

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



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2020

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 :

DRIDI Nabila et GACEMI Fatma

Thème

*Valorisations des algues d'eau douce dans l'alimentation de
poule pondeuse : Effet sur la qualité des œufs de
consommation*

Soutenu le : 29 / 09 / 2020

Devant le jury composé de :

<i>Melle. BENFODIL Karima</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme. CHERIFI Zakia</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>M. ABDELI Amine</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>
<i>M. GUETTAL Rachid</i>			<i>Invité</i>

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Alhamdo li allah, qui nous a éclairé les voies de la science et de la Connaissance et qui nous a aidé à compléter cette recherche modeste.

S'adresse a

Madame Cherifi Zakia pour avoir accepté de nous encadrer et de nos diriger, pour son soutien, ses encouragements ainsi que pour la Confiance qu'elle nous a accordé en réalisant ce travail.

Nous remercions :

Dr ABDELLI Amine De nous avoir fait l'honneur de présider notre travail

Mm BENFODIL Karima D'avoir accepté d'évaluer et examiner notre projet.

Nous saisisons cette occasion pour exprimer notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants de département d'agronomie, surtout Mr Guettal R, Mr Salhi et Mme Daabouz.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui participé de prés ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Dédicace

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

Je dédie ce modeste travail :

A ma chère mère qui a consacré sa vie et souffert pour veiller à mon bien être, à la source de ma réussite,

Tu représente pour moi, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de

M'encourager et de prier pour moi. Que dieu la garde.

A mon père : Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritiez pour

Tous les sacrifices que vous n'aviez cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même

À l'âge adulte. Je lui souhaite une longue belle vie.

A ma grande mère

A la mémoire de grand père

A mes Très chères Sœurs Aziza, Selma, Yasmine.

A Mes oncles et leurs femmes

A ma cousine : Tiziri.

A Mes tantes : Malika, Djamila, Louiza, Fatima, Yamina

A mes cousins, Yassine, Aryless, Ilyes, Younes, Mohamed Anis.

A ma binôme Fatma, pour son soutien, sa patience, et ainsi que sa grande famille Gacemi

A mes amies : Samira, Sara, Soria, Hassiba, Dahbia, Houria, Samia, Khadidja.

Et mes amis Mounir Et Zaki

Que j'aime énormément, Votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au long de ma vie

Personnelle. Merci d'avoir été à mes coté dans les moments difficiles, Je vous souhaite un avenir plein

De Joie, de bonheur.

A tous mes camarades de promotion sans exception

Nabila

Dédicaces

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

Avec un très grand amour et beaucoup de respect, je dédie ce travail, à la femme

Qui a tellement sacrifié pour moi, et qui mérite toute ma reconnaissance

à ma Très chère mère que dieu la protège

A celui qui m'a donné tout sans recule, à mon cher père, qui dieu m'aide à lui rendre

Qui son dû et que dieu le protège.

A mes chères sœurs : Maria, Abir

A mes chères frères : Halim, Imad

Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité. Merci beaucoup pour votre soutien moral et matériel pendant toute ma vie et surtout durant mes études.

A Ma grande mère

A la mémoire de mon grand père

A mes amis : Samira, Amina, Ferouz, Sara, Soria, Hassiba, Iman

A mon marié Nadir Abdeli

Que j'aime énormément, Votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au long de ma vie Personnelle. Merci d'avoir été à mes coté dans les moments difficiles, Je vous souhaite un avenir plein

De Joie, de bonheur.

A toute ma famille et la famille de mon marie

A mon binôme Nabila, pour son soutien, sa patience, et ainsi que sa grande famille Dridi

A tous mes amis, A toute la promotion d'e Production animal sans exception.

Fatma

Liste des figures

	Page
Figure 1 :Représentation schématique de l’ovaire et de l’oviducte de poule mature.....	03
Figure 2 : Cinétique des dépôts et lieu de formation de l’œuf de poule.....	05
Figure 3 :Représentation schématique des différents compartiments de l’œuf.....	06
Figure 4 : Vue en microscopie électronique à balayage d’une coupe transversale de la coquille d’un œuf de poule montrant les différentes couches.....	07
Figure 5 : Courbe de ponte de référence pour la souche ISA Brown.....	09
Figure 6 : Appareil digestif de la poule.....	10
Figure 7 : Grains de maïs.	12
Figure 8 : Blé tendre.	13
Figure 9 : Triticale.	14
Figure 10 : Orge.	14
Figure 11 : Sorgho.	15
Figure 12 : Seigle.	15
Figure 13 : L’avoine.....	16
Figure 14 : Féverole.....	17
Figure 15 : Pois.....	17
Figure16 : Lupin doux.....	18
Figure17 : Grains de colza.	18
Figure 18 : Grains de soja.	19
Figure 19 : Tourteaux de soja.	19
Figure 20 : Tourteaux de colza.	20
Figure 21 : Tourteaux de tournesol.	20
Figure 22 : Tourteaux de coton.	21
Figure 23 : Les grains de légumineuse	22
Figure 24 : Maringaoleifera.....	22
Figure 25 : Le son de riz.....	23
Figure 26 : ,Insectes.....	24
Figure 27 : Grignons d’olive.....	24
Figure 28 : Les algues.....	24

Liste des figures

Figure 29 : Azolla.....	29
Figure 30 : Composition nutritionnelle de la spiruline.....	30
Figure 31 :La spiruline.....	31
Figure 32 :Carte géographie de la wilaya de .Bouira.....	32
Figure 33 :Carte géographie de la daïra de M'chedallah.....	33
Figure 34 :ISA Brown	34
Figure 35 :Bâtiment d'élevage.....	34
Figure 36 : Type de batteries d'élevage.....	35
Figure 37 : Racleur électrique.....	36
Figure 38 : Le ramassage des œufs manuellement.....	36
Figure 39 : Récolte des algues	38
Figure 40 : Séchage et coupage des algues et leur aspect une fois émiettés.....	38
Figure 41 : Balance de pesée.....	39
Figure 42 : Pied a coulisse.....	39
Figure 43 :Eventail colorimétrique.....	39
Figure 44 : Pesé des œufs.....	40
Figure 45 : Mesure de longueur et largeur de l'œuf.....	41
Figure 46 : Mesure du diamètre de blanc.....	42
Figure 47 :Hauteur de blanc.....	42
Figure 48 :Hauteur de jaune	42
Figure 49 : Diamètre de jaune.....	42
Figure 50 : Estimation de la couleur	43
Figure 51 : Mesure de poids de jaune.....	43
Figure 52 : Mesure de poids de la coquille.....	44
Figure 53 : Comparaison entre le poids de l'œuf pour le lot témoin et expérimental	47

Liste des tableaux

	Page
Tableau 01 : Description des facteurs d'ambiance.....	35
Tableau 02 : La quantité d'aliment consommé et le nombre d'œufs produits dans le lot témoin et lot expérimental.....	40
Tableau 03 : Poids moyen des poules au début et à la fin de l'expérience.....	46
Tableau 04 : La quantité d'aliment consommé dans les deux lots.....	46
Tableau 05 : Effet d'incorporation de l'algue spiruline sur les qualités externe des œufs obtenu dans le lot témoin et lot expérimental.....	47
Tableau 06 : Effet d'incorporation de l'algue spiruline sur les qualités interne des œufs obtenu dans le lot témoin et lot expérimental.....	48
Tableau 07 : Effet de la supplémentation des algues sur le diamètre et hauteur de blanc d'œuf.....	49

Liste des abréviations

%: Pourcentage.

°C: Degré Celsius

C : Poids de coquille

cm²: Centimètre carrée

CMV: complément minéral vitaminé

D : largeur

ET: Ecar-type

FAO: Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

H : hauteur

I : Index de coquille

IF : index de forme

INRA: Institut national de la recherche agronomique.

J : jour

K : Kilo

Kcal: kilo calorie

Kg : Kilograms.

Km²: Kilomètre carré.

L: longueur

Lot Exp: Lot experimental

Lot T: Lot témoin

M²: Mètre carré.

ml : millilitre

mm : millimètre

Liste des abréviations

Moy: Moyenne

MS: Matière sèche

P : Poids de l'œuf

PH : Potentiel hydrogène.

PME : Petites et moyennes Entreprises.

PMI : Petites et moyennes Entreprises industrielle.

PV: poids vif

S : Surface de l'œuf

S.A.U : surface agricole utile

TS: tortuous de soja

REMERCIEMENTS

DEDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

SOMMAIRE

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

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Formation et structure de l'œuf

I.1. Anatomie de l'appareil reproducteur de la poule	02
I.2. Formation de l'œuf	03
I.2. Au niveau de l'ovaire : la formation du jaune d'œuf	03
I.3. Au niveau de l'oviducte	04
I.3. Structure et composition de l'œuf	06
I.3.1. La cuticule	06
I.3.2. La coquille	07
I.3.3. Les membranes coquillères	07
I.3.4. L'albumen	08
I.3.5. La membrane vitelline	08
I.3.6. Le vitellus	08
I.4. La courbe de ponte	09

Chapitre II : Alimentation des volailles

II.1. La physiologie et la Fonction digestive chez les volailles	10
II.1.1. La cavité buccale.....	10
II.1.2. Le jabot	10
II.1.3. L'estomac	11
II.1.4. L'intestin.....	11
II.1.5. Le cloaque	11
II.1.6. Les glandes annexes	11
II.1.6.1. Le pancréas	11
II.1.6.2. Le foie	11

II.2. l'alimentation des volailles	12
II.2.1. Généralités	12
II.2.2. Les sources d'énergie.....	12
II.2.2.1. Les céréales	12
II.2.2.1.1. Le maïs	12
II.2.2.1.2. Le blé tendre.....	13
II.2.2.1. 3. Triticale	13
II.2.2.1.4. L'orge	14
II.2.2.1. 5. Le sorgho	14
II.2.2.1.6. Le seigle	15
II.2.2.1.7. L'avoine	16
II.2.3. Sources de protéines.....	16
II.2.3.1. Les grains protéagineux	16
II. 2.3.1.1. La féverole	16
II.2.3.1.2. Le Pois	17
II 2.3.1.3. Le lupin doux	17
II.2.3.2. Les grains oléagineux	18
II.2.3.2.1. La graine de colza.....	18
II.3.2.2. La graine de soja	18
II.2.4. Les tourteaux	19
II.2.4.1. Le tourteau de soja	19
II.2.4.2. Le tourteau de colza	19
II.2.4.3. Le tourteau de tournesol.....	20
II.2.4.4. Les tourteaux de coton	20
II.2.5. Les matières premières d'origines animales	21
II.2.6. L'eau	21
II.3. Les aliments non conventionnels	22
II.3.1. Les graines de légumineuses et autres graines	22
II.3.2. Moringaoleifera	22
II.3.3. Son de riz	23
II.3.4. Les insectes	23
II.3.5. Les grignons d'olives	24
II.3.6. Les algues	24

Chapitre III : Les algues : caractéristiques et utilisation en alimentation animale

III.1. Définition	25
III.1.2. Les bases de la classification des grandes lignées d'algues.....	25
III.1.2.1. La pigmentation.....	25
III.1.2.2. Les polysaccharides de réserve.....	25
III.1.2.3. Les polysaccharides pariétaux.....	25
III.1.3. Les grands groupes d'algues.....	26
III.1.3.1. Les algues vertes (Chlorophycées).....	26
III.1.3.2. Les algues brunes (Phéophycées).....	26
III.1.3.3. Les algues rouges (Rhodophycées).....	26
III.1.3.4. Les Cyanobactéries.....	26
III.1.4. Composition chimique des algues.....	27
III.1.5. Applications des Algues.....	27
III.1.5.1. Utilisation en alimentation animale.....	27
III.1.5.1.1. Leurs avantages.....	28
III.1.5.1.2. Quelque type d'algue utilisé en alimentation animal	28

Parti pratique

Chapitre I : matériel et méthodes

1. Objectif	32
2. Zone et période d'étude	32
2.1. Présentation de la wilaya de Bouira.....	32
2.1.1. Situation géographique (relief- climat...)	32
2.1.2. Potentialités naturelles	33
2.2. Présentation de la daïra de M'achdellah.....	33
2.3. Présentation de bâtiment d'élevage	33
3. Conduite d'élevage	34
3.1. Description de bâtiments.....	34
3.2. Facteurs d'ambiance.....	35
3.3. Alimentation.....	35
3.4. Conduite sanitaire	36

3.5 Stockage et expédition	36
4. Étude de la qualité des œufs	37
4.1. Dispositif expérimental	37
4.2. Récolte et préparation de l'algue utilisée	37
5. Matériel utilisé pour l'étude de la qualité externe et interne des œufs produits.....	38
6.1. Les performances zootechniques.....	39
6.2.Mesure de la qualité des œufs.....	40
6.2.1. Poids des œufs	40
6.2.2. Index de forme.....	41
6.2.3. Longueur et largeur de l'œuf	41
6.2.4. Le diamètre et hauteur du blanc	41
6.2.5. Index d'albumen	42
6.2.6. Diamètre et hauteur de jaune	42
6.2.7. Index du vitellus	43
6.2.8. Couleur du jaune	43
6.2.9. Poids du jaune	43
6.2.10. Rapport jaune / blanc.....	44
6.2.11. Poids et de la coquille	44
6.2.12. Index de coquille	44
6.2.13. Pourcentage de la coquille, de l'albumen et du vitellus.....	44
4.3. Analyse statistique	45

Chapitre II : Résultats et discussion

II. 1.Les performances zootechniques	46
II.1.1.Poids des poules	46
II.1.2.Consommation d'aliments	46
II. 2. Résultats de la qualité des œufs	47
II.2. 1.Qualité interne et externe des œufs.....	47
II.2.1.1. Evaluation de qualité externe des œufs.....	47
II.2.1.1.1. Poids des œufs	47
II.2.1.1.2. L'index de forme.....	48
II.2.1.1.3. Poids et pourcentage de la coquille.....	48
II.2.2. Qualité interne des œufs.....	48
II.2.2.1. Poids et hauteur de jaune	49

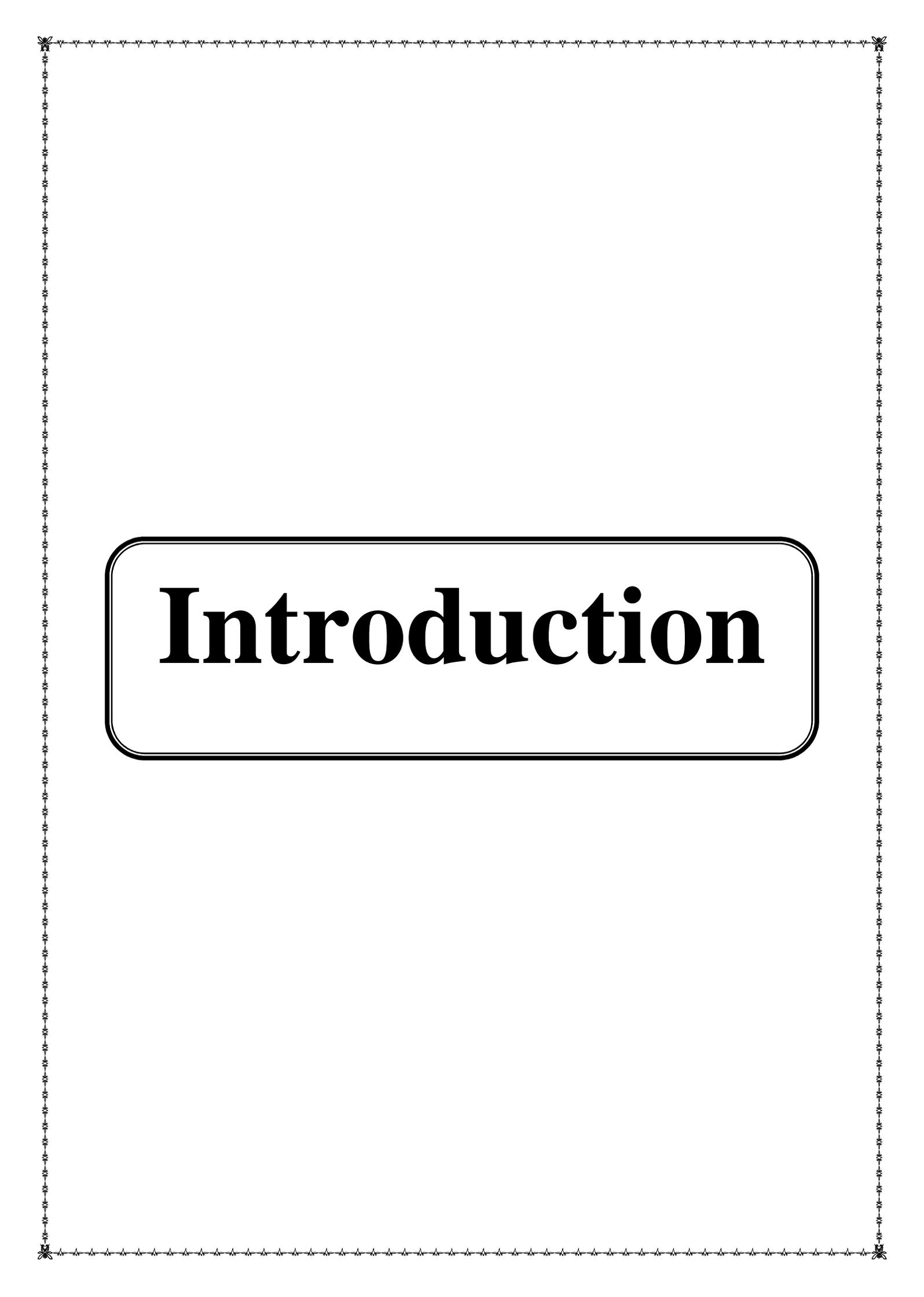
II.2.2.2. Poids, diamètre et hauteur du blanc 49

II.2.2.3. Couleur du jaune 49

Conclusion générale.....50

Reference bibliographique

Annexe



Introduction

Introduction

L'œuf est une source essentielle de protéines animales et constitue un aliment de base dans l'alimentation humaine (FAO, 2005). Selon l'ITAVI (2020), la production mondiale d'œufs est estimée à 72 millions de tonnes en 2018, soit une baisse de 3,1 % par rapport à 2017. La Chine représentait à elle seule 30 % de la production mondiale, suivie par l'Amérique du Nord (9 millions de tonnes, 13 % de la production mondiale), l'Union européenne (7,0 millions de tonnes, 9,7 % de la production mondiale) et l'Inde (5,7 millions de tonnes, 7,9 % de la production mondiale).

Quant à la consommation mondiale d'œufs, est estimée à 8,9 kg/personne/an, soit 145 œufs/habitant/an (Itavi, 2015). En effet, la demande sans cesse du marché en produits d'origine animale a entraîné un accroissement de l'élevage avicole et la diversification de ses produits ce qui est à l'origine de l'augmentation du nombre des élevages intensifs, en particulier de poules pondeuses et de poulets de chair (FAO, 2015)

Par ailleurs, l'alimentation constitue la contrainte majeure de tout élevage, elle constitue 70% de coût de production (Diallo *et al.*, 1994).

Le couple Maïs-soja est utilisé largement dans la formule alimentaire pour poules et poulet de chair, ces deux matières premières même s'elles offrent l'avantage de répondre aux besoins de ces derniers mais elles représentent une charge pour les pays qui ne les produisent pas, c'est le cas de l'Algérie.

