

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de master

En vue de l'obtention du
Diplôme Master en science vétérinaire

THÈME

**Evaluation de l'effet d'un prébiotique commercial « AVIATOR DRY
» sur les performances zootechniques et sanitaires de la poule
pondeuse**

Présenté par : BRIHMAT Houssine

Soutenu le

Devant le jury composé de :

- | | |
|--------------------------------|-----|
| - Présidente : BAAZIZI Ratiba | MCB |
| - Promoteur : DJEZZAR Redha | MMA |
| - Examineur 1 : ZENIA Safia | MAA |
| - Examineur 2 : OUMOUNA Mhamed | MCB |

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut . . . Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance. . . Aussi, c'est tout simplement que je dédie ce master en science vétérinaire

JE remercie en premier lieu, **ALLAH** le tout-puissant, de m'avoir donné le foie, le courage et la confiance en moi-même pour pouvoir mener à terme ce présent travail.

Ma gratitude et ma profonde reconnaissance à mon promoteur **DR. Djezzar Redha**, pour avoir fait l'honneur de me confier la réalisation de ce sujet et m'avoir permis de travailler sous sa responsabilité en me guidant et m'encourageant,

J'aimerais également remercier très particulièrement et solennellement tous les membres du jury, **BAAZIZI Ratiba**, **OUNOUNA Mhamed** **Mme Zenia Safia** Pour l'honneur qu'ils m'ont accordé en acceptant de juger mon travail

Sans oublier le directeur de l'**ITELV** qui m'a ouvert les portes de l'institut afin de réaliser ce travail,

Enfin je voudrais exprimer mes remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la Réalisation de ce travail

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents 'Aicha et Ali' autant de phrases et d'expressions aussi éloquents soient elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir. Que Allah, le tout-puissant, vous préserve, vous accorde santé, bonheur, qui étudie de l'esprit et vous protège de tout mal.

A mes sœurs 'Nedjet, 'soryia 'Rachida' et bien sûr les petit « Bisan, widjan, Ibtihal, takkwa, mo3taz ,arwa et lyes » : les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Puisse Allah vous garder et vous protéger et que l'amour et la fraternité nous unissent à jamais

A mes très chers amis : « Haithem, Faudil, Haroun » : pour tous les moments magnifiques et inoubliables que j'ai passés avec vous Pour tout l'amour, le soutien que vous m'avez offert, de votre affection je ne peux me surpasser, je vous remercie très fort et je ne vous oublierai jamais
A tous ceux qui occupe une place dans mon cœur.

TABLE DES MATIERS

LISTE DES TABLAUX

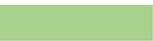
LISTE DES FIGURES

LISTES DES PHOTOS

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : POULE PONDEUSE	2
I. HISTORIQUE DE LA POULE PONDEUSE	2
II. ANATOMIE DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR DE LA POULE	2
III. FORMATION DE L'ŒUF	4
III.1. STRUCTURE ET COMPOSITION DE L'ŒUF	4
IV. QUALITÉ EXTERNE ET INTERNE	6
IV.1. QUALITÉ EXTERNE	6
IV.2. QUALITÉ INTERNE	10
V. EVALUATION DE LA QUALITÉ INTERNE ET EXTERNE	12
V.1. EVALUATION DE LA QUALITÉ EXTERNE	12
V.2. EVALUATION DE LA QUALITÉ INTERNE	13
CHAPITRE II : PRODUCTION ET CONSOMMATION DES ŒUFS	14
I. PRODUCTION ET CONSOMMATION DES ŒUFS	14
I.2. LE COMMERCE MONDIAL DES ŒUFS ET DES OVOPRODUITS	15
I.2.1. LES ÉCHANGES D'ŒUFS COQUILLE	15
I.2.2. LES ÉCHANGES DES OVOPRODUITS	15
I.3. LA PRODUCTION EUROPÉENNE	15
I.4. LES ÉCHANGES EXTRA-UNION EUROPÉENNE	16
I.5. LA CONSOMMATION EUROPÉENNE	16
I.6. LA PRODUCTION AFRICAINE	17
I.7. LA CONSOMMATION AFRICAINE	18
I.8. LES POLITIQUES AVICOLES MISES EN ŒUVRE EN ALGÉRIE	19
I.8.1. DE L'INDÉPENDANCE JUSQU'À LA LIBÉRALISATION DE L'ÉCONOMIE	19
I.8.2. APRÈS LA LIBÉRALISATION DE L'ÉCONOMIE	19
I.9. LA FILIÈRE ŒUFS DE CONSOMMATION EN ALGÉRIE	20
I.9.1. ORGANISATION GÉNÉRALE DE LA FILIÈRE ŒUFS EN ALGÉRIE	20
I.9.2. LA PRODUCTION ALGÉRIENNE D'ŒUFS DE CONSOMMATION	21
I.9.3. LA CONSOMMATION D'ŒUFS EN ALGÉRIE	22
CHAPITRE III : LES ADDETIFS NATURELS	24

I. BIOALTERNATIVES AUX ANTIBIOTIQUES PROMOTEURS DE CROISSANCE -----	24
I.1 LES PROBIOTIQUES -----	24
I. 2 LES PRÉBIOTIQUES -----	24
I. 3 LES SYMBIOTIQUES -----	24
I. 4 LES ACIDES ORGANIQUES -----	25
I. 5 LES ENZYMES -----	25
I. 6 LES EXTRAITS DE PLANTES -----	25
I. 7 LES PROTÉINES -----	25
II.3 LES PROTÉINES DE LEVURE PRODUITES PAR SACCHAROMYCES CEREVISIAE	27
III. LES LEVURES SACCHAROMYCES CEREVISIAE-----	28
III.1. HISTORIQUE -----	28
III.2 DÉFINITION -----	28
III.3. IDENTIFICATION -----	28
III.3.1. TAXONOMIE IL EST CLASSÉ COMME SUIVANT SELON E.C. HANSEN, 1883. -----	28
III.3.2 MORPHOLOGIE -----	29
III.3.3 STRUCTURE -----	29
III.4 BIOLOGIE DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE-----	30
III.4.1 MÉTABOLISME -----	30
III.4.2 REPRODUCTION -----	33
III.4.2.1 PROLIFÉRATION-----	34
III.4.2.2. TRANSITION OU CONJUGAISON SEXUELLE ET SPORULATION -----	35
III.5. CONSTITUANTS DE LA CULTURE DE SACCHAROMYCES-----	36
III.5.1. EXIGENCES NUTRITIONNELLES-----	36
III.5.2 INFLUENCE DES PARAMÈTRES ENVIRONNEMENTAUX -----	37
III.6 PRINCIPALE APPLICATION DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE -----	38
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES -----	39
OBJECTIFS-----	39
I.1. MATÉRIEL -----	39
I.1.1. PRÉSENTATION DE LA ZONE ET LA PÉRIODE DE L'ÉTUDE -----	39
I.1.2. BÂTIMENT D'ÉLEVAGE -----	39
I.1.3. ANIMAUX (CHEPTEL BIOLOGIQUE)-----	40
I.1.4. L'ALIMENTATION -----	41
I.1.5 DISTRIBUTION DE L'ALIMENTATION -----	41
I.1.6 MATÉRIEL DE LABORATOIRE-----	43

I.2. MÉTHODES -----	43
I.2.1. ENREGISTREMENT DE LA PRODUCTION HEBDOMADAIRE DES ŒUFS -----	43
I.2.2. MESURE DES POIDS MOYENS HEBDOMADAIRE DES ŒUFS, DE L'ALBUMEN, DU VITELLUS ET DE LA COQUILLE-----	43
I.2.3. MESURE DE LA MASSE D'ŒUF -----	44
I.2.4. MESURE DE LA QUALITÉ DE L'ŒUF -----	44
I.2.4. 1. DÉTERMINATION DE L'UNITÉ HAUGH -----	44
I.2.4.2. DÉTERMINATION DE L'INDEX DU VITELLUS-----	45
I.2.5. EFFET DE L'AVIATOR DRY SUR LA CONSOMMATION DE L'ALIMENT ET L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE-----	46
I.2.6. EFFET DE L'AVIATOR DRY SUR LA SANTÉ DES POULES DES 2 LOTS-----	47
CHAPITRE II : RÉSULTATS -----	48
II.1. EVOLUTION DE LA PRODUCTION HEBDOMADAIRE DES ŒUFS -----	48
II.2. EVOLUTION DES POIDS MOYENS HEBDOMADAIRE DES ŒUFS-----	50
II.3. EVOLUTION DES POIDS HEBDOMADAIRES DE L'ALBUMEN, DU VITELLUS ET DE LA COQUILLE -----	51
II.4. MESURE DE LA MASSE D'ŒUF -----	54
II.5. UNITÉ HAUGH ET INDICE DU JAUNE -----	56
II.6. INGÉRÉ ALIMENTAIRE ET INDICES DE CONSOMMATION -----	58
A. INGÉRÉ ALIMENTAIRE -----	58
B. L'INDICE DE CONSOMMATION -----	60
II.7. MORTALITÉ-----	62
CHAPITRE III : DISCUSSION -----	65
III.1. EFFET SUR LA PRODUCTION HEBDOMADAIRE DES ŒUFS -----	65
III.2. EVOLUTION DES POIDS MOYENS HEBDOMADAIRE DES ŒUFS-----	65
III.3. EVOLUTION DES POIDS HEBDOMADAIRES DE L'ALBUMEN, DU VITELLUS ET DE LA COQUILLE -----	65
III.4. MESURE DE LA MASSE D'ŒUF -----	65
III.5. UNITÉ HAUGH ET INDICE DU JAUNE-----	66
III.6. INGÉRÉ ALIMENTAIRE ET INDICES DE CONSOMMATION -----	66
A. INGÉRÉ ALIMENTAIRE -----	66
B. INDICE DE CONSOMMATION-----	66
III.7. MORTALITÉ-----	67
CONCLUSION-----	68



RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES ----- 68
REFRENCES BIBLIOGRAPHIQUE----- 69
RESUME----- 77

LISTE DES TABLAUX

Tableau 1: Souches sélectionnées et commercialisées dans le monde -----	2
Tableau 2: Dix premiers pays producteurs d'œufs en 2014 (FAO, 2014).-----	14
Tableau 3: Production européenne dans l'UE-27 (ITAVI, 2015).-----	16
Tableau 4: Développement de la production des œufs en Afrique entre 1990 et 2008.-----	17
Tableau 5: Dix premiers pays producteurs d'œufs en Afrique en 2012 (The Poultry Site, 2014). -	17
Tableau 6: Premiers pays producteurs d'œufs en Afrique entre 2000 et 2013 (mille de de de-----	18
Tableau 7 : La filière œufs de consommation en Algérie : acteurs et potentiels de production (Nouad, 2011). -----	21
Tableau 8: Evolution de la consommation des œufs par habitant et par an de 1966-67 à 2005 (Kaci et Boukella, 2007).-----	23
Tableau 9: Tableau récapitulatif contenant les alternatives biologiques et leurs effets sur la volaille -----	26
Tableau 10: Evolution de la production des œufs et des taux de ponte par les 2 lots durant l'étude. -----	48
Tableau 11: L'évolution des poids moyens hebdomadaire des 2 lots durant l'étude.-----	50
Tableau 12: Evolution hebdomadaire des poids de l'albumen, du vitellus et de la coquille des 2 lots témoin (T) et expérimental (E)-----	52
Tableau 13: Evolution hebdomadaire de la masse moyenne des œufs durant l'étude.-----	54
Tableau 14: Evolution de l'unité Haugh et l'indice de jaune durant l'étude. -----	56
Tableau 15: Evolution hebdomadaire de la consommation moyenne d'aliment des 2 lots durant la période de l'étude.-----	58
Tableau 16: Evolution hebdomadaire des indices de consommation des 2 lots durant l'étude. ----	60
Tableau 17: Evolution hebdomadaire de la mortalité des poules des 2 lots durant la période de l'étude. -----	62

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Représentation de l’ovaire et de l’oviducte de poule mature. -----	3
Figure 2: Différentes formes et tailles d’œufs : (a) œuf normal, (b) œuf allongé, (c) œuf rond.-----	6
Figure 3: Œufs à coquille molle et sans coquille.-----	8
Figure 4: Œuf tacheté de calcium. -----	9
Figure 5: Œufs présentant des défauts ultra structurels. -----	10
Figure 6: Œuf à double jaune. -----	11
Figure 7: Micrographie de <i>S. cerevisiae</i> -----	29
Figure 8: Structure de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .-----	30
Figure 9: La glycolyse (A) et du cycle de Krebs (B)-----	31
Figure 10: Utilisation du glucose par <i>Saccharomyces</i> sous conditions anaérobies (fermentation)-	33
Figure 11: Représentation schématique du cycle cellulaire de <i>S. cerevisiae</i> .-----	34
Figure 12: Représentation schématique du cycle cellulaire de <i>S.cerevisiae</i> -----	35
Figure 13: Transition de la ploïdie au cours du cycle cellulaire de <i>S. cerevisiae</i> .-----	36
Figure 14: Carte de géolocalisation de la zone d’étude (GoogleMap, 2017) -----	39
Figure 15: Evolution pondérale hebdomadaire des taux de ponte durant la période de l’étude.----	49
Figure 16: Evolution pondérale moyenne hebdomadaire de l’œuf. -----	51
Figure 17: Evolution pondérale hebdomadaire des constituants de l’œuf. -----	53
Figure 18: Evolution hebdomadaire de la masse moyenne des œufs durant l’étude. -----	55
Figure 19: Evolution hebdomadaire des unités Haugh des 2 lots durant l’étude. -----	57
Figure 20: Evolution hebdomadaire des indices du Jaune des 2 lots durant l’étude. -----	58
Figure 21: Evolution de l’ingéré alimentaire des 2 lots durant l’étude. -----	60
Figure 22: Représentation graphique des indices de consommation des 2 lots. -----	62

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Œuf à coquille ondulée (Photo personnel .2019). -----	7
Photo 2: Présence de taches de sang dans le contenu de l'œuf (Photo personnel .2019). -----	12
Photo 3: photographies du bâtiment d'essai (Photos personnelles, 2019). -----	40
Photo 4: photographies du cheptel à l'intérieur du bâtiment d'élevage (Photo personnel .2019). --	41
Photo 5: photographie du petit mélangeur (Photo personnel .2019) -----	42
Photo 6: photographie du grand mélangeur (Photo personnel .2019). -----	42
Photo 7(a ; b ; c) : Pesée de l'œuf entier, du jaune d'œuf et de la coquille (Photo personnelle, 2019). -----	44
Photo 8: Mesure de la hauteur d'albumen épais à l'aide d'une règle millimétrée (Photo personnel .2019).-----	45
Photo 9: Mesure de la hauteur du vitellus (Photo personnel .2019). -----	46
Photo 10: Mesure de la largeur du vitellus (Photo personnel .2019). -----	46

Introduction

Actuellement, différents produits vétérinaires sont utilisés en élevage avicole, sous la responsabilité ou non des vétérinaires dans le but de lutter contre les pathologies et améliorer le rendement (**Alamedji et al, 2008**). Parmi ces produits, les antibiotiques occupent une place de choix. Néanmoins, leur utilisation (les éleveurs) sans contrôle peut conduire à la formation des résidus dans les produits issus de ces animaux, surtout lorsque les délais d'attente ne sont pas respectés par les utilisateurs.

