

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE
LA TERRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2019

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

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production et Nutrition Animale

Présenté par :

BENAMMAR Elyes

Thème

**Valorisation des coquilles d'œufs de consommation, comme
complément calcique, dans l'alimentation des poules pondeuses:
Effets sur la qualité des œufs**

Soutenu le : 08 / 07 / 2019

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Mr. LIBDIRI Farid	MAA	FSNVST/Univ. de Bouira	Président
Mme. DOUMANDJI Waffa	MAA	FSNVST/Univ. de Bouira	Examinatrice
Mme. CHERIFI Zakia	MCB	FSNVST/Univ. de Bouira	Promotrice

Année Universitaire : 2018/2019

Résumé

Cette étude a été réalisée au niveau de la wilaya de Bouira Daira de El-hachimia dont l'objectif principale est de connaître la possibilité de valorisation des coquilles d'œufs en tant que source de calcium chez les poules pondeuse et d'évaluée ses effets sur la qualité interne et externe de l'œuf. Un total de 192 poule de souche Hy-lin Brown, répartis en 06 lots 32 poule chacun pendant 21 jours entre la 40ème et la 44ème semaine d'âge. Chaque semaine, 10 œufs sont prélevés au hasard pour chaque lot pour l'analyse en laboratoire. Les données collectés été analysés statistiquement, Les caractères ont présenté une signification ($p < 0,05$) sont: l'index de forme pour toute les lot, poids de l'œuf pour lot 04, le poids de la coquille pour lot 01, le pourcentage du jaune pour lot 03et04, l'épaisseur de la coquille pour les lots 02.03.04.05. Et aucune signification ($p < 0,05$) a été remarqué pour les autres paramètres. Notre étude montre la supplémentation des coquilles des œufs dans la ration alimentaire augmente l'épaisseur des coquille poule donc améliore la solidité de la coquille, avec une légère diminution du poids des œufs et de certains composants dans les concentrations de supplémentation des coquilles élevées.

Mots clés : œufs, qualité, ration, coquille, poule pondeuse, complément calcique.

Abstract

This study was conducted at the level of the Bouira Daira wilaya of El-hachimia whose main objective is to know the possibility of valuation of eggshells as a source of calcium in laying hens and evaluated its effects. On the internal and external quality of the egg. A total of 192 hens of Hy-lin Brown, divided into 06 lots 32 hens each for 21 days between the 40th and 44th week of age. Each week, 10 eggs are randomly collected for each lot for laboratory analysis. the data were collected and statistically analyzed, The eggs presented a significance ($p < 0.05$) are: the shape index for all the lot, egg weight for lot 04, the weight of the shell for lot 01, the percentage of yellow for lot 03et04, the thickness of the shell for lots 02.03.04.05, and no significance ($p < 0.05$), was noticed for the other parameters. Our study shows eggshell supplementation in the diet increases hen shell thickness therefore improves shell strength, with a slight decrease in the weight of eggs and some components in high shell supplementation concentrations.

Keywords: eggs, quality, ration, shell. Hen. Calcium supplement

ملخص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو معرفة إمكانية استعمال قشور البيض كمصدر للكالسيوم وتقييم آثاره على الجودة الداخلية والخارجية للبيضة عند دجاج البيض. تمت التجربة على 192 دجاجة من سلالة Hy-lin Brown، مقسمة إلى 06 مجموعات 32 دجاجة في كل مجموعة في مدة 21 يوماً بين الأسبوع 40 و 44 من عمر الدجاج. كل أسبوع، يتم جمع 10 بيضات بشكل عشوائي لكل مجموعة من أجل التحليل المخبري. تم جمع البيانات وتحليلها إحصائياً، حيث أعطت النتائج المتحصل عليها قيمة إيجابية ($P < 0.05$) هي: مؤشر الشكل لكل الكمية، وزن البيضة للمجموعة 04، وزن القشرة للمجموعة 01، النسبة المئوية للأصفر للمجموعتين 03-04، سمك القشرة للمجموعة 02.03.04.05. ولم يلاحظ أي قيمة ($P < 0.05$) للمجموعات الأخرى. توضح دراستنا أن مكملات قشر البيض في النظام الغذائي تزيد من سماكة قشرة البيض وبالتالي تحسن من قوة القشرة، مع انخفاض طفيف في وزن البيض وبعض المكونات في التركيزات العالية من مكملات قشور البيض.

الكلمات المفتاحية: البيض، النظام الغذائي، قشور البيض، الدجاج البيوض، مكملات قشور البيض.



Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

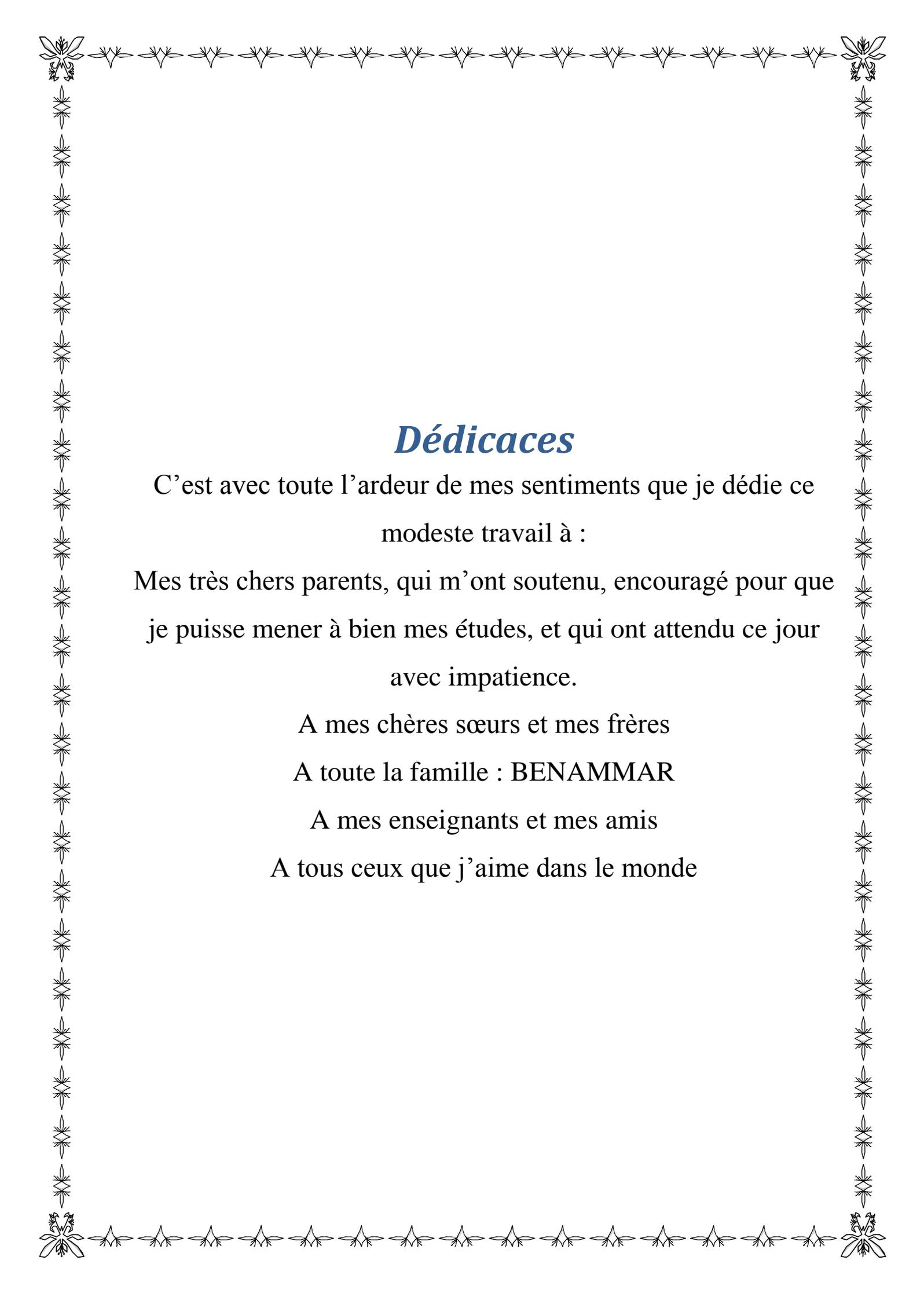
Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à ma promotrice, Mme. CHIRIFI Zakia, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Les membres de jury : Mme DOUMANDJI W. et M. CHEDDED M. d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Je désire aussi remercier les enseignants et l'ensemble des fonctionnaires qui activent dans le SNVST de Bouira pour leur aide qui m'été nécessaire à la réussite de mes études universitaires, plus particulièrement M. ABDELLEI pour son aide dans les analyses statistiques.

Je tiens à remercier tout le staff administratif et technique de l'entreprise BH agricole, qui m'ont fourni les outils nécessaires pour accomplir ma mission pratique.

Enfin, je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.



Dédicaces

C'est avec toute l'ardeur de mes sentiments que je dédie ce
modeste travail à :

Mes très chers parents, qui m'ont soutenu, encouragé pour que
je puisse mener à bien mes études, et qui ont attendu ce jour
avec impatience.

A mes chères sœurs et mes frères

A toute la famille : BENAMMAR

A mes enseignants et mes amis

A tous ceux que j'aime dans le monde

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01: dimension d'appareille reproducteur de poule	4
Tableau 02: Principales protéines du blanc (en % de MS).	12
Tableau 03: Composition du jaune d'œuf de poule	13
Tableau 04 : Classification des œufs par catégorie de poids.....	16
Tableau 05 : Les œufs anormaux	19
Tableau 06 : Facteurs ayant une influence sur la qualité de la coquille.....	24
Tableau 07 : Description des facteurs d'ambiance en (BH AGRICOLE).....	32
Tableau 8 : Les proportions de coquille et mode de présentation dans les rations alimentaires our chaque lot.	34
Tableau 9 : consommation d'aliments de chaque lot lors de l'expérience.....	38
Tableau 10 : Poids moyen des poules au début et à la fin de l'expérience	44
Tableau 11 : consommation d'aliments de différent lot	45
Tableau 12 : Tableau récapitulative des Caractéristiques de la qualité des œufs des lots de l'expérience (Moyenne \pm écart-type et valeur de p).....	46
Tableau 13 : Effet de la supplémentation des coquilles sur le poids de d'œuf.	47
Tableau 14 : effet des supplémentations des coquilles sur le % de jaune.	48
Tableau 15 : effet des supplémentassions des coquilles sur le poids d'albumen.....	49
Tableau 16 : indice de couleur des lots étudié	50
Tableau 17 : effet des supplémentassions des coquilles sur l'index de forme.....	51
Tableau 18 : effet des supplémentassions des coquilles sur le poids de coquille.	52
Tableau 19 : Effet des supplémentassions des coquilles sur l'épaisseur de coquille.....	53

LISTE DES FIGURES

Figure 01: montrent le système reproducteur de la poule domestique (a) schéma (b) réelle.....	3
Figure 02 : formation de l'œuf.....	6
Figure 03: La composition de l'œuf.....	7
Figure 04 : Les différentes phases de la formation de la coquille.....	8
Figure 05: Structure de la coquille de l'œuf.....	9
Figure 06: : La coquille d'œuf au Microscopie électronique à balayage: Fibres des membranes coquillières, ancrage d'un cône, cuticule externe.....	11
Figure 07 : Principales protéines du blanc	12
Figure 08 : Taille et couleur des œufs.....	17
Figure 09 : Indicateur interne de couleur de la coquille hylin international 2017	18
Figure 10 : Influence de l'âge des poules sur la hauteur du blanc d'œuf épais (exprimée en unité Haugh).....	22
Figure 11 : Effet d'une température élevée sur l'épaisseur des différentes couches de la Coquille	23
Figure 12 : Variation (%) du poids des compartiments de l'œuf après introduction d'une température élevée.....	24
Figure 13: Cartographie de la wilaya de Bouira	28
Figure 14 : Cartographie de la daïra de El Hachimia.	29
Figure 15 : Photo de complexe avicole Bali d'en haut	30
Figure 16 : les dimensions des bâtiments (élevage Bali)	31
Figure 17 : Type de batterie de l'élevage (BH AGRICOL).....	32
Figure 18 : pédiluves et rotoluve à l'entrée au complexe avicole (BH Agricole).....	33
Figure 19 : Organigramme montrant la répartition des lots	34
Figure 20 : Récupération et séchage des coquilles d'œufs	35
Figure 21 : la forme finale de présentation des coquille (broyée et concassée).	35
Figure 22 : Balances de pesé.....	36
Figure 23 : le matériel utilisé (pied à coulisse digitale, Plaque en verre).....	36
Figure 24 : La pesé des poules.	37
Figure 25 : Les données de poids des poules	37
Figure 26 : Balance de pesée des œufs.....	38
Figure 27 : Mesure de longueur et la largeur des œufs à l'aide du pied à coulisse.....	39
Figure 28 : Pesée de la coquille à l'aide d'une balance de haute précision	39
Figure 29 : Mesure de l'épaisseur de la coquille.	40
Figure 30: Pesée du jaune d'œuf.....	41
Figure 31 : Mesure de largeur du vitellus à l'aide de pied à coulisse	42
Figure 32 : comparaison de poids moyen des poules avant et après l'expérience	45
Figure 33 : Effet des supplémentat ions des coquilles sur le poids de l'œuf.	47
Figure 34 : Diagramme en bâton de l'effet des supplémentassions des coquilles sur le % de jaune ...	48
Figure 35 : diagramme en secteur de % d'albumen des différents lots.....	49
Figure 36 : Unités Haugh des différents lots	50
Figure 37 : Annu éclaté montre lindice de couleur de chaque lots	51
Figure 38 : effet des supplémentassions des coquilles sur l'index de forme	52
Figure 39 : Effet des supplémentassions des coquilles sur le poids de coquille.....	53

Liste des abréviations

°C :	Degré Celsius.
CEC :	Commercial Egg-type Chicken
Cm ² :	Centimètre carré.
CO ₂	Dioxyde de carbone.
CaCo ₃ :	Bicarbonate de calcium
FAO:	Food and Agricultural Organization.
APS :	Algerie presse service
g :	Gramme.
h :	Heure.
IEC .:	International Egg Commission.
IF :	Index de forme.
ITAVI :	Institute Technique d'Aviculture.
Kg :	Kilogramme.
m ² :	Mètre carré.
MADR :	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
min :	Minute.
Mm :	Millimètre.
pH :	Potentiel hydrogène.
Rapport J/B	Rapport jaune/blanc.
:	
UE :	Union Européenne.
UH :	Unités Haugh.
ET :	écart type.
P :	Probabilité.
OR :	Odds ration
R ² :	Moindre carré

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

DEDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

SOMMAIRE

INTRODUCTION1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : FORMATION ET STRUCTURE DE L'ŒUF

1. ANATOMIE DE L'APPAREIL GENITALE FEMELLE2

□ L'OVAIRE2

□ OVIDUCTE2

2. FORMATION DE L'ŒUF4

2.1. AU NIVEAU DE L'OVAIRE (LA FORMATION DU JAUNE D'ŒUF)4

2.1.1. PHASE INITIALE D'ACCROISSEMENT LENT4

2.1.2. PHASE INTERMEDIAIRE :4

2.1.3. PHASE DE GRAND ACCROISSEMENT4

2.2. AU NIVEAU DE L'OVIDUCTE4

3. STRUCTURE ET COMPOSITION DE L'ŒUF :7

3.1. LA COQUILLE7

3.1.2. COUCHE MAMILLAIRE9

3.1.3. COUCHE MATRICIELLE ORGANIQUE9

3.1.4. COUCHE CRISTALLINE EN PALISSADE10

3.1.5. COUCHE VERTICALE DE CRISTAUX10

3.1.6. COUCHE DE PIGMENTS10

3.1.7. CUTICULE	11
3.2. BLANC D'ŒUF	12
3.3. LE JAUNE D'ŒUF	13

CHAPITRE II : QUALITE INTERNE ET EXTERNE

1.1. CLASSIFICATION PAR CATEGORIE	15
1.2. CLASSIFICATION SELON LE POIDS	16
1.3. CLASSIFICATION SELON LE MODE D'ELEVAGE	16
2. QUALITE EXTERNE DE L'ŒUF	17
2.1. TAILLE ET FORME	17
2.2. COULEUR (COULEUR DE LA COQUILLE).....	17
2.3. QUALITE DE COQUILLE	18
2.3.1. ŒUFS A COQUILLE ANORMAUX	18
3.1. EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LA QUALITE INTERNE ET EXTERNE DE L'ŒUF.....	19
3.1.2. INFLUENCE DE L'ALIMENTATION DE LA POULETTE	20
3.1.2.1. Variation du poids de l'œuf:	20
3.1.2.2. Effet de la concentration énergétique	20
3.1.2.3. Effet de la teneur en protéines	20
3.1.2.4. Effet des acides gras	20
3.1.2.5. Effet de l'alimentation sur la Couleur du jaune :	20
3.2. EFFET DE L'AGE DE LA POULE	21
3.3. EFFET DES FACTURE D'AMBIANCES.....	22
3.3.1. EFFET DE MODE D'ELEVAGE :	22
3.3.2. TEMPERATURE :	22
3.3.3. EFFET DE COUP DE CHALEUR SUR QUALITE DE LA COQUILLE	22
3.3.4. LA LUMIERE	24
4. QUALITE TECHNOLOGIQUE DE L'ŒUF.....	26

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

1. OBJECTIF	27
2. ZONE ET PERIODE D'ETUDE	27
2.1. PRESENTATION DE LA WILAYA DE BOUIRA	27
2.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE (RELIEF- CLIMAT...)	27
2.1.2. POTENTIALITES NATURELLES.....	28
APICULTURE.....	29

2.2. PRESENTATION DE LA DAÏRA EL-HACHIMIA	29
2.3. PRESENTATION DE SITES D'ELEVAGE	29
<input type="checkbox"/> TYPE D'ELEVAGES	30
<input type="checkbox"/> CAPACITE D'ELEVAGES.....	30
<input type="checkbox"/> LA SOUCHE DE POULE PONDEUSE EXPLOITEE	30
3. CONDUIT D'ELEVAGES	31
3.1. DESCRIPTION DES BATIMENTS	31
<input type="checkbox"/> Dimension :	31
<input type="checkbox"/> Matière de construction.....	31
<input type="checkbox"/> TYPE DE BATTERIE	31
3.2. FACTEURS D'AMBIANCE	32
3.3. ALIMENTATION	32
3.4. CONDUITE SANITAIRE	33
4. MATERIEL ET METHODES :.....	34
4.1. ÉTUDE DE LA QUALITE DES ŒUFS	34
4.1.1. DISPOSITIF EXPERIMENTAL	34
192 POULES.....	34
4.1.2. LE COMPLIMENT CALCIQUE UTILISE.....	35
4.2. LE MATERIEL UTILISE POUR ETUDIER LA QUALITE DES ŒUFS	36
4.3. LES PARAMETRES MESURES.....	37
4.3.1. PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES	37
4.3.2. MESURE DE QUALITE DES ŒUFS.....	38
4.3.2.1. Le poids des œufs	38
4.3.2.2. Index de forme	38
4.3.2.3. Poids de la coquille :	39
4.3.2.4. Epaisseur de la coquille :	39
4.3.2.5. Index de coquille :	40
4.3.2.6. Unités Haugh :	40
4.3.2.7. Poids du vitellus :	41
4.3.2.8. Poids d'albumen	41
4.3.2.9. Pourcentage de la coquille, de l'albumen et du vitellus	41
4.3.2.10. Rapport jaune / blanc.....	42
4.3.2.11. Index du vitellus :	42
4.3.2.12. Index d'albumen :	42
4.3.3. ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS	43

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

I. LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES.....	44
□ POIDS DES POULES	44
□ CONSOMMATION D'ALIMENTS	45
II. RESULTATS DE LA QUALITE DES ŒUFS	46
2. QUALITE INTERNE ET EXTERNE DES ŒUFS	46
2.1. QUALITE INTERNE DES ŒUFS	46
2.1.1. Poids de l'œuf.....	47
2.1.3. Poids et pourcentage du jaune :	48
2.1.4. Poids et pourcentage d'albumen :.....	49
2.1.5. Unite de haugh :.....	49
2.2. EFFET DE LA SUPPLEMENTATION CALCIQUE SUR LA QUALITE EXTERNE DES OEUFS :....	50
2.2.1. Indic de couleur de la coquille :.....	50
2.1. INDEX DE FORME:.....	51
2.2.2. Poids et Pourcentage de la coquille :.....	52
CONCLUSION.....	55

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

INTRODUCTION

Face à la demande croissante de consommation des œufs dans le monde et le développement des exigences des consommateurs à la qualité des œufs ce qui affectent immédiatement son acceptabilité.

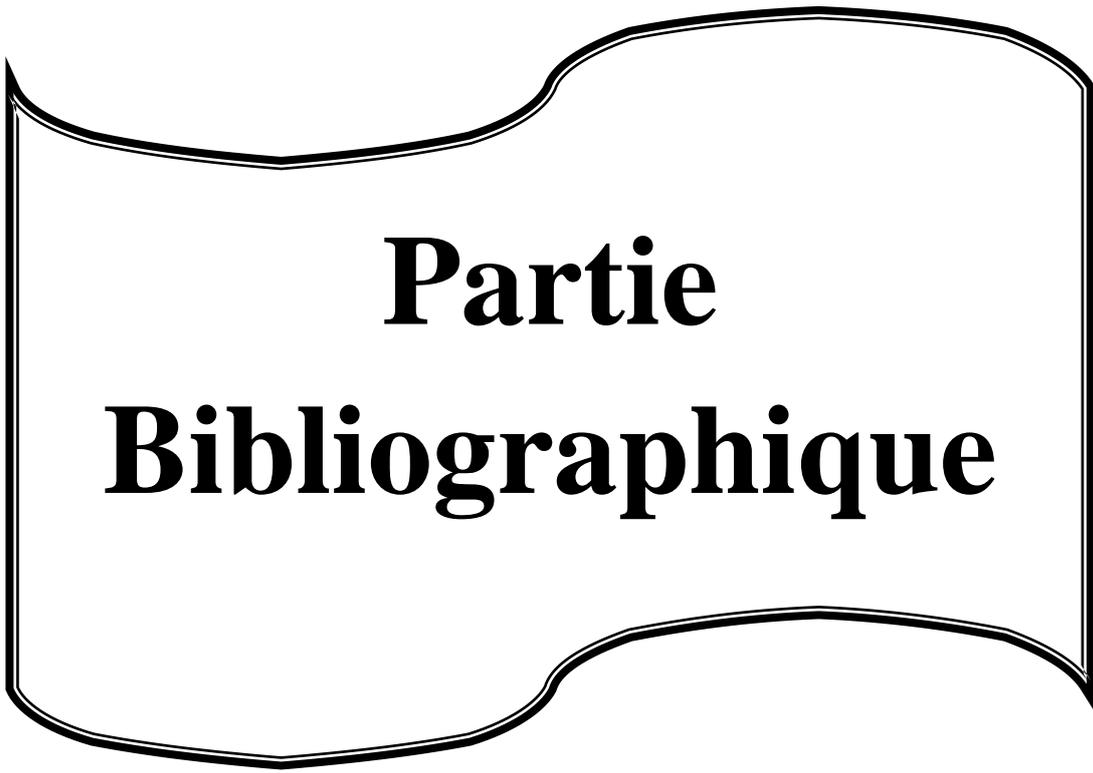
La qualité des œufs est un terme général qui se réfère à des normes générales qui définissent à la fois la qualité interne et externe tels que le poids des œufs, l'index des œufs poids de la coquille, l'épaisseur de la coquille, l'index d'albumen, l'index du jaune et l'unité Haugh (Çağlayan et al., 2009 ; Bobbo et al., 2013).

La solidité de la coquille est un critère important en élevage puisqu'il limite le nombre des œufs cassés lors de la ponte ou pendant la manipulation. Ce critère est intimement lié à la qualité de l'aliment plus particulièrement sa richesse en calcium ou en phosphore. Le calcium est très important pour les pondeuses, car la coquille d'œuf est composée à 90% matière minérale, dont 98% est composée de carbonate de calcium (Mendonça Junior, 1993).

Les pertes causées par des défauts de la coquille d'œuf varient de 6 à 8% des œufs pondus (Roland, 1977). Selon la 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(Algérie presse service septembre2018), avec cette évolution plusieurs problèmes apparut dans ce secteur, notamment la fragilité des coquilles des œufs, Cela a conduit à des pertes de production et d'argent plus élevés (grosses pertes financières), C'est pourquoi les producteurs d'œufs cherchent des solutions à ce problème

Cette étude visait à évaluer la possibilité d'une supplémentation calcique à base des coquilles d'œufs de poules sur la qualité des œufs produites par les poules Hy-line élevées au complexe avicole BALI.

Notre étude comporte deux parties, la première est une synthèse bibliographique sur l'œuf et ses qualités. La deuxième comporte les essais réalisés (matériel et méthodes, résultats et discussion ainsi qu'une conclusion).



Partie
Bibliographique

Chapitre I :
Formation et structure de l'œuf

1. anatomie de l'appareil génitale femelle :

La mise en place de l'ovaire a lieu au 3ème jour de la vie embryonnaire, La différenciation sexuelle gonadique est accomplie au 7ème 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 cœlomique, migre et s'accumule de façon symétrique à gauche et à droite de l'embryon (Guioli *et al.*, 2007).

Trois mois après l'éclosion, l'ovaire atteint une taille d'environ 1 cm et présente une croissance très rapide entre 16 et 20 semaines, passant de 5 à 60 g et pouvant atteindre 120 à 150 g. Durant la vie embryonnaire, 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 et son poids augmente de moins de 1 g à plus de 40 g en 2 semaines ; sa taille passe de 12-15 cm à 70 cm (Sauveur, 1988).

L'appareil reproducteur femelle de l'oiseau est constitué de deux parties : l'ovaire et l'oviducte (figure 1 et 2).

