



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Centre Universitaire El-Wancharissi de Tissemsilt



Institut des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme  
de Master académique en

Filière : **Sciences Agronomiques**

Spécialité : **Production Animale**

Présentée par :

**DADOUNE Khadidja**

**NACHEF Ghaniyya**

*Thème*

---

Caractérisation morpho-pondérale et qualité nutritionnelle des œufs de  
poules locales comparés avec les œufs des souches sélectionnées

---

Soutenu le, 18/11/2020

**Devant le Jury :**

CHAHBAR Mohamed	Président	M.C.B	CU-Tissemsilt
DRIZI Nadja	Encadreur	M.A.A	CU-Tissemsilt
HARRICH Zahira	Examinatrice	Doctorante	Univ-Tiaret

**Année universitaire : 2019-2020**

# Remerciements



*Notre remerciement s'adresse en premier lieu à Allah le tout puissant pour la volonté, la santé, la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années et le courage pour accomplir ce travail.*

*Avant tout, nous remercions mon encadreur de mémoire, Mme DRIZI N pour la confiance et l'attention qu'elle nous a accordées tout au long de ce travail et pour ses conseils scientifiques précieux, son suivi et ses conseils avisés qui ont facilité l'aboutissement de ce travail.*

*Nous sommes très reconnaissants ainsi que l'honneur qu'il nous a fait monsieur le Docteur CHAHBAR M pour présider ce Jury.*

*Nos vifs remerciements s'adressent aux membre de Jury Mme HARICHE Z, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Ainsi que nos sincères remercions à tous les enseignants de la spécialité de Production Animale , spécialement monsieur le Docteur TEFIEL H.*

*Enfin, nous remercions tout les personnes qui a facilité les taches tout au long de ce travail, notamment sur la partie expérimental. En particulier, nous mentionnons le responsable du complexe d'élevage de poulets des souches sélectionnées dans la commune de Tissemsilt et la famille rurale dans la commune de Maacem.*

***Khadija & Ghaniyya***

# Dédicace



*Pour que ma réussite soit complète, je le partage avec toutes les personnes que j'aime, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère :*

*Pour l'homme de ma vie, mon idéal éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, la personne qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir :*  
*mon cher père .*

*À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre :*  
*ma Maman adorée.*

*A ma chère sœur Zoulikha et à ses enfants Islam et Abdelhadi.*  
*A mes très chers frères : Yazid, Bouziane, Ben tamra, Youcef, Saïd et Hamza.*  
*A Mr MAHIA Mohamed.*

*A tous mes enseignants durant mon cycle d'étude universitaire, Surtout le Docteur CHAHBAR Mohamed, TEFIEL Hakim et Mme CHAHIH Hadjira.*

*Que Allah les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*Ma reconnaissance envers ma sœur et mes frères et envers toute ma famille et mes collègues qui m'ont toujours encouragé en m'apportant leurs soutiens tout au long des années d'études.*

*Enfinement je remercie chaleureusement mes parents pour leurs soutiens, qui, sans eux, je n'aurais pu réussir mes études. Merci Maman et papa de m'avoir donné tant d'amour et de tendresse.*

**DADOUNE Khadidja**



## *Dédicace*



*Je dédie ce travail à ma mère et mon père les plus chers et les plus précieux,*

*À ma chère maman, qui m'a appelé tout au long de cette carrière  
universitaire.*

*À mon cher père, qui m'a entouré de ses soins et de ses prières.*

*Je prie Dieu de prolonger leur vie.*

*À mes amis et collègues.*

*A tous ceux qui m'ont tendu la main dans ma carrière scientifique.*

*À tous ceux qui ont une place spéciale dans mon cœur.*

*À tous nos stylos ont oublié et nos cœurs n'ont pas oublié.*

*A tous ceux-ci je dédie cet humble travail.*

*Souhaitant que Dieu Tout-Puissant nous aide dans la vie.*

*NACHEF Ghaniyya*



### Listes des figures

<b>Figure II.1</b> : Système reproducteur de la poule adulte .....	17
<b>Figure II.2</b> : Cinétique des dépôts et lieu de formation de l'œuf de poule.....	22
<b>Figure II.3</b> : La structure anatomique de l'œuf .....	23
<b>Figure III.1</b> : Classification des œufs par catégorie de poids.....	33
<b>Figure III.2</b> : Exemple de codage d'un œuf de table .....	34
<b>Figure III.3</b> : Taille et couleur des œufs.....	37
<b>Figure III.4</b> : Œuf ridé.....	38
<b>Figure III.5</b> : Œufs à coquille molle.....	38
<b>Figure III.6</b> : Œuf tacheté de calcium .....	39
<b>Figure III.7</b> : Œufs présentant des défauts ultrastructurels .....	40
<b>Figure III.8</b> : Œuf à double jaune.....	41
<b>Figure III.9</b> : Présence de taches de sang dans le contenu de l'œuf .....	42
<b>Figure III.10</b> : Influence de l'âge des animaux sur la hauteur du blanc d'œuf (Convertie en unités Haugh).....	51
<b>Figure IV.1</b> : Photo de lieu de l'élevage avicole de la famille rurale dans le douar de Sab Smen (commune de Maacem) .....	57
<b>Figure IV.2</b> : Complexe avicole privé dans la zone de Sidi ben tamra (commune de Tissemsilt) .....	58
<b>Figure IV.3</b> : Race PL Fayoumi .....	59
<b>Figure IV.4</b> : Matériel utilisés pour l'aliments PL en l'élevage traditionnel .....	60
<b>Figure IV.5</b> : Matériel utilisés pour l'eau des poules locales (PL) en l'élevage traditionnel ..	60
<b>Figure IV.6</b> : Aliment et l'eau distribué aux PL .....	61
<b>Figure IV.7</b> : Lieu de collecte des œufs PL.....	62
<b>Figure IV.8</b> : Souche de poules pondeuses Brown Nick H&N.....	63
<b>Figure IV.9</b> : Type de batterie de l'élevage.....	64
<b>Figure IV.10</b> : Système de distribution d'eau .....	65
<b>Figure IV.11</b> : Système d'aération au niveau de bâtiment .....	65
<b>Figure IV.12</b> : Système de refroidissement au niveau de bâtiment.....	66
<b>Figure IV.13</b> : Silos de stockage d'aliment .....	66
<b>Figure IV.14</b> : Système de ramassage des œufs .....	67
<b>Figure IV.15</b> : Aliment distribué aux SS.....	68
<b>Figure IV.16</b> : Avitouche de marque TUFFIGO RAPIDEX .....	68
<b>Figure IV.17</b> : Lieu de collecte des œufs SS.....	69

## Listes des figures

---

<b>Figure IV.18</b> : Matériels utilisés pour l'étude des paramètres morpho-pondéraux des œufs.	71
<b>Figure IV.19</b> : Numérotation des œufs PL et SS.....	71
<b>Figure IV.20</b> : Pesés des œufs PL et SS .....	72
<b>Figure IV.21</b> : Mesure de l'index de forme des œufs PL et SS à l'aide d'un pied à coulisse	72
<b>Figure IV.22</b> : Pesée de la coquille à l'aide d'une balance de haute précision .....	73
<b>Figure IV.23</b> : Séparation du blanc et du jaune d'œuf .....	74
<b>Figure IV.24</b> : Pesée du jaune d'œuf.....	74
<b>Figure IV.25</b> : Pesée de l'albumen d'œuf .....	75
<b>Figure IV.26</b> : Mesure de la hauteur du vitellus.....	76
<b>Figure IV.27</b> : Mesure de la largeur du vitellus .....	77
<b>Figure IV.28</b> : Mesure de la longueur de l'albumen .....	77
<b>Figure IV.29</b> : Mesure de la largeur de l'albumen .....	78
<b>Figure IV.30</b> : Courbe des valeurs obtenues à partir des tubes de la gamme étalon.....	80
<b>Figure V.1</b> : Poids moyen des œufs de poules SS et PL .....	82
<b>Figure V.2</b> : Index de forme des œufs de poules SS et PL.....	84
<b>Figure V.3</b> : Poids de la coquille des œufs de poules SS et PL.....	85
<b>Figure V.4</b> : Pourcentage de la coquille des œufs de poules SS et PL.....	86
<b>Figure V.5</b> : Index de la coquille des œufs de poules SS et PL.....	87
<b>Figure V.6</b> : Poids du jaune des œufs de poules SS et PL.....	89
<b>Figure V.7</b> : Pourcentage du jaune des œufs de poules SS et PL.....	90
<b>Figure V.8</b> : Poids d'albumen des œufs de poules SS et PL .....	91
<b>Figure V.9</b> : Pourcentage d'albumen des œufs de poules SS et PL .....	91
<b>Figure V.10</b> : Rapport Jaune / Blanc des œufs de poules SS et PL.....	93
<b>Figure V.11</b> : Index du jaune des œufs de poules SS et PL.....	94
<b>Figure V.12</b> : Index d'albumen des œufs de poules SS et PL .....	95
<b>Figure V.13</b> : Unités d'Haugh des œufs de poules SS et PL.....	96
<b>Figure V.14</b> : Présence des tâches de sang .....	99

**Listes des tableaux**

<b>Tableau I.1</b> : Dix premiers pays producteurs d'œufs en 2014 .....	3
<b>Tableau I.2</b> : Développement de la production des œufs en Afrique entre 1990 et 2008 (tonnes).....	4
<b>Tableau I.3</b> : Dix premiers pays producteurs d'œufs en Afrique en 2012.....	5
<b>Tableau I.4</b> : Premiers pays producteurs d'œufs en Afrique entre 2000 et 2013 (mille de tonnes) .....	6
<b>Tableau I.5</b> : Évolution de la production et des importations des œufs (millions) .....	7
<b>Tableau II.1</b> : Composition du jaune d'œuf en pourcentage de la matière sèche .....	18
<b>Tableau II.2</b> : Principales protéines du blanc d'œuf .....	20
<b>Tableau II.3</b> : Les dimensions moyennes de l'œuf de poule .....	24
<b>Tableau II.4</b> : Proportions des différentes parties de l'œuf de poule.....	24
<b>Tableau II.5</b> : Composition moyenne d'un œuf de poule en % de poids.....	28
<b>Tableau II.6</b> : Composition du vitellus en % de matière sèche.....	29
<b>Tableau II.7</b> : Principales protéines du blanc en % de matière sèche .....	29
<b>Tableau II.8</b> : Composition des parties comestibles d'un œuf de poule de 60 g.....	30
<b>Tableau II.9</b> : Composition centésimale du jaune d'œuf de poule en pourcentage de matière sèche .....	31
<b>Tableau II.10</b> : Quantités absolues de protéines et de lipides dans un jaune d'œuf de poule de 60 g .....	31
<b>Tableau II.11</b> : Acides gras principaux du jaune en p.100 des acides gras totaux .....	31
<b>Tableau III.1</b> : Teneurs de l'œuf en acides aminés (en mg par œuf de 60 g) .....	43
<b>Tableau III.2</b> : Teneurs de l'œuf en minéraux.....	45
<b>Tableau III.3</b> : Teneurs de l'œuf en vitamine.....	46
<b>Tableau III.4</b> : Exemples d'effets de températures élevées sur la part relative de chaque constituant de l'œuf .....	53
<b>Tableau III.5</b> : Effet du taux protidique du régime sur le poids de l'œuf et de ses constituants .....	55
<b>Tableau V.1</b> : Comparaison entre caractérisation morpho-pondéral externe des œufs PL et SS de l'expérience (Moyenne ± écart-type et valeur de p).....	81
<b>Tableau V.2</b> : Comparaison entre caractérisation morpho-pondéral interne des œufs PL et SS de l'expérience (Moyenne ± écart-type et valeur de p).....	88
<b>Tableau V.3</b> : Corrélations de Pearson (r) entre certains les paramètres internes et externes des œufs PL (n= 30) et des œufs SS (n= 30) .....	97

**Tableau V.4 :** Distribution des classes de poids des œufs PL et SS (%).....98

## Liste des abreviations

---

### Liste des abreviations

%	Pourcentage
°C	Degré celsius
µg	Microgramme
µl	Microlitre
ANCA	Association Nationale des Commerçants et Artisans
ANOVA	<b>A</b> nalysis <b>O</b> f <b>V</b> ariance
BSA	Bovine Serum Albumin (Albumine sérique bovine)
Ca <sup>++</sup>	Calcium
CaCO <sub>3</sub>	Carbonate de calcium
cm	Centimètre
cm <sup>2</sup>	Centimètre Carré
DA	Dinar Algérien
DRDPA	Direction de la Régulation et du Développement de la Production Agricole (MADR)
FAO	Food and Agricultural Organisation
FCFA	Franc de la Communauté Financière Africaine
g	Gramme
Gg	Gangliosides
GL	Glycolipides
h	Heure
HDL	High Density Lipoprotein (lipoprotéine de haute densité)
ICH	Improper à la Consommation Humaine
IF	Index de forme
J	Jour
kcal	Kilocalories
Kg	Kilogramme
LDL	Low Density Lipoprotein (lipoprotéine de faible densité)
LN	Lipides Neutres
m	Mètre
m <sup>2</sup>	Mètre Carré
m <sup>3</sup>	Mètre Cube
MADR	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
mg	Milligramme

## Liste des abreviations

---

min	Minute
ml	Millilitre
mm	Millimètre
MS	Matière Sèche
Mt	Million de tonnes
NaCl	Chlorure de sodium
NaOH	Hydroxyde de sodium
NIR	Near InfraRed (Proche infrarouge)
OAC	Œufs à couver
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONAB	Office National des Aliments du Bétail
ORAC	Office Régional d'Aviculture de Centre.
ORAVIE	Office Régional d'Aviculture de l'Est.
ORAVIO	Office Régional d'Aviculture de l'Ouest.
pH	Potentiel hydrogène
PhLi	Phospholipides
PL	Poules Locales
Rapport J/B	Rapport jaune/blanc
RIR	Rhode Island Red
RMN	Résonance Magnétique Nucléaire
SDS	Sodium dodecyl sulphate (Dodécylsulfate de sodium)
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SS	Souche Sélectionnée
UH	Unités Haugh
UI	Unité internationale
USDA	United States Department of Agriculture.
UV	Ultraviolet
UVC	Unité de vente au consommateur
v/v	Volume/Volume
VB	Valeur Biologique
VIS	Visible Spectroscopy (Spectroscopie dans le visible)
VLDL	Very Low Density Lipoprotein (lipoprotéine de très basse densité)
µm	Micromètre

## Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Listes des figures	
Listes des tableaux	
Liste des abreviations	
Introduction générale.....	1

### Partie bibliographique

#### Chapitre I : Production des œufs en Algérie et dans le monde

I.1. Production des œufs .....	3
I.1.1. Production des œufs dans le monde .....	3
I.1.2. Production des œufs en Afrique .....	4
I.1.3. Production des œufs en Algérie.....	6
I.1.3.1. L'évolution de la production des œufs.....	7
I.1.3.2. Différents types de production des œufs.....	8
I.1.3.2.1. Types de production des œufs PL .....	8
I.1.3.2.2. Types de production des œufs SS .....	9
I.2. Importance de la production des œufs .....	10
I.2.1. Importance économique .....	10
I.2.2. Importance alimentaire ou nutritionnelle .....	10
I.2.3. Importance socio-culturelle .....	10
I.2.4. Importance technique .....	11
I.3. Les contraintes de la filière œuf de consommation.....	11
I.3.1. Difficulté de production .....	11
I.3.2. Difficulté d'approvisionnement en facteurs de production .....	11
I.3.3. Difficulté de commercialisation .....	11
I.3.4. Contraintes de la production des œufs.....	12
I.3.4.1. Contrainte génétique.....	12
I.3.4.2. Contrainte alimentaire.....	12
I.3.4.3. Contrainte sanitaire .....	12

#### Chapitre II : Formation et composition de l'œuf

II.1. Anatomie et formation de l'appareil génital femelle .....	14
---	----

## Table des matières

---

II.1.1. Développement de l'appareil génital femelle.....	14
II.1.1.1. La mise en place de l'ovaire et de l'oviducte durant la vie embryonnaire.....	14
II.1.1.2. Développement de l'appareil génital femelle après l'éclosion.....	14
II.1.2. Anatomie de l'appareil reproducteur de la poule .....	15
II.1.2.1. l'ovaire.....	15
II.1.2.2. l'oviducte .....	15
II.1.2.2.1. L'infundibulum .....	15
II.1.2.2.2. Le magnum .....	16
II.1.2.2.3. L'isthme.....	16
II.1.2.2.4. L'utérus.....	16
II.1.2.2.5. La jonction utéro-vaginale .....	16
II.1.2.2.6. Le vagin .....	16
II.2. Formation de l'œuf .....	17
II.2.1. Au niveau de l'ovaire la formation du jaune d'œuf.....	17
II.2.1.1. Phase initiale d'accroissement lent.....	17
II.2.1.2. Phase intermédiaire.....	18
II.2.1.3. Phase de grand accroissement .....	18
II.2.2. Au niveau de l'oviducte dépôt des constituants de l'œuf .....	19
II.2.2.1. L'infundibulum.....	19
II.2.2.2. Le magnum .....	19
II.2.2.3. L'isthme.....	21
II.2.2.4. L'utérus.....	21
II.2.2.6. Le vagin .....	21
II.3. Structure et composition de l'œuf.....	22
II.3.1. La dénomination.....	22
II.3.2. Les œufs .....	23
II.3.2.1. Structure interne de l'œuf.....	23
II.3.2.1.1. Le vitellus .....	25
II.3.2.1.2. La membrane vitelline .....	25
II.3.2.1.3. L'albumen.....	25
II.3.2.1.4. Les membranes coquillières .....	26
II.3.2.1.5. La chambre à air .....	26
II.3.2.1.6. La coquille .....	26
II.3.2.1.6.1. La couche mamillaire .....	26
II.3.2.1.6.2. La couche spongieuse.....	27

## Table des matières

A. Le capuchon basal des cristaux .....	27
B. La couche des cônes cristallins .....	27
C. La couche palissadique.....	27
D. La couche amorphe .....	27
II.3.2.1.7. La cuticule.....	28
II.3.2.2. Composition de l'œuf .....	28
II.3.2.2.1. Composition de la coquille .....	28
II.3.2.2.2. Composition du blanc .....	29
II.3.2.2.3. Composition du jaune .....	30

### Chapitre III : Qualité de l'œuf et facteurs de variation

III.1. Qualité interne et externe des œufs .....	32
III.1.1. Classification des œufs .....	32
III.1.1.1. Classification par catégorie .....	32
III.1.1.1.1. Catégorie A.....	32
III.1.1.1.2. Catégorie B .....	32
III.1.1.2. Classification selon le poids .....	33
III.1.1.3. Classification selon le mode d'élevage .....	34
III.1.1.3.1. L'élevage de poules pondeuses dont est issu l'œuf.....	34
III.1.1.3.1.1. Œufs de poules élevées en cage .....	35
III.1.1.3.1.2. Œufs de poules élevées au sol.....	35
III.1.1.3.1.3. Œufs de poules élevées en plein air .....	35
III.1.1.3.1.4. Œufs biologiques .....	35
III.1.2. Qualité externe et interne .....	35
III.1.2.1. Qualité externe .....	35
III.1.2.1.1. Taille et forme .....	35
III.1.2.1.2. Couleur (Couleur de la coquille) .....	36
III.1.2.1.3. Qualité de la coquille.....	37
III.1.2.1.3.1. Œufs « pré-fêlés in vivo ».....	37
III.1.2.1.3.2. Œufs auréolés.....	37
III.1.2.1.3.3. Œufs à coquille ondulée.....	37
III.1.2.1.3.4. Œufs à coquille molle ou sans coquille .....	38
III.1.2.1.3.5. Œufs mauves, roses et tachetés de calcium .....	39
III.1.2.1.3.6. Œufs à coquille rugueuse .....	39
III.1.2.1.3.7. Œufs présentant des aspérités .....	39

## Table des matières

---

III.1.2.1.3.8. Œuf à « fenêtres » translucides .....	39
III.1.2.1.3.9. Autres défauts .....	40
III.1.2.2. Qualité interne .....	40
III.1.2.2.1. Aspect général .....	40
III.1.2.2.1.1. Blanc aqueux.....	40
III.1.2.2.1.2. Jaunes tachetés et décolorés.....	40
III.1.2.2.1.3. Œufs à double jaune.....	41
III.1.2.2.1.4. Jaunes cassés.....	41
III.1.2.2.1.5. Présence des inclusions.....	41
III.1.2.2.2. Qualité nutritionnelle de l'œuf .....	42
III.1.2.2.2.1. Protéines d'œuf de poule .....	42
III.1.2.2.2.2. Lipides de l'œuf.....	43
III.1.2.2.2.3. Glucides .....	44
III.1.2.2.2.4. Minéraux .....	44
III.1.2.2.2.5. Vitamines .....	45
III.1.2.2.2.6. Pigments.....	47
III.1.3. Evaluation de la qualité interne et externe .....	47
III.1.3.1. Evaluation de la qualité externe .....	47
III.1.3.1.1. Poids de l'œuf.....	47
III.1.3.1.2. Qualité de la coquille.....	47
III.1.3.2. Evaluation de la qualité interne .....	48
III.1.3.2.1. Qualité de l'albumen .....	48
III.1.3.2.2. Qualité du vitellus.....	48
III.1.3.2.3. Présence et détection des inclusions.....	49
III.2. Facteurs de variation de la qualité de l'œuf.....	49
III.2.1. Effets du poids de l'œuf et de l'âge de la poule.....	49
III.2.2. Facteurs de l'origine génétique des animaux et de la sélection.....	51
III.2.3. Effets de la saison et de la température.....	53
III.2.4. Effets du mode d'élevage des animaux .....	53
III.2.5. Effets de l'alimentation.....	54
III.2.5.1. Rôle des protéines du régime .....	54
III.2.5.2. Rôle des lipides de régime .....	55
III.2.5.3. Effet des glucides .....	55
III.2.5.4. Effet des minéraux et vitamines alimentaires .....	55
III.2.5.5. Effet de résidus contaminants dans les œufs.....	56

# Table des matières

---

## Partie expérimentale

### Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1. Objectif de travail.....	57
IV.2. Présentation de sites d'élevage.....	57
IV.3. Etude descriptive des modes d'élevage dans la région de Tissemsilt.....	58
IV.3.1. Pour les œufs PL.....	58
IV.3.1.1. Races PL.....	58
IV.3.1.2. Mode de conduite.....	59
IV.3.1.3. Habitat.....	59
IV.3.1.4. Equipement.....	59
IV.3.1.5. Alimentation.....	61
IV.3.1.5.1. Repas du matin entre (10 et 11h).....	61
IV.3.1.5.2. Repas du soir.....	61
IV.3.1.6. Santé.....	61
IV.3.1.7. Utilisation et commercialisation des œufs.....	62
IV.3.1.8. Contraintes.....	62
IV.3.2. Pour les œufs SS.....	63
IV.3.2.1. Description des caractéristiques des élevages.....	63
IV.3.2.1.1. Type d'élevage.....	63
IV.3.2.1.2. Capacité d'élevage.....	63
IV.3.2.1.3. Souche de poules pondeuses.....	63
IV.3.2.1.4. Durée de production.....	64
IV.3.2.2. Conduite d'élevage.....	64
IV.3.2.2.1. Bâtiments.....	64
IV.3.2.2.2. Equipements.....	64
IV.3.2.2.3. Densité.....	67
IV.3.2.2.4. Alimentation.....	67
IV.3.2.2.5. Facteurs d'ambiance.....	68
IV.3.2.2.6. Conduite sanitaire.....	68
IV.3.2.3. Commercialisation des œufs.....	69
IV.4. Collecte des œufs.....	70
IV.5. Etude de la caractérisation morpho-pondérale des œufs.....	70
IV.5.1. Matériel.....	70
IV.5.2. Méthodes d'analyse.....	71
IV.5.2.1. Mesures des paramètres morpho-pondéraux des œufs.....	71

## Table des matières

---

IV.5.2.1.1. Poids de l'œuf.....	71
IV.5.2.1.2. Index de forme.....	72
IV.5.2.1.3. Poids de la coquille .....	73
IV.5.2.1.4. Index de coquille .....	73
IV.5.2.1.5. Poids du vitellus .....	73
IV.5.2.1.6. Poids d'albumen .....	74
IV.5.2.1.7. Pourcentage de la coquille, de l'albumen et du vitellus .....	75
IV.5.2.1.8. Rapport jaune / blanc.....	75
IV.5.2.1.9. Index du vitellus .....	76
IV.5.2.1.10. Index d'albumen.....	77
IV.5.2.1.11. Unités Haugh.....	78
IV.5.2.2. Dosage des lipides totaux à froid par la méthode de Folch .....	78
IV.5.2.3. Dosage des protéines totales par la méthode de Bradford .....	79
IV.5.2.3.1.Principe.....	79
IV.5.2.3.2.Principe d'une gamme étalon et d'un droit étalon .....	79
 Chapitre V : Résultats et discussion  	
V.1. Comparaison des paramètres morfo-pondéraux .....	81
V.1.1. Comparaison des paramètres morfo-pondéraux externe .....	81
V.1.1.1. Poids de l'œuf.....	81
V.1.1.2 Index de forme.....	83
V.1.1.3. Poids et pourcentage de la coquille .....	84
V.1.1.4. Index de la coquille .....	86
V.1.2. Comparaison des paramètres morfo-pondéraux interne.....	87
V.1.2.1. Poids et pourcentage du jaune .....	88
V.1.2.2. Poids et pourcentage d'albumen.....	90
V.1.2.3. Rapport Jaune / Blanc.....	92
V.1.2.4. Index du jaune .....	93
V.1.2.5. Index d'albumen.....	94
V.1.2.6. Unités d'Haugh.....	95
V.1.2.7. Corrélations des paramètres .....	97
V.1.3. Répartition des œufs selon le poids .....	98
V.1.4. Anomalies de l'albumen et du vitellus des œufs.....	98
V.2. Comparaison des teneurs en lipides totaux et en protéines totales.....	99
Conclusion générale et perspectives.....	100

## Table des matières

---

Références bibliographiques .....	102
Annexes	
Résumé	

# Introduction générale

### Introduction générale

L'œuf est une source essentielle de protéines animales. Il constitue un aliment de base dans l'alimentation humaine. Les souches *Gallus* destinées à la production d'œufs de consommation sont distinctes de celles destinées à l'engraissement.

L'œuf est connu depuis toujours comme un aliment d'une grande valeur nutritive, facile à digérer, et très utilisé en diététique humaine ; il convient donc d'exposer les connaissances acquises sur l'œuf tant sur le plan de la reproduction que sur le plan de la consommation.

En effet, de part sa composition riche et variée, ce produit a pris un tel essor qu'il devient impératif de fournir des œufs de bonne qualité exempts de toute bactérie pathogène pouvant conduire à des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) souvent graves.

Durant les années 60, la production avicole en Algérie était de type fermier, familial, sans organisation particulière, dont les faibles productions étaient réservées à l'autoconsommation. Le pays a vécu, dès 1969, une amorce d'un programme de développement des productions animales, dont l'aviculture, par la création de structures visant à organiser la production de l'aviculture (ENSV, 2012).

Aujourd'hui, l'état algérien compte pour une bonne part sur le développement de la production avicole pour améliorer l'alimentation des habitants et pour la réalisation d'une autosuffisance en produits avicoles.

Selon le ministère d'agriculture algérienne "La production d'œufs de consommation en Algérie passant à 6,6 milliards d'unités produites en 2017, contre 3,8 unités en 2009 (APS, 2018). Toute fois, une partie non négligeable de notre population apprécie et préfère les œufs issus de poules pondeuses en élevage fermier, où les poules circulent librement, et ceci malgré le prix exorbitant (Rossi et De Reu, 2011).

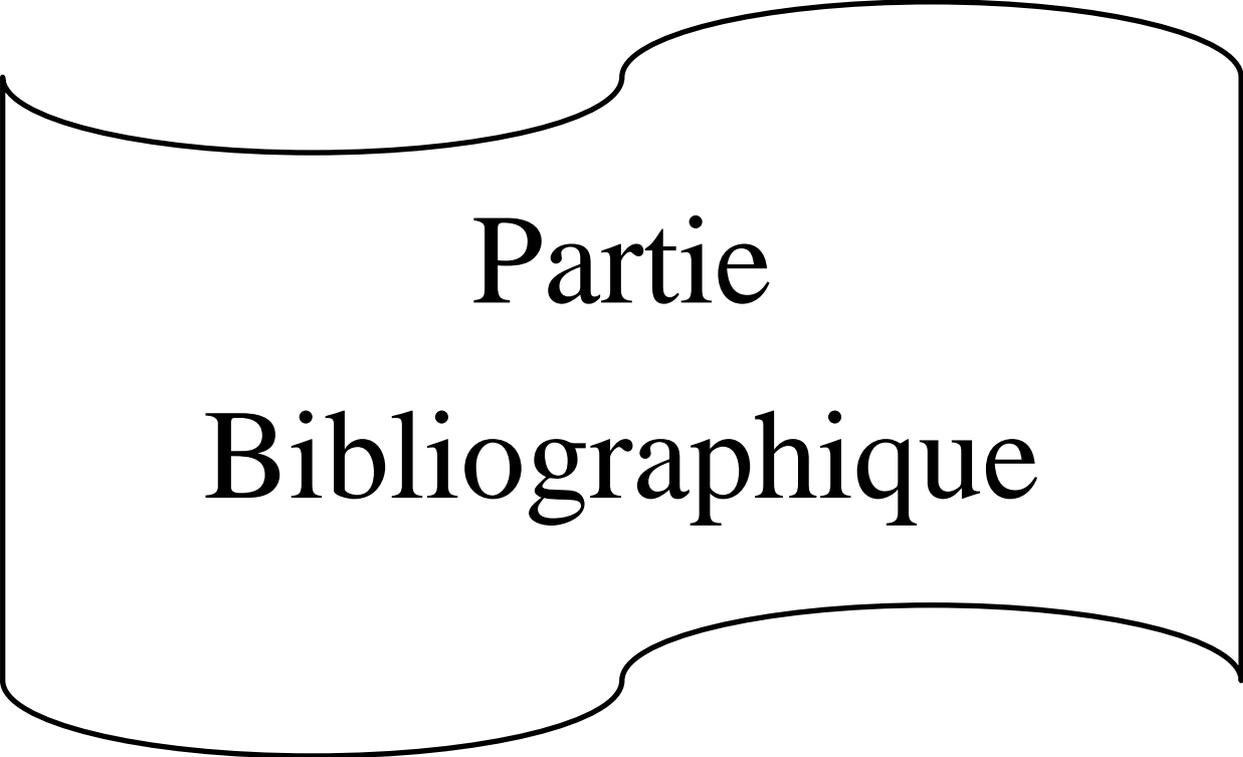
Plusieurs études se basent dans leurs évaluations de la qualité des œufs sur l'aspect extérieur qui représente la qualité externe de l'œuf et sur les critères qualitatifs internes qui représente la qualité interne (Çağlayan et *al.*, 2009 ; Holt et *al.*, 2011 ; Sreenivas et *al.*, 2013 ; Rath et *al.*, 2015).

Dans le présent travail nous avons comparé entre les œufs appartenant aux poules locales (PL) avec une ceux qui proviennent des souches sélectionnées (SS) (ou dite

commerciale) par l'étude de la caractérisation morpho-pondérale et la qualité nutritionnelle de ces derniers pour pouvoir faire la différence entre eux.

Ce travail est divisé en deux parties :

- ✓ La première partie est une synthèse bibliographique, elle présente successivement la production des œufs en Algérie et dans le monde, la formation et composition de l'œuf et qualité de l'œuf et facteurs de variation.
- ✓ La deuxième partie rapporte l'étude expérimentale à travers le matériel et la méthodologie utilisé, les résultats et discussion.



Partie

Bibliographique

Chapitre I :  
Production des œufs  
en Algérie et dans le  
monde

## I.1. Production des œufs

### I.1.1. Production des œufs dans le monde

La production mondiale de l'œufs de poule a augmenté de 46,55 million de tonnes (Mt) en 1997 à 62,57 Mt en 2007, soit une augmentation de 34 %, selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), ce qui correspond à une croissance moyenne annuelle de 3 %. La croissance enregistrée durant la décennie 1997-2007 était tirée essentiellement par certains pays asiatiques (la Chine, l'Inde, l'Indonésie et les philippines). Ces derniers représentent 60 % de la production mondiale et 56 % de la croissance mondiale enregistrée durant cette période (Magdelaine et *al.*, 2010).

Selon les estimations de la FAO, la production d'œufs de poules dans le monde a atteint 68,3 Mt en 2013. La Chine le premier producteur mondial (24,5 Mt), représente à elle seule 36 % de la production mondiale en 2013, suivie de l'Union européenne à 27 (7 Mt), des Etats-Unis (5 Mt), de l'Inde (3,8 Mt) et du Japon (2,5 Mt) (ITAVI, 2015).

D'après les projections de la FAO, la production mondiale d'œufs de poules a atteint 70,4 Mt en 2015. La FAO prévoit une production mondiale de 89,9 millions de tonnes à l'horizon 2030 (Alyssa, 2012).

**Tableau I.1** : Dix premiers pays producteurs d'œufs en 2014 (FAO, 2018)

Pays	Production (Mt)
Chine	26,59
Etats Unis	6,46
Inde	5,23
Mexique	2,87
Brésil	2,66
Japon	2,62
Fédération de Russie	2,48
Indonésie	1,64
Turquie	0,96
Ukraine	0,92

**I.1.2. Production des œufs en Afrique**

Selon les estimations de la FAO, la production africaine des œufs de consommation a atteint 2,438 Mt en 2008, soit une augmentation de 58,1 % par rapport à 1990. La contribution du continent africain dans la production mondiale est estimée à 4 % en 2008 (Wattagnet, 2011).

**Tableau I.2 :** Développement de la production des œufs en Afrique entre 1990 et 2008 (tonnes) (Wattagnet, 2011)

<b>Année \ Pays</b>	<b>Afrique du Nord</b>	<b>Afrique de l'Est</b>	<b>Afrique du Centre</b>	<b>Afrique du Sud</b>	<b>Afrique de l'Ouest</b>	<b>Total</b>
1990	574000	261000	31000	217000	458000	1 541000
2000	700000	281000	33000	325000	578000	1 917000
2008	821000	308000	34000	495000	780000	2 438000
Evolution entre 1990 et 2008 (%)	+ 43,9	+ 18	+ 9,8	+ 128,1	+ 70,3	+ 58,1

Dans les pays d'Afrique du nord où la démographie et l'urbanisation sont en très forte croissance, la production industrielle s'accroît rapidement. La filière souffre toutefois d'une dépendance plus ou moins marquée vis-à-vis de l'alimentation animale, d'un climat chaud et des pratiques médiocres. Le Maroc vient en tête avec 175000 tonnes d'œufs, suivi de l'Algérie (144000 tonnes d'œufs), puis la Tunisie (80000 tonnes d'œufs).

La part de la production industrielle est croissante et essentiellement concentrée dans les zones périurbaines. Bien que la filière soit handicapée par une mauvaise structure du marché et des prix instables liés à des réseaux de distribution archaïques, de nombreux intermédiaires et de rares centres de conditionnement, la filière des œufs de consommation est en plein essor.

L'Afrique subsaharienne voit sa production augmenter également à un rythme relativement élevé, de 25 % par an, en moyenne. Cependant, alors que 13 % de la population mondiale y vit, le continent africain représente 4 % de la production mondiale d'œufs. De nombreux pays ne disposent ni de ressources alimentaires suffisantes pour permettre un développement de masse, ni d'outils de production et d'une organisation de filières capables d'approvisionner régulièrement les marchés à des prix concurrentiels face aux importations.

Les principaux pays producteurs d'œufs sont le Nigeria (435000 tonnes), l'Afrique du Sud (318000 tonnes), l'Egypte (177000 tonnes), l'Ethiopie (75000 tonnes) et Tanzanie

(58000 tonnes). A noter que les six premiers pays producteurs d'œufs de consommation sont aussi les premiers producteurs de viande de volaille.

En Afrique de l'Ouest francophone, les principaux pays producteurs sont le Sénégal et la Côte d'Ivoire. La production reste dominée par la production issue d'élevages modernes. La filière organisée a souffert de la dévaluation du FCFA et de l'inflation.

Au Nigeria, premier pays producteur d'Afrique, la production est stable depuis 1990. Le deuxième pays producteur du continent, l'Afrique du Sud a peu développé sa production depuis 1990, en dépit de l'importance de son marché (Magdelaine, 2004).

La production d'œufs de poules en Afrique a atteint 3 Mt en 2012, soit une hausse de 3,9 % par rapport à 2000. La part de l'Afrique dans la production mondiale est passée de 3,7 % en 2000 à 4,5 % en 2012. Cette production se montre avec croissance annuelle moyenne de 3,9 %, dépassant le taux de croissance mondial estimé à 2,2 %. Une grande partie de la production est assurée principalement par 5 pays (Nigeria, Afrique du Sud, Egypte, Algérie et Maroc) en 2012, produisant 2,06 Mt d'une production totale de 3 Mt (The Poultry Site, 2014).

**Tableau I.3 :** Dix premiers pays producteurs d'œufs en Afrique en 2012 (The Poultry Site, 2014)

Classement	Pays	Production (tonnes)
1	Nigeria	640000
2	Afrique du Sud	535000
3	Égypte	310000
4	Algérie	308600
5	Maroc	272000
6	Tunisie	97700
7	Kenya	96100
8	Libye	63600
9	Burkina Faso	59500
10	Zambie	55000

La production de l'Afrique était estimée par la FAO à 3,1 Mt en 2013, soit une augmentation de 3,8 % par rapport à l'an 2000. Ce taux de croissance était supérieur à celui enregistré à l'échelle mondiale estimé à 2,3 %. La production en Afrique pourrait atteindre 3,3 Mt en 2015 (The poultry site, 2015).