Les risques potentiels liés à la présence des résidus dans les denrées alimentaires d'origine animale sont de plusieurs ordres : risques cancérigènes (Nitrofuranes), risques allergiques (Pénicillines, Streptomycine), risques toxiques (Chloramphénicol), modification de la flore intestinale (Tétracyclines), sélection de bactéries résistantes aux antibiotiques (plusieurs antibiotiques sont concernés).

En 2006, l'union Européenne a interdit définitivement l'emploi des antibiotiques comme promoteurs de croissance en production avicole. L'antibiothérapie a connu ses limites en raison de l'émergence de nouvelles souches pathogènes multi-résistantes causée par l'utilisation abusive de ces composés dans le secteur avicole. Récemment de nouvelles stratégies de prévention ont été proposées comme alternatives aux antibiotiques pour réduire l'incidence des pathogènes entériques chez la volaille.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer l'effet d'un prébiotique naturel « AVIATOR DRY » à base de paroi de levure (*Saccharomyces Cerevisiae*) sur les performances de ponte de la poule pondeuse, sur la qualité de ses œufs, sur sa consommation d'aliment, et sur sa santé durant 20 semaines (de la 63^{ème} semaine jusqu'à la 82^{ème} semaine d'âge).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : POULE PONDEUSE

I. Historique de la poule pondeuse

L'espèce poule est répandue dans toutes les parties du monde. On distingue chez cette espèce les femelles productrices d'œufs de consommation, élevée en l'absence de Coque (poules pondeuse), et des femelles reproductrices, élevées en présence de Coque destinées à la production des œufs fécondés (poussin d'un jour)

Les races traditionnelles utilisées étaient : la Leghorn blanche ou noire ; la Sussex ou un type dérivé de cette dernière ; comme la New Hampshire ou la souche Coucou de Manan, célèbre pour la couleur brique de ses œufs.

Actuellement, les poules pondeuses proviennent de croisement entre différents types issus de la New Hampshire (œufs teintés). On trouve aussi des poules Arancanas (qui pondent des œufs à coquille verte, réputée plus solide que les autres coquilles).

A partir de ces types génétiques, plusieurs souches ont été sélectionnées et commercialisées dans le monde (Tableau 1).

Tableau 1: Souches sélectionnées et commercialisées dans le monde

Nom des firmes mondiales	Pays	Poule (œufs roux)	Poule (œufs blancs)
HUBBARD ISA	France	ISA Brown	Babcock B300
HI-LINE	USA	Hy-Line Brown	Hy-Line W77
BABOLNA	Hongrie	Tétra LL	
GROUPE GRIMAUD	France	Novogen Brown	Novogen white

II. 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. Il est constitué de deux régions bien distinctes, une enveloppe externe ou cortex qui entoure une partie centrale très vascularisée : la zone médullaire. Dans la zone médullaire, se trouvent les vaisseaux sanguins

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

et lymphatiques. La zone corticale contient les follicules ovariens, siège de l'ovogenèse et de la folliculogénèse, qui représente le lieu de l'élaboration du jaune (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. Selon Sauveur (1988) et Nys (1994), il est constitué de cinq parties, alors qu'une sixième partie, la jonction utéro-vaginale peut être considérée (**Figure1**)

- 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
- Le magnum est la partie la plus longue de l'oviducte. Au niveau de laquelle l'albumen est synthétisé puis déposé.
- L'isthme (15 cm) sécrète les membranes coquillères.
- L'utérus ou glande coquillière se distingue des segments précédents par sa forme de poche et l'épaisseur de sa paroi musculaire.
- La jonction utéro-vaginale (1-2 cm) Elle est rattachée à l'utérus par une structure fibreuse épaisse, 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.

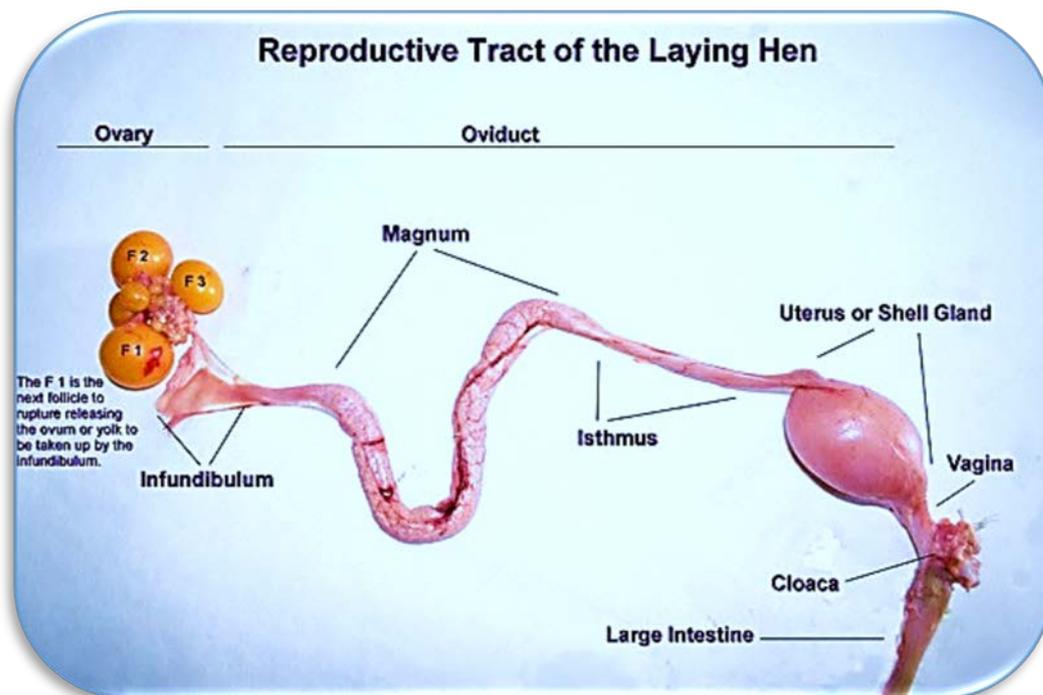


Figure 1: Représentation de l'ovaire et de l'oviducte de poule mature.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

III. Formation de l'œuf

A l'âge adulte, la poule possède plusieurs milliers de cellules (ovules) logées dans des sacs appelés ovaires.

Tous les jours, un ovule se libère et commence un long parcours. Le long de celui-ci, l'ovule grossit et se transforme en une grosse cellule jaune (vitellus) en 10 jours. Dans l'oviducte, l'infundibulum ou pavillon recueille l'ovule.

Ce vitellus continue son chemin et parcourt un long tuyau d'environ 70 centimètres. L'albumen entoure petit à petit le jaune d'œuf, d'abord en couches épaisses puis en couches plus fines à l'extérieur, de façon régulière, et ainsi l'ovule est protégé de tous côtés. En même temps, les chalazes se forment ; ce sont des filaments blancs, situés de part et d'autre du jaune, qui maintiennent le jaune au centre de l'œuf. Le jaune et le blanc serviront de nourriture au futur poussin.

Se forment ensuite les 2 membranes coquillières. La coquille se forme dans l'utérus à partir du calcium stocké dans les os de la poule. Petit à petit, la coquille entoure l'œuf qui continue à tourner sur lui-même en se couvrant de carbonate de calcium, tout en laissant un petit volume d'air qui permettra au poussin de respirer le temps de sortir de sa prison de calcaire. Cette calcification dure environ 16 heures. La couleur se forme par les sécrétions biliaires ou du sang. L'œuf est ainsi prêt et est évacué par le cloaque situé sous la queue de la poule, et expulsé à l'aide de muscles puissants.

Pour la formation d'un œuf, il faut entre 24 et 26 heures (entre ovulation et ponte). Le parcours de l'ovaire au cloaque demande un peu plus de 24 heures. Pour ce faire, elle a besoin dans son alimentation, d'un taux assez important de calcium stocké sous forme de carbonate de calcium.

III.1. Structure et composition de l'œuf

Trois compartiments caractérisent l'œuf de poule : la coquille, le blanc d'œuf et le jaune d'œuf.

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 séparées par une membrane cellulaire appelée membrane vitelline (Nys, 2010)

- 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

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

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).

- **Coquille**

C'est un emballage protecteur (10% du poids total), qui respire et exige la conservation dans un endroit frais, à 15°C, assez humide (70% d'humidité relative).

- **Deux membranes coquillères**

Les membranes coquillères sont séparées au niveau de la chambre à air et pèsent 0,4% du poids total de l'œuf.

- **Le blanc ou albumen (56,6%)**

C'est une solution aqueuse composée de 87% d'eau, 10% de matières azotées, 0,82% de sels minéraux et 0,05% de matières grasses.

Il se compose de quatre zones :

Les chalazes (1 g) qui assurent la suspension du jaune dans le blanc,

Le blanc liquide interne (5 g) au contact de la chambre vitelline,

Le blanc épais (18 g) qui entoure le précédent et se présente sous l'aspect de gel,

Le blanc liquide externe (7 g) au contact de la chambre coquillère interne.

Cette partie s'étale rapidement lorsque l'œuf est cassé sur une surface plane.

- **Le jaune (32%)**

Le jaune est composé de 49% d'eau, 16,7% de matières azotées et 31,6% de matières grasses. Il faut souligner la richesse de l'œuf en produits nobles : les matières azotées sont une association d'acides aminés essentiels dont la composition des protéines de l'œuf est retenue comme référence.

Les matières grasses du jaune de l'œuf sont surtout des graisses azotées et phosphorées telle la lécithine qui joue un rôle très important dans le métabolisme de la digestion.

Enfin, l'œuf contient un assortiment de différentes vitamines et matières minérales, si bien qu'il est, sous un petit volume, un aliment de haute valeur nutritive, presque un aliment complet. Mais, c'est une denrée périssable qui, en vieillissant, perd ses qualités comestibles.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

IV. Qualité externe et interne

Pendant la commercialisation, le consommateur cherche toujours des œufs qui répondent visuellement à certains critères telles que l'uniformité de la couleur et de la surface de la coquille et son intégrité, ainsi que l'absence des anomalies de taille et de forme, ce qui peut représenter la qualité externe.

IV.1. Qualité externe

L'intégrité de l'œuf et la qualité de la coquille sont des éléments de garantie pour la sécurité des consommateurs. Elle regroupe la taille et la forme de l'œuf ainsi que la qualité de l'œuf.

- **Taille et forme**

La forme de l'œuf est déterminée par la tonicité musculaire de la glande coquillère (Sauveur, 1988). Différentes anomalies de taille et de forme peuvent être observées au cours la période de production de poules pondeuses (**figure 2**). Des œufs à doubles jaunes sont quelques fois obtenus en début de ponte d'une taille anormale et d'une forme allongée, mais ils disparaissent après le pic de ponte. Autres anomalies de taille et de forme peuvent être observées, des œufs très petits ne contenant que du jaune, lorsque l'alimentation et le programme lumineux appliqué n'étaient pas maîtrisés pendant la période d'élevage des poulettes, ce qui influence la maturité sexuelle entraînant l'apparition du défaut cité précédemment (Rose, 1997).

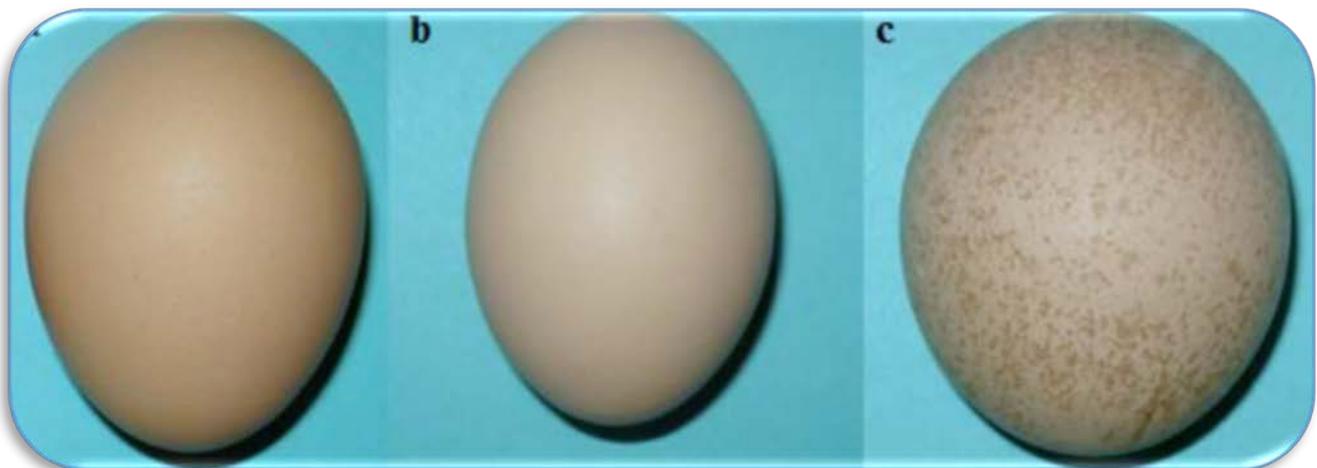


Figure 2: Différentes formes et tailles d'œufs : (a) œuf normal, (b) œuf allongé, (c) œuf rond.

Qualité de la coquille

Le risque pour un œuf d'être fêlé est fonction d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels l'importance de la charge subie et la résistance mécanique de sa coquille (Mertens et al., 2010). Selon le même auteur, la fissuration de la coquille est le résultat des impacts des œufs entre eux et

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

de la collision des œufs pendant la période de collecte, et pendant la période de transit. Selon Mertens et al. (2010), Les principales anomalies des coquilles de l'œuf sont :

- Œufs « pré-fêlés in vivo »

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

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

- Œufs auréolés

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

- Œufs à coquille ondulée

Ils présentent une surface rugueuse et ondulée. Ces défauts surviennent lorsqu'il y a un dysfonctionnement du magnum causé par une maladie, telle que la bronchite infectieuse. La modification de consistance de l'albumen d'origine pathologique, a une répercussion sur la formation de la coquille d'où les œufs apparaissent ridés avec coquilles rugueuses et ondulées (Photo1).



Photo 1 : Œuf à coquille ondulée (Photo personnel .2019).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

- Œufs à coquille molle ou sans coquille :

Ces anomalies apparaissent lorsque la calcification de la coquille n'est pas complète. Ils sont généralement produits par les jeunes poules en début de ponte, et notamment lorsqu'elles ont été soumises trop à des durées d'éclairage trop importantes, ce qui stimule de manière trop précoce le système hormonal. Certaines maladies et contraintes environnementales peuvent être à l'origine de ce défaut (**figure3**).