- **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 (Sauveur, 1988)
- **Oviducte** : L'oviducte est en contact avec l'ovaire et débouche par son extrémité dans le cloaque et apparaît comme un tube d'une longueur de 70 cm de couleur grise à rose très pâle. Il est vascularisé à quatre niveaux à partir du système artériel général, notamment au niveau de l'utérus (Bakst *et al.*, 1994)

Selon (Sauveur, 1988 ; Nys, 1994), l'oviducte est constitué de cinq parties, alors qu'une sixième partie, la jonction utéro-vaginale peut être considérée

- ❖ **Le magnum** : est la partie la plus longue de l'oviducte d'une longueur de 30 à 35 cm chez une poule adulte, est la zone au niveau de laquelle l'album en est synthétisé puis déposé. Sa paroi est très extensible et présente sur sa face interne des plis importants dont l'épaisseur peut atteindre 5 mm (figures 1 et 2).
- ❖ **L'isthme** : est d'une longueur d'environ 15 cm, présente un léger rétrécissement du diamètre par rapport au magnum. Ses quatre derniers centimètres sont richement vascularisés. Les deux régions sont ainsi distinguées appelées isthme blanc et isthme rouge.

- ❖ L'**utérus** ou glande coquillière se distingue des segments précédents par sa forme de poche et l'épaisseur de sa paroi musculaire (figure 1 et 2).
- ❖ 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'accole plus ou moins contre celui-ci. Cette région joue un rôle essentiel dans le stockage prolongé des spermatozoïdes.

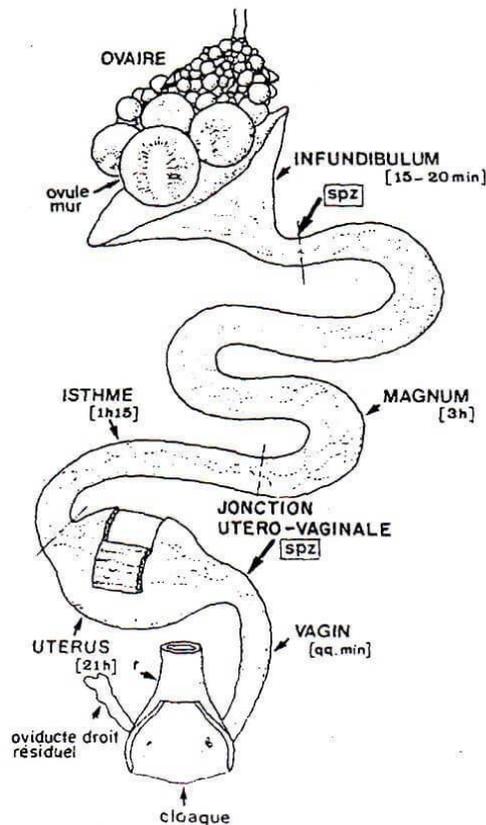


Figure (a)

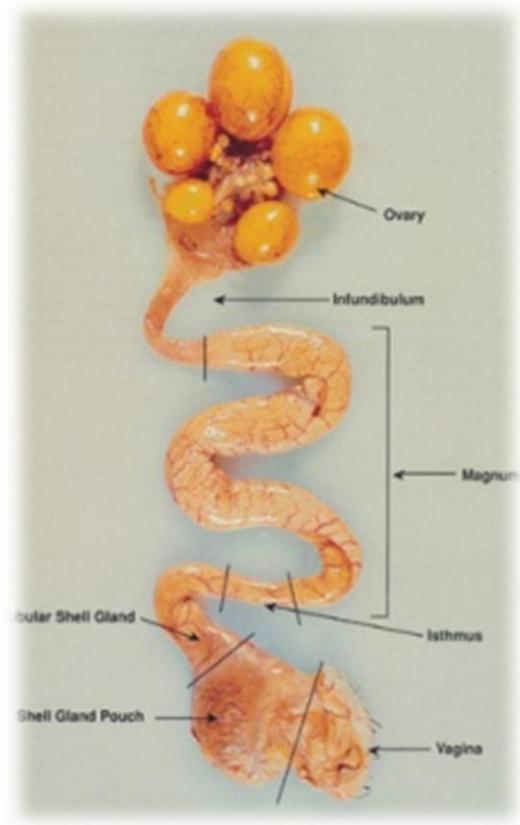


Figure (b)

Figure 01: montrent le système reproducteur de la poule domestique (a) schéma (b) réelle (Nys 2010)

La dimension de l'appareil reproducteur de la poule est rapportée dans le tableau 1 ; qui montre que le magnum est le segment le plus long.

Tableau 01: dimension d'appareille reproducteur de poule (Hylin International 2017)

	Longueur
infundibulum	10cm
magnum	30cm
isthme	10cm
Utérus	8cm

2. Formation de l'œuf

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)

2.1.1. Phase initiale d'accroissement lent :

A la naissance, le stock de gamète présent sur l'ovaire est d'environ 12000 ovocytes. 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.

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 ».

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. Tous les constituants du jaune sont apportés par le sang et proviennent en majorité du foie. Il s'agit surtout d'une émulsion d'eau, de lipoprotéines et de protéines, ainsi que de minéraux et pigments (Sauveur, 1988).

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 vitellogénie et de lipoprotéines de très basse densité(VLDL) (Leclercq *et al.*, 1990).

2.2. Au niveau de l'oviducte:

Lorsque l'ovule atteint sa maturité, le follicule se déchire et libère ainsi le jaune, c'est l'ovulation. Le jaune libéré est capté par l'oviducte (figure 2). 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 (Sauveur, 1988).

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 3 h 30 plus tard. Le jaune s'entoure alors des protéines du blanc (albumen). On distingue 4 zones dans le blanc d'œuf (Sauveur, 1988) :

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

Les protéines de l'album en sont synthétisées puis sécrétées localement par le magnum. Les protéines du blanc, synthétisées par les glandes tubulaires et épithéliales, s'accumulent sous forme de grains de sécrétion dans le cytoplasme et dans les canaux tubulaires avant le passage de l'œuf (Nys *et al.*, 2004).

L'œuf en formation pénètre dans l'isthme 3 h 30 après l'ovulation du jaune et y séjourne entre 1 heure et 1 h 30. Deux phénomènes s'y produisent:

- Le recouvrement des protéines du blanc par des fibres protéiques dans l'isthme blanc.
- L'entrelacement de fibres constituera les membranes coquillières.
- Les amas organiques sont déposés dans l'isthme rouge en surface de la membrane coquillière externe constituant les noyaux mamillaires à partir desquels la minéralisation sera initiée. (Sauveur, 1988 ; Nys, 1994).

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)

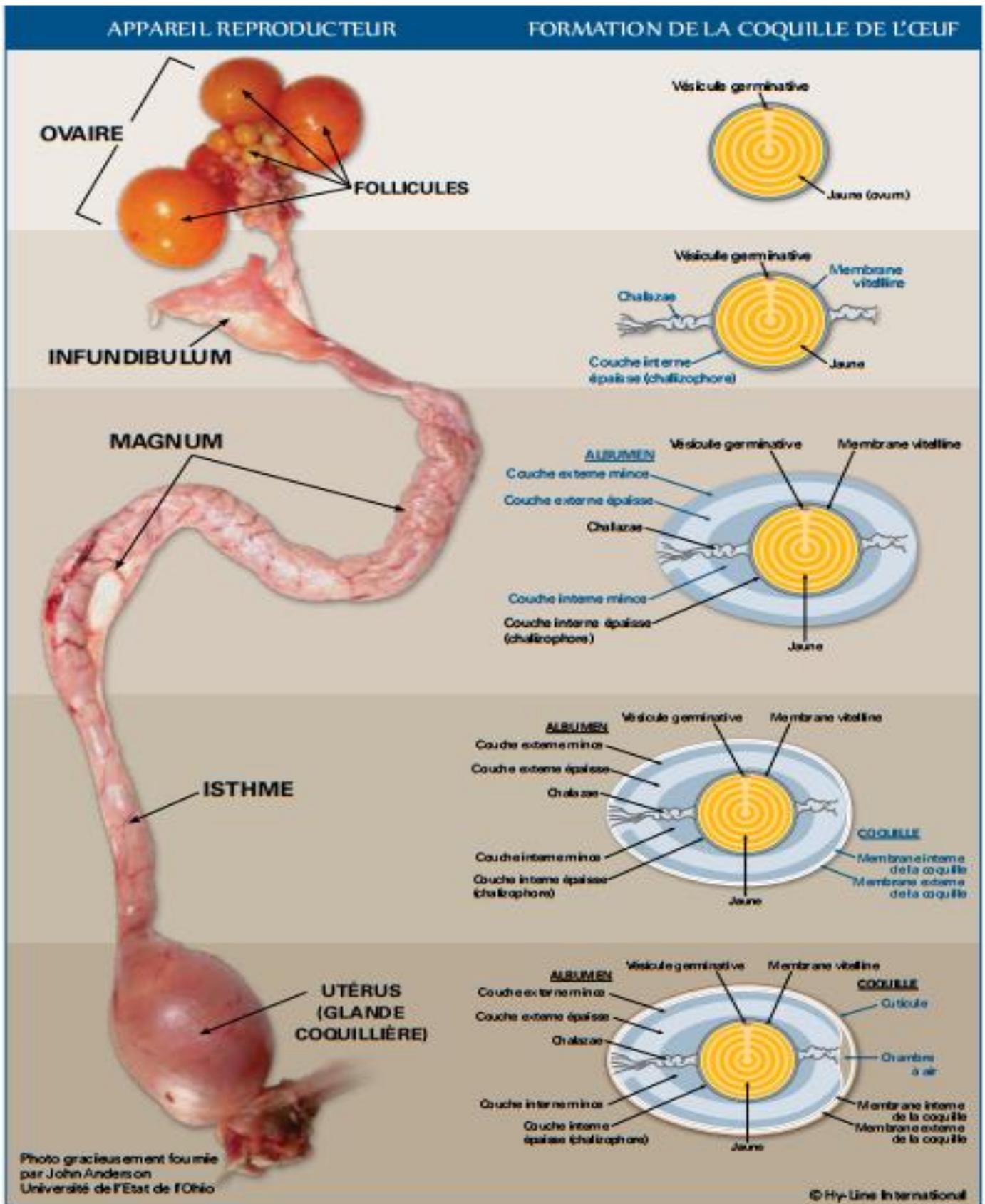


Figure 02 : formation de l'œuf (Hylin international, 2017)

3. structure et composition de l'œuf :

Après l'oviposition, l'œuf est composé de plusieurs parties commençant de l'extérieure par : la coquille, la membrane coquillière, le blanc et le jaune d'œuf ainsi que d'autres illustrés dans la figure 3

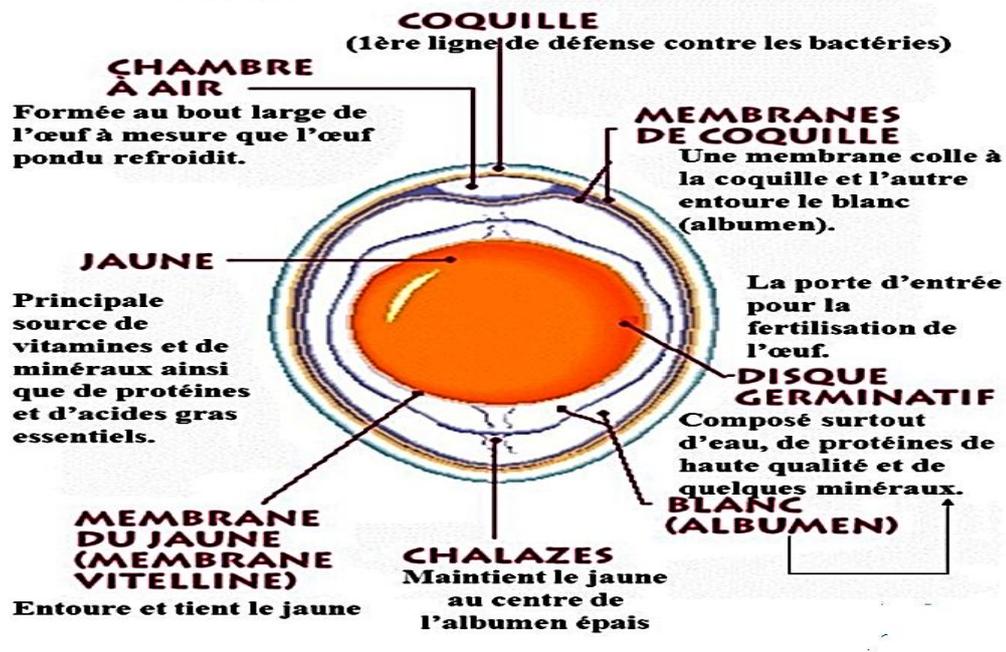


Figure 03: La composition de l'œuf (Duby,2019)

3.1. La coquille

La coquille de l'œuf d'oiseau et les membranes coquillières qui la supportent renferment en moyenne 1,6% d'eau, 3,3 à 3,5% de matière organique et 95% de matière minérale. (Nys *et al*, 1999).

La coquille d'œuf de poule se compose de 94% de CaCO₃, 1% de MgCO₃, 1% de Ca₃(PO₄)₂ et 4% de substances organiques à caractère principalement albumineux (Nys-Gautron, 2007)

Une fois la mise en place des membranes coquillières achevée et les noyaux mamillaires déposés dans l'isthme, l'œuf en formation pénètre dans l'utérus. Les noyaux mamillaires sont composés de matière organique et représentent les sites d'initiation de la minéralisation à partir desquels le cristal va se former. La partie calcifiée de la coquille se déposera au sein de l'utérus selon un processus en trois phases (Figure 5) (Nys *et al*, 1991) :

↳ **la phase initiale** : elle se caractérise par le dépôt des noyaux mamillaires sur les membranes coquillières et celui des premiers cristaux de calcite autour de ces derniers. La vitesse de cristallisation est faible. Elle est initiée dans l'isthme et se poursuit principalement dans l'utérus.

↳ *la phase de croissance active* : durant cette phase, la croissance cristalline est la plus rapide avec un dépôt de 0,33 g de coquille/heure.

↳ *la phase terminale* : cette phase se caractérise par la minéralisation de la couche de cristaux verticaux qui précède l'arrêt de la minéralisation et le dépôt de la couche la plus externe de l'œuf, la cuticule, composée de matière organique.

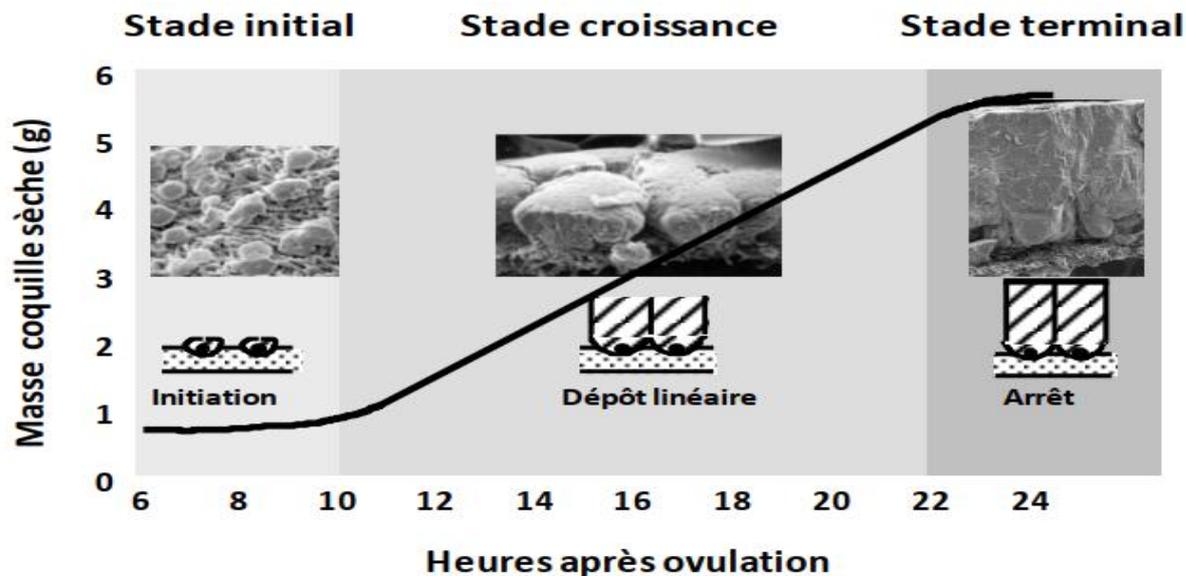


Figure 04 : Les différentes phases de la formation de la coquille (adapté de Nys, 2010)

La coquille d'œuf de poule est divisée en 5 couches de l'intérieur vers l'extérieur : les membranes coquillières, la couche mamillaire ou couche des cônes, la couche palissadique, la couche des cristaux verticaux et la cuticule.

3.1.1. Membrane de la coquille

Les membranes de la coquille se posent sur l'œuf dans l'oviducte, au niveau de l'isthme. La coquille calcifiée se forme sur la membrane de l'œuf. Tout défaut dans la membrane de la coquille ou toute incapacité à obtenir un "effet repeuplant" de l'album en causera une calcification déficiente, une mauvaise structure et une coquille plus fragile. (Hylin international, 2017)

La coquille d'œuf de poule se compose de 94% de CaCO_3 , 1% de MgCO_3 , 1% de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ et 4% de substances organiques à caractère principalement albumineux (Nys-Gautron, 2007)

3.1.2. 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).

3.1.3. Couche matricielle organique :

Dans l'utérus, la calcification de la coquille débute par la production, par les corps mamillaires, d'une structure de fibres de protéines. Cette structure organique (figure 4) se retrouve dans la couche de cristaux de la coquille et constitue un entrelacement sur lequel les sels de calcium se cristallisent lorsque la coquille se forme. Elle renforce la coquille en orientant correctement les cristaux de calcium pour former une structure en palissade (colonnes).

Les fibres de protéines de la structure organique sont généralement formées parallèlement à la surface de la membrane de la coquille et donnent à l'œuf son élasticité et sa résistance aux chocs. Les problèmes dans la formation de cette structure organique nuisent à la solidité de la coquille, même si cette-ci est assez épaisse. Les coquilles dont la structure organique est mal formée seront plus "friables" et fragiles (Hylin international, 2017).

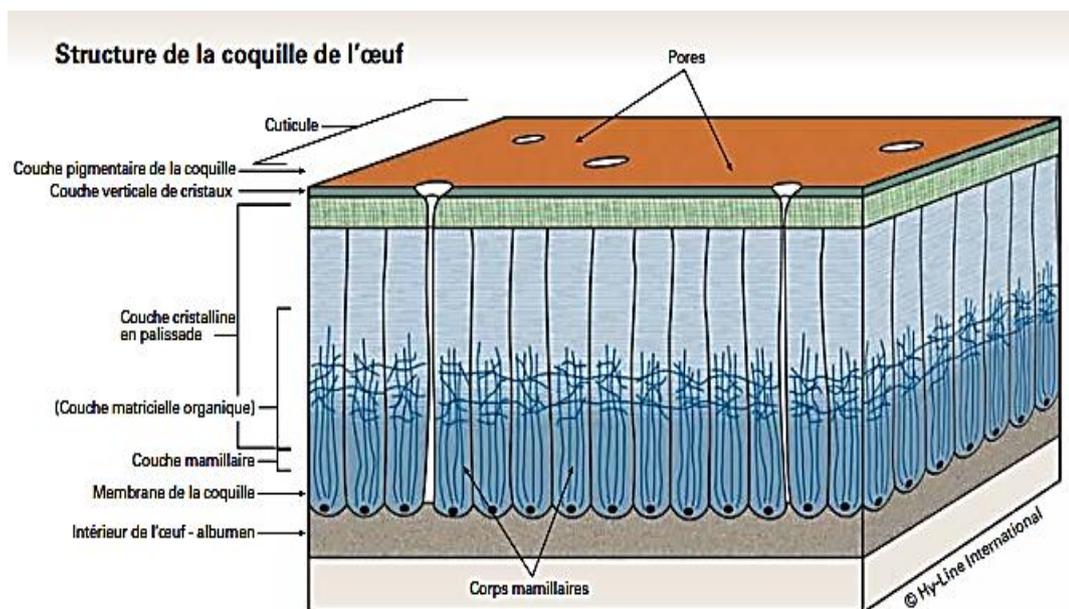


Figure 05: Structure de la coquille de l'œuf (Hylin international ,2017)

3.1.4. Couche cristalline en palissade :

La couche cristalline est composée de cristaux de calcium denses en forme de palissades.

Ces parois de cristaux de calcium sont perpendiculaires à la surface de la coquille pour plus de résistance. Elles fusionnent pour former une proto-céramique à mesure que la coquille épaisse. La majorité des cristaux sont des carbonates de calcium (96%) et quelques cristaux de carbonate de magnésium et de phosphate tricalcique. Le magnésium est important puisqu'il durcit la structure de la coquille. La couche cristalline constitue la plus grande partie de la coquille et lui donne sa force mécanique. L'épaisseur de la coquille déposée sur les œufs dépend de la durée de leur séjour dans l'utérus (glande coquillière) et du taux de transfert de calcium par le liquide utérin. Normalement, une poule sécrète une quantité assez constante de coquille d'œuf chaque jour, peu importe la taille de l'œuf. L'épaisseur de la coquille diminue à mesure que la poule vieillit car les œufs deviennent plus gros. De plus, cette diminution varie en fonction de l'alimentation et de la génétique. L'épaisseur de la coquille se rétablit lorsque la poule mue. La chaleur, le stress et les maladies peuvent aussi nuire à l'épaisseur de la coquille. (Hylin international, 2017)

3.1.5. Couche verticale de cristaux :

La couche verticale de cristaux est la dernière couche extérieure de l'œuf. C'est une mince-couche de cristaux de calcium dense, perpendiculaire à la surface de la coquille, qui lui donne sa solidité et sa douceur. (Hylin international, 2017)

3.1.6. Couche de pigments :

Les pigments de la coquille d'œuf se déposent sur la coquille à la fin du processus de calcification. Les couleurs des coquilles des œufs bruns et des œufs blancs viennent des mêmes pigments, mais déposés à des taux différents dans la cuticule et les couches calcifiées extérieures de la coquille. Les pondeuses commerciales pondent des œufs de couleur allant du blanc pur au beige crème jusqu'au brun clair et au brun soutenu. Les différentes couleurs proviennent des combinaisons de nuances. Les principaux pigments de la coquille sont la protoporphyrine et la biliverdine; ils sont produits durant le métabolisme de l'hémoglobine, la molécule qui transporte l'oxygène dans les globules rouges. Ces pigments sont transportés par le sang depuis le foie jusqu'à l'utérus. Les pigments de la coquille peuvent aussi être produits par les globules rouges de l'utérus. Les jeunes poules produisent davantage de pigments, mais cette production diminue avec l'âge. Normalement, une poule adulte sécrète une quantité assez constante de pigments, peu importe la taille de l'œuf. La couleur de la coquille se rétablit chez les vieilles poules après une mue.

Les maladies qui touchent le système reproducteur peuvent causer une perte de pigmentation. Le stress général et l'exposition à la lumière du soleil peuvent aussi atténuer la couleur de la coquille. La génétique joue un rôle important dans la couleur de la coquille, et des variétés supérieures ont été créées grâce à la sélection de traits pour obtenir des couleurs foncées et uniformes chez les poules brunes, et un blanc pur chez les poules blanches. La présence de tâches est courante sur les œufs bruns. Les zones mouchetées sont une concentration plus forte de dépôts de pigments. Sur le plan de l'évolution, les tâches sont une caractéristique adaptative; la plupart des espèces d'oiseaux sauvages l'utilise comme camouflage pour cacher leurs œufs. Durant l'évolution de la poule moderne, les mouchetures avaient un avantage sur le plan de la sélection naturelle, or maintenant nous travaillons contre nature pour les éliminer. La génétique a réussi à les réduire, mais il faut être prudent car cela peut nuire à la couleur générale de la coquille.(Hyllin international ,2017)

3.1.7. Cuticule

La dernière couche extérieure de la coquille est la cuticule, une couche protéique non calcifiée déposée sur la coquille juste avant de quitter l'utérus. La cuticule donne cette apparence lisse et brillante à l'œuf fraîchement pondu. Elle protège aussi l'œuf contre les microorganismes. Si on lave les œufs on enlève la cuticule. À la surface de la cuticule se trouvent des pores (ouvertures) qui vont jusqu'à la couche calcifiée de la membrane de l'œuf. Ces pores permettent l'échange de gaz (oxygène à l'intérieur de l'œuf, CO₂ à l'extérieur) et la perte en eau depuis l'intérieur de l'œuf. Un œuf normal contient 6 500 pores, la plus grande concentration se situant à l'extrémité la plus arrondie de la coquille, au-dessus de l'alvéole.(Hyllin international ,2017)

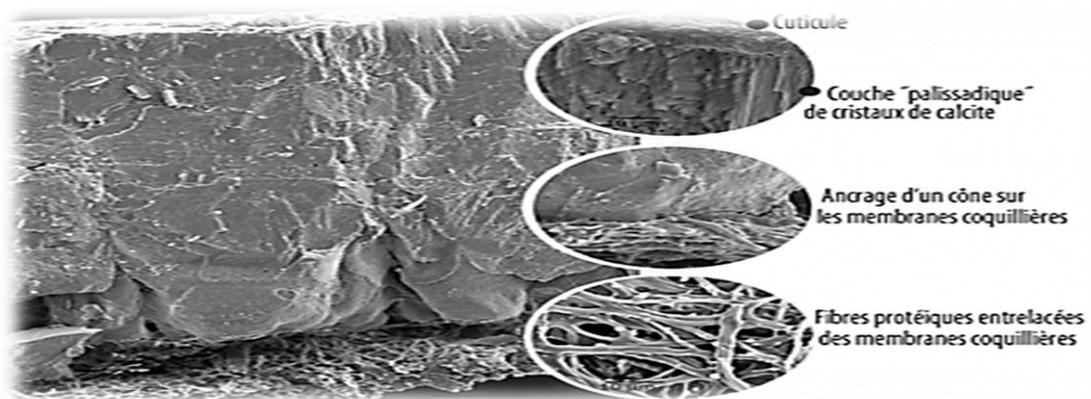


Figure 06: : La coquille d'œuf au Microscopie électronique à balayage: Fibres des membranes coquillières, ancrage d'un cône, cuticule externe (INRA 2013)

3.2. Blanc d'œuf

L'album en plus couramment nommé "blanc d'œuf", constitue les deux tiers de l'œuf. Il se compose d'eau à 87 % et d'albumine (Famille des protéines) à 12 %. Le blanc est transparent et visqueux, il est soluble dans l'eau. Le blanc d'œuf est ferme et dense, plus il est frais. Le blanc d'œuf coagule et se solidifie entre 62 et 65 degrés centigrades et il prend une couleur blanche intense. Parmi les autres constituants, on trouve 10,6 % de protéines globulaires, la principale étant appelée ovalbumine (plus de 50 % de toutes les protéines). Cette protéine est structurellement une serpine (une classe de protéines), bien qu'elle ne possède pas de fonction connue d'inhibition d'autres protéines. Elle est intéressante par ses propriétés de coagulant et de tensioactif (c'est elle qui permet de stabiliser la mousse des blancs en neige). Les deux autres protéines principales du blanc sont le lysozyme et l'ovotransferrine (Françoise Nau 2010).