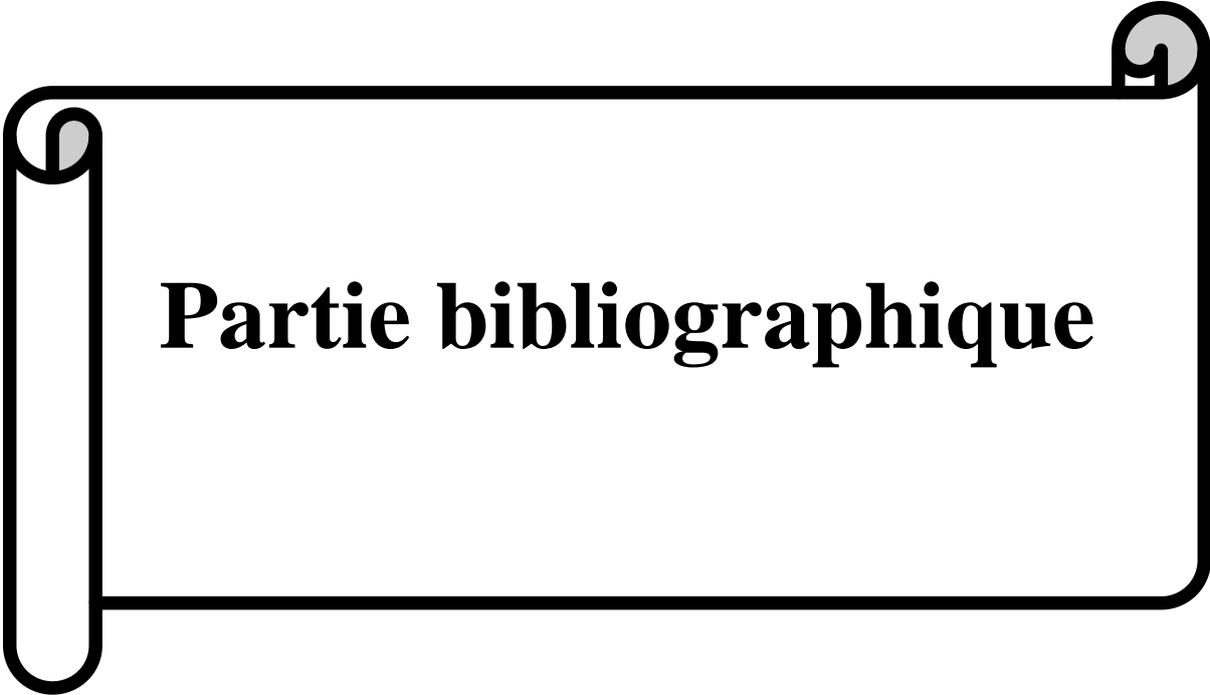
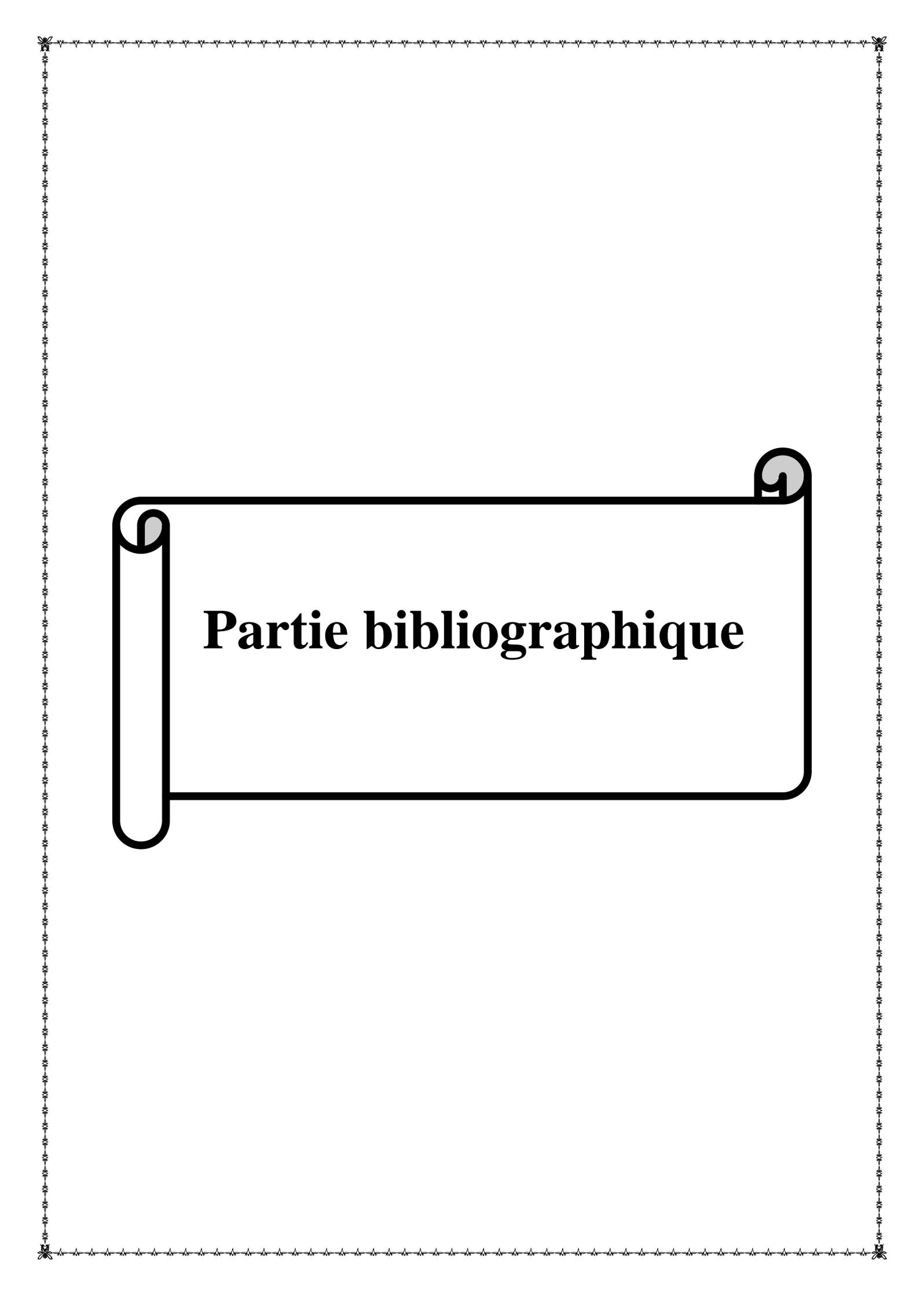
La recherche de sources alternatives aux maïs ou au soja s'avère une priorité pour réduire les charges liées à l'alimentation.

Les algues (phycophytes), reconnu dès le début du 20^{ème} siècle, regroupent les végétaux chlorophylliens essentiellement aquatiques (eaux douces, eaux thermales et milieux marins)(Genève, 1990). Elles représentent une source naturelle importante dans différents domaines tels que : l'alimentation, l'agriculture, l'industrie, la médecine et la pharmacie (Boisvert, 1988). La spiruline figurent parmi les algues les plus connues et constitue non seulement une bonne source de protéines mais elles offrent de nombreux éléments nutritifs très bénéfique à la poule et à ses produits.

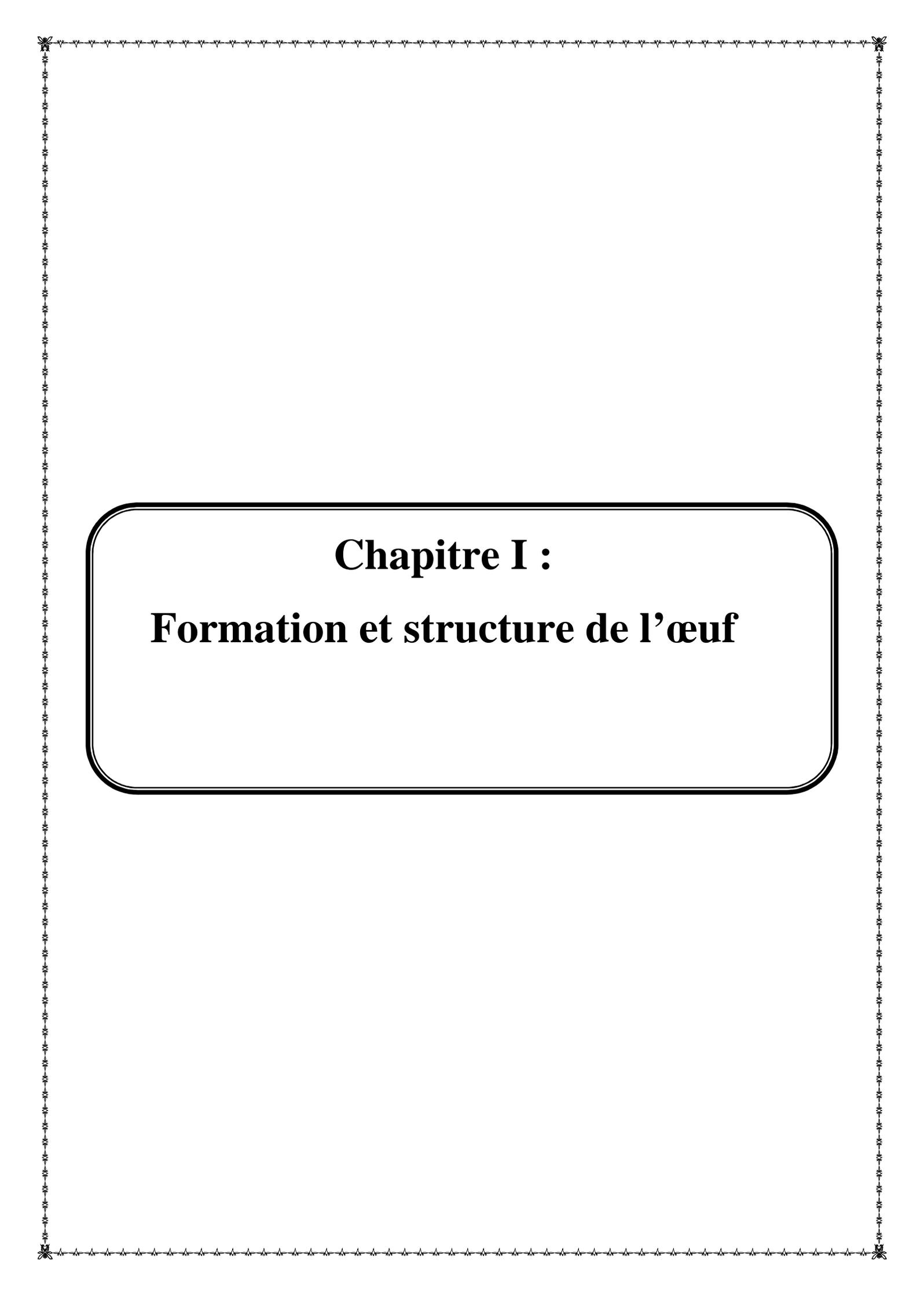
C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, l'objectif est d'évaluer l'effet de la supplémentation de la spiruline séchée dans l'alimentation de poules pondeuses, sur la qualité externes et internes des œufs.

Le présent travail comporte deux parties :

- La première partie est une revue bibliographique, elle regroupe les informations essentielles sur la poule pondeuse, leur alimentation et sur la valorisation des algues.
- La deuxième partie, comporte notre travail expérimental organisée en matériel et méthodes, résultats et discussion et enfin une conclusion.



Partie bibliographique



Chapitre I :

Formation et structure de l'œuf

I.1. Anatomie de l'appareil reproducteur de la poule :

L'appareil reproducteur femelle de l'oiseau est constitué de deux parties : l'ovaire et l'oviducte.

➤ **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).

➤ **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. Il est constitué selon plusieurs auteurs de cinq parties (Sauveur, 1988 ; Nys, 1994), alors qu'une sixième partie, la jonction utéro-vaginale peut être considérée (Bakst et al., 1994)(figure 1)

➤ **L'infundibulum** : ou pavillon, zone très fine, non rattachée à l'ovaire, en forme d'entonnoir. Il capte l'ovocyte au moment de l'ovulation. L'infundibulum est le lieu de la fécondation de l'œuf. Sa paroi est particulièrement fine et sa muqueuse contient plusieurs catégories cellulaires ayant pour les unes une fonction sécrétoire (dépôt des protéines formant la membrane périvitelline), et pour les autres une fonction de stockage des spermatozoïdes (glandes infundibulaires).

➤ **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'albumen 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 (figure 01). C'est la zone la plus riche en cellules et glandes sécrétrices. Le magnum est nettement séparé de la zone suivante par une étroite bande translucide sans glande ni repli interne.

➤ **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.

➤ **La jonction utérovaginale** : 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'accôle plus ou moins contre celui-ci. Cette région joue un rôle essentiel dans le stockage prolongé des spermatozoïdes.

➤ **Le vagin** : est une partie étroite et musculaire. D'une longueur d'une dizaine de centimètres, est la partie la plus distale de l'oviducte et débouche dans le cloaque. Il est constitué d'une couche importante de tissus musculaires qui permettront l'expulsion finale de l'œuf

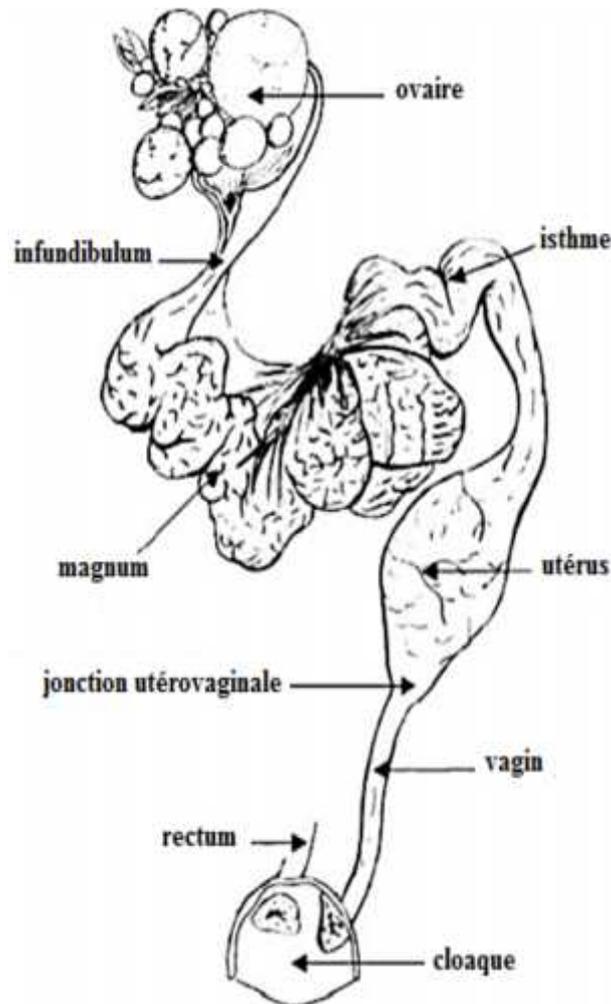


Figure 01 : Représentation schématique de l'ovaire et de l'oviducte de poule mature (Nys *et al*, 2004).

I.2. Formation de l'œuf :

I.2. 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)

✓ Phase initiale d'accroissement lent :

A la naissance, le stock de gamète présent sur l'ovaire est d'environ 12000 ovocytes. et ces dernières sont affectées et individualisées par la mise en place de l'épithélium folliculaire.

✓ Phase intermédiaire :

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

✓ Phase de grand accroissement :

La croissance de l'ovule s'accélère rapidement par dépôt de protéines et de lipides (6 à 14 jours). Les constituants indispensables présents dans cette phase d'eau, de lipoprotéines et de protéines, ainsi que de minéraux et pigments (Sauveur, 1988).

1.3. 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. 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'albumen 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 (Sauveur, 1988 ; Nys, 1994)

- 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

initiiée. 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 2).

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

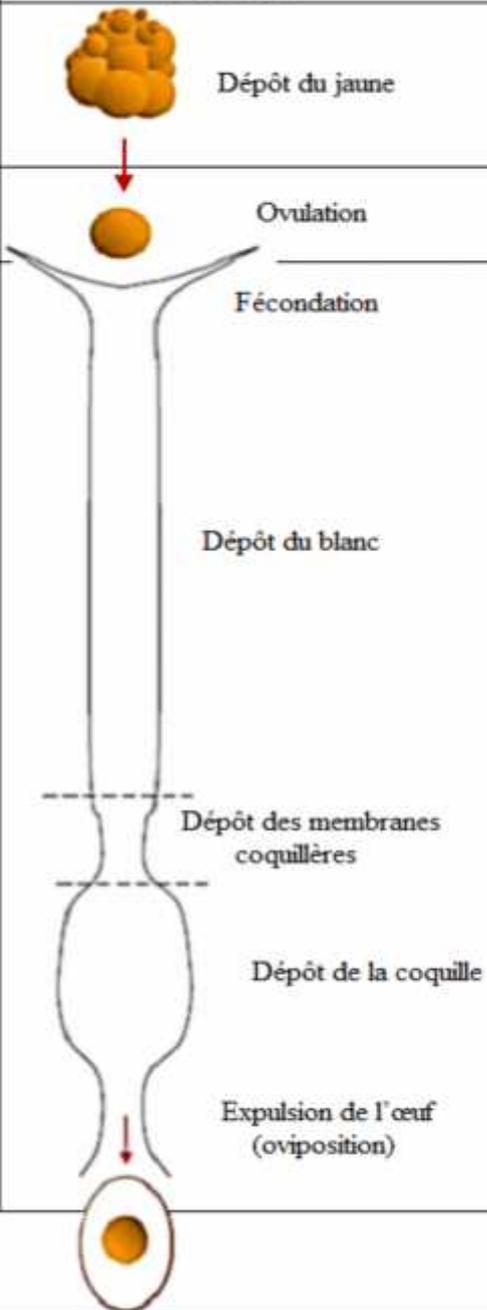


Figure 02 : Cinétique des dépôts et lieu de formation de l'œuf de poule (Sauveur, 1988).

1.3. Structure et composition de l'œuf :

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

L'œuf est composé, de l'extérieur vers l'intérieur, d'une coquille, de deux membranes coquillières qui entourent l'albumen. Ce dernier à son tour enveloppe le vitellus. L'albumen et le vitellus sont séparés par une membrane acellulaire appelée membrane vitelline (Nys, 2010) (figure 03).

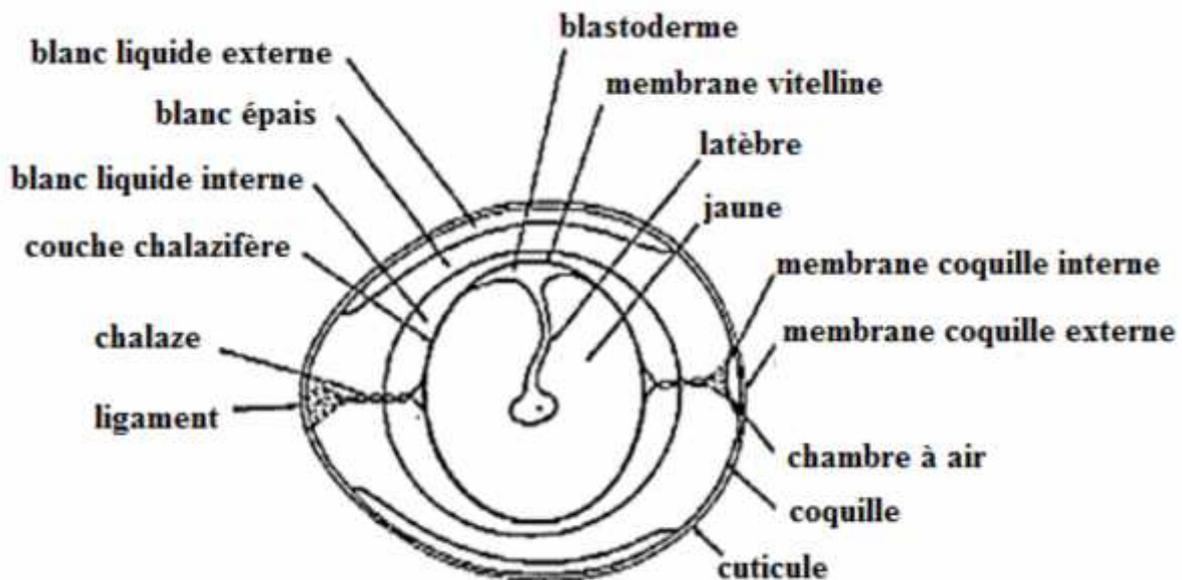


Figure 03 : Représentation schématique des différents compartiments de l'œuf (Sauveur, 1988).