**Tableau I.4 :** Premiers pays producteurs d'œufs en Afrique entre 2000 et 2013 (mille de tonnes) (The Poultry Site, 2015)

<b>Année</b> <b>Pays</b>	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nigeria	400	500	581	613	623	636	640	650
Afrique du Sud	318	366	473	450	473	511	535	540
Maroc	235	232	192	200	244	265	272	278
Egypte	177	235	356	249	291	306	310	315
Algérie	101	175	184	194	261	280	309	347
Tunisie	82	84	89	88	92	93	98	99
Kenya	61	58	77	81	93	94	96	98

### I.1.3. Production des œufs en Algérie

Durant l'année 2017, plus de 5 milliards d'œufs ont été consommés d'une valeur d'environ 60 milliards de dinars, selon l'Association nationale des commerçants et artisans (ANCA).

Selon le ministère de l'agriculture, l'Algérie a eu depuis toujours une autosuffisance en matière de production d'œufs. L'aviculture est une activité en pleine expansion. Elle assure l'autosuffisance en œufs de consommation. La filière a atteint un stade de développement qui lui confère désormais une place de choix dans l'économie nationale. Selon la direction des services agricoles de la wilaya d'Alger, il y a une production annuelle de 125 millions d'œufs. Au niveau de la Capitale, 46 % des besoins de la population sont satisfaits et dans d'autres wilayas, les besoins sont largement couverts. Concernant la vente des œufs, le circuit de vente relie différentes wilayas.

Pour sa part, l'observatoire des filières avicoles algériennes, dans sa dernière note de conjoncture, explique que la filière ponte c'est une filière plus ou moins stable par rapport à la filière chair, la production des œufs est étalée sur une période d'une année. Depuis le début de cette année 2017, les éleveurs ponte n'ont pas enregistré de problèmes majeurs notamment sur le plan sanitaire (maladies) qui auraient eu un impact direct sur la production et les prix des œufs comme l'année dernière.

Durant le quatrième trimestre 2017 l'observatoire parle d'une légère hausse des prix des œufs de consommation aux différents stades (réformes des pondeuses et baisse de la production). Les prix variaient entre 8 à 8,5 DA l'unité au niveau de la production (sorti

poulailler) et 11 à 12 DA l'unité au niveau du détail. On note par contre une légère hausse des prix au niveau de la région de l'Ouest par rapport à l'Est et au Centre (Imene A., 2018).

### I.1.3.1. L'évolution de la production des œufs

La production des œufs s'est accrue en moyenne de 8 % par an entre 1996 et 2004. Cette croissance a été stimulée par :

- ✓ La réalisation en amont d'investissements dans l'aviculture par le secteur public.
- ✓ L'organisation des approvisionnements en intrants (aliments du bétail et facteurs de production, produits vétérinaires et équipements).
- ✓ La forte demande en œufs de consommation suite au renchérissement du prix de la viande rouge et blanche (INRAA, 2003).

Les investissements consentis dans ce domaine là ont permis d'obtenir à la fin 2005 de niveau de consommation 95 œufs par habitant et par an, (Tableau I.5).

**Tableau I.5 :** Évolution de la production et des importations des œufs (millions) (OFAL, 2000) et du MADR (DRDPA, 2007)

Périodes	1968	1973	1977	1982	1984-1989	1990-1995	1996-1999	2000-2004	2005
<b>Production</b>	187	215	268	572	2214	2143	1825	2805	3528
<b>Importation</b>	12,5	14	312	80	-	-	-	-	-

La mise en œuvre de la politique avicole a été confiée dès 1970 à l'ONAB et depuis 1980, aux offices publics issus de la restructuration de ce dernier (ONAB, ORAC, ORAVIO, ORAVIE).

Ce processus a mis, certes, fin aux importations de produits finis en 1984, la fin des importations des œufs s'explique par l'autosuffisance qu'est le résultat de la production interne, mais a accentué le recours aux marchés mondiaux pour l'approvisionnement des entreprises en intrants industriels (Inputs alimentaires, matériel biologiques, produits vétérinaires, équipements) (Ferrah, 2004).

La filière avicole dominée à 90 % par le secteur privé, a connu en moins d'une décennie, un bond significatif avec une richesse animale considérable de 240 millions de poulet de chair et de dinde", s'est félicité le ministre lors d'une journée d'étude consacré à la filière.

La production d'œufs de consommation a connu la même tendance haussière durant la même période en passant à 6,6 milliards d'unités produites en 2017, contre 3,8 unités en 2009, selon le ministre de l'Agriculture, du développement rural et de la pêche.

En termes de valeur, la production avicole a connue une hausse substantielle de 184 % atteignant 155,5 milliards de dinars, contre 54,8 milliards de dinars en 2009.

Le ministre a fait constater que durant les dix dernières années, le secteur de la volaille a enregistré une croissance de 6,2 % pour les œufs destinés à la consommation.

Selon le bilan présenté par Bouazghi, l'aviculture fait vivre des milliers de ménages dans le pays.

Cette activité pratiquée au niveau de 1322 communes à travers le territoire nationale, génère plus de 500000 postes d'emploi", a-t-il fait savoir en précisant que le quart de la production, soit 1,6 millions Mqt provient de quatre wilayas réputées par leur vocation avicole à savoir Batna, Sétif, Bouira et Médéa (APS, 2018).

### **I.1.3.2. Différents types de production des œufs**

#### **I.1.3.2.1. Types de production des œufs PL**

En Algérie, cet élevage se pratique pour les poules pondeuses, c'est surtout des élevages familiaux de faibles effectifs, qui s'opèrent en zone rurale. La production est basée sur l'exploitation PL, et les volailles issues sont la somme de rendement de chaque éleveur isolé. C'est un élevage qui est livré à lui-même, généralement aux mains de femmes, l'effectif moyen de chaque élevage fermier est compris entre 15 et 20 sujets, les poules sont alimentées par du seigle, de la criblure, de l'avoine, et des restes de cuisines.

Elevées en liberté et complètent leur alimentation autour de la ferme. Les poules sont destinées à la consommation familiale ou élevées pour la production des œufs (Belaid, 1993).

Si peu de données sont disponibles sur les races PL et les systèmes de production de volaille en Kabylie, quelques points méritent cependant d'être mentionnés. Ainsi, l'élevage est conduit par des paysans et autres éleveurs sans qualification, le plus souvent autour des habitations, à l'image de ce qui se pratique dans de nombreux pays africains (Akouango et *al.*, 2004). Les animaux sont logés soit dans des poulaillers rudimentaires en matériaux locaux, soit dans des cases d'habitation. L'élevage peut aussi tout simplement laissé en divagation.

Aucune mangeoire n'est généralement prévue, les animaux trouvant leur alimentation dans le milieu extérieur. Les poules peuvent quelquefois recevoir des aliments sous forme de grains de céréales ou de déchets de cuisine. L'aliment est alors servi à même le sol. Les flaques d'eau ou de vieux récipients abandonnés dans les cours constituent la source d'abreuvement. Les pondoires sont constitués de pailles, de copeaux de bois ou de feuilles de végétaux séchées.

Via l'importance PL, son exploitation en liberté dans l'élevage traditionnel est médiocre ce qui donne peu de profit pour l'éleveur. La poule est toujours en quête de nourriture, exposée aux prédateurs et au cambriolage ce qui signifie que l'éleveur n'a aucun contrôle dans l'élevage (Bougheddou, 2016).

#### **I.1.3.2.2. Types de production des œufs SS**

La filière ponte est très spécialisée. Les poules pondeuses d'œufs de consommation sont sélectionnées sur leur seule aptitude à pondre, ce qui conduit à la production de +/- 300 œufs (dépendant du système de production) au cours de leur premier et unique cycle de production. A l'issue de celui-ci, soit à un âge de +/- 500 j (dépendant également du système de production), les poules encore présentes sont réformées collectivement pour permettre la mise en place d'un nouveau lot de poulettes prêtes à pondre, après les opérations de nettoyage, désinfection et vide sanitaire du bâtiment. Ainsi, chaque poule génère au cours d'un unique cycle de ponte une masse d'œufs de l'ordre de 18 kg, à mettre en regard avec une carcasse valorisable de l'ordre de 1,1 kg seulement et de moindre qualité que celles des poulets de chair sélectionnés pour leur aptitude musculaire et abattus à un âge autrement plus précoce (de l'ordre de 40 j dans le cas du poulet standard). Cette différence à la fois quantitative et qualitative entre un produit principal, l'œuf, et un coproduit secondaire, la poule de réforme, nous a conduits à traiter séparément des pertes alimentaires relatives à ces deux productions de la filière ponte d'œufs de consommation (Coudurier, 2015).

Ce choix se justifie également par le fait que la filière de production d'œufs à couver (OAC) contribue elle aussi à la production de reproducteurs de réforme valorisés en alimentation humaine, et ce de manière non différenciée par rapport à ceux issus de la filière de production d'œufs de consommation. Ainsi, bien que ces deux filières soient totalement distinctes, elles seront considérées conjointement au niveau de leur coproduit commun. Par ailleurs, la filière OAC génère d'importants volumes d'œufs impropres à la consommation humaine (ICH) mais néanmoins valorisés par d'autres voies, conjointement avec la fraction

d'œufs ou coproduits d'œufs ICH générée par la filière œuf de consommation (Coudurier, 2015).

## **I.2. Importance de la production des œufs**

### **I.2.1. Importance économique**

L'aviculture en combinaison avec d'autres spéculations permet de diversifier et d'augmenter les revenus des populations agricoles. Au niveau national, elle est un moyen d'élargissement des activités et d'économie d'une partie des devises dépensées pour l'importation des produits avicoles. Enfin, les volailles peuvent contribuer au recyclage des 3 différents sous-produits agro-industriels en les transformant en produits nobles que sont la viande, les œufs etc (Dare, 1977).

Les filières avicoles ouest africaines réalisent des chiffres d'affaires relativement élevés qui varient de 2 milliards à 39 milliards de francs CFA (Afrique Agriculture, 1996).

En 2003, la production nationale d'œufs de consommation par la filière avicole améliorée en République de Guinée a été d'environ 235 millions d'œufs représentant un chiffre d'affaires de 35 milliards de Francs Guinéens (Guinee Dne-Unag, 2004).

### **I.2.2. Importance alimentaire ou nutritionnelle**

L'œuf est un aliment bâtisseur peu calorigère. Un poids de 60 g fournit 91 kcal d'énergie métabolisable (Konate, 2005). L'œuf fait partie des denrées alimentaires d'origine animale les plus riches en protéines et renferme en proportion équilibrée tous les acides aminés indispensables (Talaki, 2000). Son coefficient d'utilisation digestive est supérieur à celui de la viande. L'œuf apporte du calcium, du fer, de la vitamine A, tous les éléments indispensables aux jeunes en croissance (Habyarimana, 1994).

### **I.2.3. Importance socio-culturelle**

En milieu rural, la volaille est le premier animal de sacrifice. Elle constitue le cadeau que l'on donne à l'étranger de passage ou que l'on donne en dommages et intérêts pour réparer le tort causé à autrui. C'est aussi le capital réserve mobilisé pour faire face aux dépenses imprévues du budget familial telles que l'achat de médicaments, les funérailles ou les frais de scolarité (Fedida, 1996).

#### **I.2.4. Importance technique**

La volaille étant une espèce à cycle court, les investissements en aviculture peuvent être rapidement rentabilisés contrairement aux autres espèces telles que les bovins dont les délais de rentabilité sont importants (Gbaguidi, 2001).

#### **I.3. Les contraintes de la filière œuf de consommation**

Selon les années, et tout le long de son circuit de production, le secteur de la filière ponte est généralement caractérisée par des difficultés diverses et variées (Mdeffairi, 2010).

##### **I.3.1. Difficulté de production**

La mauvaise conception des bâtiments d'élevage, le non respect des normes de condition d'ambiance et le non désinfection des locaux, favorisent l'apparition des maladies et par conséquent provoquent la détérioration de l'état de santé des animaux.

Tout cela joue sur la réduction des performances de production comme le taux de mortalité, l'indice de consommation et le prix de revient élevé (Mdeffairi, 2010).

##### **I.3.2. Difficulté d'approvisionnement en facteurs de production**

La majorité des éleveurs ont des difficultés d'approvisionnement en poulette démarrées et l'aliment de volaille surtout pendant la période de la forte demande.

Quant à l'approvisionnement en produit vétérinaire, ces derniers sont disponibles mais leur prix est par fois élevé sur le marché.

Il faut signaler le manque de moyen financier, surtout pour les petits éleveurs pour entreprendre leurs activités (Mdeffairi, 2010).

##### **I.3.3. Difficulté de commercialisation**

Le manque d'organisation et de programmation des peuplements conduit à une offre aléatoire qui ne tient pas compte des besoins des marchés.

Il est nécessaire que le produit est écoulé à travers des circuits traditionnels, non organisés, qui profitent essentiellement aux revendeurs, beaucoup plus qu'aux producteurs eux-mêmes.

Nous retenons aussi l'inexistence des installations de stockage (chambre froid) pour la conservation de l'œuf de consommation pendant les période de forte chaleur, et la mévente se fait alors sentir (Mdeffairi, 2010).

### **I.3.4. Contraintes de la production des œufs**

#### **I.3.4.1. Contrainte génétique**

La production d'œufs et la croissance des oiseaux seront limités selon leur potentiel génétique et aussi la nourriture et la faible nourriture, la forte pression de prédateurs et de maladies, main de très faible productivité.

Une poule villageoise ne pèse pas plus que 1,2 à 1,5 kg au moment de la ponte. Un coq villageois pèse de 1,4 à 2 kg à l'âge de la maturité.

La race locale qui est dominante en aviculture traditionnelle regroupe des animaux, certes rustiques et bien adaptés à des conditions environnementales difficiles telles que les pénuries périodiques d'aliments, les abris rudimentaires, la forte pression de prédateurs et de maladies, main de très faible productivité. Le poids adulte, soit 1 an et au-delà, est de 1,8 kg chez les mâles et de 1,35 kg chez les femelles. L'âge à l'entrée en ponte est de 25 semaines, le nombre d'œufs par couvée est de 8-9 pour une production annuelle de 40 œufs (Dilmi, 2018).

#### **I.3.4.2. Contrainte alimentaire**

L'alimentation des volailles est quasi exclusivement constituée par la base des aliments résiduels picorables qui selon est l'ensemble des ressources alimentaires disponibles dans et autour de la concession. Constitués de verdure, d'insectes, de grains ou de son de céréales picorés autour des aires de battage ou servis en quelques poignées, elle est de quantité et de qualité (surtout sa teneur en protéines) insuffisantes, productivité de la volaille locale (Dilmi, 2018).

#### **I.3.4.3. Contrainte sanitaire**

La plupart des producteurs de volaille va laisser les poussins suivre leur mère immédiatement après l'éclosion, entraînant alors une forte mortalité des poussins pendant les premières semaines, principalement due aux prédateurs, manque d'alimentation (divagation), pas de vaccination et pas de traitements.

La vaccination contre cette maladie réduit le taux de mortalité des adultes sans portant l'empêcher sans doute du fait de l'inadéquation des programmes de vaccination et d'une méconnaissance de la cinétique des anticorps. Les poussins en aviculture traditionnelle sont particulièrement vulnérables avec une mortalité de 43 à 63 %. Les causes d'une telle vulnérabilité seraient infectieuses (Dilmi, 2018).

Chapitre II:  
Formation et  
composition de  
l'œuf

## **II.1. Anatomie et formation de l'appareil génital femelle**

En opposition avec la symétrie de l'appareil génital des femelles des mammifères, celui des oiseaux est dissymétrique, la partie droite du tractus génital (ovaire et oviducte) est restée à l'état vestigial alors que la partie gauche occupe progressivement un volume important (Brugère, 1988).

L'appareil génital femelle comprend l'ovaire qui produit les ovules, l'oviducte qui aboutit au cloaque et dans lequel l'ovule s'entoure des principaux constituants de l'œuf (Thiebault, 2005).

Le nombre d'œufs produits par une poule domestique est supérieur à 300 œufs par an. Le contrôle du niveau de production dépend du nombre de jaunes élaborés sur l'ovaire et du contrôle de leur libération (ovulation) (Nys, 2010). Cette question sera traitée dans ce chapitre qui a pour objectif de décrire le développement et l'anatomie de l'appareil génital de la poule, la formation et la structure et composition de l'œuf.

### **II.1.1. Développement de l'appareil génital femelle**

#### **II.1.1.1. La mise en place de l'ovaire et de l'oviducte durant la vie embryonnaire**

La mise en place de l'ovaire a lieu au 3<sup>ème</sup> jour de la vie embryonnaire, les cellules de l'épithélium coelomique (cellules somatiques) et les cellules germinales primordiales (futurs gamètes) se différencieront en cellules de la granulosa. La différenciation sexuelle gonadique est accomplie au 7<sup>ème</sup> jour et seule la gonade gauche se développe en ovaire, tandis que la gonade droite régresse. La mise en place de l'oviducte a lieu durant les 4 premiers jours de la vie embryonnaire, un groupe de cellules également issues de l'épithélium coelomique, migre et s'accumule de façon symétrique à gauche et à droite de l'embryon (Guioli et *al.*, 2007).

#### **II.1.1.2. Développement de l'appareil génital femelle après l'éclosion**

Lors de l'éclosion, l'ovaire contient principalement du tissu conjonctif et a l'aspect d'un triangle plat de 6 à 7 mm. A 3 mois, il atteint une taille d'environ 1 cm et est constitué d'une partie centrale très irriguée, la médulla, et d'une partie périphérique, le cortex, qui prend un aspect granuleux dès 5 semaines d'âge lors du développement progressif des follicules.

L'ovaire présente une croissance très rapide entre 16 et 20 semaines, passant de 5 à 60 g et pouvant atteindre 120 à 150 g chez une poule reproductrice. Après éclosion, la croissance

de l'oviducte est sensiblement proportionnelle à celle de l'ovaire, qui tous deux sont sous la dépendance des sécrétions stéroïdiennes ovariennes. Chez l'embryon, l'oviducte a l'aspect d'un fil et pèse quelques mg. Sa croissance et sa différenciation cellulaire se produisent essentiellement lors de la maturité sexuelle, 2 à 3 semaines avant la production du 1<sup>er</sup> œuf.

Son poids augmente alors de moins de 1 g à plus de 40 g en 2 semaines; sa taille passe de 12-15 cm à 70 cm (Jonchère, 2010).

### **II.1.2. Anatomie de l'appareil reproducteur de la poule**

L'appareil reproducteur des oiseaux femelles comprend deux parties : l'ovaire et l'oviducte.

#### **II.1.2.1. l'ovaire**

L'ovaire est situé dans la partie médio ventrale de l'abdomen. A l'âge adulte, l'ovaire est un organe largement différencié qui assurera deux rôles : une fonction de reproduction liée à la production de gamètes et une fonction endocrine liée à la production d'hormones.

Il est constitué de deux régions bien distinctes, une enveloppe externe ou cortex qui entoure une partie centrale très vascularisée : la zone médullaire. Dans la zone médullaire, se trouvent les vaisseaux sanguins et lymphatiques. La zone corticale contient les follicules ovariens, siège de l'ovogenèse et de la folliculogénèse. C'est le lieu de formation du jaune (Jonchère, 2010).

#### **II.1.2.2. l'oviducte**

L'oviducte apparaît comme un tube d'une longueur de 70 cm de couleur grise à rose très pale . Il est en contact avec l'ovaire et débouche par son autre extrémité dans le cloaque. Il est vascularisé à quatre niveaux à partir du système artériel général, notamment au niveau de l'utérus. l'oviducte est constitué de cinq parties (Nau et *al.*, 2010), alors qu'une sixième partie, la jonction utéro-vaginale peut être considérée (Bakst et *al.*, 1994) (Figure II.1) :

**II.1.2.2.1. L'infundibulum** (également appelé pavillon), est situé dans la partie haute de l'oviducte. En forme d'entonnoir et ouvert à son extrémité la plus large, il capte l'ovocyte au moment de l'ovulation. Sa paroi est particulièrement fine et sa muqueuse contient plusieurs catégories cellulaires ayant pour les unes une fonction sécrétoire (dépôt des protéines formant la membrane périvitelline externe de l'œuf), et pour les autres une fonction de stockage des

spermatozoïdes (glandes infundibulaires) (Jonchère, 2010). L'infundibulum est le lieu de la fécondation de l'œuf.

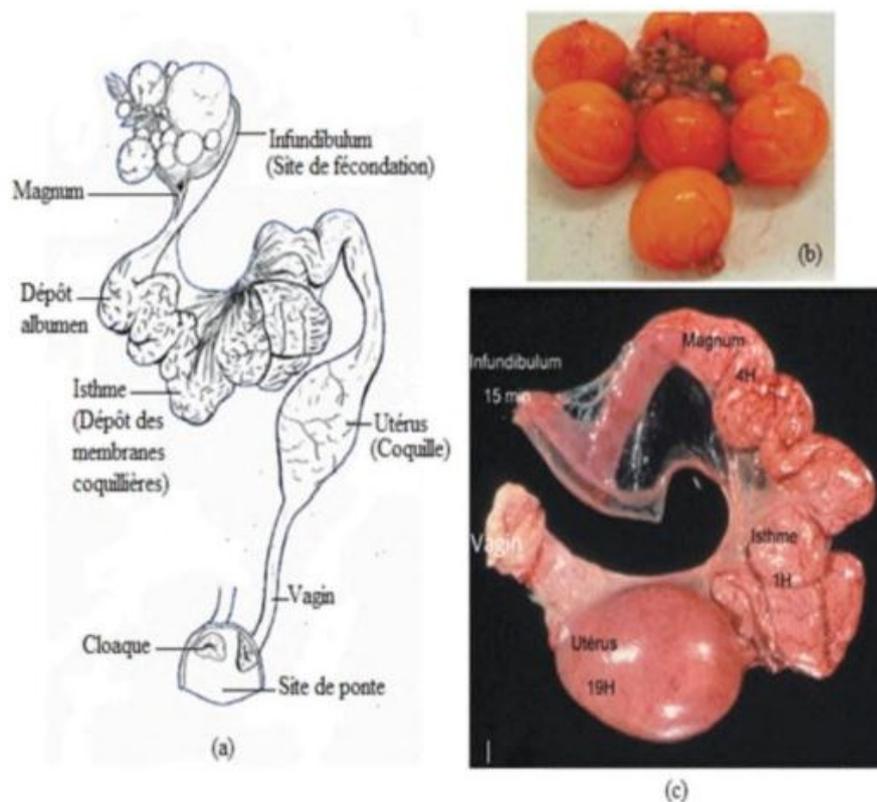
**II.1.2.2.2. Le magnum**, d'une longueur de 30 à 35 cm chez une poule adulte, est la zone dans laquelle l'albumen (ou blanc), est synthétisé puis déposé. Dans sa partie inférieure, le magnum est séparé de l'isthme par un net rétrécissement en diamètre ; la partie interne ne laissant plus paraître de replis dans cette zone (Jonchère, 2010).

**II.1.2.2.3. L'isthme**, est moins long (environ 15 cm), et légèrement plus étroit que le magnum. Les replis internes de sa muqueuse sont également moins prononcés. De couleur très comparable à celle du magnum dans la partie haute, la muqueuse devient rougeâtre dans la région proche de l'utérus. Les deux régions sont ainsi respectivement appelées isthme blanc et isthme rouge (Jonchère, 2010).

**II.1.2.2.4. L'utérus** (également appelé glande coquillière), est la partie la plus épaisse de l'oviducte. De forme plus ou moins arrondie, ses parois épaisses sont entourées d'une musculature très développée. La muqueuse utérine, de couleur rouge foncée, est formée de nombreux replis recouverts d'un épithélium de surface, parsemé de nombreuses glandes tubulaires ramifiées responsables de la sécrétion des constituants de la coquille. Cette muqueuse se distingue nettement de la muqueuse utéro-vaginale par l'absence d'orientation des replis (Jonchère, 2010).

**II.1.2.2.5. La jonction utéro-vaginale**, d'une longueur de 1 à 2 cm seulement et de forme évasée se rétrécissant dans la partie basse. Elle est rattachée à l'utérus par une structure fibreuse épaisse, qui l'accrole plus ou moins contre celui-ci. Cette région joue un rôle essentiel dans le stockage prolongé des spermatozoïdes (Bakst et *al.*, 1994).

**II.1.2.2.6. Le vagin**, d'une longueur d'une dizaine de centimètres, est la partie la plus distale de l'oviducte et débouche dans le cloaque. Il est constitué d'une couche importante de tissus musculaires qui permettront l'expulsion finale de l'œuf (Jonchère, 2010).



**Figure II.1** : Système reproducteur de la poule adulte. (a) schéma de l'ovaire et de l'oviducte de poule (Brèque et al, 2003) ; (b) L'ovaire (gauche) et sa grappe ovarienne ; (c) Un oviducte de la poule pondeuse (Elis, 2007)

## II.2. Formation de l'œuf

Les constituants de l'œuf de poule sont élaborés en 2 phases distinctes. Une phase longue au niveau de l'ovaire qui correspond au dépôt des constituants du jaune. Une phase courte d'environ 24 heures qui se produit dans l'oviducte après ovulation du jaune et dépôts des autres constituants de l'œuf dans les différents segments de l'oviducte (Jonchère, 2010).

### II.2.1. Au niveau de l'ovaire la formation du jaune d'œuf

L'accumulation du jaune d'œuf à l'intérieur d'un follicule commence dès la vie embryonnaire et se termine juste avant l'ovulation. Trois phases caractérisent l'accumulation du jaune d'œuf (Sauveur, 1988 ; Nys, 1994) :

#### II.2.1.1. Phase initiale d'accroissement lent

A la naissance, le stock de gamète présent sur l'ovaire est d'environ 12000 ovocytes. Pendant la phase initiale, l'ensemble des ovocytes sont affectés et individualisés par la mise en place de l'épithélium folliculaire au cours des premières semaines après éclosion, puis elle correspond à une accumulation de protéines issues de la granulosa ou du fluide périvitellin.

Un grand nombre de ces follicules disparaît par atresie à ce stade. Le diamètre d'un ovule porté par un ovaire est multiplié par quatre à l'âge de six semaines et atteint un millimètre entre quatre et cinq mois, après dépôt de quelques gouttelettes lipidiques.

### II.2.1.2. Phase intermédiaire

Dans une durée de 60 jours, la taille du follicule sélectionné passe de 1 à 4 mm, grâce au dépôt de protéines et de lipides constituant « le vitellus blanc ».

### II.2.1.3. Phase de grand accroissement

Pendant cette phase, la croissance de l'ovule s'accélère rapidement par dépôt de protéines et de lipides (6 à 14 jours). La durée de cette phase varie de 6 à 14 jours.

**Tableau II.1** : Composition du jaune d'œuf en pourcentage de la matière sèche (Gueyel, 1999)

Constituants	Proportion (%)
Lipides	63
Protéines	33
Vitelline	4 à 15
Vitellénine	8 à 9
Livétines	4 à 10
Phosvitine	5 à 10
Minéraux	2,1
Vitamines	1,5
Glucose libre	0,4

Tous les lipides du jaune sont associés à des protéines, constituant ainsi des lipoprotéines. Ceux du jaune sont synthétisés dans le foie, puis transportés vers l'ovaire sous forme de vitellogénine et de lipoprotéines de très basse densité (VLDL) (Leclercq et *al.*, 1990). Ces précurseurs sont transférés après fixation sur des récepteurs spécifiques de l'ovocyte, par endocytose. Par spectrométrie de masse, il a été identifié 255 protéines dans le jaune (Mann et Mann, 2008 ; Farinazzo et *al.*, 2009). Ces études ont confirmé la présence dans le jaune de protéines majeures (sérum albumine, apovitellenines, phosvitine, glycoprotéines du jaune, vitellogénines), mais aussi de protéines liant des vitamines (retinol, vitamine D, biotine, riboflavine), d'immunoglobulines Y, de protéases (nothepsine et thrombine), d'antiprotéases, d'enzymes antioxydantes et de protéines du sérum sanguin.

C'est également au niveau de l'ovaire, que le jaune est entouré de la membrane vitelline interne sécrétée par les cellules de la granulosa (Bellairs et *al.*, 1963). L'ovulation correspond à la rupture du follicule et à la libération de l'ovocyte dans l'infundibulum. L'ovulation du jaune précède l'oviposition (ponte), de 24 à 26 heures et se produit 15 à 45 minutes après l'oviposition de l'œuf précédent (Sauveur, 1988 ; Etches, 1996).

### **II.2.2. Au niveau de l'oviducte dépôt des constituants de l'œuf**

Selon Bain et Hall (1969), La membrane vitelline externe est déposée à partir des sécrétions infundibulaires au niveau de l'infundibulum. Vingt minutes après l'ovulation, l'œuf en formation pénètre dans le magnum et ressort 3h30 plus tard. Le jaune s'entoure alors des protéines du blanc (albumen) (Sauveur, 1988). L'oviducte de poule présente plusieurs régions ayant chacune un rôle précis : Lors de l'ovulation, le jaune est libéré et est capté par l'oviducte. Il y a alors dépôts successifs des autres constituants de l'œuf dans les segments de l'oviducte au cours d'un processus qui durera 24 à 26 heures (Figure II.2).

#### **II.2.2.1. L'infundibulum**

L'ovule est capté à ce niveau puis franchit l'endroit en une vingtaine de minutes (Tétry et Crimail, 1981). Le jaune ovulé ne séjourne que quelques minutes dans l'infundibulum. Il est le siège éventuel de la fécondation. C'est dans l'infundibulum que la membrane vitelline externe est déposée à partir des sécrétions infundibulaires (Bain et Hall, 1969). L'ensemble des membranes vitellines ont une épaisseur totale de 8 à 11  $\mu\text{m}$ . Elles sont constituées de glycoprotéines, qui pourraient s'apparenter aux protéines majeures de la zone pellucide (Takeuchi et *al.*, 1999). Une étude protéomique récente a identifié 137 protéines comme étant des composants des membranes vitellines, dont seulement 13 avaient été identifiées au préalable (Mann, 2008). La plupart de ces protéines sont également identifiées dans le jaune, le blanc et la coquille d'œuf. Cette analyse protéomique identifie un total de 8 protéines de la zone pellucide, dont 5 non identifiées au préalable dans les membranes vitellines de l'œuf.

#### **II.2.2.2. Le magnum**

L'œuf en formation pénètre dans le magnum environ 20 minutes après l'ovulation et ressort 3h30 plus tard. Le jaune s'entoure alors des protéines du blanc (albumen). L'albumen ne contient pas de lipides et est constitué à 88 % d'eau, de protéines (90 % de la matière sèche), et de glucose libre (3,5 % de la matière sèche). On distingue 4 zones dans le blanc d'œuf (Gilbert, 1971 ; Sauveur, 1988) :

- ✓ Le blanc liquide interne présent entre le blanc épais et le jaune (17 %).
- ✓ Le blanc épais attaché aux deux extrémités de l'œuf et présentant l'aspect d'un gel (57 %).
- ✓ Le blanc liquide externe au contact des membranes coquillières (23 %).
- ✓ Les chalazes, filaments spiralés allant du jaune vers les deux extrémités de l'œuf à travers le blanc et assurant sa suspension (3 %).

La texture « gélifiée » du blanc épais et des chalazes est due à un enrichissement en ovomucine de ces zones et à son niveau de glycosylation. Toutes les protéines de l'albumen sont synthétisées puis sécrétées localement par le magnum. Les protéines du blanc, synthétisées par les glandes tubulaires et épithéliales, s'accumulent dans le cytoplasme sous forme de grains de sécrétion et dans les canaux tubulaires avant le passage de l'œuf (Etches, 1996 ; Nys *et al.*, 2004). La distension associée au passage de l'œuf en formation provoque la sécrétion rapide de ces protéines. Le tableau II.2 indique les protéines majeures du blanc d'œuf.

**Tableau II.2 :** Principales protéines du blanc d'œuf (Li-Chan et Nakai, 1989)

Protéine	% des protéines totales	Caractéristiques importantes
Ovalbumine	54	Phosphoglycoprotéine immunogénique
Ovotransferrine	12	Fixe le fer, antimicrobien
Ovomucoïde	11	Inhibiteur de trypsine
Ovomucine	1,5 - 3,5	Viscosité; hémagglutination virale
Lysozyme	3,4 - 3,5	Lyse les parois des bactéries Gram+; antimicrobien
Globuline G1	4	Antibactérien
Globuline G2	4	Antibactérien
Ovoinhibiteur	0,1 - 1,5	Inhibiteur de protéase à serine
Ovoglycoprotéine	0,5 – 1	
Flavoprotéine	0,8	Fixe la riboflavine
Ovomacroglobuline	0,5	Propriétés antigéniques
Cystatine	0,005	Inhibiteur des protéases à SH
Avidine	0,005	Fixe la biotine ; antimicrobien

La composition du blanc d'œuf a récemment été complétée par des analyses protéomiques (Guerin-Dubiard *et al.*, 2006 ; Mann, 2007 ; D'Ambrosio *et al.*, 2008). Ces études ont permis l'identification d'un total de 148 protéines différentes. Parmi celles-ci, il est

intéressant de noter la présence de nombreuses protéines présentant des activités antimicrobiennes potentielles ou avérées.

### II.2.2.3. L'isthme

Il est moins contourné et reçoit l'œuf durant 1 heure pendant laquelle se déposent les fibres de kératine qui formeront la double membrane coquillière. Ces dernières sont encore plissées à la sortie de l'isthme, elles sont accolées sur toute leur surface à l'exception de la chambre à air (Tétry et Crimail, 1981).

### II.2.2.4. L'utérus

Cinq heures après l'ovulation du jaune, l'œuf pénètre dans l'utérus. Il y séjournera 19 heures environ. Deux phénomènes principaux s'y produisent. L'hydratation des protéines du blanc et la minéralisation ordonnée de la coquille dans le fluide utérin, produite par précipitation de carbonate de calcium associé à des constituants organiques (Sauveur, 1988) (Figure II.2).

L'œuf y séjournera de 20 à 22 heures, à ce niveau l'albumen est achevé par imbibition (les 50-60 % restants), il y a apport d'une solution saline qui hydrate l'albumen et lui donne son volume définitif.

Les membranes coquillières sont formées en 3 couches successives :

- ✓ Une couche mamillaire,
- ✓ Une couche spongieuse,
- ✓ Une couche cuticulaire qui peut fixer des pigments.

La coquille minéralisée se dépose, elle est composée de sels de calcium d'où l'apport important de calcium au moment de la ponte (Wolff cité par Tétry et Crimail, 1981).

### II.2.2.6. Le vagin

L'œuf y séjourne environ un quart d'heure, il assure le transit de l'œuf vers l'extérieur lors de l'oviposition (ponte). L'évagination de cette dernière portion évite le contact direct avec les parois du cloaque et les souillures d'origine fécale (Tétry et Crimail, 1981).

Repères anatomiques			Fonction	Temps
Ovaire	Dimension (cm)	Follicules	 Dépôt du jaune	150 J
	7			10 J
OVIDUCTE			 Ovulation	0
	9	Infundibulum	Fécondation	20 mn
	33	Magnum	Dépôt du blanc	3h 30
	10	Isthme	Dépôt des membranes coquillères	1h 15
	10	Utérus	Dépôt de la coquille	21h
	10	Vagin	Expulsion de l'œuf (oviposition)	

Figure II.2 : Cinétique des dépôts et lieu de formation de l'œuf de poule (Jonchère, 2010)

### II.3. Structure et composition de l'œuf

Trois compartiments caractérisent l'œuf de poule : la coquille, le blanc d'œuf (albumen) et le jaune d'œuf (vitellus). Les proportions relatives de chaque compartiment par rapport à l'œuf total sont de 8,5 à 10,5 % pour la coquille, de 57 à 65 % pour l'albumen et de 25 à 33 % pour le vitellus (Nys, 2010).

#### II.3.1. La dénomination

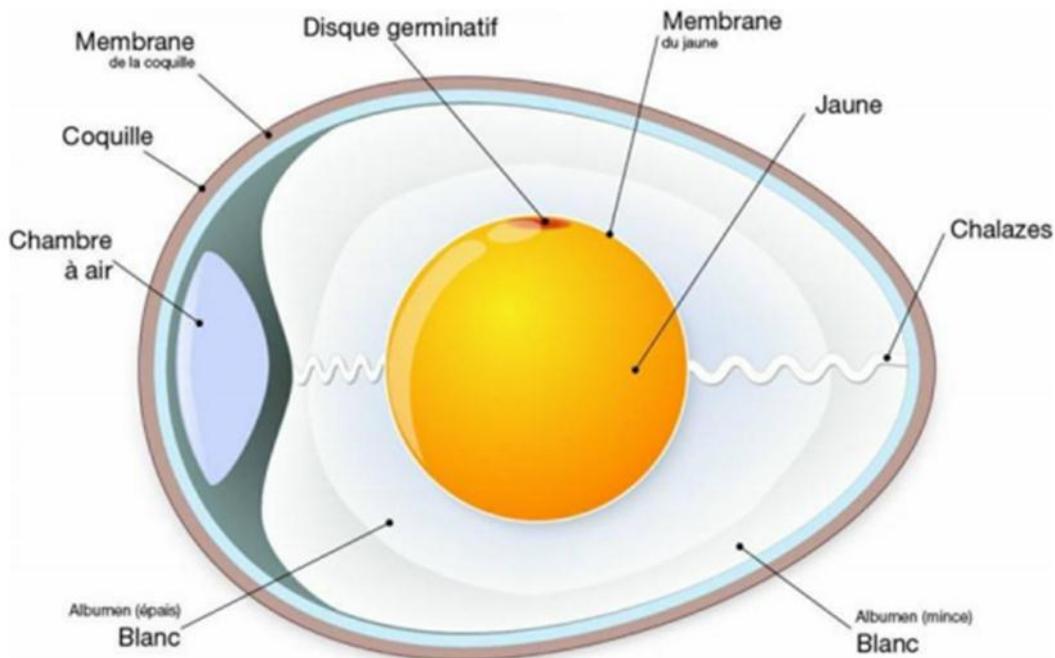
"Œuf" désigne principalement l'œuf de poule. Il existe également dans l'alimentation plusieurs types d'œufs comestibles pondus par les femelles d'oiseau et poissons : des œufs de cane, des œufs de caille, des œufs d'oie, de dinde, de perdrix, d'autruche, des œufs de poissons...

