C.M.,** Meat quality of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low- nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. *Poult. Sci.*, 2007, 86, 2245–2255
- **Fanatico, A.C., P.B. Pillai, J.L. Emmert and C.M. Owens,** 2005. Impact of alternative broiler genotypes and production of meat quality. *J. Poult. Sci.*, 84 : 34-34.
- **Favier J.-C., Ireland-Ripert J., Toque C., Feinberg M.** 1995. Répertoire Général des Aliments, Table de Composition. INRA Ed., Paris.

- **Folch, J., Lees, M., & Stanley, G.** (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497–509.
- **Food and Agriculture Organisation of the United Nations**, 2010. Organic agriculture and genetic resources for food and agriculture: rearing native chickens through organic agriculture. South Africa, [Accessed: 11 May, 2011]. [Www.fao.org/docrep/FAO/010/a1120e/a1120e04.pdf](http://www.fao.org/docrep/FAO/010/a1120e/a1120e04.pdf)
- **Fraysse et Darrè, (1990)**. Produire des viandes sur quelles bases économiques et biochimiques, volume 1.
- **Frederick** 2004 l'œuf pasteurisé est ce mieux ? Faculté de Médecine Vétérinaire de Sherbrooke Site : [http:// www. Rrsss16 .gouv](http://www.Rrsss16.gouv)
- **Gandemer G., Kim EK., (1993)**. Quelques éléments objectifs de comparaison de la qualité de la viande des poulets Label et standard. 11th Eur Symp on the Quality of Poultry Meat, October 4-8, Tours, France.
- **García-Segovia P, Andrés-Bello A, Martínez-Monzó J** (2009) Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*). *J Food Eng* 80(3):813–821
- **Gecgel Umit, Ismail Yilmaz, Eser Kemal Gurcan, Salih Karasu, And Gizem Cagla Dulger**, 2015. Comparison of Fatty Acid Composition between Female and Male Japanese Quail Meats. *Journal of Chemistry*. Volume 2015 (2015), Article ID 569746, 8 pages.
- **Gerber N, Scheeder MRL, Wenk C** (2009).The influence of cooking and fat trimming on the actual nutrient intake from meat. *Meat sci*. 81: 148-154.
- **Givens, D. I., R. A. Gibbs, C. Rymer, and R. H. Brown**. 2011. Effect of intensive vs. Free range production on the fat and fatty acid composition of whole birds and edible portions of retail chickens in UK. *Food Chem*. 127:1549–1554.
- **Gomez-Alonso, S., Hemosin-Gutierrez, I. And Garcia-omero, E.** 2007. Simultaneous HPLC analysis of biogenic amines, amino acids, and ammonium ion as aminoenone derivates. *J Agric Food Chem* 55 (3), 608-613.
- **Gondret. F, M. Bonneau**. 1998 : Mise en place des caractéristiques du muscle chez le lapin et incidence sur la qualité de la viande. *INRA Prod. Anim.*, 1998, 11 (5), 335-347
- **Guggisberg, D., Risse, M. C., & Hadorn, R.** (2011). Determination of Vitamin B12 in meat products by RP-HPLC after enrichment and purification on an immunoaffinity column. *Meat Science*, 90, 279–283

- **Guillaume P. Audren., (1998).** Performances et rendement de carcasse des poulets de chair standards, intermédiaires et labels, sous deux programmes alimentaires. Mémoire, l'université Laval Pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M. Sc.). 64p.
- **Hamou Hadjira, Sisbane Ismahane, Bouderoua Kaddour.** 2015. The effects of cooking on protein content and nutritional composition of fatty acid of broilers meat fed on green oak acorn (*Quercus ilex*). *Scientific Journal of Animal Science* Vol 4, No 8 (2015)
- **Hatam L. J., Kayden H. J.** (1979) A performance liquid chromatographic method for the determination of tocopherol in plasma and cellular elements of blood. *J. Lipid Res.* **20**:639–645.
- **Havenstein GB, Ferket PR, Scheideler SE, Rives DV. 1994b.** Carcass composition and yield of 1957 vs 1991 broilers when fed “typical” 1957 and 1991 broiler diets. *Poultry Science*, 73:1805-1812.
- **Havenstein, G. B., P. R. Ferket, S. E. Scheideler, B. T. Larson** (1994). Growth, livability, and feed conversion of 1957 vs 1991 broilers when fed Typical"1957 and 1991 broiler diets. *Poultry Sci.* 73: 1785-1794.