1.3.1. La cuticule

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

1.3.2. 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. La coquille elle-même, sans sa cuticule, est composée majoritairement de carbonate de calcium (94%) et d'une faible proportion de constituants organiques (2,3%) inclus dans la partie minéralisée. Elle contient 37,5% de calcium et 58% de carbonate mais également du magnésium et du phosphore, ce dernier étant concentré dans les couches superficielles. Elle contient enfin de nombreux oligo-éléments dont du manganèse (7 mg.kg⁻¹) dont l'apport alimentaire chez la poule favorise la solidité de la coquille probablement en influençant sa structure cristalline. La coquille d'œuf de poule est composée de cinq couches de l'intérieur vers l'extérieur (figure 04) : les membranes coquillières, la couche mamillaire ou couche des cônes, la couche palissadique, la couche des cristaux verticaux et la cuticule (Nys *et al.*, 1999 et 2010).

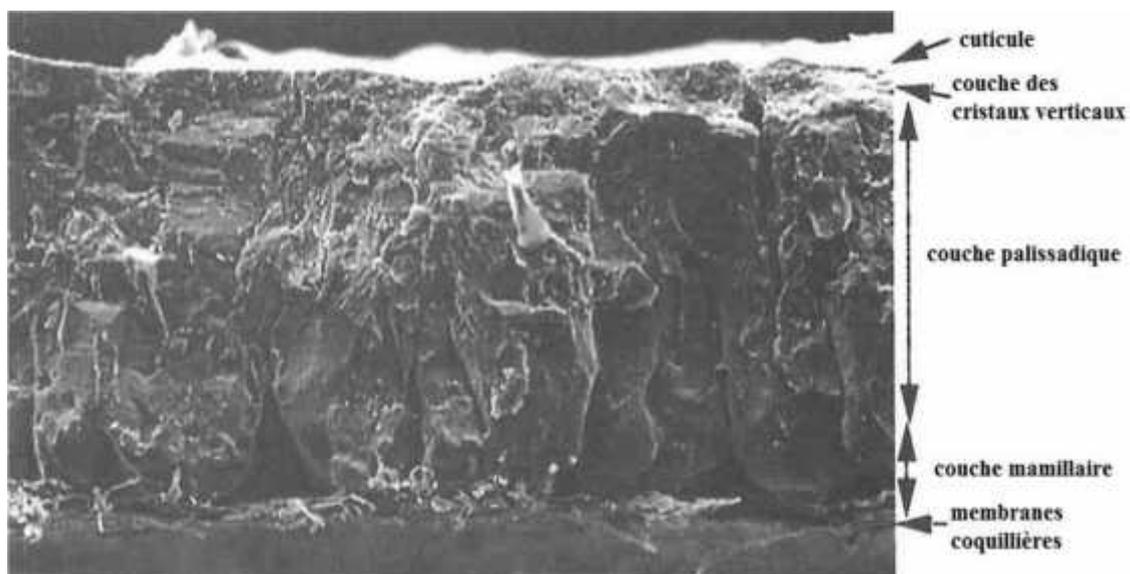


Figure 04 : Vue en microscopie électronique à balayage d'une coupe transversale de la coquille d'un œuf de poule montrant les différentes couches (Nys *et al.*, 1999).

1.3.3. Les membranes coquillières

Elles sont situées entre l'albumen et la surface interne de la coquille, les membranes coquillières présentent une structure en deux couches interne et externe. La couche interne est formée de trois sous-couches de fibres parallèles à la coquille, tandis que la membrane externe est constituée de six couches de fibres orientées alternativement dans des directions différentes (Nys *et al.*, 2004).

Les membranes coquillières se composent de 90% de protéines de 2% de glucose et de 2% de cendres. Les fibres qui les constituent sont principalement à base de collagène X qui empêcherait la minéralisation vers l'intérieur de l'œuf (Dominguez- Vera *et al.*, 2000). Elles jouent un rôle important au phénomène de formation de la coquille, toute anomalie de la formation des membranes coquillières par une carence en cuivre ou suite à l'ingestion de mycotoxines provoque des déformations importantes de la coquille (Chowdhury, 1990).

I.3.4. L'albumen

Le blanc est composé de 88% d'eau, de 10,6% de protéines et de 0,9% de glucides. Il contient également des minéraux (0,5%) et une faible quantité de vitamines hydrosolubles, uniquement du groupe B (Guerin-Dubiard *et al.*, 2010). Les protéines majeures qui caractérisent l'albumen en sont l'ovalbumine (qui représente 54% des protéines du blanc), l'ovotransferrine (13%), l'ovomucoïde (11%), le lysozyme (3,5%) et l'ovomucine (1,5 à 3,5%) (Li-Chan et Nakai, 1989).

I.3.5. La membrane vitelline

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

1.3.6. Le vitellus

Le jaune est composé de 51% d'eau, de 30% de lipides, de 16% de protéines et de 0,6% de glucides. Il est également riche en phosphore, contient la plupart du fer de l'œuf et renferme des vitamines (la totalité des vitamines liposolubles et un certain nombre de vitamines hydrosolubles) (Guerin-Dubiard *et al.*, 2010).

Deux fractions du jaune peuvent être distinguées lors de la centrifugation : le plasma (environ 78%), et la fraction granulaire ou globulaire (environ 22%), correspondant au précipité.

Dans le plasma, les principales protéines identifiées sont l'albumine sérique, microglobuline et l'immunoglobuline Y (Li-Chan et Kim, 2008). La fraction granulaire, riche en gouttelettes lipidiques, contient notamment des HDL (High-Density Lipoprotein) avec des lipovitellines issues des vitellogénines et des VLDL (Very Low Density Lipoprotein) avec des apoprotéines (Burley et Vadehra, 1989).

1.4. La courbe de ponte

Une courbe de ponte est la représentation graphique du pourcentage de ponte en fonction du temps.

Le pourcentage de ponte correspond au nombre d'œufs pondus par jour par cent poules vivantes. Il est calculé de la manière suivante :

Pourcentage de ponte = Nombre d'œufs pondus x 100 Nombre de poules présentes dans le bâtiment

Les sélectionneurs fournissent généralement une courbe de ponte théorique spécifique d'une souche de poule (Figure 5). Elle est composée de 3 phases distinctes :

- **La phase ascendante** : elle dure de l'entrée en ponte des poulettes (entre 16 et 18 semaines d'âge) jusqu'au pic de ponte (entre 25 et 30 semaines). Elle correspond à une augmentation rapide du pourcentage de ponte, au fur et à mesure que toutes les poules de la bande atteignent leur maturité sexuelle.

- **Le pic de ponte** : il correspond au sommet de la courbe. Toutes les poulettes ont alors atteint leur maturité sexuelle (entre 20 et 25 semaines d'âge), et le pourcentage de ponte est maximal.

- **La phase descendante** : elle débute juste après le pic de ponte et dure jusqu'à la sortie de la bande. Elle correspond à une décroissance quasi-linéaire du pourcentage de ponte au fur et à mesure du vieillissement de la bande. (BESTMAN M et al..2015, et VIMEUX D. 2012).

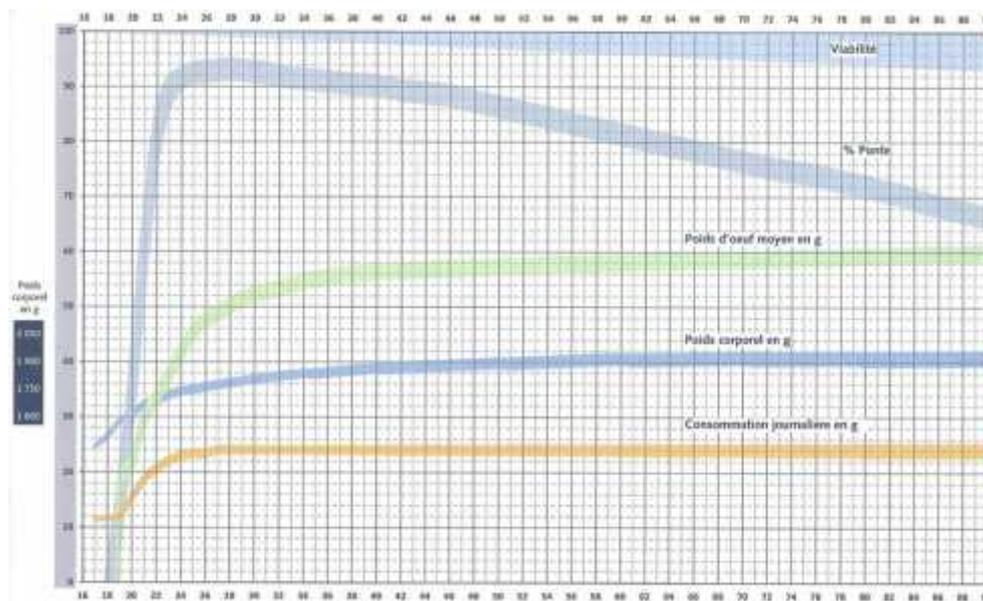
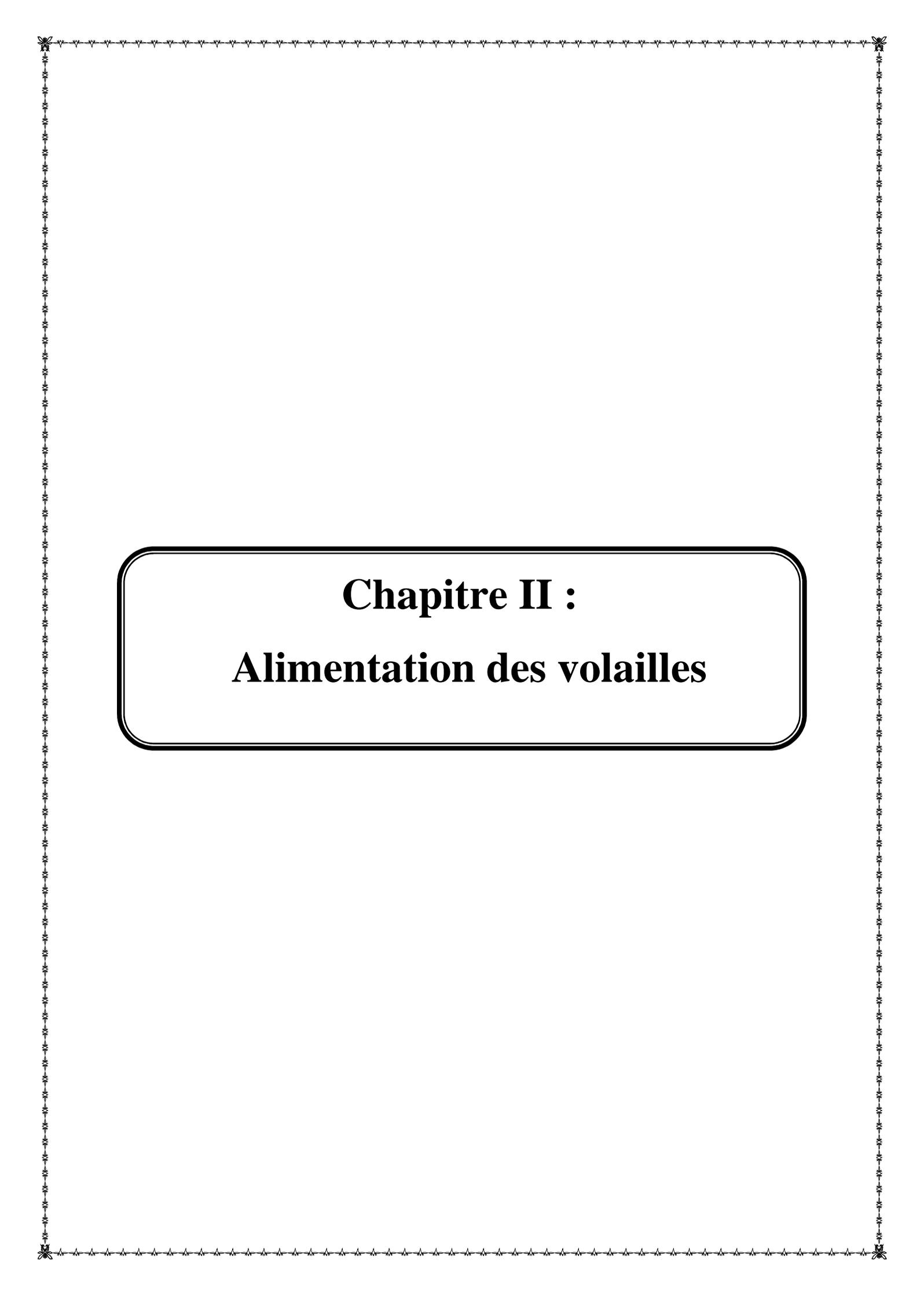


Figure 05 : Courbe de ponte de référence pour la souche ISA Brown (Source : SFPA, a Hendrix Genetics Company)



Chapitre II :
Alimentation des volailles

II.1. La physiologie et la Fonction digestive chez les volailles :

Le tube digestif des volailles comporte un seul estomac (Nau, 2010), ce sont des animaux monogastrique, qui ont donc une faible aptitude à digérer la cellulose et autres hydrates de carbone complexes, par apport aux ruminants. Le tube digestif des volailles est plus léger et plus court que celui des autres espèces animales monogastriques, et la nourriture y circule beaucoup plus vite (Nau, 2010). Le bon développement de l'appareil digestif est responsable de la digestion, l'absorption, le rendement et la croissance optimale (Mabelebele *et al.*, 2014).

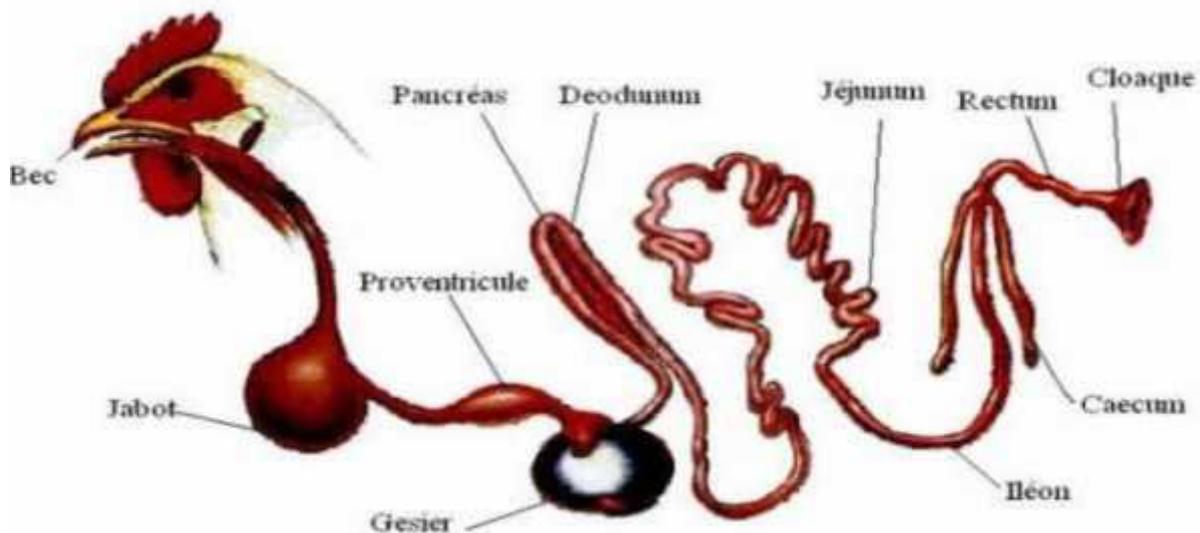


Figure 06 : Appareil digestif de la poule (Nau, 2010)

II.1.1. La cavité buccale:

Elle est limitée par le bec qui est un organe représentant des oiseaux. L'aliment est ingéré par la bouche sans mastication. Le suc salivaire riche en mucus lubrifie le bol alimentaire facilitant ainsi son passage dans l'œsophage. La partie visible du bec est une formation cornée composée de deux parties : dorsalement, la maxille ou mandibule supérieure et ventralement la mandibule inférieure. Le bec sert aussi comme moyen de défense (Cano, 2012).

II.1.2. Le jabot :

Le jabot est une dilatation de l'œsophage, il stocke et hydrolyse les aliments, il contient des bactéries lactobacilles qui interviennent dans la fermentation de certains sucres contenus dans l'aliment engendrant de l'acide lactique et diminuent le pH de l'aliment stocké (Nau, 2010).

II.1.3. L'estomac

L'estomac des poules comprend deux parties, un estomac chimique, le proventricule et un estomac mécanique qui est le gésier (Nau, 2010), La première partie de l'estomac sécrète des substances débutant la digestion, le suc gastrique et l'acide chlorhydrique. Ces sécrétions digestives débutent la dégradation des aliments en éléments nutritifs utilisables par l'animal. Mais cette action est brève car le passage dans cette partie du tube digestif est rapide. Le gésier n'a pas (ou très peu) de sécrétion propre, sa paroi musculaire est épaisse, cornée à l'intérieur. Les éléments durs de la ration, «le grit » ou petits graviers restent un certain temps dans le gésier où il joue le rôle des dents, au cours des contractions des muscles qui se produisent deux à trois fois par minute. Le volume et l'épaisseur de parois du gésier varient avec le régime alimentaire.

II.1.4. L'intestin

Lieu principale de la digestion du poulet où l'essentiel des sucres, des matières azotées et des graisses sont concernées et seront réduits en éléments nutritifs (Nau, 2010). Cette digestion se fera grâce aux nombreuses sécrétions digestives de l'intestin grêle et celles du pancréas et du foie (bile) qui débouchent au début de l'intestin. Dans la partie postérieure de l'intestin, les aliments non digérés passent dans l'ectum puis dans le cloaque. Les éléments nutritifs, l'eau et sels minéraux qui y sont liés, issus de la digestion franchissent la paroi de l'intestin pour gagner le foie, véhiculé par le sang. Le foie distribuera dans tout l'organisme les nutriments qui seront utilisés par les poules pour leur fonctionnement et leur croissance.

II.1.5. Le cloaque

Particulier aux volailles, réunit à la fois dans un même orifice d'aboutissement les voies génitales, urinaires et intestinale (Alamargot, 1982). Nous retiendrons que le poulet est un animal à digestion rapide dont l'essentiel des éléments nutritifs est fabriqué par l'intestin.

II.1.6. Les glandes annexes

II.1.6.1. Le pancréas

Le pancréas est une glande amphicrine (endocrine et exocrine), compacte, blanchâtre ou rougeâtre, enserrée dans l'anse duodénale, Le pancréas est issu de trois ébauches séparées qui se constituent en deux lobes (un lobe ventral et un lobe dorsal). (Alamargot, 1982). Le suc pancréatique se déverse dans le duodénum par deux ou trois canaux qui s'abouchent au même niveau que les canaux hépatiques.

II.1.6.2. Le foie

Le foie est un organe volumineux rouge sombre (33 g environ chez la poule) (Alamargot, 1982). Le foie repose sur le sternum, il est séparé des parois thoraco-abdominales

par les sacs aérien. Le foie est constitué de deux lobes réunis par un isthme transversal qui renferme partiellement la veine cave caudale (Alamargot, 1982).