L'œuf est un ingrédient courant qui entre dans la composition de nombreux plats à travers le monde.

L'origine du mot "œuf" proviendrait du langage indo-européen voulant dire "oiseau". Le mot évolua au moyen-âge en "of", "uef" puis "oef", Dès le XIV<sup>e</sup> siècle le mot "œuf" prend sa forme définitive (Choual, 2018).

### II.3.2. Les œufs

L'œuf est composé, de l'extérieur vers l'intérieur, d'une coquille, de deux membranes coquillières qui entourent l'albumen. Ce dernier à son tour enveloppe le vitellus. L'albumen et le vitellus sont séparées par une membrane acellulaire appelée membrane vitelline (Nys, 2010) (Figure II.3).



**Figure II.3 :** La structure anatomique de l'œuf (Pacôme, 2018)

#### II.3.2.1. Structure interne de l'œuf

L'œuf d'oiseau se caractérise par l'abondance des éléments de réserve ; le jaune s'élabore au niveau de l'ovaire et le blanc et la coquille se forment autour de l'œuf pendant le passage dans l'oviducte.

L'accroissement de l'ovocyte est rapide, en effet une semaine avant l'ovulation chez la poule, son poids passe de 0,2 g à près de 16 g, le diamètre augmente chaque jour de 4 mm. La

croissance est continue ; pendant la nuit le vitellus contenant d'avantage de protéines et d'eau que de lipides forme des couches minces de vitellus clair ; dans la journée l'alimentation apportant des lipides et des pigments caroténoïdes ; il se dépose alors des couches épaisses de vitellus jaune (Gallien cité par Tétry et Crimail, 1981).

Dans la partie centrale où se trouvait la vésicule germinative, le premier vitellus clair élaboré forme la latebra. La vésicule germinative entourée d'un peu de cytoplasme pur étant plus légère glisse vers la surface de l'œuf et l'ensemble constituera la cicatrice ou disque germinatif, la trace de ce déplacement est marquée par une traînée depuis la latebra jusqu'à un épaissement : le noyau de Pander (Rostand cité par Tétry et Crimail, 1981).

Les dimensions moyennes d'un œuf de poule sont résumées dans le tableau II.3.

**Tableau II.3 :** Les dimensions moyennes de l'œuf de poule (Arzour, 2006)

Poids	Grand axe	Petit axe	Grande circ.	Petite circ.	Volume	Surface
60 g	5.8 cm	4.2 cm	16 cm	13 cm	55 cm <sup>2</sup>	70 cm <sup>2</sup>

Les principales parties de l'œuf sont dans l'ordre de leur dépôt (de l'intérieur vers l'extérieur) :

- ✓ Le vitellus (ou "jaune"),
- ✓ L'albumen (ou "blanc"),
- ✓ Les membranes coquillières,
- ✓ La coquille.

Les parts pondérales relatives de ces constituants de l'œuf de poule sont : coquille 9,5 %, albumen 61,5 %, vitellus 29 %. Se conférer dans le tableau II.4.

**Tableau II.4 :** Proportions des différentes parties de l'œuf de poule (Sauveur, 1988)

Parties de l'œuf	Poids (g)	En % de l'œuf total	
	Moyennes	Moyenne	Extrêmes (*)
Coquille	5,5	9,1	8,5 – 10
Membranes coquillières	0,25 : 5,75	0,4 : 9,5	
Blanc	37	61,5	57 – 65
Jaune	17,3	29	25 – 33
Sous-total : parties comestibles	54	90,5	89 – 92
Total	60	100	

(\*) A poids d'œuf variable

### II.3.2.1.1. Le vitellus

Le vitellus est une masse visqueuse, de couleur jaune-orange uniforme, constitué de nombreux globules lipidiques. Il est contenu à l'intérieur d'une très fine membrane acellulaire, transparente, appelée membrane vitelline. Celle-ci contient à sa surface, des fibres connectées à la couche chalazifère. Au cours de la conservation, on note la disparition rapide de ces connexions. La masse totale du vitellus est composée de couches alternativement jaunes et blanches. Elles ont pour origine des variations de disponibilité des pigments xanthophylles contenus dans l'alimentation des poules (Saidou Alzouma, 2005).

### II.3.2.1.2. La membrane vitelline

Elle entoure le jaune et le sépare de l'albumen. Il a une épaisseur d'environ 10 µm. Il est de nature protéique (Mineki et Kobayashi, 1997). La membrane vitelline est composée de trois couches, l'une interne au contact du jaune, une deuxième couche intermédiaire formée d'une substance amorphe et une troisième couche externe au contact du blanc (Burley et Vadehra, 1989).

### II.3.2.1.3. L'albumen

L'albumen ou "blanc" est un milieu non homogène qui pourrait être divisé en quatre couches ayant chacune des propriétés spécifiques (Thieulin et *al.*, 1976) :

- ✓ Le blanc liquide externe (23 % du blanc total). Il est au contact des membranes coquillières et c'est la zone qui s'étale rapidement lorsque l'œuf est cassé sur une surface plane.
- ✓ Le blanc épais (57 % du blanc total). Il se présente sous forme de gel attaché aux deux extrémités de l'œuf.
- ✓ Le blanc liquide interne (17 % du blanc total). Il est au contact du jaune et entouré du blanc épais.
- ✓ Les chalazes (3 % du blanc total). Ce sont des sortes de filaments spiralés allant du jaune vers les deux extrémités de l'œuf, à travers le blanc épais et qui assurent la suspension du jaune dans la position centrale de l'œuf. Leur rupture entraîne à une adhérence du jaune aux membranes coquillières.

La proportion de ces quatre parties varie en fonction du poids de l'œuf. Ainsi, quand le poids de l'œuf augmente avec l'âge de la poule, la part du blanc épais s'accroît également au détriment du blanc liquide interne tandis que celle du blanc liquide externe n'est pas affectée mais par contre elle l'est fortement après la ponte.

#### **II.3.2.1.4. Les membranes coquillières**

Elles sont au nombre de deux une interne et l'autre externe. Elles sont fortement adhérentes l'une à l'autre, sauf au niveau du gros bout de l'œuf où elles s'écartent pour former la chambre à air.

Elles sont constituées de fibres protéiques entrecroisées et constituent les barrières de protection contre les agents microbiens tels que les bactéries et les moisissures (Gueye, 1999).

#### **II.3.2.1.5. La chambre à air**

Elle n'existe pas au moment de la ponte de l'œuf mais apparaît immédiatement après le refroidissement de l'œuf entraînant une légère contraction de son contenu. Le volume de la chambre à air augmente avec la durée et les conditions de conservation (Musabimana Kagaju, 2005).

#### **II.3.2.1.6. La coquille**

Elle est composée d'une trame protéique dans laquelle se développent les cristaux de carbonate de calcium. La coquille représente 10 % du poids de l'œuf et son épaisseur est comprise entre 0,3 et 0,4 mm. La coquille est traversée par de nombreux pores dont le nombre important au niveau du gros bout de l'œuf, assure la formation de la chambre à air par le mécanisme des échanges gazeux entre l'albumen et le milieu extérieur de l'œuf (Musabimana Kagaju, 2005).

##### **II.3.2.1.6.1. La couche mamillaire**

Dans l'isthme, les corps mamillaires se développent sur la membrane de l'œuf. Ces corps sont solidement attachés à la membrane externe de la coquille et sont importants pour amorcer le processus de calcification de la coquille. Les corps mamillaires forment une pellicule lisse qui recouvre entièrement la membrane de la coquille. La répartition des corps mamillaires dépend de facteurs génétiques. Tout problème concernant cette couche entraînera

une mauvaise répartition à la surface de la coquille et une faible solidité de coquille (Hylin international, 2017).

#### **II.3.2.1.6.2. La couche spongieuse**

C'est un réseau de fibres protéiques disposées parallèlement à la surface de l'œuf. La partie minérale de la coquille peut être divisée de la même façon en 4 couches :

**A. Le capuchon basal des cristaux :** c'est la partie minérale qui entoure le noyau mamillaire. Elle y est accrochée par une association de type "bouton pression" et est la première à se déposer.

**B. La couche des cônes cristallins :** c'est la partie qui poursuit le capuchon basal vers l'extérieur. Elle se dépose sur les fibres de la couche mamillaire.

**C. La couche palissadique :** La calcification se poursuit vers l'extérieur. Cette couche présente un développement linéaire parallèle à la surface de l'œuf et se dépose sur les fibres de la couche spongieuse.

**D. La couche amorphe :** C'est une fine couche minérale qui se dépose à l'extérieur de la couche palissadique. Elle ne possède aucune trame protéique et est formée en partie de phosphate tricalcique.

La distribution des noyaux mamillaires engendre des défauts linéaires de calcification: les pores. Ils sont plus particulièrement nombreux au gros pôle de l'œuf où se forme la chambre à air. Ils assurent la respiration de l'embryon durant son développement.

Le calcium nécessaire à la constitution de la coquille provient des ions  $Ca^{++}$  du sang. La calcémie augmente en période de ponte (de  $\pm 100$  à 250 mg/litre) sous l'effet des œstrogènes.

Ces ions  $Ca^{++}$  proviennent de la mobilisation du calcium lié aux protéines sanguines et du calcium osseux mais surtout du calcium alimentaire dont l'efficacité de l'absorption intestinale est augmentée. La coquille renferme 1,6 % d'eau et 3,3 % de protéines. La partie minérale (95,1 %) est essentiellement composée de carbonate de calcium :  $CaCO_3$ .

La pigmentation de la coquille est assurée par des pigments dérivés de l'hémoglobine : les ooporphyrines : Ce sont les cellules de l'utérus qui les élaborent et les déposent sur la

coquille (minoritairement au sein de la couche palissadique et plus abondamment au niveau de la couche amorphe et de la cuticule). Le contrôle de la couleur et de la distribution de ces pigments est génétique et est souvent une caractéristique d'espèce. Contrairement à la croyance populaire, la valeur nutritive d'un œuf de poule coloré est, à poids égal, identique à celle d'un œuf blanc (Arzour, 2006).

### II.3.2.1.7. La cuticule

Elle est la couche la plus externe de l'œuf, et est déposée sur la coquille environ deux heures avant l'oviposition, et est composée de 90 % de protéines et de glycoprotéines, 5 % d'hydrates de carbone et d'environ 3 % de cendres (Dennis et *al.*, 1996). La cuticule permet d'une part, de réguler les pertes en eau de l'œuf et d'autre part, d'obturer les pores de la coquille pendant les premières heures suivant la ponte. Ces derniers constituent une porte d'entrée pour les germes qui peuvent contaminer le contenu interne de l'œuf (Cook et *al.*, 2003).

### II.3.2.2. Composition de l'œuf

#### II.3.2.2.1. 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). Se conférer tableau II.5.

**Tableau II.5 :** Composition moyenne d'un œuf de poule en % de poids (Gilbert, 1971 cité par Protais, J., 1988)

	Coquille	Albumen	Vitellus
Eau	1	88,5	47,5
Protéines	4	10,5	17,4
Lipides	/	/	33
Glucides	/	0,5	0,2
Minéraux	95	0,5	1,1
Autres	/	/	0,8

**II.3.2.2.2. Composition du blanc**

Le blanc d'œuf est composé presque exclusivement d'eau et de protéines avec quelques minéraux, en effet 90 % de la matière sèche sont représentées par des protéines. Se conférer tableau II.6 et tableau II.7.

**Tableau II.6 :** Composition du vitellus en % de matière sèche (Gilbert, 1971 cité par Protais J, 1988)

Protéines	33-34 %	Lipides	62-63 %
- Livétines	10 %	- Tri glycérides	40 %
- Phosvitine	4 %	- Phospholipides	19 %
- HDL (Vitelline)	12 %	- Cholestérol	2,5-3 %
- LDL (Vitellénine)	7,25 %		

**Tableau II.7 :** Principales protéines du blanc en % de matière sèche (Gilbert, 1971 cité par Protais J. 1988)

Protéine	Quantité	Propriétés
Ovalbumines	54	Dénaturées par la chaleur, elles acquièrent une grande rigidité après chauffage.
Les conalbumines	13	Elles fixent le fer sur les flavoprotéines
Les ovomucoïdes	11	Ce sont des inhibiteurs de la trypsine.
Les ovo globulines	8	Elles permettent la formation de mousse lorsque les œufs sont battus en neige.
Le lysozyme	3,5	Il est responsable de la formation de la mousse après battage et responsable de la structure en gel du blanc épais.
L'ovomucine	1,5 – 2,9	Elle est responsable de la structure en gel du blanc épais avec le lysozyme.
La flavoprotéine	0,8	Responsable de la flaveur.
L'avidine	0,05	C'est une anti- biotine mais à l'état cru seulement.

**NB :** Sur le plan biochimique, toutes ces protéines sont des glycoprotéines acides à l'exception de l'avidine qui est une glycoprotéine basique et du lysozyme qui est une holoprotéine basique (Sauveur, 1988).

Le blanc d'œuf renferme également du glucose libre qui est la première source d'énergie utilisable par l'embryon (Sauveur, 1988). Se conférer tableau II.8.

**Tableau II.8 :** Composition des parties comestibles d'un œuf de poule de 60 g (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	11-13	51-53,5
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	--	6-6,8	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	0,47-0,5	--	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	0,2-0,3	0,8-1	0,5-0,7	1,1-1,6
Calories	88-95	14-18	74-80	160-180	40-55	380-400

**II.3.2.2.3. 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 2 protéines (vitelline et vitellénine).

Les lipides du jaune sont représentés à 65-70 % de graisses neutres (triglycérides) et à 25-30 % de phospholipides. Se conférer tableau II.9 et tableau II.10.

**Tableau II.9 :** Composition centésimale du jaune d'œuf de poule en pourcentage de matière sèche (Sauveur, 1988)

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 II.10 :** Quantités absolues de protéines et de lipides dans un jaune d'œuf de poule de 60 g (Sauveur, 1988)

Protéines : 3,2 g		Lipides : 6,4 g	
Dont :		Dont :	
Livétines (hydrosolubles)	0,4 à 1	Triglycérides	4,1
Phosvitines	0,5	Phospholipides	1,9
Vitellines (dans H.D.L)	0,4 à 1,5	Cholestérol	0,25
Vitellénine (dans L.D.L)	0,9	Vitamines	0,13

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). Se conférer tableau II.11.

**Tableau II.11 :** Acides gras principaux du jaune en p.100 des acides gras totaux (Sauveur, 1988)

Acides gras saturés (palmitique - stéarique)	35 - 40 (assez constant)
Acides gras mono - insaturés (oléique et palmitique)	40 - 50 (peu constant)
Acides gras di-insaturés (linoléique)	10 - 40 (peu constant)
Acides gras poly-insaturés	3 - 4 (assez constant)

Chapitre III:  
Qualité des œufs et  
facteurs de variation

### III.1. Qualité interne et externe des œufs

#### III.1.1. Classification des œufs

Un œuf frais de bonne qualité a une forme elliptique et une coquille lisse et brillante, sans fissure ou autre défaut. Pour les variétés à œufs blancs, la coquille est uniformément blanche, alors que pour les variétés à œufs bruns, elle est d'un brun foncé uniforme. Après avoir cassé l'œuf et versé son contenu sur une surface plane, l'albumen doit être clair ou légèrement opaque, gélatineux et contenu. Il ne devrait pas y avoir d'inclusions (tâches de sang de chair). Le jaune intact doit être d'un jaune vif à orangé et être retenu au centre de l'œuf par une chalaze de taille moyenne. Le contenu de l'œuf doit être inodore et sans contamination de micro-organismes (Hyllin international, 2017).

Selon Mertens et *al.* (2010), les œufs sont définis par trois classification :

- ✓ Classification par catégorie.
- ✓ Classification selon le poids.
- ✓ Classification selon le mode d'élevage.

##### III.1.1.1. Classification par catégorie

Selon les NATIONS UNIES New York et Genève (2010). Deux catégories sont distinguées A et B. Un œuf de catégorie A, est un œuf frais qui répond à plusieurs critères : il doit présenter une coquille intacte et propre ; il ne doit pas être lavé ; le contenu de l'œuf doit présenter une qualité irréprochable. La hauteur de la chambre à air est un critère déterminant de la fraîcheur de l'œuf, il ne doit pas dépasser 6 mm au maximum. Un œuf de catégorie B, est destiné à l'industrie des ovo produits.

**III.1.1.1.1. Catégorie A :** Œufs « frais » destinés à la consommation humaine en l'état ou à l'industrie alimentaire ou non alimentaire.

**III.1.1.1.2. Catégorie B :** Œufs destinés à l'industrie alimentaire ou non alimentaire.

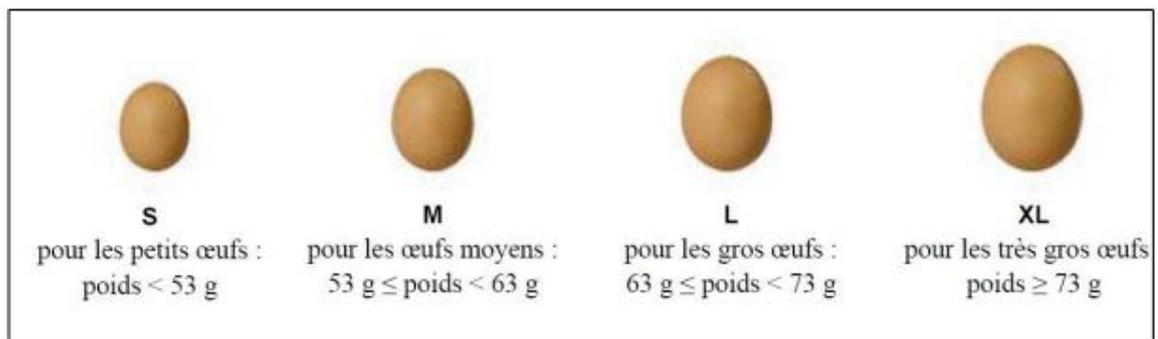
Les œufs de la catégorie A sont divisés en deux sous-catégories en fonction de leur qualité :

Catégorie A, extra frais. Les produits entrant dans cette catégorie sont de qualité supérieure ; ils sont classés, marqués et emballés dans les quatre jours suivant la ponte et présentent les caractéristiques suivantes :

- ✓ Coquille et cuticule - de forme normale, propres et intactes ;
- ✓ Chambre à air - hauteur ne dépassant pas 4 mm au moment de l'emballage, Jaune - visible au mirage sous forme d'ombre seulement, sans contour apparent ; légèrement mobile lorsque l'on fait tourner l'œuf, et revenant à une position centrale ; Blanc - clair, propre et translucide.
- ✓ Germe - développement imperceptible ;
- ✓ Date limite de vent ;
- ✓ Date limite d'utilisation optimale (durabilité minimale).

### III.1.1.2. Classification selon le poids

Les œufs de catégorie A sont classés selon les catégories de poids suivantes :



**Figure III.1 :** Classification des œufs par catégorie de poids (Mein, 2015)

La plupart des œufs commercialisés en coquille appartiennent aux catégories M et L. L'âge de la ponte influence le poids de l'œuf, mais seulement jusqu'à un certain niveau qui est spécifique de chaque animal. Quoiqu'il en soit, des œufs des catégories XL et S sont forcément produits ; or, ces œufs sont difficilement valorisables en coquille, car ils ne répondent pas aux attentes du consommateur. C'est pourquoi ils sont souvent destinés à la transformation en ovoproduits (Nau *et al.*, 2010).

### III.1.1.3. Classification selon le mode d'élevage

Selon Corpet (2013) les œufs sont classés par des codes (code « 0 » pour les œufs biologiques; code « 1 » pour les œufs de poules élevées en plein air ; code « 2 » pour les œufs de poules élevées au sol ; code « 3 » pour les œufs de poules élevées en cages) (Figure III.2).

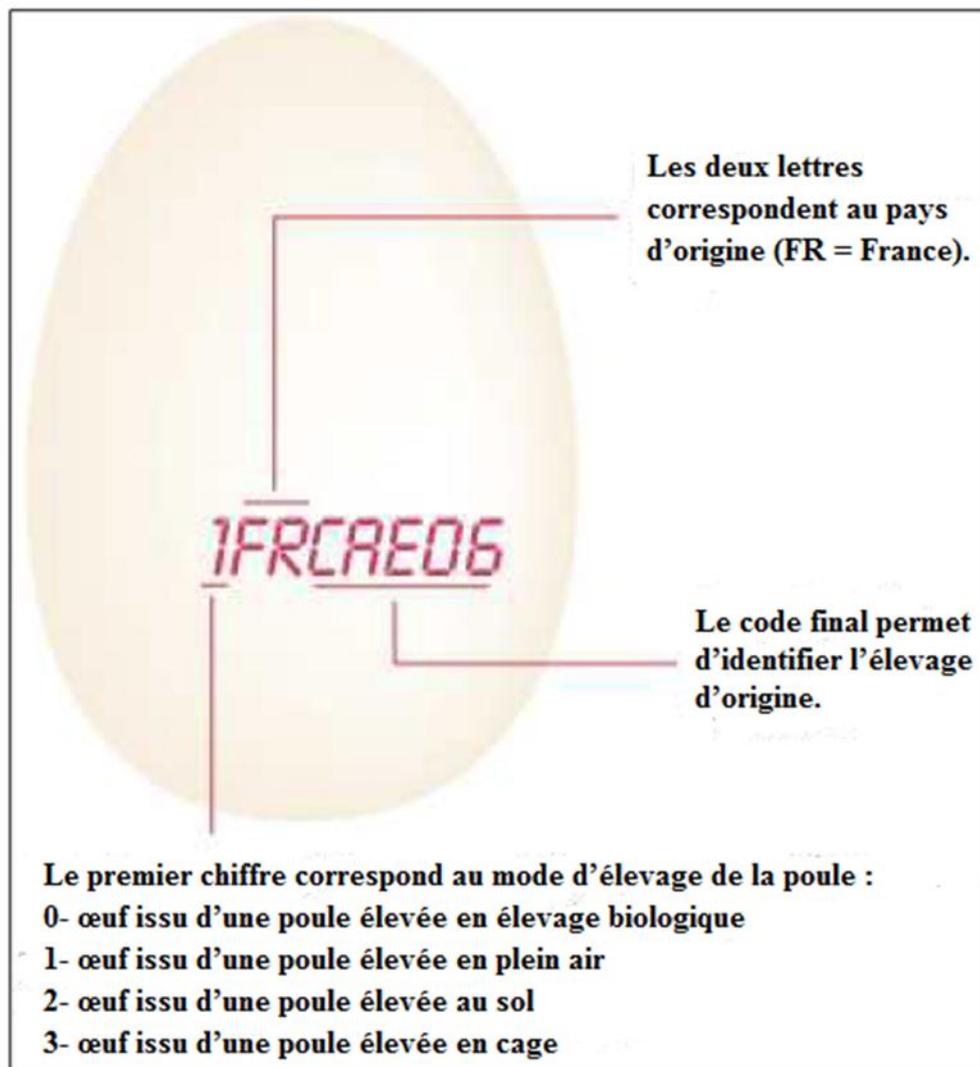


Figure III.2 : Exemple de codage d'un œuf de table (Corpet, 2013)

#### III.1.1.3.1. L'élevage de poules pondeuses dont est issu l'œuf

Un numéro d'identification en quatre chiffres est attribué à chaque élevage par l'administration de son pays. S'il y a plusieurs poulaillers dans l'élevage, avec des poules pondeuses d'âge différents, le numéro du poulailler s'ajoute à celui de l'élevage, après un trait d'union.

La date de durabilité minimale, obligatoirement indiquée sur l'unité de vente au consommateur (UVC), peut également être imprimée sur chaque œufs (jour et moi, séparés par la signe « / »). (Nau et *al.*, 2010).

Pour la classification des œufs, on distingue donc désormais quatre types d'élevages (Corpet, 2013) :

#### **III.1.1.3.1.1. Œufs de poules élevées en cage**

Dans ce mode d'élevage, les œufs sont produits dans des cages dites «conventionnelles». Il permet de produire des œufs dans les meilleures conditions d'hygiène.

#### **III.1.1.3.1.2. Œufs de poules élevées au sol**

Les œufs sont issus d'élevage où les poules sont élevées dans un bâtiment. Un tiers de la surface du poulailler est sous forme de litière. Dans ce mode d'élevage la densité est de 7 poules /m<sup>2</sup> au maximum.

#### **III.1.1.3.1.3. Œufs de poules élevées en plein air**

Ces œufs sont issus d'élevage où les poules sont élevées dans des poulaillers comparables à ceux des poules élevées au sol mais avec un accès à un parcours en plein air.

#### **III.1.1.3.1.4. Œufs biologiques**

Les œufs biologiques sont produits sans utilisation des produits ou chimiques synthétiques. Dans le cas de la production des œufs, l'alimentation des poules pondeuses doit être d'origine biologique à 80 % au minimum et doit y avoir suffisamment de fourrage grossier.

### **III.1.2. Qualité externe et interne**

#### **III.1.2.1. Qualité externe**

##### **III.1.2.1.1. Taille et forme**

L'œuf doit présenter la forme ovale habituelle. Un œuf arrondi ou allongé n'est pas souhaitable ; il n'est guère apprécié parmi les éleveurs de volaille commerciale dans la mesure où son stockage sur des plateaux alvéolés est risqué. Dans les pays tropicaux, les œufs à la

coquille déformée se vendent cependant à un prix inférieur à la normale (Maisonneuve et Larose, 1992).

La forme de l'œuf est déterminée par la tonicité musculaire de la glande coquillère (Sauveur, 1988). Différentes anomalies de taille et de forme peuvent être observées au cours la période de production de poules pondeuses (Figure III.3). Des œufs à doubles jaunes sont quelques fois obtenus en début de ponte d'une taille anormale et d'une forme allongée, mais ils disparaissent après le pic de ponte. Autres anomalies de taille et de forme peuvent être observées, des œufs très petits ne contenant que du jaune, lorsque l'alimentation et le programme lumineux appliqué n'étaient pas maîtrisés pendant la période d'élevage des poulettes, ce qui influence la maturité sexuelle entraînant l'apparition du défaut cité précédemment (Rose, 1997).

#### **III.1.2.1.2. Couleur (Couleur de la coquille)**

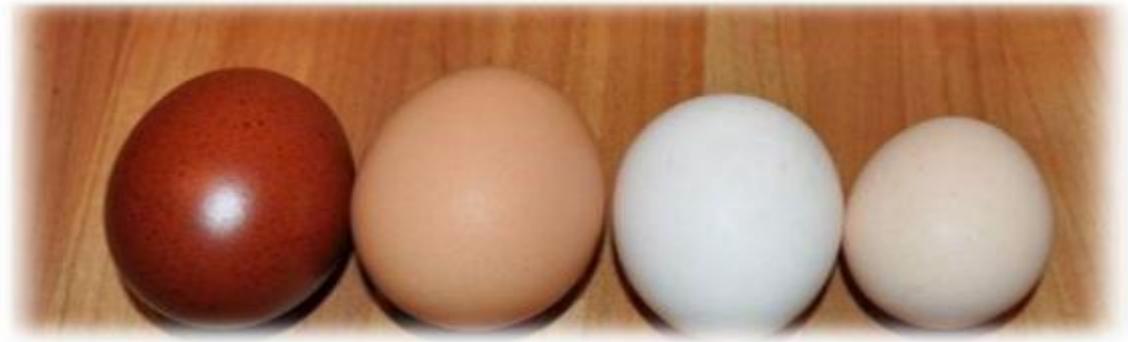
La couleur de la coquille est une caractéristique importante à étudier en raison des différentes préférences qui existent sur le marché mondial. Il existe plusieurs options, mais Hyline utilise un indicateur interne de couleur de la coquille qui tient compte des valeurs des trois paramètres (L,a,b) du système Minolta® Chroma Meter international 2017 (Hyline international, 2017).

L : Lightness (luminosité) (Valeur entre 0 = noir et 100 = blanc)

a : Teinte sur l'échelle rouge-vert (< 0 = vert, > 0 = rouge)

b : Teinte sur l'échelle bleu-jaune (< 0 = bleu , > 0 = jaune)

La couleur de la coquille (Figure III.3) est déterminée par une fine couche d'oöporphyrine, elle n'a rien à voir avec la qualité nutritionnelle des œufs mais, dans de nombreux pays et spécifiquement au Royaume-Uni, les consommateurs préfèrent les coquilles brunes aux coquilles blanches et paient d'ailleurs ces œufs plus chers. Bien que les races productrices d'œufs à coquille brune soient moins productives que celles productrices d'œufs à coquille blanche, les éleveurs ont, au cours de ces dix dernières années, fourni un effort concerté afin de produire des souches hautement productives de pondeuses d'œufs à coquille brune. Cette tâche s'est avérée doublement compliquée du fait que plus l'oiseau produit, plus les coquilles ne deviennent claires (Maisonneuve et Larose, 1992).



**Figure III.3 :** Taille et couleur des œufs (Hyline international, 2017)

### **III.1.2.1.3. Qualité de la coquille**

Le risque pour un œuf d'être fêlé est fonction d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels l'importance de la charge subie et la résistance mécanique de sa coquille (Mertens et *al.*, 2010). Selon le même auteur, la fissuration de la coquille est le résultat des impacts des œufs entre eux et de la collision des œufs pendant la période de collecte, et pendant la période de transit. Selon Mertens et *al.* (2010), Les principales anomalies des coquilles de l'œuf sont:

#### **III.1.2.1.3.1. Œufs « pré-fêlés in vivo »**

Ce type d'anomalie est liée aux changements de tonicité musculaire au niveau de l'oviducte durant le stade initial de formation de la coquille qui est progressivement renforcée au cours du processus de calcification.

Cette anomalie est plus prononcée chez les poules qui sont trop actives ou qui ont été perturbées pendant les premières heures d'obscurité (le début de la calcification).

#### **III.1.2.1.3.2. Œufs auréolés**

Dans ce type d'anomalie, une partie de la coquille est aplatie ou entaillée. Ils sont souvent observés chez les jeunes poules qui pondent pour la première fois, mais cela peut être aussi observé chez les poules âgées.

#### **III.1.2.1.3.3. Œufs à coquille ondulée**

Ils présentent une surface rugueuse et ondulée. Ces défauts surviennent lorsqu'il y a un dysfonctionnement du magnum causé par une maladie, telle que la bronchite infectieuse. La modification de consistance de l'albumen d'origine pathologique, a une répercussion sur la formation de la coquille d'où les œufs apparaissent ridés avec coquilles rugueuses et ondulées (Figure III.4).



**Figure III.4 :** Œuf ridé (Hubbard, 2011)

#### III.1.2.1.3.4. Œufs à coquille molle ou sans coquille

Ces anomalies apparaissent lorsque la calcification de la coquille n'est pas complète. Ils sont généralement produits par les jeunes poules en début de ponte, et notamment lorsqu'elles ont été soumises trop à des durées d'éclairage trop importantes, ce qui stimule de manière trop précoce le système hormonal. Certaines maladies et contraintes environnementales peuvent être à l'origine de ce défaut (Figure III.5).



**Figure III.5 :** Œufs à coquille molle (Bernardi, 2008)

**III.1.2.1.3.5. Œufs mauves, roses et tachetés de calcium**

L'apparition de ces anomalies peut être la conséquence d'un stress d'où une partie de la coquille est enduite d'un résidu poussiéreux ou de dépôts superficiels blancs (Figure III.6).



**Figure III.6 :** Œuf tacheté de calcium (Bernardi, 2008)

**III.1.2.1.3.6. Œufs à coquille rugueuse**

Ces anomalies interviennent lorsque les parties rugueuses sont soit distribuées sur les œufs de manière irrégulière sur toute la surface de la coquille, soit concentrées sur une des extrémités de l'œuf. L'apparition de ce type d'œufs est associée aux troupeaux âgés, mais certaines maladies, telle que la bronchite infectieuse, peuvent provoquer ce genre de défaut.

**III.1.2.1.3.7. Œufs présentant des aspérités**

Ces aspérités sont produites pendant le processus de formation de la coquille, en raison d'un défaut de la membrane coquillière, ou de fragments d'oviducte incorporé dans celle-ci.

**III.1.2.1.3.8. Œuf à « fenêtres » translucides**

Ce défaut est la conséquence de la présence, dans la coquille, d'eau provenant de l'intérieur de l'œuf. Le phénomène peut être accru par l'existence d'imperfections de la trame protéique coquillière.

### III.1.2.1.3.9. Autres défauts

Ce sont surtout des défauts ultrastructurels de la coquille, lors du processus de formation de la coquille (Figure III.7), au niveau de la couche mamillaire à partir de laquelle est déposée (Nys et *al.*, 1999).



**Figure III.7 :** Œufs présentant des défauts ultrastructurels (Bernardi, 2008)

### III.1.2.2. Qualité interne

#### III.1.2.2.1. Aspect général

Le contenu de l'œuf, blanc d'œuf et jaune d'œuf, est la partie effectivement consommée par l'homme, et qui joue un rôle déterminant dans la qualité de l'œuf. Les principales anomalies sont comme suit (Mertens et *al.*, 2010) :

##### III.1.2.2.1.1. Blanc aqueux

La qualité de l'albumen diminue au fur et à mesure du vieillissement du troupeau. Mais certaines maladies, telles que la maladie de Newcastle et la bronchite infectieuse, par l'attaque du magnum où sont secrétés les constituants de l'albumen, peuvent détériorer la qualité de l'albumen quel que soit l'âge des troupeaux. L'apparition du blanc très liquide peut aussi être la conséquence des températures environnementales élevées ou des conditions défavorables lors de stockage.

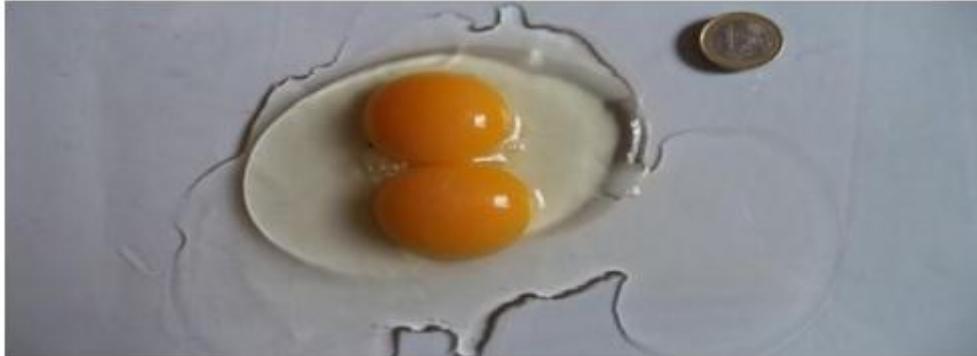
##### III.1.2.2.1.2. Jaunes tachetés et décolorés

Dans ces cas, des marques de tailles et de couleurs différentes, sont visibles à la surface du jaune, et peuvent être du translucide à l'orange brunâtre voire presque noire.

La prévention des taches sur le jaune est fortement liée à l'intégrité et à la résistance de la membrane vitelline et toutes imperfections de la membrane peuvent être la cause de l'apparition de ce type de défaut (Jacob et *al.*, 2000).

#### III.1.2.2.1.3. Œufs à double jaune

Ce défaut est observé chez les poules en début de ponte (Figure III.8), mais une fois le programme de ponte est stabilisé, il disparaît.