Il contient également diverses autres protéines comme des ovomucoïdes, l'avidine, des glycoprotéines (telle l'ovomucine), des glucoses (0,9 %) et des sels minéraux (0,5 %). (Bernard Sauveur 1988)

Tableau 02: Principales protéines du blanc (en % de MS) (SAUVEUR B., 1988).

Protéines	% (par rapport à la MS)
Ovalbumines	54
Co albumines	13
Ovomucoïdes	11
Ovo globuline	8
Lysozyme	3.5
Ovo mucines	1.5
Flavoprotéines	0.8
Avidine	0.05
Autres protéines	8.15

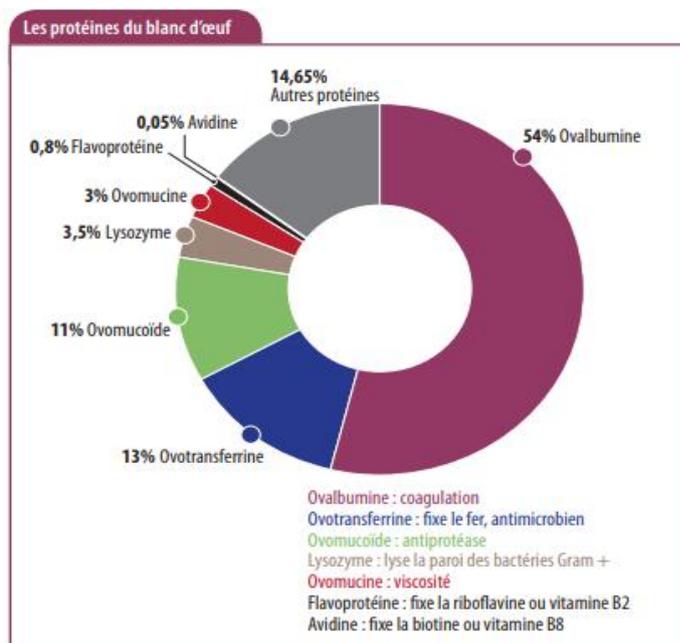


Figure 07 : Principales protéines du blanc (INRA Mars 2013)

3.3. Le jaune d'œuf

Composition biochimique globale Le jaune d'œuf, ou vitellus, est une source de nutriments très intéressante pour l'homme : son coefficient d'utilisation digestive est comparable à celui du lait et la valeur biologique des protéines de l'œuf entier est même supérieure à celle des protéines du lait (Bourgeois – Adragna, 1994).

Le taux de matière sèche des jaunes d'œufs de poule fraîchement pondus varie de 50 à 52% en fonction de l'âge de la pondeuse et de la durée de conservation, un transfert d'eau ayant lieu du blanc vers le jaune aux cours du stockage de l'œuf (Li-Chan et al., 1995).

3). Les lipides du jaune d'œuf se trouvent intégralement associés à des complexes lipoprotéiques. Ces lipides sont constitués de 62% de triglycérides, 33% de phospholipides et moins de 5% de cholestérol. Les caroténoïdes représentent moins de 1% de lipides du jaune ; ce sont eux qui lui donnent sa couleur. Les protéines du jaune sous forme libre correspondent à des protéines globulaires, les livétines, à une phosphoprotéine pour 4% (phosvitine) et à des protéines mineures pour 2% ; celles-ci représentent un grand nombre de protéines puisque 86 nouvelles protéines ont été récemment identifiées par une approche protéomique (Mann et Mann, 2008).

Cependant, la majorité des protéines du jaune est associée aux lipides pour former des lipoprotéines de basse densité (LDL) pour 66% de la matière sèche et des lipoprotéines de haute densité (HDL) pour 16% de la matière sèche.

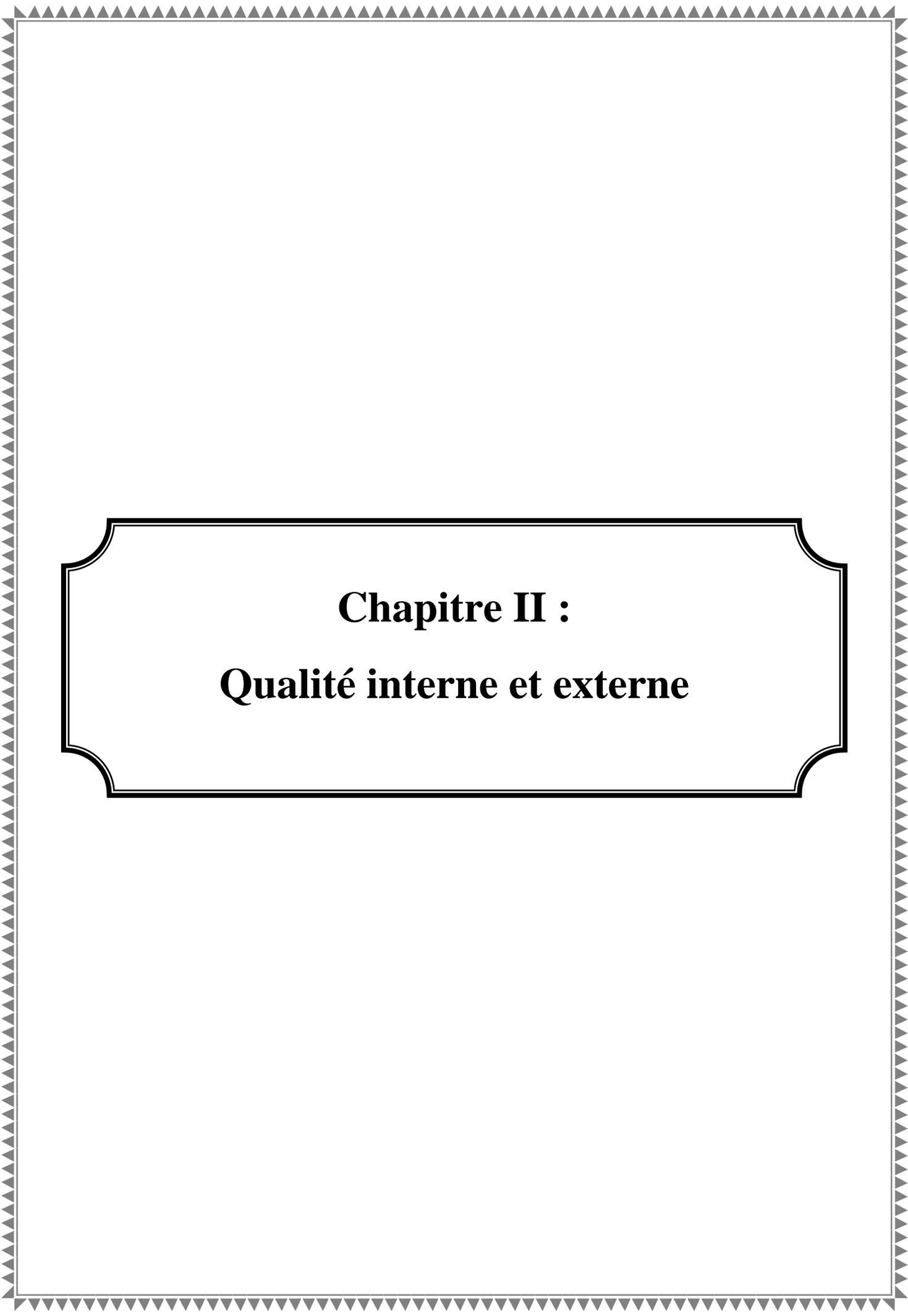
Tableau 03:Composition du jaune d'œuf de poule (Powrie et Nakai, 1986)

	% de jaune (liquide)	% du jaune (poudre)
Eau	51.1	-
Protéines	16.0	33.0
Lipides	30.6	62.5
Glucides	0.6	1.2
Cendre	1.7	3.5

3.3.4. La membrane vitelline

La membrane vitelline est de nature protéique ; elle entoure et contient le jaune (Nys and Guyot, 2011). Elle a une épaisseur totale d'environ 10 µm (Mineki and Kobayashi, 1997) et peut être divisée en trois couches : une couche médiane continue au centre comprise entre deux couches fibreuses que sont la couche interne (équivalent de la *zona pellucida* chez les

mammifères) et la couche externe (Nys and Guyot, 2011). Certains auteurs évoquent la présence d'une quatrième couche, la *zona radiata*, située sous la couche interne fibreuse.



Chapitre II :
Qualité interne et externe

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. (Hylin 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.

1.1. Classification par catégorie:

Selon (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 06 mm au maximum. Un œuf de catégorie B, est destiné à l'industrie des ovo produits.

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

- a) Coquille et cuticule – de forme normale, propres et intactes;
- b) 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;
- d) Blanc – clair, propre et translucide;

- c) Germe – développement imperceptible;
- d) Date limite de vent.
- e) Date limite d'utilisation optimale (durabilité minimale).

1.2. Classification selon le poids:

Les œufs des poules n'ont pas le même poids car pour cela elles ont une caractérisation selon leur poids :

Tableau 04 : Classification des œufs par catégorie de poids (MEIN, 2015).

Catégorie de poids	Description	Poids
XL	Très gros	poids supérieur ou égal à 73 g
L	Gros	poids supérieur ou égal à 63 g et inférieur à 73 g
M	Moyens	poids supérieur ou égal à 53 g et inférieur à 63 g
S	Petit	poids inférieur à 53 g

1.3. Classification selon le mode d'élevage :

Selon (Corpet, 2013) les œufs classer par des code (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).

- **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.

- **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 07 poules /m² au maximum.

- **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.

- **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.

2. Qualité externe de l'œuf:**2.1. 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 7). 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).

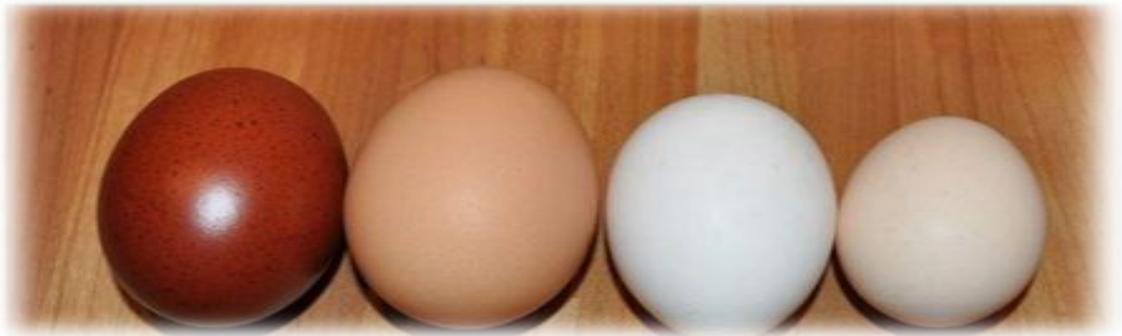


Figure 08 : Taille et couleur des œufs (Hyline international, 2017)

2.2. 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 Hy-Line 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).

La couleur de la coquille (figure 8) 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 poules 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)

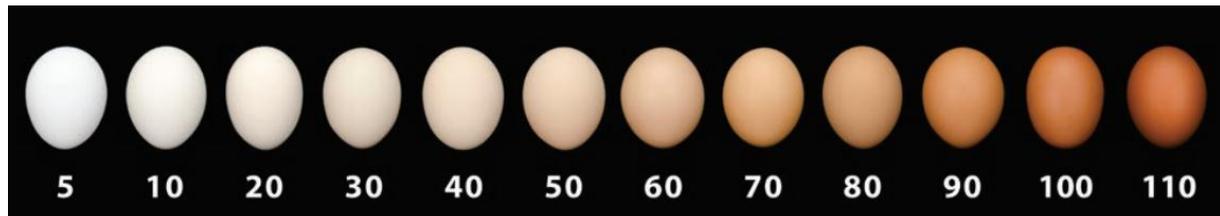


Figure 09 : Indicateur interne de couleur de la coquille hylin international 2017

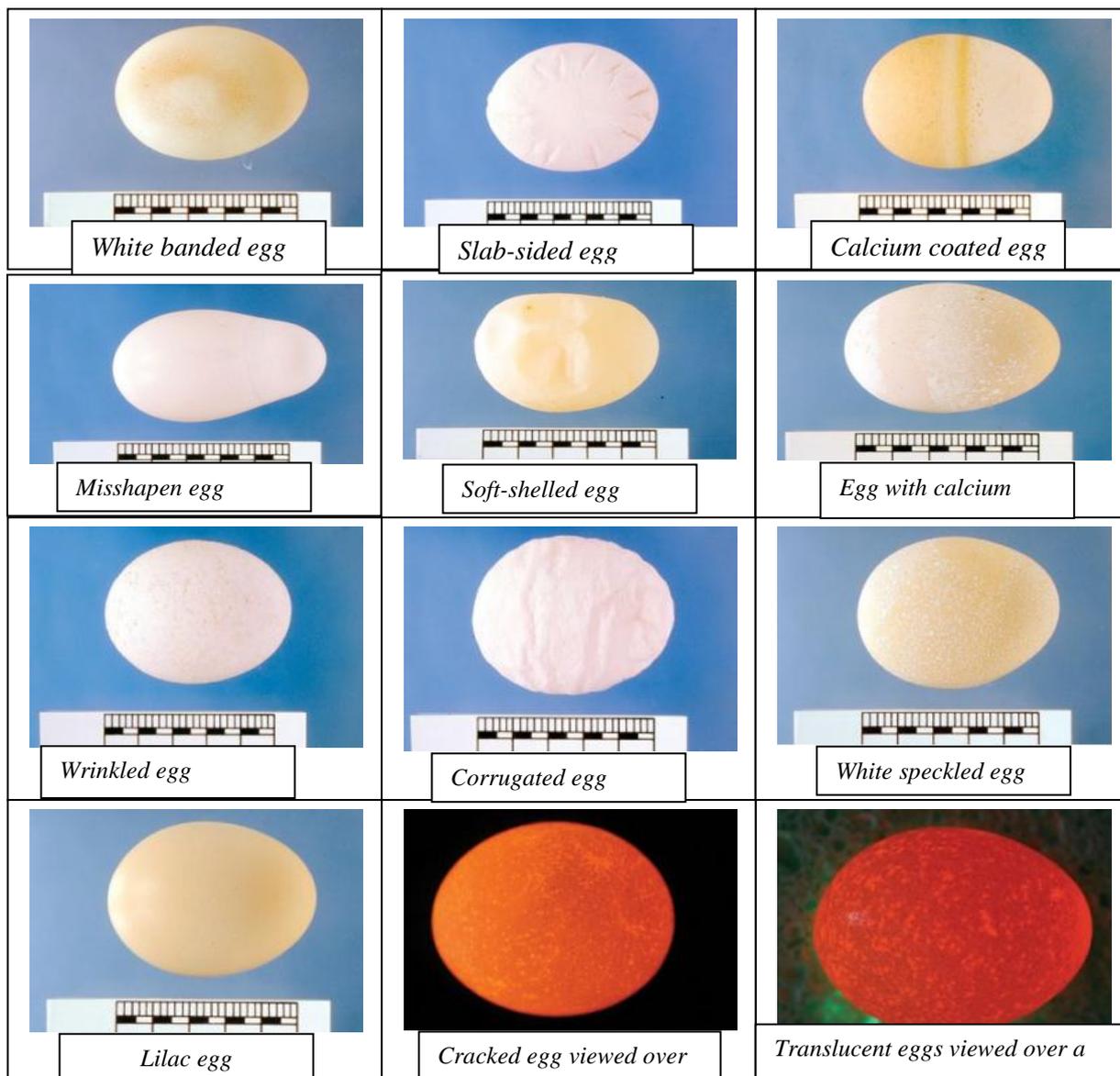
2.3. Qualité de coquille :

2.3.1. Œufs à coquille anormaux

Selon Mertens *et al.* (2010), Les principales anomalies des coquilles de l'œuf (tableau 05) sont :

- Œufs à coquille rugueuse
- Œufs auréolés
- Œufs à coquille ondulée
- Œufs à coquille molle ou sans coquille
- Œufs mauves, roses et tachetés de calcium
- Œufs pré-fêlés
- Œufs présentant des aspérités
- Œuf à « fenêtres » translucide

Tableau 05 : Les œufs anormaux (Egg Quality Référence Manuel 2019)



Ces anomalies apparaissent lorsque la calcification de la coquille n'est pas complète ou bien des défauts ultra-structuraux de la coquille, lors du processus de formation de la coquille, au niveau de la couche mamillaire à partir de laquelle est déposée (Nys *et al.*, 1999).

3. Facteurs de variation de la qualité externe et interne de l'œuf

3.1. Effet de l'alimentation sur la qualité interne et externe de l'œuf

Une poule produit plus de 300 œufs/an, soit plus de dix fois son poids vif. La transformation avec une grande efficacité de l'aliment constitué majoritairement de matières premières végétales en protéines animales de haute valeur biologique constitue un véritable défi métabolique pour la poule. Son alimentation est cruciale pour optimiser l'excellent potentiel

génétique des lignées modernes en termes de performance de production mais aussi de qualité de l'œuf. (INRA, 2010)

3.1.2. Influence de l'alimentation de la poulette :

L'alimentation de la poulette influence sa courbe de croissance et donc son poids vif et sa composition corporelle au moment de l'entrée en ponte. Par là même, elle peut modifier les caractéristiques ultérieures de sa production d'œufs. (INRA, 2010)

3.1.2.1. Variation du poids de l'œuf:

L'œuf dépend principalement de facteurs liés à la poule (origine génétique et surtout âge) mais aussi de son alimentation durant la période de ponte. L'alimentation de la poulette y contribue indirectement en influençant sa maturité sexuelle, son poids vif et sa composition corporelle lors de l'entrée en production. (INRA, 2010)

3.1.2.2. Effet de la concentration énergétique:

Les poules tendent à surconsommer les aliments les plus caloriques et à sous consommer les moins énergétiques, ce qui a des conséquences sur le poids de l'œuf. En effet, lors d'une dilution ou d'un enrichissement de l'aliment en énergie, la variation de l'ingéré est une fonction linéaire de la variation de la concentration énergétique de l'aliment (Valkonen *et al.*, 2008)

3.1.2.3. Effet de la teneur en protéines:

Le poids moyen de l'œuf est fonction de la quantité de protéines ingérées (Valkonen *et al.*, 2008).

3.1.2.4. Effet des acides gras:

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).

3.1.2.5. Effet de l'alimentation sur la Couleur du jaune :

Chez la poule, l'efficacité de coloration pour le jaune d'œuf est très variable d'un caroténoïde à un autre, car elle est influencée par l'absorption intestinale, le transfert plasmatique, l'efficacité d'exportation dans les tissus et le métabolisme de dégradation des caroténoïdes (Nys, 2010)

Le calcium est un nutriment clé de la solidité de la coquille (Nys, 2010). Hartel (1990) indiquent que les besoins en calcium alimentaire sont de l'ordre de 0,9 à 1,2% de la ration pour la période de croissance durant la phase poulette, 2-2,5% pour le stockage l'os

médullaire, environ deux semaines avant la ponte, et de 3,5-4% pour la formation de l'œuf en période de ponte. Les acides gras peuvent s'associer au calcium et au magnésium dans le tractus gastro-intestinal et former des savons insolubles particulièrement lorsque ces acides gras sont saturés. Une augmentation du niveau de calcium alimentaire et l'incorporation de grandes quantités de graisses notamment dénaturées (10%) provoquent chez la poule la formation de savon dans l'intestin et une diminution de la rétention calcique (Atteh et Leeson, 1985).

Il est également bien établi qu'un excès de phosphore dans l'aliment pénalise la qualité de la coquille. C'est pourquoi les recommandations d'apport en phosphore (0,28% de phosphore non physique) ont été réduites notablement il y a une vingtaine d'années, sous l'influence du groupe européen d'alimentation minérale de l'association mondiale d'aviculture (Nys, 2001).

Un kg d'aliment standard de poules pondeuses, à base de maïs et de soja, contient 30 mg de Zn, 6 mg de Cu et 20 mg de Mn. Ces niveaux évitent une carence provoquant des anomalies importantes de la coquille. Mais il est d'une pratique courante de supplémenter les poules avec ces trois éléments. La supplémentation en Mn (50 à 80 mg.kg⁻¹ d'aliment) est particulièrement intéressante, car elle améliore la solidité de la coquille. Cette supplémentation augmente le poids de coquille, mais aussi ses propriétés mécaniques, indépendamment de l'effet sur la quantité de matériau (Mabe *et al.*, 2003).

3.2. Effet de l'âge de la poule:

Le poids de l'œuf varie de 50 à 70 g (extrême de 45 à 75 g) principalement avec l'âge et secondairement avec le croisement commercial de la poule. Le poids de l'œuf augmente considérablement au cours de l'année de production mais cette évolution ainsi que le poids moyen de l'œuf dépendent de la lignée de poule, notamment en liaison avec son poids corporel. Cette augmentation a été fortement limitée par la sélection pour les lignées commerciales actuelles. Le poids de l'œuf brun variait de 53 à 67 g entre 30 semaines et la fin de production en 1981, contre une variation de 60 à 65,5 g pour la même période en 2007 (Nys *et al* 2008).

En effet, le poids des œufs d'une jeune poule atteint 60 g à 26 semaines puis tend à se stabiliser à 65 g à partir de 50 semaines. Il s'élève à environ 68 g vers 80 semaines d'âge (Beaumont *et al* 2010).

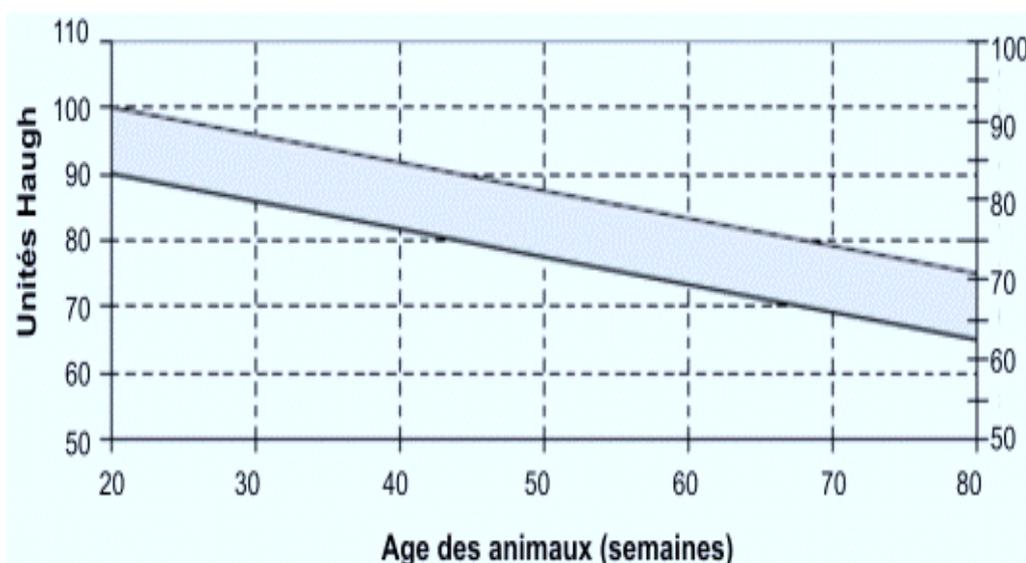


Figure 10 : Influence de l'âge des poules sur la hauteur du blanc d'œuf épais (exprimée en unité Haugh) (ADAS 1989)

3.3. Effet des facteurs d'ambiances

3.3.1. Effet de mode d'élevage :

JOLY (1985), indique qu'il existe des écarts de température de 9-10°C entre les différents points du bâtiment pour de l'installation à quatre étages et des différences d'environ 1 g dans le poids moyen de l'œuf entre l'étage le plus chaud (haut) et l'étage le plus froid (bas). La densité a une action directe sur la physiologie de la ponte et le rendement zootechnique décroît lorsque la densité augmente. La coquille de l'œuf provenant de la poule élevée dès la naissance en batterie est de qualité supérieure en fin de ponte, le poids d'œuf diminue régulièrement entre les étages inférieures et supérieures par la suite d'une augmentation de la température (HOSPITALIER et BOUGON, 1985).