II.2. l'alimentation des volailles

II.2.1. Généralités

La production des œufs de consommations doit satisfaire à deux exigences : fournir à la population des produits de qualité, et procurer un profit au producteur. Pour cela l'alimentation qui représente plus 70 des charges d'exploitation mérite une attention particulière. (Pikabé,1992).

L'alimentation rationnelle des pondeuses est fondé sur la connaissance des besoins nutritionnelles de chaque classe d'âge, sur les la connaissance des valeurs bromatologique des ingrédients disponible, et éventuellement les limites d'incorporation de ces ingrédients.

On distingue principalement deux types de matières premières : Les sources d'énergie et les sources de protéines.

II.2.2. Les sources d'énergie

II.2.2.1. Les céréales

II.2.2.1.1. Le maïs

En étant un aliment très digestible et contenant aucun facteur antinutritionnel, le maïs est considéré comme une source type et principal d'énergie métabolisable dans la majorité des régimes alimentaires des volailles (Larbier et Leclercq, 1992 ; Gynieys, 2003 ; Leeson et Summers, 2005).Cependant une incorporation élevé de maïs conduit à l'augmentation du taux énergétique de l'aliment pour poules ce qui affecte la qualité de ponteet diminue la consommation en aliments et vice et versa (Guide d'élevage Lohmann Brown Classique.).



Figure07 : grains de maïs

II.2.2.1.2. Le blé tendre

Le blé est couramment utilisé dans de nombreux pays comme source d'énergie majeure dans les régimes à base de volaille, La composition du blé est généralement plus variable que celle des autres céréales (Leeson et Summer, 2005). Le blé tendre est une des principales céréales utilisées en alimentation avicole (Larbier et Leclercq, 1992). Sa teneur en protéines est plus élevée que celle du maïs (Gynieys, 2003), mais elle est très variable. Elle dépend des variétés et des conditions agronomiques (Larbier et Leclercq, 1992). Sa valeur énergétique est bonne, et l'utilisation du phosphore du blé par les volailles est bonne du fait de l'existence de phytases endogènes, mais il se prête mal à la production d'œufs et du poulet jaune du fait de sa faible teneur en pigments (Bourdon *et al.*, 1989). Les arabinoxylanes sont considérés comme des facteurs antinutritionnels du blé. Des enzymes commerciales sont disponibles et peuvent être ajoutées à l'alimentation des volailles pour empêcher les effets négatifs des arabinoxylanes (Jacob, 2012). En raison de sa faible teneur en biotine, il est recommandé d'ajuster sa teneur plus particulièrement dans le cas où cette céréale est utilisée comme aliment unique (Leeson et Summers, 2005).



Figure08 : blé tendre

II.2.2.1. 3. Triticale

Le triticale issu du croisement entre blé et seigle et qui a associé la rusticité du seigle et la qualité et la productivité du blé, a une teneur importante en lysine à celle du blé, mais la valeur énergétique et la même que celle du blé. Un équilibre en acides aminés comparable à celui du blé et supérieur à celui du seigle, le triticale a une importante teneur en phytase et ainsi une meilleure source de phosphore disponible que les autres céréales telles que le maïs ou le sorgho (Leeson et Summers, 2005). Introduire 45% de triticale présentant une activité phytasique dans un aliment permet de réduire la supplémentation de phosphore sous forme de

phosphore monocalcique de 0,6 à 0,8 g / kg d'aliment (Jondreville *et al*, 2007). Il est cultivé surtout comme céréale fourragère.



Figure 09: triticale

II.2.2.1.4. L'orge

L'orge est une céréale renfermant une teneur moyenne en énergie et en protéines. Elle est peu employée pour la volaille (Gynieys, 2003; Leeson et Summers, 2005). Ces paramètres nutritifs varient selon la variété, les conditions d'environnement, de culture, etc. (Brufau, 1990). Une forte utilisation peut conduire à des baisses de performances chez les jeunes volailles (Gynieys, 2003), qui sont moins capables de digérer l'orge due à sa teneur en β -glucane, bien qu'ils réduisent le cholestérol sanguin chez oiseaux mais, aussi ils entraînent la formation d'un digesta plus visqueux, Cette viscosité accrue ralentit le taux de mélange avec les enzymes digestives (Leeson et Summer, 2005)



Figure 10: orge

II.2.2.1. 5. Le sorgho

Le sorgho occupe le second rang parmi les céréales les plus utilisées dans l'élevage commercial de poulets de chair, dindons et poules pondeuses (Beyer, 2014). Le sorgho très riche en énergie, ressemble au maïs phylogénétiquement et par sa composition chimique et sa

valeur nutritionnelle (Larbier et Leclercq, 1992 ; Gynieys, 2003; Leeson et Summers, 2005). Mais il ne contient pas de pigment tel que le maïs (Gynieys, 2003). Le sorgho est très bénéfique pour remplacer le maïs comme source principal d'énergie pour ceux qui n'apprécie pas la pigmentation des œufs ou de la peau (Leeson et Summers, 2005 ; Reddy *et al.*, 2005). Sa teneur élevée en tanin est son majeur problème, car il diminue la digestibilité des protéines et freine le métabolisme d'énergie (Bourdon *et al.*, 1989; Larbier et Leclercq, 1992 ; Gynieys, 2003)



Figure 11 : sorgho

II.2.2.1.6. Le seigle

Le seigle renferme les mêmes éléments nutritifs que le maïs et le blé, mais sa valeur alimentaire est médiocre pour les volailles à cause des facteurs antinutritionnels qu'il englobe (Leeson et Summer, 2005). Plusieurs traitements ont été utilisés sur le seigle pour contribuer à une bonne croissance des poussins nourris de seigle, la supplémentation des pentosanases dans l'alimentation peuvent réduire partiellement les effets négatifs des pentosanes (He *et al.*, 2003). Parmi les conséquences les plus remarquables de l'alimentation à base de seigle autre les performances réduites est l'excrétion de fientes collantes et humides et qui sont dues à la pectine (Leeson et Summer, 2005). En bref le seigle peut être incorporé dans l'alimentation des volailles en remplacement du blé à des niveaux assez élevé (15% du grain) sans problème à condition que le taux de protéines de la ration soit ajusté (Duval, 1991).



Figure 12 : seigle

II.2.2.1.7. L'avoine :

L'avoine est une graminée cultivée comme céréales ou comme fourrage dans les climats froids et humides, La plupart de l'avoine est utilisé en alimentation animales. L'avoine contient deux facteur antinutritionnels, les anti-enzymes et les bêtaglucanes ce qui cause des problèmes digestif pour la poule, il peut être avantageux d'utiliser de la β glucanase en supplémentation (Leeson et Summer, 2005). L'acide oléique et linoléique sont les lipides les plus importants de l'avoine, elle contient une teneur relativement élevée d'acide palmitique (Leeson et Summers, 2005).



Figure 13: l'avoine

II.2.3. Sources de protéines :

II.2.3.1. Les grains protéagineux :

II.2.3.1.1. La féverole :

La féverole est une légumineuse appartenant à la famille des papilionacées, elle est généralement cultivée pour sa graine d'une très bonne valeur nutritive. Dans certains pays et particulièrement en Italie, la plante entière de féverole est utilisée comme fourrage, soit en vert, soit après ensilage. (Tisserand *et al*, 1976). La proportion de coques varie de 12,5 à 14,7% par rapport à la graine entière selon les cultivars (Wang et Uberschär, 1990), La valeur énergétique de la féverole varie selon les références, les variétés et la teneur en facteurs antinutritionnels. Elle est estimée 2760 kcal/kg d'après (Lacassagne *et al*, 1988). La féverole est riche en protéines (25 à 33% de MS) et en énergie, Le contenu en amidon est élevé (40 à 48% de MS), mais il n'est pas complètement digestible par les oiseaux à l'état cru ; les fibres sont présentes en quantités moyennes (fibres brutes 7 à 11% de MS) (Larbier et Leclercq, 1992 ; Heuzé *et al*, 2015).



Figure 14: féverole

II.2.3.1.2. Le Pois :

C'est le protéagineux le plus utilisé en alimentation des volailles, En Europe, cette matière première est utilisée à 88% en alimentation animale. Sa valeur nutritive est caractérisée par sa richesse en protéines (18 à 30 %) et lysine (15g/kg) ; et un faible contenu en facteurs antinutritionnels mais ya des pois à haute teneur en tanins, et pour chaque augmentation de 1% de teneur en tanin La digestibilité des protéines sera réduite d'environ 6% (Leeson et Summer, 2005) , quand à la valeur énergétique du pois est, comme celle de la féverole, compatible avec la majorité des formules alimentaires utilisés dans la production de volaille (Larbier et Leclercq, 1992;Gordon, 2005)



Figure 15 : pois

II.2.3.1.3. Le lupin doux

C'est une graine utilisable pour l'alimentation des oiseaux même s'il n'est pas très répondu. Elle est riche en protéines dont le profil des acides aminés est médiocre : déficient en lysine, méthionine et tryptophane. Sa valeur énergétique est moyenne du fait de l'absence de glucides assimilables et sa teneur en huile, assez variable selon les lots. (Larbier et Leclercq,

1992). Le développement de cultivars bas alcaloïdes de lupin a élargi l'utilisation potentielle de ses graines dans l'alimentation des volailles. (Olkowski *et al.*, 2001).



Figure 16: lupin doux

II.2.3.2. Les grains oléagineux :

II.2.3.2.1. La graine de colza :

La graine de colza est récoltée et stockée et pressée plus tard pour la production d'huile qui sera raffinée pour l'obtention d'huile alimentaire. Sa teneur en protéines est moyenne (15 à 25%), mais sa valeur énergétique est très élevée du fait de la présence d'une quantité importante d'huile (près de 50% du produit sec) (Larbier et Leclercq, 1992 ; Beghoul, 2015). Les graines de colza contiennent des substances antinutritionnelles, qui à fortes doses entraînent des retards de croissance et des mortalités chez les poules pondeuses. Ces substances peuvent aussi donner le goût de poisson aux oeufs ou à la viande. De ce fait le taux limite d'incorporation est d'environ 5% dans la ration (Gynieys, 2003).



Figure 17: grains de colza

II.3.2.2. La graine de soja :

Le soja est une oléagineuse, légumineuse et l'une des sources de protéines végétales les plus importantes et les plus efficaces dans le monde. Le soja présente une excellente source d'énergie et de protéines pour la volaille. Il contient environ 38% de protéines brutes, et autour 20% d'huile (Leeson et Summers, 2005). Il est riche en protéines très bien équilibrées

(sauf en acides aminés soufrés) et riche en énergie et en huile. Cette dernière limite son incorporation qui est plutôt d'ordre technologique que nutritionnel (Larbier et Leclercq, 1992).



Figure 18: grains de soja

II.2.4. Les tourteaux :

Les tourteaux sont des coproduit, riches en protéines issu de l'huilerie après extraction de l'huile des graines oléagineuses ou oléo-protéagineuses. Ce sont des matières premières pauvres en matières grasses, surtout si elles proviennent d'un procédé d'extraction par solvant (hexane), mais ils renferment une proportion élevée de protéines par conséquent ils ont un grand intérêt en alimentation animale (Larbier et Leclercq, 1992).

II.2.4.1. Le tourteau de soja :

C'est bien que c'est le tourteau le plus utilisé en alimentation des volailles (Larbier et Leclercq, 1992). Le tourteau de soja est aussi classé la première source de protéine utilisée dans les industries de volaille et d'élevage dans le monde entier (Stein, 2008).

Ces composants en acides aminés est excellent pour la plupart de type de volaille. (Leeson et Summers, 2005 ; Nahashon, et Kilonzo-Nthenge., 2011).



Figure 19: tourteaux de soja

II.2.4.2. Le tourteau de colza :

Il est issu en majeure partie de graines entières et contiens environ 36,80% de protéines brutes (Beghoul, 2015), il a un équilibre en acides aminées presque le même que celui du soja. Le problème de ce tourteau c'est que l'énergie métabolisable est faible à cause de sa richesse

en tanins (origine: téguments) et en polyosides insolubles (Larbier et Leclercq, 1992). Contenant un composé appelée sinapine qui donne un goût de poisson aux oeufs à partir du métabolisme digestif (Beghoul, 2015), Le tourteau de colza n'est plus utilisé en alimentation des pondeuses.



Figure 20: tourteaux de colza

II.2.4.3. Le tourteau de tournesol :

Il constitue une bonne source de protéines. Celles-ci sont déficientes en lysine mais en revanche très riches en acides aminés soufrés. Aucun facteur antinutritionnel ne vient limiter son usage. Seule sa valeur énergétique médiocre réduit son incorporation dans les aliments destinés

Aux volailles de chair. Le développement du tourteau décortiqué permet de mieux valoriser ce sous-produit en aviculture (+200 kcal/kg et +4 points de protéines) (Larbier et Leclercq, 1992).



Figure 21 : tourteaux de tournesol

II.2.4.4. Les tourteaux de coton :

Les tourteaux de coton ont une très forte variabilité dans le taux de protéines, de cellulose et du taux de matières grasses. L'utilisation des produits du coton en alimentation animale est limitée par leur teneur en Gossypol, un pigment jaune polyphénolique (Leeson et Summers, 2005), contenu sous une forme libre dans de petites glandes présentes notamment

dans l'amande et le tégument de la graine, Les monogastriques sont plus exposés à la toxicité du gossypol globale que les ruminants qui, eux le dégradent dans leur rumen (Abdulrashid *et al.*, 2013).



Figure 22 : tourteaux de coton

II.2.5. Les matières premières d'origines animales :

Les matières premières d'origine animale les plus couramment utilisées dans l'alimentation des volailles sont la farine de viande et d'os qui sont une source importante de calcium et de phosphore. (Caires *et al.*, 2010) et la farine de sang, de plumes et d'abats de volaille, Ces aliments contiennent des niveaux élevés de protéines et peuvent remplacer partiellement la farine de soja. La teneur en phosphore des farines animales est 30 fois plus importante que celle des matières végétales et sa digestibilité est de l'ordre de 80 % contre 20 à 30 % pour les légumineuses (Ngom, 2004). La farine de poisson est une excellente source de protéines et de minéraux. Sa valeur énergétique alimentaire varie surtout en fonction de sa teneur en huile et en minéraux résiduels. (Wiseman *et al.*, 1984).

De nombreux produits d'origine animale sont également interdits dans l'alimentation de certains animaux producteurs de denrées alimentaires. Cette interdiction fait suite à la crise de l'ESB, appelée également maladie de la vache folle

II.2.6. L'eau :

L'eau est un nutriment très important, un oiseau doit boire en plus environ 1,7 à 1,8 fois le poids de l'aliment sec qu'il consomme. La consommation d'eau dépend de la température ambiante. Elle augmente au-delà de 20 °C pour permettre une bonne évaporation pulmonaire, Mais elle dépend aussi de l'hygrométrie de l'air ambiant, en climat chaud l'eau fraîche est très recommandé, car la consommation d'eau diminue quand la température est trop élevée : 261 ml pour une eau à 27°C, contre 279 ml pour une eau à 18 °C, dans une première expérimentation ; 228 ml à 27 °C contre 267 ml à 23 °C, dans une deuxième expérimentation. (Xin *et al.*, 2002).

II.3. Les aliments non conventionnels :

Les ressources alimentaires non-conventionnelles, sont des aliments d'origine végétale, animale ou minérale, très peu ou pas exploités pour l'alimentation animale, qui n'entrent pas en concurrence avec l'alimentation humaine et qui sont peu connus de la plupart des éleveurs.

II.3.1. Les graines de légumineuses et autres graines :

La contribution des graines de légumineuse dans l'alimentation humaine et animale dans les pays sous-développés n'est plus à démontrer. Les légumineuses vivrières sont considérées comme la source majeure des protéines alimentaires parmi les plantes (Baudouin et Maquet, 1999). Une attention considérable est accordée à l'utilisation des graines de légumineuses et autres sources de protéines non-conventionnelles pour nourrir la volaille



Figure 23 :les graine de legumineuse

II.3.2. *Moringa oleifera* :

Les feuilles de *M. oleifera* sont un légume de bonne qualité nutritionnelle et sont l'un des meilleurs légumes tropicaux. Elles sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19-35 % MS (Makkar et Becker, 1996 . Nombre d'auteurs se sont intéressés à l'utilisation de la farine de ces feuilles en alimentation animale. Une étude menée par Kaijage et al. (2003) et Kakengi et al. (2007). a montré que des taux élevés (20 et 15% respectivement) ont constaté une amélioration significative de la coloration en jaune du jaune d'œuf, de la productivité et de la consommation alimentaire chez les poules pondeuses



Figure 24 : *Moringa oleifera*

II.3.3. Son de riz :

Le son de riz provient du tamisage ou vannage des résidus de décorticage du riz qui sont ainsi débarrassés des balles (Widyobroto, 1989; Liorca, 1995). Le son de riz peut substituer une bonne partie du maïs dans les aliments de volaille à cause de sa teneur élevée en matières grasses (13,5 à 18 % MS) et en protéines (12,5 % MS). Cette richesse en matières grasses limite son taux d'utilisation de l'ordre de 25 %. Les acides gras non saturés en cours de rancissement neutralisent l'action des tocophérols et provoquent une avitaminose E, qui entraîne une forte mortalité chez le jeune poulet par l'apparition d'encéphalomalacie et une diminution de la fertilité et de l'éclosion des œufs. Ces effets peuvent être éliminés complètement par traitement avec un solvant organique ou addition d'anti-oxydants (Piccioni, 1965). Comme le son de mil,



Figure 25 : le son de riz

II.3.4. Les insectes :

Les fortes demandes récentes, et les prix élevés des farines de poisson et du soja qui endécoulent, parallèlement à l'accroissement de la production aquacole, poussent à de nouvelles

Recherches sur le développement de protéines à partir d'insectes pour l'aquaculture et l'aviculture. Les produits alimentaires pour animaux à base d'insectes pourraient avoir un marché similaire à celui des farines de poisson et du soja, qui sont actuellement les composants principaux des aliments destinés à l'aquaculture et au bétail. Des exemples suggèrent que les aliments pour animaux à base d'insectes sont comparables à ceux à base de farine de poisson et de soja. Des insectes vivants ou morts occupent déjà des créneaux commerciaux, principalement pour nourrir des animaux de compagnie ou de zoo. (Amold van Huis et al, 2013)



Figure 26: insectes

II.3.5. Les grignons d'olives

Les grignons d'olives consistent en la pulpe, la peau, le noyau et l'eau, beaucoup de termes peuvent être donnés en relation avec la composition, la teneur en huile (grignons bruts ou extraits de grignons) et les noyaux (frais ou grignons secs) (Sansoucy, 1984). Ce produit peut être transformé en un produit destiné à l'alimentation animale ou en huile dite de grignons d'olive après extraction chimique. Les poules pondeuses nourries de grignon d'olive à raison 9,5% de la ration a montré des performances de production et une qualité des œufs similaires aux poules nourries au maïs (Al-Shanti *et al.*, 2003).