- **Hernandez P., 2008.** Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. 9th World Rabbit Congress, June 110-13, Verona, Italy.
- **Hertwig, P.** 1933. Geschlechtsgebundence and autosomale Koppelungen bei Huhnem. *Verhandlungen der Deutschen zoologischchen Gesellschaft*, 112-118.
- **Hofbauer, P. & Smulders, F.J.M.** (2011). The muscle biological background of meat quality including that of game species. In: *Game Meat Hygiene in Focus* (edited by A. Bauer, P. Paulsen, M. Vodnansky, R. Winkelmayr & F.J.M. Smulders). Pp. 273-295. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- **Holland, b. In: welch, a.a.; unwin, i.d.; buss, d.h.; paul, a.a.; southgate, d.a.t. (eds.),** mccance and Widdowson’s: The composition of foods. London: The Royal Society of Chemistry, Cambridge: Ministry of Agriculture, *Fisheries and Food*, 1998. P.8-9
- **Horst P.** Native fowl as reservoir for genome and major genes with direct and indirect effects on production adaptability. In : Proceedings of 18th World Poultry Congress, Nagoya, 4-9 septembre 1988, 1988, 99-105
- **Horst P., Mathur P.K.** Trends in economic values of selection traits for local egg production. In : Proceedings of 19th World Poultry Congress, Amsterdam, 20-24 septembre 1992, 1992, 577-583
- **Horst, P.** 1987. Animal genetic resources and potential for resource development in the tropics with special reference to Malaysia. *Mal. Appl. Biol.* 16:13-22.

- **Hsutze jv. Jensen I. S.**1963, x influence of linoleic acid on egg weight. *Poult.*42,921-924. Troine ee .l belin p.1927. Influence de l'alimentation sur la composition quantitative de l'œuf de poule. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 2, 107- 1084.
- **IEMVT., (1991).** Aviculture en zone tropicale. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux 186 p, *Maisons-Alfort (1986).*
- **Isidahomen C E, Njida A A and Olatunji E A 2013** Egg Quality Traits of Indigenous and Exotic Chickens As Influenced By Specific Genes. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* volume 3, Number 1.
- **Jaturasitha, s.; leangwunta, v.; leotaragul, a.; phongphaew, a.; apichartsrunskoon, t.; simasathikul, n.; vearasilp, t.; worachai, l.; ter meulen, u.:** a comparative study of thai native chicken and broiler on productive performance, carcass and meat quality. *Deutscher tropentag.witzenhausen, germany, (abstr.) (2002).*
- **Joseph, j.; ackman, R.G.** (1992). Capillary column gas chromatographic method for analysis of encapsulated fish oils and fish oil ethyl esters : collaborative study. *J. AOAC Int.*, v. 75, p. 488-586, 1992.
- **Juliette Pouyat-Leclère, Inès Birlouez-Aragon 2005.** Cuisson et santé : la cuisson, c'est capital pour la santé. *Alpen Editions s.a.m.*, 2005 - 94 pages
- **Ke, p.j., ackman, r.g., linke, b.h., nash, d.m., 1977.** Differential lipid oxidation products in various parts of frozen mackerel. *J. Food Technol.* 12:37- 47
- **Keeton J.T., Le Remous., 2004 –** Chemical and physical characteristic of meat. Chemical composition. In: *Jansen W.K., Devine C., Dikeman M. (Ed.) Encyclopaedia of Meat Science*, 1, Elsevier Academic Press, Oxford UK, 210-218.
- **Kingori, A.M., A.M Wachira and J.K. Tuitoek, 2010.** Indigenous chicken production in Kenya : A review. *Int. J. Poult. Sci.*, 9 : 309-316.
- **Kirchgessner, M., F.X. Roth and U. Steinruck, 1992.** Nutritive effect of fumaric acid related to suboptimal protein content and quality of the feed on production performance of layers. *Arch. Geflügelk.*, 56: 27-36
- **Kitalyi A.J., Mayer A.** Village chicken production systems in rural Africa. Household food security and gender issues. *Animal Production and Health Paper 142.* FAO : Rome, 1998, 81 p.
- **Koohmaraie, M., M.P. Kent, S.D. Shackelford, E. Veiseth and T.L. Wheeler. 2002.** Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?. *Meat Sci.*, 62: 345-352.