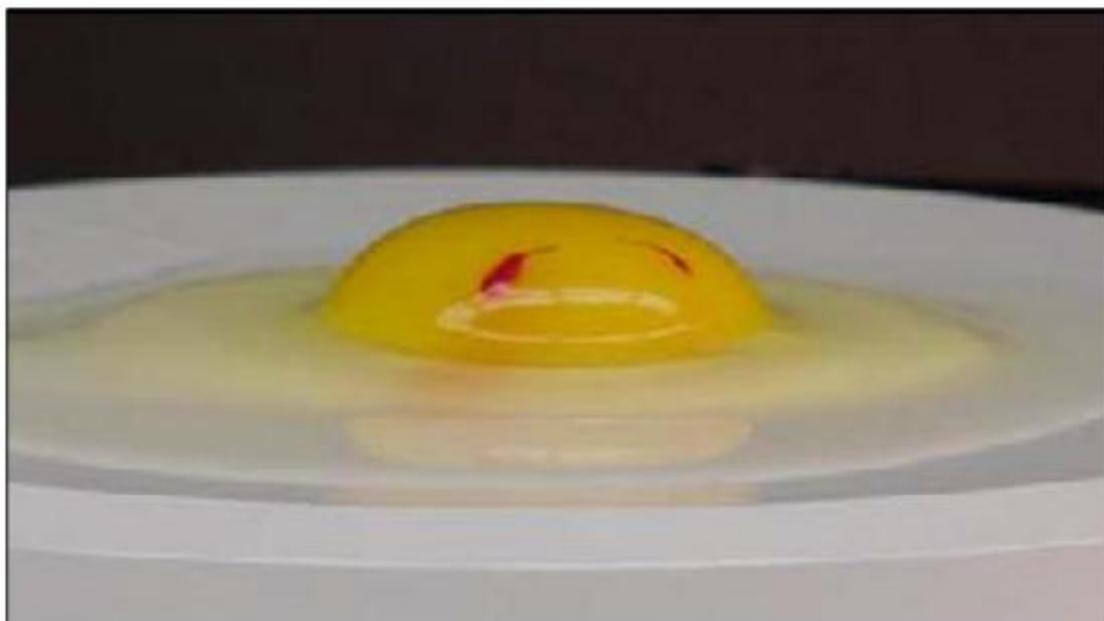
**Figure III.8 :** Œuf à double jaune (Kaoueche et Kaoueche, 2015)

#### III.1.2.2.1.4. Jaunes cassés

Le jaune d'œuf se casse sous l'effet de la liquéfaction de l'albumen d'une part, et sous l'effet de l'évaporation de l'eau à travers la coquille d'autre part, où le jaune se déplace vers la périphérie de l'œuf. Ce déplacement pourrait résulter du transfert d'eau du blanc vers le jaune, ce qui a pour conséquence la diminution de la viscosité du jaune et l'endommagement de la membrane vitelline. Cette anomalie est surtout observée à la fin de la ponte : les œufs produits à la fin de cycle de production sont gros d'où la membrane vitelline devient fragile et n'est pas apte à maintenir son intégrité structurelle.

#### III.1.2.2.1.5. Présence des inclusions

Les taches de sang ou de viande présentes dans le blanc résultent de microhémorragies ovariennes ou de desquamation de l'oviducte dues à des infections virales ou à certaines contraintes environnementales (Figure III.9).



**Figure III.9 :** Présence de taches de sang dans le contenu de l'œuf (Jacob et Pescatore, 2009)

#### **III.1.2.2.2. Qualité nutritionnelle de l'œuf**

##### **III.1.2.2.2.1. Protéines d'œuf de poule**

De très haute valeur biologique, l'œuf est non seulement une excellente source de protéines, mais celles-ci sont à tel point d'excellente qualité, qu'on utilise l'œuf comme mesure de référence pour juger de la qualité des autres sources de protéines. La qualité des protéines est exprimée par un chiffre que l'on appelle valeur biologique (VB), elle est très élevée pour l'œuf du fait de la complémentarité existant entre les protéines du jaune et celles du blanc et surtout de l'équilibre entre les acides aminés de ces protéines (Arzour, 2006). Se conférer tableau III.1.

**Tableau III.1** : Teneurs de l'œuf en acides aminés (en mg par œuf de 60 g) (Sauveur, 1988)

	<b>Blanc</b>	<b>Jaune</b>	<b>Œufs entier</b>
Acide aspartique	380	250	630
Acide glutamique	480	340	820
Alanine	210	150	360
Arginine	210	200	410
Cystine	105	50	155
Glycine	125	85	210
Histidine	80	75	155
Isoleucine	190	155	345
Leucine	300	250	550
Lysine	235	220	455
Méthionine	140	70	210
Phénylalanine	200	120	320
Proline	150	120	270
Sérine	240	240	480
Thréonine	160	150	310
Tryptophane	60	45	105
Tyrosine	150	130	280
Valine	240	170	410

La VB des protéines de l'œuf est de 93,7 % (poulet : 80 % ; poisson : 78 %). La VB d'une protéine détermine son efficacité à réparer et à fabriquer de nouveaux tissus. Ainsi, plus la VB est élevée, plus les protéines de l'aliment en question sont efficaces, indépendamment de la quantité de protéines contenues dans l'aliment (Sauveur, 1988).

Il faut également noter que les protéines du blanc sont peu digestibles (50 %) à l'état cru du fait de la présence de facteurs anti-trypsiens et surtout parce que le blanc cru stimule peu les sécrétions de sucs gastriques ou pancréatiques, par contre les protéines du jaune sont-elles très bien digérées à l'état cru et c'est la cuisson excessive qui va diminuer son utilisation digestive (Sauveur, 1988).

#### **III.1.2.2.2. Lipides de l'œuf**

La richesse du jaune de l'œuf en acides gras insaturés (les 2/3 des acides gras totaux) et particulièrement en acide linoléique en fait un aliment de haute qualité pour l'homme.

Des reproches ont été faites au jaune de l'œuf concernant particulièrement le cholestérol (0,25 – 0,28 g/œuf), cependant plusieurs remarques doivent être soulignées :

Les travaux de Roberts et *al.* (1981) ont montré que l'apport en supplément de la ration normale d'une préparation apparemment identique : même goût, même couleur, même consistance, même taux calorique soit de 2 œufs par jour soit d'un substitut sans cholestérol ne modifie pas significativement le taux de cholestérol sanguin ou le taux de triglycérides après 4 semaines car ceux-ci dépendent des autres stérols ingérés ; en particulier les stérols végétaux.

On sait aujourd'hui que l'œuf présente des antidotes à une cholestérolémie élevée car il est riche en phospholipides et acides gras insaturés (Arzour, 2006).

#### **III.1.2.2.3. Glucides**

L'œuf ne contient pas de fibres glucidiques. Sa teneur en sucres simples est extrêmement faible (1 % de l'œuf) répartis entre le blanc et le jaune. Le glucose est la forme libre dominante (98 % des 0,5 % de sucres libres). L'œuf contient de nombreux glycoconjugués notamment des glycoprotéines (ovomucoïde, ovalbumine, ovotransferrine, ovomucine et avidine dans le blanc ; phosvitine et riboflavine dans le jaune). Les glycanes sont constitués de monosaccharides, d'osamines et d'un acide sialique, l'acide N-acétylneuraminique. Ce dernier présente une concentration élevée (2,4 %) dans les chalazas ligaments suspenseurs du jaune dans le blanc et dans la membrane vitelline (1,8 %) ; il est aussi présent dans le jaune (0,19 % MS) (Koketsu et *al.*, 2003). Ce composé pourrait avoir un intérêt comme agent inhibiteur de la multiplication de rotavirus, agents provoquant des gastroentérites chez l'enfant (Koketsu, 1997).

#### **III.1.2.2.4. Minéraux**

L'œuf est riche en phosphore, fer et soufre, leur contenu dans deux œufs (100 g) couvrant respectivement 26,26 et 18 % du besoin journalier de l'homme. L'œuf contient environ 1 mg de fer dont la disponibilité ne serait que de 60 % dans l'œuf cuit, du fait de la présence de protéines (phosvitine, ovotransferrine) ayant une forte capacité de liaison du fer (Burley et Vadehra, 1989). La teneur en sodium de l'œuf est faible, surtout dans le jaune qui peut donc être utilisé dans les régimes hyposodés.

L'œuf contient un éventail très large d'oligoéléments, la plupart présents dans le jaune.

Les teneurs en oligo-éléments de l'œuf présentent des coefficients de variation élevés. Elles dépendent de l'alimentation de la poule et il est possible d'enrichir la teneur de l'œuf en oligo-éléments de 60 fois pour l'iode, 5 à 10 fois pour le sélénium, fluor ou manganèse (Stadelman et Pratt, 1989). En revanche, les teneurs en cuivre et zinc sont relativement plus stables car ces éléments sont associés à des protéines avant d'être transférés dans le jaune. L'œuf peut contenir de nombreux autres oligo-éléments à des concentrations extrêmement faibles (Dobrzanski et *al.*, 1999). Se conférer tableau III.2.

**Tableau III.2 :** Teneurs de l'œuf en minéraux (Sauveur, 1988)

	Contenu total moyen (mg / œuf de 60 g)			Valeur relative extrême (mg / 100 g de poids frais)		
	Œuf entier sans coquille	Blanc	Jaune	Œuf entier sans coquille	Blanc	Jaune
Sodium	72	62	10	135	140-200	40-70
Potassium	73	53	20	135	30-170	90-130
Chlore	93	62	31	170	150-180	150-180
Calcium	29	3	26	55	7-15	100-190
Magnésium	6	4	2	11	10-12	10-12
Phosphore	120	5	115	220	10-15	550-650
Fer	1,1	3	1,1	2-3	3	5-10
Soufre	90	60	30	170	160-200	160-180

#### III.1.2.2.2.5. Vitamines

Elles sont plus abondantes dans le jaune que dans le blanc et leur présence reflète l'ingéré de la poule, les teneurs de l'œuf en vitamines sont exprimées dans le tableau III.3.

**Tableau III.3 :** Teneurs de l'œuf en vitamine (Sauveur, 1988)

	Contenu total moyen (mg / œuf de 60 g)			Valeurs relatives extrême (mg / 100 g de poids frais)		
	Œuf entier sans coquille	blanc	Jaune	Œuf entier sans coquille	blanc	Jaune
Vitamines liposolubles						
A (UI)	150 - 40	--	150-400	250-700	--	800-2500
D (UI)	20 - 80	--	20 - 80	35-150	--	110-450
E (mg)	0,6 - 2	--	0,6 - 2	1,1-3,5	--	3,5 - 10
K (mg)	1,01- 0,03	--	0,01-0,03	0,02-0,06	--	0,05-0,15
Vitamines hydrosolubles						
Choline (mg)	225	--	225	410	--	1250
Thiamine (B1) (µg)	52	1,5	50	95	3,5	275
Riboflavine (B2) (µg)	200	120	80	300-350	300-450	400-500
Nicotinamide (µg)	43	33	10	60 - 80	85 - 95	40 - 70
Pyridoxine (B6) (µg)	68	8	60	150-200	25	300-350
Acide pantothénique (µg)	830	80	750	1200-1700	190-250	3500-4500
Biotine (µg)	10	2	8	15 - 20	5 - 7	30 - 60
Acide folique (µg)	15	0,5	15	15 - 35	1	50 - 105
B12 (µg)	0,5	--	0,5	0,7 - 1,2	--	2,1 - 3,5

L'œuf est une excellente source de choline, contenue dans la lécithine. La choline favorise un développement normal du cerveau. L'Académie des Sciences et Santé du Canada ont récemment reconnu la choline comme un élément nutritif essentiel. Bien que le corps soit en mesure de fabriquer de la choline, il en fabrique de façon insuffisante de sorte que l'apport provenant des œufs constitue un véritable atout. Deux œufs de calibre gros contiennent la quantité de choline dont un adulte a besoin chaque jour (Desaulniers et Dubost, 2003).

Les œufs constituent également une excellente source de vitamine B2 (riboflavine). La principale fonction de la vitamine B2 est de contribuer à la production d'énergie à partir notamment des glucides, des lipides que nous absorbons. C'est une excellente source de vitamine B12. Cette vitamine se retrouvant surtout dans le règne animal, deux œufs fournissent environ 50 % des besoins en vitamine B12 d'un adulte. Cette vitamine aide à la fabrication de nouvelles cellules, à l'entretien des cellules nerveuses, au métabolisme de certains acides gras et acides aminés, et active l'acide folique ou vitamine B9 (Arzour, 2006).

C'est aussi une excellente source de vitamine D. Outre le lait, les poissons gras et les rayons UV, le jaune d'œuf est l'une des rares sources de cette vitamine. Le rôle principal de la vitamine D est de favoriser la minéralisation osseuse en augmentant l'absorption du calcium et du phosphore, en stimulant leur rétention par les reins et en empêchant la perte du calcium des os (Desaulniers et Dubost, 2003).

#### **III.1.2.2.6. Pigments**

Ce sont des pigments d'origine alimentaire de la famille des caroténoïdes très proches dans leur structure de la vitamine A.

Beaucoup d'entre eux sont des pigments xanthophylles, les plus fréquemment rencontrés sont la lutéine provenant essentiellement des pigments de la luzerne et des pigments du maïs jaune, et la zéaxanthine retrouvée essentiellement dans les pigments du maïs. La lutéine et la zéaxanthine sont retrouvées à des proportions de 13-15 microgrammes/jaune d'œuf. Plusieurs résultats de recherches ont établi la possibilité que la lutéine et la zéaxanthine puissent protéger contre l'apparition de cataractes et de dégénérescence maculaire laquelle est la première cause de cécité chez les personnes âgées. La lutéine et la zéaxanthine se retrouvent dans d'autres aliments, comme les épinards, mais leur absorption est supérieure lorsqu'elles sont tirées des œufs (Arzour, 2006).

### **III.1.3. Evaluation de la qualité interne et externe**

#### **III.1.3.1. Evaluation de la qualité externe**

##### **III.1.3.1.1. Poids de l'œuf**

Le poids de l'œufs est un aspect qualitatif ayant une grande importance économique. Sur la plupart des marchés, les œufs sont ventus par pièce en fonction de leur poids, ou dans des boîtes en fonction d'un indice qualitatif dépendant lui aussi du poids des œufs. L'importance de cette caractéristique de l'œuf incite les producteurs à la maîtrise, afin de produire majoritairement des œufs correspondant aux catégories demandées par le marché auquel ils sont destinés (Nau *et al.*, 2010).

##### **III.1.3.1.2. Qualité de la coquille**

La propreté est mesurée par le pourcentage d'œufs sales, c'est-à-dire présentant des souillures d'origine intestinale ou urinaire (matières fécales), génitales (sang) ou autre

(poussières). La coquille est en général considérée comme sale lorsque les salissures recouvrent plus de 1/32 de la surface, si celles-ci sont localisées, ou 1/16 si elles sont dispersées (Mertens et *al.*, 2005).

La couleur de la coquille peut être mesurée par réflectométrie ou par spectrométrie de fluorescence (Mertens et *al.*, 2010). Elle est due aux pigments localisés au niveau de la cuticule et au niveau de la coquille elle-même (Lang et Wells, 1987).

La solidité dépend de la nature, de la quantité et de la structure des matériaux déposés. Deux méthodes existent pour évaluer la solidité de la coquille : méthodes indirectes (mesure de l'épaisseur de la coquille, mesure de la densité de l'œuf, test de déformation non destructive de la coquille, analyse des vibrations) et méthodes directes (test de ponction, test de compression quasi statique) (Mertens et *al.*, 2010).

### **III.1.3.2. Evaluation de la qualité interne**

#### **III.1.3.2.1. Qualité de l'albumen**

La qualité de l'albumen est en général estimée par les unités Haugh qui traduisent la relation existante entre l'albumen dense et la qualité du blanc. Le pH de l'albumen se situant entre 7.8 et 8.2 le lendemain de la ponte, il croît avec le vieillissement de l'œuf (Haugh, 1937 cité par Protais, 1988).

Bien que les unités Haugh est la référence, d'autres méthodes ont été développées telles que la technique de la spectroscopie dans le visible (VIS) et le proche infrarouge (NIR), la résonance magnétique nucléaire (RMN) (Schwagele et *al.*, 2001), la spectrométrie de fluorescence (Karoui et *al.*, 2006).

#### **III.1.3.2.2. Qualité du vitellus**

La couleur du jaune d'œuf est considérée comme un des principaux critères de qualité. Elle est mesurée visuellement en utilisant l'échelle Roche sur un éventail allant de 1 à 15 (Thapon et Bourgeois, 1994). Elle dépend essentiellement de la qualité des pigments ingérés par la poule. Elle est due à la présence de pigments jaunes d'origine naturelle (xanthophylles comme la lutéine de la luzerne ou la zéaxanthine du maïs) ou de synthèse d'une part, et de pigments rouges (canthaxanthine, citraxanthine) d'autre part (Larbier et Leclercq, 1992).

### III.1.3.2.3. Présence et détection des inclusions

Classiquement, les inclusions de tache de sang et de viande sont détectées par le mirage. Actuellement des méthodes alternatives se caractérisent par l'exactitude, la rapidité et non destructives sont utilisées, notamment les techniques de spectroscopie visible et proche infrarouge (Mertens et *al.*, 2010).

### III.2. Facteurs de variation de la qualité de l'œuf

Dans leur remarquable ouvrage, Jacquot et Adrian (1954) classaient les constituants de l'œuf en deux grands groupes :

- ✓ Ceux qui sont peu ou pas variables : les teneurs en eau, en protéines, en acides aminés, en lipides totaux, en macrominéraux sont remarquablement fixes. Ce sont des éléments constants, indépendants des conditions d'élevage et surtout de l'alimentation.
- ✓ Ceux qui varient avec la nature des aliments ingérés. Ce sont les oligoéléments minéraux et vitaminiques et les acides gras des lipides.

Cette distinction reste globalement possible aujourd'hui mais il faut y ajouter que le rapport des constituants de l'œuf (blanc / jaune) peut lui-même varier dans des proportions importantes entraînant simultanément des variations de concentration des macro-constituants. Aux extrêmes, le jaune peut représenter de 24 à 34 % du poids total de l'œuf même s'il reste usuellement compris entre 26 et 31 %. Il y a donc lieu de préciser davantage les différents facteurs de variation de la composition de l'œuf (Jacquot et Adrian, 1954).

#### III.2.1. Effets du poids de l'œuf et de l'âge de la poule

A l'intérieur d'un troupeau d'un âge donné, la proportion de jaune diminue tandis que celle de blanc augmente lorsque le poids de l'œuf augmente. Dans ces mêmes conditions, la teneur en matière sèche du blanc croit aussi avec le poids de l'œuf (Sauveur, 1988).

A l'inverse, dans des œufs de poids voisin mais provenant de poules d'âge croissant, le vieillissement de l'animal se traduit, en tant que tel, par les modifications suivantes (observée entre 27 et 60 semaines d'âge) totalement opposées aux précédentes :

- ✓ Augmentation du pourcentage de jaune de 4,5 points.

- ✓ Diminution du pourcentage de blanc de 3,4 points.
- ✓ Diminution de la teneur en extrait sec du blanc de 0,4 points.
- ✓ Maintien à un niveau constant de la teneur en extrait sec du jaune.
- ✓ Augmentation de la teneur en extrait sec du mélange (jaune + blanc) de 1,3 points.

En pratique, le poids de l'œuf augmente en même temps que la poule vieillit et les deux sources de variation ne peuvent être dissociées.

Les résultats de plus de dix expériences montrent de façon non ambiguë que, lorsque le poids de l'œuf augmente du fait du vieillissement de la poule :

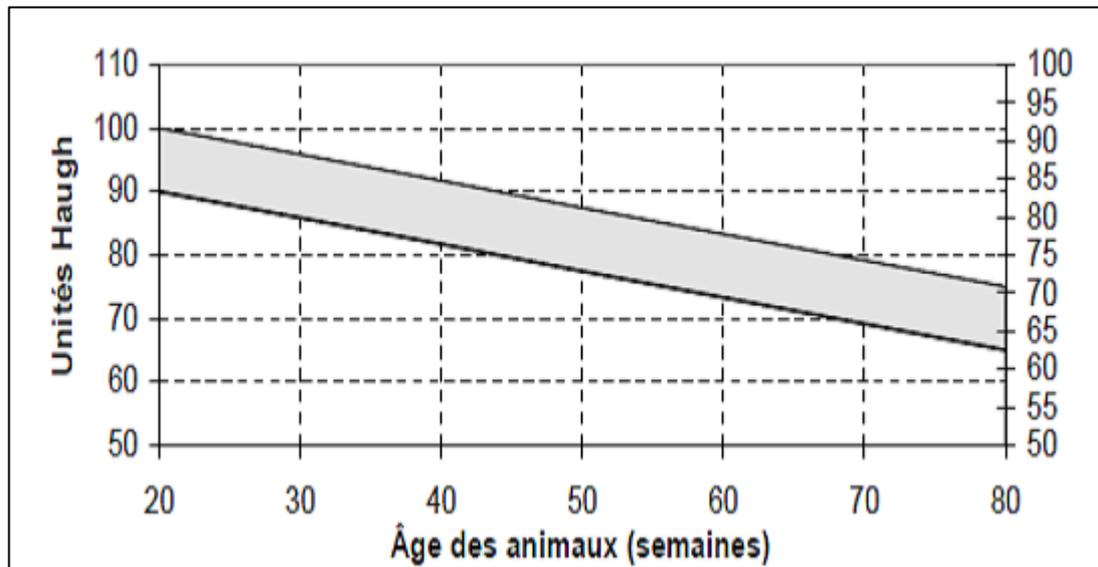
- ✓ La part relative de jaune augmente, souvent de 4 points environ.
- ✓ La teneur en extrait sec de ce jaune est stable ou augmente légèrement.
- ✓ La teneur en extrait sec du blanc diminue toujours d'environ un point.

La teneur en extrait sec du mélange (jaune + blanc) est sensiblement constante ; il semble en fait qu'elle passe par un léger maximum en milieu de ponte.

L'effet du poids de l'œuf sur la part de ses constituants est donc très différent selon que l'on raisonne à âge de troupeau constant ou croissant. Pour surmonter les difficultés d'expression qui en résultent, Fletcher et *al.* (1983) ont mis au point des abaques tridimensionnelles qui permettent de prévoir le poids de jaune et celui du blanc en fonction du poids d'œuf et de l'âge de la poule en toute rigueur, ces abaques sont effectivement plus satisfaisantes que des courbes exprimant un pourcentage de jaune (ou de blanc) en fonction du poids de l'œuf, puisque le calcul même du pourcentage fait déjà appel au poids de l'œuf. Il faut reconnaître cependant qu'elles ne sont pas d'une lecture facile et que leur usage nécessite beaucoup d'attention.

Puisque, dans les œufs de vieilles poules, la part de blanc et sa teneur en matière sèche sont réduits, les quantités de protéines qui peuvent en être extraites sont notablement diminuées. A un moindre degré, les teneurs en lipides totaux et cholestérol du jaune diminuent également en fin de ponte (Sauveur, 1988).

L'âge de la poule exerce une influence considérable sur les unités Haugh de l'œuf frais (Figure III.10). Les poules plus âgées produisent des valeurs moins élevées. C'est pourquoi en cas de doute, il vaut mieux tenir compte également de l'âge de la poule lors de la détermination de la fraîcheur de l'œuf au moyen des unités Haugh (MSDA, 2004).



**Figure III.10 :** Influence de l'âge des animaux sur la hauteur du blanc d'œuf (Convertie en unités Haugh) (MSDA, 2004)

### III.2.2. Facteurs de l'origine génétique des animaux et de la sélection

La conservation dans certaines stations expérimentales de lignées « témoins » (sans dérivé génétique) depuis plusieurs décennies permet de se faire une idée des effets de la sélection génétique des animaux sur la composition de l'œuf. On sait ainsi que, pour une même classe de poids d'œuf, une sélection visant à augmenter le nombre d'œufs se traduit par :

- ✓ Une légère diminution de la part de jaune (- 1,5 à 2 points).
- ✓ L'absence d'altération du contenu en matière sèche du jaune et une légère augmentation de l'extrait sec du blanc.
- ✓ Une très faible diminution (- 0,3 à 0,7 points) de l'extrait sec du mélange (jaune + blanc).

Lorsque la correction pour le poids moyen de l'œuf n'est pas faite, les œufs de souches « anciennes » d'un poids moyen relativement faible, contiennent relativement plus de jaune que les œufs plus lourds des souches « modernes ». C'est là un effet principal du poids de l'œuf pour un troupeau d'un âge donné. Une sélection ne visant qu'à augmenter le poids de

l'œuf sans prendre en compte les parts de ses constituants risquerait donc de conduire à l'obtention d'œufs plus gros contenant moins de jaune et plus de blanc. Il semble cependant que le poids moyen des œufs ne soit que peu ou pas du tout augmenté actuellement par les sélectionneurs (Sauveur, 1988). Il a été montré aussi :

- ✓ Qu'il existe une corrélation génétique positive entre le poids de l'œuf et la teneur en matière sèche du blanc. Ces deux paramètres peuvent donc croître simultanément.
- ✓ Qu'il n'y a pas d'antagonisme génétique entre le poids de chaque constituant et sa teneur en extrait sec. Ils peuvent donc aussi augmenter simultanément.
- ✓ Qu'il n'y a que peu ou pas de relation entre les teneurs en extrait sec du blanc et du jaune.

Le contrôle génétique de la composition de l'œuf s'exerce aussi mais de façon moins visible au niveau moléculaire ; sa manifestation la plus connue et le polymorphisme des protéines du blanc qui existe pour la quasi-totalité d'entre elles. Ce polymorphisme se traduit par la substitution de un ou plusieurs acides aminés de la chaîne protéique ; il est généralement mis en évidence par migration électrophorétique et a surtout été utilisé pour étudier des filiations entre groupe d'animaux. Il existe aussi un certain contrôle génétique de la teneur du blanc en protéines spécifiques (lysozyme par exemple). De même, toute sélection visant à abaisser la teneur en cholestérol du jaune s'est avérée inefficace (alors qu'elle peut très bien l'augmenter). Enfin, l'œuf de poule a l'une des plus faibles teneurs relatives en cholestérol des principaux œufs de volailles : exprimée par gramme de jaune, elle est plus élevée de 6 % dans l'œuf de caille, de 28 % dans l'œuf de cane et de 70 % dans l'œuf de pigeon (Sauveur, 1988).

Il a été longtemps admis que les œufs à coquille colorée contenaient, à poids égal, proportionnellement plus de jaune que ceux à coquille blanche mais ceci ne ressort pas toujours des données les plus récentes (Sauveur, 1988).

Un dernier point d'impact connu d'effets génétiques est relatif aux odeurs anormales (odeur de poisson ou de crabe) émanant de certains œufs. Ce problème est lié à la présence dans le jaune de triméthylamine, due à l'absence d'une enzyme hépatique permettant normalement l'oxydation de cette substance en un composé inodore : cette absence est contrôlée par un gène autosomal semi-dominant affectant plus de 50 % des poules produisant des œufs à coquille colorée contre moins de 10 % des poules à œufs blancs (Sauveur, 1988).

### III.2.3. Effets de la saison et de la température

Les effets saisonniers sont difficilement différenciables de ceux dus à l'âge des animaux en outre, la notion même de saison perd son sens pour des poules placées en bâtiment sans fenêtre et exposées à une température ambiante toujours comprise entre 20 et 28 °C. Lorsque le poids de l'œuf diminue en réponse à une température supérieure à 28-30 °C, cette réduction porte sur tous les compartiments de l'œuf et seul le pourcentage final de coquille est réellement réduit : les parts de blanc et de jaune sont assez peu modifiées, chacun contribuant à la réduction totale dans une proportion proche de sa part initiale (Tableau III.4). Il n'est cependant pas exclu que la part finale de jaune soit légèrement réduite. La baisse de poids d'œuf due à un stress thermique ne se répartit donc pas comme celle consécutive à une carence nutritionnelle, ou à des différences génétiques (Sauveur, 1988).

**Tableau III.4 :** Exemples d'effets de températures élevées sur la part relative de chaque constituant de l'œuf (Sauveur, 1988)

Auteurs	Températures comparées (°C)	Chute de poids de l'œuf (g)	Part de cette chute (%)		
			Au jaune	Au blanc	A la coquille
Smith-Oliver, 1972	26 vs 32	7,6	28	53	19
El Jack-Blum, 1978	15 vs 32	3,5	40	45	15
Lignée 1	15 vs 32	4	39	50	11
Lignée 2					
Les parts initiales sont :			29	61	10

Les teneurs relatives en matière sèche de chaque compartiment ne sont généralement pas altérées (tant que la mesure est bien effectuée aussitôt après la ponte) par une température ambiante élevée. Les seuls effets connus de celle-ci sur la composition de l'œuf seraient une faible diminution de teneur en lipides du jaune et une augmentation de teneur en calcium du blanc (Sauveur, 1988).

### III.2.4. Effets du mode d'élevage des animaux

L'expression « mode d'élevage » désigne ici le type de logement des poules. Il peut s'agir :

- ✓ De cages (quel que soit leur plan d'assemblage) placées dans un bâtiment muni ou non de fenêtres,

- ✓ D'un élevage « au sol » (habituellement litière et caillebotis) à l'intérieur d'un bâtiment,
- ✓ D'un élevage « au sol en liberté », faisant appel à un bâtiment ouvert sur un parcours extérieur important.

Une dizaine d'études effectuées de 1975 à 1985 dans toute l'Europe permet d'affirmer que le mode de production n'affecte pratiquement pas la composition de l'œuf. Les seules variations significatives quelquefois attribuables à une production au sol (toujours comparée à une production en cages) sont :

- ✓ Une tendance à la baisse de la part de jaune (- 2 à - 4 %).
- ✓ Une augmentation notable de teneur en cholestérol (+ 3 à + 25 % selon les auteurs).
- ✓ Une ou deux modifications d'oligo-constituants telle qu'une augmentation des teneurs en vitamines B12, acide folique (+ 50 %) et peut être vitamine E ou une diminution des teneurs en vitamine A, calcium et fer (- 2 à - 8 %) (Sauveur, 1988).

Aucune variation significative et constante des teneurs en extrait sec, lipides, protéines et acides aminés n'est observée. Les modifications de composition de l'œuf ne sont pas plus importantes lorsque les poules ont accès à un parcours en plein air. La seule tendance, non significative, mais retrouvée trois fois dans l'œuf réellement « fermier », est une augmentation de teneur en lipides, une certaine augmentation de l'acide linoléique aux dépens du stéarique et de l'oléique (Sauveur, 1988).

### **III.2.5. Effets de l'alimentation**

Les effets de l'alimentation sur le rapport blanc / jaune sont à distinguer de ceux s'exerçant directement sur une substance constitutive de l'œuf : parmi ces dernière, les oligo-éléments, vitamines et acides gras sont les plus susceptibles de variation conformément au classement de Jacquot et Adrian (Sauveur, 1988).

#### **III.2.5.1. Rôle des protéines du régime**

Un abaissement du taux protidique alimentaire entraîne une réduction du poids de l'œuf portant davantage sur le blanc que sur le jaune. La composition du blanc est peu affectée. Au-

delà de 15 % de protéines dans l'aliment, la part des constituants de l'œuf ne varie pas (Tableau III.5).

**Tableau III.5 :** Effet du taux protidique du régime sur le poids de l'œuf et de ses constituants (d'après Fisher, 1969 cité par Sauveur, 1988)

<b>Taux protidique (%)</b>	<b>20,5</b>	<b>13,7</b>	<b>9,3</b>
Poids de l'œuf (g)	63,3	62,2	56,4
Poids de jaune (g)	20	19,9	18,3
Poids de blanc (g)	37,6	36,9	32,9
Pourcentage de jaune	31,6	32	32,4

### **III.2.5.2. Rôle des lipides de régime**

Une grande part des liquides alimentaires est utilisée pour la synthèse des lipides du jaune, en agissant à la fois sur l'intensité de la vitellogenèse et la composition des dépôts. Les matières grasses alimentaires influencent le poids de l'œuf. L'effet le plus connu est celui de l'acide linoléique (Balnave et Weatherup, 1974).

### **III.2.5.3. Effet des glucides**

Les constituants énergétiques de la ration ne paraissent pas agir notablement sur la composition de l'œuf. Seule l'incorporation de sucre en substitution d'amidon (intéressante dans les cas de surproduction sucrière) permet d'accroître significativement le poids du jaune (Sauveur, 1988).

### **III.2.5.4. Effet des minéraux et vitamines alimentaires**

Dans les conditions normales d'alimentation, aucune variation notable des teneurs en macro-minéraux de l'œuf n'est observable. Des suppléments du régime en magnésium augmentant la teneur du blanc en cet élément. Il en est de même lors de suppléments en manganèse, zinc, iode et sélénium alors que la teneur en fer est plus stable (Sauveur, 1988).

Les vitamines, comme la plupart des oligo-constituants organiques, sont certainement les éléments de l'œuf les plus sujets à variation en réponse à l'apport alimentaire (Sauveur, 1988).

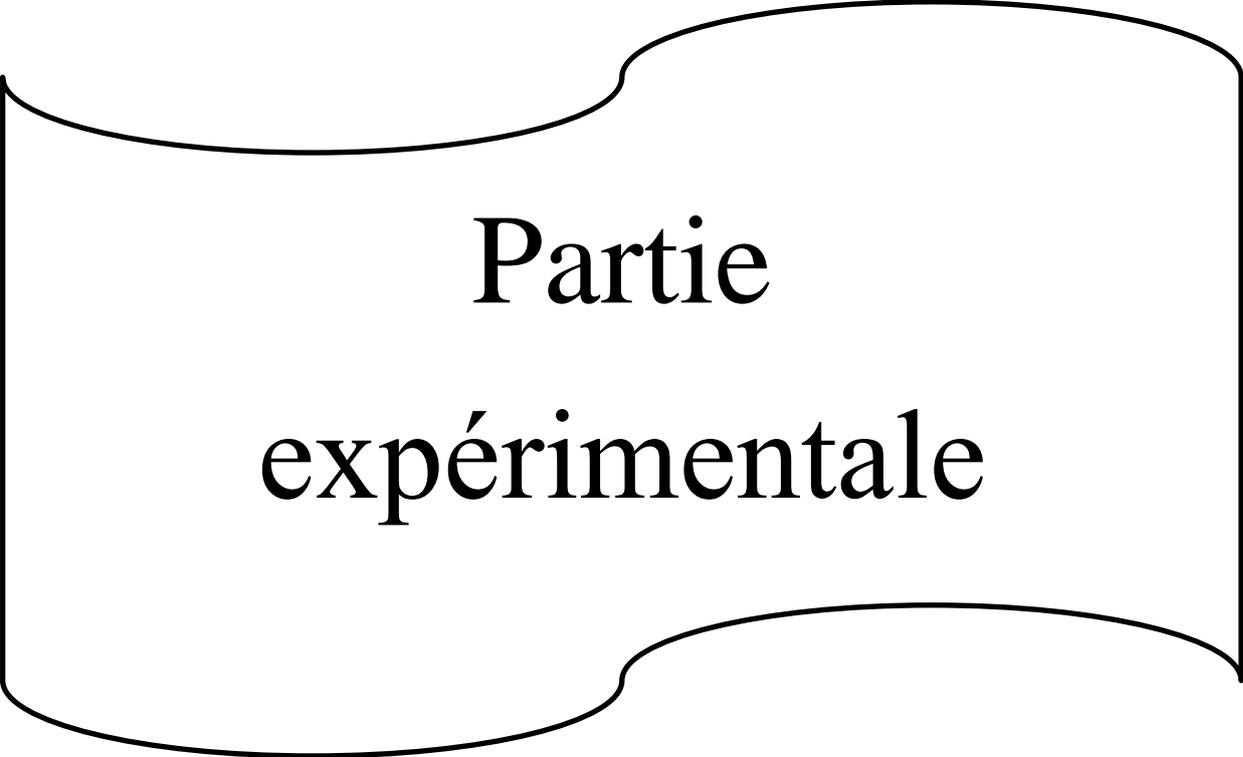
**III.2.5.5. Effet de résidus contaminants dans les œufs**

Le problème de contamination des œufs par les insecticides et pesticides se pose de façon réelle comme pour tous les autres produits agricoles ; il semble cependant que, si la fréquence de contamination est élevée (de 80 à 90 %), les doses rencontrées soient toujours inférieures aux limites pratiques fixées par l’OMS. Aucun type d’élevage n’offre de ce point de vue plus de garantie qu’un autre.

Le problème des additifs alimentaires concerne principalement les antibiotiques ; ceux autorisés à être incorporés dans l’aliment comme facteurs d’efficacité alimentaire ne franchissent à peu près pas la barrière intestinale et ne peuvent donc être retrouvés dans l’œuf.

Il n’en va pas de même pour certains antibiotiques à pouvoir curatif dont le transfert à l’œuf peut être non négligeable mais toujours bref (demi-vie comprise entre 1 et 1,5 jours) ; il cesse donc rapidement après la fin des traitements (Sauveur, 1988).

Les antibiotiques autorisés dans les aliments pour volailles sont ceux utilisés en alimentation humaine. Aucun composé de nature hormonale n’est ajouté à l’alimentation des poules (Sauveur, 1988).



Partie  
expérimentale

# Chapitre IV:

## Matériel et méthodes

### IV.1. Objectif de travail

L'objectif de notre travail est d'étudier la qualité interne et externe des œufs par l'étude des paramètres morpho-pondéraux et de la composition en lipides et en protéines des œufs PL en comparaison avec les œufs SS.

### IV.2. Présentation de sites d'élevage

Notre étude a été portée sur des œufs appartenant à deux modes d'élevage différents : élevage traditionnel (élevage fermier) et élevage industriel (élevage en batterie).

Les œufs ont été fournis par deux sites d'élevage, les œufs locaux ont été fournis par une famille rurale dans le douar de Sab Smen situé à l'ouest de la commune de Maacem, devenu fonctionnel depuis l'année 2006/2007, sa capacité de production est de 16 œufs/jour (Figure IV.1), et les œufs SS ont été fournis par complexe privé, dans la zone de Sidi ben tamra situé à l'ouest de la commune de Tissemsilt, devenu fonctionnel depuis l'année 2007/2008, sa capacité de production est de 75200 œufs/jour (Figure IV.2).



**Figure IV.1 :** Photo de lieu de l'élevage avicole de la famille rurale dans le douar de Sab Smen (commune de Maacem)



**Figure IV.2 :** Complexe avicole privé dans la zone de Sidi ben tamra (commune de Tissemsilt)

### **IV.3. Etude descriptive des modes d'élevage dans la région de Tissemsilt**

Pendant notre visite aux sites d'élevage pour ramener des œufs frais récemment pondus et qui feront l'objet de notre étude, nous avons collectés des informations sur les différentes conditions de chaque mode d'élevage (traditionnel et industriel).