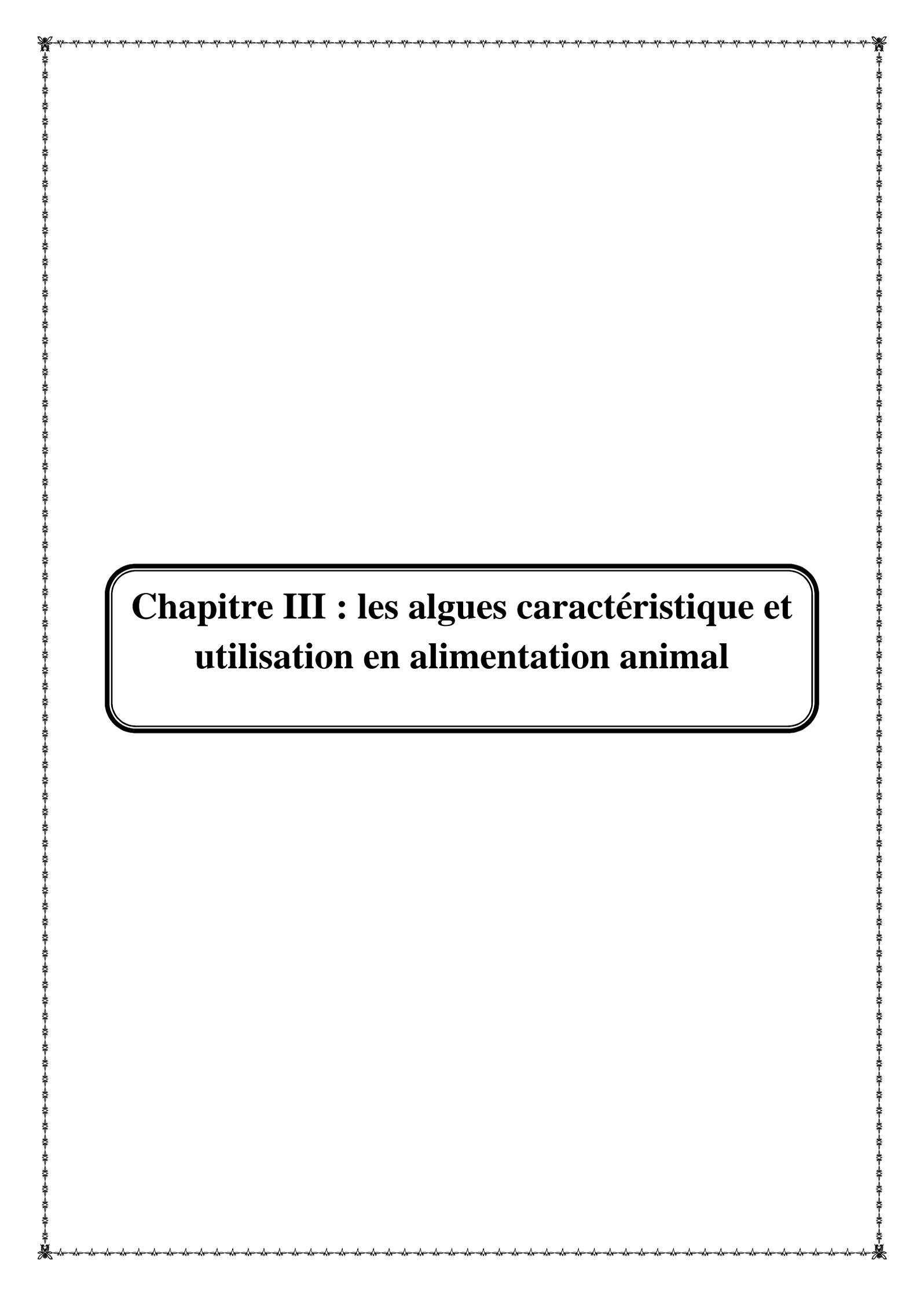
Figure 27: grignons d'olive

3.6. Les algues :

La valeur nutritionnelle des algues peut s'expliquer en grande partie par la présence conjointe de trois grandes catégories de composants (fibres, minéraux et protéines), mais également par la présence de métabolites présentant des propriétés antioxydantes et anti radicalaires tels que les caroténoïdes, les polyphénols, les vitamines ainsi que les acides gras polyinsaturés. (H. Marfaing, 2014) (développé dans le chapitre 3).



Figure 28 : les algues



Chapitre III : les algues caractéristique et utilisation en alimentation animal

III.1. Définition

Les algues regroupent un ensemble de végétaux photosynthétiques très divers et dont l'appareil végétatif relativement simple est appelé thalle. Elles ont des formes et des dimensions très variables. Certaines sont microscopiques et d'autres mesurent plusieurs mètres de longueur, mais elles ont toutes des caractères communs. Elles sont essentiellement aquatiques vivant dans les eaux douces ou marines, et certaines vivent sur la neige ou dans la glace des régions polaires et des hautes montagnes. D'autres, au contraire, supportent, dans les eaux des sources thermales, des températures élevées (algues thermophiles). Elles comprennent un effectif de 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétal (Ramade, 2009)

III.1.2. Les bases de la classification des grandes lignées d'algues

De nombreux critères écologiques, physiologiques ou biochimiques interviennent dans la phylogénie des algues comme les structures cellulaires, le mode de nutrition, l'habitat ou même la nature et la localisation des pigments et glucanes de réserve. Malgré une extrême diversité et complexité structurale, tant d'un point de vue macroscopique que microscopique, les algues peuvent néanmoins être classées en une dizaine d'embranchements (Reviere, 2002).

III.1.2.1. La pigmentation

Selon Ruiz (2005), les pigments ont un rôle physiologique, captent l'énergie lumineuse. Selon la nature des pigments surnuméraires associés à la chlorophylle, les plastes sont parfois verts (Chlorophytes), parfois jaunes ou bruns (Chromophytes), ou encore rouges (Rhodophytes)

III.1.2.2. Les polysaccharides de réserve

Les polysaccharides ou glucanes sont des polymères de glucides qui résultent du mécanisme photosynthétique. Il en existe deux familles : les polysaccharides de réserve et les polysaccharides pariétaux. Il existe des glucanes de réserve solubles en solution dans les vacuoles et d'autres insolubles qui forment des grains observables en microscopie (Ruiz, 2005).

III.1.2.3. Les polysaccharides pariétaux

La classification des grandes familles d'algues repose également sur la nature chimique des colloïdes qu'elles produisent à la périphérie de leurs cellules (McCandless, 1978).

La paroi des algues diffère significativement de celles des autres organismes végétaux par son organisation et sa composition. Elle peut être interprétée comme une structure

biphasique, composée d'une phase fibrillaire cristalline squelettique et d'une phase matricielle dont les structures de compositions variables selon les espèces (Mc Neil *et al.*, 1984).

III.1.3. Les grands groupes d'algues

En général, les algues regroupent quatre groupes qui sont différenciés par rapport à la couleur. Chaque groupe contient des classes, et chaque classe contient des centaines d'espèces (Garon-Lardiere, 2004), on distingue :

III.1.3.1. Les algues vertes (Chlorophycées)

Selon Garon-Lardiere (2004), les algues vertes sont de formes très variées, uni-ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en vert par les chlorophylles a et b, auxquelles sont associés des carotènes et des xanthophylles. La photosynthèse permet la formation d'amidon, comme pour les plantes supérieures, la plupart des algues vertes vivent en eau douce ou en milieux marins, mais certaines espèces peuvent également se développer sur terre. Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale.

III.1.3.2. Les algues brunes (Phéophycées)

La couleur brune de ces algues résulte de la dominance du pigment xanthophylle, la fucoxanthine, qui masque les autres pigments (chlorophylle a et c, ainsi que le bêta-carotène).

Toutes possèdent une structure pluricellulaire, mais leurs dimensions varient depuis les éléments microscopiques jusqu'aux très grands spécimens. La grande majorité des algues brunes sont marines (Garon-Lardiere, 2004).

III.1.3.3. Les algues rouges (Rhodophycées)

Les rhodophytes ou algues rouges forment un groupe très diversifié. Ces algues doivent leur couleur à la présence de plastes roses dans lesquels un pigment rouge, la phycoérythrine, est associé à plusieurs autres pigments dont les chlorophylles. La plupart de ces algues rouges sont pluricellulaires et marines, mais il existe quelques formes unicellulaires et quelques unes vivent également en eau douce.

III.1.3.4. Les Cyanobactéries

Les cyanobactéries ou les algues bleues sont constituées des colonies de taille, de forme et de couleur très variables. Comme les algues rouges, elles possèdent des pigments surnuméraires bleus (Phycocyanines) et rouges (Phycoérythrine) qui masquent la chlorophylle a. En dépit de leur nom ancien d'algues bleues, elles sont rarement bleues mais plus souvent rouges, vertes avec des reflets bleutés, violets, bruns, jaunes ou orangés. La plupart d'entre elles ont une consistance gélatineuse voire gluante en raison des mucilages qu'elles sécrètent (Garon-Lardiere, 2004).

III.1.4. Composition chimique des algues

Les algues ont une grande valeur biologique due à leurs richesses en :

- **Fibres:** de 33 à 61% (Lahaye, 1991).
- **Calcium:** les algues sont une source abondante de calcium qui peut aller jusqu'à 34% de la matière sèche (Frestedt *et al.*, 2008).
- **Vitamines B12** a des teneurs assez importantes, contrairement aux plantes terrestres (Watanabe *et al.*, 1999).
- **Iode:** la teneur en iode des algues brunes est exceptionnelle et peut atteindre jusqu'à 14296 mg/kg de matière sèche (Maro *et al.*, 1999).
- **Protéines:** Les phycobiliprotéines sont les principaux pigments des algues rouges (phycoerythrine) et bleues (Phycocyanines). Elles possèdent des propriétés antioxydantes utilisées dans le traitement de certains cancers et maladies inflammatoires liées au stress oxydatif (Gonzalez *et al.*, 1999).
- **Polyphénols:** appelés phlorotannins chez les algues, ils sont présents surtout dans les rhéophytes et montrent une activité antioxydante dans les tests *in vitro* (Shibata *et al.*, 2008).
- **Caroténoïdes:** sont des puissants antioxydants. Les algues brunes sont riches en plus des fucoxanthine, -carotène et violaxanthine. De nombreuses études ont montré que l'activité antioxydante des caroténoïdes et leurs effets préventifs contre les pathologies liées au stress oxydatif (Yan *et al.*, 1999).

III.1.5. Applications des Algues

Il existe plusieurs domaines économiques qui font appel à des algues ou à des phycocolloïdes. Elles présentent actuellement une source nutritionnelle et un produit à valeur montante, surtout en Asie où elles sont utilisées directement comme aliments, ou indirectement surtout par l'industrie de phycocolloïdes (agars et alginates). Elles sont utilisées en agriculture comme engrais et fourrage, dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique, dans le textile, et dans bien d'autres domaines (Chopin, 1997).

III.1.5.1. Utilisation en alimentation animale

Sur de longues périodes, les animaux (ovins, bovins et équidés) qui vivaient en zones côtières consommaient des macroalgues brunes, surtout dans les pays où celles-ci étaient rejetées sur le rivage, d'ailleurs l'algue rouge *Palmaria palmata* était appelée « goémon à vache »

Les premiers essais de supplémentation de la ration alimentaire d'animaux d'élevage ont fait apparaître une bonne acceptabilité, une bonne digestibilité et une bonne assimilation des algues. Aujourd'hui, la disponibilité de macroalgues pour animaux s'est accentuée avec la production de farines.

Les macroalgues utilisées en alimentation comme *Ascophylum nodosum* et *Laminaria digitata* fraîchement coupées, sont broyées en fines particules et séchées. Leur analyse a montré qu'elles contenaient des quantités importantes de minéraux, oligoéléments et vitamines. Les oligo-éléments qui sont des éléments essentiels requis pour les mammifères à de petites quantités tels que le fer, le zinc, cobalt, chrome, molybdène, nickel, fluor et iode (Chouikhi, 2013).

III.1.5.1.1. Leurs avantages

Selon Chouikhi (2013), les algues possèdent plusieurs intérêts :

- Augmentent la teneur en iode des volailles et des œufs.
- Augmentent la production laitière chez les vaches de 6,8% à 13%.
- Les brebis nourries aux macroalgues maintiennent leur poids beaucoup mieux durant la période hivernale, donnent une plus grande production de laine.
- Stimulent le système immunitaire de certains animaux.
- En aquaculture, la nourriture habituellement se compose de déchets de viande et de poissons mélangés avec des additifs secs contenant des nutriments supplémentaires (macroalgues), pour former une masse pâteuse servant à la préparation des granulés.
- L'addition de macroalgues leur permet de ne pas se désagréger ou de se dissoudre.

III.1.5.1.2. Quelque type d'algue utilisé en alimentation animal :

➤ L'azolla :

Selon Webmaster (2019)

L'azolla est une fougère aquatique ramifiée et flottante, qui pousse rapidement à la surface de l'eau. Souvent utilisé en élevage plus particulièrement quand les ressources végétales viennent manquer. La culture de l'azolla est une bonne option pour eux.

L'azolla est un aliment idéal pour le bétail, le poisson, le porc et la volaille, de plus il peut également être utilisé comme biofertilisant dans une exploitation agricole. C'est pourquoi beaucoup d'agriculteurs s'orientent vers la culture de l'azolla.

- **Aliments pour le bétail**

L'azolla contient de très grandes quantités de protéines, d'acides aminés, de vitamines (vitamine A, vitamine B12, bêta-carotène) et de minéraux, c'est donc un excellent aliment nutritif pour le bétail.

De plus, l'azolla a une faible teneur en lignine donc les animaux digèrent facilement.

Il est observé que l'alimentation des volailles avec de l'azolla améliore le poids des poulets de chair et augmente la production d'œufs des poules pondeuses.

Egalement chez les animaux, il a montré une augmentation globale de la production laitière de 15-20% lorsque 1,5-2 Kg d'azolla a été combiné avec des aliments concentrés



Figure 29 : Azolla

➤ **la spiruline :**

- **Classification scientifique de la spiruline :**

Les algues sont parmi les êtres les plus simples du règne végétal. La systématique de la spiruline est la suivante :

Règne : Protistes

Sous règne : Protistes procaryotes

Embranchement : Cyanoschizophytes

Classe : Cyanophyceae

Ordre : Nostocales

Famille : Oscillatoriacées

Genre : Spirulina

Espèce : *Platensis*, *geitleri* ou *Maxima*, *jeejibai*, (Bourelly, 1985 cité par Rakotonarivondrianaivo, 2002).

- **Composition nutritionnelle**

Contrairement à d'autres micro-organismes proposés comme sources de protéines, la spiruline ne contient pas de parois cellulosiques. Ce qui explique la très bonne digestibilité des protéines de la spiruline simplement séchée (83 à 90%).

La valeur biologique des protéines de la spiruline est très haute. D'un point de vue qualitatif, les protéines de la spiruline sont complètes, car tous les acides aminés essentiels y figurent, et dans les bonnes proportions

La spiruline contient une variété de vitamines : A, E, D, B1, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B12, K et bêta carotène.

Riche en Vitamine A et excellente source de bêta-carotène ; La spiruline contient tous les oligo-éléments et les sels minéraux dont l'organisme a besoin au quotidien : calcium, magnésium, fer, manganèse, potassium, sélénium, phosphore, cuivre, zinc sodium, ...et La spiruline contient également des acides gras essentiels OMEGA 3 et OMEGA 6, qui se montrent extrêmement bénéfiques au niveau des apports énergétiques (SUGUERA S. 2008)

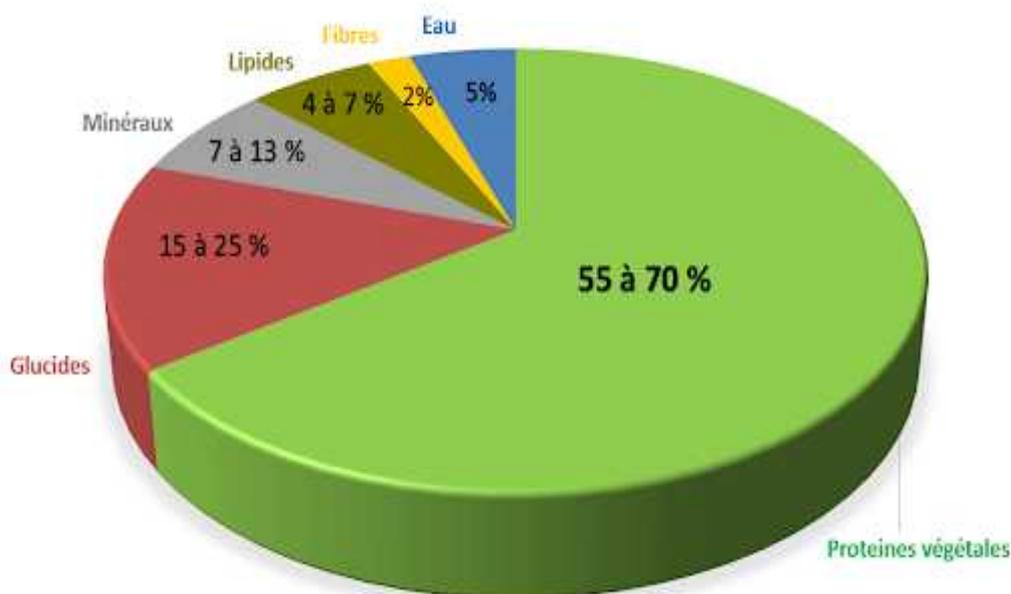


Figure 30 : Composition nutritionnelle de la spiruline (SUGUERA S. 2008)

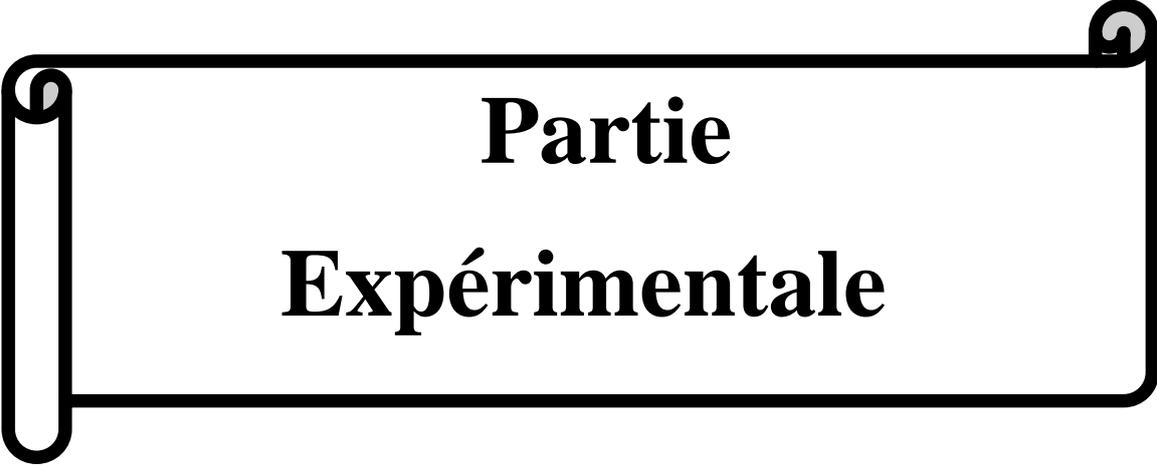
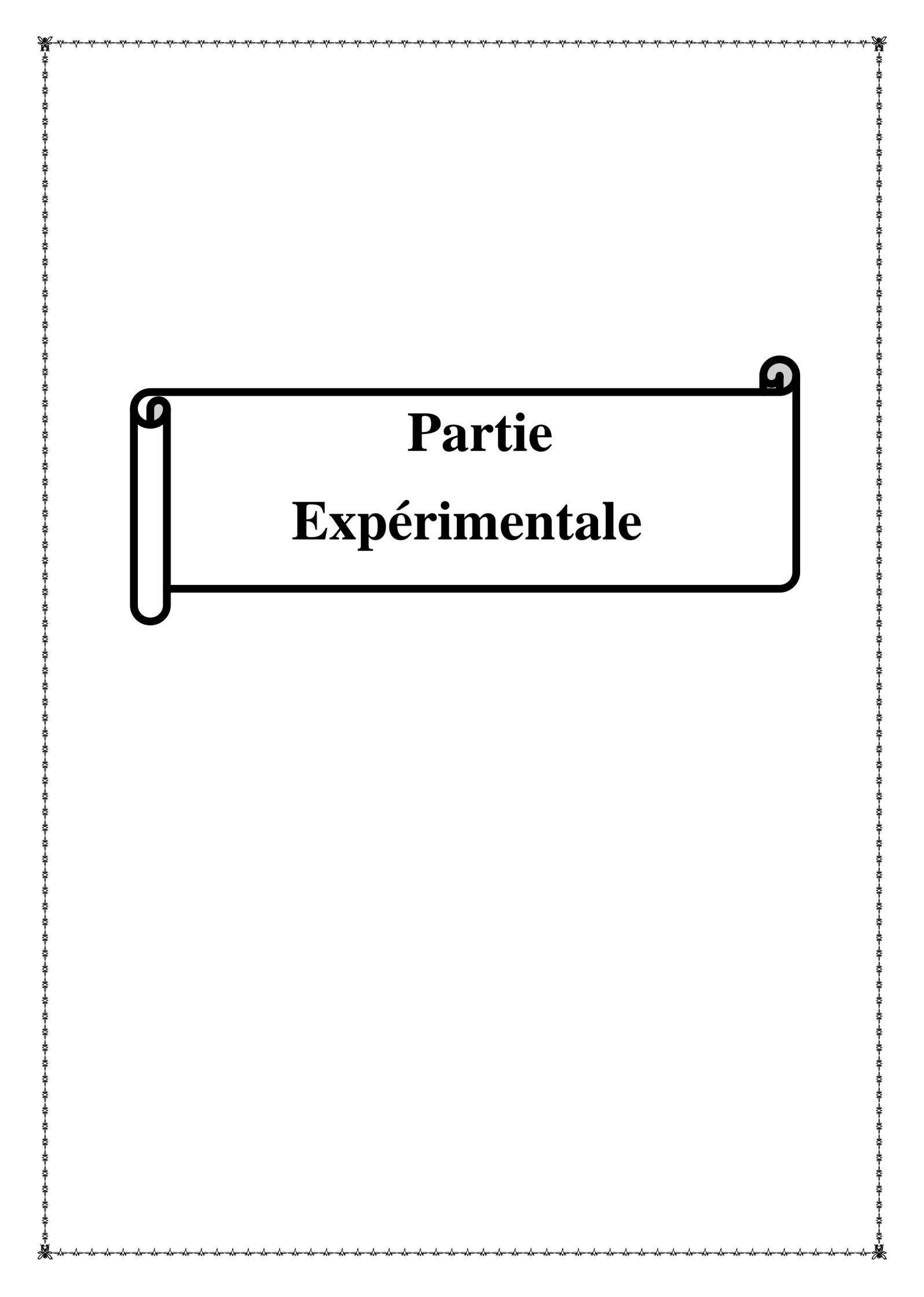
- **Résultats expérimentaux de la supplémentation de spiruline chez les volailles**