- **Kouba M** (2006). Effect of dietary omega 3 fatty acids on meat quality of pigs and poultry. In : Teale MC. Omega 3 fatty acids research. Nova publishers, NY, Etats-Unis, 225-239.
- **Larbier M. et Leclercq B., (1992)**. Nutrition et alimentation des volailles. Ed. INRA. Paris. 349 p.
- **Le Bihan-Duval E., Millet N., Rémignon H.**, 1999. Broiler meat quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. *Poult. Sci.*, 78, 822-826.
- **Le Bihan-Duval, E.; Berri, C.; Baeza, E.; Mollet, N.; Beaumont, C.** 2001. Estimation of the genetic parameters of meat characteristics and their genetic correlations with grow and body composition in a experimental broiler line. *Poultry Science* 80: 839-84
- **Lebret B.**, 2004. Conséquences de la rationalisation de la production porcine sur les qualités des viandes. *INRA Prod. Anim.*, 17, 79-91.
- **Lebret B., Mourot J.**, 1998. Caractéristiques et qualité des tissus adipeux chez le porc. Facteurs de variation non génétiques. *INRA Prod. Anim.*, 11, 131-143
- **Leclercq B.**, 1974. Contribution de l'aliment et des réserves corporelles à la genèse des lipides vitellins. Thèse Doct. Sci., Paris.
- **Leclercq B., Blum J. C., Delpech P.**, 1969. Influence du régime maternel sur la croissance du jeune poussin. Effets d'une déficience en acide linoléique. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*,
- **Leclercq B., Blum J. C., Delpech P.**, 1969. Influence du régime maternel sur la croissance du jeune poussin. Effets d'une déficience en acide linoléique. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 9, xgr-2o
- **Lederer Jean;(1986)** : Encyclopédie moderne de hygiènes alimentaire. Paris-Nauwelaerts-1986
- **Legrand P., Mallard J., Bernard-Griffiths M.A., Douaire M., Lemarchal P., Comp. (1987)**. acides gras des triglycérides du tissu adipeux abdominal de deux lignées de poulets rendus maigres ou gras par sélection. *Reprod. Biochem. Physio.*, 87B(1987), 789-792.
- **Lin, H., H. C. Jiao, J. Byse and E. Decuypre.** 2006. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poult. Sci. J.* 62:71- 86.
- **Lissot G.**, (1987): Poules et œufs, Ed. Maison Rustique, Paris. Pp 53-57.

- **Lowry O.H., Rosebrought N.J., Farr A.L., Randall R.J.** - 1951 - Protein measurement with the Folin phenolreagent - J. Biological Chemistry, 193 : 265 - 275.
MEDCOF J.C., NEEDLER A.W.M. - 1941
- **Lubac., (2006).** Improvement of village chicken production in a mixed (chicken-ram) farming system.
- **Lyon, C. E. And B. G. Lyon.** 1992. Broiler tenderness: effects of post-chill deboning time and fillet holding time. J. Appl. *Poult. Res.* 1:27-32.
- **Mancini R.A., Hunt M.C.,** Current research in meat color, Department of Animal Sciences and Industry, Kansas State University, 224 Weber Hall, Manhattan, KS 66506-0201, USA, Science Direct, Meat Science, 2005, 71, 100-121
- **Mclean J A., C J Savory et N H C Sparks, (2002).** Welfare of male and female broiler chickens in relation to stocking density, as indicated by performance, *health and behaviour.* *Animal welfare* 11: 55-73.
- **Mehaffey, J. M., S. P. Pradhan, J. F. Meullenet, J. L. Emmert, S. R. Mckee and C. M. Owens.** 2006. Meat quality evaluation of minimally aged broiler breast fillets from five commercial strains. *Poult. Sci.* 85:902-908.
- **Merat, P.** 1986. Potential usefulness of the Na (naked neck) gene in poultry production. *World's. Poult. Sci. J.* 42:124-142.
- **Mielnik, M. And N. Kolstad,** 1991. The influence of starvation time on carcass yield and proximate meat composition of broilers. Norwegian J. Agri. Sci., 5: 9- 13
- Mine, Y. 2008. Egg Bioscience and Biotechnology. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ.
- **Mojca Simčič a, Vekoslava Stibilj , Antonija Holcman.** 2009. The cholesterol content of eggs produced by the Slovenian autochthonous Styrian hen. Food Chemistry 114 (2009) 1–4.