Figure 3: Œufs à coquille molle et sans coquille.

- Œufs mauves, roses et tachetés de calcium

L'apparition de ces anomalies peut être la conséquence d'un stress d'où une partie de la coquille est enduite d'un résidu poussiéreux ou de dépôts superficiels blancs (**figure4**).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



Figure 4: Oeuf tacheté de calcium.

-Oeufs à coquille rugueuse

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

- Oeufs présentant des aspérités

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

- Oeuf à « fenêtres » translucides

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

- Autres défauts :

Ce sont surtout des défauts ultra structurels de la coquille, lors du processus de formation de la coquille (**figure 5**), au niveau de la couche mamillaire à partir de laquelle est déposée (Nys et al., 1999).



Figure 5: Œufs présentant des défauts ultra structurels.

IV.2. Qualité interne

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

- **Blanc aqueux**

La qualité de l'albumen diminue au fur et à mesure du vieillissement du troupeau.

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

- **Jaunes tachetés et décolorés**

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

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

- **Œufs à double jaune**

Ce défaut est observé chez les poules en début de ponte (**figure6**), mais une fois le programme de ponte est stabilisé, il disparaît.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



Figure 6: Œuf à double jaune.

- Jaunes cassés

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

- Présence des inclusions

Les taches de sang ou de viande présentes dans le blanc résultent de microhémorragies ovariennes ou de desquamation de l'oviducte dues à des infections virales ou à certaines contraintes environnementales (**Photo 2**).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



Photo 2: Présence de taches de sang dans le contenu de l'œuf (Photo personnel .2019).

V. Evaluation de la qualité interne et externe

V.1. Evaluation de la qualité externe

- Poids de l'œuf

Pour le consommateur, le poids de l'œuf est un critère de qualité important d'où vient la nécessité de maîtriser cette caractéristique par les éleveurs. Les œufs sont vendus sous plusieurs formes qui se basent dans leur ensemble sur le poids.

- Qualité de la coquille

La propreté est mesurée par le pourcentage d'œufs sales, c'est-à-dire présentant des souillures d'origine intestinale ou urinaire (matières fécales), génitales (sang) ou autre (poussières). La coquille est en général considérée comme sale lorsque les salissures recouvrent plus de 1/32 de la surface, si celles-ci sont localisées, ou 1/16 si elles sont dispersées (Mertens et al., 2005).

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

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

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

V.2. Evaluation de la qualité interne

- Qualité de l'albumen

La qualité de l'albumen est principalement associée à la proportion de blanc épais, exprimée au travers des unités Haugh, grandeur internationalement reconnue (Haugh, 1937). Ce paramètre est mesuré à l'aide d'un tripode après le cassage de l'œuf sur une surface plane. Cette unité permet de classer les œufs en termes de fraîcheur en quatre classes **AA** ($UH \geq 72$), **A** ($78 > UH \geq 55$), **B** ($54 > UH \geq 31$), **C** ($UH < 30$) (Sauveur, 1988).

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

- Qualité du vitellus

La couleur du jaune d'œuf est considérée comme un des principaux critères de qualité. Elle est mesurée visuellement en utilisant l'échelle Roche sur un éventail allant de 01 à 15 (Thapon et Bourgeois, 1994). Elle dépend essentiellement de la qualité des pigments ingérés par la poule. Elle est due à la présence de pigments jaunes d'origine naturelle (xanthophylles comme la lutéine de la luzerne ou la zéaxanthine du maïs) ou desynthèse d'une part, et de pigments rouges (canthaxanthine, citraxanthine) d'autre part (Larbier et Leclercq, 1992).

-Présence et détection des inclusions

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

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE II : PRODUCTION ET CONSOMMATION DES ŒUFS

I. Production et consommation des œufs :

Depuis plusieurs années, le contexte international de la production et de la consommation des œufs est marqué par une évolution importante à l'échelle mondiale, continentale et nationale.

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

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

D'après les projections de la FAO, la production mondiale d'œufs de poules a atteint 70 Mt en 2014 et elle s'est élevée à 70,4 Mt en 2015. La FAO prévoit une production mondiale de 100 millions de tonnes à l'horizon 2035 (Wattagnet, 2012).

Tableau 2: Dix premiers pays producteurs d'œufs en 2014 (FAO, 2014).

Pays	Production (Mt)
Chine	24,94
Etat unis	5,97
Inde	3,96
Mexique	2,56
Japon	2,5
Fédération Russie	2,31
Brésil	2,24
Indonésie	1,42
Ukraine	1,11
Turque	1,07

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.2. Le commerce mondial des œufs et des ovoproduits :

I.2.1. Les échanges d'œufs coquille :

Les échanges mondiaux d'œufs coquille, y compris le commerce intra-Union européenne, ont atteint 1,8 Mt en 2014 soit une baisse de 22,5% par rapport à 2013. En valeur, les échanges d'œufs coquille mondiaux ont atteint 922,26 millions d'euros (M€) en 2014 soit une hausse de 3,9% par rapport à 2013 (Magdelaine, 2015).

I.2.2. Les échanges des ovoproduits :

Les échanges internationaux d'ovoproduits s'élèvent à environ 927 500 tonnes équivalant œufs coquille (Teoc) soit un total œufs et ovoproduits de 2,7 Mt équivalant œufs coquille (Magdelaine, 2015).

La valeur des échanges des ovoproduits ont atteint 300 M€(123,28 M€vient des exportations d'œufs dépourvus de coquille séchés (ITAVI, 2015).

I.3. La production européenne :

La production européenne a été estimée par la commission européenne à 6,51 Mt en 2013. En 2014, une évolution de la production de 0,7% a été marquée par rapport à 2013, elle atteindrait 6,56 Mt, soit 107,6 milliards d'œufs. Cependant, l'évolution moyenne annuelle de 2010 à 2014 a été marquée par une régression de 0,8%. La France maintient sa place de premier producteur d'œufs de consommation dans l'Union européenne (UE-27), suivie de l'Allemagne puis de l'Italie (ITAVI, 2015).

En 2015, la commission a prévu une évolution de la production d'œufs estimée à 108,6 milliards d'œufs soit une hausse de 0,9% par rapport à 2014 (ITAVI, 2015).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 3: Production européenne dans l'UE-27 (ITAVI, 2015).

Pays / Production	Production 2014 (milliards D'œufs) *	Prévisions 2015 (milliards D'œufs) *
France	14,8	14,8
Italie	12,9	13,1
Allemagne	12,9	13
Espagne	10,6	11,3
Pays-Bas	10,8	10,8
Royaume Uni	10,4	10,6
Union Européenne à 28	107,6	108,6

*convertis sur la base de 16,4 œufs/Kg.

I.4. Les échanges extra-Union européenne :

En 2014, Les exportations extra-Union européenne d'œufs et d'ovoproduits ont connu une augmentation de 6,5% par rapport à 2013. Elles ont atteint 228 677 Teoc : les exportations d'œufs en coquille se sont élevées à 82 724 Teoc et à 145 953 Teoc pour les ovoproduits (ITAVI, 2015).

L'Union européenne est le premier exportateur mondial d'œufs et d'ovoproduits (288 M€), suivie par les Etats-Unis (241 M€ en 2014), et de la Chine (110 M€) en 2010 (Magdelaine, 2015).

En 2014, les importations européennes d'œufs et d'ovoproduits ont diminué 36,4% par rapport 2013. Elles ont atteint 13 084 Teoc : les importations œufs coquille retombent à 766 Teoc soit une baisse de 57,9% et les importations d'ovoproduits en baisse de 34% à 12 317 Teoc (ITAVI, 2015).

I.5. La consommation européenne :

La consommation européenne d'œufs varie d'un pays membre à un autre en 2013.

Elle a atteint 200 œufs par personne alors qu'elle est de 300 œufs par an au Danemark, 181 en Finlande alors qu'elle est uniquement de 140,2 œufs au Portugal. En 2013, la consommation européenne d'œufs et d'ovoproduits s'est élevée à 6,15 Mt, soit 200 œufs par habitant (ITAVI, 2015).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.6. La production africaine :

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

Tableau 4: Développement de la production des œufs en Afrique entre 1990 et 2008.

Année \ Pays	Afrique du Nord	Afrique de l'Est	Afrique du Centre	Afrique du Sud	Afrique de L'Ouest	TOTALE
1990	574 000	261 000	31 000	217 000	458 000	1 541 000
2000	700 000	281 000	33 000	325 000	578 000	1 917 000
2008	821 000	308 000	34 000	495 000	780 000	2 438 000
Evolution entre 1999 et 2009 (%).	+ 43,9	+ 18	+ 9,8	+ 128,1	+ 70,3	+ 58,1

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

Tableau 5: Dix premiers pays producteurs d'œufs en Afrique en 2012 (The Poultry Site, 2014).

Classement	Pays	Production (tonnes)
1	Nigeria	640 000
2	Afrique du Sud	535 000
3	Égypte	310 000
4	Algérie	308 600

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

5	Maroc	272 000
6	Tunisie	97 700
7	Kenya	96 100
8	Libye	63 600
9	Burkina Faso	59 500
10	Zambie	55 000

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

Tableau 6: Premiers pays producteurs d'œufs en Afrique entre 2000 et 2013 (mille de tonnes) (The Poultry Site, 2015a).

Année pays	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nigeria	400,0	500,0	581,0	613,0	623,0	636,0	640,0	650,0
Afrique du Sud	318,0	500,0	473,0	450,0	473,0	511,0	535,0	540,0
Maroc	235,0	232,0	192,0	200,0	244,0	265,0	272,0	278,0
Egypte	177,0	235,0	356,0	249,0	291,0	306,0	310,0	315,0
Algérie	101,0	175,0	184,0	194,0	261,0	280,0	309,0	347,0
Tunisie	82,0	84,0	89,0	88,0	92,0	93,0	98,0	99,0
Kenya	61,0	58,0	77,0	81,0	93,0	94,0	96,0	98,0

I.7. La consommation africaine :

Selon les estimations de la FAO, 25% de la population mondiale vivra en Afrique en 2050. Ces changements ont des impacts sur la consommation des œufs en Afrique. La croissance démographique en Afrique a connu une augmentation importante de 808 millions d'habitants à 1 milliard et 166 millions d'habitants en 2011, soit une augmentation de 2,5% dépassant le taux de

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

croissance mondiale estimé à 1,2%. En Afrique, la consommation annuelle moyenne était estimée par la FAO à 2,5 kg/personne/an en 2011.

Entre 2000 et 2011, la disponibilité des œufs en Afrique a augmenté de près de 0,4 kg/an (de 2,1 kg/habitant/an en 2000 à 2,5 kg/habitant/an en 2011) (The Poultry Site, 2015b).

I.8. Les politiques avicoles mises en œuvre en Algérie :

I.8.1. De l'indépendance jusqu'à la libéralisation de l'économie :

Après l'indépendance et jusqu'à 1969, l'aviculture était essentiellement fermière sans organisation particulière et ne couvrait qu'une faible partie de la consommation (Fernadji, 1990).

Historiquement, trois périodes différentes ont caractérisé du point de vue organisationnel l'aviculture en Algérie pendant la période de 1969 jusqu'à 1989 (Fernadji, 1990) :

1) La période 1969-1979 qui constitue l'amorce du programme de développement des productions animales, dont l'aviculture. Cette période s'est caractérisée par la création des structures visant à organiser le secteur de la production (Office National des Aliments du Bétail (ONAB), les coopératives avicoles et secteur privé).

2) La période 1980-1984 qui a vu la mise en place d'un programme spécial pour l'aviculture « le plan avicole », visant une réorganisation du secteur avicole. Cette période a été marquée par la restructuration de l'ONAB, généralisation de l'aviculture à l'échelle nationale et la volonté de faire produire les produits finis par les producteurs (privés et domaines) et non plus par les structures de l'état.

3) La période 1985-1989 qui se situe dans le cadre du deuxième Plan quinquennal. Elle représente une continuité de la période précédente. L'objectif qui a été fixé pendant cette période est l'augmentation de la consommation par habitant et par an (10 kg/hab/an pour la viande blanche et 120 œufs/hab/an pour les œufs de consommation).

I.8.2. Après la libéralisation de l'économie :

En 1994 et dans le cadre du programme d'ajustement structurel (PAS), le Fond Monétaire International (FMI) et la banque mondiale ont imposé à l'Algérie des réformes qui ont eu pour objectifs le désengagement de l'Etat de la gestion directe de l'économie, le freinage de la croissance en produits importés, la privatisation du secteur économique publique et la favorisation du secteur privé (Amghrous et Badrani, 2007). Pour la filière avicole en Algérie, les réformes s'articulaient essentiellement dans la levée du monopole de l'Etat sur le commerce extérieur des intrants et équipements avicoles, La réduction des droits de douanes pour le poulet de chair et pour les poussins d'un jours « chair », La suppression des subventions aux intrants, aux équipements et au crédit. La

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

dévaluation du dinar Algérien qui a perdu environ la moitié de sa valeur par rapport au dollar, a rendu les importations d'équipements et de matières premières pour l'aviculture onéreuses et la suppression de la défiscalisation de l'activité avicole (Amghrouss et Badrani, 2007).

Dans une tentative d'analyser la politique suivie au cours de cette période, les efforts pour la restructuration du secteur public et l'implication des différents acteurs (entreprises d'amont, les élevages, les coopératives avicoles et les structures d'abattage) n'étaient pas présents pour l'essentiel. Une autre réorganisation a été réalisée en 2005. Elle s'est basée sur le recentrage des métiers de base et l'organisation par filière de production (« chair », « ponte », « aliments »). L'objectif visé était la permission à l'aval de la filière avicole de jouer leur rôle en tant que véritable centre de décision en matière d'intégration (Kaci et Boukella, 2007).

Selon Alloui (2011), l'histoire de l'aviculture Algérienne est divisée en trois étapes.

La première étape est de l'indépendance à 1968. Cette période est caractérisée par la transformation des porcheries en poulaillers d'engraissement. De 1969 à 1989, c'est la période pendant laquelle a été réalisé plusieurs complexes modernes et la création de l'ONAB qui a été chargé du développement de l'aviculture nationale. Il a joué un rôle important dans la formation des techniciens, la vulgarisation des techniques d'élevage et l'encadrement de l'activité. La troisième période de 1990 à 2011, est caractérisée par la suppression du monopole de l'Etat, l'arrêt des investissements dans la filière du secteur public et les réalisations importantes du secteur privé.

I.9. La filière œufs de consommation en Algérie :

I.9.1. Organisation générale de la filière œufs en Algérie :

La production avicole en Algérie s'articule essentiellement sur deux filières de production qui sont la filière chair et la filière œufs de consommation. Le processus de production du matériel biologique est encore à un stade embryonnaire. Le segment de sélection/multiplication des souches n'existe pas (Amghrouss et Badrani, 2007).