A la Station de recherches avicoles de l'INRA Nouzilly – France, BLUM et CALET (1976) ont expérimenté sur trois régimes pour poules pondeuses. La plus forte production est obtenue avec le régime contenant 7,5% de spiruline (poules âgées de 32 à 56 semaines). Avec 15% de spiruline, la production est semblable au lot témoin et le poids moyen des œufs a

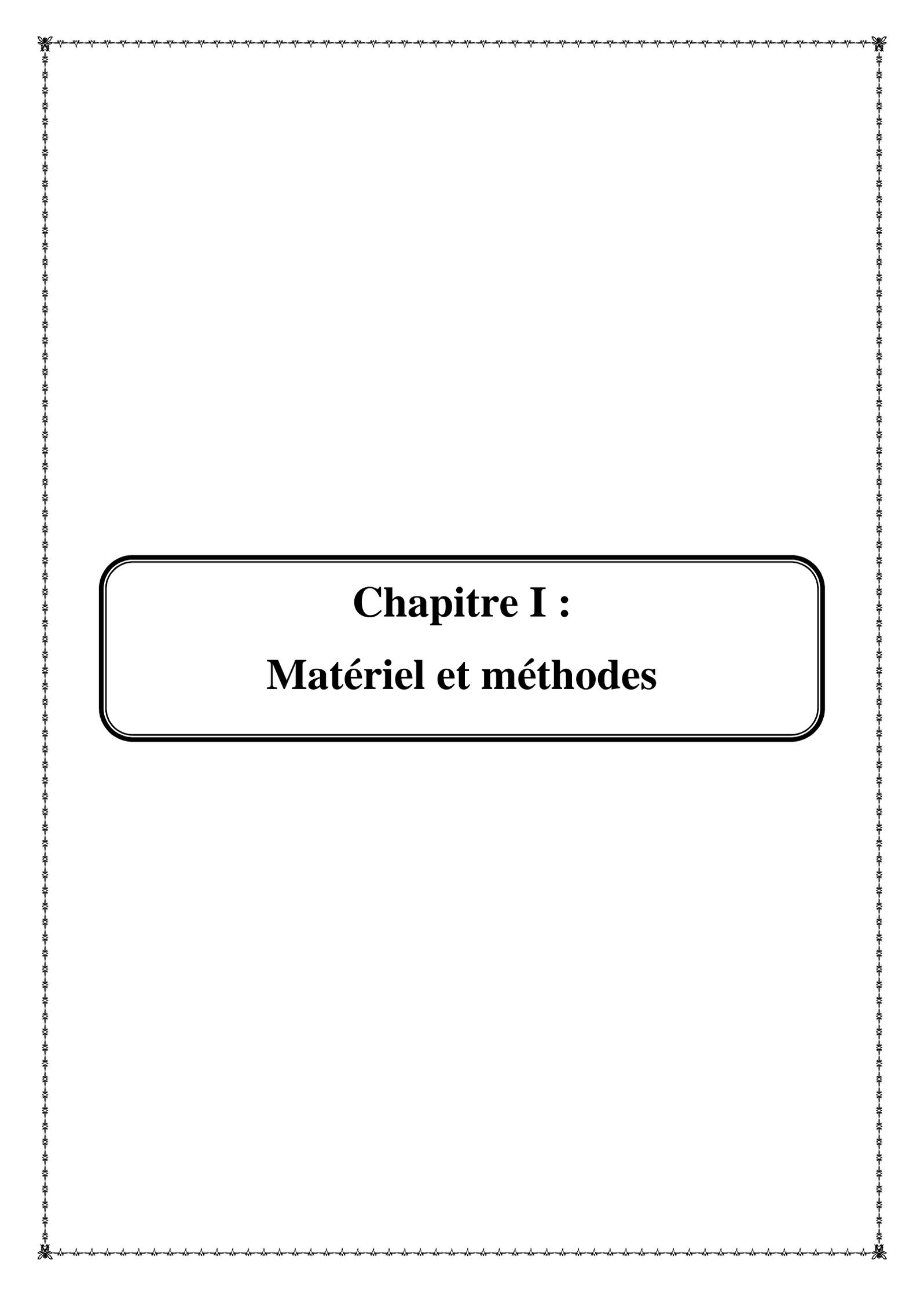
significativement diminué. Dans ces deux cas, le jaune d'œuf est caractérisé par une coloration orangée intense (supérieure à l'échelle La Roche). Sur ce, d'après BUSSON en 1971, un expert anonyme de la FAO a trouvé ce même résultat en 1968 après avoir mené une expérimentation sur des volailles. Dans ce cadre, la spiruline sèche a été administrée à raison de 0,5 à 1,5% de la ration.



Figure31 : la spiruline



Partie Expérimentale



Chapitre I :

Matériel et méthodes

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.

2.2. Présentation de la daïra de M'achdallah :

est une commune et daïra de la wilaya de Bouira , située à 43 km environ à l'Est de Bouira , qui englobe Cinq communes: Saharidj • Chorfa • Hanif • Aghbalou • Ath Mansour



Figure 33 : Cartographie de la daïra de M'achdallah (Google maps 2020)

2.3. Présentation de lieux de stage :

Notre travail expérimental a été réalisé dans un poulailler privé, situé dans la commune de M'achdelah. Situé sur une superficie de 300 m², sa capacité est de 4000 poules pondeuses.

❖ Type d'élevages :

L'élevage a été effectué dans des batteries(mode d'élevage intensif)

❖ La souche de poule pondeuse exploitée :

L'élevage comporte 4000 poules pondeuses de souche ISA Brown, elle sont issues du centre d'élevage de poulettes démarrées ORAC de Béjaïa , âgées de 21 semaines. Les poulettes ont été acheminées vers le bâtiment par des camions aménagés le matin



Figure34 : Isa Brown(photo personnelle, 2020)

3. Conduite d'élevage :**3.1. Description de bâtiments :**

Le bâtiment avicole s'étend sur une superficie de 300m² (30m x 10m de largeur) avec une hauteur de 3,80m. Elle est de type obscur, les murs en dur un faux plafond en polystyrène, Contiens deux extracteurs de capacité de 4300 m³/h et deux humidificateurs placé de part et d'autre du hangar de longueur de 22m



Figure 35 : bâtiment d'élevage (photo personnelle, 2020)

- **Type de batterie :**

Les batteries utilisées sont des batteries de 04 étages en A d'une longueur de 13m Les poules sont logées dans des cages collectives (5 poules/cage).



Figure 36: type de batteries d'élevage (photo personnelle, 2020)

3.2.Facteurs d'ambiance:

Les facteurs d'ambiance sont contrôlés par une armoire de command équipé d'un thermostat pour contrôlé la température, et un ensemble de contacteur contrôle toute l'unité.

La température moyenne à l'intérieur du bâtiment est entre 18°C au min et 25°C au max selon la sison avec l'humidité entre 70% et 90%. Les mesure se fait par un appareille mixte température /humidité

Tableau 01 :Description des facteurs d'ambiance

Température	25°C
Ventilation	Fonction Automatique (extracteur)
Eclairage	Lampe de 10w (4 lignes chaque ligne comtien 10 lampe)
Hygrométrie	77 %

3.3.Alimentation

La distribution de l'aliment pour les poules pondeuses se fait par chariot manuel avec des baquets pour chaque étage à raison de deux fois par jour. L'aliment utilisé est de type commercial provient de fabricant d'aliment de béatilles privé, composé de soja, ma s, CMV, l'son gros, minéraux, et vitamine.

L'abreuvement est assuré par des pipettes reliées à système d'abreuvement qui est lui-même branché à une citerne de 1000L. L'eau provient d'un puits près de le hangar

3.4. Conduite sanitaire

Des mesures d'hygiène et prophylactiques respectées, par la mise en place de barrières sanitaires (pédiluves et autoluve).

Le nettoyage et l'évacuation des fientes s'effectuent par un racleur électrique (deux racleur de longue et un transversale). Un suivie vétérinaire se fait en cas de besoin



Figure37 : racleur électrique.(photo personnelle 2020)

3.5 Stockage te expédition

Le ramassage des œufs se fait manuellement, deux fois par jour. Ensuite ils seront stockés dans une chambre climatisée puis ils vont les vendre (30% en détail ; 70% en gros)



Fuguer38 :Le ramassage des œufs manuellement. (photo personnelle 2020)

4. Étude de la qualité des œufs :

4.1 Dispositif expérimental :

L'expérimentation a porté sur 70 poules pondeuses (souche ISA BROWN) pendant une période de 30 jours entre la 29^{ème} et la 33^{ème} semaine d'âge.

Afin de vérifier l'effet de la supplémentation d'une algue (spiruline), comme complément protéique, sur les performances de ponte et la qualité des œufs pondus. Nous avons constitué 2 lots :

Lot 1 : Témoin a reçu l'aliment commercial

Lot 2 : expérimental a reçu l'aliment expérimental (90% aliment commercial + 10% d'algues sous forme de miettes), bien mélangé le tout pour homogénéiser le contenu.

4.2. Récolte et préparation de l'algue utilisée :

Les algues ont été récupérées d'oued Yessere au niveau de Mâala Lakhdaria pendant la période qui s'étale de mois d'avril jusqu'au mois de mai, Une fois récupérées ont été mises dans des caisses perforées et pressées pour éliminer l'excès d'eau.

Les algues ont été séchées par étalage en fines couches dans un endroit bien aéré à l'abri de pluie et d'humidité. Pour éviter toute contamination donc leur décomposition, les algues ont été retournées 3 fois par jour. Une fois séchées (10) les algues ont été coupées en miettes manuellement puis stockées dans des sacs pour les transporter vers le site expérimental.



Figure 39 : récolte des algues (photo personnelle)



Figure 40 : séchage et coupage des algues et leur aspect une fois émiettées (photo personnelle,2020)

5. Matériel utilisé pour l'étude de la qualité externe et interne des œufs produits:

- Une balance électronique
- Bêchere de 50 ml
- Un pied à coulisse.
- un éventail colorimétrique pour une estimation de la couleur du jaune
- Plaque en verre sur laquelle l'œuf est cassé pour faire les différentes mesures à étudier



Figure41 : balance de pesée

(photo personnelle,2020)



figure42 : pied a coulisse

(photo personnelle,2020)



Figure 43: Éventail colorimétrique.(louassaa et al 2019)

6. Les paramètres mesurés

6.1. Les performances zootechniques :

➤ Le poids des poules :

La Peser des poules au début et à la fin de l'expérience. Pour déterminer l'évaluation du poids à l'aide d'une balance manuelle

➤ Aliments ingérée :

Les poules ont reçu une quantité d'aliments chaque jour, la quantité totale qui a été consommée pendant l'expérience (30j) pour chaque lot est exprimée dans le tableau suivant :

Performances de ponte : nombre d'œufs pondus pendant la durée de l'expérience (30j)

Tableau02:La quantité d'aliment consommé et le nombre d'œufs produits dans le lot témoin et expérimental

N° de lot	Lot témoin	Lot expérimental
Nombre des poules	35	35
Quantité d'aliments distribué /lot, g /sujet	120	120
Quantité d'aliments distribue pendant 30j, kg	126	126
Total aliment refusé, kg	114	115
Totale consommé, kg	12	11
Nbr d'œuf pendant 30j	31	32

6.2. Mesure de la qualité des œufs

Une fois les œufs sont numérotés, des paramètres externes et internes de qualités ont été mesurés.

6.2.1. Poids des œufs

Chaque jour, nous recueillons les œufs de chaque lot, les œufs sont numérotés et pesés individuellement avec la balance



Figure 44 : pesés des œufs (photo personnelle 2020)

6.2.2. 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 $\pm 0,01$ mm

- $IF = D/L$

- IF = index de forms.

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

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

6.2.3. Longueur et largeur de l'œuf :

Un pied à coulisse à été utilisé pour les mesures suivantes : longueur de l'œuf, qui s'étend du gros bout à la partie pointue de l'œuf et de sa largeur qui est la partie la plus large au niveau de l'équateur.



Figure45: mesure de longueur et largeur de l'œuf.(photo personnelle 2020)

6.2.4. Le diamètre et hauteur du blanc :

La mesure de la hauteur du blanc épais doit se faire juste après avoir cassé l'œuf. À l'aide d'une règle graduée, la mesure est réalisée sur la partie la plus haute de l'album. Cette mesure servira à estimer l'état de fraîcheur de l'œuf par le calcul des Unités d'Haugh. La formule suivante $HU = 100 \log (H - 1,7 p^{0.37} + 7,6)$; où les unités HU = Haugh, H = hauteur albuminé (mm), p = poids de l'œuf (g), est utilisée pour calculer les UH.

La deuxième mesure est celle du diamètre du blanc. Elle est réalisée à l'aide d'un pied à coulisse, et s'étend sur les deux extrémités de l'albumen épais.



Figure46 : mesure du diamètre de blanc **figure 47:** hauteur de blanc

6.2.5. 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 la longueur d'albumine (et la largeur d'albumine .Il a été calculé selon la formule décrite par plusieurs auteurs (Hanusová *et al.*, 2015) :

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

6.2.6. Diamètre et hauteur de jaune :

La mesure de la hauteur de jaune a été effectuée à l'aide d'une règle graduée.

La deuxième mesure est celle du diamètre de jaune. Elle est réalisée à l'aide d'un pied à coulisse, et s'étend sur les deux extrémités de jaune.

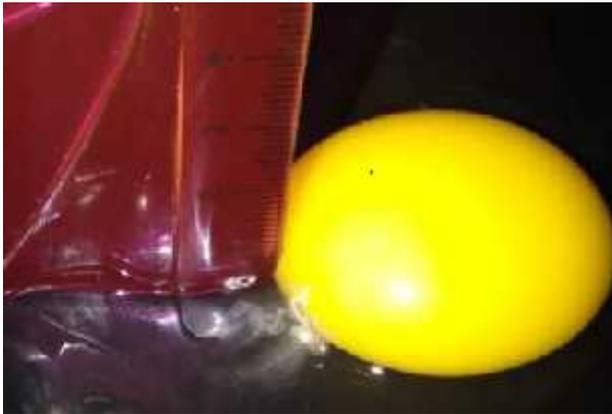


Figure 48: hauteur de jaune

(photo personnelle 2020)

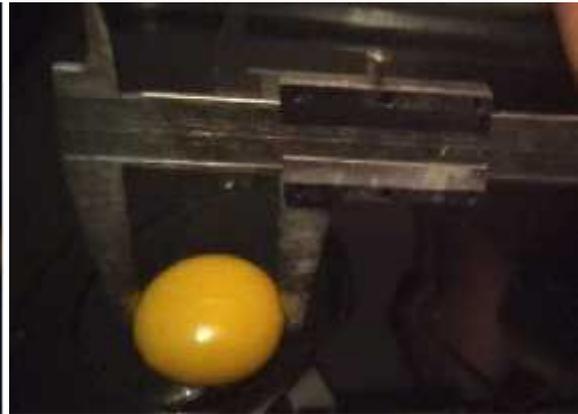


Figure 49 : diamètre de jaune

(photo personnelle 2020)

6.2.7. Index du vitellus :

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

Il a été mesuré sans séparation préalable du blanc et du jaune selon la méthode décrite par Mertens *et al.* (2010). La hauteur du jaune a été déterminée en plaçant la règle verticalement derrière celui-ci.

6.2.8. Couleur du jaune :

L'estimation de la couleur du jaune, nous avons utilisé un éventail colorimétrique numéroté de 1 à 15



Figure50 : estimation de la couleur de jaune(photo personnelle 2020)

6.2.9. Poids du jaune :

Après la séparation du blanc et du jaune, le poids de ce dernier est mesuré à l'aide d'une balance électronique



Figure 51 : mesure de poids de jaune(photo personnelle 2020)

6.2.10. 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). Il a été calculé selon la formule suivante (Ça layan *et al.*, 2009) :

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

6.2.11. Poids et de la coquille :

La coquille d'œuf récupérée et pesée avec une balance électronique. L'épaisseur de la coquille a été obtenue ici avec membrane coquillère.



Figure52 : Mesure du poids de la coquille(photo personnelle 2020)

6.2.12. 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 : $S = KP$.

P = poids de l'œuf (g).

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

6.2.13. Pourcentage de la coquille, de l'albumen et du vitellus:

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

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

6.3. Analyse statistique :

Les résultats des critères de la qualité des œufs ont été analysés en utilisant les tests ANOVA et KHI-DEUX via le logiciel Minitab®18 (version 2017Minitab.Inc).