3.3.2. Température :

La température ambiante a une influence considérable sur l'ingestion d'aliment. Chez les pondeuses, on note une diminution de la consommation d'aliment de l'ordre de 1,5% par degré entre 21 et 30°C et de 4,60/0 par degré entre 32 et 38°C; une baisse du poids moyen de l'œuf de 0,2 à 0,3 g par degré au-delà de 27°C (BANKOLE A. A., 2000)

3.3.3. Effet de coup de chaleur sur qualité de la coquille

Un lot soumis à un coup de chaleur pond souvent des œufs dont la coquille est mince et moins solide en raison des perturbations acides ou basiques dans le sang causées par une accélération respiratoire (hyperventilation). En haletant pour diminuer sa température corporelle, la poule perd une quantité excessive de CO₂ sanguin. Cette baisse de CO₂

augmente le pH sanguin qui devient plus alcaline. Le pH sanguin plus élevé réduit la quantité de calcium ionisé et de carbonate amenée à l'utérus pour former la coquille. Augmenter le calcium alimentaire ne règle pas le problème. Un coup de chaleur réduit la prise alimentaire et contribue à amincir les coquilles. L'équilibre d'électrolytes alimentaires peut aussi jouer un rôle dans la qualité de la coquille, surtout durant des périodes de stress thermique. La concentration de chlorure dans les aliments devrait être équilibrée rigoureusement par rapport au sodium et au potassium, et même être réduite en période de chaleur. Les sources de bicarbonate offrent aussi d'autres avantages. (T. S. Higginson, 1863)

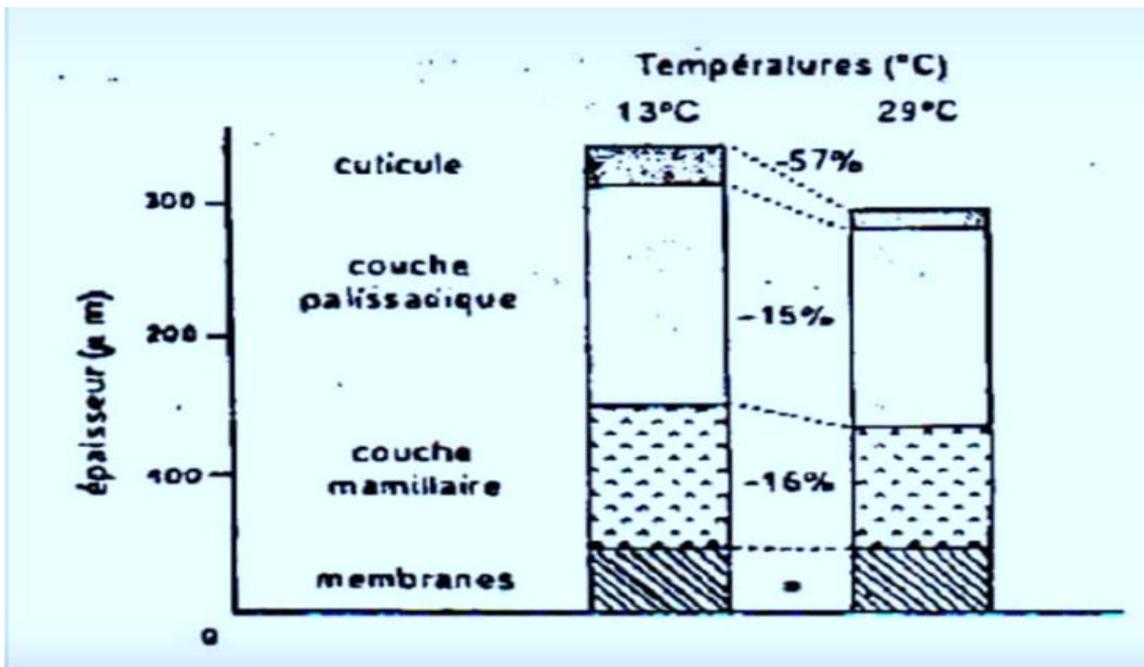


Figure 11 : Effet d'une température élevée sur l'épaisseur des différentes couches de la Coquille (El BOUSHY et al, 1968)

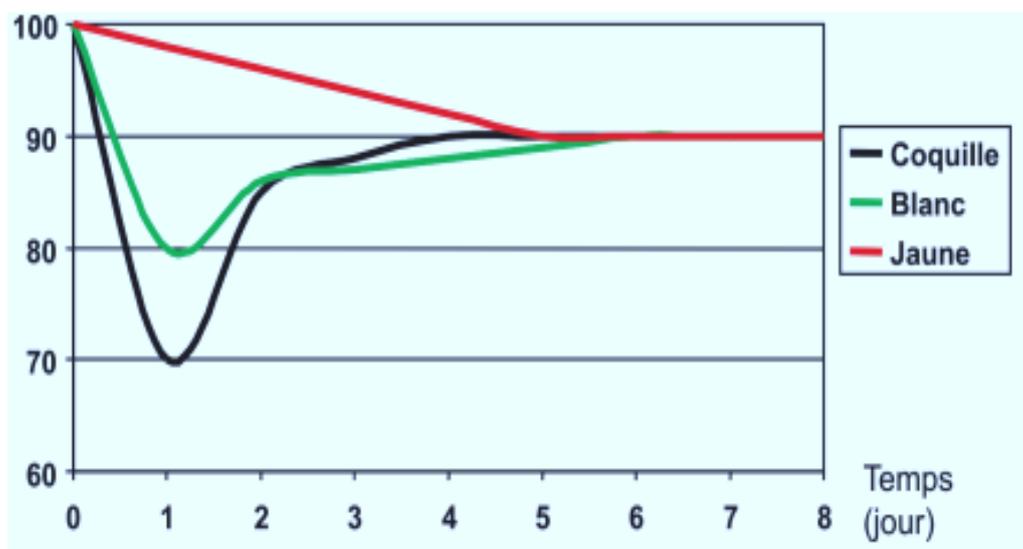


Figure 12 : Variation (%) du poids des compartiments de l'œuf après introduction d'une température élevée (Sauveur et Picard 1987).

3.3.4. La lumière :

Les poules sont sensibles à l'augmentation de la durée d'éclairement qui induit l'âge à la maturité sexuelle. Par ailleurs, la consommation d'aliment est largement influencée par la durée d'éclairement. Les programmes lumineux ont donc différents objectifs. En élevage, ils permettent de favoriser la consommation, de maintenir la persistance de la ponte et d'éviter l'influence néfaste de la réduction de la durée naturelle d'éclairement. Cependant, le programme lumineux chez les pondeuses n'est pas pratiqué dans 35% des fermes au Sénégal soit par ignorance, soit pour des raisons technico-économiques (BANKOLE A. A., 2000)

Tableau 06 : Facteurs ayant une influence sur la qualité de la coquille

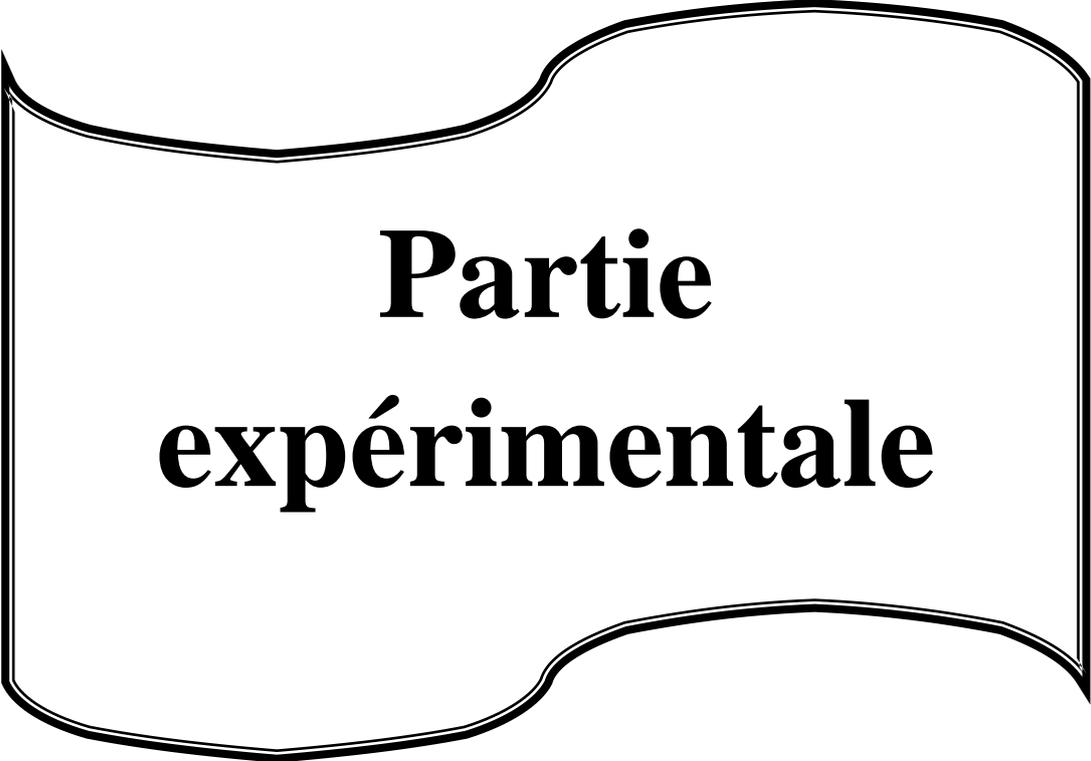
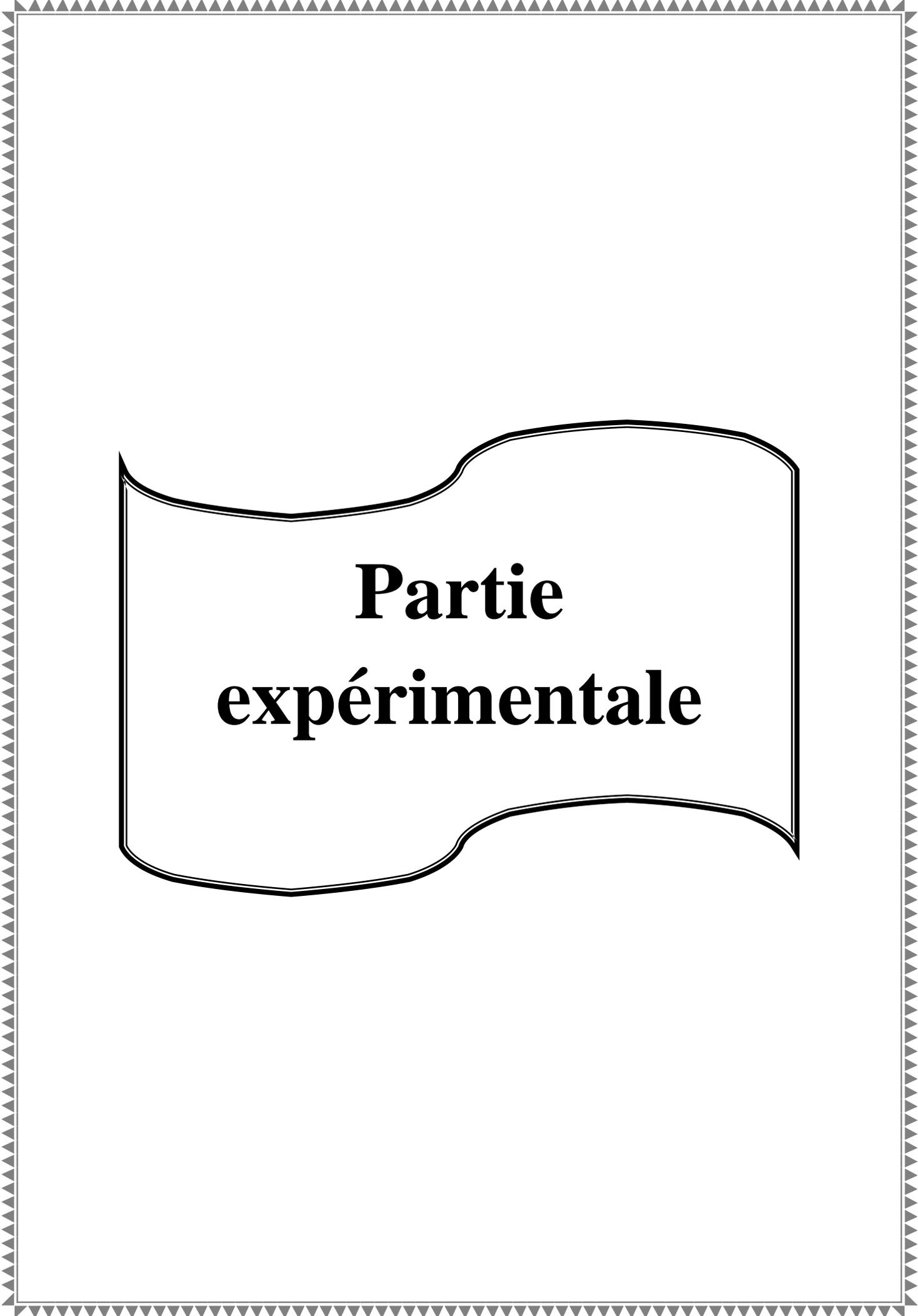
État	Causes	Mesure corrective
Mince, de forme irrégulière, sableuse, rugueuse, ridée ou molle	Maladies respiratoires (bronchite infectieuse, laryngotrachéite et maladie de Newcastle)	Suivre un programme de vaccination recommandé pour lutter contre la maladie et à titre préventif chez les pondeuses.
	Température élevée constante	Abreuver en abondance et contrôler la température du poulailler de ponte.
	Teneur élevée en sel	Utiliser le niveau recommandé de sel dans les rations.
	Âge des poules	Remplacer les poules après 12 à 14 mois de ponte.
	Des produits chimiques comme	Ne pas administrer de BAAN et de

	BAAN (bêta-aminopropionitrile fumarate) provoquent le passage prématuré de l'œuf dans l'oviducte.	médicaments similaires aux pondeuses.
	Apport réduit en calcium	Fournir 3 à 3,5% de calcium dans la ration.
	Apport élevé ou faible en phosphore	Fournir 0,28 % de phosphore dans la ration.
	Faible apport en vitamine D –3	Fournir 2200 ICU par kg de ration.
	Hérédité	Choisir des races ou des lignées qui produisent des œufs à coquille de bonne qualité.
Couleur anormale Blanc à brun	Eau à teneur élevée en fer	Faire vérifier la teneur en fer de l'eau utilisée pour laver les œufs. La teneur doit être inférieure à 0,1 ppm.
Couleur anormale : Coquilles à couleur altérée	Ration faible en calcium	Faire passer la teneur en calcium de la ration de 3 à 3,5 % dans les aliments.
Marbrure de la coquille (taches claires ou taches d'humidité sur la coquille autour des pores, observée en général par mirage)	Rétention d'eau par la protéine présente dans la couche spongieuse de la coquille.	Maintenir un taux d'humidité élevé (80 %) dans la salle où sont conservés les œufs.
Porosité	Âge et race des poules, saison de	Maintenir la température des poulaillers

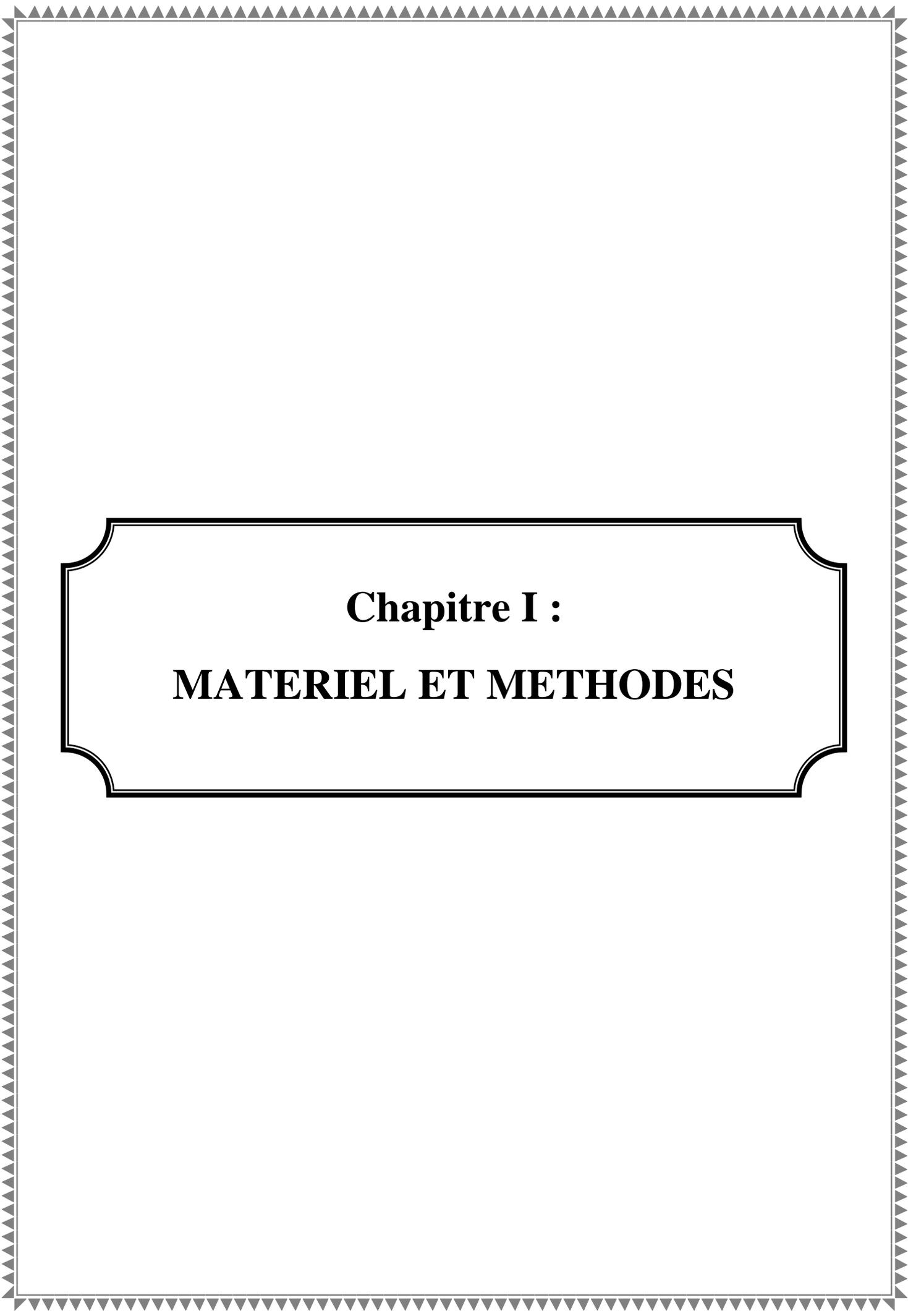
	l'année et température ambiante.	de ponte inférieure à 29 °C (85 °F) et conserver les œufs dans un endroit frais. Choisir des lignées qui produisent des œufs à coquille ayant une bonne texture et remplacer les poules après 12 à 14 mois de ponte.
--	----------------------------------	--

4. Qualité technologique de l'œuf:

L'une des exigences technologiques des entreprises agroalimentaires est d'avoir des valeurs d'unités d'Haugh élevées pour éviter toute erreur liée à la fraîcheur des œufs. Ce caractère présente une héritabilité moyenne quel que soit le type de souche. Les autres critères de qualité notés en même temps que les unités Haugh sont la présence de taches de sang et d'inclusions dites « de viande ». Ces caractères ont une héritabilité faible, de l'ordre de 0,09. La qualité du jaune peut se traduire par la mesure de la couleur. Ce critère n'est que très peu héritable, il dépend surtout de la quantité et de la couleur des pigments ingérés par la poule, ce qui n'en fait pas un critère intéressant pour les sélectionneurs (Beaumont *et al.*, 2010).



**Partie
expérimentale**



Chapitre I :
MATERIEL ET METHODES

1. Objectif

Dans le souci de maintenir la solidité de la coquille des œufs de consommation, les éleveurs s'orientent généralement à la supplémentation calcique. Ces sources augmentent dans la plupart des cas les dépenses inhérentes à l'aliment. La recherche d'autres sources de calcium afin de les valoriser dans l'alimentation de poule pondeuse constitue le principal objectif de notre étude. Le but est de valoriser les coquilles d'œufs en tant que source de calcium (constitué de 94% de CaCO₃).

2. Zone et période d'étude

Notre étude s'est déroulée dans la daïra d'**EL-HACHIMIA** située dans la wilaya de **BOUIRA** durant la période allant de mois de Mars au mois de Mai 2019.

2.1. Présentation de la wilaya de Bouira :

Issue du découpage de 1974, la wilaya de Bouira est située au sud d'Alger avec une superficie de 4454 km². Pour une population de 742.855 habitants soit une densité de 167 habitants au km². Elle est délimitée au nord par les wilayas de Boumerdes et Tizi-Ouzou, au sud M'sila et Média, à l'Est Bejaia et Bordj Bou Arreridj et à l'Ouest Blida et Médéa.

2.1.1. Situation géographique (relief- climat...)

Le territoire de la Wilaya de Bouira est caractérisé par 05 grands espaces géographiques:

- La dépression centrale
- La terminaison orientale de l'Atlas Blidéen
- Le versant du Djurdjura
- La chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud
- La dépression Sud Bibanique



Figure 13: Cartographie de la wilaya de Bouira

2.1.2. Potentialités naturelles :

➤ Agriculture

La surface agricole utile (S.A.U) de la wilaya est estimée à 190 060 ha (42,67% de la superficie de la wilaya), dont 11 411 ha (6%) de superficie irriguée.

➤ Potentialités Agricoles

Sa vocation principalement agricole, lui ouvre de larges perspectives dans le domaine de la PMI/PME à travers notamment les activités de transformation agroalimentaire.

La wilaya dispose de deux grands périmètres agricoles: à l'Est, périmètre de M'chedallah : 1.600 ha et à l'Ouest, périmètre des Aribes (Ain Bessem) : 2.200 ha

La production agricole au niveau de la wilaya est à prédominance céréalière et oléicole.

➤ Effectifs actuels

Le tableau 7 rapporte les effectifs de la filière animale existant dans la wilaya de Bouira

Tableau 07 : Effectifs actuels de filière animale à la wilaya de Bouira (DTN, 2019)

Catégorie d'animaux	Effectif
Bovins	72.000 têtes dont 42.000vaches laitières
Ovins	245.000 têtes
Don brebis	123.000 têtes
Chèvres	16.000 tête

Poulets de chairs	16.000.000 sujets
Poules pondeuses	2.000.000 sujets
Dindes	260.000 sujets
Apiculture	130.000 ruche

2.2. Présentation de la daïra EL-HACHIMIA : El-Hachimia (figure 13) est un chef-lieu de commune et de daïra (sous-préfecture) qui englobe deux communes: El-Hachimia et Oued El Berdi



Figure 14 : Cartographie de la daïra de El Hachimia (Googl Maps, 2019).

2.3. Présentation de sites d'élevage :

Notre expérimentation a été réalisée au complexe de groupe privé Bali (figure 13), il est situé à l'Ouest de la commune d'El-Hachimia. Situé sur une superficie de 4 hectares, devenu fonctionnel depuis l'année 2016/2017. Sa capacité de production est de 450 000 œufs/jour.



Figure 15 : Photo de complexe avicole Bali d'en haut (BH Agricole)

Le complexe comporte 06 bâtiments d'une capacité totale de 500000 sujets. Le nombre de poules pondeuses mises en place est compris entre 80 à 90 milles poules pondeuses.

➤ **Type d'élevages :**

L'élevage est effectué dans des batteries (Mode d'élevage intensif)

➤ **Capacité d'élevages :**

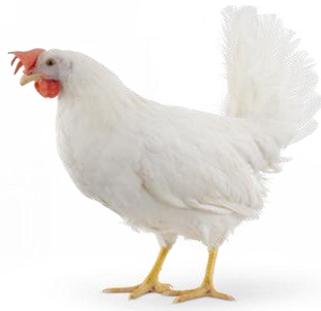
Les effectifs des poules pondeuses, au sein des bâtiments d'élevage, sont compris entre 80000 et 90000 poules pondeuses par bâtiment.

➤ **La souche de poule pondeuse exploitée:**

Deux souches de Hy-lin sont exploitées dans le site expérimental réparties dans 3 bâtiments chacune. La durée d'élevage varie entre 65-75 semaines.

La poule Hy-lin : est une souche de poules pondeuses, souche hybride obtenue par croisements de quatre lignées différentes d'une même race.

1-Hy-lin W-80 plus



Hy-Line.
W-80

2.Hy-lin brown



Hy-Line.
BROWN
RURAL

3. Conduit d'élevages

3.1. Description des bâtiments

Les bâtiments sont de type obscur

➤ **Dimension :**

Les bâtiments de 105m de longueur, 15 m de largeur et 5+ 3,5 m de hauteur (figure 14)

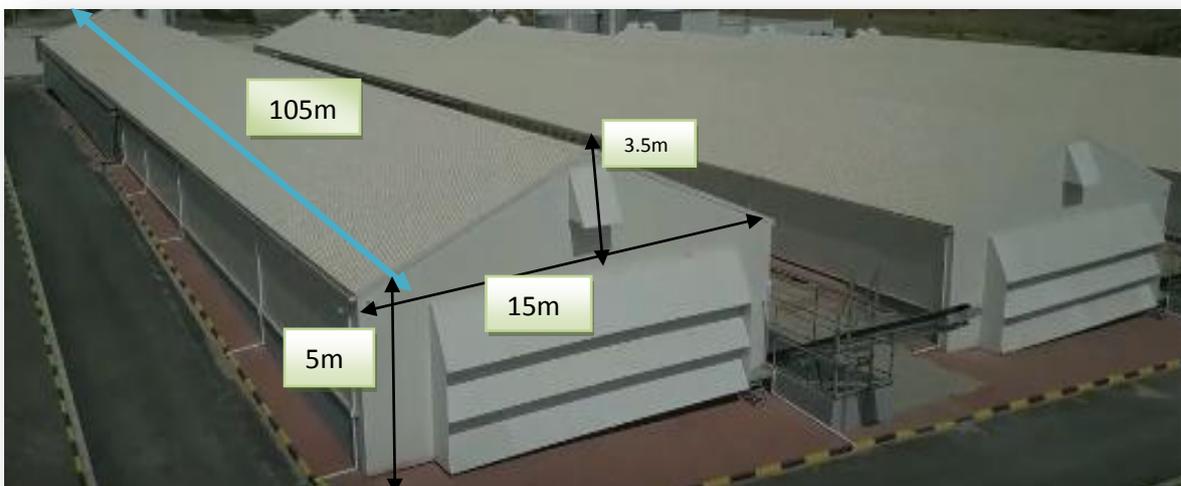


Figure 16 : les dimensions des bâtiments (élevage Bali)

charpente est métallique et le sol en béton

➤ **Type de batterie :**

Les batteries utilisées sont des batteries de 06 étages de marque Italie (OMAZ), Les poules sont logées dans des cages collectives (8 poules/cage).



Figure 17 : Type de batterie de l'élevage (BH AGRICOL)

3.2. Facteurs d'ambiance:

Les facteurs d'ambiance sont bien maîtrisés. Dans notre cas ils sont contrôlés par des équipements à gestion automatique ce qui permet une bonne maîtrise.

La ventilation s'effectue par dépression. D'un côté du bâtiment se trouvent des trappes d'entrée d'air réglables automatiquement en ouverture, de l'autre côté se trouvent des extracteurs de différentes capacités qui s'allument chacun leur tour automatiquement.