La production d'œufs à couver ne dépassait guère 2 millions d'unités par an, d'où le recours à une importation marginale du poussin d'un jour (Kaci et Boukella, 2007). Le secteur privé représente 73% des capacités de production nationale en œufs de consommation avec une taille moyenne des élevages privés de 10 000 sujets. Le nombre de reproductrices d'un jour pour la filière ponte mis en place s'élève en moyenne annuelle à 330 000 (Alloui, 2011).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 7 : La filière œufs de consommation en Algérie : acteurs et potentiels de production (Nouad, 2011).

Opérateurs Potentiels de production	Opérateurs privés et capacité de Production	Opérateurs publics et capacité de Production	Observations
Elevage reproducteurs ponte	/	3 unités 346 000 sujets	/
Accoupage ponte	68 unités	3 unités 15millions poussins/an	/
Elevage poulettes démarrées	68 unités 1,4 millions sujets	40 unités 8 millions sujets	/
Elevage de pondeuses	16 498 éleveurs 4,2 milliards D'œufs	9 unités 4 milliards d'œufs	Elevages familiaux en batterie de faible taille (1500 sujets) chez le privé
Conditionnement des œufs	/	/	En plateau de 30 chez l'aviculteur

I.9.2. La production algérienne d'œufs de consommation :

L'aviculture Algérienne a connu une évolution spectaculaire pendant la période 1969-1989. C'est la période pendant laquelle la production d'œufs de consommation a également connu une progression importante, elle s'est élevée de 200 millions œufs de consommation en 1971 à 2200 millions œufs de consommation en 1986 (Fernadji, 1990).

Entre 1968 et 1999, la production d'œufs a augmenté en moyenne de 8% par an.

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

Selon Alloui (2011), la production d'œufs de consommation en Algérie a atteint 1,49 milliard d'œufs de consommation en 2000. Selon le même auteur, le nombre de poulettes démarrées mises à la

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

disposition des producteurs avec un taux de mortalité de 8% a atteint 21 millions. Sur la base d'une production moyenne de 250 œufs par poule, le nombre d'œufs de consommation produite a été estimé à 5 milliards d'unités.

D'après le rapport du Ministère de l'Agriculture et du Développement Durable (MADR) en 2012, le développement de la filière avicole en Algérie a permis d'améliorer la consommation des protéines animales par la population avec un moindre coût. Pour les œufs de consommation, la disponibilité des œufs est de 124 œufs par habitant en 2010 (MADR, 2012a).

En 2011, la production annuelle nationale du secteur avicole a enregistré un volume considérable. Pour la filière œufs de consommation, la production a été évaluée à presque 4,5 milliards d'œufs de consommation (MADR, 2012b). La production d'œufs de consommation est estimée à 2,02 milliards œufs en 2000, mais reste inférieure à celle enregistrée pendant la période de 1989 à 1994, la période pendant laquelle la production avicole a été soutenue par l'Etat. Selon les chiffres de statistiques publiées par le MADR en 2012, la production d'œufs a atteint 4,82 milliards d'œufs de consommation en 2011 (MADR, 2012c).

I.9.3. La consommation d'œufs en Algérie :

Un déficit important a été enregistré suite à une enquête effectuée en 1966-1967, la ration alimentaire d'un Algérien, contenait 7,8 g/j de protéines animales ; une seconde enquête a été effectuée en 1979 démontrait une légère augmentation avec une valeur de 13,40 g/j, mais elle reste au-dessous des recommandations de la FAO et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) fixées par 16 g/j (Fernadji, 1990).

Au début des années 1970 et dans le cadre de combler le déficit important en protéines d'origine animale, les planificateurs algériens décidaient de miser sur l'aviculture intensive en raison que celle-ci échappe aux contraintes climatiques et du fait de la rotation rapide de son cycle de production (Amghrouss et Badrani, 2007).

Le contexte socio-économique de la période 1974-1977 (période charnière de l'aviculture algérienne), a conduit les pouvoirs publics à opter pour le développement de l'aviculture intensive comme moyen pour équilibrer la ration des populations en protéines animales (Kaci et Boukella, 2007).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 8: Evolution de la consommation des œufs par habitant et par an de 1966-67 à 2005 (Kaci et Boukella, 2007).

Année	1966/67	1979/80	1988	1989	1998	2004	2005
Consommation							
Œufs consommés par habitant et par an	0,47	1,06	3,02	120	70	105	117

Contrairement aux viandes blanches, les dépenses affectées aux œufs de consommation ont connu une progression notable à partir 1989. En termes de comparaison avec le Maroc et la Tunisie, la consommation d'œufs en Algérie reste relativement faible.

En 2006, la moyenne annuelle de consommation des œufs pour un tunisien était de 150 œufs, alors que pour un marocain, elle était de 108 œufs par habitant et par an (Kaci et Boukella, 2007).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE III : LES ADDETIFS NATURELS

I. Bioalternatives aux antibiotiques promoteurs de croissance :

Plusieurs études ont été menées sur des alternatives biologiques aux antibiotiques chimiques promoteurs de croissance : les probiotiques, les prébiotiques, les symbiotiques, les acides organiques, les enzymes, les sources naturelles et les protéines.

I.1 Les probiotiques :

Les probiotiques sont définis comme « des cultures mono ou mixtes de microorganismes vivants ayant un effet bénéfique sur l'organisme hôte en améliorant les propriétés de sa flore indigène » (Fuller 1992). Autrement dit, les probiotiques sont un ou ensemble de microorganismes introduits dans le système digestif dans le but d'enrichir la flore intestinale, afin de procurer une immunité contre les agents pathogènes en minimisant ou limitant la colonisation de ses derniers dans le tractus gastro-intestinal, et au final assurer une bonne croissance de l'animal. (Griggs and Jacob 2005, Hajati and Rezaei 2010)

I. 2 Les prébiotiques :

Dans le terme prébiotique le préfixe « pro » a été remplacé par « pré » pour exprimer un « après » ou « pour » (Gibson, Probert et al. 2004). Ils ont défini les prébiotiques comme « un ingrédient alimentaire non digestible qui avantageusement affecte l'hôte en stimulant sélectivement la croissance et / ou l'activité d'une ou d'un nombre limité de bactéries dans le colon ». (Schrezenmeir and de Vrese 2001). Ce sont une sorte de nourriture en forme d'oligosaccharides pour les probiotiques et la flore intestinale afin d'assurer une bonne croissance (Griggs and Jacob 2005).

I. 3 Les symbiotiques :

Les symbiotiques sont un mélange entre les probiotiques et les prébiotiques. (Collins and Gibson 1999). Cette combinaison est très intéressante pour la survie et le bon fonctionnement des organismes probiotiques, car elle met à leur disposition les éléments nécessaires pour vivre et se développer (Fallah, Kiani et al. 2013). Les symbiotiques sont responsables de l'immunité chez les volailles (Zhang, Ma et al. 2006). D'après (Awad, Ghareeb et al. 2009), les symbiotiques peuvent conduire à une meilleure absorption des aliments par l'organisme récepteur.

Les symbiotiques ont un réel potentiel d'amélioration des performances chez les volailles (Mohnl, Acosta Aragon et al. 2007). Liong et Shah ont conclu que l'utilisation dans symbiotiques régule la concentration des acides organiques et réduit les taux de cholestérol chez les poulets (Liong and Shah 2006) (Fallah, Kiani et al. 2013).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. 4 Les acides organiques :

Les acides organiques sont des éléments essentiels pour le maintien de la bonne santé de l'appareil gastro-intestinal chez les poulets, car ils sont responsables de la régulation du pH à l'intérieur de leurs systèmes digestifs, afin d'améliorer le processus de la digestion des protéines. Ils ont aussi plusieurs effets bénéfiques tels que la conservation des aliments, l'amélioration de l'absorption des minéraux et le contrôle des bactéries pathogènes et non pathogènes (Abdel-Fattah, El-Sanhoury et al. 2008).

I. 5 les enzymes :

Les enzymes ont été définies comme des protéines spéciales capables de catalyser ou d'accélérer les réactions biochimiques (Ferket 1993). Ces réactions vont faciliter la digestion des nutriments en les décomposant en éléments plus petits et rapidement assimilables (Yang, Iji et al. 2009).

Les effets de l'ajout de ses enzymes selon Bedford, est de réduire le nombre de bactéries en augmentant le taux de digestion et de-là, limiter la quantité des éléments nutritifs disponibles pour la flore intestinale (Bedford 2000). Par conséquent, les profils bactériens de l'intestin seront modifiés et les performances des animaux seront améliorées (Ferket 2004).

I. 6 Les extraits de plantes :

Les extraits de plantes et les huiles essentielles sont comptés parmi les éléments à effet antimicrobien (Griggs and Jacob 2005) et sont connues par leur action sur la stimulation de la digestion (Brenes and Roura 2010). Les plantes ont la capacité de réagir aux attaques microbiennes à travers un répertoire hautement coordonné de barrières défensives moléculaires, cellulaires et tissulaires à la colonisation et l'invasion des pathogènes. Quant aux huiles essentielles, ils composent des défenses redoutables contre certains composants chimiques (Taylor 2013) (Botsoglou, Yannakopoulos et al. 1997). Certaines des formes chimiques antimicrobiennes bioactives, dérivent de plantes grâce aux terpènes qui sont des composés phénoliques, des glycosides et des alcaloïdes. Le gingembre, le poivre, la coriandre, le laurier, l'origan, le romarin, la sauge, le thym, les clous de girofle, la moutarde, la cannelle, l'ail, le citron, l'écorce d'agrumes (citron vert, citron jaune, orange), et le tabac sont quelques représentants d'une très longue liste de produits de plantes ayant des propriétés antibactériennes (Hume 2011).

I. 7 Les protéines :

Les protéines sont des promoteurs de croissance naturels. Elles sont essentielles à la formation et le développement des muscles. Leurs effets antimicrobiens est dû aux peptides bioactifs, qui sont des protéines synthétisées sous la forme de grandes prépropeptides, clivés et modifiés pour donner

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

des produits actifs. Ils jouent un rôle important dans les fonctions physiologiques et dans la pathogénèse (Sharma, et al. 2011).

Tableau 9: Tableau récapitulatif contenant les alternatives biologiques et leurs effets sur la volaille

Alternatives	Propriétés bénéfiques pour les volailles	Références
Enzyme	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser pour briser spécialement les polysaccharides non amylacés - Faciliter l'assimilation des nutriments par les microorganismes de la flore intestinale - Améliore l'assimilation des aliments 	Yang, Iji et al. 2009)
Probiotique	<ul style="list-style-type: none"> - Modifier microflore intestinale - Stimuler le système immunitaire - Prévenir la colonisation pathogène - Améliorer les performances des volailles 	(Alloui, Szczurek et al. 2013)
Prébiotique	<ul style="list-style-type: none"> - Oligosaccharide - Nourriture pour les probiotiques et la microflore intestinale - Source de vie et stimulant des microorganismes digestifs 	(Patterson and Burkholder 2003, Hume 2011)
Symbiotique	<ul style="list-style-type: none"> - Combinaison entre les probiotiques et prébiotiques pouvant améliorer la survie de l'organisme probiotique 	(Fallah, Kiani et al. 2013)
	<ul style="list-style-type: none"> - Effets antimicrobiens grâce aux composés phénoliques 	(Taylor 2013)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Huiles essentielles	- Réduire la prolifération des bactéries	
Acide organique	- Diminuer la valeur du pH à l'intérieur des intestins - Agir comme agents conservateurs - Empêcher contamination microbienne	(Fallah 2013)
Protéine	- Croissance des muscles - Effet antimicrobiens grâce aux peptides bioactifs - Régulateur de l'activité des hormones	(Joerger 2003, Sharma, Singh et al. 2011)

II.3 Les protéines de levure produites par *Saccharomyces cerevisiae*

Les protéines sont actuellement utilisées comme aliment pour les animaux dans le but d'améliorer leur croissance. Afin de répondre aux besoins nutritionnels, la production de protéines en grande quantité est devenue nécessaire, en particulier si leurs ressources sont renouvelables (Ravindra 2000). Pour cela, on utilise de plus en plus les protéines extraites de la biomasse microbienne cultivée comme les levures (Patelski, Berlowska et al. 2015). Les cellules de levure sont connues par leur haute teneur en protéines (environ 60-82% de matière sèche) (Choi 2003), elles contiennent également des graisses, des glucides, des acides nucléiques, des vitamines et des minéraux, et riche en certains acides aminés essentiels tels que la lysine et méthionine, les deux qui sont limitées dans la plupart des plantes et la nourriture des animaux. (Harrison 1993, Asad, Asghar et al. 2000). Une étude a démontré que les protéines de cellules peuvent être produites en utilisant une souche de levure dont la biomasse est utilisée pour la préparation des aliments pour animaux qui est *Saccharomyces cerevisiae* (Patelski, Berlowska et al. 2015). *Saccharomyces cerevisiae* est la levure la plus populaire et abondante. C'est une levure unicellulaire, organisme eucaryote appartenant au règne des champignons et à la famille des saccharomycètes (Moustacchi 1976).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

III. Les levures *Saccharomyces cerevisiae*

III.1. Historique

Les levures sont les premiers microorganismes à avoir été utilisés par l'Homme. Ainsi, les sumériens, les babyloniens et les égyptiens ont laissé des traces iconographiques et/ou écrites, qui sont vieilles de plusieurs milliers d'années, de la production de boissons alcoolisées par fermentation et de l'utilisation des levures dans la fabrication du pain. Elles sont également les premiers microorganismes à avoir été observés au microscope par Van Leeuwenhoek qui les a dessinées vers 1680 et qui a même réalisé des modèles tridimensionnels en cire. Au dix-neuvième siècle, c'est à la suite de ses travaux sur les levures que Pasteur contribua à la fondation de la microbiologie. Les levures furent reconnues comme des champignons par Bary en 1866 lorsqu'il détecta des ascospores chez la levure de bière.

III.2 Définition

Selon Larpent et Gourgoud (1985), *Saccharomyces cerevisiae* vient du mot saccharose qui signifie « sucre », myces « champignon ». Tandis que *cerevisiae* fait référence à « cervoise », est un terme scientifique, qui est le nom qu'on donnait autrefois à la bière. Ainsi, c'est un terme utilisé pour désigner le petit champignon microscopique qui compose les différentes sortes de levures intervenant dans la fermentation. Donc, elle est littéralement connue comme levure du sucre. Les levures sont des eucaryotes faisant partie du groupe des champignons dont on les distingue par leurs caractères unicellulaires. Elles sont microscopiques et immobiles (Guiraud et Galzy, 1998).

III.3. Identification

III.3.1. Taxonomie il est classé comme suit selon E.C. Hansen, 1883.