II.1. Les performances zootechniques :

II.1.1. Poids des poules

Le poids des poules ne varie pas entre les deux lots ($P > 0,05$), en effet, il a évolué avec la même allure dans les deux lots et ce pendant les quatre semaines d'élevage. La supplémentation de l'algue dans le régime des poules pondeuses dans cet essai ne semble pas affecter le poids des poules (tableau 5). Notons qu'aucune mortalité n'a été enregistrée. Le tableau

Tableau 03 : Poids moyen des poules au début et à la fin de l'expérimentation

Lot	Lot T	Lot Exp
Nombre de poules	35	35
PV initial à 29 semaines, kg	1,75	1,78
PV final à 33 semaines, kg	1,84	1,86

II.1.2. Consommation d'aliments :

La consommation totale d'aliment est similaire dans les deux lots. L'introduction des algues dans l'alimentation des poules pondeuses n'affecte pas ni l'appétit des poules ni leurs ingérés. (Tableau 6). Il a été également remarqué que les poules picorent en premier les miettes d'algues en triant dans l'aliment. Ce qui signifie que l'odeur de l'algue ne gêne pas les poules contrairement aux chevaux qui se méfient et refusent de manger l'aliment contenant une grande quantité d'algues (Razafindrajaona *et al.*, 2009)

Tableau 04 : la quantité d'aliment consommé dans les deux lots

Llot	Lot T	Lot Exp
Total consommé (4 semaines), kg	115	114

II. 2. Résultats de la qualité des œufs

II.2. 1. Qualité interne et externe des œufs

II.2.1.1. Evaluation de qualité externe des œufs:

L'ensemble des paramètres mesurés sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 05 : Effet d'incorporation de l'Algue spiruline sur les qualités externes des œufs obtenu dans le lot témoin et le lot expérimental

Paramètres	Lot T (Moy ± ET)	Lot Exp (Moy ± ET)	Valeur de p
poids de l'œuf, g	59,28± 2,82	61,21± 1,76	p=0,106
index de forme	0,80±0,01	0,80±0,01	P=0,133
Poids de la coquille, g	6,67±0,61	6,93±1,14	P=1,860
% de la coquille	11,33±1,52	11,30±1,53	P=1,345

Concernant les paramètres de qualité externe de l'œuf l'incorporation de l'algue dans la ration n'a aucun effet et l'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les deux lots ($p > 0,05$), cela est en accord aux résultats trouvés par Louassaa et Kirouani (2018).

II.2.1.1.1. Poids des œufs :

Malgré que notre étude ne montre aucune différence significative entre le poids des œufs des deux lots, toutefois, en valeur absolue, il ya une légère amélioration de poids des œufs issus du lot expérimental.

Globalement nos résultats sont meilleurs à ceux obtenus par Halbouche *et al.* (2009, 54,6g) et même à ceux de Moula *et al.* (2014) pour les œufs issus d'élevage traditionnel dont le poids varie de 52,68 à 53,28g

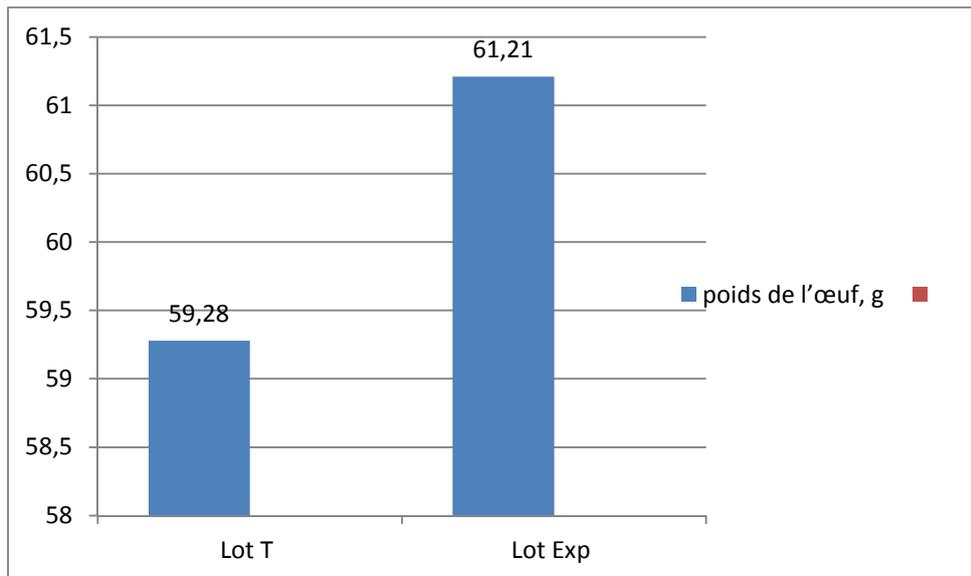


Figure 53 : comparaison entre le poids de l'œuf pour le lot témoin et expérimental

II.2.1.1.2. L'index de forme

La valeur de l'index de forme requise pour que les œufs soient conditionnés dans des emballages standardisés est 75% (Smith, 1992). Les résultats obtenus, dans notre étude, pour ce paramètre est de 80%, soit une augmentation de 5 points. L'aliment ingéré n'a aucun effet sur la géométrie de l'œuf.

II.2.1.1.3. Poids et pourcentage de la coquille

Il est à préciser que la coquille a été pesée avec la membrane coquillière (en raison des difficultés que nous avons rencontrées pour les séparer). Aucune différence significative ($p > 0,05$) est constatée entre le poids moyen de la coquille des œufs issus des deux lots (6,67 vs 6,93 g).

II.2.2. 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 06: Effet d'incorporation de l'Algue spiruline sur les qualités internes des œufs obtenu dans le lot témoin et le lot expérimental

Paramètres	Lot T (Moy ± ET)	Lot Exp (Moy ± ET)	valeur de p
Poids de jaune, g	14,48± 0,42	15,27±0,41	1,000
Pourcentage de jaune, %	24,52±0,49	25,01±0,07	p>0,05
Poids de blanc, g	43,28±2,81	36,05±0,86	p>0,05
Pourcentage de blanc,%	57,93±2,25	58,88±0,99	p>0,05
Rapport J/B ,%	42,59±2,56	42,67±0,73	p>0,05
Index du jaune, %	20,57±0,28	24,14±1,48	p>0,05
Diamètre du jaune, cm	3,93±0,06	3,93±0,10	p>0 ,05
hauteur de jaune, cm	0,77±0,02	0,95±0,08	0,000***
hauteur de blanc, cm	0,27±0,00	0,34±0,04	0,012*
diamètre de blanc, cm	6,46±0,15	6,83±68	0 ,039*
couleur de jaune	9,44±0,70	7,28±2,98	0 ,000***

*significatif *** très hautement significatif

II.2.2.1. Poids et hauteur de jaune :

Le poids de jaune ne présente aucune différence significative ($p > 0,05$) entre les œufs des deux lots soit une moyenne de 14,87g , qui correspond à 25% de poids de l'œuf.

Par contre l'analyse statistique a montré un effet très hautement significatif pour la hauteur de jaune ($p < 0,001$) soit respectivement 0,95 vs 0,77cm pour le lot expérimentale et le lot témoin soit une augmentation de 0,18cm en faveur des œufs issues du lot ayant consommée l'aliment expérimental (aliment commercial + 10% d'algues). Nos résultats sont comparables à ceux de Frederic *et al.* (2012).

II.2.2.2. Poids, diamètreet hauteur du blanc :

Le poids de l'albumen est supérieur dans le lot témoin (43,28cm) comparativement au lot expérimental (36,05cm), correspondant à des pourcentages de blancs de 57,93 et 58,88% pour le lot témoin et expérimental respectivement. Cette différence du poids pourrait être expliquée par la différence du poids de l'œuf qui est en faveur du lot expérimental (61g).

Le diamètre et la hauteur de blanc sont différents significativement entre les deux lots, soit $p < 0,05$. Nos résultats pour le diamètre du blanc sont supérieurs à ceux obtenus par Rabenirina (2006) où il a trouvé que le diamètre moyen du blanc du lot témoin est le plus élevé par rapport aux autres lots par contre notre constat est comparable à ceux trouvés par Cayan et Erenner (2015), ceci nous laisse supposer que le blanc des œufs du lot expérimental aurait tendance à s'étaler.

Tableau 07 : effet de la supplémentation des algues sur le diamètre et hauteur de blanc d'œuf.

Paramètres	Lot T (Moy ± ET)	Lot Exp (Moy ± ET)	Valeur de p
hauteur de blanc, cm	0,27±0,00	0,34±0,04	0,012*
diamètre de blanc, cm	6,46±0,15	6,83±0,08	0,039*

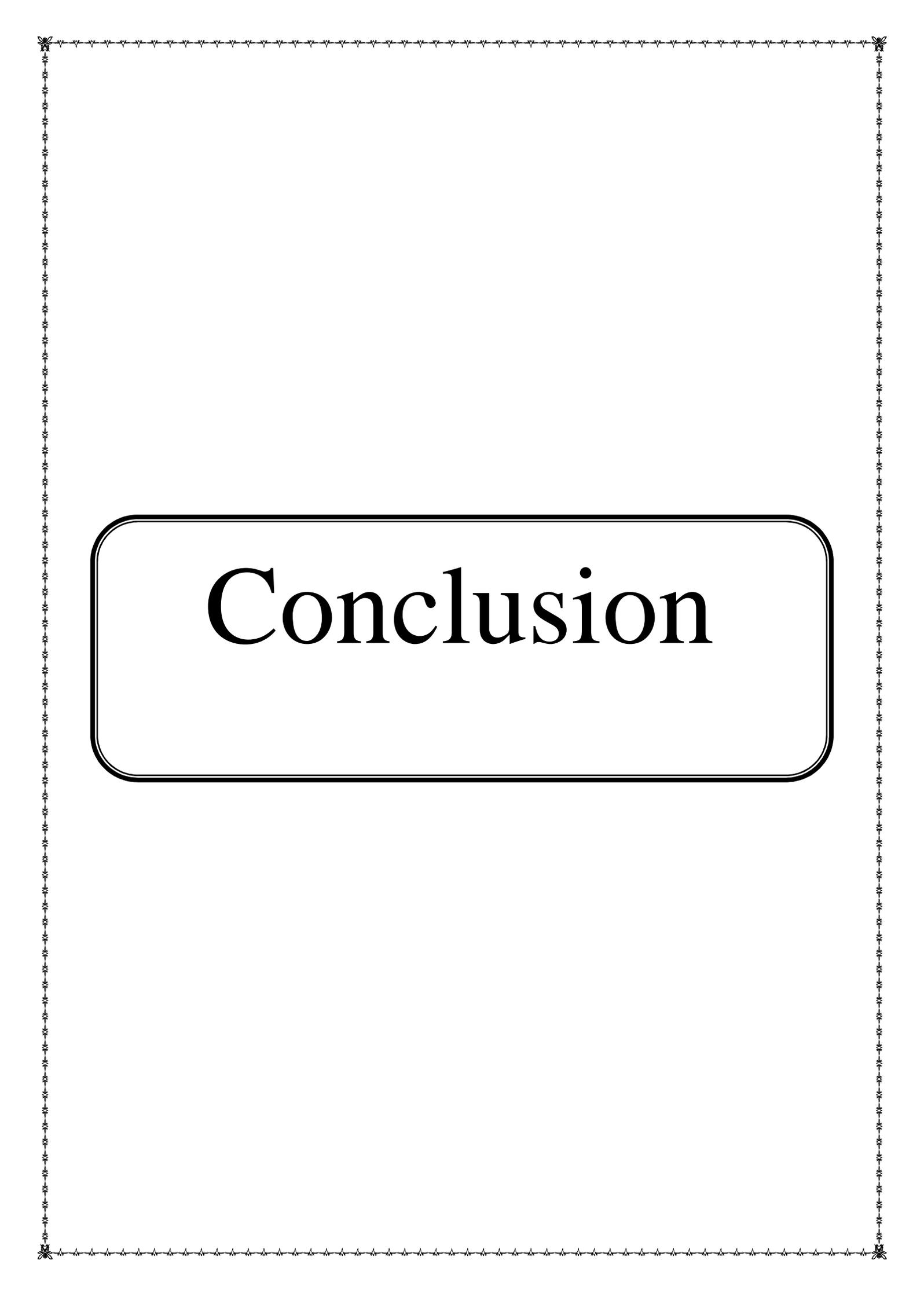
Ainsi, le rapport jaune/blanc a été calculé afin d'évaluer l'effet de l'utilisation des algues sur la composition des œufs et la variation des différents parts respectives du jaune et du blanc. Dans notre cas le rapport J/B est similaire dans les deux lots. L'introduction des algues dans l'alimentation des poules pondeuses n'affecte pas le poids de jaune et du blanc.

II.2.2.3. Couleur du jaune :

Dans la présente étude la valeur de la couleur du jaune est hautement significative entre les deux lots. La couleur des jaunes d'œufs issus du lot témoin (9,44) sont proches de la valeur de la couleur du jaune d'œuf souhaitée et rapportée par la bibliographie qui est estimée à 10. Par contre, l'incorporation des algues dans l'aliment pour poules semble avoir un effet négatif sur l'intensité de la coloration du jaune.

La variabilité de l'efficacité de la coloration du jaune pourrait s'expliquer par des facteurs liés à la poule, au manque de caroténoïdes dans l'aliment expérimental, à une mauvaise absorption intestinale, au transfert plasmatique et à l'efficacité d'exportation dans les tissus ou encore aux métabolismes de dégradation de caroténoïdes (Nys, 2010).

Nos résultats sont comparables avec les résultats de Louassaa et Kirouani (2018, 7,2) et meilleur que ce trouvé par Kacimi (2017, 6,52).



Conclusion

Conclusion et recommandation

Conclusion

Notre étude a porté sur l'effet d'incorporation des algues d'eau douce (la spiruline), dans l'alimentation des poules pondeuses, sur les qualités externe et interne des œufs. L'essai a été réalisé dans un élevage privé situé dans la wilaya de Bouira (mchedallah)

Après analyse de données obtenues, il ressort que :

L'introduction des algues dans l'alimentation des poules pondeuses (ISA BROWN) a permis d'obtenir des résultats très encourageants et de même niveau que le lot témoin.

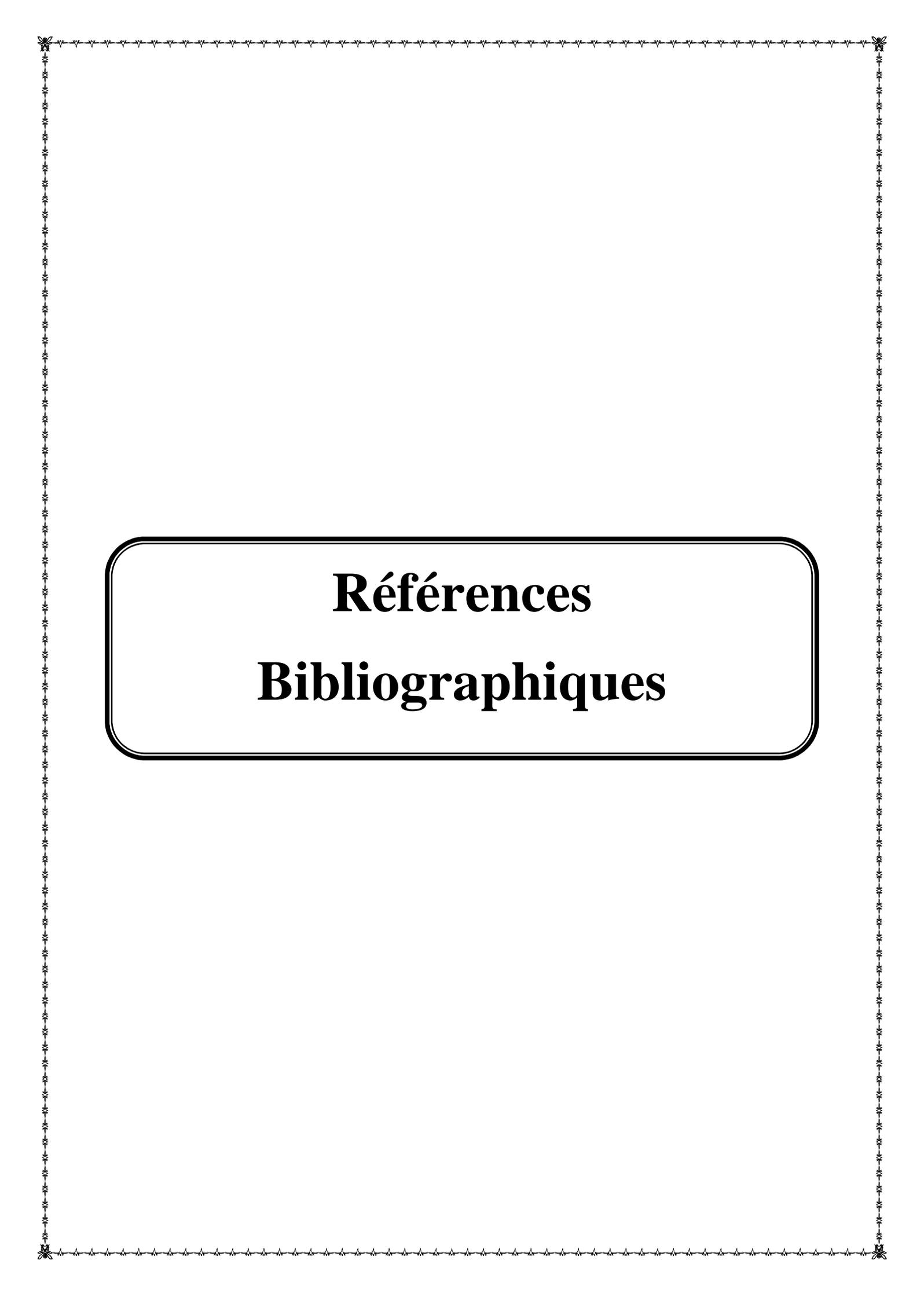
En effet, le poids des œufs (60, 24g), l'index de forme (0,80), % de la coquille (11,31), le poids du blanc (39,66g) et du jaune (14,87g) ainsi que le rapport J/B (42,63%) sont similaires entre les deux lots.

Par contre la hauteur moyenne du jaune et du blanc, les diamètres moyens du jaune et du blanc sont différents entre les deux lots. Les œufs du lot expérimental ont tendance à s'étaler plus que ceux obtenus dans le lot témoin.

L'intensité de coloration du jaune est en faveur du lot témoin (9,44 vs 7,28), cela pourrait être expliqué par une mauvaise assimilation au niveau intestinal des poules.

Notre étude comporte des résultats préliminaires d'un essai de valorisation des algues d'eau douce dans l'alimentation de poules pondeuses. Pour confirmer les données que nous avons obtenues, il serait intéressant donc :

- De refaire l'essai sur un grand nombre de poules
- D'étudier la valeur nutritionnelle des algues (spiruline)
- D'utiliser d'autres modes d'incorporation
- D'utiliser les algues comme source alternative aux TS
- D'utiliser les algues sur d'autres animaux d'élevage
- De réaliser une étude économique pour évaluer son coût



Références Bibliographiques

Référence bibliographique

- 1. Abdulrashid, M., Joseph, Z.O., Mohammed, A., Adamu, H.Y., 2013.** Response of broiler chickens fed cottonseed meal based diets. *International Journal of Advance Agricultural Research* 1: 62.
- 2. Alamargot ,J., 1982.**Manuel d'anatomie et d'autopsie aviaire.Edition du Point Vétérinaire 25 rue Bourgelat 94700 Maison Alfort : 15-31.
- 3. Al-Shanti H.A., Abou Omar J.M. 2003.** Effect of olive cake on layers performance and egg quality. *J. Al-Azhar University, Gaza. Natural sciences*, 6(1).
- 4. Arnold van Huis ,Joost Van Itterbeeck, Harmke Klunder, Esther Mertens Afton Halloran Giulia Muir Et Paul Vantomme.2013.** *Edible insects - future prospects for food and feed security*, FAO Forestry Paper No. 171.
- 5. Bain, J.M. et Hall, J. M., 1969.**Observations on development and structure of vitelline membrane of hens egg - an electron microscope study. *Australian Journal of Biological Sciences*, 22(3), pp.653-665.
- 6. Bakst, M.R., Wishartet G. et Brillard, J.P., 1994.**Oviducal sperm selection, transport, and storage in poultry. *Poultry Science*, 5, pp.117-143.
- 7. BAUDOIN J.-P., MAQUET A.** Improvement of protein and amino acid contents in seeds of food legumes: a case study in *Phaseolus*. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 1999, **3**, 220-224.
- 8. Beghoul, S., 2015.**Effet de l'utilisation des céréales et des protéagineux autres que le maïs et le soja dans l'alimentation du poulet de chair.Thèse (Doctorat és Sciences), soutenue le 18 Mars : 2015. Institut des sciences vétérinaire Université : Constantine 1. 177p
- 9. Beyer, S., 2014.** Utilisation du sorgho grain dans l'alimentation des volailles : strategies de formulation, conditions de fabrication et valeur nutritionnelle pour poulets de chair, poules pondeuses et dindons. [http://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/Use_of_Sorghum_in_Poultry_Feeding - French.doc](http://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/Use_of_Sorghum_in_Poultry_Feeding_-_French.doc)
- 10. BLUM J. C., CALET C.,** Valeur alimentaire des algues spirulines pour la croissance du poulet de chair, *Annale de nutrition et alimentation* - n° 29, Paris, France, pages 651 à 671, 1975.
- 11. BUSSON F.,** *Spirulina platensis* (Gom) Geitler et *Spirulina geitleri* J. de Toni: cyanophycées alimentaires, Service de santé, Marseille, France, 162 pages, 1971.