Tableau 07 : Description des facteurs d'ambiance en (BH AGRICOLE)

Température	Entre 18-25
Eclairage	Lampes LED intensité de 10-100 lux
Ventilation	Fonction Automatique
Hygrométrie	entre 60-75

3.3. Alimentation:

La distribution de l'aliment pour les poules pondeuses est automatique à raison de 04 fois par jour, par un aliment formulé à base de soja, maïs, son de blé, CMV, et d'autres éléments gardés confidentiels

L'aliment est formulé au niveau du complexe avec le logiciel « **Allex 3** » pour répondre aux besoins nutritionnelles des poules.

3.4. Conduite sanitaire

Des mesures d'hygiène et prophylactiques sont prises par le complexe avicole BALI, par la mise en place de barrières sanitaires (pédiluves et autoluve), nettoyage et suivi vétérinaire rigoureux.



Figure 18 : pédiluves et autoluve à l'entrée au complexe avicole (BH Agricole)

4. Matériel et Méthodes :

4.1. Étude de la qualité des œufs :

4.1.1. Dispositif expérimental:

L'expérimentation a porté sur 192 poules pondeuses (souche hy-lin browne) pendant une période de 21 jours entre la 40^{ème} et la 43^{ème} semaine d'âge. Les poules sont logées dans des cages de type californien.

Elles sont réparties en 06 groupes de 32 poules, chaque lot comporte 04 cages à raison de 8poules/cage. La mise en place des lots est faite dans un même étage de la batterie de façon à éliminer l'effet de variation de condition d'élevages.

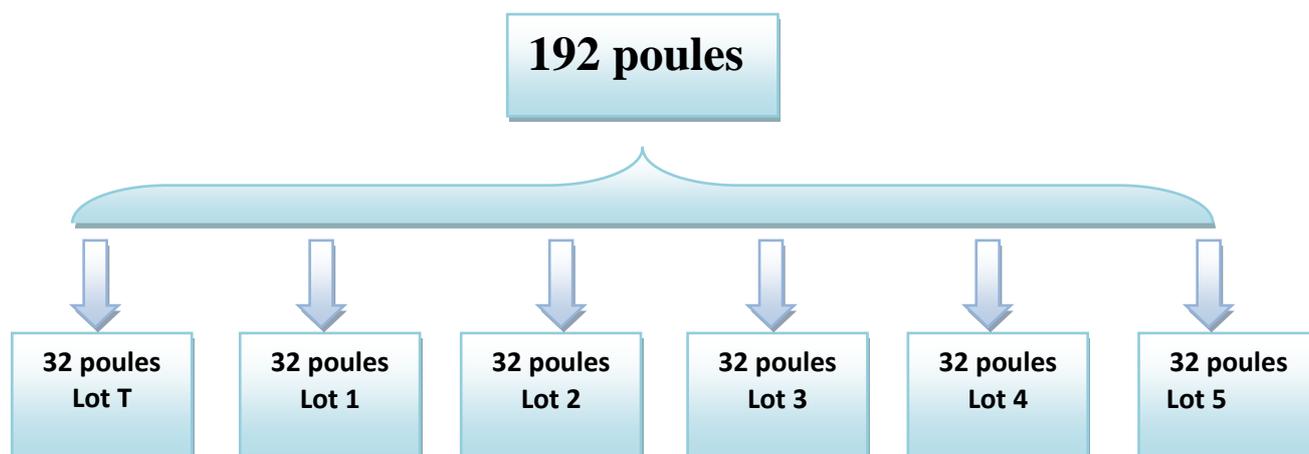


Figure 19 : Organigramme montrant la répartition des lots

Afin de vérifier l'effet de la supplémentation calcique sur les performances de ponte et la qualité des œufs pondus, nous avons constitué 5 lots chacun comporte des proportions variables de la coquille des œufs, le tout est comparé au lot témoin qui a reçu l'aliment classique utilisé par l'usine (tableau 08)

Tableau 8 : Les proportions de coquille et mode de présentation dans les rations alimentaires pour chaque lot.

N° de lot	Proportion d'apport en coquille d'œufs
Lot 01	25% broyé
Lot 02	50% concassé
Lot 03	75%concassé
Lot 04	100%concassé
Lot 05	100% broyée
Lot 06 témoin	00%

4.1.2. Le complément calcique utilisé :**➤ Origine :**

Les coquilles des œufs ont été récupérées de l'usine de mayonnaise du même complexe de Bali, située à quelques mètres du centre d'élevage de volailles.

➤ Préparation :

Après la récupération des coquilles d'œufs, ont été rincées avec de l'eau distillé, puis la membrane coquillère a été ôtée à l'aide d'une pince. Les coquilles ont été par la suite séchées.



Figure 20 : Récupération et séchage des coquilles d'œufs

Une fois que les coquilles d'œufs sont bien séchées, une partie a été réduite en poudre et l'autre partie concassée (figure 18).



Figure 21 : la forme finale de présentation des coquille (broyée et concassée).

4.2. Le matériel utilisé pour étudier la qualité des œufs

Le matériel utilisé pour l'étude et la détermination de la qualité interne et externe des œufs est le suivant :

- Une balance électronique (kitchen scale) précision 0.1 a été utilisée pour les pesées des œufs.
- Une balance électronique a haut précision 0.001() a été utilisée pour les déférent pesées des paramètres de qualité.
- Bêcheres de 50ml ont été utilisé lors de pesée de certain constituant des œufs
- Un pied à coulisse digitale a été utilisé pour mesurés certain démentions (largeur, longueur, épaisseurs)
- Plaque en verre sur laquelle l'œuf est cassé pour faire les différentes mesures à étudier
- Une raclette a été utilisée pour nettoyer la table en verre de l'œuf après l'achèvement de la mesure de la qualité.

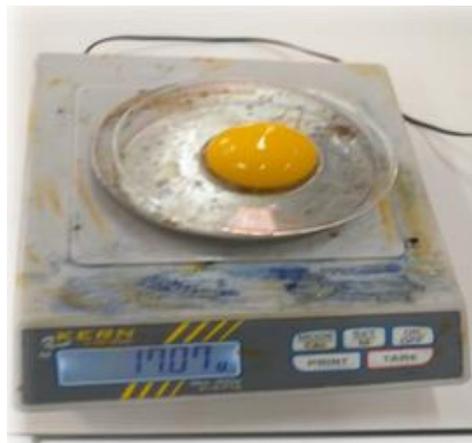


Figure 22 : Balances de pesé



Figure 23 : le matériel utilisé (pied à coulisse digitale, Plaque en verre)

4.3. Les paramètres mesurés :

4.3.1. Performances zootechniques des poules:

➤ Le poids des poules :

Le poids des poules a été obtenu par des pesées au début et à la fin de l'expérience pour déterminer l'évolution du poids à l'aide d'une balance manuelle.



Figure 24 : La pesé des poules.

➤ Les données ont été recueillies pour une utilisation ultérieure

Oiseau #	avant						après						S
	lot 1	lot 2	lot 3	lot 4	lot 5	lot 6	lot 01	lot 02	lot 03	lot 04	lot 05	lot 06	
Comptage	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
Moyenne	1,833	1,745	1,779	1,791	1,791	1,840	1,870	1,859	1,877	1,868	1,871	1,841	
Uniformité	78,1%	59,4%	78,1%	71,9%	68,8%	81,3%	68,8%	62,5%	78,1%	65,6%	78,1%	65,6%	
CV%	8,2%	10,5%	10,0%	9,8%	9,1%	8,6%	10,0%	9,6%	8,7%	13,0%	8,4%	10,4%	
1	2,180	2,010	2,255	1,610	1,475	1,690	1,660	1,835	1,765	1,690	1,760	1,785	
2	1,800	2,000	1,980	1,840	1,735	1,425	1,835	1,855	1,965	1,515	1,815	1,515	
3	1,950	1,535	1,815	1,595	1,670	1,925	2,250	1,665	1,755	1,805	1,775	1,765	
4	1,910	1,720	1,740	1,910	1,630	2,020	1,680	1,645	1,950	1,940	2,060	1,300	
5	2,125	1,635	1,470	1,660	1,570	1,710	1,925	1,685	1,895	1,770	1,845	2,065	
6	1,585	1,765	1,655	2,125	1,835	1,850	1,905	2,070	1,900	1,695	2,170	1,925	
7	1,920	1,430	1,470	1,745	1,835	2,105	2,185	1,730	1,890	2,440	1,995	1,870	
8	2,045	1,795	1,830	1,455	1,665	1,695	1,695	1,715	1,920	1,885	1,830	1,960	
9	1,675	1,610	1,620	1,755	1,900	1,735	1,700	1,960	1,665	2,040	1,605	1,880	
10	1,865	1,980	1,710	1,810	1,840	1,500	2,165	2,130	1,665	2,280	1,590	2,200	
11	1,825	1,885	1,510	1,660	2,130	1,765	1,860	2,085	1,750	1,990	2,180	1,600	
12	1,870	1,860	1,875	1,660	1,970	1,735	1,835	2,195	1,780	2,130	2,050	1,795	
13	1,895	1,900	1,820	1,895	1,845	1,730	1,500	1,735	1,895	2,155	1,720	1,960	
14	1,840	1,680	1,710	1,875	1,780	1,875	1,920	1,900	1,845	1,870	1,805	1,740	
15	1,665	2,105	1,730	2,060	1,560	1,950	1,675	1,825	1,810	1,875	1,960	2,070	
16	1,760	1,500	1,685	1,890	1,600	1,745	1,845	1,715	1,920	1,300	1,925	1,645	
17	1,915	1,785	1,830	1,710	1,705	2,035	1,955	1,900	2,095	1,600	1,940	2,010	
18	1,775	1,490	2,220	1,660	1,750	1,935	1,945	1,875	1,915	1,685	1,685	1,815	
19	1,845	2,015	1,670	1,955	1,740	1,970	1,905	1,765	2,000	1,975	1,775	1,710	
20	2,150	1,935	1,775	1,600	2,035	1,725	1,925	1,930	1,780	1,940	1,890	1,825	

Figure 25 : Les données de poids des poules

➤ **Aliments ingérée :**

Les poules ont reçu une quantité d'aliments chaque jours réparties sur 04 distribution/j, la quantité totale qui a été consommée pendant l'expérience(21j) pour de chaque lot est exprimé dans le tableau suivant :

Tableau 9 : consommation d'aliments de chaque lot lors de l'expérience

N° de lot	Nombre des poules	Quantité d'aliments distribué /lot	Quantité d'aliments distribuie pendant 21j	Total refue	Totale consommation
Lot 1	32	3.8kg	80kg	2kg	78kg
Lot2	32	3.8kg	80kg	1.8kg	78.2kg
Lot3	32	3.8kg	80kg	2.1kg	77.9kg
Lot4	32	3.8kg	80kg	1.9kg	78.1kg
Lot5	32	3.8kg	80kg	1.4kg	78.6kg
LotT	32	3.8kg	80kg	1.7kg	78.3kg

➤ **performances de ponte :**

Le nombre d'œufs pondu a été enregistré quotidiennement , ce qui nous a permis de calculer le taux de ponte.

4.3.2. Mesure de qualité des œufs :

Les mesures ont été réalisé à la faculté SNVST , au niveau du labortaoire des PFE de département d'Agronomie

4.3.2.1. Le poids des œufs

Chaque jour, nous recueillons les œufs de chaque lot, Les œufs ont été numérotés et pesés individuellement à l'aide d'une balance électronique (Kern 440-35N) avec une précision de ± 0,1g (figure 22)



Figure 26 : Balance de pesée des œufs.

4.3.2.2. 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 longueur et la largeur des œufs ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse (Mitutoyo) avec une précision de ± 0,01 mm (figure 23)

- 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 27 : Mesure de longueur et la largeur des œufs à l'aide du pied à coulisse.

4.3.2.3. Poids de la coquille :

Après le cassage des œufs, les coquilles ont été lavées par l'eau, séchées à température ambiante pendant ou + de 12 heures et pesées par une balance à haute précision (figure 24).



Figure 28 : Pesée de la coquille à l'aide d'une balance de haute précision

4.3.2.4. Epaisseur de la coquille :

L'épaisseur de la coquille a été mesurée à l'aide du pied à coulisse (figure 8). au niveau de trois endroits sont :

- Une mesure à l'extrémité pointue.
- Une deuxième à l'extrémité arrondie.
- Une dernière à l'équateur.

La valeur de l'épaisseur est obtenue par la moyenne de ces trois mesures (Çağlayan *et al.*, 2009 ; Moula *et al.*, 2010 ; Menezes *et al.*, 2012 ; Hanusová *et al.*, 2015). Beaucoup de laboratoires et d'entreprises n'utilisent que l'épaisseur de la coquille comme indicateur de sa qualité. Toutefois, la coquille est une proto-céramique et ses propriétés fonctionnelles ne sont pas nécessairement reliées à son épaisseur.

En effet, une coquille plus souple peut absorber et tolérer plus d'impacts et d'autres forces physiques sans craquer.

L'intégrité de la coquille dépend de sa structure et du style de dépôt du calcium pour former les différentes couches de la coquille. Pour un éleveur, sélectionner seulement en fonction de l'épaisseur de la coquille n'est pas suffisant.



Figure 29 : Mesure de l'épaisseur de la coquille.

4.3.2.5. 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 cm²).

C = le poids de la coquille (g).

S = surface de l'œuf (cm²) 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.

4.3.2.6. 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 table en verre, puis

la hauteur d'albumen épais a été mesurée à l'aide d'un micromètre tripode 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 l'afficheur de l'appareil de mesure d'unités Haugh. Les unités Haugh ont été calculées en utilisant la formule donnée ci-dessous (Silversides, 1994) :

- **Unités Haugh (UH) = $100 \log (H - 1,7P^{0,37} + 7,57)$**
- P : le poids de l'œuf (g).
- H : la hauteur de l'albumen (mm).

4.3.2.7. Poids du vitellus :

Pour mesurer le poids de jaune d'œuf, nous avons soigneusement séparé le jaune de l'œuf de l'albumen, puis nous avons pesé le poids de à l'aide d'un moyen de balances de haute précision (figure 26).

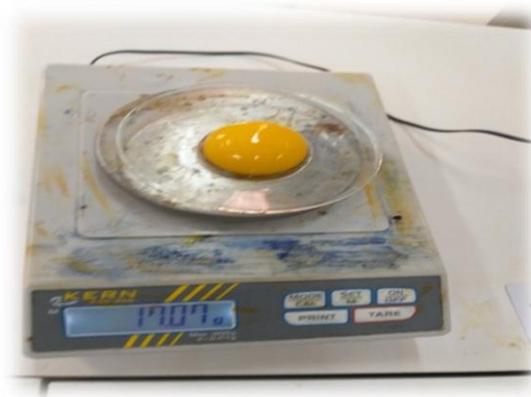


Figure 30: Pesée du jaune d'œuf.

4.3.2.8. Poids d'albumen:

Le poids d'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).

4.3.2.9. 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 \times 100
- Pourcentage d'albumen (%) = poids d'albumen / poids d'œuf \times 100
- Pourcentage du vitellus (%) = poids de vitellus / poids d'œuf \times 100

4.3.2.10. Rapport jaune / blanc:

Le calcul de ce rapport permet d'évaluer la variation de la composition des œufs dont il s'agit essentiellement 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) :

$$\text{Rap Jaune/Blanc} = \text{poids du jaune} / \text{poids du vitellus} \times 100$$

4.3.2.11. 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 (figure 27) 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 31 : Mesure de largeur du vitellus à l'aide de pied à coulisse

4.3.2.12. 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'albumine (figure 26), la longueur d'albumine (et la largeur d'albumine). 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



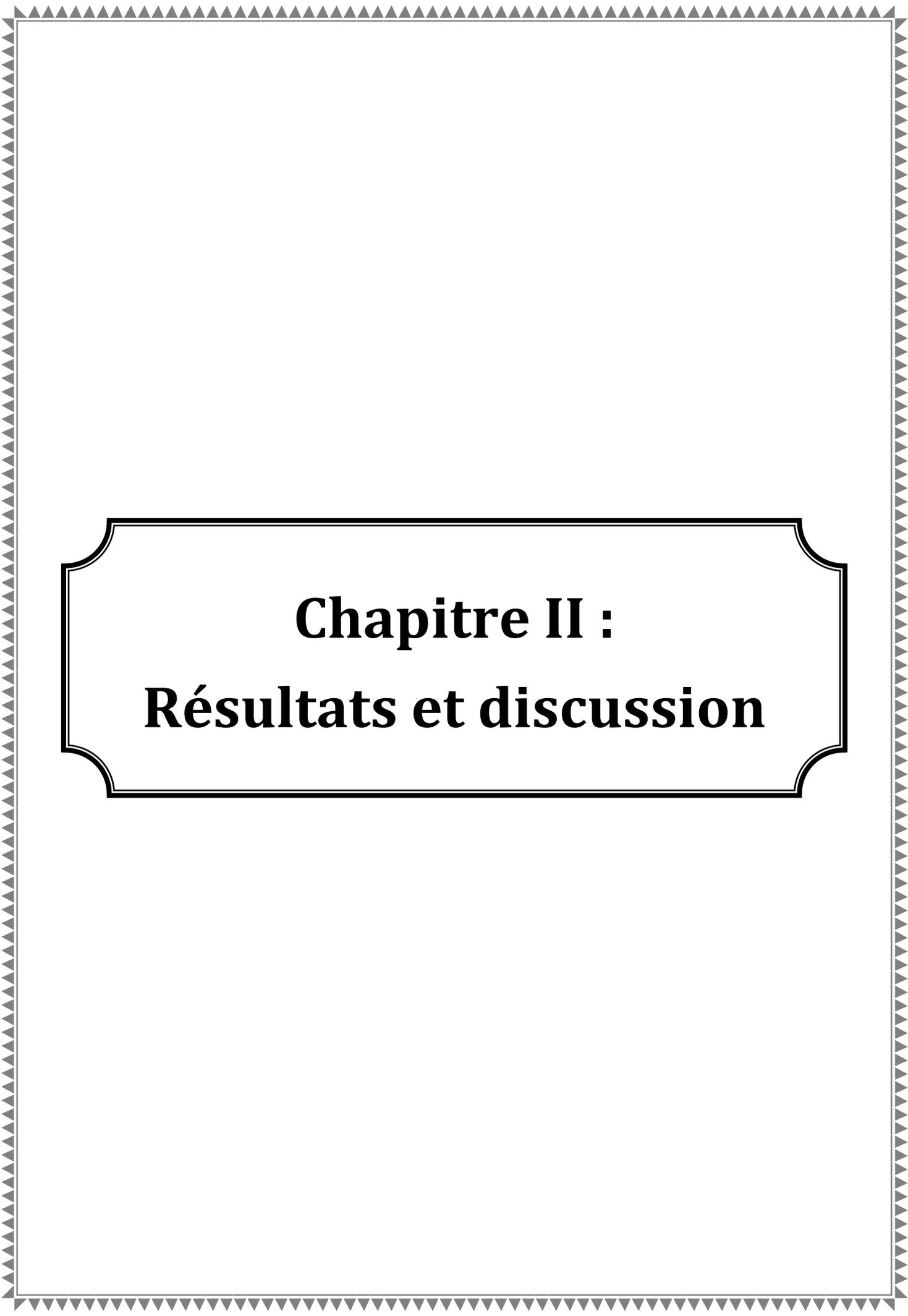
Figure 26: Mesure de la longueur de l'albumen.

4.3.3. Analyse statistique des résultats :

Les résultats des critères de la qualité des œufs des lots de l'expérience ont été obtenus par analyses statistiques.

L'analyse des résultats ont été faites par le logiciel XLSAT (version 2018. 5 ; AddinSoft®). Toutes les variables continues ont été vérifiées pour la normalité par le test Shapiro-Wilket si la variable ne suit pas la loi normale, des transformations de racine, racine carré et logarithme ont été faites. Ensuite, des tests de corrélation (corrélation de Pearson) ont été faits pour éviter la colinéarité entre les variables continues.

L'évaluation de l'effet de supplémentation des déchets des coquilles sur différents paramètres liés à l'œuf a été fait par des régressions linéaires généralisées (GLM) simples.



Chapitre II : **Résultats et discussion**

I. les performances zootechniques :**➤ Poids des poules :**

les poules ont été pesé deux fois, la premier au debut de l'expérience et la duxieme a la fin de l'experience. Les resultats obtenue sont mentionnés dans le tableau 11.

Tableau 10 : Poids moyen des poules au début et à la fin de l'expérience

Avant						
lot n°	lot 1	lot 2	lot 3	lot 4	lot 5	lot T
Nbre de poules	32	32	32	32	32	32
Moyenne	1,833	1,745	1,779	1,791	1,791	1,840
Uniformité	78,1%	59,4%	78,1%	71,9%	68,8%	81,3%
CV%	8,2%	10,5%	10,0%	9,8%	9,1%	8,6%

(b) a la fin de l'experience

après						
lot n°	lot 01	lot 02	lot 03	lot 04	lot 05	lot T
Nbre de poules	32	32	32	32	32	32
Moyenne	1,870	1,859	1,877	1,868	1,871	1,841
Uniformité	68,8%	62,5%	78,1%	65,6%	78,1%	65,6%
CV%	10,0%	9,6%	8,7%	13,0%	8,4%	10,4%

L'analyse statistique ne montre aucune différence significative ($p \geq 0,05$) entre les poids moyen des poules comparativement au témoin. Toute de même ,en valeur absolue, nos rmarquons une légère augmentaion de poids moyenne pour les lot 1,2,3,4,5 parapport au lot timoin (figure 29).

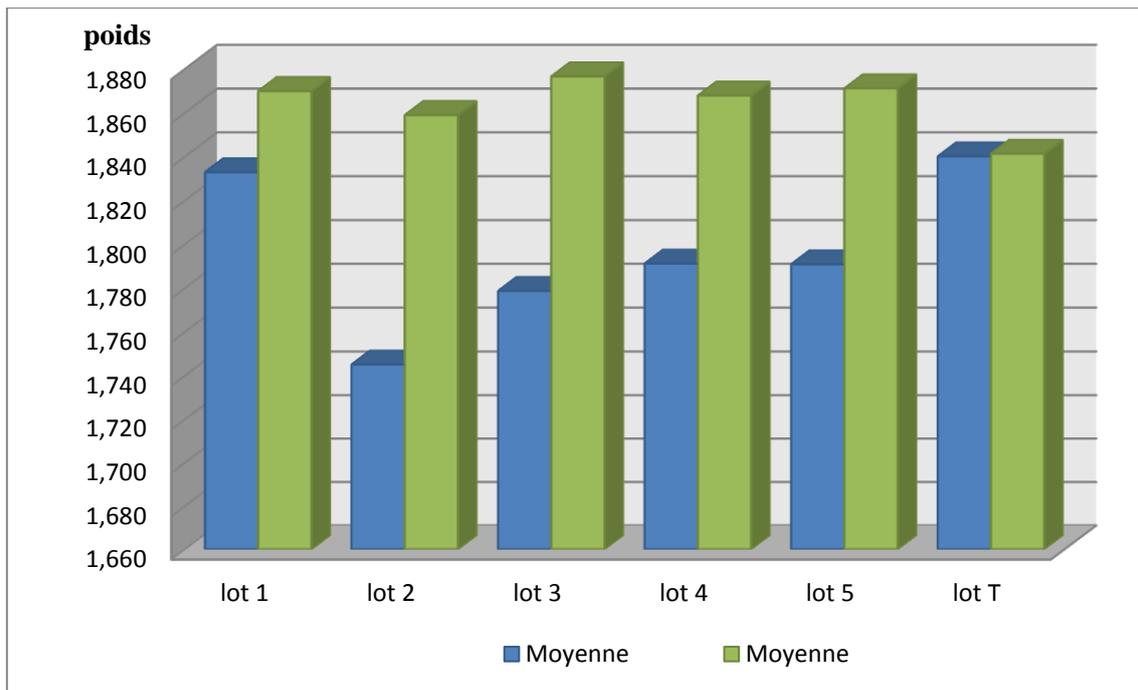


Figure 32 : comparaison de poids moyen des poules avant et après l’expérience

➤ **Consommation d’aliments :**

La consommation d’aliment est comparable pour les 6 lots , elle varie entre 78et78.6 kg (tableau 12).

Tableau 11 : consommation d’aliments de déffrent lot

N° de lot	Totale consommation
Lot 1	78kg
Lot2	78.2kg
Lot3	77.9kg
Lot4	78.1kg
Lot5	78.6kg
LotT	78.3kg

II. Résultats de la qualité des œufs

2. Qualité interne et externe des œufs

2.1. Qualité interne des œufs

Après avoir analysé les données de base collectées au cours de l'expérience, nous avons obtenu les résultats indiqués dans le tableau récapitulatif suivant :

Tableau 12 : Tableau récapitulative des Caractéristiques de la qualité des œufs des lots de l'expérience (Moyenne ± écart-type et valeur de p).

paramètres	LOT 1		LOT 2		LOT 3		LOT 4		LOT 5		LOT T
	Moy ± ET	P valu	Moy ± ET	P valu	Moy± ET	P valu	Moy ± ET	P valu	Moy± ET	P valu	Moy ± ET
Poid de l'œuf	62,36±4,49	0,59	62,1±4,35	0,45	64,73±3,7	0,17	66,3±6,74	0,009* **	6,66±3,53	0,27	63,03±5,20
Index de forme	0,36 ±0,09	0,001* **	0,37 ±0,07	0,001* **	0,38 ±0,07	0,001 ***	0,38 ±0,05	0,001 ***	0,037 ±0,06	0,001 ***	0,27±0,07
Poid de jaun	16,29 ±1,34	0,045* **	16,50 ±1,39	0,17	16,60 ±1,44	0,28	16,7 ±1,23	0,45	16,38 ±0,94	0,08	19,95±1,11
% de jaun	26,2 ±2,24	0,19	26,6 ±2,65	0,58	25,7 ±2,31	0,03* *	25,4 ±2,84	0,01**	26,6 ±2,18	0,56	27,02 ±2,34
Poid de blanc	36,6 ±5,99	0,23	38,1 ±5,01	0,78	40,7 ±4,51	0,18	39,7 ±9,83	0,48	35,82 ±5,44	0,09 *	38,35 ±6,21
% de blanc	58,38 ±7,46	0,08	61,20±5,45	0,20	62,89 ±5,00	0,29	59,28 ±10,27	0,10	57,98±7,37	0,03	60,88±6,43
J/B ration	53,6 ±12,04	0,98	53,4 ±15,9	0,97	48,3 ±12,4	0,15	51,2 ±14,9	0,51	55,3 ±13,1	0,61	53,57 ±15,22
Poid de coquille	7,81 ±9,7	0,03* **	6,20 ±0,6	0,53	6,07 ±0,83	0,64	6,57 ±0,62	0,34	6,03 ±0,54	0,44	5,6 ±0,74
Epaisseur de coquille	0,39 ±0,05	0,35	0,41 ±0,05	0,01 **	0,41 ±0,05	0,004 ***	0,43 ±0,05	0,0001 ***	0,41 ±0,04	0,003 **	0,37 ±0,04
Index de coquille	0,10 ±0,12	0,01	0,07 ±0,1	0,7	0,07 ±0,001	0,8	0,08 ±0,008	0,2	0,08 ±0,01	0,24	0,07 ±0,04
% de coquille	12,3 ±14,5	0,02* **	10 ±1,09	0,47	9,39 ±1,2	0,76	10 ±1,19	0,48	10 ±0,95	0,33	8,92 ±1,23
Unité de haugh	102 ±6,97	0,75	102 ±7,5	0,70	104 ±6,45	0,57	103 ±9,79	0,90	101 ±7,64	0,52	103,2±7,45

* significatif ** très significatif *** très hautement significatif

2.1.1. Poids de l'œuf :

Dans cette étude, l'analyse statistique montre un effet significatif ($p < 0,05$) de type de supplémentation sur le poids moyen des œufs pour le lot 04 (100% coquille concassé) ($p=0.009$). Les autres lots ne présentent aucune différence significative (Tableau 14).