Règne : Fungi

Division : Ascomycota

Sous-division : Saccharomycotina

Classe : Saccharomycetes

Ordre : Saccharomycetales

Famille : Saccharomycetaceae

Genre : *Saccharomyces*

Espèce : *Saccharomyces cerevisiae*

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

III.3.2 Morphologie :

Saccharomyces cerevisiae est une cellule sphérique, ovoïde ou arrondies de taille très variable soit de 3 à 14 µm (**Figure 7**). Mais certaines cellules sont cylindriques et de grandes tailles jusqu' à 20 µm de longueur ou plus (Larpent, 1991).

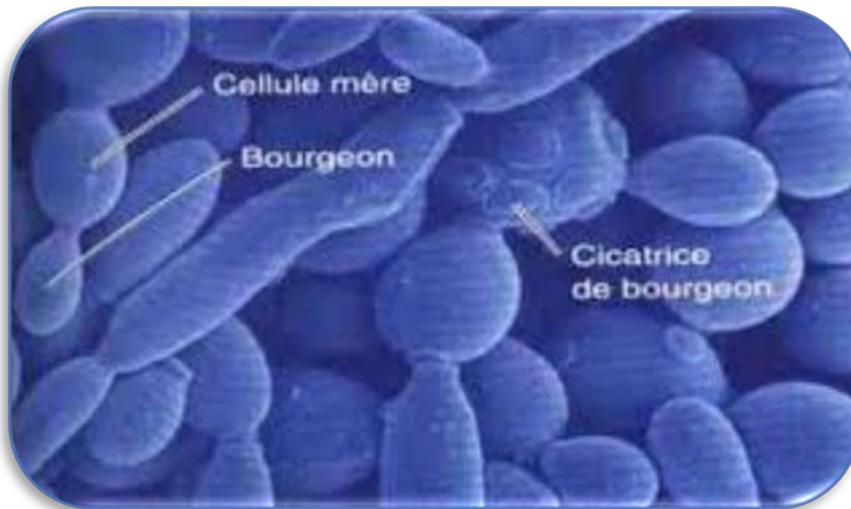


Figure 7: Micrographie de *Saccharomyces cerevisiae*

III.3.3 Structure :

Elle est présentée dans la **figure 8**.

Paroi cellulaire

Elle est rigide et très résistante comportant trois couches dont la composition chimique est différente de celle des végétaux supérieurs et des bactéries. La couche externe est formée de mannanes phosphorylés et de glycoprotéines tandis que les couches moyenne et interne sont formées de glucanes. On trouve également dans la paroi des lipides et de la chitine (Larpent, 1991 ; Larpent-Gourgau, 1997 ; Ferreira et Fennesy, 1997).

Noyau

Il est généralement en position centrale avec un diamètre d'environ 2 µm chez les cellules haploïdes. Le nombre haploïde de chromosomes est égal à seize chez *Saccharomyces cerevisiae* (Guiraud, 1998).

Cytoplasme

Il contient des vacuoles en nombre variable qui fusionnent le plus souvent chez les cellules âgées. On trouve également dans le cytoplasme des inclusions de glycogène et des microvésicules (Guinet et Godon, 1994 ; Bourgeois et Larpent, 1996 ; Guiraud, 1998) :

Lorsque les levures vivent en aérobiose, on trouve dans le cytoplasme des mitochondries qui disparaissent en anaérobiose (Guinet et Godon, 1994 ; Bellam et Fould, 1996).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

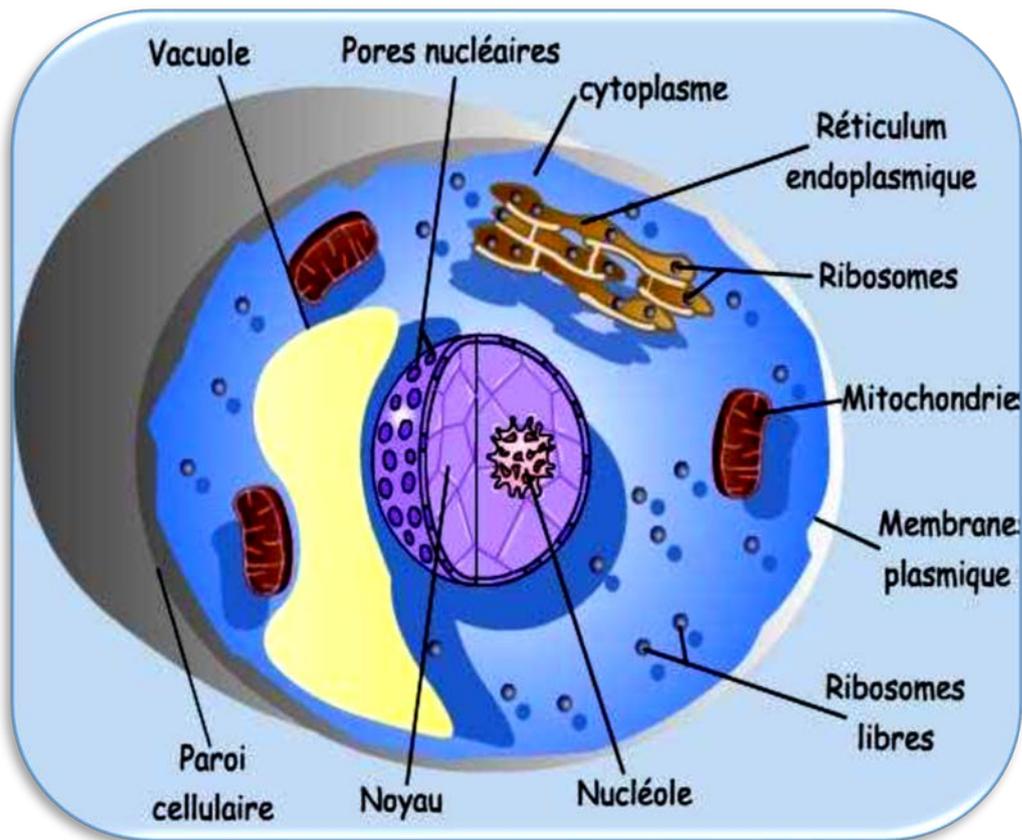


Figure 8: Structure de *Saccharomyces cerevisiae*.

III.4 Biologie de *Saccharomyces cerevisiae*

III.4.1 Métabolisme

La levure comme tout être vivant vit en présence d'oxygène (aérobiose). Mais elle a aussi la remarquable faculté de s'adapter à un milieu sans air (anaérobiose).

Pour assurer ses dépenses énergétiques, elle peut utiliser différents substrats carbonés, principalement des sucres. Il faut noter que le glucose est l'aliment carboné préférentiel de *S. cerevisiae* (Queiroz, 1991). En se référant au catabolisme du pyruvate formé à partir du glucose, on peut distinguer deux types de métabolismes (Botton, 1991).

En aérobiose

Lorsque la levure se trouve en présence d'air, elle produit à partir du sucre et de l'oxygène du gaz carbonique, de l'eau et une grande quantité d'énergie. C'est le processus métabolique de la respiration. Dans ces conditions l'oxydation du glucose est complète (Guinet et Godon 1994).

Selon (Scriban, 1988 ; Guinet et Godon 1994, Hesclot et Vladescu, 1994 ; Ferreira et Fennesy, 1997 ; Guiraud, 1998), la réaction est la suivante :

Glucose + Oxygène -----> Gaz carbonique + Eau + Energie

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Il se forme donc 13 fois plus d'ATP que par métabolisme anaérobie (Vladescu, 1994 ; Bellam et Fould, 1996 ; Ferreira et Fennesy, 1997).

Toute l'énergie biochimique potentielle contenue dans le glucose étant libérée, la levure peut seulement assurer son maintien en vie, mais aussi synthétiser de la matière organique. Donc elle va entrer en croissance et se multiplier.

La respiration fait intervenir de nombreuses enzymes mitochondriales (**Figure 9**). Cette fois, le pyruvate, en présence d'oxygène sera transformée en acétyl coenzyme A qui permettra l'entrée dans un cycle de dégradation des acides tricarboxyliques (Cycle de Krebs).

La chaîne respiratoire, dont le rendement énergétique est beaucoup plus efficace, est préférentiellement utilisée par la levure. Néanmoins, cette préférence est limitée par l'effet Crabtree (Guinet et Godon 1994).

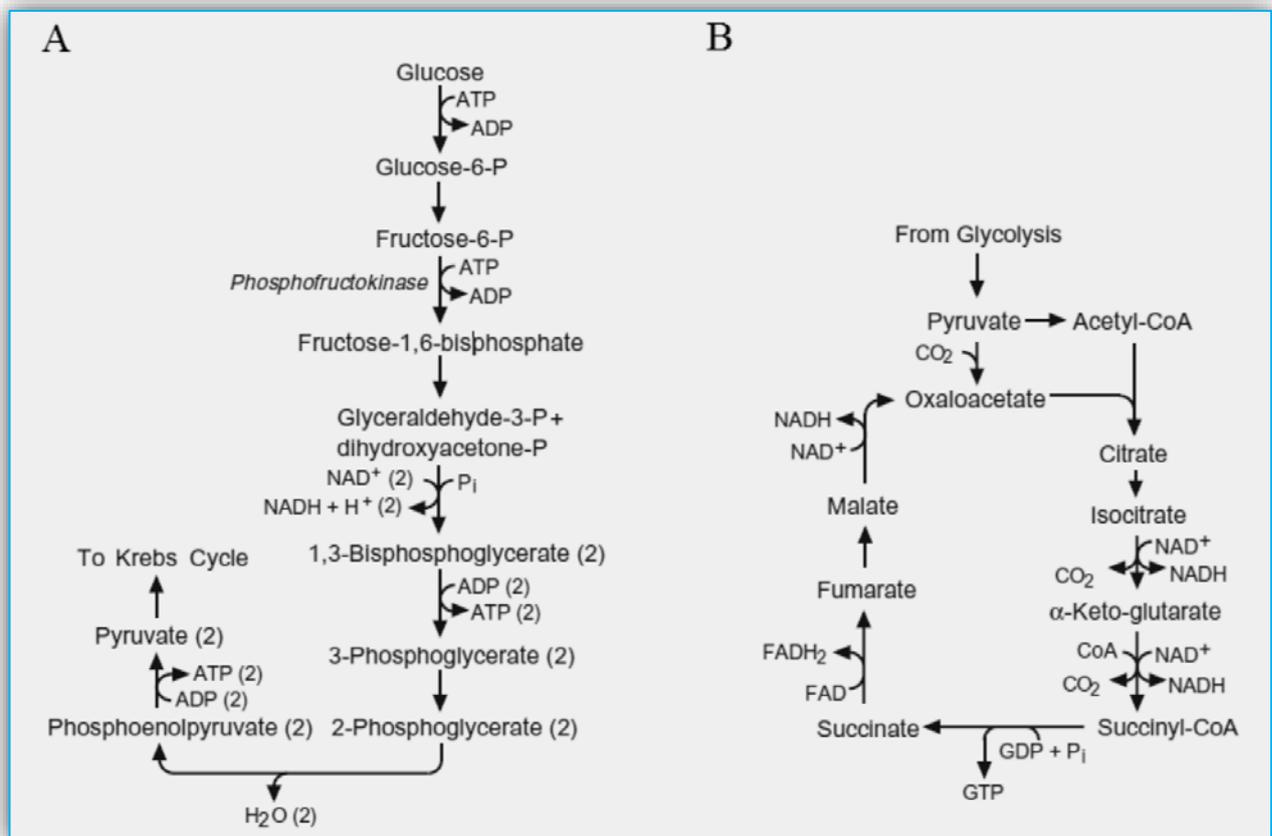


Figure 9: La glycolyse (A) et du cycle de Krebs (B)

En anaérobiose

Lorsque la levure ne dispose pas d'oxygène, elle peut néanmoins utiliser des sucres pour produire l'énergie nécessaire à son maintien en vie. Ce processus métabolique a été défini par Pasteur comme étant celui de la fermentation. Les sucres sont transformés en gaz carbonique et en alcool (Leyral et Vierlin, 2007 ; Lai, 2010)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

L'oxydation du glucose est incomplète on parle de fermentation ou de vie sans air (Regnault, 1990).

Selon Scriban (1988), Guinet et Godon (1994), Hesclot et Vladescu (1994), et Ferreira et Fennes (1997), Guiraud (1998), la réaction est la suivante

Glucose ----> Gaz carbonique + Alcool + Energie

L'alcool formé contient encore beaucoup d'énergie. Il n'y a donc qu'une partie de l'énergie biochimique potentiellement présente dans le glucose qui a été libérée. Ainsi, on note environ 20 fois moins que pour la respiration. Elle assure un minimum vital à la levure, sans lui permettant de se multiplier rapidement (Guinet et Godon 1994).

Ce métabolisme se caractérise généralement par un ensemble de réactions qui se produisent en absence d'oxygène comme accepteur final d'électron (**Figure 10**).