Référence bibliographique

12. **Boisvert, C. (1988).** Les jardins de la mer du bon usage des algues. *Ed. Terre Vivante*, Paris.149p.
13. **Bourdon, D., Fevrier, C., Leclerq, B., Lessire, M., Perez, J.M., 1989.** Les matières premières troisième partie In Alimentation des animaux monogastriques : porcs,lapin, volailles. 2° éditionInstitut National de Recherche Agronomique (INRA) Paris : 150-162
14. **Brufau, J., 1990.** Utilisation de l'orge dans l'alimentation des volailles en Espagne. *CIHEAM - Options Mediterraneennes, Sér. A 1 n°7, 1990 - pages 91-96 - L'aviculture en Méditerranée.*
15. **Burley, R.W. et Vadehra, D. V., 1989.***The Avian egg: chemistry and biology.* New York :Wiley-Interscience.
16. **Ça layan, T., Ala ahan, S., Kırıkçı, K. et G nl , 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.
17. **Caires, C.M.,Fernandes, E.A., Fagundes, N.S., Carvalho, A.P., Maciel, M.P., Oliveira, B.R., 2010.**The use of animal byproducts in broiler feeds Use of animal co-products in broilers diets.*Brazilian Journal of Poultry Science* 12 (1): 41.
18. **Cano, F.G., 2012.** Interactive avian anatomy: functional and clinical aspects Área de anatomíaveterinariadepartamento de anatomía y anatomíapatológicacomparadas campus *Universidad de Murcia: 16 pages.*
- 19.**Chopin,T.,1997.** Marine biodiversity monitoring.Protocol for monitoring of seaweeds. Environment Canada,Ecological monitoring and Assessment Network. Ottawa,40p.
- 20.**Chouikhi, A., 2013.** Les applications potentielles des macroalgues marines et les activités pharmacologiques de leurs métabolites : Revue. USTHB-FBS-4th International Congress of thePopulations & Animal Communities Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquaticEcosystems""CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – Algeria.
21. **Chowdhury, S.D., 1990.** Shell membrane protein system in relation to lathrogen toxicity and copper deficiency. *World's Poultry Science Journal*, 46(2), pp.153-169.
22. **Cook, M.I., Beissinger, S.R., Toranzos, G.A., Rodriguez, R.A. et Arendt, W.J., 2003.**Transshellinfection by pathogenic micro-organisms reduces the shelf life of non-incubated bird's eggs: a constraint on the onset of incubation?. *Proceedings of the Royal Society*

Référence bibliographique

of London. Series B, Biological sciences, 270, pp.2233-2240.

23. Dennis, J.E., Xiao, S-Q., Agarwal, M., Fink, D.J., Heuer, A.H. et Caplan, A.I., 1996. Microstructure of matrix and mineral components of eggshells from white leghorn chickens (*Gallus gallus*). *Journal of Morphology*, 228(3), pp.287-306.

24. DIALLO, K., DERA VINIA, A., BAHUS, J., Elevage intensive: Perspective après la dévaluation: le déficit de l'alimentation avicole. *Afrique Agriculture*, 1994 (212) : 20-40

25. Dominguez-Vera, J. M., J. Gautron, J. M. Garcia-Ruiz, et. Nys, Y., 2000. The effect of avian uterine fluid on the growth behavior of calcite crystals. *Poultry Science*, 79(6), pp.901-907.

26. DUNOD.-Gonzalez, R., Rodriguez S., Romay C., Ancheta O., Gonzalez A., Armesto J., Ramirez D. & Merino N., 1999: Anti-inflammatory activity of phycocyanin extract in acetic acid-induced colitis in rats.

27. Duval, J., 1991. Utilisation du seigle en alimentation animale. Ecological Agriculture Projects, McGill University. [http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab370-02.htm#Alimentation de la volaille](http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab370-02.htm#Alimentation%20de%20la%20volaille).

28. FAO. Techniques de conduite des élevages de poules pondeuses d'oeufs de consommation. FAO : France. 2005 ; 30.

29. Frestedt J., Zenk J., Kuskowski M., Ward L. & Bastian E., 2008: A whey-protein G.N.U. Free documentation licence (2006). (En ligne) http://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Free_Documentation_licence.

30. Garon-Lardiere, S., 2004. Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Université De Bretagne Occidentale.

31. Genevès, L. (1990). Biologie végétale, Thallophytes, et microorganismes. *Ed. Biosciences Pharmacological Research* **39 (1)**, 55-59.

32. Gordon, S.H., 2005. Optimising the use of home-grown oilseeds and pulses as protein sources in feeds for table chickens. Home-Grown Cereals Authority (HGCA). Project Report N°360: 87-90.

33. Guerin-Dubiard, C., Anton, M., Gautron, J., Nys, Y. et Nau, F., 2010. Composition de l'oeuf. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'oeuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.1-89.

Référence bibliographique

- 34. Gynieys, A., 2003.** Collection créer un atelier de volailles en bio. *Centre d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural Bio Gard* : 31-45.
- 35. Hanusová, E., Hrnár, 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.
- 36. Heuzé, V., Tran, G., Lebas, F., 2015.** Faba bean (*Vicia faba*) : 1-5. *Feedipedia Research Gate*: <https://www.researchgate.net/publication/282646696>
- 37. Itavi, FAO, Commission Européenne.** La consommation d'œufs dans le monde. Agriculture et alimentation FAO [En ligne]. 2015
- 38. ITAVI. 2020.** Situation du marché des œufs et ovoproduits. Édition avril 2020, 11p.
- 39. Jacob, J., 2012.** Antinutritional factors in feed ingredients, university of Kentucky In eXtension.org. Disponiblesur: <http://articles.extension.org/pages/66921/antinutritional-factors-in-feed-ingredients>.
- 40. Jondreville, C., Genthon, C., Bouguennec, A., Nys, Y., 2007.** Utilisation du triticale dans l'alimentation du poulet : estimation de l'efficacité de la phytase végétale pour améliorer la disponibilité du phosphore. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars 2007.
- 41. Kaijage JT, Sarwatt SV, Mutayoba SK, 2003.** Moringaoleifera leaf meal can improve quality characteristics and consumer preference of marketable eggs. Un published dicertation for award of Mscdegerde in animal science at Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania.
- 42. Kakengi AMV, Kaijage JT, Sarwatt SV, Mutayoba SK, Shem MN, Fujihara T, 2007.** Effect of Moringaoleifera leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. *Livest. Res. Rural Dev.* 19
- 43. Lahaye M., 1991:** Marine algae as sources of fibres: determination of soluble and insoluble dietary fibre contents in some sea vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 54, 587-594.
- 44. Larbier, M., Leclercq, B., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles. *Institut national de la recherche agronomique* : 274p.
- 45. Leeson, S., Summers, J.D., 2005.** Commercial Poultry Nutrition. 3ed. Broiler chickens broilers breeders laying hens game birds pet birds turkeys ratites ducks geese University of Guelph. Ontario. Canada: 11-85.
- 46. Li-Chan, E. et Nakai, S., 1989.** Biochemical basis for the properties of egg white. *Critical Reviews in Poultry Biology*, 2(1), pp.21-57.

Référence bibliographique

- 47.Liorca A., 1995.** Les issues du riz, les sons de mil et de maïs, les tourteaux d'arachides et les farines de poissons du SENEAL. Mémoire de stage, DESS productions animales en régions chaudes. IEMVT, INA -PO, ENVA, 57.
- 48.Mabelebele, M., Alabi, O.J., Ng'ambi, J.M., Norris, D., Ginindza, M.M., 2014.** Comparison of gastrointestinal tracts and pH values of digestive organs of Ross 308 broiler and indigenous Venda chickens fed the same diet.
- 49.Makkar HPS, Becker K, 1997.** Nutrients and antiqualityfactors in different morphological parts of theMoringaoleifera tree. Journal of AgriculturalScience, Cambridge, 128: 311-322
- 50.Maró D., Hebert D., Gandon R. & Solier L., 1999:**Dosage par spectrometrie gamma de l'iode 129 dans les echantillons biologiques marins et terrestres, Application a des algues prelevees le long des cotes de laManche: *Fucus serratus* et *Laminariadigitata*. *Radio protection* **34 (1)**, 13-24.
- 51.Mertens, K., Bain, M., Perianu, C., De Baerdemaeker, J. et Decuypere, E., 2010.** Qualité physico-chimique de l'oeuf de consommation. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'oeuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.265-313
- 52.Mc Candless, E.L., 1978.**The importance of cell wall constituents in algal taxonomy. In: Irvine, D.E.G., Price, J.H. (Eds), *Modern approaches to the taxonomy of red and brown algae*, Academic Press, London. 63-85.
- 53.Mc Neil M., Darvill A.G., Fry S.C. and Albersheim P. 1984.** Structure and function of theprimary cell walls of plants. *Ann. Rev.Biochem.*, 53: 625-663.
- 54.Mineki, M. et Kobayashi, M., 1997.** Microstructure of Yolk from Fresh Eggs by Improved Method. *Journal of Food Science*, 62(4), pp.757-761.
- 55.Nau, F., Guérin-Dubiard, C., Baron, F., Thapon, J.L., 2010.** *Science et technologie de l'oeuf*, éditions TEC & DOC, Paris, France, 370p.
- 56.Ngom, S., 2004.**Ebauche d'un référentiel sur la composition chimique et la valeur nutritive des matières premièresutilisables en alimentation des volailles au Sénégal.Th (Maitre és Sciences) soutenu publiquement le 16 juillet 2004.Université Cheikh AntaDiop de Dakar : 8-18.
- 57.Nys, y., 1994.** **Formation de l'oeuf.** In: J L. Thapon., C M. Bourgeois, eds. 1994.*L'oeuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.27-58.

Référence bibliographique

58. 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.
59. Nys, Y., Hincke, M.T., Arias, J.L., Garcia-Ruiz, J.M. et Solomon, S. E., 1999. Avian eggshell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10(3), pp.143-166.
60. Nys, Y. et Sauveur, B., 2004. Valeur nutritionnelle des oeufs. *Inra Productions Animales*, 17(5), pp.385-393.
61. Nys, Y., Hincke, M.T., Hernandez- Hernandez, A., Rodriguez-Navarro, A.B., Gomez-Morales, J., Jonchère, V., Garcia-Ruiz, J.M. et Gautron, J., 2010. Structure, propriétés et minéralisation de la coquille de l'oeuf: rôle de la matrice organique dans le contrôle de sa fabrication. *Inra Productions Animales*, 23(2), pp.143-154.
62. Olkowski, A.A., Olkowski, B.I., Amarowicz, R., Classen, H.L., 2001. Adverse effects of dietary lupine in broiler chickens. *Poultry Science* 80:621.
63. Piccioni M., 1965. Dictionnaire des aliments pour animaux, Edizioni Agricole, Italie, 638 p.
64. Pikabé, B. 1992. Contribution à l'étude de l'alimentation des poules pondeuses au Togo : cas des prefectures d'Agou et de Kloto. (thèse pour l'obtention de diplôme du docteur vétérinaire). soutenu à l'E.I.S.M.V de Dakar. Université cheikh ANTA Diop de Dakar. 124p.
65. 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.
66. RAKOTONARIVONDRIANAIVO M. R., Contribution à l'optimisation de culture in vitro du genre *Spirulina* (Cyanophycées), Mémoire DEA Université Antananarivo, Antananarivo, Madagascar, 85 pages, 2002.
67. Ramade, F. 2009 "Eléments d'écologie appliquée", 4ème édition, Edition Dunod, pp 689.
68. Reviere, B., 2002. Biologie et phylogénie des algues. Belin. 1, 351p.
69. Ruiz, G. (2005). Extraction, Détermination structurale et valorisation chimique de phycocolloïde d'Algue rouge. *Thèse de doctorat en chimie appliquée-chimie des Substances Naturelles, université de Limoges*, Ecole Doctorale. Sciences-technologie-santé
70. Sansoucy R. 1984. Utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale dans le bassin méditerranéen. Valorisation des sous produits de l'olivier. Réunion du groupe de travail organisée par le projet régional d'amélioration de la production oléicole. *Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture*. Madrid, Espagne, 1988, 66.
71. Sauveur, B., 1988. *Reproduction des volailles et production d'oeufs*. Paris : INRA.

Référence bibliographique

- 72. Shibata T., Ishimaru K., Kawaguchi S., Yoshikawa H. & Hama Y., 2008:** Antioxidant activities of phlorotannins isolated from Japanese Laminariaceae. *Applied Phycology* **20**, 705-711.
- 73. 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.
- 74. Stein, H.H., Berger, L.L., Drackley, J.K., Fahey, G.F., Jr., Hernot, D.C., Parsons, C.M., 2008.** Ch 18 Nutritional properties and feeding values of soybeans and their coproducts. University of Illinois, Urbana: 616-621.
- 75. VIMEUX D., (2012).** Poules pondeuses: guide de l'installation en système alternatif. Paris: France Agricole, 248p.
- 76. Wang, P.-X., Überschtir, K.-H., 1990.** The estimation of vicine, convicine and condensed tannins in 22 varieties of fababeans (*Vicia faba* L.). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 31, 157-165.
- 77. Watanabe F., Takenaka S., Katsura H., Masumder S.A.M., Abe K., Tamura Y. & 78. Nakano Y., 1999:** Dried green and purple lavers (nori) contain substantial amounts of biologically active vitamin B₁₂ but less of dietary iodine relative to other edible seaweeds. *Agricultural and Food Chemistry* **47(6)**, 2341-2343.
- 79. Widyodroto B.P., 1989.** L'alimentation des issues de riz distribuées aux animaux domestiques. Mémoire de DEA Univ. Rennes I, 107p.
- 80. Wiseman, J. et al., 1984.** Feeding of non-ruminant livestock. Collective edited work by the research staff of the département de l'élevage des Monogastriques, Institut National de recherche agronomique : 132.
- 81. Xin, H., Gates R.S., Puma M.C., Ahn D.U., 2002.** Drinking water temperature effects on laying hens subjected to warm cyclic environments. *Poultry Sci*, 81 : 608-617.
- 82. Yan X., Chuda Y., Suzuki M. & Nagat T., 1999:** Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hifiki fusiformis*, common edible seaweed. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, **63(3)**, 605- 607.

Résumé.

Cette étude a été réalisée au niveau de la wilaya de Bouira, dans la daïra de M'chedallah dans un élevage privé de poules pondeuses. L'objectif principal étant d'évaluer l'effet de la supplémentation des algues d'eau douces (spiruline séchée) dans l'alimentation de poules pondeuses et son impact sur la qualité interne et externe des œufs produits. Un totale de 70 poules de souche ISA BROWN âgées de 29 semaines, répartis en 02 lots égaux, un lot témoin a reçu l'aliment commercial et le lot expérimental nourrie avec un aliment contenant 90% de l'aliment commercial et 10% de spiruline séchée et hachée et ce pendant 4 semaines. Chaque semaine, 30 œufs de chaque lot ont été prélevés au hasard pour mesurer les paramètres de la qualité des œufs. L'ensemble des données a été soumis à une analyse statistique. Les résultats obtenus sont globalement similaires entre les deux lots et ce pour le poids des œufs, index de forme, % de la coquille, poids du blanc et du jaune ainsi que le rapport J/B. Par contre la hauteur du jaune et du blanc, le diamètre du jaune et du blanc ont tendance à s'étaler dans le lot expérimental comparativement au lot témoin ($p < 0,05$). Ainsi, l'intensité de la coloration est en faveur du lot témoin (9,44vs7,28). Notre essai a montré que la supplémentation des algues dans la ration de poule pondeuse pourrait améliorer la qualité des œufs. D'autres études plus approfondies et sur un grand effectif sont nécessaires pour confirmer nos résultats.

Mots clés : œufs, qualité, supplémentation, algues, poules ISA BROWN, Bouira

Abstract.

This study was carried out at the level of the wilaya of Bouira, in the daïra of M'chedallah in a private breeding of laying hens. The main objective was to evaluate the effect of the supplementation of freshwater algae (dried spirulina) in the feed of laying hens and its impact on the internal and external quality of the eggs produced. A total of 70 hens of ISA BROWN strain aged 29 weeks, divided into 02 equal batches, one control batch was fed the commercial feed and the experimental batch was fed a feed containing 90% of the commercial feed + 10% of dried and chopped spirulina and this for 4 weeks. Each week, 30 eggs from each lot were randomly selected to measure egg quality parameters. All the data was subjected to statistical analysis. The results obtained were generally similar between the two batches for pea egg, shape index, % shell, white and yolk weight and J/B ratio. On the other hand, yolk and white height and yolk and white diameter tended to spread in the experimental batch compared to the control batch ($p < 0.05$). Thus, the intensity of coloration is in favour of the control lot (9.44vs7.28). Our trial showed that supplementation of algae in the laying hen ration could improve egg quality. Further in-depth studies on a large flock are needed to confirm our results.

Keywords: eggs, quality, supplementation, algae, ISA BROWN hens, Bouira

أجريت هذه الدراسة على مستوى ولاية البويرة بدائرة مشدلة في تربية خاصة لدجاج البيض. كان الهدف الرئيسي هو تقييم تأثير إضافة طحالب المياه العذبة (سبيرولينا المجففة) في تغذية دجاج البيض وتأثيره على الجودة الداخلية والخارجية للبيض المنتج. إجمالي 70 ISA BROWN 29 أسبوعاً، مقسمة إلى قسمين متساويين، تم تغذية دفعة الشاهدة بالأعلاف التجارية وتم تغذية الدفعة التجريبية بتغذية تحتوي على 90 + 10 سبيرولينا مجففة ومقطعة وهذا لمدة 4 أسابيع. كل أسبوع، تم اختيار 30 بيضات من كل دفعة بشكل عشوائي لقياس معايير جودة البيض. خضعت جميع البيانات للتحليل الإحصائي. تم الحصول عليها كانت متشابهة بشكل عام بين دفعتين لبيض البازلاء، مؤشر الشكل، القشر %، وزن البياض والصفار ونسبة البيا من ناحية أخرى، اتجه ارتفاع صفار البيض والصفار والقطر الأبيض إلى الانتشار في الدفعة التجريبية مقارنة بالدفعة الشاهدة ($p > 0.05$). الي، فإن شدة التلوين لصالح حصة الشاهد (9.44 7.28). أظهرت تجربتنا أن مكملات الطحالب في بيض يمكن أن تحسن جودة البيض. هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات المتعمقة على قطع كبير لتأكيد نتائجنا.

الكلمات المفتاحية: البيض، الجودة، المكملات الغذائية، الطحالب، دجاج ISA BROWN، البويرة