Tableau 13 : Effet de la supplémentation des coquilles sur le poids de d'œuf.

Lots	Moyenne (g) ± ET*	Valeur de P	OR
Lot 1	62.36±4.49	0.59	0,51
Lot 2	62.1±4.35	0.45	0,39
Lot 3	64.73±3.7	0.17	5,47
Lot 4	66.3±6.74	0.009	26,22
Lot 5	61.66±3.53	0.27	0,25
Lot T	63.03±5.20	Référence	

*ET : écart type, P : probabilité, OR : odds ration

Les poids moyens des œufs dans cette étude est compris entre **61,66g** et **66,30g**, ils sont comparables à ceux trouvé par Pelícia 2007, (**65g**), mais meilleurs à ceux obtenu par Benrahou et Zaaboub 2014, (**62g**) et à ceux de Halbouche *et al.* 2009, (**54,6g**).

Nous avons constaté que la supplémentation des coquilles a concentration 100% de forme Concassé augmente le poids des œufs.

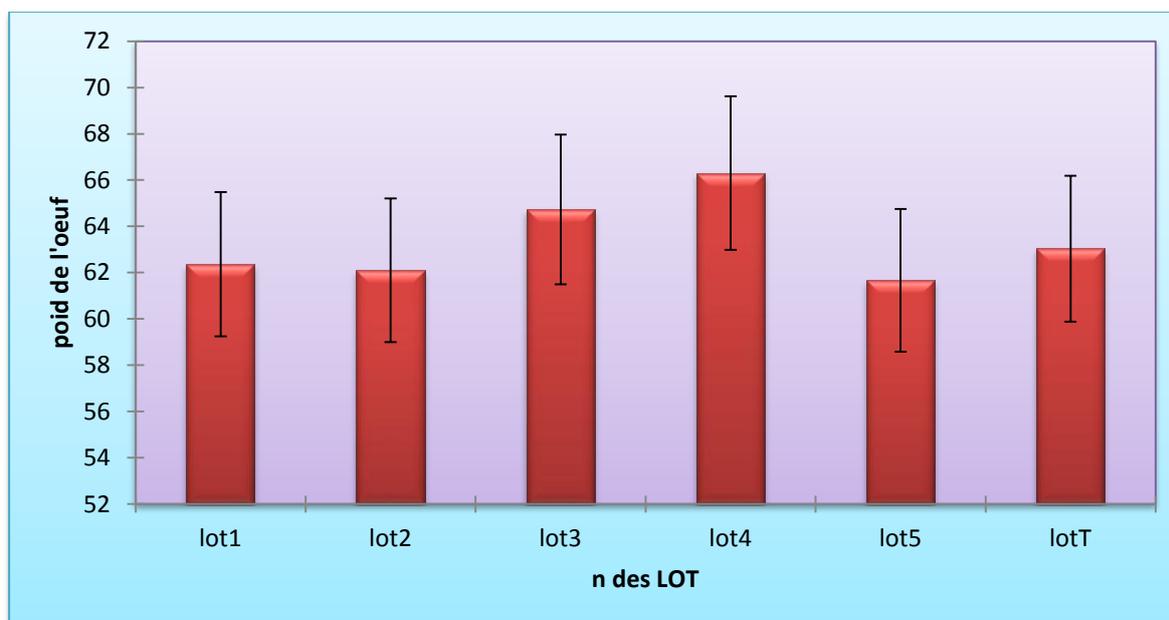


Figure 33 : Effet des supplémentation des coquilles sur le poids de l'œuf.

2.1.3. Poids et pourcentage du jaune :

Nous avons constaté que la supplémentation des coquilles à 75% (lot 3) a diminué significativement (OR=0.82 ; p=0.045) le poids de jaune d’œuf ($16,29 \pm 1,34$ g vs $16,95 \pm 1,11$ g pour le lot 3 et le lot T respectivement) (tableau 15 et figure 31).

Pour la proportion du jaune, une différence significative (p 0,05) a été constatée pour le lot 03 et 04 œufs, où nous avons remarqué une diminution de 1,5% de la proportion de jaune par rapport le lot témoin (Tableau 15). Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Moula 2007 (33,2 et 34,08%) mais comparable aux résultats obtenu par KASMI. 2017 (27,82%, 28,42%).

Tableau 14 : effet des supplémentations des coquilles sur le % de jaune.

Lots	Moyenne (%) ± ET*	Valeur de P	OR
Lot 1	26.2±2.24	0.19	0,44
Lot 2	26.6±2.65	0.58	0,70
Lot 3	25.7±2.31	0.03	0,26
Lot 4	25.7±2.31	0.01	0,20
Lot 5	26.6±2.18	0.56	0,69
Lot T	27.02±2.34	Référence	

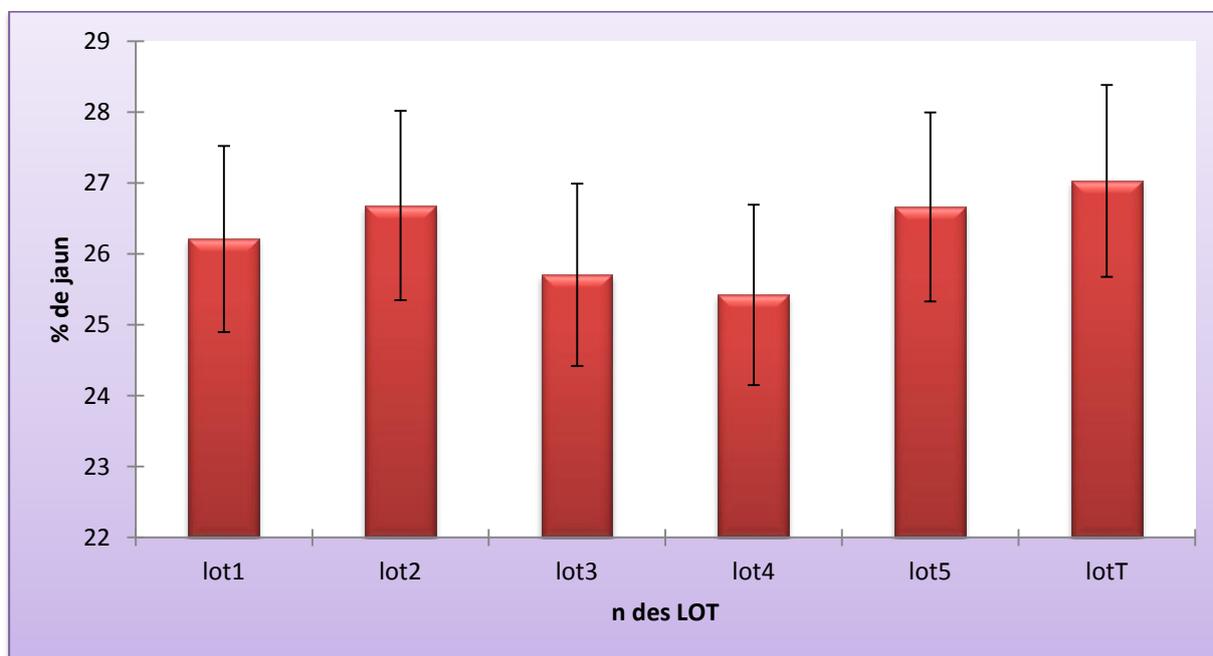


Figure 34 : Diagramme en bâton de l’effet des supplémentassions des coquilles sur le % de jaune

2.1.4. Poids et pourcentage d’albumen :

Pour le poids de l’albumen, aucune différence significative ($p > 0,05$) a été remarqué pour tous les lots expérimentaux.

Les résultats obtenus (tableau 16) montre que le poids et le % de l’albumen n’a pas été affecté ni par le % d’incorporation des coquilles ni par le mode de présentation. ce qui corrobore les résultats obtenus par Pelcia (2007) et Sheila et Scheideler (1988) qui ont démontré que la complémentation calcique n’affecte pas poids et le % de l’albumen.

Tableau 15 : effet des supplémentassions des coquilles sur le poids d’albumen

Lots	Moyenne (g) ± ET*	Valeur de P	OR
Lot 1	36,6±5,99	0,27	0,13
Lot 2	38,1±5,01	0,86	1,38
Lot 3	40,7±4,51	0,27	7,52
Lot 4	39,7±9,83	0,39	0,20
Lot 5	35,8±5,45	0,12	0,05
Lot T	38,56±6,21	Référence	

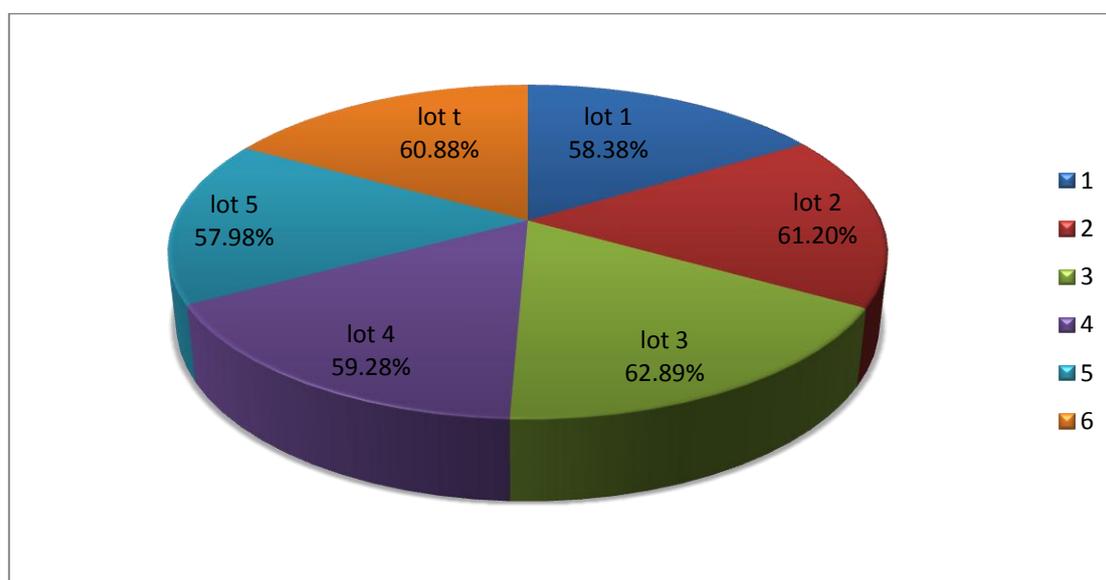


Figure 35 : diagramme en secteur de % d’albumen des différents lots.

2.1.5. Unite de haugh :

Dans la présente étude les unités Haugh ont été calculées afin d’apprécier la fraîcheur des œufs sur 06 lots d’étude. Aucune différence significative. Le coefficient de corrélation (R^2), 1% de la variabilité de la variable dépendante unité de haugh (UH) ($p < 0,05$) été observée entre les UH des lots figure 33.

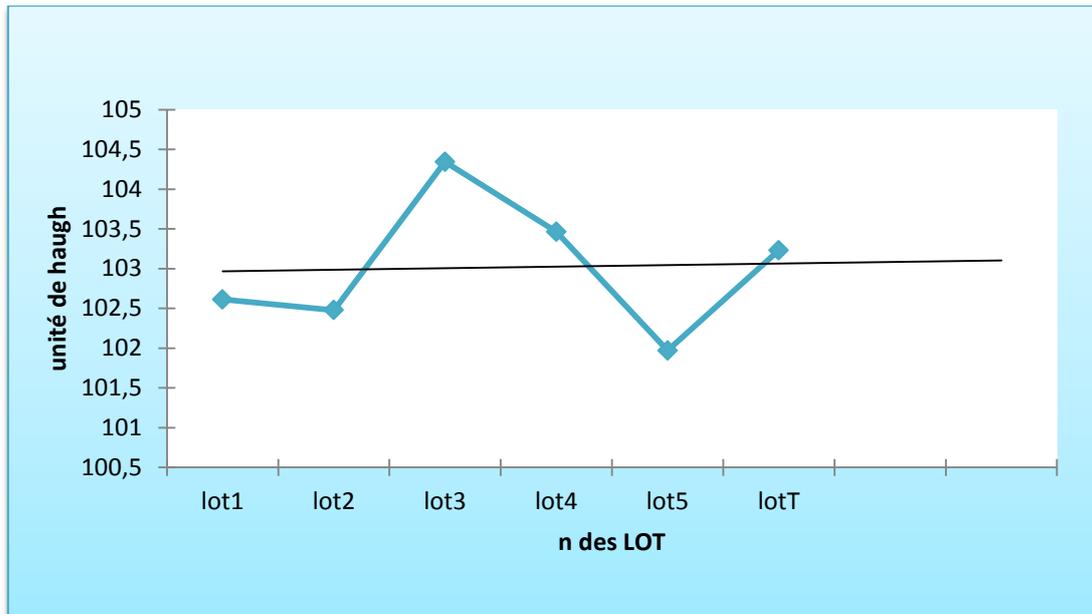


Figure 36 : Unités Haugh des différents lots

2.2. effet de la supplémentation calcique sur la qualité externe des oeufs :

2.2.1. Indic de couleur de la coquille :

Dans cette étude, nous avons constaté qu'il y a une amélioration de la couleur liée à la supplémentation des coquilles dans la ration alimentaire des poules comparativement au témoin (tableau 17, figure 34).

Ceci s'expliquerait par l'activation de métabolisme de l'hémoglobine de sang qui augmente le taux de déposition des pigments différents dans la cuticule et les couches calcifiées extérieures de la coquille.

Tableau 16 : indice de couleur des lots étudié

Lots	Indice de Couleur (moy)
Lot t	83,66
Lot 1	85,39
Lot 2	86,53
Lot 3	87,66
Lot 4	87,78
Lot 5	89,93

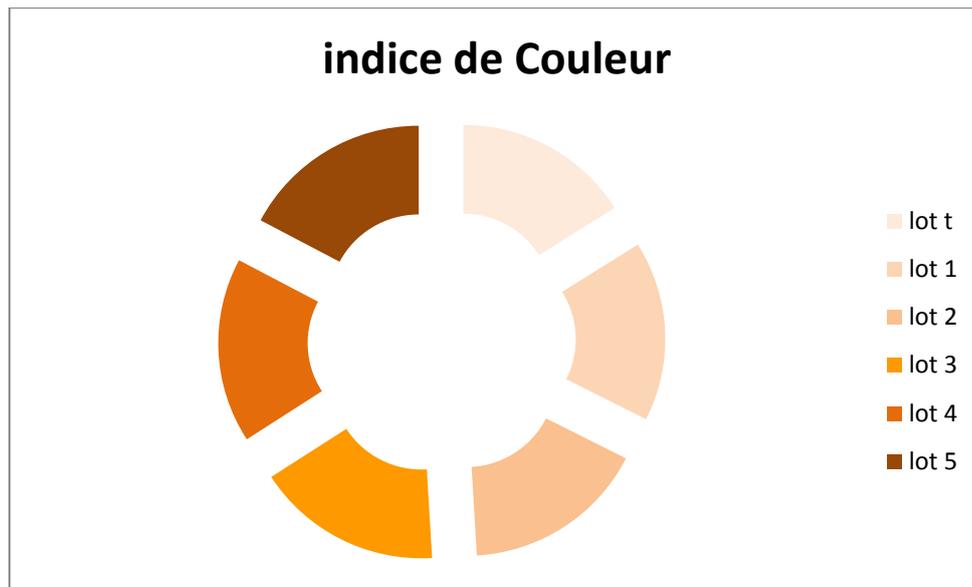


Figure 37 : Annu éclaté montre l'indice de couleur de chaque lots

2.1. Index de forme:

Les index de forme des œufs a une positifs signification ($p < 0,05$) pour les toute les lots par apport au lot T . Les résultats obtenu dans le tableau suivant :

Tableau 17 : effet des supplémentation des coquilles sur l'index de forme

Lots	Moyenne (g) \pm ET*	Valeur de P	OR
Lot 1	0.36 \pm 0.09	0.001	1.51
Lot 2	0.37 \pm 0.07	0.001	1.57
Lot 3	0.38 \pm 0.07	0.001	1.65
Lot 4	0.38 \pm 0.05	0.001	1.63
Lot 5	0.037 \pm 0.06	0.001	1.61
Lot T	0.27 \pm 0.07	Référence	

Selon les résultats obtenu nous avons constaté des meilleurs indices pour index de forme pour la géométrie de l'œuf.

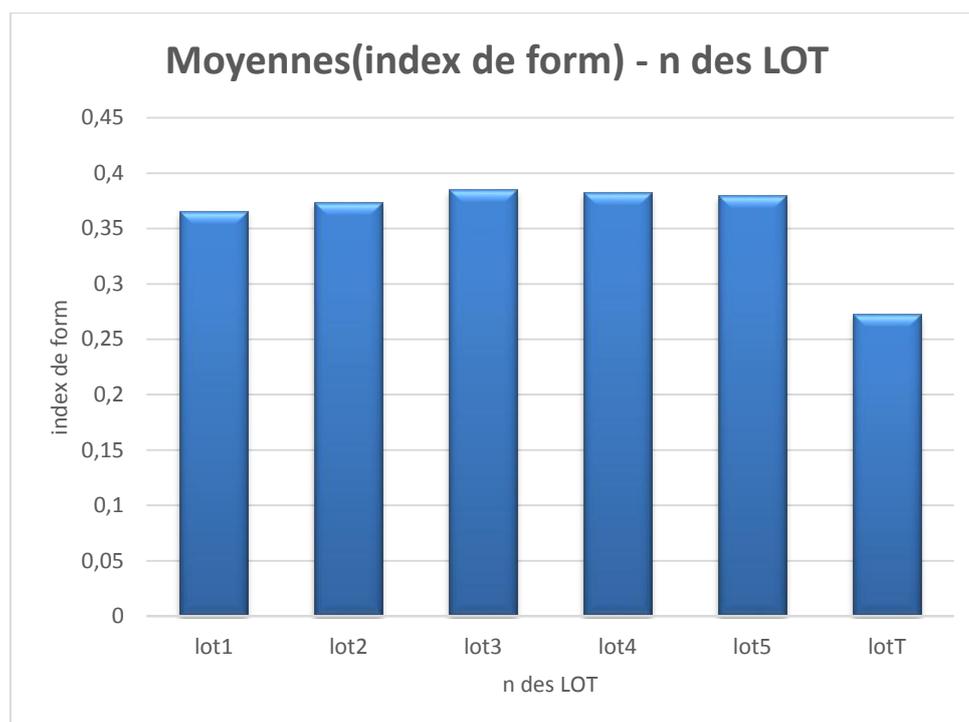


Figure 38 : effet des supplémentations des coquilles sur l'index de forme

2.2.2. Poids et Pourcentage de la coquille :

Dans cette étude, les valeurs des poids moyens de la coquille des 06 lots, sont comprises entre 5,6 et 7,81 g , proches aux valeurs de poids moyen de la coquille (6,5 g) qui a été enregistré par Hal bouche *et al.* (2009) et par Hal bouche *et al.* (2012) pour le poids moyen de la coquille obtenus sur des poules locales dans le Nord-Ouest algérien.

L'étude statistique a montré qu'il y a une différence significative ($p < 0,05$) comparativement au lot1, le % ; la complémentation calcique et le mode de présentation semble améliore le poids de la coquille.

Tableau 18 : effet des supplémentations des coquilles sur le poids de coquille.

Lots	Moyenne (g) \pm ET*	Valeur de P	OR
Lot 1	7.81 \pm 9.7	0.03	9,11
Lot 2	6.20 \pm 0.6	0.53	1,83
Lot 3	6.07 \pm 0.83	0.64	1,60
Lot 4	6.57 \pm 0.62	0.34	2,65
Lot 5	6.03 \pm 0.54	0.44	2,19
Lot T	5.6 \pm 0.74	Référence	

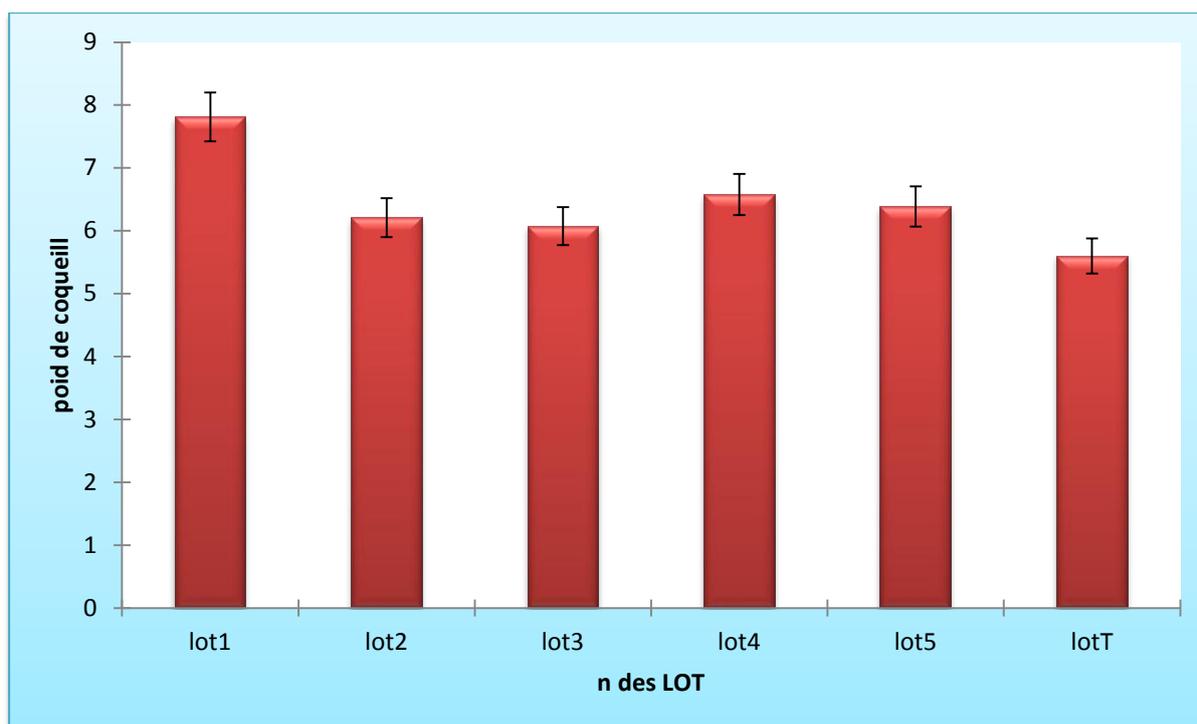


Figure 39 : Effet des supplémentassions des coquilles sur le poids de coquille.

2.2.3. Epaisseur de la coquille

L'épaisseur de la coquille était significativement différente ($p < 0,05$) parallèlement avec le pourcentage de supplémentassions des coquille dans la ration (Tableau 19 et la figure 36).

Tableau 19 : Effet des supplémentassions des coquilles sur l'épaisseur de coquille

Lots	Moyenne (g) \pm ET*	Valeur de P	OR
Lot 1	0.39 \pm 0.05	0.35	1,01
Lot 2	0.41 \pm 0.05	0.01	1,03
Lot 3	0.41 \pm 0.05	0.004	1,03
Lot 4	0.43 \pm 0.05	0.0001	1,05
Lot 5	0.41 \pm 0.04	0.003	1,04
Lot T	0.37 \pm 0.04	Référence	

Dans la présente étude l'épaisseur de coquille augmente linéairement avec le pourcentage de supplémentassions des coquilles dans la ration alimentaire des poules. Nos résultats de l'épaisseur de coquille sont meilleurs que ceux obtenus par Moula (2011) (0.33-0.34mm) résultats de l'épaisseur des coquilles des poules de races vietnamienne et à ceux de (Plicia.k 2007) (0,38-0,34mm) qui a alimenté les poules avec du calcium marin.