Le métabolisme en anaérobiose porte le nom scientifique de glycolyse. Il s'agit de la dégradation des glucides en pyruvate, qui fait intervenir 30 à 65 % des protéines cellulaires que constituent les enzymes. Le glucose qui est un sucre à 6 atomes de carbone pénètre dans la cellule où il subit des phosphorylations consommatrices d'énergie avant d'être scindé en 2 molécules et à 3 atomes de carbone. Ces dernières entreront chacune dans une série de réactions aboutissant au pyruvate, qui en l'absence d'oxygène est transformé en acétaldéhyde puis en éthanol et sera ensuite excrété par la cellule (Guinet et Godon 1994 ; Tchango et Tchango 1996.)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

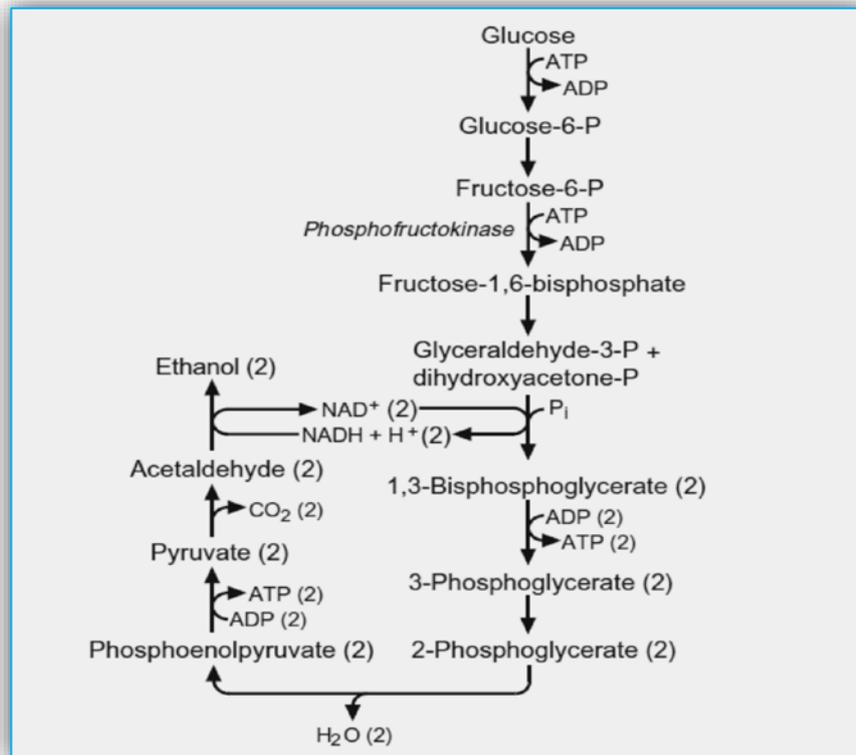


Figure 10: Utilisation du glucose par *Saccharomyces* sous conditions anaérobies (fermentation)

III.4.2 Reproduction

Cycle cellulaire de *Saccharomyces cerevisiae*

Selon Herskowitz (1988) le cycle cellulaire de *S. cerevisiae* comprend deux modes de reproduction. Le premier est la prolifération cellulaire ou bourgeonnement. C'est un processus par lequel une cellule donne naissance à une autre cellule essentiellement identique. Tandis que le second est la transition de la ploïdie au cours du cycle cellulaire ou reproduction sexuée. Lors de cette transition, les cellules haploïdes de sexe opposé se conjuguent pour former des cellules diploïdes. Alors que les cellules diploïdes sporulent pour former des cellules haploïdes (**Figure 11**).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

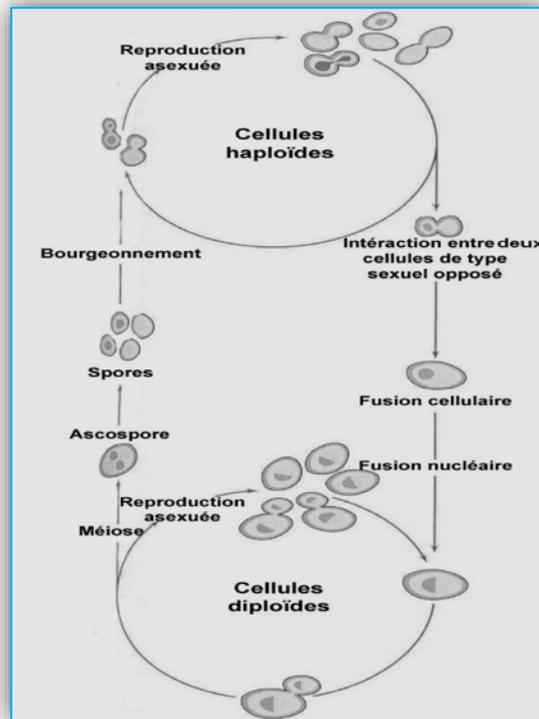


Figure 11: Représentation schématique du cycle cellulaire de *Saccharomyces cerevisiae*.

Selon les conditions environnementales externes, les cellules haploïdes et diploïdes débutant la phase G1 « pré-Start » doivent faire un choix. Si la quantité de nutriments est suffisante, elles poursuivent le cycle cellulaire mitotique à ce niveau il s'agit de la reproduction asexuée. Par contre, si elles jugent que la quantité de nutriments est insuffisante (glucose) et qu'elles détectent la présence de phéromones sexuelles, les cellules haploïdes entrent alors en mode de conjugaison sexuelle. Donc, on parle de la reproduction sexuée. Tandis que les cellules diploïdes entrent en mode de sporulation (Herskowitz *et al.*, 1988).

III.4.2.1 Prolifération

Cycle cellulaire mitotique

Selon Herskowitz (1988), en présence d'une quantité suffisante de nutriments, les cellules de *S. cerevisiae* entrent en croissance végétative. Les cellules haploïdes et diploïdes se divisent par reproduction asexuée. Chez *S. cerevisiae* cette reproduction asexuée s'effectue par bourgeonnement (**Figure 12**). Le cycle cellulaire débute avec l'apparition d'un bourgeon à la fin de la phase G1, après le point de repère « Start ». Ensuite, le bourgeon croît tout au long de la phase S, en même temps que l'ADN de la cellule mère se réplique et atteint sa dimension finale lorsque la cellule est prête à entrer en mitose (phase M).

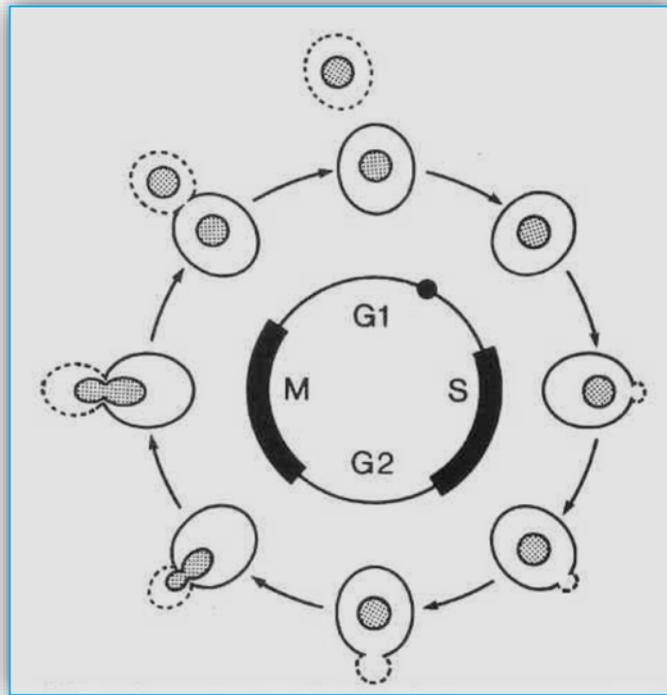


Figure 12: Représentation schématique du cycle cellulaire de *Saccharomyces cerevisiae*.

III.4.2.2. Transition ou conjugaison sexuelle et sporulation

En absence d'une quantité suffisante de nutriments et en présence de phéromones sexuelles, les cellules haploïdes de *S. cerevisiae* abandonnent la reproduction asexuée et débutent la reproduction sexuée. La reproduction sexuée comprend deux étapes majeures ; soit la conjugaison sexuelle ou la méiose (ou sporulation) (**Figure 13**). Au cours de la conjugaison sexuelle, deux cellules haploïdes se fusionnent pour produire une cellule diploïde. À l'inverse, au cours de la méiose, cette cellule diploïde sporule pour produire quatre cellules haploïdes (Herskowitz, 1988).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

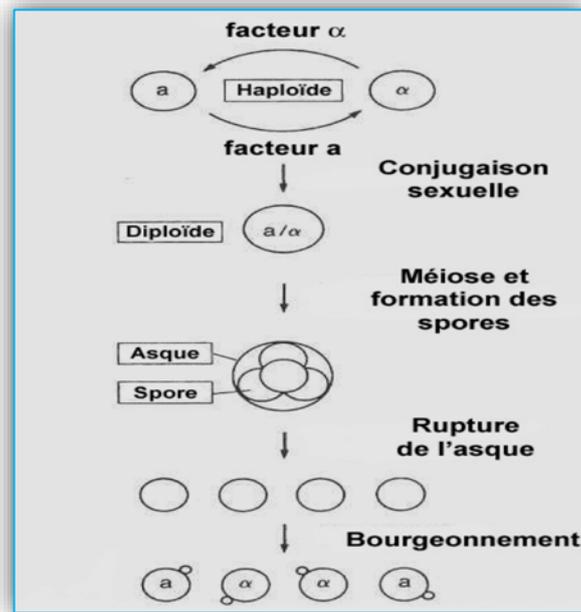


Figure 13: Transition de la ploïdie au cours du cycle cellulaire de *Saccharomyces cerevisiae*

Lorsque les cellules diploïdes de *S. cerevisiae* sont exposées à un milieu pauvre en nutriments, elles peuvent choisir d'effectuer une transition dimorphique (Kron *et al.*, 1994).

Dans un tel cas, le changement de la forme cellulaire et du patron de division cellulaire provoque l'apparition de filaments invasifs nommés pseudohyphes. Les cellules se servent alors de ces pseudohyphes pour pénétrer à l'intérieur du milieu de culture solide de façon à obtenir les nutriments retrouvés en profondeur (Gimeno *et al.*, 1992)

III.5. Constituants de la culture de saccharomyces

Les paramètres environnementaux tels que la température, le pH et la concentration en éthanol dans le milieu ainsi que les apports nutritionnels comme les sels et les vitamines ont une influence sur les capacités de croissance et de production de la levure.

III.5.1. Exigences nutritionnelles

La levure *S. cerevisiae* est auxotrophe à certaines molécules qui sont nécessaires. Ces molécules sont considérées comme les principales sources énergétiques de la levure et classiquement apporté sous forme de glucose, de composés tels l'azote, le phosphore, le soufre, certains acides aminés, les vitamines et les oligo-éléments qui sont indispensables à son développement. (Bourgeois et Leveau, 1991).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

L'azote

La levure peut utiliser des sources d'azote différentes tels que les acides aminés, les peptides. Mais l'azote sous forme d'ion ammonium est plus facilement assimilable (Jones et coll, 1981 ; winter, 1988).

Le phosphore

S. cerevisiae utilise l'orthophosphate, préférentiellement sous forme d'ion monovalent, comme unique source de phosphore (Winter, 1988). Jones et coll (1981) notent que cet élément sert à la synthèse des lipides, des hydrates de carbone et participe au maintien de l'intégrité membranaire.

Le soufre

Selon Rose et Harrison (1971), le soufre est assimilé généralement sous forme inorganique. IL est transformé dans la cellule sous forme d'un acide aminé qui est la méthionine

Les oligo-éléments

Les levures ont besoin d'éléments nutritifs pour assurer un développement adéquat. Il s'agit de sels minéraux et d'oligoéléments nécessaires à de très faibles concentrations (Larpen- Gourgoud et Sanglier, 1992)

Les vitamines

Les vitamines sont généralement des coenzymes ou des précurseurs d'enzyme. Elles permettent une régulation du métabolisme de la levure (Botton et *al.*, 1990).

III.5.2 Influence des paramètres environnementaux

Influence du pH

S. cerevisiae présente l'avantage de croître sur un milieu acide, pour lequel la plupart des bactéries ne se développent pas. Elle préfère un pH compris entre 4 et 4,5 (Revuz, 1979).

D'après Jones et coll (1981), le pH intracellulaire est varié. Pour des pH extracellulaires, il varie de 3 à 7. Il est à noter que dans cette gamme, la vitesse spécifique de croissance maximale est peu effectuée. Pour des pH au-delà de cet intervalle, on remarque un ralentissement de la croissance. Ainsi, pour un pH inférieur à 2,4 et supérieure à 8,6, la croissance est totalement inhibée.

Influence de température

La température convenable pour la levure *S. cerevisiae* se situe entre 25°C et 35°C. Il s'agit d'organismes mésophiles (Larpen et Gourgoud, 1985)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

L'augmentation de la température accroît la vitesse de la production de certains métabolites comme l'éthanol (Aldeguier et *al.*, 2004). Mais, elle augmente la sensibilité et l'effet néfaste des stress tels que les chocs osmotiques qui provoque une diminution de la viabilité, et de l'activité cellulaire (Maréchal et *al.*, 1999 ; Beney et *al.*, 2001). Selon Watson et *al.* (1987), cette élévation de la température au-dessus de la température maximale de croissance entraîne des mutations. Comme, elle peut entraîner également des modifications au niveau de la synthèse des protéines

Influence de l'éthanol

L'éthanol représente la principale cause de stress et devient toxique à des concentrations allant de 8 à 18% (p/v) pendant la culture et ceci selon l'état physiologique de l'organisme.

Une fois la concentration de l'éthanol augmente dans le milieu de culture, on assiste à une diminution de la vitesse de la croissance, de la viabilité cellulaire, de l'activité métabolique et de la capacité de production de la levure (Aguilera et *al.*, 2006 ; Canatta et *al.*, 2006 ; Hu et *al.*, 2006 ; Kitagaki et *al.*, 2007 ; Lei et *al.*, 2007).

III.6 Principale application de *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae est la principale levure pour la production vinicole car elle possède une forte capacité de fermentation, une grande tolérance au faible pH et aux hauts niveaux d'alcool. Ainsi, cette levure est la levure de bière. A ce niveau, on assiste à une fermentation en présence d'oxygène. *Saccharomyces cerevisiae* est la levure de boulanger qui est caractérisée par la production rapide de dioxyde de carbone à partir de sucres. Cette levure est un outil biotechnologique pour la production de protéines d'intérêt commercial. Ainsi, elle est considérée comme un outil de criblage de nouveaux médicaments. C'est un des principaux modèles cellulaires eucaryotes en recherche fondamentale. (Goffeau et *al.*, 1996)

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

Objectifs

La présente étude a pour objectifs : l'évaluation de l'effet d'un prébiotique « AVIATOR DRY » sur :

- La santé des poules.
- La production des œufs et leur qualité.
- L'efficacité alimentaire.

I.1. Matériel

I.1.1. Présentation de la zone et la période de l'étude

L'étude s'est déroulée à l'Institut Technique des Elevages de Baba Ali de la wilaya d'Alger durant la période du 23 Octobre 2018 au (63-ème semaine – 82ème semaines) (**figure 14**).



Figure 14: Carte de géolocalisation de la zone d'étude (GoogleMap, 2017)

I.1.2. Bâtiment d'élevage :

Notre essai s'est déroulé au niveau de la station des monogastriques de l'ITELV située à Baba Ali (région centre) Alger, dans un bâtiment de type obscur à conditions d'ambiance contrôlées.

- L'éclairage est assuré par des lampes de 40 watts répartis en 03 lignes ans le bâtiment et dont la durée d'éclairage est de 16 h /jour.
- Le nettoyage est assuré par un système d'évacuation automatique, racleur et vis en

PARTIE EXPERIMENTALE

auge. L'évacuation des fientes se fait une fois/ semaine.

- La batterie est disposée en 02 rangées, chaque rangée à deux étages, chaque cage pouvant regrouper 2 à 3 poules.
- La ventilation est assurée par des extracteurs d'air.



Photo 3: photographies du bâtiment d'essai (Photos personnelles, 2019).

I.1.3. Animaux (Cheptel biologique)

Les poules de souche NOVOGEN Brown réceptionnée en date du 26/12/2017 produites par le centre avicole de Cheref dans la wilaya de DJELFA. L'effectif réceptionné alors était de 1000 sujets. L'effectif restant à la 60^{ème} semaine est de 864 sujets. L'essai a porté sur l'étude de 2 lots de de 288 poules chacun, un expérimental et l'autre témoin.

* Témoin (T) 12 répétitions X 24 poules.

* Expérimental (Ex), 12 répétitions X poules.

Les 2 lots ont été homogénéisés selon le taux de ponte durant la 60^{ème} semaine, 2 semaines avant le début de l'expérimentation.

Durée de l'étude

L'étude a duré 20 semaines (5mois). L'expérimentation a débuté à la 62^{ème} semaine et s'est achevée à la 82^{ème} semaine. La première partie de l'étude, de la 62^{ème} à la 72^{ème} semaine, a fait l'objet d'un projet de PFE.