#### **IV.3.1. Pour les œufs PL**

##### **IV.3.1.1. Races PL**

Fayoumi, un seul poulet produit environ 180 à 210 œufs par an, ce qui est un bon taux et pas idéal, les poules se mettent à pondre au bout de 16 semaines de vie (Figure IV.3).



**Figure IV.3 :** Race PL Fayoumi

#### **IV.3.1.2. Mode de conduite**

Aspects du mode de conduite étudiés dans la région d'étude, où les poules sont élevées à l'air libre dans la ferme. Dans ce mode de conduite les poules ne sont pas confinées où ils passent la journée à la recherche de l'alimentation et de l'eau dans les champs de l'éleveur. Ils retournent à midi ou le soir, selon les conditions climatiques, pour s'abriter de la chaleur ou des vents violents et en même temps pour pondre dans des nids préparés par le fermier dans des enclos près de la maison. Parfois les poules pondent dans des trous dans les champs loin de la maison.

#### **IV.3.1.3. Habitat**

Les caractéristiques de l'habitat en élevage traditionnel des poules. En élevage traditionnel, les matériaux utilisés pour la construction de l'habitat sont un bâtiment ouverts à parois latérales en briques. Dans la ferme d'élevage le sol est nu et sans litière.

#### **IV.3.1.4. Equipement**

En élevage traditionnel, les poules reçoivent les aliments au sol et au des plats abandonnés (Figure IV.4), alors que l'eau est distribuée dans des récipients et d'abreuvoirs poussins (Figure IV.5), où l'utilisation des abreuvoirs adultes et mangeoires n'a pas été enregistrée dans la ferme d'élevage.

Les équipements utilisés sont généralement des matériaux de cuisine abandonnés (plats abandonnés .. etc).



a) Aliments sur la sol



b) Aliments sur les plats abandonnés

**Figure IV.4 :** Matériel utilisés pour l'aliments PL en l'élevage traditionnel



a) plats abandonnés



b) abreuvoirs poussins

**Figure IV.5 :** Matériel utilisés pour l'eau des poules locales (PL) en l'élevage traditionnel

### IV.3.1.5. Alimentation

L'âge PL que nous avons étudiés est 1 an, où la fouille demeure représente une source importante d'aliment pour les volailles en élevage traditionnel, parmi les aliments prélevés par fouille, on trouve des céréales, des insectes, des vers de terre et différentes herbes dans l'élevage visitée. S'ajoute à cela l'éleveur donne à leur poussins et poules le distribué qui consiste en son de blé, grains d'orge ou de blé, et les restes de plats de la cuisine (pain .. etc), avec de l'eau également fournie à toute heure (Figure IV.6). L'éleveur de l'exploitation toujours se base sur deux ration comme soit :

#### IV.3.1.5.1. Repas du matin entre (10 et 11h)

- ✓ Mélange du blé et de l'orge.
- ✓ Mélange de son arrosé d'eau.
- ✓ Les poussins subissent des aliments nutritifs pour minimiser les coûts.

#### IV.3.1.5.2. Repas du soir

- ✓ Les poules subissent le même repas du matin.



**Figure IV.6 :** Aliment et l'eau distribué aux PL

### IV.3.1.6. Santé

Les principales contraintes citées par l'éleveur en élevage traditionnel des poules sont les maladies, le coût élevé d'aliment et les difficultés de commercialisation.

### IV.3.1.7. Utilisation et commercialisation des œufs

Les résultats relatifs à l'utilisation et la commercialisation des œufs. Les œufs issus d'élevage traditionnel des poules sont utilisés pour plusieurs fins à la fois : l'autoconsommation, la reproduction, la vente et les dons. La décision de vente des œufs revient souvent à l'homme et à moindre degré à la femme. Cela peut être expliqué par des considérations sociologiques où chez les communautés rurales toutes les décisions sont souvent prises par l'homme (Figure IV.7).

Le prix de vente des œufs augmente et diminue en fonction de la capacité de production des poules et selon les quatre saisons :

- ✓ Pendant les jours d'été et d'automne la production d'œufs de poule est élevée, le vendeur met donc les œufs à un prix raisonnable à 20 DA.
- ✓ Pendant les jours d'hiver et de printemps la production d'œufs diminue et en conséquence le vendeur augmente le prix à 30 DA et parfois à 40 DA.



**Figure IV.7 :** Lieu de collecte des œufs PL

### IV.3.1.8. Contraintes

Les principales contraintes citées par l'éleveur des poules en élevage traditionnel des poules sont les maladies, le coût élevé d'aliment et les difficultés de commercialisation.

### IV.3.2. Pour les œufs SS

#### IV.3.2.1. Description des caractéristiques des élevages

Elevage en batterie dans deux bâtiment effectifs 160000 poules.

##### IV.3.2.1.1. Type d'élevage

Le type d'élevage est un élevage intensif dans un bâtiment obscure au peut contrôler tout les paramètres zootechnique de l'élevage.

##### IV.3.2.1.2. Capacité d'élevage

Les effectifs SS, au sein de bâtiment d'élevage, sont compris 80000 poules pondeuses dans un bâtiment.

##### IV.3.2.1.3. Souche de poules pondeuses

Brown Nick H&N : est une souche de poules pondeuses, la durée d'élevage jusqu'à 80-100 semaines dont le pic de ponte jusqu'à 96 %, œufs roux , poids des œufs jusqu'à 64,2 g à 100 semaines (Figure IV.8).



**Figure IV.8** : Souche de poules pondeuses Brown Nick H&N

#### IV.3.2.1.4. Durée de production

Le début de ponte à partir de la 19<sup>ème</sup> semaine la production peut aller jusqu'à 80 semaine même plus selon sa rentabilité.

#### IV.3.2.2. Conduite d'élevage

##### IV.3.2.2.1. Bâtiments

Le bâtiment est un bâtiment obscur, longueur 110 m largeur 15 m et la hauteur 5 m ce qui donne une surface de 1650 m<sup>2</sup> et un volume de 8250 m<sup>3</sup>, en charpente métallique, les murs en panneaux sandwichs une plateforme en béton.

##### IV.3.2.2.2. Equipements

Une batterie de marque SALMET superposé de 1010 cages à 7 étages et 5 rayons dans chaque bâtiment. Il est équipé d'un système d'abreuvement à tétine et des mangeoires avec un système de distribution d'aliment à chariot automatique, un système de nettoyage des fientes de tapis roulant sous chaque étage (Figures IV.9 et IV.10).



**Figure IV.9 :** Type de batterie de l'élevage



**Figure IV.10 :** Système de distribution d'eau

Un système d'aération et de refroidissement équipé d'extracteurs, des humidificateurs et des trappes tout est commandé automatiquement par une Avitouche de marque TUFFIGO RAPIDEX (Figures IV.11, IV.12 et IV.16).



**Figure IV.11 :** Système d'aération au niveau de bâtiment

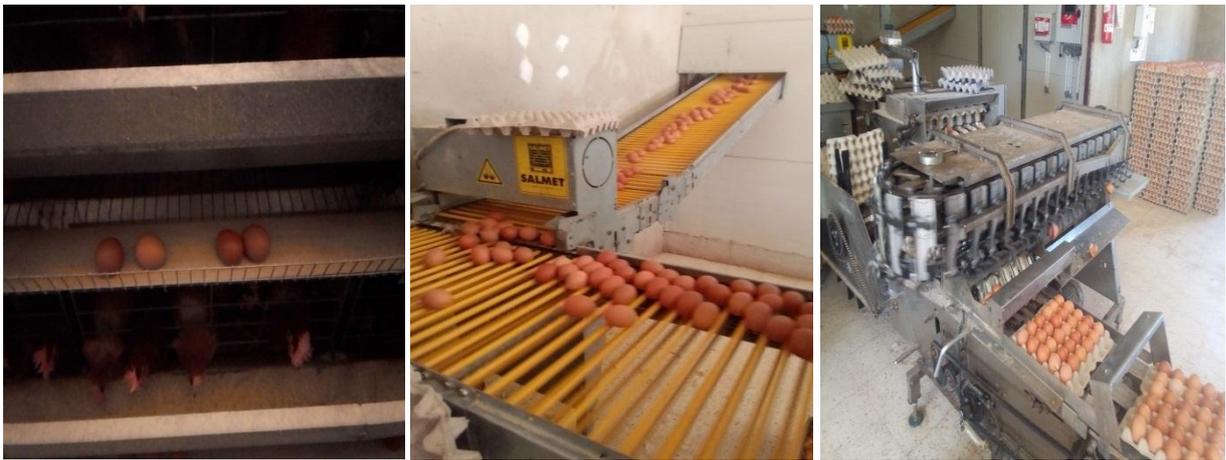


**Figure IV.12 :** Système de refroidissement au niveau de bâtiment

En plus des silos de stockage d'aliment (Figure IV.13) et un système de ramassage des œufs consiste: dès tapis roulant, convoyeur et une emballeuse (Figure IV.14).



**Figure IV.13 :** Silos de stockage d'aliment



a) Tapis roulant

b) Convoyeur

c) Emballeuse

**Figure IV.14 : Système de ramassage des œufs**

#### IV.3.2.2.3. Densité

La densité est 8 poule par cage ce qui correspond donné la surface de la cage est de  $3955 \text{ cm}^2$  ce qui donne une densité de  $494,37 \text{ cm}^2$  par poule.

#### IV.3.2.2.4. Alimentation

L'âge SS que nous avons étudiés est 1 an, où l'alimentation a un grand important dans l'élevage de poule pondeuse pour la souche Brown Nick H&N.

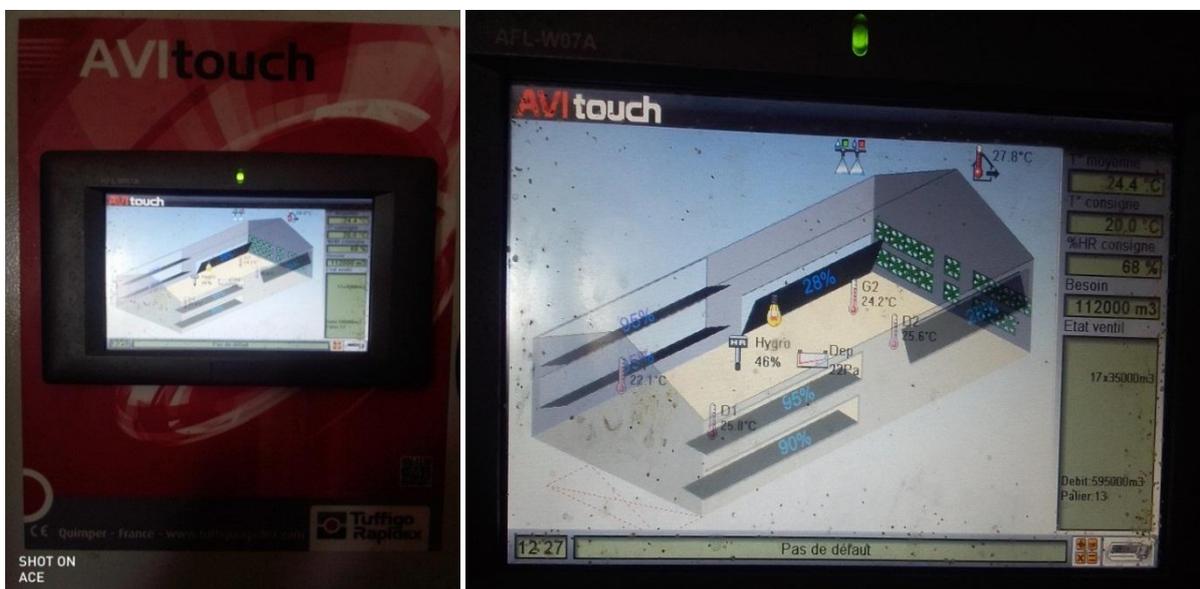
L'aliment doit être suffisant pour répondre aux besoins d'élevage, besoins de croissance et de production des œufs. Le personnel de l'exploitation se basent sur une seule ration qui est un concentré à base de maïs et de soja farineux (Figure IV.15) où la nourriture est leurs fournie à tout moment distribué à volonté, et la quantité distribuée est de 113 g à 118 g par poule sauf au milieu de journée pendant laquelle il faut réaliser un nettoyage, en plus de leur fournir de l'eau à toute le temps.



**Figure IV.15 :** Aliment distribué aux SS

#### IV.3.2.2.5. Facteurs d'ambiance

Tous les facteurs d'ambiances (température, hygrométrie, lumière et ventilation) sont contrôlés à l'aide par l'AVITOUCHE (Figure IV.16) qui se trouve au niveau du magasin de chaque bâtiment.



**Figure IV.16 :** Avitouche de marque TUFFIGO RAPIDEX

#### IV.3.2.2.6. Conduite sanitaire

Les poules on subis un protocole de vaccination dans leur période d'élevage conventionné avec la législation en vigueur en plus de Analyses périodique microbiologique et sérologique des poules.. En revanche la désinfection périodique du bâtiment; des pédiluve

à l'entrée des bâtiment et un rotoluve à l'entrée de l'exploitation. Ainsi, dans la plupart des cas, du personnel de l'exploitation remplissent les pédiluves par l'eau mélange avec petite quantité d'eau de javel.

Les matières utilisées pour le nettoyage et la désinfection des bâtiments sont dans chaque bâtiment. L'utilisation des produits de désinfections tels que les antiseptiques, les composés iodés et les détergents il a été enregistrée au niveau de complexe privé visitée.

#### IV.3.2.3. Commercialisation des œufs

Les œufs une fois ramassé est comptabilisé et vu que l'exploitation ne dispose pas d'un endroit conforme pour le stockage les œufs sont commercialisé immédiatement. Et la commercialisation est contrôlé par les services publique concerné qui est l'inspection vétérinaire de la wilaya (Figure IV.17).



**Figure IV.17 :** Lieu de collecte des œufs SS

#### ✓ Remarque

Nous n'avons pas pu nourrir les poules locales avec le même aliment que SS pour homogénéiser nos lots et les mettre dans les mêmes conditions expérimentales à cause de Coronavirus (Covid-19) ; mais malgré ça la différence dans la nourriture fournie aux PL et SS n'a pas affecté notre travail d'étude des caractéristiques morphologiques des œufs car les résultats obtenus étaient corrects et précis. Par contre cette différence peut influencer la composition lipidique et protéique.

#### IV.4. Collecte des œufs

Un total de 60 œufs répartis en 30 œufs PL Fayoumi (d'élevages traditionnels) dans la région de la commune de El Maacem et 30 œufs SS Brown Nick H&N (d'élevages industriels) dans la commune de Tissemsilt ont été analysés.

Les œufs étaient prélevés pour la détermination :

- ✓ Poids total de l'œuf (en g).
- ✓ Des dimensions de chaque œuf (longueur et largeur) (en mm).
- ✓ Des dimensions le jaune de chaque l'œuf (largeur et hauteur) (en mm).
- ✓ Des dimensions le blanc de chaque l'œuf (longueur, largeur et hauteur) (en mm).
- ✓ Poids de chaque partie de l'œuf (blanc, jaune et coquille) (en g).
- ✓ La teneur en lipides totaux (en g /100 g des parties comestibles).
- ✓ La teneur en protéines totales (en g/100 g des parties comestibles).

#### IV.5. Etude de la caractérisation morpho-pondérale des œufs

##### IV.5.1. Matériel

Le matériel utilisé pour étudier et déterminer les caractéristiques morpho-pondérale et qualité nutritionnelle des œufs est le suivant (Figure IV.18) :

- ✓ Une balance électronique (WANT) pour les différentes pesées.
- ✓ Un pied à coulisse ( $\pm 0,01$  mm) pour mesurer certaines dimensions (longueur, largeur, épaisseur).
- ✓ Boite de prélèvement en plastique pour la pesée de certains constituants des œufs.
- ✓ Plateau en inox sur laquelle l'œuf est cassé pour faire les différentes mesures à étudier.
- ✓ Règle en plastique pour mesurer la hauteur de jaune et de l'albumen des œufs.
- ✓ Une raclette pour nettoyer la plateau en inox de l'œuf après l'achèvement de la mesure de la qualité.



**Figure IV.18 :** Matériels utilisés pour l'étude des paramètres morpho-pondéraux des œufs  
(1-Balance, 2- Pied à coulisse, 3- Boîte de prélèvement, 4- Plateau en inox,  
5- Règle en plastique).

## IV.5.2. Méthodes d'analyse

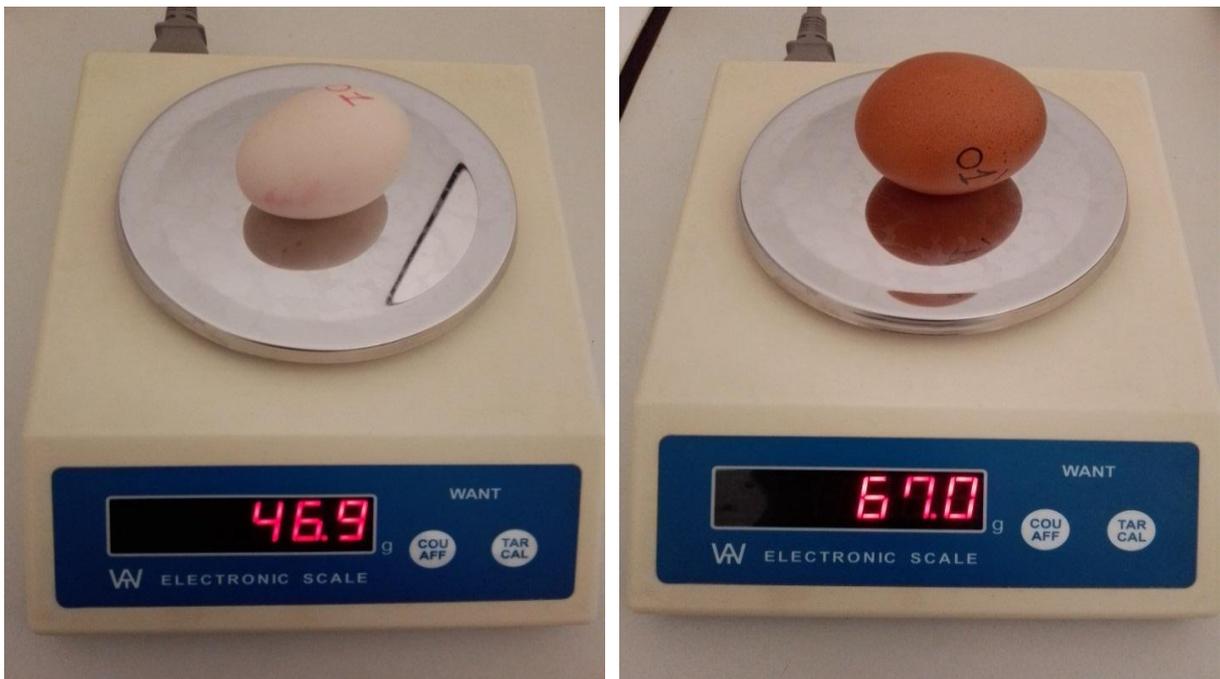
### IV.5.2.1. Mesures des paramètres morpho-pondéraux des œufs

#### IV.5.2.1.1. Poids de l'œuf

Après le nettoyage, Chaque œuf est marqué, pesé à l'aide d'une balance électronique (WANT) (Figures IV.19 et IV.20).



**Figure IV.19 :** Numérotation des œufs PL et SS



**Figure IV.20** : Pesés des œufs PL et SS

#### IV.5.2.1.2. Index de forme

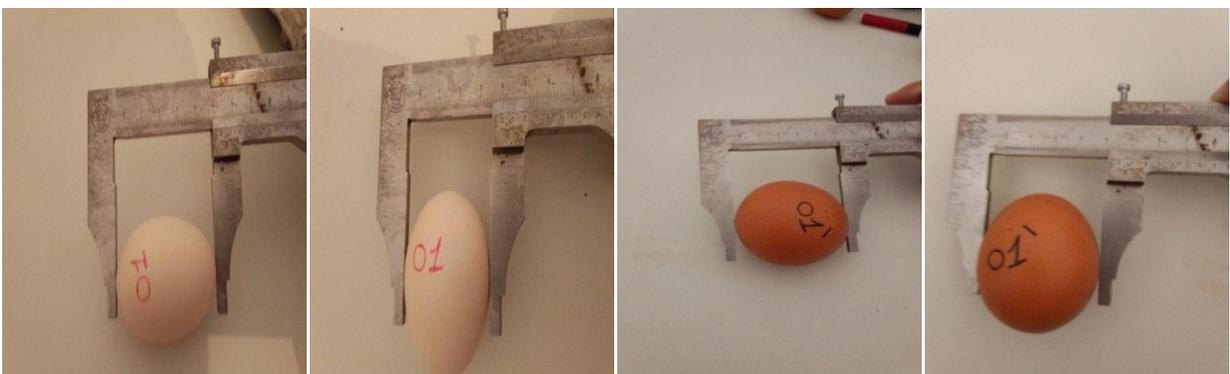
L'index de forme est une caractéristique physique ayant pour objectif la caractérisation de la géométrie de l'œuf (Nys, 2010). La mesure de longueur et largeur des œufs a été effectuée à l'aide de pied à coulisse avec une précision de  $\pm 0,01$  mm (Figure 21) selon la formule telle que décrite ci-dessous :

$$IF = D/L$$

IF = index de forme.

D = largeur de l'œuf (diamètre petit axe : mesuré à l'équateur) (mm).

L = longueur de l'œuf (grand axe) (mm).



**Figure IV.21** : Mesure de l'index de forme des œufs PL et SS à l'aide d'un pied à coulisse

#### IV.5.2.1.3. Poids de la coquille

Après le cassage des œufs, les coquilles ont été lavées par l'eau, séchées à une température ambiante et pesées par une balance de haute précision (Figure IV.22).

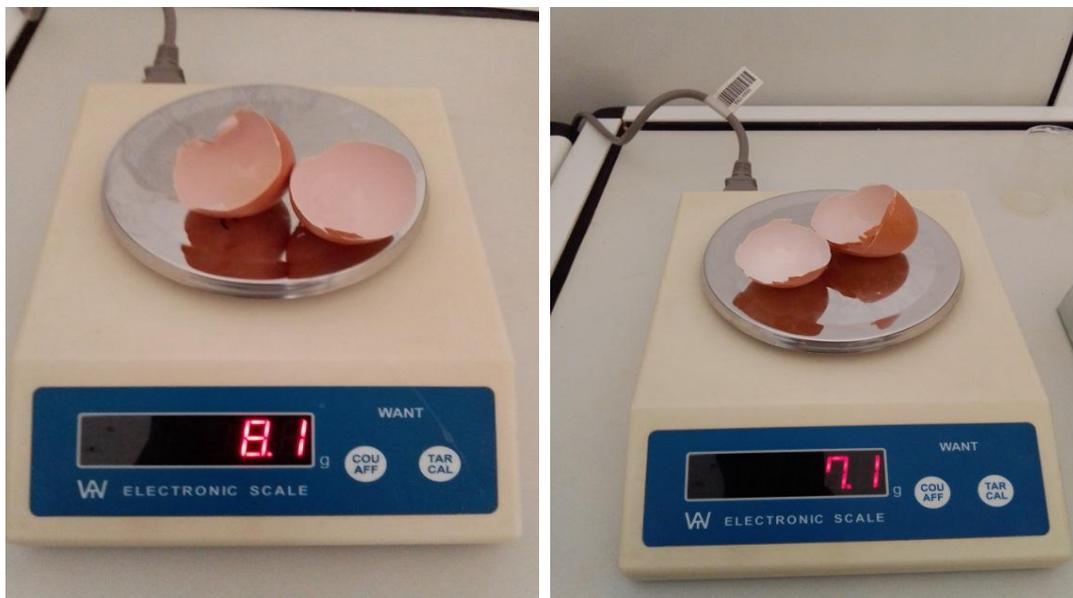


Figure IV.22 : Pesée de la coquille à l'aide d'une balance de haute précision

#### IV.5.2.1.4. Index de coquille

La mesure de l'index se ramène à deux pesées : celle de l'œuf et celle de la coquille, dont la formule est la suivante (Sauveur, 1988 ; Protais, 1994) :

$$I = (C / S) 100 \text{ (g/100 cm}^2\text{)}$$

I = index de coquille (g/100 cm<sup>2</sup>).

C = le poids de la coquille (g).

S = surface de l'œuf (cm<sup>2</sup>) où S est évalué à partir de la formule :  $S = KP^{2/3}$ .

P = poids de l'œuf (g).

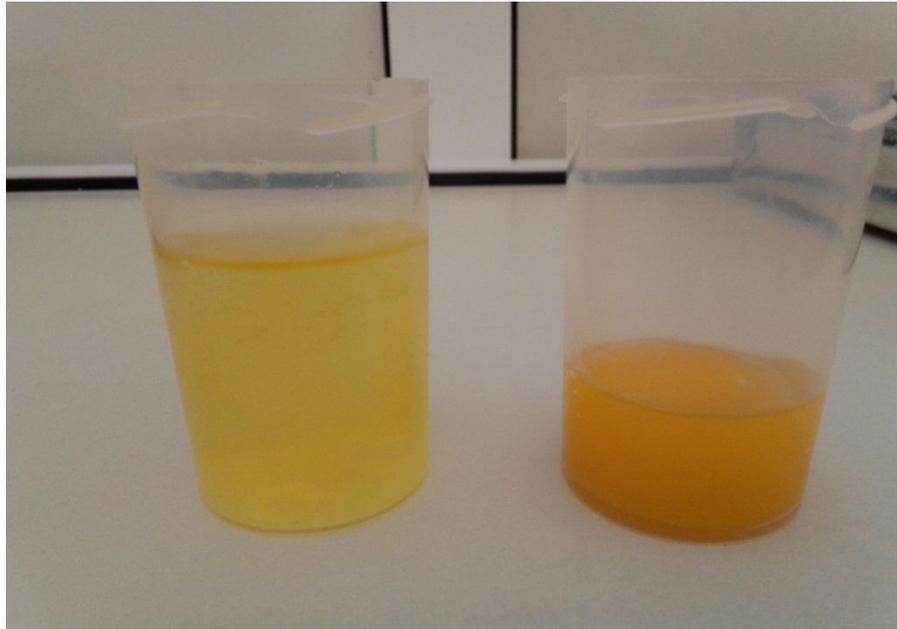
K = 4,67 pour les œufs inférieurs à 60 g.

K = 4,68 pour les œufs compris entre 60 et 70 g.

K = 4,67 pour les œufs supérieurs à 70 g.

#### IV.5.2.1.5. Poids du vitellus

Pour mesurer le poids du vitellus de l'œuf, nous avons soigneusement séparé le vitellus de l'œuf de l'albumen (Figure IV.23), puis nous avons pesés le poids à l'aide d'une balance électronique (WANT) de haute précision (Figure IV.24). selon la méthode décrite par Silversides et Budgell (2004).



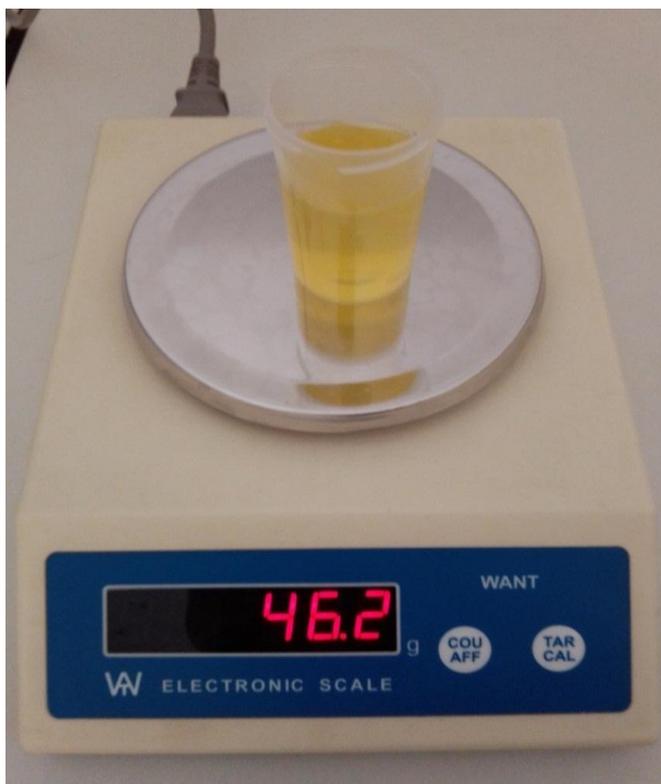
**Figure IV.23 :** Séparation du blanc et du jaune d'œuf



**Figure IV.24 :** Pesée du jaune d'œuf

#### **IV.5.2.1.6. Poids d'albumen**

Le poids de l'albumen a été calculé indirectement par différence entre le poids de l'œuf et le poids du vitellus selon la méthode décrite par plusieurs auteurs (Scott et Silversides, 2000 ; Silversides et Budgell, 2004 ; Moula et *al.*, 2010) (Figure IV.25).



**Figure IV.25 :** Pesée de l'albumen d'œuf

#### **IV.5.2.1.7. Pourcentage de la coquille, de l'albumen et du vitellus**

Ces trois critères ont été mesurés selon les formules suivantes (Silversides et Scott, 2001 ; Çağlayan et *al.*, 2009) :

- ✓ Pourcentage de la coquille (%) = poids de coquille / poids d'œuf × 100
- ✓ Pourcentage d'albumen (%) = poids d'albumen / poids d'œuf × 100
- ✓ Pourcentage du vitellus (%) = poids de vitellus / poids d'œuf × 100

#### **IV.5.2.1.8. Rapport jaune / blanc**

Le calcul de ce rapport permet d'évaluer la variation de la composition des œufs dont il s'agit essentiellement de la variation des deux compartiments respectifs du jaune et du blanc (Sauveur, 1988, 1994 ; Nys, 2010). Il a été calculé selon la formule suivante (Çağlayan et *al.*, 2009) :

$$\text{Rapport Jaune/Blanc} = \text{poids du jaune} / \text{poids du blanc} \times 100$$

**IV.5.2.1.9. Index du vitellus**

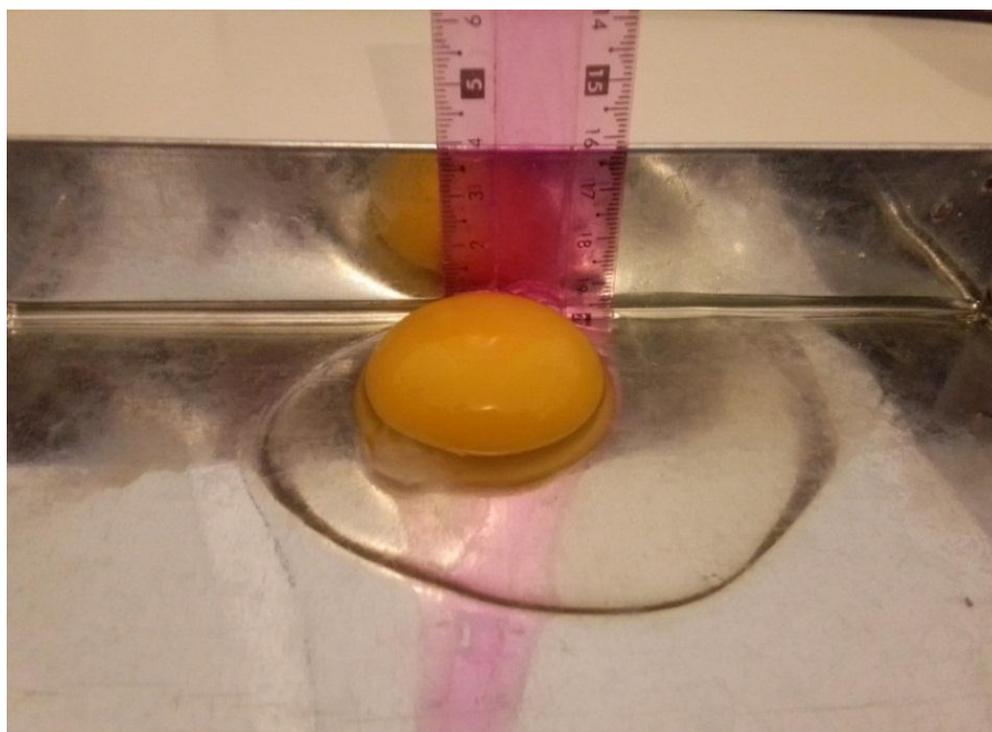
La qualité physique du jaune d'œuf peut être évaluée à travers l'index du jaune, défini par le rapport entre la hauteur et la largeur du jaune (Mertens et *al.*, 2010).

Il a été mesuré sans séparation préalable du blanc et du jaune selon la méthode décrite par Mertens et *al.* (2010). La hauteur du jaune a été déterminée en plaçant la règle verticalement derrière celui-ci (Angrand, 1986) (Figure IV.26) et mesure de largeur du vitellus à l'aide de pied à coulisse (Figure IV.27).

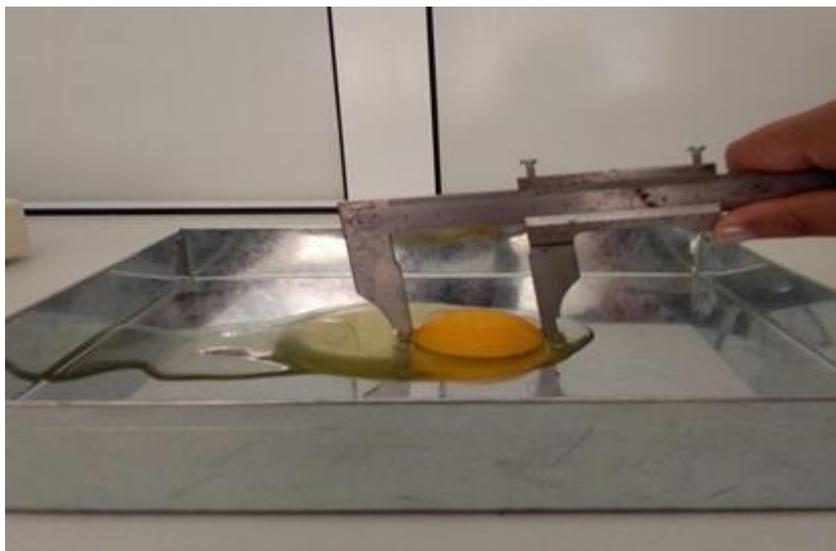
L'index du vitellus a été calculé selon la formule suivante (Çağlayan et *al.*, 2009 ;

Mertens et *al.*, 2010) :

$$\text{Index du vitellus (\%)} = [\text{hauteur du vitellus (mm)} / \text{largeur du vitellus (mm)}] \times 100$$



**Figure IV.26** : Mesure de la hauteur du vitellus



**Figure IV.27 :** Mesure de la largeur du vitellus

#### IV.5.2.1.10. Index d'albumen

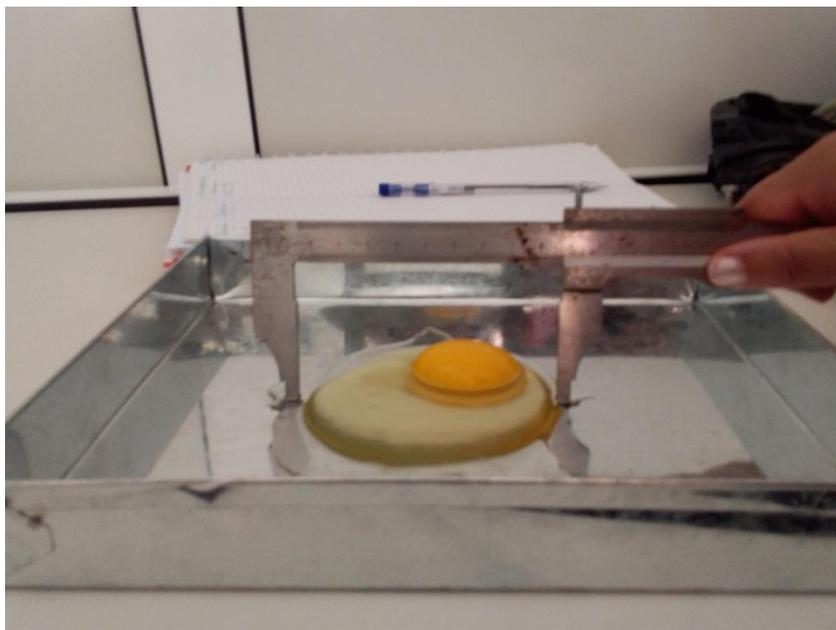
C'est l'une des mesures qui permet d'apprécier les propriétés physiques du blanc (Sauveur, 1988).

La mesure de l'index d'albumen se ramène à trois mesures : celle de la hauteur d'albumen, la longueur d'albumen (Figure IV.28) et la largeur d'albumen (Figure IV.29). Il a été calculé selon la formule décrite par plusieurs auteurs (Şekeroğlu et Altuntaş, 2008 ; Çağlayan et *al.*, 2009 ; Hanusová et *al.*, 2015) :

Index d'albumen (%) = [hauteur d'albumen (mm)] / [(longueur d'albumen (mm) + largeur d'albumen (mm)) / 2] × 100



**Figure IV.28 :** Mesure de la longueur de l'albumen



**Figure IV.29 :** Mesure de la largeur de l'albumen

#### **IV.5.2.1.11. Unités Haugh**

C'est un critère qui permet d'apprécier la fraîcheur des œufs (Buffet, 2010). Pour calculer les unités Haugh, chaque œuf a été individuellement cassé sur une plateau en inox , puis la hauteur d'albumen épais a été mesurée à l'aide d'un règle en plastique immédiatement après l'ouverture de l'œuf, à mi-chemin entre le jaune et le bord externe du blanc épais selon la méthode de Mertens et *al.* (2010).