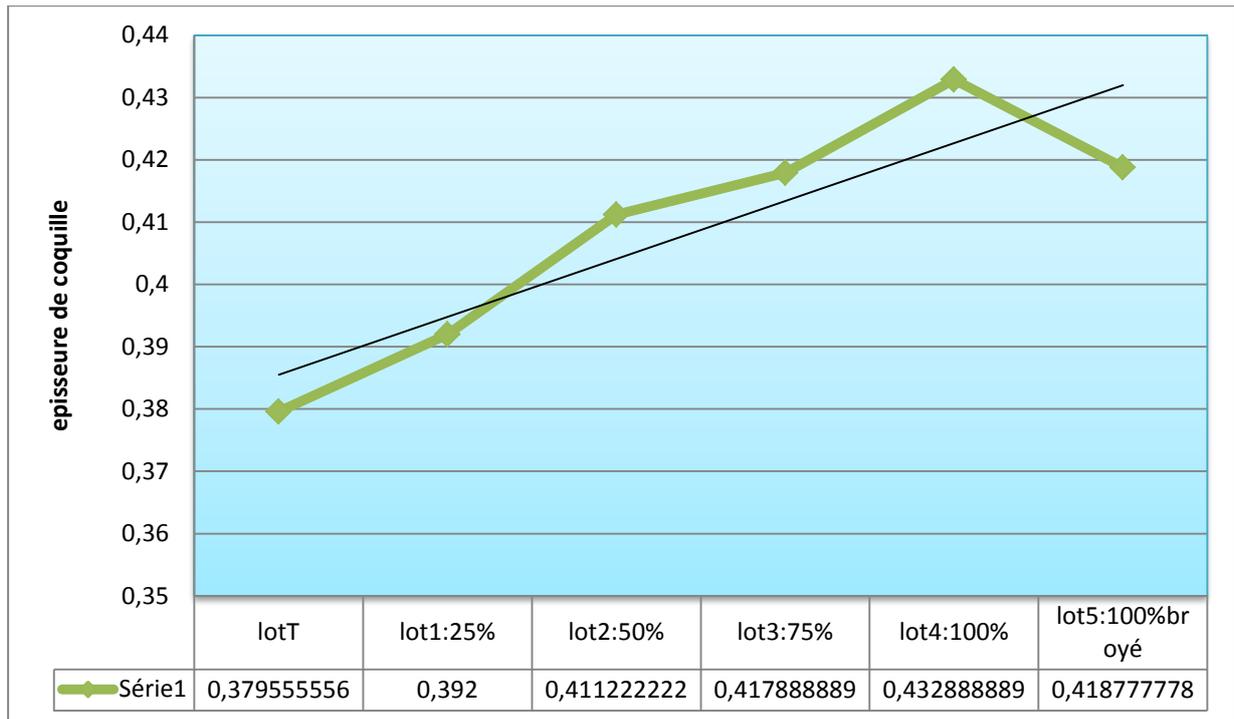


Figure 36: corrélation positive entre la supplémentation des coquilles dans la ration alimentaire sur l'épaisseur de coquille.

Les résultats présentés dans l'histogramme (figure 37) montrent également que l'épaisseur de la coquille a diminué dans le lot 05 qui reçoit la forme des coquille broyée, ce qui est confirmé par Sheila et (Scheideler **1998**).

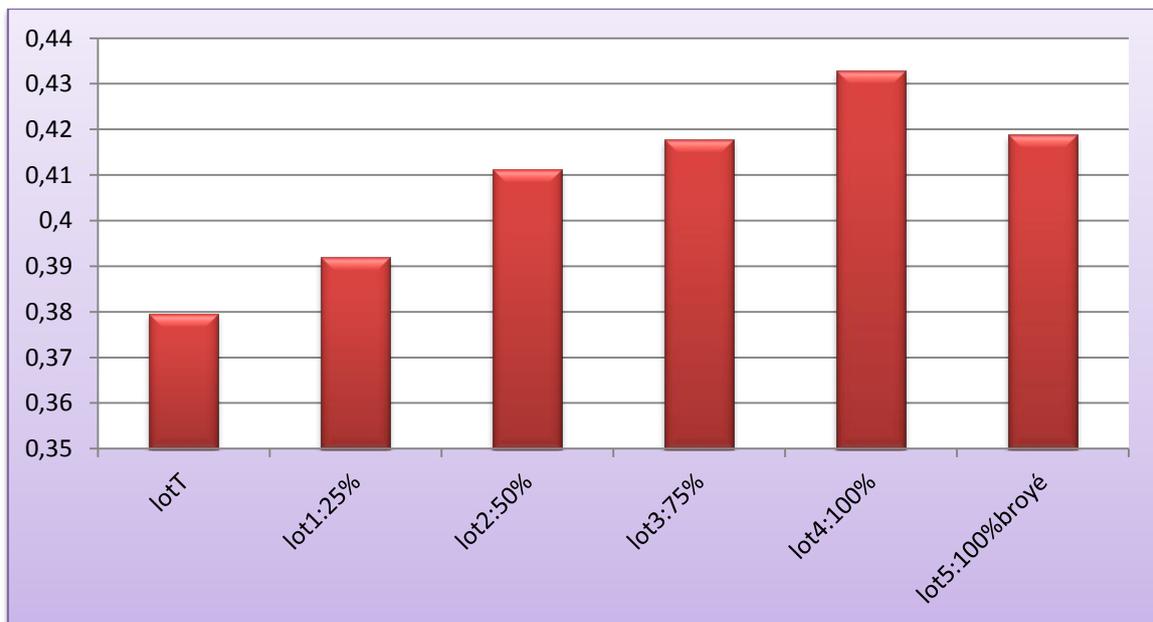


Figure 37: Diagramme en bâton de l'effet des supplémentation des coquilles sur l'épaisseur de la coquille.

Conclusion

Conclusion

La présente étude avait comme objectif de valoriser les coquilles de poules, comme un complément calcique dans l'alimentation des poules pondeuses d'œufs de consommation. Après analyse des données obtenus, il ressort que :

La supplémentation calcique à base de coquilles d'œufs à améliorer la qualité externe des œufs.

L'épaisseur des coquilles augmente linéairement avec le pourcentage de la supplémentation de coquilles dans la ration alimentaire des poules. La supplémentation des coquilles dans la ration alimentaire des poules pondeuses a permis une amélioration de la couleur

Ainsi, nous avons obtenu des meilleurs indices pour l'index de forme pour la géométrie de l'œuf

La forme concassée de la coquille (3-4 mm) a permis des résultats meilleurs que ceux obtenus par la forme broyée.

L'utilisation des taux élevés de coquilles d'œufs dans la ration destinée aux pondeuses, affecterait l'équilibre nutritionnel de l'aliment et probablement celui du fonctionnement rénal.

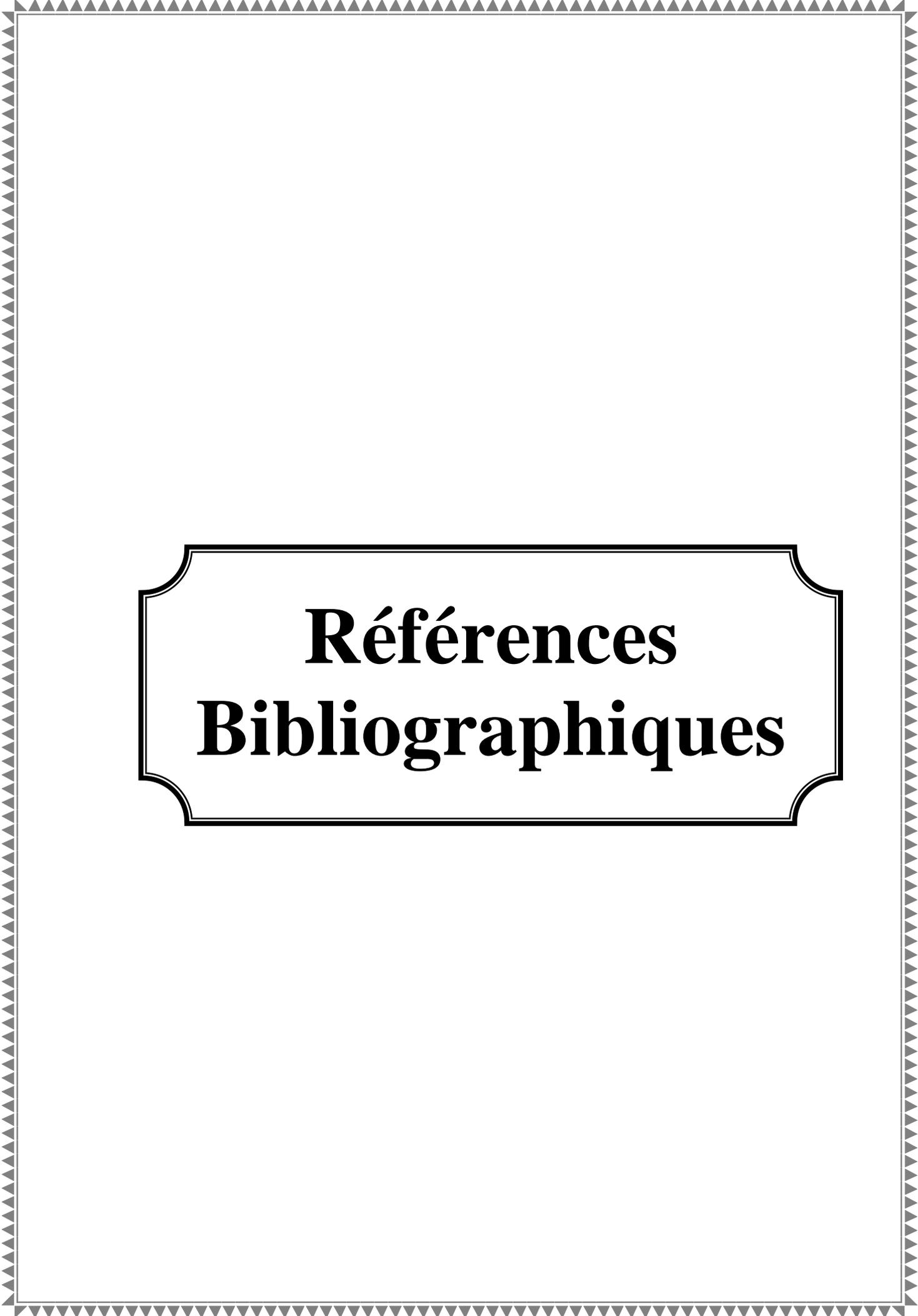
En termes de qualité interne, notre étude n'a montré aucun effet négatif pour la fraîcheur des œufs, toutefois une légère diminution du poids et proportion de jaune du lot qui a reçu des concentrations très élevées de coquilles

Enfin, la supplémentation calcique à base de coquilles d'œufs dans la ration alimentaire des poules pondeuses a permis une meilleure qualité externe des œufs avec les différents niveaux de suppléments.

En perspectives : il serait intéressant :

De confirmer les résultats avec un nombre élevé de poules et avec d'autres taux ou modes de présentation.

- Il est également recommandé de tenir compte de l'équilibre de la ration alimentaire des poules pondeuses particulièrement pour le rapport phospho-calcique.
- Maîtrise des normes de la conduite zootechnique d'élevage et amélioration des moyens et du matériel d'élevage.
- 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'élevage qui ont des besoins accrus en Calcium



**Références
Bibliographiques**

Références bibliographiques

1. ADAS, 1989. Food, farming land and leisure, Nottingham GB: Albumen Quality Chart
2. 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).
3. Atteh, J.O. et Leeson, S., 1985. Effects of dietary fat level on laying hens fed various concentrations of calcium. *Poultry Science*, 64 (11), pp.2090-2097
4. Bain, J.M. ET Hall, J. M., 1969. Observations on development and structure of vitelline membrane of hen's egg - an electron microscope study. *Australian Journal of Biological Sciences*, 22(3), pp.653-665
5. Balnave, D. ET Weatherup, S.T.C., 1974. The necessity of supplement in laying hen diets with linoleic. *British Poultry science*, 15(3), pp.325-331.
6. BANKOLE A. A., 2000. Contribution à l'étude des caractéristiques de la production des œufs de consommation dans la région de Dakar. Thèse: Méd. Vet: Dakar; 13.
7. Beaumont C., Calenge F., Chapuis H., Fablet J., Minvielle F., Tixier-Boichard M., 2010. Génétique de la qualité de l'œuf. In : Numéro Spécial, Qualité de l'œuf. Nys Y. (Ed). Inra Prod. Anim., 23, 123-132.
8. Bernard Sauveur, Michel de Reviere, Reproduction des volailles et production d'œufs, Editions Quae, 1988, p. 352.
9. Bourgeois-Adragna O. 1994. Valeur nutritionnelle de l'œuf. In : Thapon JL, Bourgeois CM. L'œuf et les ovoproduits. Editions Tec & Doc Lavoisier, Paris, 266-274.
10. 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. pp.251-263.
11. 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, pp.1330-1333.
12. DARE 1., 1977. Contribution à l'étude de l'aviculture au Niger. Thèse~" Méd.Vet: Dakar; 9.
13. Françoise Nau, Catherine Guérin-Dubiard, Florence Baron, Jean-Louis Thapon, Science et technologie de l'œuf : Volume 2, De l'œuf aux ovoproduits, Lavoisier, 2010 (lire en ligne [archive]), p. 7

14. Guioli, S., Sekido, R. ET Lovell-Badge, R., 2007. The origin of the Mullerian duct in chick and mouse. *Developmental Biology*, 302(2), pp.389-398.
15. Halbouche, M., Dahloun, L., Mouats, A., Didi, M., Benabdelmoumene, D. et Dahmouni Z., 2012. Sélection d'une Souche avicole locale thermotolérante en Algérie. Programme et résultats préliminaires. *European Journal of Scientific Research*, 71(4), pp.569-580.
16. Halbouche, M., Dahoum, L., Mouatz, 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. *Actes des Premières Journées d'Etude : ressources génétiques avicoles locales*. Mostaganem, Algérie, 23-24 Juin 2009
17. 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), pp.20-24.
18. Hartel, H., 1990. Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hens. *British Poultry Science*, 31(3), pp.473-494.
19. hylin international 2017 (T.S .Higginson,1863)
20. I. BOUVAREL1, Y. NYS2, M. PANHELEUX3, P. LESCOAT2. Comment l'alimentation des poules influence la qualité des œufs ?; *INRA Prod. Anim.*, 23 (2), 167-182
21. 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), pp.701-715.
22. Li-Chan ECY, Powrie WD, Nakai S. 1995. The chemistry of eggs and egg products. In: Stadelman WJ, Cotterill OJ. *Egg science and technology*. 4th Ed., Food Product Press, New York, 105-175
23. Mabe, I., Rapp, C., Bain, M.M. et Nys, Y., 2003. Supplementation of a corn soybean meal diet with manganese, copper and zine from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poultry Science*, 82(12), pp.1903-1913.
24. Maisonneuve et Larose, 1992. L'élevage de la volaille, Tome 2,
25. Mann K, Mann M. 2008. The chicken yolk plasma and granule proteomes. *Proteomics*, 8 : 178-191.

26. 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. pp.265-313.
27. 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. pp.265-313
28. Mineki, M. and M. Kobayashi, 1997, *Microstructure of yolk from fresh eggs by improved method*, Journal of Food Science, 62, (4): 757-761 –
29. 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
30. Nys, Y. and N. Guyot, 2011, Egg formation and chemistry, *Improving the safety and quality of eggs and egg products. Volume 1: Egg chemistry, production and consumption*, Y. Nys, M. Bain and F. v. Immerseel. Cambridge, UK, Woodhead Publishing Ltd: 83-132.
31. Nys, y., 2010. Structure et formation de l'oeuf. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'œuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp. 161-236..
32. Nys Y., Gautron J. (2007): Structure and Formation of the Egg shell. In: Bioactive Egg Compounds. Reiner Huopalahti, Rosina López-Fandino, Marc Anton, Rüdiger Schade. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 99–102.
33. 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), pp.549-562.
34. Nys, Y., 2001. Recent development in layer nutrition for optimising shell quality. *13th European Symposium on Poultry Nutrition*. Blankenberge : WPSA. pp.45-52.
35. Nys, Y., M. T. Hincke, J. L. Arias, J. M. Garcia-Ruiz and S. E. Solomon, 1999, Avian eggshell mineralization, *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10, (3): 143-166.
36. 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. pp.27-58
37. Protais, J., 1994. Mesure de la qualité. In: J L. Thapon, C M. Bourgeois, eds. 1994. *L'oeuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.48-60.

38. Rao KS, Roland DA, Adams JL. et al. Improved limestone retention in the gizzard of commercial leghorn hens. *Journal Applied of Poultry Research* 1992; 1(1):6-10.
39. Roland D. Eggshell quality IV: oystershell versus limestone and the importance of particle size or solubility of calcium source. *World's Poultry Science Journal* 1986; 42(2):166-171.
40. Roland DA. The extent of uncollected eggs due to inadequate Shell. *Poultry Science* 1977; 56(5):1517-1521.
41. Rose, S.P., 1997. *Principles of poultry science*. Wallingford : CAB international
42. Rostagno HS. Composição de alimentos e exigência nutricionais. *Tables Brasileiras para Aves e Suínos*; 2.ed. MG: Viçosa, 2000, 186p.
43. Sauveur B., Picard M., 1987. Environmental effects on egg quality. In: *Egg quality current problems and recent advances*. Well R.G., Belyavin C.G. (Eds). chap. 14, 219-234.
44. Sauveur, B., 1988. *Reproduction des volailles et production d'œufs*. Paris : INRA.
45. Scott, T.A. et Silversides, F.G., 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, 79(12), pp.1725–1729.
- 31-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), pp.1240-1245.
46. Şekeroğlu, A. et Altuntaş, E., 2008. Effects of egg weight on egg quality characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(3), pp.379-383.
47. 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), pp.1240-1245.
48. 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), pp.120-126.
49. Thim K, Craig NC. Effect on layer performance and shell quality of switching limestone with different solubilities. *Poultry Science* 1990; 69(12):2199-2203.
50. Tortuero F, Centeno C. Studies of the use of calcium carbonate in the feeding of laying hens during summer months. *Poultry Science* 1973; 52(3):866-872.
51. Valkonen, E., Venäläinen, E., Rossow, L. et Valaja, J., 2008. Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. *Poultry Science*, 87(5), pp.844-852

- 52.** Valkonen, E., Venäläinen, E., Rossow, L. et Valaja, J., 2008. Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. *Poultry Science*, 87(5), pp.844-852
- 53.** Vicenzi E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo – aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6, 1996, São Paulo, SP. Anais...São Paulo: APA, 1996, p. 77-91.
- 54.** Zhang B, Coon CN. The relationship of calcium intake, source, size solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. *Poultry Science*; 76(12):1702-1706.

Annexes

lots	n des LOT	poid de jaun	% de jaun	poid d'albumen	% d'albumen	rapport J/B	index de jaun	index d'albumen	poid de l'oeuf	poid de coqueill	index de form	epaisseur de coquille	index de coquille	% de coquille	unité de haugh
SEMAINE1	lotT	16,60	23,06	49,86	69,24	33,30	19,53	11,62	72,00	5,55	0,20	0,33	0,07	7,70	93,43
SEMAINE1	lotT	17,20	24,93	45,80	66,38	37,56	17,28	10,74	69,00	6,00	0,17	0,36	0,08	8,70	89,91
SEMAINE1	lotT	14,90	26,14	36,47	63,98	40,86	23,45	12,25	57,00	5,63	0,23	0,32	0,08	9,88	96,29
SEMAINE1	lotT	15,60	27,37	35,86	62,92	43,50	52,92	14,18	57,00	5,54	0,53	0,30	0,08	9,71	102,04
SEMAINE1	lotT	16,80	28,97	34,62	59,69	48,53	19,86	11,63	58,00	6,58	0,20	0,33	0,09	11,35	100,19
SEMAINE1	lotT	19,01	32,22	33,41	56,63	56,90	19,38	13,17	59,00	6,58	0,19	0,32	0,09	11,15	104,47
SEMAINE1	lotT	17,02	27,45	38,44	62,00	44,27	20,68	13,76	62,00	6,54	0,21	0,36	0,09	10,55	103,11
SEMAINE1	lotT	17,35	26,29	42,66	64,63	40,67	23,14	11,77	66,00	5,99	0,23	0,36	0,08	9,08	91,16
SEMAINE1	lotT	16,88	28,61	36,47	61,81	46,29	18,40	12,03	59,00	5,65	0,18	0,33	0,08	9,58	93,88
SEMAINE1	lotT	16,25	25,39	41,80	65,31	38,88	20,58	10,22	64,00	5,95	0,21	0,54	0,08	9,30	83,57
SEMAINE1	lot1	16,52	28,48	34,56	59,59	47,80	49,86	14,92	58,00	6,92	0,50	0,35	0,10	11,92	93,57
SEMAINE1	lot1	17,29	29,31	35,58	60,31	48,59	48,26	17,44	59,00	6,13	0,48	0,39	0,09	10,39	103,52
SEMAINE1	lot1	14,75	24,18	39,65	65,00	37,20	48,55	16,58	61,00	6,60	0,49	0,42	0,09	10,82	95,37
SEMAINE1	lot1	14,93	23,33	43,28	67,62	34,50	44,12	17,18	64,00	5,79	0,44	0,40	0,08	9,05	94,64
SEMAINE1	lot1	15,38	24,81	41,28	66,59	37,25	48,68	8,96	62,00	5,34	0,49	0,36	0,07	8,61	94,16
SEMAINE1	lot1	14,99	24,57	40,36	66,16	37,14	35,40	8,83	61,00	5,65	0,35	0,33	0,08	9,27	96,28
SEMAINE1	lot1	17,90	30,34	34,14	57,86	52,43	49,07	8,08	59,00	6,96	0,49	0,33	0,10	11,80	99,36
SEMAINE1	lot1	16,12	28,28	36,02	63,19	44,75	49,46	6,55	57,00	4,86	0,49	0,40	0,07	8,53	85,50
SEMAINE1	lot1	18,08	30,64	34,53	58,52	52,36	49,09	8,19	59,00	6,39	0,49	0,28	0,09	10,83	96,96
SEMAINE1	lot1	18,01	26,88	42,59	63,57	42,29	45,79	7,71	67,00	6,40	0,46	0,35	0,08	9,55	99,41
SEMAINE1	lot2	16,08	25,94	40,11	64,69	40,09	45,38	8,73	62,00	5,81	0,45	0,34	0,08	9,37	96,77
SEMAINE1	lot2	19,80	31,94	35,57	57,36	55,67	45,59	8,43	62,00	6,63	0,46	0,41	0,09	10,70	97,74
SEMAINE1	lot2	17,59	26,65	41,79	63,32	42,09	45,10	7,04	66,00	6,62	0,45	0,37	0,09	10,03	91,32
SEMAINE1	lot2	17,55	30,79	33,65	59,03	52,16	46,47	7,71	57,00	5,80	0,46	0,24	0,08	10,18	92,75
SEMAINE1	lot2	13,92	22,10	43,68	69,33	31,87	50,41	7,65	63,00	5,40	0,50	0,32	0,07	8,57	91,68
SEMAINE1	lot2	16,80	25,85	41,62	64,03	40,37	51,25	6,09	65,00	6,58	0,51	0,39	0,09	10,12	87,36

SEMAINE1	lot2	16,81	30,56	31,61	57,47	53,18	43,85	8,52	55,00	6,58	0,44	0,39	0,10	11,97	91,39
SEMAINE1	lot2	14,87	26,09	35,59	62,44	41,78	20,41	10,26	57,00	6,54	0,20	0,39	0,09	11,47	97,60
SEMAINE1	lot2	15,80	26,33	38,21	63,68	41,35	42,31	5,88	60,00	5,99	0,42	0,32	0,08	9,99	89,47
SEMAINE1	lot2	16,05	25,89	40,75	65,72	39,39	48,30	12,26	62,00	5,21	0,48	0,38	0,07	8,40	102,54
SEMAINE1	lot3	16,77	25,41	45,89	69,53	36,55	46,84	10,34	66,00	3,34	0,47	0,36	0,04	5,07	101,45
SEMAINE1	lot3	16,51	25,02	43,31	65,62	38,12	46,07	8,54	66,00	6,18	0,46	0,38	0,08	9,37	97,81
SEMAINE1	lot3	15,49	23,47	44,33	67,16	34,94	43,70	8,30	66,00	6,18	0,44	0,42	0,08	9,37	92,89
SEMAINE1	lot3	14,25	22,62	43,00	68,25	33,14	42,62	9,97	63,00	5,75	0,43	0,39	0,08	9,13	98,03
SEMAINE1	lot3	15,22	26,24	36,20	62,41	42,04	47,79	10,16	58,00	6,58	0,48	0,43	0,09	11,34	100,66
SEMAINE1	lot3	16,20	29,45	33,07	60,12	48,99	46,77	9,36	55,00	5,73	0,47	0,38	0,08	10,42	99,40
SEMAINE1	lot3	17,88	27,94	40,58	63,40	44,07	46,43	9,55	64,00	5,55	0,46	0,29	0,07	8,66	92,94
SEMAINE1	lot3	14,20	22,19	43,80	68,44	32,42	47,54	9,69	64,00	6,00	0,48	0,35	0,08	9,38	103,26
SEMAINE1	lot3	15,66	23,37	45,71	68,22	34,26	59,01	8,98	67,00	5,63	0,59	0,34	0,07	8,41	89,35
SEMAINE1	lot3	16,08	24,74	43,38	66,74	37,06	50,47	8,45	65,00	5,54	0,50	0,31	0,07	8,52	93,52
SEMAINE1	lot4	14,78	21,42	48,19	69,84	30,67	45,52	7,87	69,00	6,03	0,46	0,34	0,08	8,74	90,61
SEMAINE1	lot4	16,73	24,97	43,88	65,50	38,12	20,70	8,10	67,00	6,39	0,21	0,34	0,08	9,53	93,02
SEMAINE1	lot4	18,43	26,71	44,99	65,20	40,97	43,77	8,28	69,00	5,58	0,44	0,34	0,07	8,09	92,15
SEMAINE1	lot4	15,04	22,12	46,75	68,74	32,17	40,43	6,42	68,00	6,21	0,40	0,36	0,08	9,14	84,94
SEMAINE1	lot4	16,65	24,13	45,93	66,57	36,25	40,21	8,76	69,00	6,42	0,40	0,37	0,08	9,30	92,77
SEMAINE1	lot4	17,18	28,16	37,26	61,08	46,11	44,29	9,88	61,00	6,56	0,44	0,43	0,09	10,75	100,47
SEMAINE1	lot4	14,76	19,95	53,59	72,42	27,54	43,17	8,28	74,00	5,65	0,43	0,37	0,07	7,63	91,02
SEMAINE1	lot4	14,96	23,75	41,73	66,24	35,85	47,29	6,84	63,00	6,31	0,47	0,41	0,09	10,01	89,02
SEMAINE1	lot4	17,56	26,21	42,68	63,70	41,15	47,50	11,53	67,00	6,76	0,48	0,37	0,09	10,10	95,69
SEMAINE1	lot4	17,19	30,70	32,22	57,54	53,35	46,07	5,80	56,00	6,59	0,46	0,44	0,10	11,77	82,10
SEMAINE1	lot5	16,87	27,66	37,21	61,00	45,34	35,48	15,52	61,00	6,92	0,35	0,38	0,10	11,34	104,10
SEMAINE1	lot5	16,80	29,47	33,21	58,26	50,59	46,14	8,29	57,00	6,99	0,46	0,32	0,10	12,26	105,28
SEMAINE1	lot5	15,41	28,54	31,95	59,17	48,23	48,57	10,04	54,00	6,64	0,49	0,36	0,10	12,30	105,81
SEMAINE1	lot5	16,46	25,72	40,84	63,81	40,30	42,59	8,72	64,00	6,70	0,43	0,35	0,09	10,47	108,39
SEMAINE1	lot5	15,74	26,23	37,43	62,38	42,05	43,01	7,54	60,00	6,83	0,43	0,34	0,10	11,38	100,68