PARTIE EXPERIMENTALE



Photo 4: photographies du cheptel à l'intérieur du bâtiment d'élevage (Photo personnel .2019).

I.1.4. L'alimentation

Durant toute la période expérimentale, chaque lot recevra un aliment de type « ponte » formulé et fabriqué par l'Office National D'aliments de Bétail "ONAB" situé à Baba Ali.

La distribution d'aliment se fera comme suit :

Le lot témoin (T) recevra un aliment standard sans aucun additif.

Le lot expérimental (Ex) recevra le même aliment mais additionné d'un prébiotique commercialisé sous le nom « AVIATOR® » produit par la société « Arm and Hammer » du groupe « Church & Dwight » (États-Unis), à raison de 500g/Tonne d'aliment. Ce supplément est issu de cultures de la levure : *Saccharomyces cerevisiae*. Il est composé de produits de l'hydrolyse enzymatique de la paroi de ce champignon.

Toutes les poules sont rationnées à 120g /jour.

I.1.5 Distribution de l'alimentation

- La distribution alimentaire se fait manuellement.
- L'addition d'AVIATOR DRY à l'aliment s'opère chaque début de semaine à raison de 500 g /tonne d'aliment.
- On effectue des prémélanges de la façon suivante : 25g du produit est rajoutée et bien mélangée à 01 kilo d'aliment, puis ce dernier est rajouté et mélangé à 5 kilos d'aliment et enfin le tout est mis dans un mélangeur de 50 kilos à lequel on rajoute 44 kilos d'aliment. Faut calculer la quantité nécessaire que l'on doit rajouter en raison de /tonne d'aliment

PARTIE EXPERIMENTALE



Photo 5: photographie du petit mélangeur (Photo personnel .2019)



Photo 6: photographie du grand mélangeur (Photo personnel .2019).

I.1.6 Matériel de laboratoire

- Une balance électronique a été utilisée pour les différentes pesées.
- Une balance électronique de haute précision a été utilisée dans certaines pesées.
- Un pied à coulisse manuelle a été utilisé pour mesurer certaines dimensions (Diamètre, hauteur).
- Une raclette a été utilisée pour nettoyer la table de l'œuf après l'achèvement de la mesure de la qualité.
- Paillasse mobile (avec une petite ouverture pour jeter le contenu des œufs après)
- Assiette jetable
- Niveau
- Des gants stériles
- Papier absorbant

I.2. Méthodes

I.2.1. Enregistrement de la production hebdomadaire des œufs

À 16 heures de chaque jour, la collecte des œufs est effectuée pour les 2 lots. Les œufs sont comptabilisés, pesés et enregistrés sur une page Excel.

En chaque fin de semaine, pour les 2 lots, la détermination des paramètres suivants est effectuée :

- Nombre total des œufs pondus.
- Taux de ponte quotidien.
- Moyenne des taux de ponte hebdomadaire.
- Poids d'œufs Masse (kg)
- Poids Moyen d'œuf (g)

I.2.2. Mesure des poids moyens hebdomadaire des œufs, de l'albumen, du vitellus et de la coquille

En fin de chaque semaine, on prélève, un œuf de chaque traitement, d'une façon aléatoire, donc on aura 12 œufs de chaque lot.

Pour chaque œuf on effectuera les mesures suivantes :

*Pesée de l'œuf

* Pesée du jaune d'œuf

* Pesée de la coquille (après séchage de la coquille à l'aide d'un papier absorbant).

PARTIE EXPERIMENTALE

*Calcul du poids du blanc d'œuf (albumen)

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

A la fin les résultats sont introduits dans une boîte EXCEL.

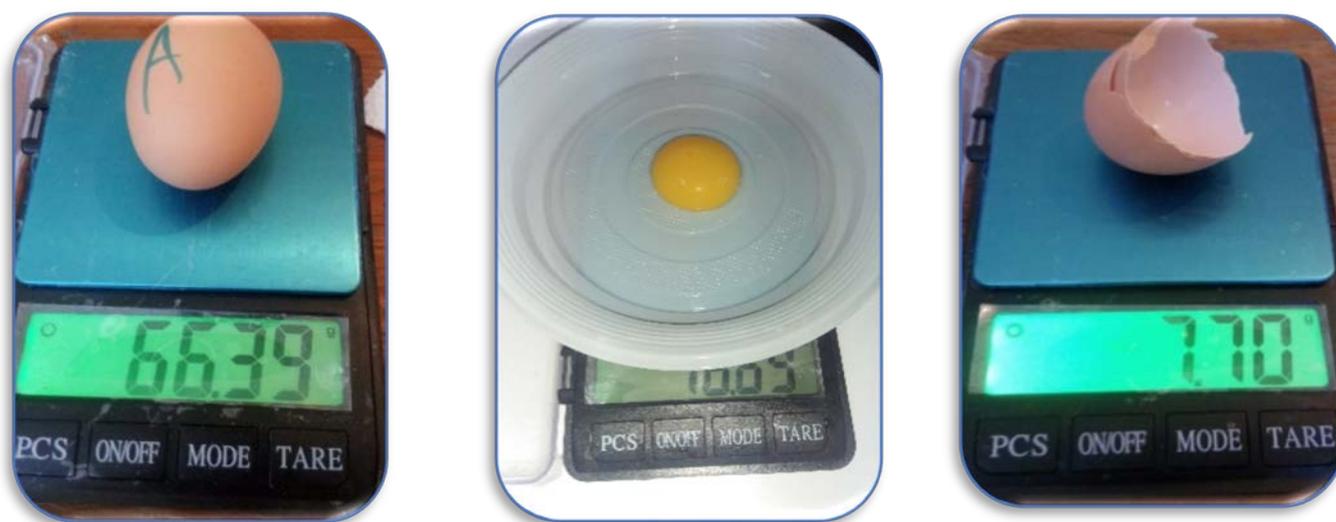


Photo 7(a ; b ; c) : Pesée de l'œuf entier, du jaune d'œuf et de la coquille (Photo personnelle, 2019).

I.2.3. Mesure de la masse d'œuf :

En fin de chaque semaine, on calcule la masse des œufs selon la formule suivante :

La masse d'œuf est le rapport entre la production d'œufs et le poids des œufs. C'est-à-dire la ponte quotidienne [%] multipliée par le poids des œufs (g), divisé par 100. L'équation ci-dessous montre comment calculer la masse d'œufs.

Masse d'œufs = taux de ponte hebdomadaire x poids des œufs /100

I.2.4. Mesure de la qualité de l'œuf :

L'unité Haugh et l'indice du jaune sont les indicateurs principaux de mesure de la qualité des œufs et sont intimement liés à la fraîcheur de ces derniers. Ces paramètres sont opérés chaque semaine. Les œufs pris aléatoirement de chaque lot sont pesés individuellement, et chaque œuf subira le traitement suivant :

I.2.4. 1. Détermination de l'Unité Haugh :

C'est un critère qui permet d'apprécier la fraîcheur des œufs en **Unité d'Haugh**. (Buffet, 2010). Pour calculer les unités Haugh, chaque œuf a été individuellement pesé puis cassé sur une table en

PARTIE EXPERIMENTALE

verre, puis la hauteur d'albumen épais a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse (figure 9) immédiatement après l'ouverture de l'œuf, à mi-chemin entre le jaune et le bord externe du blanc épais selon la méthode de Mertens et al. (2010) (photo 6). Les unités Haugh ont été calculées en utilisant la formule donnée ci-dessous (Silversides, 1994) :

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

P : est le poids de l'œuf (g). **H** : est la hauteur de l'albumen (mm).

Les résultats sont introduits dans une boîte EXCEL.



Photo 8: Mesure de la hauteur d'albumen épais à l'aide d'une règle millimétrée (Photo personnel .2019).

I.2.4.2. Détermination de l'Index du vitellus

La détermination de l'index du jaune est aussi un critère qui permet d'apprécier la fraîcheur des œufs. (Mertens et al, 2010). Il a été mesuré sans séparation préalable du blanc et du jaune selon la méthode décrite par Mertens et al. (2010). La hauteur du jaune a été déterminée en plaçant la règle verticalement derrière celui-ci (Angrand, 1986) (photo 7) et la largeur du vitellus a été mesurées à l'aide de pied à coulisse (photo 8). L'index du vitellus a été calculé selon la formule suivante (Çağlayan et al, 2009 ; Mertens et al, 2010) :

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

PARTIE EXPERIMENTALE

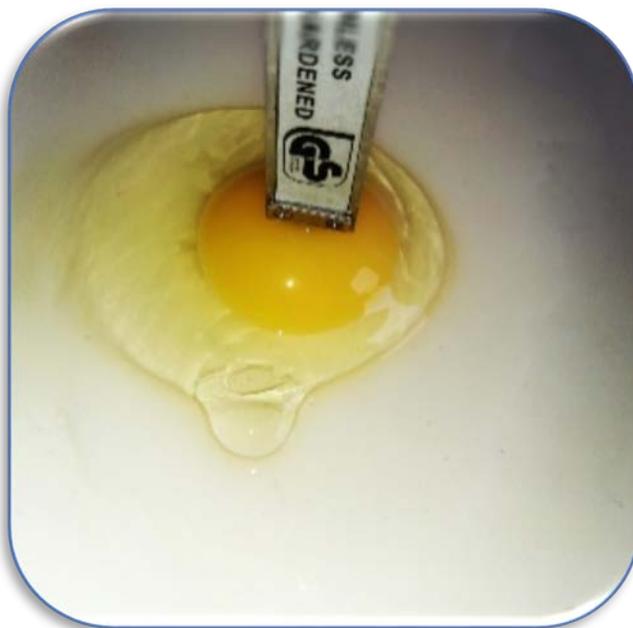


Photo 9: Mesure de la hauteur du vitellus (Photo personnel .2019).



Photo 10: Mesure de la largeur du vitellus (Photo personnel .2019).

I.2.5. Effet de l'AVIATOR DRY sur la consommation de l'aliment et l'efficacité alimentaire

A la fin de chaque semaine :

- On quantifie l'aliment consommé, l'aliment distribué kg et l'aliment refusé (kg) ;
- On détermine de l'indice de consommation comme suit :

PARTIE EXPERIMENTALE

$$\text{Indice de consommation} = \frac{\text{Ingéré alimentaire /j/poule}}{\text{Masse d'œuf}}$$

I.2.6. Effet de l'AVIATOR DRY sur la santé des poules des 2 lots

Le suivi sanitaire est effectué sur l'enregistrement des cas de mortalité quotidiens et la découverte de lésions observées à l'autopsie systématique de ces cas. Ces lésions photographiées sont étudiées et analysées pour la pose d'un diagnostic. Des prélèvements sont effectués pour les analyses complémentaires (microbiennes, sérologiques et parasitaires).

I.2.7. Etude statistique :

Les données de notre étude ont été saisies sur une base informatique, Microsoft office Excel 2007. La vérification et le traitement statistique sont effectués sur le logiciel (StatView pour Windows Abacus Concept, Inc., Copyright © 1992 – 1996 Version 4 .55).

L'analyse descriptive des données, consiste à exprimer sous forme de moyenne \pm erreur standard : le poids des reproducteurs et des œufs, le nombre moyen d'œufs pondus. Ainsi que décrire les paramètres biométriques externe et internes des œufs. On peut citer : longueur, largeur et autres. On a calculé aussi les taux de mortalité, le taux du jaune d'œuf et le taux du blanc d'œufs...

Les données enregistrées sont représentées par des graphiques dans le but d'apprécier la qualité de la relation entre les différents facteurs étudiées.

Pour les statistiques inférentielles, on a d'abord, appliqué le test de normalité (Shapiro-Wilk), pour tester la normalité des données observées pour les différentes variables.

On a appliqué le test de comparaison des moyennes (le test paramétrique T) afin de comparer les moyennes des différentes variables étudiées entre les deux lots.

De même le test T de Wilcoxon, (c'est un test non paramétrique) pour la comparaison toujours des moyennes. Le seuil de signification choisi est de 5%.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE II : Résultats

II.1. Evolution de la production hebdomadaire des œufs

La production et le taux de production hebdomadaires réalisés par les animaux des 2 lots durant toute la période de l'étude sont rapportés dans le tableau 10 et la figure 15 :

Tableau 10: Evolution de la production des œufs et des taux de ponte par les 2 lots durant l'étude.

Age en semaines	Lot Témoin		Lot Expérimental	
	Production des œufs	Taux de production %	Production des œufs	Taux de production %
63	218,13	75,74	232,42	80,7
64	140,23	48,86	169,57	58,88
65	167,55	58,38	190,86	66,27
66	215,28	74,75	221,16	76,79
67	231,00	80,21	219,72	76,29
68	231,58	80,41	221,42	76,88
69	205,58	71,38	213,58	74,16
70	217,73	75,6	222,56	77,28
71	198,58	68,95	208,94	72,8
72	217,01	75,35	214,16	74,36
73	223,10	77,73	218,68	75,93
74	191,72	66,57	197,43	68,55
75	214,57	74,50	223,57	77,63
76	213,29	74,06	215,57	74,85
77	200,29	69,55	202,29	70,24
78	208,43	72,37	207,14	71,92

PARTIE EXPERIMENTALE

79	199,43	69,25	189,71	65,87
80	174	60,42	175,29	60,86
81	198,29	68,85	193,42	67,16
82	170,42	59,17	200	69,44
Total	4036,21	70,11	4137,49	71,84

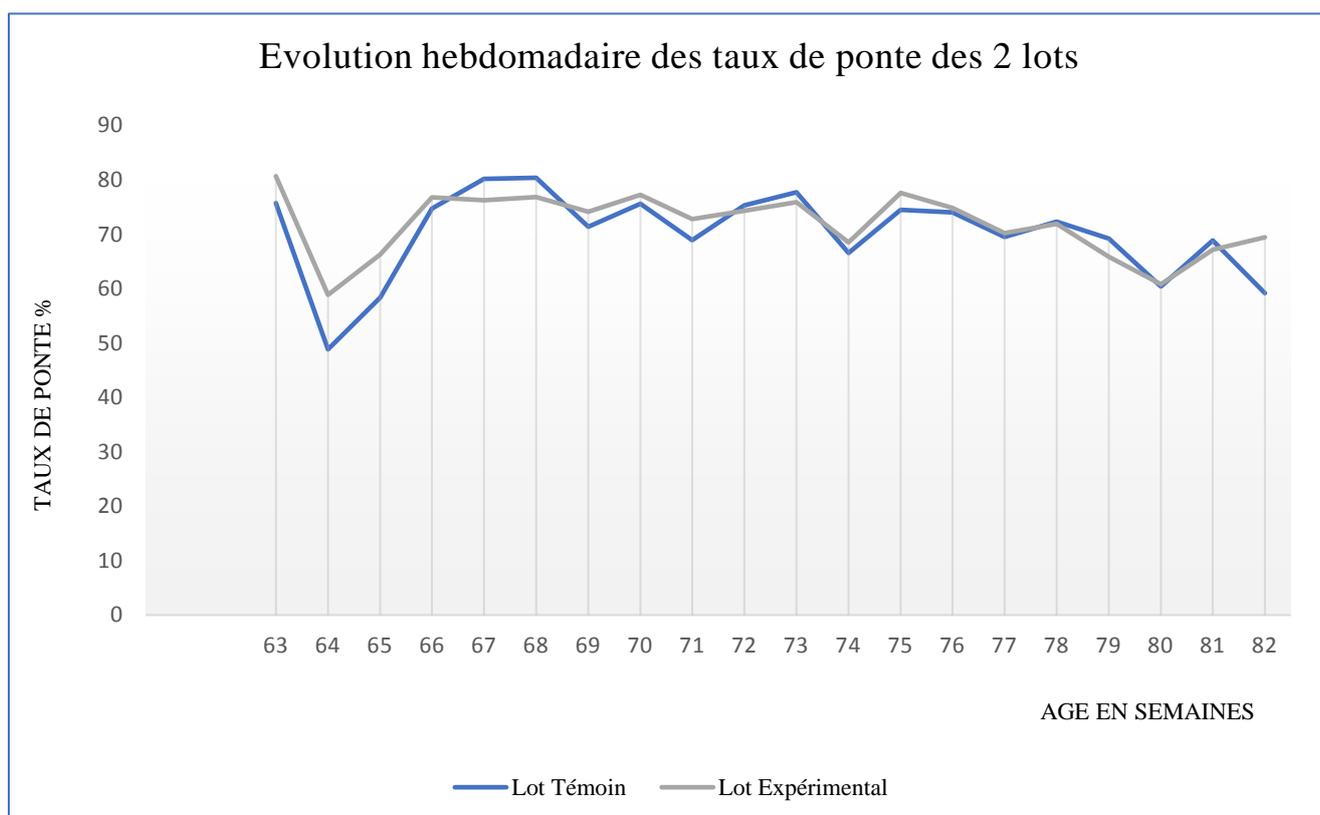


Figure 15: Evolution pondérale hebdomadaire des taux de ponte durant la période de l'étude.