La valeur de la mesure est lue à partir de la règle en plastique. Les unités Haugh ont été calculées en utilisant la formule donnée ci-dessous (Silversides, 1994) :

$$\text{Unités Haugh (UH)} = 100 \log (H - 1,7 P^{0,37} + 7,57)$$

P : le poids de l'œuf (g).

H : la hauteur de l'albumen (mm).

#### **IV.5.2.2. Dosage des lipides totaux à froid par la méthode de Folch**

Les lipides totaux vont être extraits, puis purifiés à partir d'une fraction aliquote de chaque 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 vont être déterminées par pesée après évaporation des solvants. Elles sont exprimées en g/100g des parties comestibles (Demarne et *al.*, 1984).

### IV.5.2.3. Dosage des protéines totales par la méthode de Bradford

#### IV.5.2.3.1.Principe

Bradford et *al.* (1976) ont développé une méthode basée sur l'adsorption du colorant bleu de Coomassie G250 (colorant rouge/brun à l'état libre).

En milieu méthanolique acide, ce colorant s'adsorbe sur les protéines et cette complexation provoque un transfert de son pic d'adsorption qui passe du rouge au bleu. Cette adsorption se fait principalement par des liens ioniques avec des acides aminés basiques (arginine, histidine, et lysine) et des interactions hydrophobes (acides aminés hydrophobes).

C'est une méthode très sensible (2-5 µg de protéines) et très rapide. Elle est aussi assez résistante à la plupart des interférences qui nuisent à la plupart des autres méthodes. Seuls les détergents et autres surfactants, comme le Triton et le dodécylsulfate de sodium (SDS), et des bases fortes interfèrent fortement avec cette méthode (Saunier, 2015).

#### IV.5.2.3.2.Principe d'une gamme étalon et d'un droit étalon

On utilise trois types de solution :

- 1- Une solution de la protéine dont on veut déterminer la concentration.
- 2- Une solution de concentration connue d'une protéine considérée comme une référence ou un standard par rapport à la protéine dont on veut déterminer la concentration. Cette protéine de référence peut être la même protéine que celle que l'on veut doser.
- 3- Une solution de réactif qui développe une coloration en réagissant avec des acides aminés spécifiques de ces protéines.

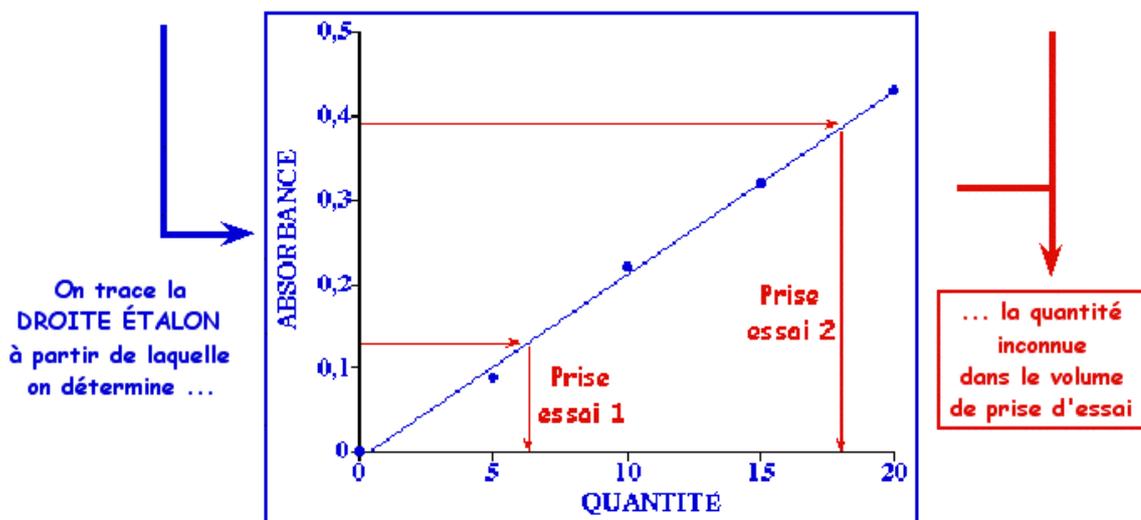
La solution de concentration connue permet de constituer une gamme étalon : série de tubes qui contiennent un volume identique mais des quantités croissantes et connues de la protéine de référence.

En parallèle, une série de tubes, contenant différents volumes de prise d'essai de la protéine dont on veut déterminer la concentration (l'échantillon à doser), est préparée.

La solution de réactif est ajoutée au même moment dans tous les tubes afin que la coloration se développe dans les mêmes conditions pour la gamme étalon et l'échantillon à doser.

L'absorbance de tous les tubes est ensuite mesurée.

Les valeurs obtenues à partir des tubes de la gamme étalon permettent de tracer une droite étalon : absorbance = f (quantité) (Figure IV.30).



**Figure IV.30 :** Courbe des valeurs obtenues à partir des tubes de la gamme étalon (absorbance = f (quantité)) (Web 1, 2011)

Cette proportionnalité permet de déterminer la quantité de protéine contenue dans un volume de prise d'essai de l'échantillon à doser.

On en déduit alors la concentration de la protéine à doser (Web 1, 2011).

# Chapitre V: Résultats et discussion

## V.1. Comparaison des paramètres morpho-pondéraux

### V.1.1. Comparaison des paramètres morpho-pondéraux externe

Après avoir analysé les données de base collectées au cours de l'expérience, nous avons obtenu les résultats de la comparaison entre les paramètres morpho-pondéraux externe des œufs PL et SS sont indiqués dans le tableau suivant :

**Tableau V.1 :** Comparaison entre caractérisation morpho-pondéral externe des œufs PL et SS de l'expérience (Moyenne  $\pm$  écart-type et valeur de p)

Paramètre \ Origine des œufs	PL	SS	Valeur de p
	n=30	n=30	n=60
Poids de l'œuf (g)	50,02 $\pm$ 4,03 <sup>a</sup>	60,49 $\pm$ 4 <sup>b</sup>	0,00***
Longueur de l'œuf (cm)	54,72 $\pm$ 2,84 <sup>a</sup>	55,63 $\pm$ 1,41 <sup>a</sup>	0,13
Largeur de l'œuf (cm)	40,60 $\pm$ 1,04 <sup>a</sup>	43,74 $\pm$ 1,06 <sup>b</sup>	0,00***
Index de forme (%)	74 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	79 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,00***
Poids de la coquille (g)	6,21 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>	7,29 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>	0,00***
Index de la coquille (g/100 cm <sup>2</sup> )	0,09 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,14
Pourcentage de la coquille (%)	12,44 $\pm$ 1,04 <sup>a</sup>	12,05 $\pm$ 0,89 <sup>a</sup>	0,13

(a, b) : Les moyennes affectées de lettres différentes dans une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 % ; (\*) : Différence significative, (\*\*\*) : Différence très hautement significative.

#### V.1.1.1. Poids de l'œuf

D'après les résultats exprimés dans le tableau V.1, le poids des œufs PL se situe dans l'intervalle de 59,8 g et 44,9 g avec une moyenne de 50,02  $\pm$  4,03, tandis que le poids des œufs SS varie entre 69,5 g et 53,9 g avec une moyenne 60,49  $\pm$  4.

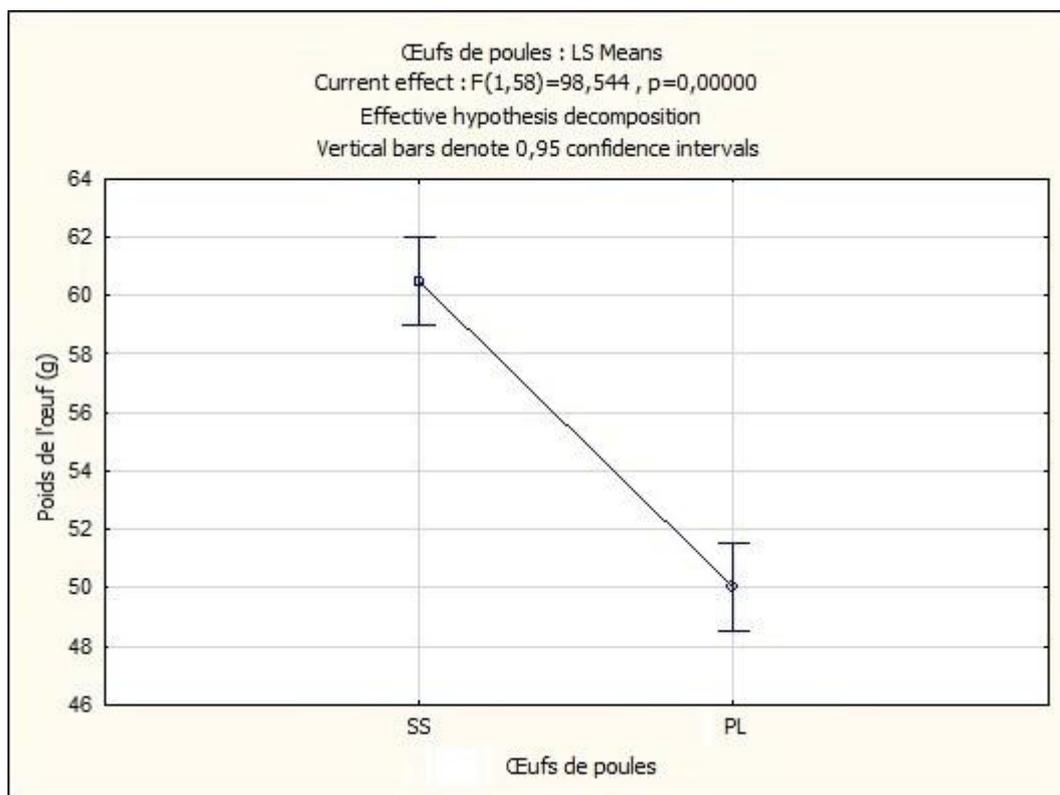
Le poids moyen des œufs varie considérablement, où il y a une différence très hautement significative ( $p < 0,05$ ) sont observées entre le poids moyen des œufs des deux populations étudiées (Figure V.1).

La supériorité du poids moyens des œufs SS par rapport au poids moyen des œufs PL constatée dans la présente étude par plusieurs auteurs (Akouango et *al.*, 2004 ; Dafaalla et *al.*, 2005 ; Fosta et *al.*, 2008 ; Keambou et *al.*, 2009) ont rapportés des poids inférieurs compris

entre 44,9 g et 37,95 g sur les œufs PL de certaines régions d'Afrique. Ceci est également valable pour la race égyptienne Fayoumi (Mérat et Bordas, 1982). Néanmoins Moula (2012) a noté des poids moyens nettement supérieurs compris entre 50,23 et 54,32 g sur les œufs PL en basse Kabylie.

En Algérie, certains auteurs (Benrahou et Zaaboub, 2014 ; Moula *et al.*, 2014) ont cité l'infériorité du poids des œufs issus d'élevage traditionnel compris entre 52,68 et 53,28 g comparativement avec les œufs issus d'élevage industriel des poules pondeuses compris entre 61,01 et 64,42 g. En revanche, aucune différence n'a été constaté entre le poids moyens des œufs issus d'élevage traditionnel des PL compris entre 52,5 et 53,4 g et le poids moyen des œufs issus d'élevage industriel des SS 54,6 g (Halbouche *et al.*, 2009).

Le poids des œufs est un critère avec une forte héritabilité et qui est comprise entre 0,57 et 0,68. Il varie avec l'âge de la poule et au cours du cycle de ponte (Beaumont *et al.*, 2010). Par ailleurs, plusieurs facteurs peuvent affecter le poids des œufs tels que l'environnement, l'alimentation, l'âge de la poule et l'hérédité (Yakubu *et al.*, 2008).



**Figure V.1** : Poids moyen des œufs de poules SS et PL

### V.1.1.2 Index de forme

Dans cette étude, l'index de forme des œufs PL est représenté dans le tableau V.1. Où nous avons trouvé une valeur moyenne de  $(74 \pm 0,03)$ , avec une valeur maximale de 0,79 mm et une valeur minimale de 0,68 mm. Contre l'index de forme des œufs SS et une valeur moyenne de  $(79 \pm 0,02)$ , avec une valeur maximale de 0,82 mm et une valeur minimale de 0,75 mm.

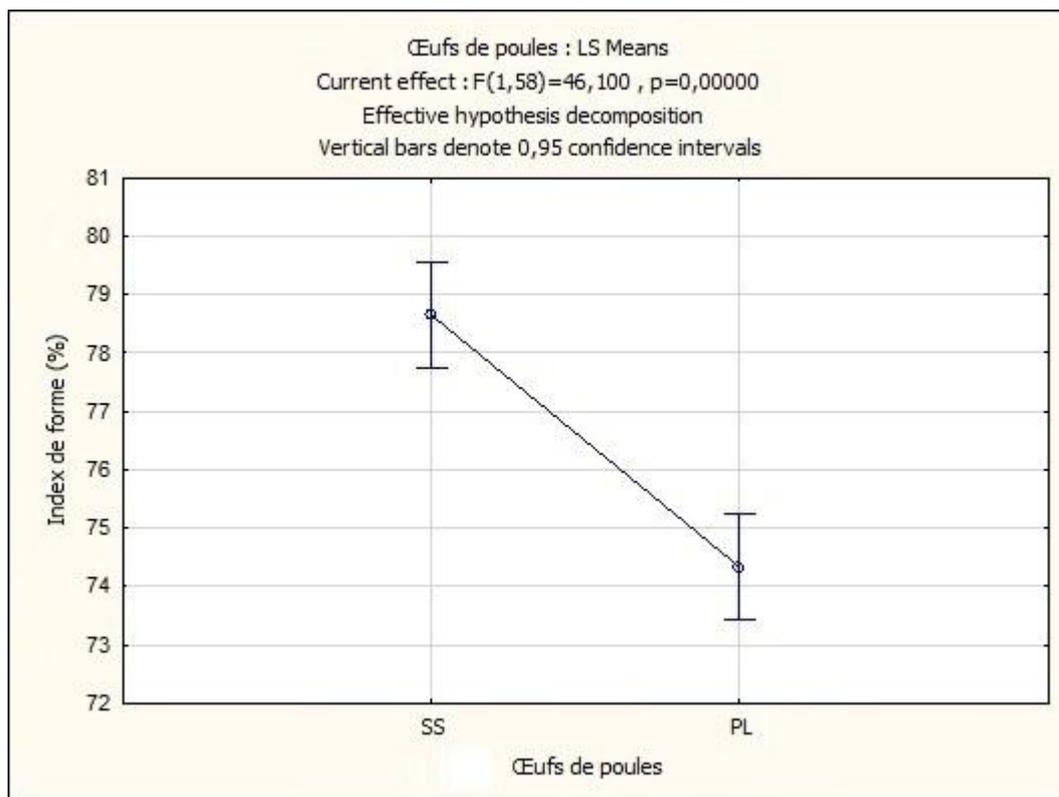
Une différence très hautement significative ( $p < 0,05$ ) est observée entre l'index de forme des œufs PL et celui des œufs SS : 74 % vs 79 % respectivement.

Dans la présente étude, les œufs PL ont été moins larges ( $P < 0,05$ ) que les œufs SS ( $40,60 \pm 1,04$  vs  $43,74 \pm 1,06$  respectivement).

Aucune différence pour la longueur n'a toutefois été observée entre les œufs PL et SS ( $54,72 \pm 2,84$  vs  $55,63 \pm 1,41$  respectivement).

Donc les œufs PL ont un index de forme inférieur à celui des œufs SS (Figure V.2). Nos résultats sont en accord avec ceux de Keambou et ses collaborateurs (2009) qui rapportent des indices de forme compris entre 72,67 et 73,04 chez les œufs PL. En revanche, Egahi et *al.* (2013) ont noté que les œufs PL du Cameroun présentent des indices de forme plus élevés. Cependant la taille, l'âge, l'état sanitaire ainsi que la structure interne de la poule constituent entre autres, des facteurs pouvant influencer fortement la forme de l'œuf (King'ori, 2012). Globalement, les indices de forme trouvés dans cette étude sur les œufs PL sont inférieurs à la norme requise de 75 pour les œufs devant être conditionnés dans les emballages standardisés (Smith, 1992).

En revanche, Merat et *al.* (1983) ont rapporté que les œufs PL Fayoumi ont présenté un index de forme (75,66 %) supérieur à celui des œufs SS Rhode Island Red.



**Figure V.2 :** Index de forme des œufs de poules SS et PL

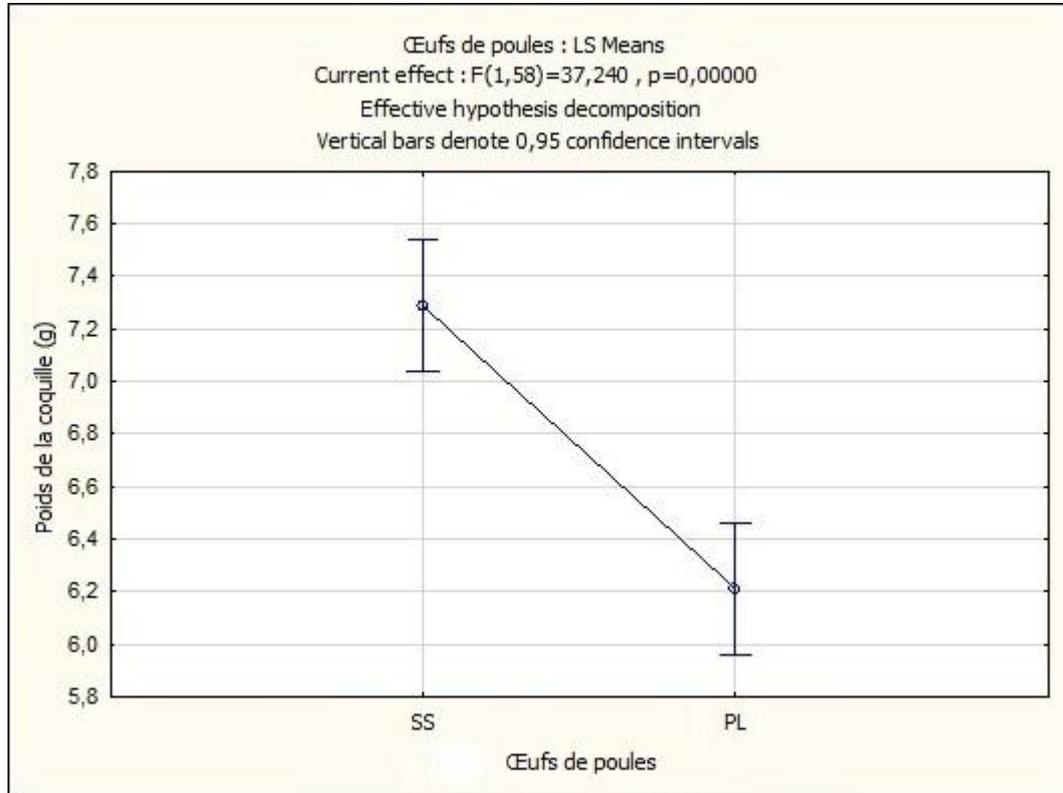
### V.1.1.3. Poids et pourcentage de la coquille

Le poids de la coquille des œufs PL se situe dans l'intervalle de 8,3 g et 5,1 g avec une moyenne de  $6,21 \pm 0,63$ , tandis que le poids de la coquille des œufs SS varie entre 8,8 g et 6 g avec une moyenne  $7,29 \pm 0,71$  (Tableau V.1).

Dans cette étude, une différence très hautement significative ( $p < 0,05$ ) est observée entre le poids moyen de la coquille des œufs PL et celui des œufs SS. Le poids moyen de la coquille des œufs SS est plus élevé (Figure V.3) comparativement avec le poids moyen de la coquille des œufs PL (7,29 g vs 6,21 g respectivement).

Les résultats obtenus dans la présente étude sont en accord avec ceux obtenus par Suk et Park (2001) qui ont rapporté la supériorité du poids moyen de la coquille des œufs SS (6,1 g) par rapport à celui des œufs PL (4,8 g). Par ailleurs, Moula et *al.* (2010) ont cité que le poids moyen de la coquille des SS Isa Brown et Coq Ard : 7,58 et 7,27 g respectivement est plus élevé que celui des PL Ardennaise et Famennoise (6,40 g et 6,90 g respectivement). En revanche, Rayan et *al.* (2015) ont rapporté un poids moyen de 5,72 g de la coquille des œufs PL Matrouh qui est plus élevé que celui obtenu sur les œufs SS Rhode Island Red (5,60 g).

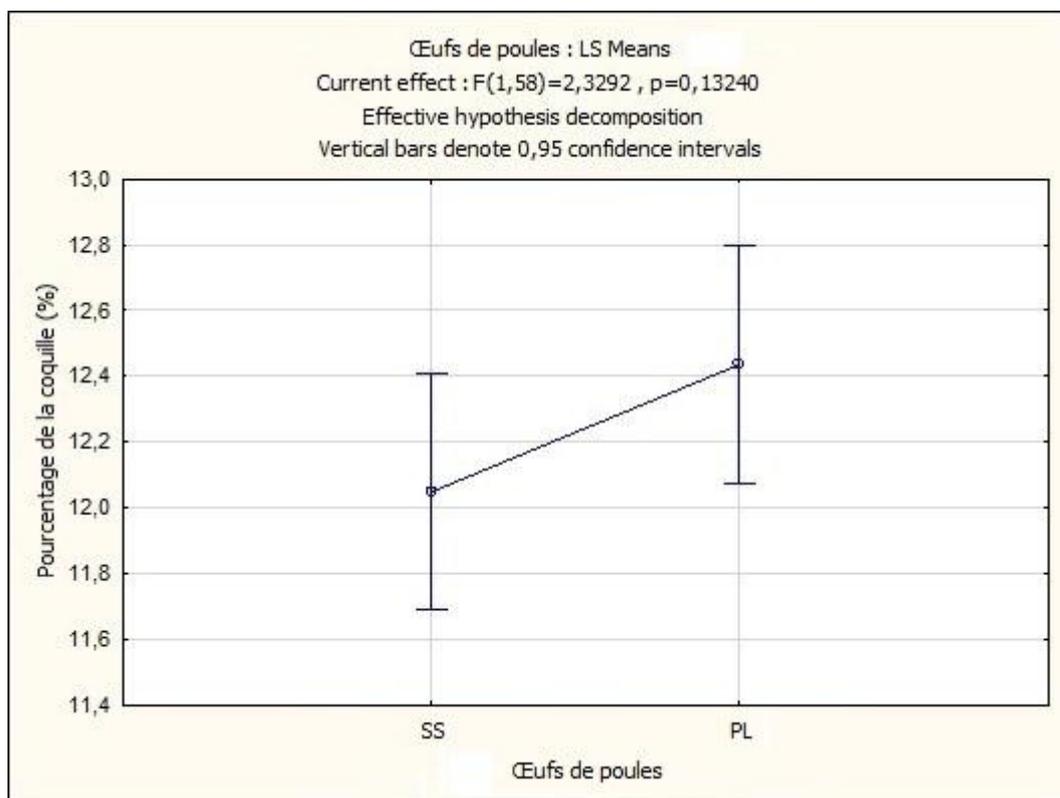
La différence constatée dans notre étude entre le poids moyen de la coquille des œufs issus d'élevages traditionnels et celui de la coquille des œufs issus d'élevages industriels, peut être expliquée par l'effet de l'âge de la poule et par l'effet des variations d'origine génétique sur la composition de la coquille (Suk et Park, 2001 ; Nys, 2010).



**Figure V.3 :** Poids de la coquille des œufs de poules SS et PL

Quant à la proportion relative de la coquille aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) est observée entre les œufs SS et ceux des œufs PL: 12,05 % et 12,44 % respectivement.

Dans une autre étude, une différence significative a été observée entre le pourcentage de la coquille des œufs PL Matrouh (12,09 %) et celui de la SS Rhode Island Red (10,99 %), alors que, dans la même étude, aucune différence significative n'a été constatée entre le pourcentage de la coquille de SS Rhode Island Red (10,99 %) et celui de la race locale Bahig (11,06 %) (Rayan et *al.*, 2015). Cependant, Tixier-Boichard et *al.* (2006) ont rapporté que la PL Fayoumi ont présenté un pourcentage de coquille plus élevé que celui de la SS Isa Brown.



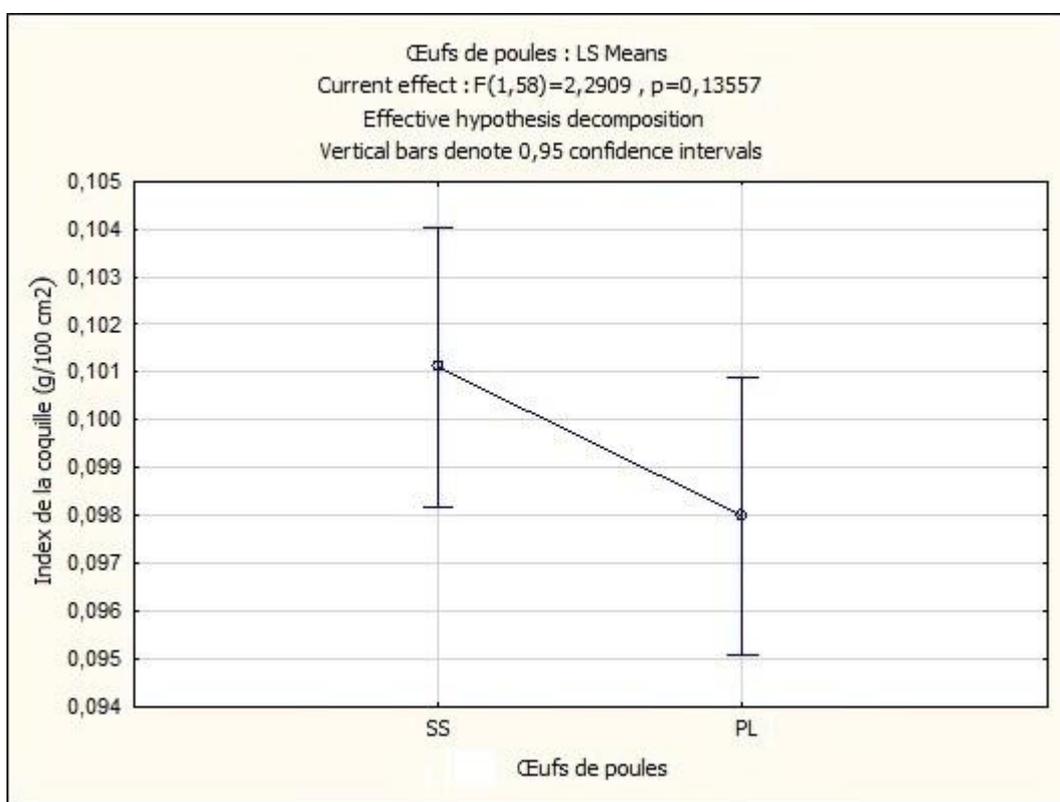
**Figure V.4 :** Pourcentage de la coquille des œufs de poules SS et PL

#### V.1.1.4. Index de la coquille

Dans la présente étude aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) est observée entre l'index de la coquille des œufs PL et celui des œufs SS (0,09 vs 0,10 g/100 cm<sup>2</sup> respectivement). La coquille des œufs SS a présenté une solidité de coquille, appréciée à travers leur index de coquille, (0,10 g/100 cm<sup>2</sup>) plus élevé que celle de coquille des œufs PL (0,09 g/100 cm<sup>2</sup>) (Figure V.5).

Les résultats obtenus dans la présente étude sont en accord avec ceux obtenus par (Mertens et *al.*, 2010) qui ont rapporté la différence de la taille qu'il existe entre les deux types des œufs (index de forme des œufs issus d'élevages industriels 77 % supérieur à celui des œufs issus d'élevages traditionnels 73 %) ce qui se traduit inversement sur la solidité de la coquille dont il existe une corrélation négative entre la taille de l'œuf et la quantité de

matériaux déposée sur elle et donc sur sa solidité en raison de la modification du métabolisme conduisant à la formation des cristaux de carbonate de calcium. Par ailleurs, nombreux facteurs peuvent être à l'origine de variation de la solidité de la coquille tels que la physiologie de la poule (l'âge et la mue), la génétique et la nutrition (Nys, 2010). Un autre facteur peut être à l'origine de la supériorité de l'index de la coquille des œufs issus d'élevages traditionnels en comparaison avec celui des œufs issus d'élevages industriels (0,12 vs 0,11 g/100 cm<sup>2</sup> respectivement) est l'exposition au soleil des poules en élevages traditionnels, ce qui favorise la synthèse de la vitamine D. Ce dernier joue un rôle important dans l'absorption du calcium par l'intestin (INRA, 1989 ; Larbier et Leclercq, 1992 ; Drogoul et *al.*, 2004).



**Figure V.5 :** Index de la coquille des œufs de poules SS et PL

### V.1.2. Comparaison des paramètres morpho-pondéraux interne

Après avoir analysé les données de base collectées au cours de l'expérience, nous avons obtenu les résultats de la comparaison entre les paramètres morpho-pondéraux interne des œufs PL et SS sont indiqués dans le tableau suivant.

**Tableau V.2 :** Comparaison entre caractérisation morpho-pondéral interne des œufs PL et SS de l'expérience (Moyenne  $\pm$  écart-type et valeur de p)

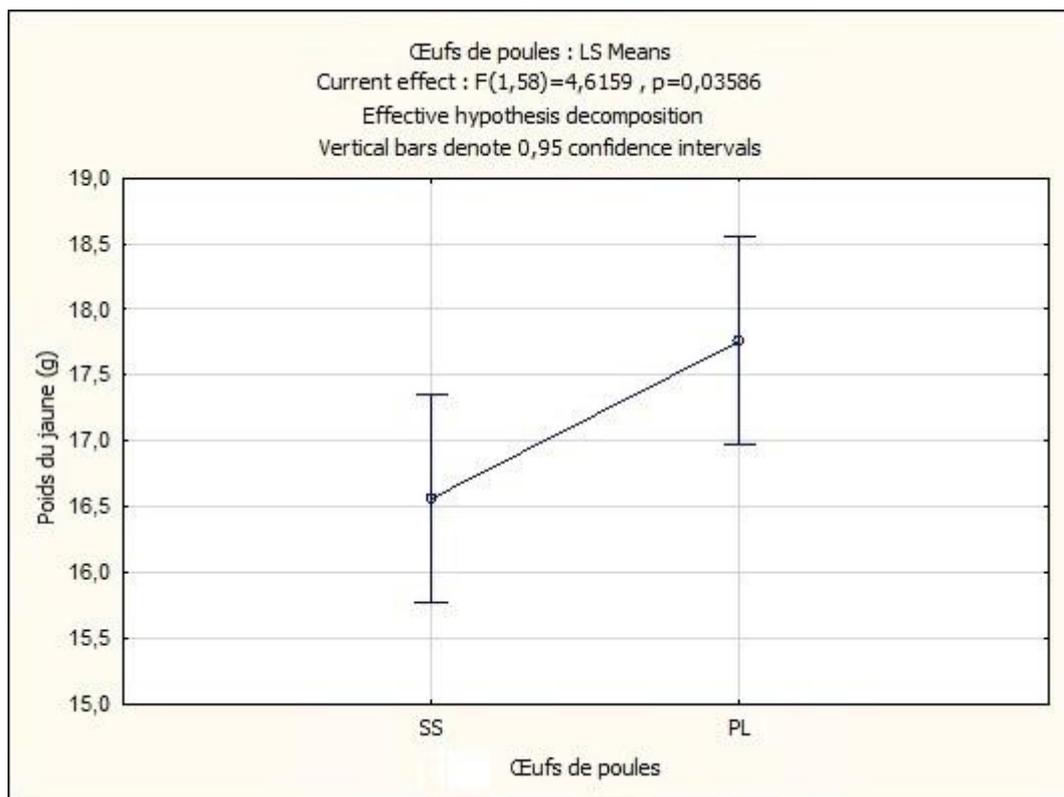
Origine des œufs Paramètre	PL	SS	Valeur de p
	n=30	n=30	n=60
Poids du jaune (g)	17,76 $\pm$ 2,46 <sup>b</sup>	16,56 $\pm$ 1,71 <sup>a</sup>	0,04*
Pourcentage du jaune (%)	35,4 $\pm$ 3,21 <sup>b</sup>	27,44 $\pm$ 2,81 <sup>a</sup>	0,00***
Poids d'albumen (g)	24,64 $\pm$ 2,58 <sup>a</sup>	36,25 $\pm$ 2,81 <sup>b</sup>	0,00***
Pourcentage d'albumen (%)	49,31 $\pm$ 3,69 <sup>a</sup>	59,95 $\pm$ 3,13 <sup>b</sup>	0,00***
Rapport J/B (%)	72,29 $\pm$ 8,49 <sup>b</sup>	45,96 $\pm$ 5,77 <sup>a</sup>	0,00***
Index du jaune (%)	34,18 $\pm$ 4,86 <sup>b</sup>	31,86 $\pm$ 3,54 <sup>a</sup>	0,04*
Index d'albumen (%)	3,88 $\pm$ 0,78 <sup>a</sup>	3,63 $\pm$ 1,24 <sup>a</sup>	0,37
Unités Haugh (UH)	74,80 $\pm$ 7,53 <sup>b</sup>	64,03 $\pm$ 13,53 <sup>a</sup>	0,00***

(a, b) : Les moyennes affectées de lettres différentes dans une même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 % ; (\*) : Différence significative, (\*\*\*) : Différence très hautement significative.

#### V.1.2.1. Poids et pourcentage du jaune

D'après les résultats exprimés dans le tableau V.2, une différence significative ( $p < 0,05$ ) est constatée pour le poids et une différence très hautement significative pour le pourcentage du jaune entre les œufs PL et ceux des œufs SS.

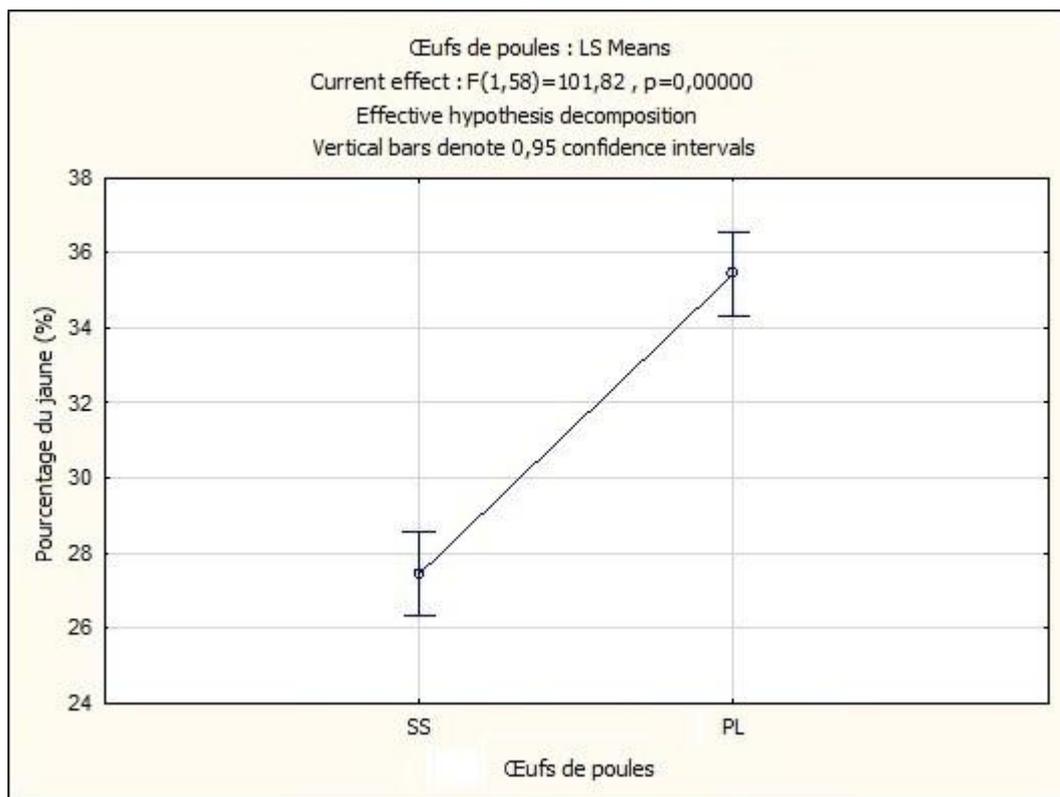
Dans la présente étude les œufs PL ont présenté un poids et pourcentage du jaune qui est de (17,76  $\pm$  2,46 et 35,4  $\pm$  3,21 respectivement) et sont plus élevés que ceux des œufs SS (16,56  $\pm$  1,71 et 27,44  $\pm$  2,81) (Figures V.6 et V.7).



**Figure V.6 :** Poids du jaune des œufs de poules SS et PL

Le pourcentage élevé du jaune des œufs PL (35,4 %), observé durant cette étude, par rapport à celui des œufs SS (27,44 %) (figure V.7), était également constaté par Moula et *al.* (2010) qui ont rapporté des pourcentages du jaune des œufs PL compris entre 30 et 33,4 % plus élevés que ceux des œufs SS compris entre 26,7 et 28,6 %. Une autre étude récente a montré que le pourcentage du jaune des œufs des PL Bahig et Martrouh est de 33,65 et 35,75 % respectivement qui est plus élevé que celui des œufs SS RIR (Rayan et *al.*, 2015).