- **Monin. G,** 2003. Abattage des porcs et qualités des carcasses et des viandes. INRA Prod. Anim., 2003, 16 (4), 251-262
- **Moran, E. T. And H. L. Orr.** 1969. A characteristic of chicken broilers as a function of sex and age: live performance, processing, grade and cooking yields. *Food Technol.* 23:91-98.
- **Moula, N., N. Antoine-Moussiaux, F. Farnir and P. Leroy,** 2009. Evaluation of the production performances of an endangered local poultry breed, the famenoise. *Int. J. Poult. Sci.,* 8 : 389-396.

- **Mourot J., 2010.** Que peut-on attendre des pratiques d'élevage pour la viande de porcs et autres monogastriques ? *Oléagineux Corps Gras Lipides*, 17, 37-42.
- **Mourot J., Hermier D., 2001.** Lipids in monogastric animal meat. *Reprod. Nut. Dev.*, 41, 109-118.
- **Musa H.H., Chen G.H., Cheng J.H., Shui E.S., Bao W.B. (2006).** Breed and Sex Effect on Meat Quality of Chicken. *International Journal of Poultry Science* 5 (6): 566-568, 2006.
- **Nakamura, R., Sekoguchi, S. Et Sato, Y., 1975.** *Poultry Science* 54, 1604-1612
- **Nau, F., Y. 2010.** Nutritional value of the hen egg for humans. *Inra Prod. Anim.*, 23 : 225-236.
- **NIEß E., HOVENJÜRGEN M., PFEFFER E., 2005 –** Whole body concentrations of major minerals and of some trace elements in 3, 5 and 6 week old broiler chicks. *Archiv für Geflügelkunde*, 69(1), 16-22.
- **Nishida J., Nishida T. 1985.** Relationship between the concentration of myoglobin and parvalbumin in various types of muscle tissues from chickens. *Br. Poult. Sci.*26:105–115.
- **Northcutt, J.K., R.J. Buhr, L.L. Young, C.E. Lyon and G.O. Ware, 2001.** Influence of age and postchill carcass aging duration on chicken breast fillet quality. *Poult. Sci.*, 80: 808-812.
- **Ono, K., Berry, B. W. And Paroczay, E. 1985.** Contents and retention of nutrients in extra lean, lean and regular ground beef. *Journal of Food Science* 50(3):701-706.
- **Ouali a., Lepetit j., Touraille c. Et kopp j.,1994** Cinétique d'attendrissage de la viande de veau .viande Prod carn,15(3),83-86
- **Ouhayoun J., 1989.** La composition corporelle du lapin; facteurs de variation. *INRA Productions Animales*, 2 (3), 215-226.
- **Owens, C.M. 210.** Coated poultry products, in *Poultry Meat processing*, C.M.Owens, C.Z. Alvarado, and A.R. Sam (ED), pp, 279-293, CRC Press, Boca Raton. FL.
- **Ozkan, S., Yalçin, S., Settar, P., Cahaner, A., 1997.** Comparative evaluation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. *Poult. Sci.* 76, 921-929.
- **Pandalai p.k., pilat m.j., yamazaki k., naik h., pienta k.j. (1996):** The effects of omega-3 and omega-6 fatty acids on in vitro prostate cancer growth. *Anticancer Research*, 16, 815–820.

- **Pavlovski, Z. Škrbić, N. Stanišić, S. Lilić, B. Hengl, M. Lukić, V. Petričević.** 2013. Differences in fatty acid composition of meat between naked neck and two commercial broiler chicken breeds, *Biotechnology in Animal Husbandry* 29 (3), p 467-476.
- **Pellett P.L. and Young V.R.** 1990. The role of meat as a source of protein and essential amino acids in human protein nutrition. In ; Pearson A.M. and dutson T.R. *Meat and Health : advanced in Meat Research*, vol.6. Elsevier Applied Science. London and New York.
- **Pérez M., De Basilio., Colina Y., Oliveros., Yahav M. Picard D., Bastianelli D., (2006).** Evaluation du niveau de stress thermique par mesure de la température corporelle et du niveau d'hyperventilation chez le poulet de chair dans des conditions de production au Venezuela. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 2006, 59 (1-4) : 81-90.
- **Pillard,** 2012: physiological role for titin and nebulin in skeletal muscle *Nature*; 323. 160-162
- **Poole, G. H., C. E. Lyon, R. J. Buhr, L. L. Young, A. Alley, J. B. Hess, S. F. Bilgili, and J. K. Northcutt.** 1999. Evaluation of age, gender, strain, and diet on the cooked yield and shear values of broiler breast fillets. *J. Appl. Poult. Res.* 8:170–176.