SEMAINE1	lot5	17,29	32,02	30,39	56,28	56,89	40,17	6,28	54,00	6,32	0,40	0,35	0,09	11,70	87,11
SEMAINE1	lot5	17,74	28,61	38,26	61,71	46,37	45,69	6,83	62,00	6,00	0,46	0,36	0,08	9,68	89,05
SEMAINE1	lot5	16,29	25,86	40,58	64,42	40,14	45,00	9,48	63,00	6,13	0,45	0,37	0,08	9,72	96,31
SEMAINE1	lot5	16,38	26,85	37,66	61,74	43,49	39,40	6,20	61,00	6,96	0,39	0,41	0,10	11,41	86,57
SEMAINE1	lot5	16,13	26,44	38,31	62,81	42,10	37,62	6,68	61,00	6,56	0,38	0,40	0,09	10,75	91,48
Les données obtenu dans la deuxième semaine															
SEMAINE2	lotT	17,00	28,81	29,77	50,45	57,11	45,55	8,87	59,00	4,42	0,24	0,41	0,06	7,49	109,30
SEMAINE2	lotT	16,00	24,62	39,97	61,50	40,03	41,80	9,68	65,00	5,41	0,31	0,42	0,05	8,32	113,05
SEMAINE2	lotT	17,00	32,69	18,93	36,40	89,82	606,09	7,29	52,00	4,38	0,24	0,39	0,06	8,42	106,35
SEMAINE2	lotT	16,00	27,59	30,00	51,73	53,33	47,26	8,19	58,00	5,41	0,30	0,39	0,06	9,33	106,96
SEMAINE2	lotT	18,00	27,27	38,33	58,07	46,96	43,59	8,62	66,00	4,40	0,25	0,39	0,05	6,67	109,72
SEMAINE2	lotT	18,00	27,69	36,94	56,83	48,73	43,87	11,47	65,00	5,37	0,30	0,37	0,05	8,26	115,85
SEMAINE2	lotT	17,00	24,29	45,31	64,73	37,52	49,51	9,12	70,00	5,40	0,29	0,42	0,05	7,71	109,36
SEMAINE2	lotT	16,00	24,24	41,35	62,65	38,70	48,27	8,79	66,00	4,41	0,23	0,40	0,05	6,68	107,00
SEMAINE2	lotT	18,00	28,57	34,03	54,01	52,90	44,31	10,50	63,00	4,40	0,25	0,40	0,05	6,98	114,33
SEMAINE2	lotT	17,00	26,56	37,07	57,92	45,86	45,19	9,25	64,00	5,37	0,29	0,36	0,05	8,39	109,76
SEMAINE2	lot1	14,00	20,59	41,69	61,30	33,58	194,18	8,45	68,00	5,73	0,07	0,37	0,07	8,42	111,81
SEMAINE2	lot1	17,00	26,15	33,33	51,28	51,00	19,84	5,74	65,00	5,51	0,30	0,40	0,07	8,48	99,01
SEMAINE2	lot1	16,00	26,23	29,48	48,34	54,27	40,35	6,39	61,00	5,29	0,35	0,35	0,07	8,67	99,31
SEMAINE2	lot1	16,00	25,81	30,02	48,43	53,29	49,71	6,89	62,00	6,17	0,35	0,43	0,08	9,95	101,64
SEMAINE2	lot1	15,00	25,42	28,54	48,38	52,56	51,21	8,98	59,00	5,04	0,27	0,35	0,07	8,53	108,24
SEMAINE2	lot1	16,00	26,67	28,15	46,92	56,83	50,75	12,15	60,00	5,18	0,27	0,40	0,07	8,63	119,65
SEMAINE2	lot1	18,00	27,27	32,19	48,78	55,91	47,81	11,44	66,00	6,54	0,34	0,38	0,09	9,90	111,25
SEMAINE2	lot1	16,00	25,81	31,75	51,21	50,39	47,24	8,65	62,00	4,44	0,25	0,38	0,06	7,17	109,47
SEMAINE2	lot1	16,00	24,24	29,24	51,20	52,61	51,35	9,53	66,00	59,05	0,29	0,40	0,77	89,47	107,40
SEMAINE2	lot1	16,00	27,59	24,33	41,95	65,76	54,53	8,66	58,00	6,08	0,30	0,38	0,09	10,49	103,13
SEMAINE2	lot2	14,00	23,73	34,84	59,05	40,18	47,18	11,61	59,00	6,17	0,33	0,43	0,06	10,46	113,03
SEMAINE2	lot2	17,00	26,15	38,49	59,21	44,17	44,53	7,00	65,00	5,04	0,28	0,37	0,05	7,75	104,35
SEMAINE2	lot2	18,00	32,73	21,83	39,70	82,45	47,61	9,31	55,00	5,18	0,27	0,44	0,07	9,42	110,87

SEMAINE2	lot2	17,00	28,33	31,26	52,09	54,39	45,00	7,74	60,00	6,54	0,38	0,39	0,06	10,89	102,25
SEMAINE2	lot2	16,00	23,53	44,05	64,78	36,32	46,36	8,52	68,00	4,44	0,23	0,42	0,05	6,53	107,72
SEMAINE2	lot2	17,00	25,37	41,18	61,46	41,29	45,23	8,36	67,00	6,59	0,39	0,42	0,06	9,83	110,15
SEMAINE2	lot2	17,00	26,98	35,58	56,47	47,79	44,65	7,70	63,00	6,97	0,38	0,42	0,06	11,06	104,05
SEMAINE2	lot2	19,00	28,36	38,16	56,96	49,79	46,46	10,54	67,00	6,38	0,32	0,45	0,06	9,52	112,88
SEMAINE2	lot2	15,00	21,43	48,14	68,77	31,16	46,91	9,83	70,00	7,30	0,43	0,46	0,05	10,43	110,33
SEMAINE2	lot2	15,00	23,08	41,50	63,85	36,14	43,38	8,75	65,00	6,26	0,37	0,44	0,06	9,62	106,57
SEMAINE2	lot3	15,00	23,08	41,47	63,80	36,17	43,95	8,73	65,00	5,45	0,32	0,44	0,06	8,38	106,42
SEMAINE2	lot3	19,00	28,79	36,74	55,67	51,71	42,85	9,51	66,00	5,47	0,31	0,45	0,06	8,29	109,86
SEMAINE2	lot3	18,00	31,03	26,49	45,66	67,96	50,84	8,50	58,00	5,48	0,28	0,46	0,07	9,45	107,66
SEMAINE2	lot3	18,00	28,57	34,00	53,97	52,94	42,35	10,25	63,00	5,43	0,29	0,42	0,06	8,62	111,72
SEMAINE2	lot3	17,00	25,76	39,80	60,31	42,71	45,23	10,30	66,00	5,44	0,30	0,44	0,06	8,24	113,22
SEMAINE2	lot3	15,00	23,44	40,11	62,68	37,39	38,26	7,62	64,00	5,45	0,32	0,44	0,06	8,52	103,99
SEMAINE2	lot3	17,00	26,98	35,58	56,47	47,79	45,50	7,60	63,00	6,44	0,36	0,44	0,06	10,22	104,72
SEMAINE2	lot3	16,00	23,88	42,65	63,66	37,52	44,99	9,96	67,00	6,47	0,36	0,44	0,06	9,66	112,19
SEMAINE2	lot3	17,00	24,29	45,23	64,62	37,58	42,92	9,71	70,00	7,48	0,38	0,46	0,06	10,69	112,40
SEMAINE2	lot3	17,00	26,15	38,38	59,04	44,30	49,46	10,83	65,00	6,47	0,35	0,46	0,06	9,95	114,41
SEMAINE2	lot4	17,00	25,37	35,34	52,74	48,11	46,01	11,38	67,00	6,29	0,35	0,49	0,08	9,39	116,47
SEMAINE2	lot4	19,00	26,39	37,32	51,83	50,91	0,49	8,49	72,00	8,29	0,42	0,48	0,10	11,52	108,18
SEMAINE2	lot4	16,00	26,23	27,61	45,26	57,95	45,19	11,32	61,00	7,16	0,40	0,44	0,10	11,74	115,69
SEMAINE2	lot4	17,00	30,36	20,01	35,73	84,96	42,57	9,02	56,00	5,63	0,31	0,41	0,08	10,06	109,78
SEMAINE2	lot4	15,00	25,00	28,41	47,36	52,79	45,61	8,05	60,00	6,59	0,38	0,46	0,09	10,98	105,88
SEMAINE2	lot4	18,00	27,27	31,76	48,12	56,68	46,81	9,17	66,00	6,97	0,39	0,38	0,09	10,56	114,42
SEMAINE2	lot4	16,00	29,09	19,53	35,51	81,93	48,63	9,25	55,00	6,38	0,36	0,45	0,09	11,60	112,79
SEMAINE2	lot4	17,00	24,29	38,41	54,88	44,26	44,16	9,05	70,00	7,30	0,40	0,43	0,09	10,43	107,20
SEMAINE2	lot4	17,00	25,37	35,37	52,79	48,06	44,22	9,99	67,00	6,26	0,34	0,45	0,08	9,34	113,36
SEMAINE2	lot4	17,00	27,87	26,86	44,04	63,28	56,26	10,25	61,00	6,27	0,31	0,43	0,09	10,28	111,70
SEMAINE2	lot5	17,00	26,15	32,85	50,53	51,76	44,27	7,29	65,00	6,00	0,33	0,42	0,08	9,23	101,85
SEMAINE2	lot5	16,00	26,67	27,16	45,26	58,92	46,28	4,54	60,00	6,18	0,32	0,42	0,09	10,29	95,86

SEMAINE2	lot5	16,00	26,23	27,91	45,76	57,32	50,40	9,74	61,00	6,86	0,36	0,41	0,09	11,24	113,30
SEMAINE2	lot5	14,00	21,21	39,40	59,70	35,53	46,85	5,22	66,00	5,39	0,29	0,38	0,07	8,16	97,58
SEMAINE2	lot5	16,00	28,07	23,58	41,38	67,84	47,36	8,72	57,00	5,35	0,29	0,44	0,08	9,38	108,69
SEMAINE2	lot5	15,00	23,44	40,07	62,60	37,44	38,85	8,04	64,00	4,96	0,36	0,47	0,07	9,31	104,93
SEMAINE2	lot5	15,50	25,41	28,59	46,87	54,21	41,59	8,43	61,00	7,00	0,40	0,45	0,10	11,48	113,01
SEMAINE2	lot5	18,00	27,69	30,48	46,90	59,05	41,63	9,36	65,00	6,83	0,39	0,41	0,09	10,50	112,46
SEMAINE2	lot5	16,00	25,00	32,92	51,43	48,61	46,71	8,43	64,00	6,09	0,34	0,39	0,08	9,51	107,67
SEMAINE2	lot5	16,00	26,23	28,05	45,99	57,04	29,68	8,45	61,00	6,72	0,57	0,44	0,09	11,01	110,77
Les données obtenu dans la troisième semaine															
SEMAINE3	lotT	16,00	23,19	46,23	66,99	50,16	52,47	6,64	69,00	6,78	0,35	0,38	0,09	9,82	105,99
SEMAINE3	lotT	16,00	26,67	38,12	63,53	69,95	49,70	6,93	60,00	5,88	0,32	0,41	0,08	9,80	102,86
SEMAINE3	lotT	17,00	24,29	46,40	66,28	52,34	48,69	7,16	70,00	6,60	0,33	0,40	0,08	9,43	104,23
SEMAINE3	lotT	16,00	25,81	39,66	63,97	65,07	50,31	7,43	62,00	6,34	0,32	0,40	0,09	10,23	104,40
SEMAINE3	lotT	16,00	30,19	31,85	60,09	94,78	57,71	8,33	53,00	5,15	0,28	0,39	0,08	9,72	108,12
SEMAINE3	lotT	18,00	27,27	42,30	64,09	64,47	49,25	7,88	66,00	5,70	0,30	0,38	0,07	8,64	108,20
SEMAINE3	lotT	16,00	26,23	39,82	65,28	65,87	45,26	6,21	61,00	5,18	0,31	0,40	0,07	8,49	101,00
SEMAINE3	lotT	20,00	27,78	45,60	63,33	60,92	48,91	5,92	72,00	6,40	0,33	0,39	0,08	8,89	101,68
SEMAINE3	lotT	19,00	29,69	38,62	60,34	76,87	45,27	6,25	64,00	6,38	0,34	0,38	0,09	9,97	100,31
SEMAINE3	lotT	17,00	26,98	41,35	65,63	65,26	46,01	5,54	63,00	4,65	0,25	0,38	0,06	7,38	100,38
SEMAINE3	lot1	16,00	28,57	33,88	60,50	84,33	44,82	5,18	56,00	6,12	0,36	0,46	0,09	10,93	96,73
SEMAINE3	lot1	18,00	26,87	42,34	63,19	63,45	49,81	8,89	67,00	6,66	0,34	0,45	0,09	9,94	108,50
SEMAINE3	lot1	16,00	27,12	36,51	61,88	74,28	48,97	7,48	59,00	6,49	0,36	0,59	0,09	11,00	105,92
SEMAINE3	lot1	20,00	28,99	41,92	60,75	69,14	47,12	6,19	69,00	7,08	0,36	0,44	0,09	10,26	101,78
SEMAINE3	lot1	15,00	26,32	36,38	63,82	72,34	47,53	7,77	57,00	5,62	0,30	0,43	0,08	9,86	106,95
SEMAINE3	lot1	16,00	24,24	44,01	66,68	55,08	48,42	8,92	66,00	5,99	0,31	0,39	0,08	9,08	109,82
SEMAINE3	lot1	17,00	23,61	47,99	66,65	49,20	45,56	7,54	72,00	7,01	0,38	0,36	0,09	9,73	104,86
SEMAINE3	lot1	16,00	23,88	44,72	66,75	53,40	5,22	6,82	67,00	6,28	0,34	0,39	0,08	9,37	105,66
SEMAINE3	lot1	14,00	25,45	35,19	63,98	72,33	47,02	7,50	55,00	5,81	0,35	0,39	0,09	10,56	106,32
SEMAINE3	lot1	17,00	24,64	44,77	64,88	55,03	45,93	5,88	69,00	7,23	0,38	0,40	0,09	10,48	102,16

SEMAINE3	lot2	18,00	29,03	37,39	60,31	77,65	50,46	7,41	62,00	6,61	0,35	0,42	0,09	10,66	107,79
SEMAINE3	lot2	18,00	26,09	44,11	63,93	59,14	48,55	7,04	69,00	6,89	0,35	0,44	0,09	9,99	103,22
SEMAINE3	lot2	16,00	26,23	38,73	63,49	67,72	43,14	7,58	61,00	6,27	0,36	0,43	0,09	10,28	104,54
SEMAINE3	lot2	14,00	25,45	34,98	63,60	72,77	45,72	9,53	55,00	6,02	0,34	0,49	0,09	10,95	111,48
SEMAINE3	lot2	16,00	25,00	41,28	64,50	60,56	48,94	7,46	64,00	6,72	0,35	0,48	0,09	10,50	105,31
SEMAINE3	lot2	17,00	26,98	39,42	62,57	68,45	47,54	7,82	63,00	6,58	0,33	0,46	0,09	10,44	106,96
SEMAINE3	lot2	16,00	29,09	33,58	61,05	86,63	42,67	8,62	55,00	5,42	0,33	0,47	0,08	9,85	108,69
SEMAINE3	lot2	17,00	26,15	40,94	62,98	63,88	49,52	7,88	65,00	7,06	0,37	0,49	0,09	10,86	108,15
SEMAINE3	lot2	16,00	28,07	35,08	61,54	80,02	45,47	6,72	57,00	5,92	0,33	0,43	0,09	10,39	100,97
SEMAINE3	lot2	17,00	26,56	40,23	62,86	66,03	48,32	4,83	64,00	6,77	0,34	0,45	0,09	10,58	96,43
SEMAINE3	lot3	16,00	26,23	38,70	63,44	67,78	48,11	7,10	61,00	6,30	0,33	0,44	0,09	10,33	106,27
SEMAINE3	lot3	18,00	28,13	40,54	63,34	69,38	54,02	8,42	64,00	5,46	0,28	0,45	0,07	8,53	108,25
SEMAINE3	lot3	15,00	23,08	43,62	67,11	52,90	52,31	7,71	65,00	6,38	0,32	0,38	0,08	9,82	106,57
SEMAINE3	lot3	20,00	27,03	46,01	62,18	58,74	50,18	7,37	74,00	7,99	0,41	0,50	0,10	10,80	105,51
SEMAINE3	lot3	17,00	23,94	47,33	66,66	50,59	42,83	6,81	71,00	6,67	0,36	0,38	0,08	9,39	103,18
SEMAINE3	lot3	16,00	25,81	39,81	64,21	64,82	47,78	7,69	62,00	6,19	0,35	0,50	0,08	9,98	107,10
SEMAINE3	lot3	15,00	23,08	42,89	65,98	53,80	46,61	7,38	65,00	7,11	0,40	0,45	0,09	10,94	105,17
SEMAINE3	lot3	18,00	27,27	41,06	62,21	66,42	44,76	8,35	66,00	6,94	0,37	0,46	0,09	10,52	107,00
SEMAINE3	lot3	17,00	25,37	43,43	64,82	58,42	51,89	7,35	67,00	6,57	0,33	0,43	0,09	9,81	108,78
SEMAINE3	lot3	19,00	28,79	40,43	61,26	71,20	50,33	7,60	66,00	6,57	0,34	0,44	0,09	9,95	106,59
SEMAINE3	lot4	16,00	17,78	67,96	75,51	26,16	49,68	9,45	90,00	6,04	0,32	0,45	0,06	6,71	107,97
SEMAINE3	lot4	15,00	26,32	36,06	63,26	72,98	45,20	8,76	57,00	5,94	0,35	0,44	0,09	10,42	108,84
SEMAINE3	lot4	18,00	25,71	44,98	64,26	57,17	49,12	7,31	70,00	7,02	0,35	0,47	0,09	10,03	106,05
SEMAINE3	lot4	18,00	28,13	38,91	60,80	72,28	48,68	8,63	64,00	7,09	0,36	0,47	0,09	11,08	109,06
SEMAINE3	lot4	18,00	25,71	45,72	65,31	56,24	48,27	7,88	70,00	6,28	0,32	0,45	0,08	8,97	109,50
SEMAINE3	lot4	18,00	26,87	42,29	63,12	63,53	46,08	10,44	67,00	6,71	0,36	0,46	0,09	10,01	112,46
SEMAINE3	lot4	17,00	25,00	44,11	64,87	56,68	50,14	6,42	68,00	6,89	0,34	0,51	0,09	10,13	101,10
SEMAINE3	lot4	18,00	25,71	44,98	64,26	57,17	44,15	8,36	70,00	7,02	0,39	0,49	0,09	10,03	109,22
SEMAINE3	lot4	16,00	24,62	42,31	65,09	58,18	46,32	7,99	65,00	6,69	0,37	0,50	0,09	10,29	106,12

SEMAINE3	lot4	15,00	21,43	47,00	67,14	45,60	45,32	7,76	70,00	8,00	0,46	0,56	0,10	11,43	106,31
SEMAINE3	lot5	16,00	24,24	43,55	65,98	55,67	45,44	4,92	66,00	6,45	0,38	0,50	0,08	9,77	94,88
SEMAINE3	lot5	17,00	26,56	40,03	62,55	66,36	42,70	5,15	64,00	6,97	0,40	0,48	0,09	10,89	98,46
SEMAINE3	lot5	18,00	28,13	39,63	61,92	70,97	39,61	5,22	64,00	6,37	0,38	0,43	0,09	9,95	93,86
SEMAINE3	lot5	18,00	26,47	43,21	63,54	61,26	47,08	5,73	68,00	6,79	0,37	0,47	0,09	9,99	100,37
SEMAINE3	lot5	16,00	24,62	42,00	64,61	58,62	50,47	5,66	65,00	7,01	0,41	0,49	0,09	10,78	98,96
SEMAINE3	lot5	17,00	28,33	36,59	60,98	77,43	49,54	8,06	60,00	6,41	0,32	0,47	0,09	10,68	108,10
SEMAINE3	lot5	16,00	24,62	42,50	65,38	57,92	49,97	6,40	65,00	6,50	0,33	0,47	0,09	10,00	103,96
SEMAINE3	lot5	17,00	28,81	36,05	61,10	79,93	45,64	6,24	59,00	5,95	0,32	0,48	0,08	10,08	102,77
SEMAINE3	lot5	17,00	30,36	33,27	59,41	91,24	47,17	8,04	56,00	5,73	0,30	0,47	0,08	10,23	106,35
SEMAINE3	lot5	15,00	24,19	40,99	66,12	59,02	46,21	9,13	62,00	6,01	0,32	0,44	0,08	9,69	110,50

Les données de poids avant et après l'expérience

Oiseau #	lot 1	lot 2	lot 3	lot 4	lot 5	lot 6	lot 01	lot 02	lot 03	lot 04	lot 05	lot 06
Comptage	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Moyenne	1,833	1,745	1,779	1,791	1,791	1,840	1,870	1,859	1,877	1,868	1,871	1,841
Uniformité	78,1%	59,4%	78,1%	71,9%	68,8%	81,3%	68,8%	62,5%	78,1%	65,6%	78,1%	65,6%
CV%	8,2%	10,5%	10,0%	9,8%	9,1%	8,6%	10,0%	9,6%	8,7%	13,0%	8,4%	10,4%
1	2,180	2,010	2,255	1,610	1,475	1,690	1,660	1,835	1,765	1,690	1,760	1,785
2	1,800	2,000	1,980	1,840	1,735	1,425	1,835	1,855	1,965	1,515	1,815	1,515
3	1,950	1,535	1,815	1,595	1,670	1,925	2,250	1,665	1,755	1,805	1,775	1,765
4	1,910	1,720	1,740	1,910	1,630	2,020	1,680	1,645	1,950	1,940	2,060	1,300
5	2,125	1,635	1,470	1,660	1,570	1,710	1,925	1,685	1,895	1,770	1,845	2,065
6	1,585	1,765	1,655	2,125	1,835	1,850	1,905	2,070	1,900	1,695	2,170	1,925
7	1,920	1,430	1,470	1,745	1,835	2,105	2,185	1,730	1,890	2,440	1,995	1,870
8	2,045	1,795	1,830	1,455	1,665	1,695	1,695	1,715	1,920	1,885	1,830	1,960
9	1,675	1,610	1,620	1,755	1,900	1,735	1,700	1,960	1,665	2,040	1,605	1,880
10	1,865	1,980	1,710	1,810	1,840	1,500	2,165	2,130	1,665	2,280	1,590	2,200
11	1,825	1,885	1,510	1,660	2,130	1,765	1,860	2,085	1,750	1,990	2,180	1,600
12	1,870	1,860	1,875	1,660	1,970	1,735	1,835	2,195	1,780	2,130	2,050	1,795
13	1,895	1,900	1,820	1,895	1,845	1,730	1,500	1,735	1,895	2,155	1,720	1,960
14	1,840	1,680	1,710	1,875	1,780	1,875	1,920	1,900	1,845	1,870	1,805	1,740
15	1,665	2,105	1,730	2,060	1,560	1,950	1,675	1,825	1,810	1,875	1,960	2,070
16	1,760	1,500	1,685	1,890	1,600	1,745	1,845	1,715	1,920	1,300	1,925	1,645
17	1,915	1,785	1,830	1,710	1,705	2,035	1,955	1,900	2,095	1,600	1,940	2,010
18	1,775	1,490	2,220	1,660	1,750	1,935	1,945	1,875	1,915	1,685	1,685	1,815
19	1,845	2,015	1,670	1,955	1,740	1,970	1,905	1,765	2,000	1,975	1,775	1,710
20	2,150	1,935	1,775	1,600	2,035	1,725	1,925	1,930	1,780	1,940	1,890	1,825
21	1,755	1,580	1,620	1,735	1,610	1,885	1,935	1,565	1,825	1,765	1,820	1,690
22	1,850	1,635	1,750	1,930	1,950	1,995	1,970	2,085	2,280	1,735	1,970	1,600

23	1,610	1,510	1,845	1,860	1,930	2,050	1,810	1,830	1,690	1,840	2,095	1,910
24	1,900	1,650	1,710	1,845	1,900	1,660	1,735	2,200	2,035	1,490	2,055	1,985
25	1,770	1,930	1,960	1,640	2,055	1,905	1,815	1,625	1,855	2,180	1,875	1,815
26	1,915	1,725	1,830	2,100	1,740	1,890	2,095	1,600	2,095	2,000	1,610	1,930
27	1,665	1,775	1,945	2,095	1,795	1,815	2,300	2,020	2,300	1,975	1,810	2,135
28	1,750	1,655	1,765	1,440	1,600	1,810	1,945	2,095	1,945	1,695	1,860	1,830
29	1,755	1,610	1,705	1,710	1,870	2,015	1,580	1,830	1,580	1,635	1,760	1,960
30	1,710	1,610	1,930	1,965	2,035	1,895	1,760	1,950	1,760	1,730	2,020	1,650
31	1,615	1,590	1,870	1,715	1,690	2,025	1,725	1,745	1,725	2,000	1,690	1,935
32	1,760	1,935	1,615	1,810	1,860	1,815	1,800	1,725	1,800	2,145	1,935	2,045