Les différences constatées dans la présente étude peuvent être expliquées par la sélection orientée des SS exploitées en élevage industriel des poules pondeuses vers la production d'un nombre maximal d'œufs avec un poids supposé constant ce qui induit une diminution de la part du jaune d'une part (Tharrington et *al.*, 1999).

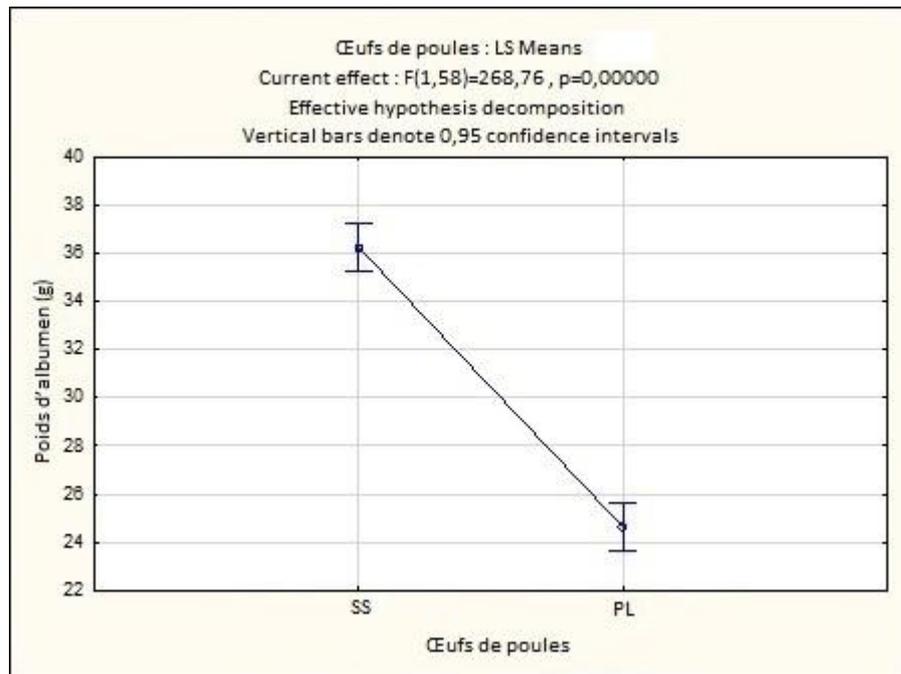


**Figure V.7 :** Pourcentage du jaune des œufs de poules SS et PL.

#### V.1.2.2. Poids et pourcentage d'albumen

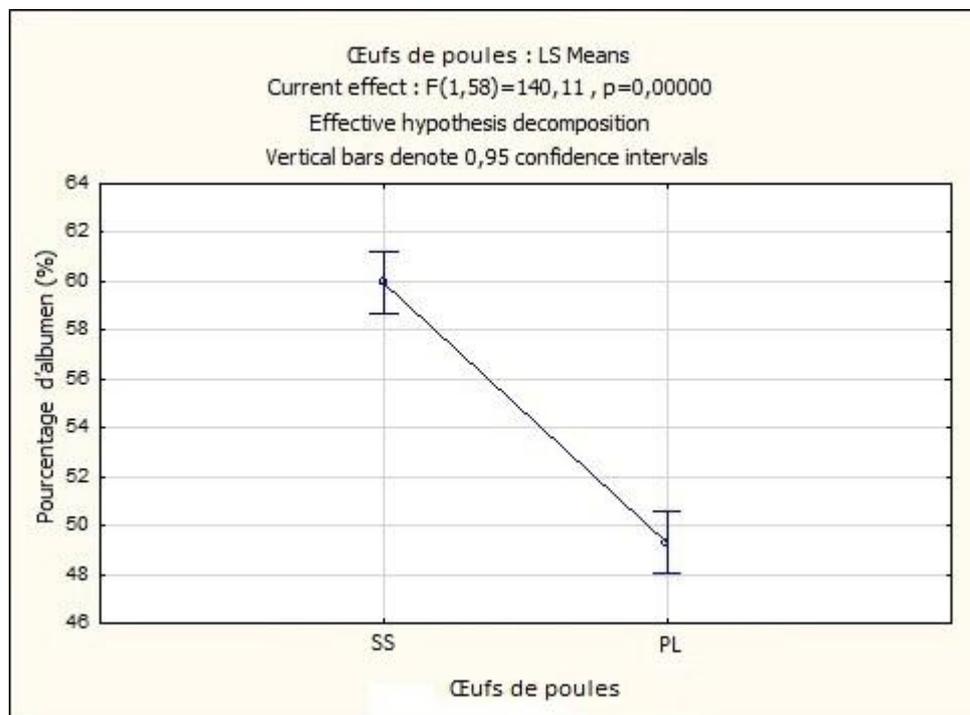
Le poids d'albumen des œufs PL se situe dans l'intervalle de 30,3 g et 21,2 g avec une moyenne de  $24,64 \pm 2,58$ , tandis que le poids d'albumen des œufs SS varie entre 43,4 g et 30,9 g avec une moyenne  $36,25 \pm 2,81$  (Tableau V.2).

Dans cette étude, une différence très hautement significative ( $p < 0,05$ ) est observée entre le poids moyen d'albumen des œufs PL et celui des œufs SS. Le poids moyen d'albumen des œufs SS est plus élevé comparativement avec le poids moyen d'albumen des œufs PL (36,25 g vs 24,64 g respectivement) (Figure V.8).



**Figure V.8 :** Poids d'albumen des œufs de poules SS et PL

Quant à la proportion d'albumen (Figure V.9), il y a une différence très hautement significative ( $p < 0,05$ ) entre les œufs SS et PL : 59,95 % vs 49,31% respectivement.



**Figure V.9 :** Pourcentage d'albumen des œufs de poules SS et PL

Les résultats obtenus dans cette étude sont conformes aux résultats obtenus récemment par Rayan et *al.* (2015) qui ont rapporté un poids et pourcentage d'albumen plus élevés des

œufs SS RIR (28,97 g et 57,12 %) que ceux des PL Bahig (26,88 g et 55,41 %) et Matrouh (24,64 g et 52,17 %).

La différence observée entre le poids et le pourcentage d'albumen des œufs issus des deux modes d'élevage peut être expliquée par la forte corrélation génétique entre le poids de l'œuf et le poids d'albumen. Le pourcentage de ce dernier est fortement augmenté par les programmes de sélection des SS (Tharrington et *al.*, 1999). Une telle corrélation a été également rapportée par Moula et *al.* (2010). Ces derniers ont rapporté une corrélation assez forte entre le poids de l'œuf et le poids du blanc (0,97) et une forte corrélation positive (0,73) entre le poids de l'œuf et le pourcentage d'albumen. Cet effet a fait l'objet de plusieurs revues (Hartmann et *al.*, 2000 ; Suk et Park, 2001).

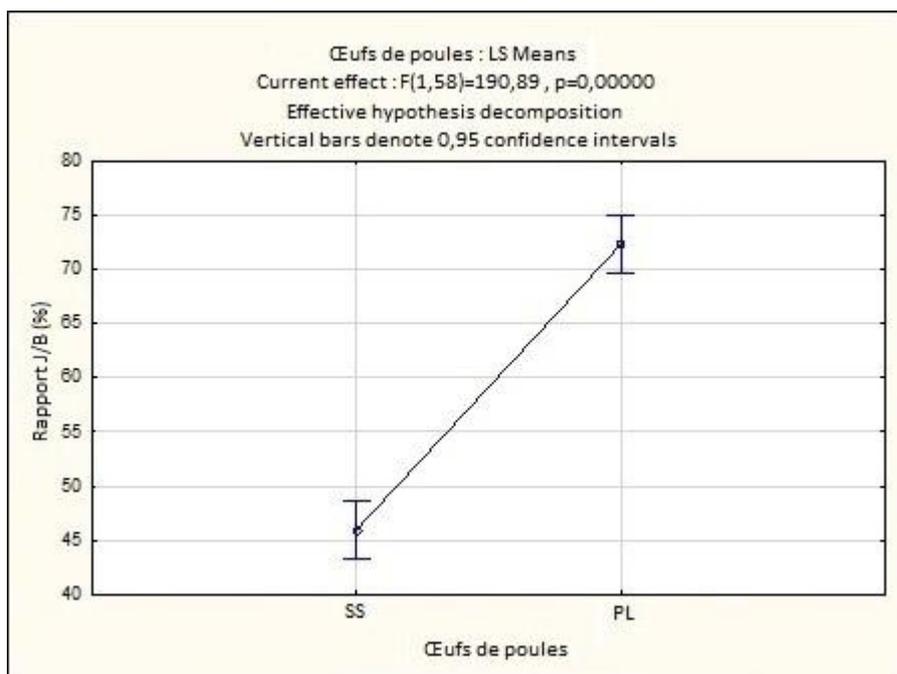
### V.1.2.3. Rapport Jaune / Blanc

Pour le rapport Jaune / Blanc moyenne des œufs PL est représenté dans le tableau V.2. Où nous avons trouvé une valeur moyenne de (72,29 ± 8,49). Contre le rapport J/B moyenne de œufs SS (45,96 ± 5,77).

Une différence très hautement significative ( $p < 0,05$ ) a été constatée entre le rapport J/B des œufs PL et SS étudiés. Dans la présente étude le rapport J/B des œufs PL (72,29 %) est plus élevé comparativement avec celui des œufs SS (45,96 %) (Figure V.10).

La supériorité de ce rapport chez les œufs PL par rapport aux œufs SS a été également rapporté par Suk et Park (2001) qui ont rapporté un rapport J/B des œufs PL (55 %) plus élevé que celui des œufs SS (38 %).

Dans la présente étude, les œufs PL ont présenté une taille (exprimée en index de forme égale à 74 %) plus petite que celle des œufs SS (index de forme égale à 79 %), cela peut expliquer en grande partie la différence observée dans la présente étude conformément aux relations obtenues par Ahn et *al.* (1997) et Suk et Park (2001) qui ont montré que la proportion du jaune et le rapport J/B ont une tendance à être plus élevé dans les petits œufs que dans les grands œufs.

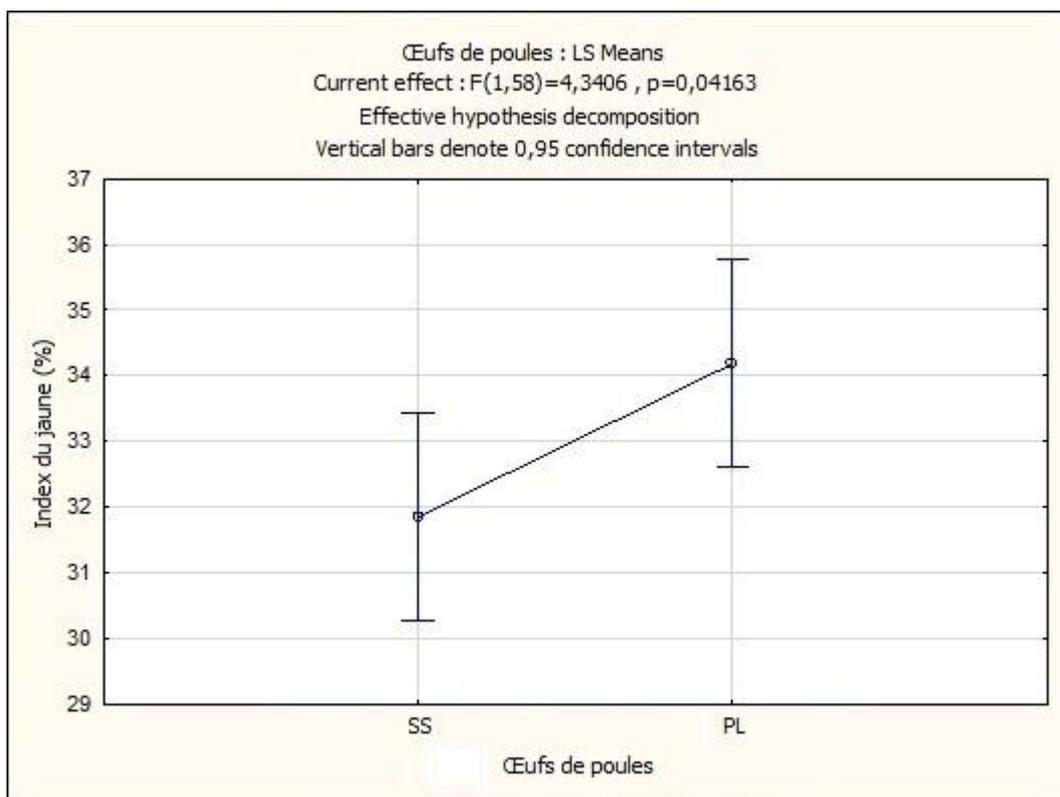


**Figure V.10 :** Rapport Jaune / Blanc des œufs de poules SS et PL

#### V.1.2.4. Index du jaune

Dans la présente étude, ce critère présente une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les œufs PL et SS, il est plus élevé chez les PL que SS :  $34,18 \pm 4,86$  vs  $31,86 \pm 3,54$  respectivement (Figure V.11).

La différence observée entre la valeur de l'index du jaune des œufs dans PL et SS peut être expliquée par l'aplatissement du jaune après la ponte qu'il était plus important chez les œufs PL que chez les œufs SS. En effet l'aplatissement du jaune se traduit physiquement par la modification de la forme du jaune (diminution de la hauteur du jaune et l'augmentation de son diamètre) sous l'effet de la température pendant la période de stockage. Par ailleurs, peut être expliquée par le transfert d'eau du blanc vers le jaune sous l'effet de la pression osmotique ce qui provoque l'augmentation de volume du jaune et fragilise la membrane vitelline (Mertens et *al.*, 2010).

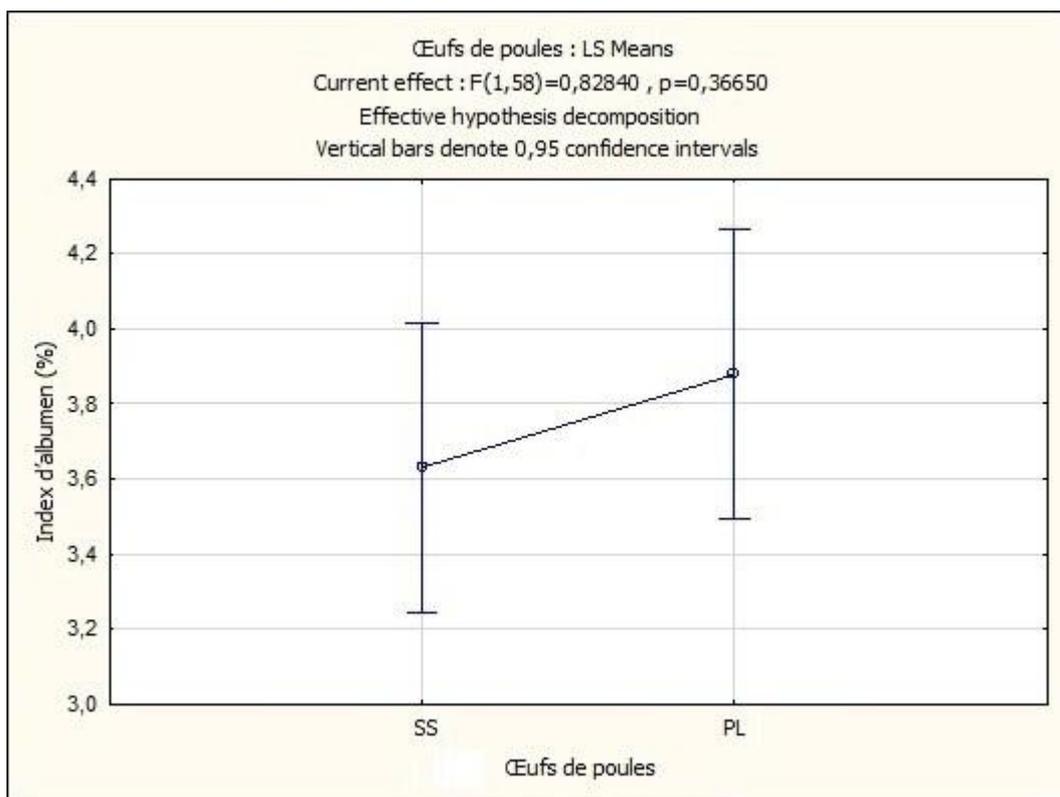


**Figure V.11 :** Index du jaune des œufs de poules SS et PL

#### V.1.2.5. Index d'albumen

L'index d'albumen des œufs PL et SS ne présente aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) il est moins élevé chez les œufs SS que celui des œufs PL :  $3,63 \pm 1,24$  vs  $3,88 \pm 0,78$  respectivement (Figure V.12).

Aucune la différence significative observée entre la valeur de l'index d'albumen des œufs PL et SS peut être expliquée par l'effet de la différence d'origine génétique, qu'il existe entre les poules exploitées dans chaque mode d'élevage (traditionnels, industriels), sur la hauteur d'albumen d'une part, et par l'effet de la différence d'âge des poules sur la hauteur d'albumen d'autre part (Ashraf et *al.*, 2003).



**Figure V.12** : Index d'albumen des œufs de poules SS et PL

#### V.1.2.6. Unités d'Haugh

Les unités Haugh ont été calculées afin d'apprécier la fraîcheur des œufs. Où nous avons trouvé une valeur moyennes des unités Haugh des œufs PL est  $74,80 \pm 7,53$  et la valeur moyennes des unités Haugh des œufs SS est  $64,03 \pm 13,53$  (Tableau V.2).

Selon l'appréciation qualitative des limites d'unités Haugh applicables aux quatre classes d'œufs définies par le département de l'agriculture des Etats Unies (U.S.D.A), les œufs issus d'élevages traditionnels présentent une valeur d'UH (83,87) supérieure à la limite inférieure de la première classe (79), ce qui leur permet d'être classé dans la catégorie AA (œufs extra-frais), alors que les œufs issus d'élevages industriels sont classés dans la deuxième classe correspondant à la catégorie A (œufs frais) (Sauveur, 1988).

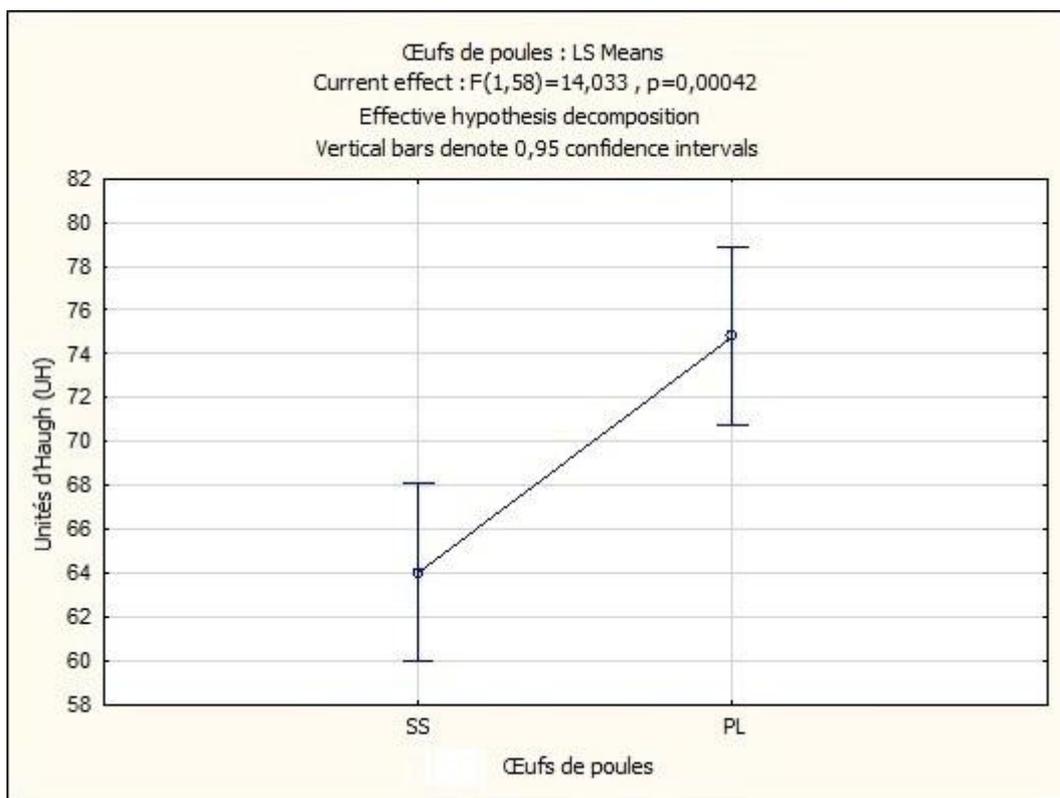
Dans cette étude, une différence très hautement significative ( $p < 0,05$ ) est observée entre la valeur des unités Haugh des œufs PL et celui des SS :  $74,80 \%$  vs  $64,03 \%$  respectivement (Figure V.13).

La valeur moyennes des unités Haugh des œufs PL est supérieur par rapport la valeur moyennes des unités Haugh des œufs SS. Les résultats obtenus dans la présente étude sont en accord avec ceux obtenus par Melesse et *al.* (2013) sur les poules de l'Ethiopie, mais

inférieures à celles trouvées sur les poules du Nigéria (Egahi et *al.*, 2013). En revanche, Rajkumar et *al.* (2009) ont constaté que les œufs à coquille brune présentent un indice Haugh plus élevée.

La moindre qualité de fraîcheur des œufs SS constatée dans la présente étude comparativement avec celle des œufs PL est liée à la durée et aux conditions de stockage des œufs SS (absence de zones climatisées consacrées au stockage au niveau des élevages, locaux de vente à température non contrôlée et œufs exposés à l'air ambiant chez les détaillants), s'ajoute à cela d'autres facteurs peuvent faire la différence tels que l'âge de la poule (Beaumont et *al.*, 2010).

Autre raison qui peut expliquer la qualité de fraîcheur excellente des œufs PL est l'offre assez faible des œufs produits dans ce mode d'élevage face à une demande accrue. Cette dernière est motivée par l'opinion très répandue que les œufs PL sont meilleurs que ceux SS ce qui facilite leur commercialisation, cela par conséquent minimise l'ensemble des facteurs (température et durée de stockage) qui peuvent altérer la fraîcheur des œufs.



**Figure V.13 :** Unités d'Haugh des œufs de poules SS et PL

### V.1.2.7. Corrélations des paramètres

Les corrélations de Pearson entre les paramètres morpho-pondérale mesurés chez les œufs PL et SS est représenté dans le tableau V.3. Le poids de l'œuf a été positivement corrélé avec le poids de l'albumen (+ 0,90), le poids de la coquille (+ 0,79), le poids du jaune (+ 0,12) et le largeur du jaune (+ 0,52). Une corrélation positive entre le poids de la coquille et la hauteur du jaune (+ 0,08) a été également observée. De plus, la proportion de coquille a été positivement corrélée avec la proportion du jaune (+ 0,17) mais négativement corrélée avec celle de l'albumen (- 0,30).

D'une manière générale, les corrélations positives observées entre le poids entier et certains caractères de l'œuf, notamment avec le poids de l'albumen indiquent que la qualité des œufs PL peut être améliorée par un programme de sélection approprié. Des résultats similaires ont déjà été rapportées dans des études antérieures (Sreenivas *et al.*, 2013).

L'index de forme est positivement corrélé avec largeur de l'œuf (+ 0,56) mais négativement corrélée avec celle longueur de l'œuf (- 0,44).

Le rapport jaune / blanc est positivement corrélé avec le poids du jaune (+ 0,56) mais négativement corrélée avec celle le poids de blanc (- 0,87).

**Tableau V.3 :** Corrélations de Pearson (r) entre certains les paramètres internes et externes des œufs PL (n= 30) et des œufs SS (n= 30)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	<b>0,68</b>	-0,12	<b>-0,32</b>	<b>0,57</b>	0,25	0,20	0,12	0,07	0,08	<b>0,46</b>	<b>-0,36</b>	-0,05
2		1	<b>-0,75</b>	<b>-0,71</b>	<b>0,94</b>	0,07	-0,24	<b>-0,64</b>	<b>-0,51</b>	<b>-0,65</b>	-0,12	<b>-0,56</b>	0,17
3			1	<b>0,90</b>	<b>-0,87</b>	-0,02	<b>0,39</b>	<b>0,90</b>	<b>0,67</b>	<b>0,91</b>	<b>0,39</b>	<b>0,57</b>	<b>-0,29</b>
4				1	<b>-0,90</b>	-0,18	0,18	<b>0,62</b>	<b>0,40</b>	<b>0,67</b>	0,07	<b>0,63</b>	<b>-0,30</b>
5					1	0,12	-0,25	<b>-0,67</b>	<b>-0,49</b>	<b>-0,70</b>	-0,09	<b>-0,64</b>	0,25
6						1	0,20	0,15	0,08	0,14	0,12	0,02	-0,10
7							1	<b>0,52</b>	<b>0,36</b>	<b>0,49</b>	<b>0,40</b>	0,12	-0,22
8								1	<b>0,79</b>	<b>0,97</b>	<b>0,63</b>	<b>0,39</b>	-0,24
9									1	<b>0,75</b>	<b>0,59</b>	0,22	<b>0,40</b>
10										1	<b>0,49</b>	<b>0,56</b>	-0,25
11											1	<b>-0,44</b>	-0,02
12												1	-0,23
13													1

1 : Poids de jaune (g) ; 2 : % de jaune ; 3 : Poids d'albumen (g) ; 4 : % d'albumen ; 5 : Rapport J/B ; 6 : Hauteur du jaune (mm) ; 7 : Largeur du jaune (mm) ; 8 : Poids de l'œuf (g) ; 9 : Poids de coquille (g) ; 10 : Largeur de l'œuf ; 11 : Longueur de l'œuf ; 12 : Index de forme ; 13 : % de coquille.

### V.1.3. Répartition des œufs selon le poids

Dans cette étude les œufs sont pesés et classés selon leurs poids dans quatre catégories de poids (XL, L, M, P) en se basant sur la classification européenne (Buffet, 2010).

D'après la tableau V.4, les œufs d'un calibre petit (P) et moyen (M) ont représenté respectivement 66,91 % et 33,09 % de l'ensemble des œufs PL. Dans ce sens, plusieurs auteurs ont rapporté que les œufs issus d'élevages traditionnels des PL sont de petite taille avec un poids faible (Niranjan et *al.*, 2008 ; Shabbir et *al.*, 2013).

Pour les œufs SS, la répartition des catégories des œufs est représentée dans le tableau V.4. Les deux catégories gros (L) et moyen (M) ont représenté respectivement 74,39 % et 25,61 % de l'ensemble des œufs SS. Les résultats obtenus dans la présente étude sont en accord avec ceux obtenus par Protais (2010) en termes de poids, 86,46 % des œufs SS, leurs poids se situent entre 53 et 73 g correspondant aux deux catégories centrales gros et moyen (L et M) souhaitées par les consommateurs. Cette proportion élevée reflète l'infériorité du poids des œufs PL comparativement avec les œufs SS.

**Tableau V.4 :** Distribution des classes de poids des œufs PL et SS (%)

Classes de poids	Œufs PL (%)	Œufs SS (%)
Très gros (XL)	0	0
Gros (L)	0	25,61
Moyen (M)	33,09	74,39
Petit (P)	66,91	0

### V.1.4. Anomalies de l'albumen et du vitellus des œufs

La présence de taches du sang localisées sur le jaune et dans l'albumen des œufs PL et SS (Figure V.14).

La présence des inclusions est causée par plusieurs facteurs. (Mertens et *al.*, 2010) a cité que les taches de sang présentes au niveau du contenu consommable des œufs est liée aux

hémorragies au niveau de l'épithélium de l'oviducte qui provoquent la dispersion du sang dans une partie ou dans la totalité de l'albumen. Autres auteurs ont rapporté que la présence de taches de sang est liée aux petites hémorragies au moment de l'ovulation (Beaumont et *al.*, 2010).

Cela peut être due aux infections virales (Mertens et *al.*, 2010) et aussi l'existence d'une panoplie de pathologies virales dans les élevages industriels des poules pondeuses avec des échecs vaccinaux (Bennoune et *al.*, 2012).



**Figure V.14** : Présence des taches de sang

## V.2. Comparaison des teneurs en lipides totaux et en protéines totales

### ✓ Remarque

A cause de la pandémie de Coronavirus (Covid-19), malheureusement nous n'avons pas arrivé à terminer la deuxième partie de notre recherche concernant la qualité nutritionnelle des œufs et qui doit être terminée dans des prochains travaux.

# Conclusion générale et perspectives

### Conclusion générale et perspectives

Cette étude nous a permis de construire une base de données préliminaire sur les caractéristiques morpho-pondérales des œufs PL et SS dans la région de Tissemsilt.

En termes de qualité, les œufs SS présentent un poids plus élevé, contiennent plus d'albumen et moins de vitellus que les œufs PL.

Quant à la solidité de la coquille, appréciée par l'index de la coquille dans la présente étude, les œufs SS présentent une solidité plus élevée comparativement avec celle des œufs PL. Cependant, les index de forme des œufs PL sont inférieurs à la norme requise pour que les œufs soient capables d'être conditionnés dans les emballages standardisés.

Le pourcentage du jaune des œufs PL est plus élevé que celui des œufs SS. Cette supériorité peut être considérée comme un bon indicateur pour l'industrie de transformation des œufs du fait que ce critère est lié à un taux élevé de matières sèches et aussi à un teneur important en acides gras essentiels (Benabdeljelil et Mérat, 1995). Cet avantage peut aussi offrir une perspective intéressante qui doit être exploitée en sélection commerciale du fait que ce critère présente une héritabilité assez élevée quel que soit le stade de ponte (Beaumont et *al.*, 2010).

La présence des inclusions dans la partie consommable des œufs SS et PL. Ces inclusions sont souvent liées à des pathologies.

Notre étude montre que les œufs PL présentent une excellente qualité de fraîcheur sur les différents niveaux de commercialisation, alors que ce n'est pas le cas pour les œufs SS où les trois critères de la fraîcheur (index d'albumen, index du jaune et unité Haugh) montrent une régression de la qualité de fraîcheur des œufs durant la période qui s'étend entre les sites de production et le dernier niveau de commercialisation.

Il sera très intéressant de compléter ce travail par l'étude des autres paramètres pour mieux cerner les PL et nous proposons quelques recommandations pour améliorer la productivité des poules pondeuses :

- ✓ L'augmentation de la quantité d'œufs produits doit aller de pair avec la qualité de ces derniers, car l'œuf est une denrée alimentaire périssable.

## Conclusion générale et perspectives

---

- ✓ Améliorer les conditions d'élevage par l'instauration d'une conduite alimentaire et d'un calendrier vaccinale strict.
- ✓ Eviter de laisser les portes des bâtiments ouvertes pour éviter l'intrusion de germes et l'apparition des maladies virales.
- ✓ Il est également recommandé de tenir compte de l'équilibre la ration alimentaire des poules pondeuses particulièrement pour le rapport phospho-calcique.
- ✓ Maitrise des normes de la conduite zootechnique d'élevage et amélioration des moyens et du matériel d'élevage, former et renforcer le personnel.
- ✓ Valoriser mieux l'utilisation des coquilles d'œufs de poules dans l'alimentation des poules comme complément calcique en précisant la quantité optimale.
- ✓ Introduire ce type de complément dans l'alimentation des autres animaux d'élevages qui ont des besoins accrus en Calcium.

# Références bibliographiques

### Références bibliographiques

**Afrique Agriculture, 1996.** Mensuel d'information sur l'agriculture, l'élevage, la pêche et la forêt en Afrique n° 234. Février 1996. 74 p.

**Ahn, D.U., Kim, S.M. et Shu, H., 1997.** Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science*, 76 (6), p. 914-919.

**Akouango, F., Mouango, F et Ganongo, G., 2004.** Phénotypes et performances d'élevage chez des populations locales de volailles à Brazaville. *Cahiers Agriculture*, 13 (3), p. 257-262.

**Alyssa, C., 2012.** *China remains world's top egg producer in 2012* [En ligne]. Disponible sur : <http://www.wattagnet.com/articles/14095-china-remains-world-s-top-egg-producer-in-2012> >. [Consulté le 26 Août 2020].

**Angrand, A., 1986.** Contribution à l'étude de la qualité commerciale des œufs de consommation de la région de Dakar (Sénégal). Thèse de doctorat. *Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires* (E. I. S. M. V). 158 p.

**APS, 2018.** Algérie Presse Service. Filière avicole : la production nationale en viande blanche a atteint 5,3 millions de quintaux en 2017 [En ligne]. Disponible sur : <http://www.aps.dz/economie/78279-filiere-avicole-la-production-nationale-en-viande-blanche-a-atteint-5-3-millions-de-quintaux-en-2017>>. [Consulté le 13 février 2020]

**Arzour, N., 2006.** Appréciation des risques bactériologiques dans les œufs et les ovo produits. *Mémoire de Magister en Médecine Vétérinaire. Université Mentouri de Constantine*. 147 p.

**Ashraf, M., Mahmood, S. et Ahmad, F., 2003.** Comparative reproductive efficiency and egg quality characteristics of Lyallpur Silver Black and Rhode Island Red breeds of poultry. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5 (4), p. 449-451.

**Bain, J.M., Hall, J.M., 1969.** Observations on Development and Structure of Vitelline Membrane of Hens Egg - an Electron Microscope Study, *Australian Journal of Biological Sciences*, 22 (3), p. 653-665.

**Bakst, M.R., Wishartet, G. et Brillard, J.P., 1994.** Oviducal sperm selection, transport, and storage in poultry. *Poultry Science*, 5, p. 117-143.

- Balnave, D. et Weatherup, S.T.C., 1974.** The necessity of supplement in laying hen diets with linoleic. *British Poultry science*, 15 (3), p.325-331.
- Battacharya, T.K., 2008.** Egg quality traits in chicken varieties developed for backyard poultry farming in India. *Livestock Research for Rural Development* 20 (12) [En ligne]. Disponible sur : <<http://lrrd.cipav.org.co/lrrd20/12/nira20189.htm>>. [Consulté le 28 septembre 2020].
- Beaumont, C., Calenge, F., Chapuis, H., Fablet, J., Minville, F. et Tixier-Boichard, M., 2010.** Génétique de la qualité de l'œuf. *Inra Productions Animales*, 23 (2), p. 133-140.
- Belaid, B., 1993.** Notion de zootechnie générale. Office des publications universitaires. Alger, 1993.
- Bellairs, R., Harkness, M. et Harkness, R.D., 1963.** The vitelline membrane of the hen's egg: a chemical and electron microscopical study, *Journal of Ultrastructure Research*, 8 (3-4), p. 339-359.
- Benabdeljelil, K. et Mérat, P., 1995.** Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'œufs locale : F1 (Fayoumi x Leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Annales de Zootechnie*, 44, p. 313-318.
- Bennoune, O., Melizi, M., Adili, N., Khenenou, T., Hadji, K. et Tourirat, W., 2012.** Enquête sur l'élevage et la pathologie des volailles dans la région de Batna. 2<sup>ème</sup> *Symposium de la Recherche en Sciences Avicoles*. Batna, Algérie, 17-18 octobre 2012.
- Benrahou, A. et Zaaboub, H., 2014.** Etude de la conformation et de la composition des œufs de la poule locale, comparaison avec les œufs de souche commerciale. Mémoire d'ingénieur. Université de Tlemcen. 69 p.
- Bernardi, E., 2008.** Impact and control of infectious bronchitis in layers and breeders. Christchurch : Pacificvet.
- Bougheddou, A., 2016.** Contribution à l'étude des caractères phénotypiques et du potentiel de reproduction de la poule locale : cas de la région de Tiaret. Mémoire de master agronomie. Université de Mostaganem. 64 p.
- Breque, C., Peter Surai, P., Brillard, J.P., 2003.** Roles of antioxidants on prolonged storage of avian spermatozoa in vivo and in vitro. *Molecular Reproduction and Development : Incorporating Gamete Research*, 66 (3), p. 314-323.

- Brugère, H., 1988.** Particularité de la physiologie des oiseaux L'aviculture Française, Editions Rosset, p. 77-78.
- Buffet, E., 2010.** Conditionnement et emballage des œufs de consommation. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier, p. 251-263.
- Burley, R.W. et Vadehra, D. V., 1989.** The Avian egg : chemistry and biology. New York : Wiley-Interscience.
- Çağlayan, T., Alaşahan, S., Kırıkçı, K. et Günlü, A., 2009.** Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poultry Science*, 88, p.1330-1333.
- Charef, M., 2011.** *Contribution à l'étude de la composition chimique et étude des propriétés phytochimiques et nutritionnelles des lipides des fruits de Pistacia lentiscus et du Quercus*. Thèse de doctorat en sciences chimiques. Université de Ouargla. 88 p.
- Choual, M.A., 2018.** Etude de la conformation et la composition des œufs chez deux souches de pondeuses industrielles (Isa f15, Cobb 500). Mémoire de master. Université de Mostaganem. 38 p.
- Citterio, A. et Righetti, P.G., 2009.** Chicken egg yolk cytoplasmic proteome, mined via combinatorial peptide ligand libraries, *Journal of Chromatography A*, 1216 (8), p. 1241-1252.
- Cook, M.I., Beissinger, S.R., Toranzos, G.A., Rodriguez, R.A. et Arendt, W.J., 2003.** Trans-shell infection by pathogenic micro-organisms reduces the shelf life of non-incubated bird's eggs : a constraint on the onset of incubation?. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 270 (1530), p. 2233-2240.
- Corpet, D., 2013.** Oeuf et ovoproduits. Travaux dirigés d'hygiène et industrie des aliments. Toulouse : *Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT)*.
- Coudurier B., 2015.** Pertes alimentaires dans la filière ponte d'œufs de consommation. *Innovations Agronomiques*, 48 , p. 177-200.
- D'Ambrosio, C., Simona, A., Andrea, S., Luc, G., Egisto, B., Martha, E.M., Attilio, C., and Pier, G.R., 2008.** Exploring the chicken egg white proteome with combinatorial peptide ligand libraries. *Journal of proteome research*, 7 (8), p. 3461-3474.