- **Protais J,** 1988 La qualité de l'œuf de consommation. *L'aviculture Française*, Editions Rosset, 761-772
- **Pu YJ, Liang ZH, Du JP, Pi JS.** (2009). Analysis on fatty acid components in muscle tissues of the Hongshan chicken. *Hubei Agric. Sci.* 48: 1957-1963.
- **R.A.D.P** 2006 : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire. Edition Mars.
- **Renand, G, Larzul, C, Le Bihan-Duval, E, Le Roy, P,** 2003, *INRA Prod, Anim*, 16, 159-173
- **Ricard F.H., Touraille C.,** 1988. Selection for leanness and carcass quality. In: Leclercq B. And Whitehead C.C. (eds), *Leanness in domestic birds: genetic, metabolic and hormonal aspects*, 377-386. Butterworths, Sevenoaks (GB).
- **Ripoll, G., M. Joy, and F. Muñoz.** 2011. Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. *Meat Sci.* 87:88–93.
- **Robert D., Cossu M.E., Gallinger C.I., (2008).** Breed and sex effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition of poultry thigh meat, *Meat Science*, 25p.
- **Roger L., 2011.** Les atouts nutritionnels de la volaille. *Saveur du monde*

- **Rosebrough RW., Mc Murtry JP., Vasilatos-Younken R., (2007).** Dietary fat and protein interactions in the broiler. *Poultry Science*, Vol 78, Issue 7, 992-998.
- **Rube'n Domínguez Q, Paula Borrajo, Jose' M. Lorenzo.** 2015. The effect of cooking methods on nutritional value of foal meat. *Journal of Food Composition and Analysis*.
- **Saidou Alzouma A.,** 2005 Contribution à l'étude de la qualité des œufs de consommation vendus au Niger: cas de la communauté urbaine de Niamey Th. : Méd. Vét. : Dakar; J7
- **Salifou CFA, Dahouda M, Ahounou GS, Kassa SK, Tougan PU, Farougou S, Mensah GA, Salifou S, Clinquart A, Youssao AKI,** 2012b. Assessment of offal components of Lagunaire, Borgou and Zebu Fulani bulls raised on natural pasture and analysis of macroscopic lesions associated with potential hazards for the consumer. *African Journal of Agricultural Research* (soumis).
- **Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve P., Turrini A.** 1998. Banca dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia. Ed. Istituto Superiore di Oncologia
- **Sanchai jaturasitha, autchara kayan1 and michael wicke.** 2008. Carcass and meat characteristics of male chickens between thai indigenous compared with improved layer breeds and their crossbred. *Arch. Tierz., dummerstorf* **51** (2008) 3, 283-294.
- **SAS** (2008). *Statistical Analysis Systems User's Guide: Version 9.2 2nd Edn.* SAS Institute, Inc., North Caroline, USA.
- **Sauveur, 1988:** *Reproduction des volailles et production d'œuf*; INRA ; station de recherche avicoles ; centre de tours – Nouzilly, 24 ,113 , 309 –426 .
- **Scott, T. And R. D. Crawford.** 1977. Feather number and distribution in the throat tuft of naked neck chicks. *Poult. Sci.* 56:686-688.
- **Sindelar, J.J.; Prochaska, F.; Britt, J.; Smith, G.L.; Miller, R.K.; Templeman, R.; Osburn, W.N.** Strategies to eliminate atypical flavours and aromas in sow loins. I. Optimization of sodium tripolyphosphate, sodium bicarbonate, and injection level. *Meat Science*, v.65, p.1211-1222, 2003
- **Singh, C. V., D. Kumar and Y. P. Singh.** 2001. Potential usefulness of the plumage reducing naked neck (Na) gene in poultry production at normal and high ambient temperatures. *World's Poult. Sci. J.* 57:139-156.

- **Sirri, F., C. Castellini, M. Bianchi, M. Petracchi, A. Meluzzi, and A. Franchini.** 2011. Effect of fast-, medium- and slow-growing strains on meat quality of chickens reared under the organic farming method. *Animal* 5:312–319.
- **Skrivan, M.; Simáne, J.; Dlouhá, G..** Effect of dietary sodium selenite, Se-enriched yeast and Se-enriched Chlorella on egg Se concentration, physical parameters of eggs and laying hens production. **Czech Journal Animal Science**, v.51, n.4, p.163-167, 2006.