- Dafaalla, M.M., Ibrahim, A.Y., Kheir, M.A., Jin-yu, W., Hussein, H.M., 2005.** Comparison of the Egg Characteristics of Different Sudanese Indigenous Chicken Types. *International Journal of Poultry Science.*, 4 (7), p. 455-457.
- Dare, I., 1977.** Contribution à l'étude de l'aviculture au Niger. *Thèse: Méd. Vét.: Dakar.* 9.
- Demarne, Y., Merat, P., Pihet, A., 1984.** Composition des lipides de l'œuf chez des poules Leghorn normales et naines. *Génétique sélection évolution*, INRA Editions, 1984, 16 (2), p. 211-220 [En ligne]. Disponible sur : < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00893604/document>>. [Consulté le 31 Août 2020].
- Dennis, J.E., Xiao, S.Q., Agarwal, M., Fink, D.J., Heuer, A.H. et Caplan, A.I., 1996.** Microstructure of matrix and mineral components of eggshells from white leghorn chickens (*Gallus gallus*). *Journal of Morphology*, 228 (3), p. 287-306.
- Desaulniers, M., Dubost, M., 2003.** *Table de composition des aliments*. Département de nutrition, Université de Montréal. Canada.
- Dilmi, S., 2018.** *Etude de la qualité des œufs de deux génotypes de pondeuse (locales et sélectionnées)*. Estimation des corrélations phénotypiques. Mémoire de master agronomie. Université de Mostaganem. 36 p.
- Dobrzanski, Z., Gorecka, H., Triska, T., Gorecki, H., 1999.** Concentration of macro-and microelements in the eggs of hens housed in three different systems. In : *Proceedings the VIII european symposium of the quality of eggs and egg products. Bologna, Italy* Vol. 2, p. 283-287.
- Drizi, N., 2013.** *Caractérisation morpho-pondérale et qualité nutritionnelle des œufs de volaille locale; Influence du gène Na sur les profils lipidiques et protéiques*. Mémoire de magister en sciences agronomiques. Université de Mostaganem. 68 p.
- Drogoul, C., Gadoud, R., Joseph, M.J., Jussiau, R., Lisberny, M.J., Mangeol, B., Montméas, L., Tarrit, A., Danvy, J.L. et Soyer, B., 2004.** *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage*. 2<sup>ème</sup> ed. Dijon : Educagri, p. 1-9.
- Egahi, J.O., Dim, N.I., Momoh, O.M., 2013.** The effect of plumage modifier genes on egg quality indices of the Nigerian local chicken. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2 (2), p. 04-06. [En ligne]. Disponible sur : <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1074.6182&rep=rep1&type=pdf>> [Consulté le 25 septembre 2020].

- Elis, 2007.** *Approche transcriptomique de la compétence ovocytaire chez la poule.* Thèse Université François Rabelais. Tours. France, p. 55-70.
- ENSV, 2012.** Recueil des Résumés. *10<sup>ème</sup> Journées des Sciences Vétérinaires.* La lière avicole : développement & promotion. 27 & 28 mai 2012.
- Etches, R.J., 1996.** *Reproduction in poultry,* CAB International, Wallingford, UK.
- FAO, 2018.** *Base des données statistiques sur les élevages primaires* [En ligne]. Disponible sur : < <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QL/visualize> >. [Consulté le 26 Août 2020].
- Farinazzo, A., Restuccia, U., Bachi, A., Guerrier, L., Fortis, F., Boschetti, E., Rasoli, E., Takeuchi, Y., Nishimura, K., Aoki, N., Adachi, T., Sato, C., Kitajima, K. et Matsuda, T., 1999.** A 42-kDa glycoprotein from chicken egg-envelope, an avian homolog of the ZPC family glycoproteins in mammalian zona pellucida - Its first identification, DNAC cloning and granulose cell-specific expression, *European Journal of Biochemistry*, 260 (3), p. 736-742.
- Fedida, D., 1996.** Guide de l'aviculture tropicale Laballatière : Sanofi Santé- Nutrition Animale. 117 p.
- Ferrah, A., 2004.** Les filières avicoles en Algérie – Bulletin d'information – OFAAL 2004. P 30.
- Fletcher, D.L., Britton, W.M., Pesti, G.M., Rahn, A.P., and Savage, S.I. 1983.** The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. *Poultry Science*, 62 (9), p. 1800-1805.
- Fosta, J.C., 2008.** Caractérisation des populations de poules locales (*Gallus gallus*) au Cameroun. Thèse de Doctorat, INA- Paris-Grignon, France. 301 p.
- Gbaguidi, L.M., 2001.** Etude de la filière avicole au Bénin. Situation et perspectives de développement. *Thèse: Méd. Vét.: Tunis.*
- Gilbert, A.B., 1971.** Egg albumen and its formation. *In'Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl* (D.J. Bell and B.M. Freeman, eds.), Vol. 3, p. 1291-1329.
- Guerin-Dubiard, C., Pasco, M., Molle, D., Desert, C., Croguennec, T. et Nau, F., 2006.** Proteomic analysis of hen egg white, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (11), p. 3901-3910.

- Gueye, L., 1999.** *Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des œufs de consommation de la région de Dakar (Sénégal)*. Thèse: Méd. Vét.: Dakar; 51.
- Guinee, Dne-Unag., 2004.** Aviculture améliorée en République de Guinée. Statistiques (2004). DNE, Conakry.
- Guioli, S., Sekido, R. et Lovell-Badge, R., 2007.** The origin of the Mullerian duct in chick and mouse. *Developmental Biology*, 302 (2), p. 389-398.
- Habyarimana, W., 1994.** Contribution à l'étude des contraintes au développement de l'aviculture moderne dans la région de Dakar : Aspects 1- institutionnels et techniques. *Thèse : Méd. Vét.: Dakar*; 28.
- Halbouche, M., Dahloun, L., Mouats, A., Didi, M., Ghali, S., Boudjenah, W., et Fellahi, A., 2009.** Inventaire phénotypique des populations avicoles locales dans le Nord-Ouest algérien, caractérisation morphologique des animaux et des œufs. *Des Premières Journées D'étude Ressources Génétiques Avicoles Locales: Potentiel et Perspectives de Valorisation*, 23, p. 7-12.
- Hanusová, E., Hrnčár, C., Hanus, A. et Oravcová, M., 2015.** Effect of breed on some parameters of egg quality in laying hens. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 18 (1), p. 20-24.
- Hartmann, C., Johansson, K., Strandberg, E. and Wilhemson, M., 2000.** One-generation divergent selection on large and small yolk proportions in a White Leghorn Line. *British Poultry Science*, 41 (3), p. 280-286.
- Holt, P.S., Davies, R. H., Dewulf, J., Gast, R.K., Huwe, J.K., Jones, D., Waltman, R.D. et Willian, K.R., 2011.** The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, 90 (1), p.251–262.
- Hubbard, 2011.** *Guide Incubation* [En ligne]. Disponible sur : <[https://www.hubbardbreeders.com/media/incubation\\_guidefr\\_\\_061503400\\_1525\\_26062017.pdf](https://www.hubbardbreeders.com/media/incubation_guidefr__061503400_1525_26062017.pdf)>. [Consulté le 08 mars 2020].
- Hylin international, 2017.** T.S .Higginson,1863
- Imene, A., 2018.** Selon l'ANCA : 5 milliards d'œufs d'une valeur de près de 60 milliards de DA ont été consommés en 2017 [En ligne]. Disponible sur : < <https://www.algerie-eco.com/2018/01/04/selon-lanca-5-milliards-doeufs-dune-valeur-de-pres-de-60-milliards-de-da-ont-ete-consommés-2017/>>. [Consulté le 13 février 2020].

**INRA, 1989.** L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. 2ième ed. Paris : *Institut national de la recherche agronomique*. 147 p.

**INRAA, 2003.** Rapport National Sur les Ressources Génétiques Animales en Algérie. Rapport, *Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie*. 46 p.

**ITAVI, 2015.** *Situation de la production et des marchés des œufs et des ovoproduits d'œufs. Note de conjoncture*. Paris : Institute Technique d'Aviculture.

**Jacob, J. et Pescatore, T., 2009.** Common questions about eggs. Lexington : university of kentucky.

**Jacob, J.P., Miles, R.D. et Mather, F.C., 2000.** Egg quality serial of the animal science. *University of Florida Animal Science* [En ligne]. Disponible sur : <<http://edis.ifas.ufl.edu/PS020>>. [Consulté le 08 mars 2020].

**Jacquot et Adrian, J., 1954.** In la volaille et l'œuf. *Journées Scientifiques du CNERNA*, Vol.VI,CNRS Paris.

**Jonchère, V., 2010.** *Identification de gènes et de protéines de l'utérus impliqués dans le transfert minéral, la calcification de la coquille et la protection antimicrobienne de l'œuf de poule*. Thèse de doctorat de l'université François – Rabelais de tours, p. 13-21.

**Kaoueche, A., Kaoueche, M., 2015.** Evolution de la fraîcheur des œufs de consommation au cours de la conservation. Mémoire de Master en Biologie. Université 8 Mai 1945 Guelma. 72 p.

**Karoui, R., Kemps, B., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Decuyper, E. et De Baerdemaeker, J., 2006.** Development of a rapid method based on front face fluorescence spectroscopy for the monitoring of egg freshness: 2—evolution of egg yolk. *European Food Research and Technology*, 223 (2), p. 303-312.

**Keambou, T.C., Boukila, B., Moussounda, G., Manjeli, Y., 2009.** Comparaison de la qualité des œufs et des performances de croissance des poussins locaux des zones urbaines et rurales de l'Ouest-Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3 (3) : p. 457-465. [En ligne]. Disponible sur : <<https://indexmedicus.afro.who.int/>>. [Consulté le 25 septembre 2020].

**King'ori, A.M., 2012.** Poultry egg external characteristics : Egg weight, Shape and Shell Color. *Research Journal of Poultry Sciences*, 5 (2) : 14-17. [En ligne]. Disponible sur :

<<http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/rjpscience/2012/14-17.pdf>>. [Consulté le 25 septembre 2020].

**Koketsu M., Sakuragawa E., Linhardt R.J., Ishihara H., 2003.** Distribution of N-acetylneuraminic acid and sialylglycan in eggs of the Silky fowl. *Br. Poultry science*, 44, p. 145-148.

**Koketsu, M., 1997.** Glycochemistry of hen eggs. In: *Hen eggs, their basic and applied science*, Yamamoto T., Juneja L.R., Hatta H., Kim M. (eds), CRC Press New York, London, p. 99-115.

**Konate, C.A., 2005.** Performances zootechniques et économiques de deux souches de pondeuses permises par l'aliment NMA SANDERS. *Thèse: Méd. Vét.: Dakar*, 6.

**Lang, M. R. et Wells, J.W., 1987.** A review of eggshell pigmentation. *World's Poultry Science Journal*, 43(3), p. 238-245.

**Larbaoui, A., 2016.** *Effet du système alimentaire et la durée de conservation sur la qualité nutritionnelle et organoleptique du beurre issue du lait de vache fabriqué selon un processus artisanal.* Mémoire de master en sciences agronomiques. Université de Mostaganem. 67 p.

**Larbier, M. et Leclercq, B., 1992.** *Nutrition et alimentation des volailles.* Paris : INRA.

**Leclercq, B., Hermier, D. et Guy, G., 1990.** Metabolism of very low-density lipoproteins in genetically lean or fat lines of chicken. *Reproduction Nutrition Development*, 30 (6), p. 701-715.

**Li-Chan, E. et Nakai, S., 1989.** Biochemical basis for the properties of egg white, *Critical Review of Poultry Biology*, 2 , p. 21-58

**Magdelaine, P., 2004.** La ponte en climat chaud. *Africain agriculture*, (325) : 18-22.

**Magdelaine, P., Braine, A., Gonnier, et Spiess, M.P., 2010.** Production et consommation des œufs et des ovoproduits. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf.* Paris : Tec et Doc Lavoisier. p. 1-35.

**Maisonneuve et Larose, 1992.** L'élevage de la volaille, Tome 2,

**Mann, K., 2007.** The chicken egg white proteome, *Proteomics*, 7 (19), p. 3558-3568.

**Mann, K. et Mann, M., 2008.** The chicken egg yolk plasma and granule proteomes, *Proteomics*, 8 (1), p. 178-191.

- Mann, K., 2008.** Proteomic analysis of the chicken egg vitelline membrane, *Proteomics*, 8 (11), p. 2322-2332.
- Mdeffairi, H., 2010.** Analyse de la compétitivité de la filière œuf de consommation cas de la Mitidja Ouest. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques. *Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger*. 91 p.
- MEIN, 2015.** *Spécifications techniques applicables aux œufs et aux ovoproduits*. Document réglementaire réalisé par le groupe d'étude des marchés de restauration collective et nutrition (GEM-RCN). Paris : Ministère de l'Economie de l'Industrie et du Numérique (France).
- Melesse, A., Worku, Z et Teklegiorgis, Y., 2013.** «Assessment of the Prevailing Handlin and Quality of Eggs from Scavenging Indigenous Chickens Reared in Different Agro-Ecological Zones of Ethiopia». *Journal of Environmental and Occupational Science.*, 2 (1), p. 1-8.
- Menezes, P.C., Lima, E.R., Medeiros, J.P., Oliveira, W.N.K. et Evêncio-Neto, J., 2012.** Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41 (9), p. 2064-2069.
- Mérat, P., Bordas, A., 1982.** Performances de pondeuses Fayoumi en cages individuelles à deux températures. *Annales de génétique et de sélection animale.*, 14, p. 109-112.
- Merat, P., Bordas, A., L'hospitalier, R., Portais, J. et Bougon, M., 1983.** Etude des particularités de la poule Fayoumi. III. Ponte, caractéristiques des œufs, efficacité alimentaire et paramètres physiologiques de poules Fayoumi, Rhode Island Red et F1 en batteries. *Genetics Selection Evolution*, 15 (1), p. 147-166.
- Mertens, K., Bain, M., Perianu, C., De Baerdemaeker, J. et Decuypere, E., 2010.** Qualité physico-chimique de l'œuf de consommation. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. p. 265-313.
- Mertens, K., De Ketelaere, B., Kamers, B., Bamelis, F., Kemps, B., Verhoelst, E., De Baerdedemaeker, J. et Decuypere, E., 2005.** Dirt detection on brown eggs by means of color computer vision. *Poultry Science*, 84 (10), p. 1653-1659.
- Mineki, M. et Kobayashi, M., 1997.** Microstructure of Yolk from Fresh Eggs by Improved Method. *Journal of Food Science*, 62 (4), p. 757-761.

- Moula, N., 2012.** Biodiversité avicole dans les pays industrialisés et en développement : caractérisation et étude des performances de production de races gallines locales. *Exemple de la Belgique, de l'Algérie, du Vietnam et de la République démocratique du Congo*. Thèse de doctorat, Université de Liège. 210 p.
- Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Decuypere, E., Farnir, F., Mertens, K., De Baerdemaeker, J. et Leroy, P., 2010.** Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Archiv Fur Geflugelkunde*, 74 (3), p. 164-171.
- Moula, N., Kara Ali, M., Ait Kaki, A. et Milet, A., 2014.** Quality assessment of marketed eggs in Eastern Algeria. *Revue Nature et Technologie*, 11 (2), p. 52-58.
- MSDA, 2004,** Manuel Suisse des Denrées Alimentaires. Œufs et ovoproduits Élaboré par un groupe d'experts.
- Musabimana, K.F., 2005.** Consommation et commercialisation des œufs à Dakar (Sénégal). *Thèse: Méd. Vét.: Dakar*; 36.
- NATIONS UNIES New York et Genève, 2010.** NORME CEE-ONU EGG-1 *concernant la certification et le contrôle de la qualité commerciale des ŒUFS EN COQUILLE*.
- Nau, F., Guérin-Dubirad, C., Baron, F., Thapon, J.L. 2010.** *Science et technologie de l'œuf*, Production et qualité, Volume 1. Paris (France). Tec & Doc Lavoisier. 350 p. ISBN 978-2-7430-1223-6.
- Niranjan, M., Sharma, R.P., Rajkumar, U., Chatterjee, R.N., Reddy, B.L.N. et Battacharya, T.K., 2008.** Egg quality traits in chicken varieties developed for backyard poultry farming in India. *Livestock Research for Rural Development*, [En ligne] 20 (12). Disponible sur : <<http://lrrd.cipav.org.co/lrrd20/12/nira20189.htm>>.[Consulté le 20 septembre 2020].
- Nys, Y., 1994.** Formation de l'œuf. In: J L. Thapon., C M. Bourgeois, eds. 1994. *L'œuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier, p. 27-58.
- Nys, Y., 2010.** Structure et formation de l'œuf. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier, p. 161-236.
- Nys, Y., Gautron, J., Garcia-Ruiz, J.M. et Hincke, M.T., 2004.** Avian eggshell mineralization : biochemical and functional characterization of matrix proteins. *Comptes Rendus Palevol*, 3 (6-7), p. 549-562.

- Nys, Y., Hincke, M.T., Arias, J.L., Garcia-Ruiz, J.M. et Solomon, S. E., 1999.** Avian eggs shell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10 (3), p. 143-166.
- OFAL, 2000.** Observatoire des Filières Avicoles d'Algérie. Filière et marchés des produits avicoles en Algérie. Rapport, ITE Algérie, p. 117.
- Pacome Leon., 2018.** *Structure anatomique de l'œuf* [En ligne]. Disponible sur : <[http://pacomeleon.re/wordpress/?page\\_id=3044](http://pacomeleon.re/wordpress/?page_id=3044)>. [Consulté le 16 février 2020].
- Protais, J., 1988.** La qualité de l'œuf de consommation dans l'aviculture Française. *Information Techniques des services vétérinaires*, Editions Rosset, p. 761-772.
- Protais, J., 1994.** Mesure de la qualité. In: J.L. Thapon, C.M. Bourgeois, eds. 1994. *L'œuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. p. 48-60.
- Protais, M., 2010.** Sélection génétique et production des pondeuses. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier, p. 37-72.
- Rajkumar, U., Sharma, R.P., Rajaravindra, K.S., Niranjana, M., Reddy, B.L.N., Bhattacharya, T.K., Chatterjee, R.N., 2009.** Effects of genotype and age on egg quality traits in naked neck chicken under tropical climate from India. *International Journal of Poultry Science.*, 8, p. 1151-1155.
- Rath, P.K., Mishra, P.K., Mallick, B.K. et Behura, N.C., 2015.** Evaluation of different egg quality traits and interpretation of their mode of inheritance in White Leghorns. *Veterinary World*, 8(4), p.449-452.
- Rayan, G.N., El Faham, A.I., Ibrahim, S.A. et Hattaba, N.A., 2015.** Comparative study of egg quality, hatching performance and carcass traits for Rhode Island Red, Bahij and Matrouh chicken strains. *Egypt Poultry Science*, 35 (3), p. 817-831.
- Rose, S.P., 1997.** *Principles of poultry science*. Wallingford : CAB international.
- Rossi, M. et De Reu, K., 2011.** Alternative hen housing systems and egg quality. In: Y. Nys, M. Bain et F. Van Immerseel, eds. 2011. Improving the safety and quality of eggs and egg products. Cambridge : Wood head Publishing Limited, p.351-375.
- 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. *Thèse: Méd. Vét.: Dakar*; 17.

**Saunier, C., 2015.** Travaux pratiques de Biochimie. Protocoles et compte rendus. Version 2014-2015, p. 19/71.

**Sauveur, B., 1988.** *Reproduction des Volailles et production d'œufs*. Paris : INRA.

**Sauveur, B., 1994.** Variation initiale de la composition de l'œuf. In : J.L. Thapon, C.M. Bourgeois, eds. 1994. *L'œuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier, p. 69-84.

**Schwagele, F., Poser, R. et Krockel, L., 2001.** Application of low-resolution NMR spectroscopy of intact eggs-Measurement of quality determining physical characteristics. *Fleischwirtschaft*, 81 (10), p. 103-106.

**Scott, T.A. et Silversides, F.G., 2000.** The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, 79 (12), p. 1725–1729.

**Şekeroğlu, A. et Altuntaş, E., 2008.** Effects of egg weight on egg quality characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (3), p. 379-383.

**Shabbir, H., Zulfiqar, A., Muhammad, N.K. et Taseer, A.K., 2013.** A study on quality traits of chicken eggs collected from different areas of Karachi. *Sarhad Journal of Agriculture*, 29 (2), p. 255-259.

**Silversides, F.G. et Budgell, k., 2004.** The Relationships Among Measures of Egg Albumen Height, pH, and Whipping Volume. *Poultry Science*, 83 (10), p. 1619-1623.

**Silversides, F.G. et Scott, T.A., 2001.** Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, 80 (8), p. 1240-1245.

**Silversides, F.G., 1994.** The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *The Journal of Applied Poultry Research*, 3 (2), p. 120-126.

**Smith, A.J., 1992.** *L'élevage de la Volaille*, Volume 1 : Le technicien d'agriculture tropicale. Wageningen : CTA ; Paris : Édition Maisonneuve et Larose. 347 p.

**Sreenivas, D., Gnana, Prakash. M., Mahender, M. et Chatterjee, R.N., 2013.** Genetic analysis of egg quality traits in White leghorn. *Veterinary World*, 6 (5), p. 263-266. [En ligne]. Disponible sur : <<http://dx.doi.org/10.5455/vetworld.2013.263-266>>. [Consulté le 26 septembre 2020].

- Stadelman, W.J., Pratt, D.E., 1989.** Factors influencing composition of the hen's egg. *Word's Poultry Science Journal*, 45, p. 247- 266.
- Suk, Y.O. et Park, C., 2001.** Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. *Poultry Science*, 80 (7), p. 855-858.
- Talaki, E., 2000.** Aviculture traditionnelle dans la région de Kolda. *Structure et productivité*. Thèse: Méd. Vét.: Dakar; 10 .
- Tétry, A., Crimail, P., 1981.** La grande Encyclopédie Larousse, *Œuf*, 14, 8732 – 8736 transport, and storage in poultry, *Poultry Science*, 5, p. 117-143.
- Thapon, J.L. et Bourgeois, C.M., 1994.** *L'oeuf et les ovoproduits*. Paris : Collection sciences et techniques agro-alimentaires.
- Tharrington, J.B., Curtis, P.A., Jones, F.T. et Anderson, K.E., 1999.** Processing and products : comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb White Leghorn chickens. *Poultry Science*, 78 (4), p. 591-594.
- The poultry site, 2014.** *Global poultry trends 2013 – hen egg production in Africa* [En ligne]. Disponible sur : <<http://www.thepoultrysite.com/articles/3119/global-poultry-trends-2013-hen-egg-production-in-africa-and-oceania/>>. [Consulté le 08 février 2020].
- The poultry site, 2015.** *Global poultry trends 2013 - strong growth in egg output recorded in Africa and Oceania* [En ligne]. Disponible sur : <<http://www.thepoultrysite.com/articles/3488/global-poultry-trends-strong-growth-in-egg-output-recorded-in-africa-and-oceania/>>. [Consulté le 08 février 2020].
- Thiebault, D., 2005.** Les organes génitaux des oiseaux [En ligne]. Disponible sur : <<https://www.oiseaux.net>>. [Consulté le 17 février 2020].
- Thieulin, G., Basile, D., et Hautefort, M., 1976.** L'œuf et les produits. *Paris. collection « Normes et technique »*, p. 7–51.
- Tixier-Boichard, M., Audiot, A., Bernigaud, R., Rognon, X. et Berthouly, C., 2006.** Valorisation des races anciennes de poulets : facteurs sociaux, technico-économiques, génétiques et réglementaires. *Actes du BRG*, 6, p. 495-520.
- Wattagnet, 2011.** *Dramatic regional variation in Africa's egg production* [En ligne]. Disponible sur : <<http://www.wattagnet.com/articles/9662-dramatic-regional-variation-in-africa-s-egg-production>>. [Consulté le 08 février 2020].

**Web 1, 2011.** [En ligne]. Disponible sur : < <http://biochimej.univ-angers.fr/Page2/TexteTD/8TPmethodologie/4DosageColorimetrie/1DosageColorim.htm>>. [Consulté le 1 septembre 2020].

**Yakubu, A., Ogah, D.M. et Barde, R.E., 2008.** Productivity and egg quality characteristics of free range naked neck and normal feathered Nigerian Indigenous chickens. *International Journal of Poultry Science*, 7 (6), p. 579-585.

# Annexes

## Annexes

---

### Annexes

#### Annexe 01 : Gamme étalon

Volume de BSA à 1mg/ml ( $\mu$ l)	00	10	20	30	40	50
Volume de H <sub>2</sub> O ( $\mu$ l)	00	30	30	20	10	00

#### Annexe 02 : Préparation du réactif de Bradford

Produit	Quantité
Bleu de coomassie G250	50 ml
Ethanol 95%	50 ml
Acide orthophosphorique 85%	100 ml
Quantité suffisante pour 1l	

**Annexe 03 : Les données des paramètres morfo-pondéraux des œufs PL**

N° des œufs	Poid de jaun (g)	% de jaun	Poid d'albumen (g)	% d'albumen	Rapport J/B	Index de jaun	Index d'albumen	Poid de l'oeuf (g)	Poid de coqueill (g)	Index de form	Index de coquille	% de coquille	Unité de haugh
1	13,7	29,21	22,8	48,61	60,09	35,90	3,49	46,9	5,1	0,75	0,08	10,87	74,12
2	13,4	29,00	22,4	48,48	59,82	41,26	4,72	46,2	5,1	0,79	0,08	11,04	81,62
3	17,2	32,95	27,8	53,26	61,87	37,99	4,76	52,2	6,1	0,71	0,09	11,69	79,41
4	18,6	34,77	27,5	51,40	67,64	36,18	3,48	53,5	6,3	0,71	0,10	11,78	71,25
5	17,9	32,37	30	54,25	59,67	35,90	6,43	55,3	7,2	0,68	0,11	13,02	90,67
6	19,1	38,28	22,8	45,69	83,77	34,74	4,01	49,9	6,5	0,73	0,10	13,03	80,25
7	17,5	37,55	23,6	50,64	74,15	31,78	2,07	46,6	5,9	0,77	0,10	12,66	54,74
8	18,5	34,91	26,7	50,38	69,29	33,33	4,00	53	6,5	0,73	0,10	12,26	79,12
9	18,4	35,38	25,2	48,46	73,02	26,19	3,70	52	6,2	0,71	0,10	11,92	79,49
10	18,3	38,20	21,8	45,51	83,94	40,60	3,98	47,9	6,4	0,74	0,10	13,36	80,99
11	18,8	36,58	23,6	45,91	79,66	33,20	3,87	51,4	6	0,73	0,09	11,67	72,16
12	15,5	34,22	25,3	55,85	61,26	24,15	4,29	45,3	5,4	0,79	0,09	11,92	81,96
13	15,5	34,07	22,6	49,67	68,58	38,04	3,35	45,5	5,7	0,77	0,10	12,53	66,17
14	16,1	33,54	25,8	53,75	62,40	33,63	4,01	48	6	0,79	0,10	12,50	80,95
15	16,4	33,33	26,4	53,66	62,12	38,52	4,01	49,2	6,7	0,78	0,11	13,62	73,11
16	17,4	37,83	22,3	48,48	78,03	36,11	3,15	46	6,3	0,74	0,11	13,70	65,90
17	17,3	35,52	22,9	47,02	75,55	33,71	3,87	48,7	6,6	0,75	0,11	13,55	73,33
18	16	35,63	24,3	54,12	65,84	23,81	3,58	44,9	5,4	0,75	0,09	12,03	75,00
19	17,9	38,74	22,3	48,27	80,27	25,64	4,30	46,2	6,3	0,75	0,10	13,64	81,62

20	17,3	34,39	27,6	54,87	62,68	30,93	3,48	50,3	5,8	0,71	0,09	11,53	72,63
21	16,3	35,82	21,2	46,59	76,89	38,38	2,88	45,5	6,4	0,75	0,11	14,07	66,17
22	16	32,26	22,5	45,36	71,11	29,56	2,80	49,6	5,7	0,74	0,09	11,49	63,97
23	17,1	31,61	22,7	41,96	75,33	29,48	4,65	54,1	8,3	0,69	0,12	15,34	78,73
24	21,1	38,22	28,1	50,91	75,09	41,46	4,64	55,2	6,2	0,74	0,09	11,23	78,33
25	18,7	40,30	23,6	50,86	79,24	41,03	4,16	46,4	6,1	0,77	0,10	13,15	81,55
26	15,3	33,77	22,2	49,01	68,92	31,85	4,15	45,3	5,9	0,76	0,10	13,02	81,96
27	17,1	32,02	21,5	40,26	79,53	34,31	4,13	53,4	6,1	0,74	0,09	11,42	71,29
28	23	40,56	28,1	49,56	81,85	36,08	3,51	56,7	6,3	0,73	0,09	11,11	69,87
29	24,3	40,64	30,3	50,67	80,20	38,68	4,12	59,8	7,2	0,74	0,10	12,04	76,69
30	23,1	41,62	25,4	45,77	90,94	33,05	2,77	55,5	6,6	0,74	0,10	11,89	60,82
Total	532,8	1063	739,3	1479,24	2168,8	1025	116,36	1500,50	186,30	22,30	2,94	373,08	2243,9

**Annexe 04 : Les données des paramètres morfo-pondéraux des œufs SS**

N° des œufs	Poid de jaun (g)	% de jaun	Poid d'albumen (g)	% d'albumen	Rapport J/B	Index de jaun	Index d'albumen	Poid de l'oeuf (g)	Poid de coqueill (g)	Index de form	Index de coquille	% de coquille	Unité de haugh
1	17,1	25,52	38,5	57,46	44,42	36,23	5,35	67	7,5	0,81	0,10	11,19	81,39
2	16,5	29,20	30,9	54,69	53,40	33,83	4,62	56,5	6,7	0,80	0,10	11,86	77,86
3	14,8	26,96	30,9	56,28	47,90	34,98	3,10	54,9	6,8	0,77	0,10	12,39	70,64
4	10,2	16,29	37,9	60,54	26,91	29,56	3,16	62,6	8,4	0,76	0,11	13,42	56,99
5	15,8	26,64	35,7	60,20	44,26	38,46	4,89	59,3	7,1	0,76	0,10	11,97	76,87
6	16,1	25,35	39,2	61,73	41,07	30,23	3,21	63,5	7,9	0,79	0,11	12,44	66,96
7	18,2	27,41	38,7	58,28	47,03	37,59	6,51	66,4	7,3	0,79	0,10	10,99	87,74
8	17,3	26,29	37,2	56,53	46,51	27,03	5,90	65,8	7,5	0,79	0,10	11,40	81,74
9	16,1	26,66	39,9	66,06	40,35	29,79	3,35	60,4	6	0,77	0,08	9,93	58,18
10	18	31,03	32,2	55,52	55,90	32,85	5,13	58	7	0,76	0,10	12,07	84,09
11	13,8	23,27	37,4	63,07	36,90	35,44	4,35	59,3	6,5	0,82	0,09	10,96	68,75
12	14,5	24,96	35,4	60,93	40,96	38,07	5,00	58,1	7,5	0,80	0,11	12,91	77,29
13	18,1	29,72	36,3	59,61	49,86	26,77	3,47	60,9	6,7	0,77	0,09	11,00	57,91
14	14,8	27,01	35,4	64,60	41,81	33,78	2,38	54,8	7,1	0,79	0,11	12,96	49,02
15	18	28,35	35,6	56,06	50,56	34,60	3,97	63,5	7,5	0,80	0,10	11,81	66,96
16	16,6	30,80	32,7	60,67	50,76	30,00	2,23	53,9	6,9	0,80	0,10	12,80	49,66
17	19,1	27,64	40	57,89	47,75	32,10	2,79	69,1	8,8	0,79	0,11	12,74	53,43
18	16,9	29,24	33,1	57,27	51,06	29,79	2,06	57,8	6,8	0,78	0,10	11,76	46,88
19	17,1	30,59	34,5	61,72	49,57	32,88	4,13	55,9	6,2	0,81	0,09	11,09	70,21

20	17,3	27,99	37,7	61,00	45,89	30,55	3,10	61,8	7,7	0,76	0,11	12,46	57,42
21	18,7	30,81	35	57,66	53,43	28,26	2,02	60,7	8,1	0,75	0,11	13,34	44,77
22	17,4	25,04	43,4	62,45	40,09	35,38	3,44	69,5	8,8	0,82	0,11	12,66	64,39
23	15,9	28,49	35,9	64,34	44,29	27,78	1,97	55,8	6	0,78	0,09	10,75	48,31
24	17,3	28,83	37,3	62,17	46,38	26,01	2,37	60	7,4	0,76	0,10	12,33	45,28
25	16,7	28,26	37,9	64,13	44,06	32,02	4,19	59,1	7,1	0,81	0,10	12,01	76,94
26	15,3	25,84	35,9	60,64	42,62	30,24	2,10	59,2	7,2	0,81	0,10	12,16	45,86
27	17,1	29,03	33,8	57,39	50,59	27,91	3,21	58,9	8,1	0,78	0,11	13,75	58,99
28	16,9	27,89	39,7	65,51	42,57	26,32	1,96	60,6	6,7	0,80	0,09	11,06	44,84
29	17,9	29,25	35,5	58,01	50,42	33,13	3,95	61,2	7,5	0,80	0,10	12,25	67,94
30	17,4	28,95	33,8	56,24	51,48	34,09	5,01	60,1	7,8	0,77	0,11	12,98	83,45
Total	496,90	823,3	1087,40	1798,64	1378,8	955,69	108,94	1814,6	218,60	23,60	3,03	361,47	1920,78

## Résumé

L'objectif principale de ce travail est d'étudier les caractéristiques et la qualité interne et externe des œufs et les paramètres morpho-pondéraux pour comparer entre les œufs des poules locales (PL) et ceux des souches sélectionnées (SS).

Les œufs SS ont présentés une supériorité significative ( $p < 0,05$ ) pour le poids de l'œuf (60,49 g), l'index de forme (79 %), le poids de la coquille (7,29 g), l'index de la coquille (0.10 %), le poids de l'albumen (36,25 g) et le pourcentage de l'albumen (59,95 %) en comparaison avec ceux des œufs PL. le poids du jaune (17,76 g), le pourcentage du jaune (35,4 %), le rapport jaune / blanc (72,29 %), l'index du jaune (34,18 %), l'index de l'albumen (3,88 %) et l'unité Haugh (74,80 UH) sont plus élevés chez les œufs PL que ceux des œufs SS étaient très hautement significative ( $p < 0,05$ ). Notre étude montre que les œufs PL présentent une qualité de fraîcheur et une qualité du jaune meilleures que celle des œufs SS.

**Mots clés :** Œufs, qualité, poules locales, souches sélectionnées.

## Abstract

The main objective of this work is to study the characteristics and the internal and external quality of the eggs and the morpho-weight parameters to compare between the eggs of local hens (LH) and those of selected strains (SS).

SS eggs showed significant superiority ( $p < 0.05$ ) for egg weight (60.49 g), shape index (79%), shell weight (7.29 g), the shell index (0.10%), the weight of albumen (36.25 g) and the percentage of albumen (59.95%) in comparison with those of LH eggs. the weight of the yolk (17.76 g), the percentage of the yolk (35.4%), the yellow / white ratio (72.29%), the yolk index (34.18%), the albumen (3.88%) and Haugh unit (74.80 HU) were higher in LH eggs than those in SS eggs were very highly significant ( $p < 0.05$ ). Our study shows that LH eggs have better freshness and yolk quality than SS eggs.

**Key words :** Eggs, quality, local hens, selected strains.

## ملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة خصائص الجودة الداخلية والخارجية للبيض ومعايير المعلمات المورفولوجية للمقارنة بين الدجاج المحلي « PL » والسلالات المختارة « SS ».

أظهرت نتائج هذه الدراسة بدلالة إحصائية ( $p < 0,05$ ) أن البيض SS يتميز بوزن أكبر (60,49 غ) بالمقارنة مع البيض PL وتفوقه في بعض الخصائص كمؤشر شكل (79 %)، وزن القشرة (7,29 غ)، مؤشر القشرة البيض (0,10 %) وكذلك ارتفاع نسبة ووزن الزلال (59,95 %) (36,25 غ). في المقابل أظهرت الدراسة بدلالة إحصائية ( $p < 0,05$ ) تفوق البيض PL في بعض الخصائص كنسبة ووزن الصفار (35,4 %) (17,76 غ)، نسبة الصفار/ البياض (72,29 %)، مؤشر الصفار (34,18 %)، مؤشر الزلال (3,88 %) ووحدة هوف (74,80 HU). ما يمكن إستنتاجه من خلال دراستنا أن بيض PL يتمتع بنضارة ونوعية صفار أفضل من بيض SS.

**الكلمات المفتاحية :** البيض، الجودة، الدجاج المحلي، السلالات المختارة.