- **Somes, R. G.** 1988. International registry of poultry genetic stocks. Bulletin 476, *Storrs Agricultural Experimental Station, University of Connecticut, Storrs.*
- **Sowell A.L., Huff D.L., Yeager P.R., Caudill S.P., Gunter E.W.** Retinol, α -tocopherol, lutein/zeaxanthin, β -cryptoxanthin, lycopene, α -carotene, trans- β -carotene, and four retinyl esters in serum determined simultaneously by reversed-phase HPLC with multiwavelength detection. *Clin. Chem.*, 1994, 40, 411-416.
- **Stillborn R. A. Lilly, M. W. Schilling, J. L. Silva, J. M. Martin and A. Corzo.** 2010. The effects of dietary amino acid density in broiler feed on carcass characteristics and meat quality
- **Stordeur P ; Mainil J,** 2002. La colibacillose aviaire. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 2002, 146, 11-18
- **Temple n.j.** (1996): Dietary fats and coronary heart disease. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 50, 261–268.
- **Vanmarcke J., 1997 :** Les principaux facteurs responsables des chutes de ponte. Rhône Mérieux.
- **Villate D,** 1997 Maladies des volailles. Editions France Agricole, 242- 258
- **washburn k.w.,** 1979. Genetic variation in the chemical composition of the egg. *Poult. Sci.*, 58, 529-535.
- **Wattanachant, S., Benjakul, S. And Ledward, D.A.** 2004. Composition, color, and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. *Poultry Science* 83: 123- 128.
- **Wojcik A, Mituniewicz T, Iwanczuk-Czernik K, Sowinska J, Witkowska D, Chorazy L** (2009). Contents of macro- and microelements in blood serum and breast muscle of broiler chickens subjected to different variants of pre-slaughter handling. *Czech. J. Anim. Sci.* 54:175-181.

- **Yalcin, S., A. Tesuk, S. Ozkan, P. Settar, F. Celen and A. Cahaner.** 1997b. Performance of naked neck and normal broiler in hot, warm and temperature climate. *Poult. Sci.* 76:930-937.
- **Young, L. L., J. K. Northcutt, R. J. Buhr, C. E. Lyon and G. O. Ware.** 2000. Effects of Age, Sex, and Duration of postmortem Aging on Percentage Yield of Parts from Broiler Chicken Carcasses. *Poult. Sci.* 80:376-379.
- **Youssef A Attia, A.E. Abd Al-Hamid, Madiha Salah Ibrahim, A.Sh. Elnaggar.** 2014. Productive performance, biochemical and hematological traits of broiler chickens supplemented with propolis, bee pollen, and mannan oligosaccharides continuously or intermittently
- **Zamora F., Debiton E., Lepetit J., Lebert A., Dransfield E. Et Ouali A.,1996** Predicting variability of ageing and toughness in beef muscle. *Longissimus lomborium and thoracis.* *Meat Sci.* 43(3-4), 321-333
- **Zanetti, e., de marchi, m., dalvit, c. & cassandro, m.** (2010) Genetic characterization of local Italian breeds of chickens undergoing in-situ conservation. *Poultry Science*, 89: 420–427.
- **Zarkadas, C.G., Marshall, W.D., Khalili, A.D., Nguyen, Q., Zarkadas, G.C, Karatzas, C.N. & Khanizadeh, S.** (1987). Mineral composition of selected bovine, porcine and avian muscles and meat products. *Journal of Food Science*, 52, 520-525.
- **Zein- El- Dein A., Ayoub H., Mgrat P.,** 1981. Gene cou nu et performances de croissance à deux saisons différentes en Egypte. *Ann. Genet. Sél. Anim.*, 13, 277-287.
- **Zein-el-Dein, A., A. Bordas and P. Merat. 1984b.** Composition corporelle de poulets cou nu ou normalement emplumas selon le taux protéique de la ration. *Annales de Génétique et de Sélection Animale.* 16:491-502.
- **Zhu RJ, Tang QR, Huang QC, Hu YJ.** (2012). Comparative study on fatty acid in muscle tissues of Wuding chicken. *J. Anhui Agric. Sci.* 40: 4607-4608.
- **Zita, L.; Tùmová, E.; Štolc, L.** Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. **Acta Veterinaria Brno**, v.78, n.1, p.85-91, 2009.