On a enregistré, pour le lot expérimental, un taux de de production moyen total durant toute la période d'expérimentation (20 semaines) de 71,843 % \pm 1,30 contre 70,10 % \pm 1,8 pour le lot témoin.

Au seuil de signification $\alpha=5\%$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les taux de ponte des deux lots ne sont pas différents. Autrement dit, il n'y'a pas de différence significative entre les deux lots ($\alpha=0,55$).

PARTIE EXPERIMENTALE

II.2. Evolution des poids moyens hebdomadaire des œufs

Les poids moyens des œufs hebdomadaires sont rapportés dans le tableau 11 et la figure 16 :

Tableau 11: L'évolution des poids moyens hebdomadaire des 2 lots durant l'étude.

Age en semaines	Poids moyen des œufs (g)	
	Lot Témoin	Lot Expérimental
63	61,46	62,62
64	59,93	62,16
65	60,02	62,26
66	62,78	62,54
67	63,43	63,33
68	61,96	64,98
69	63,47	67,84
70	62,63	64,73
71	63,34	64,53
72	64,24	65,53
73	66,65	67,02
74	65,34	64,32
75	63,23	65,91
76	63,18	64,73
77	64,12	64,98
78	65,73	64,80
79	62 ,94	63,50
80	63,38	62,52
81	63,18	63,90

PARTIE EXPERIMENTALE

82	61,79	63,80
----	-------	-------

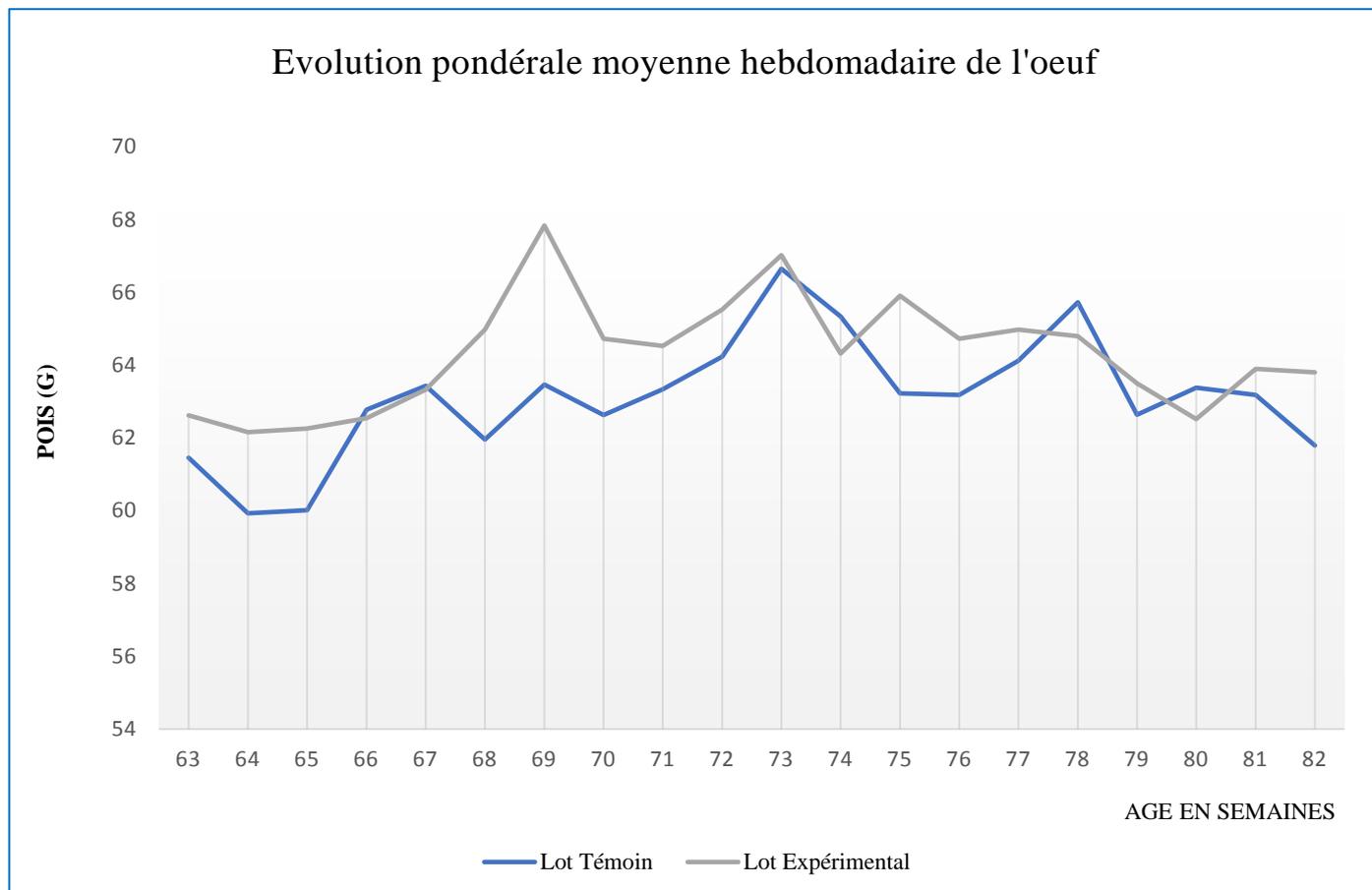


Figure 16: Evolution pondérale moyenne hebdomadaire de l'œuf.

On remarque clairement qu'hormis les semaines 74, 78 et 80, les taux de pontes hebdomadaires réalisés par les animaux du lot expérimental sont tous supérieurs aux taux de ponte réalisés par le lot témoin. De la 66^{ème} à la 67^{ème} semaine les taux de ponte des 2 lots sont pratiquement similaires.

Au seuil de signification $\alpha=5\%$, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Autrement dit, la différence entre les moyennes des deux lots enregistrés est significative. Avec un seuil de signification $p = 0,037 < 0,05$.

II.3. Evolution des poids hebdomadaires de l'albumen, du vitellus et de la coquille :

Les poids moyens hebdomadaires de l'albumen, du vitellus, et de la coquille durant l'élevage sont rapportés dans le tableau 12 et la figure 17 :

PARTIE EXPERIMENTALE

Tableau 12: Evolution hebdomadaire des poids de l'albumen, du vitellus et de la coquille des 2 lots témoin (T) et expérimental (E)

Age en Semaines	Albumen Lot T(g)	Albumen Lot E(g)	Vitellus Lot T (g)	Vitellus Lot E (g)	Coquille Lot T (g)	Coquille Lot E (g)
63	34,04	34,79	16	17,19	8,05	7,96
64	36,23	36,25	17,06	17,24	7,6	8,1
65	36,03	36,95	16,43	16,72	7,72	8,14
66	35,52	36,88	16,53	16,53	8,08	8,27
67	36,05	38,26	17,42	17,4	7,85	8,13
68	37,91	40,5	16,68	17,48	7,57	7,3
69	37,24	38,93	16,76	17,58	7,82	7,77
70	39,6	39,6	16,94	17,12	7,72	7,85
71	35,22	36,5	16,84	16,57	7,72	7,36
72	39,42	39,5	17,55	17,86	7,73	7,56
73	37,45	38,85	18,69	20,58	8,68	7,92
74	39,21	39,95	17,56	17,56	7,37	7,45
75	39,86	41,26	17,07	18,2	7,3	7,53
76	39,05	39,24	17,04	17,97	7,74	8,02
77	36,07	38,57	16,97	17,84	7,4	7,53
78	39,65	40,35	17,03	18,02	7,63	7,8
79	39,35	39,75	16,95	17,26	7,87	7,94
80	39,45	40,28	17,34	18,04	7,9	7,92
81	39,83	40,76	17,14	17,48	7,4	7,61

PARTIE EXPERIMENTALE

82	39,7	39,95	17,9	18,01	7,7	7,81
-----------	------	-------	------	-------	-----	------

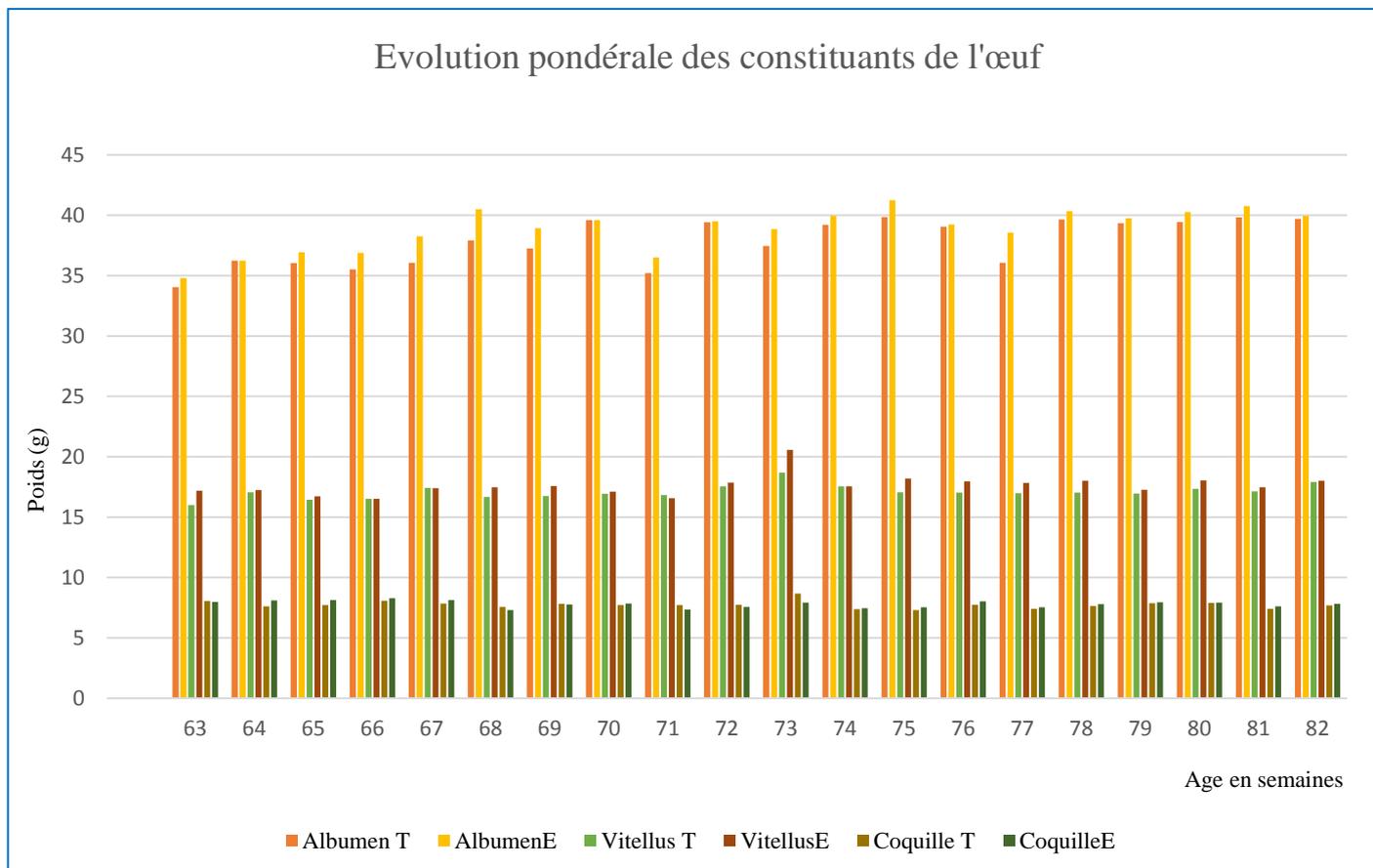


Figure 17: Evolution pondérale hebdomadaire des constituants de l'œuf.

Albumen

Durant toute la période de l'expérimentation, les animaux du lot expérimental ont enregistré des poids moyens de l'albumen supérieurs à ceux réalisés par les animaux du lot témoin, hormis des poids moyens similaires à la 70^{ème} semaine, en l'occurrence 39,6g.

Au seuil de signification $\alpha=5\%$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les taux de ponte des deux lots ne sont pas différents. Autrement dit, il n'y'a pas de différence significative entre les deux lots ($\alpha=0,060$).

Vitellus

Mis à part, les poids moyens du vitellus similaires pour les 2 lots durant les semaines 66, 67 et 74^{ème} semaine, et à la 71^{ème} semaine les poids moyen relatif au lot témoin qui devient supérieur à celui enregistré par le lot expérimental, tous les poids moyens du vitellus du lot expérimental, durant les semaines qui restent, sont supérieurs à ceux du lot témoin.

PARTIE EXPERIMENTALE

Au seuil de signification $\alpha=5\%$, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes.

Autrement dit, la différence entre les moyennes des deux lots enregistrés est hautement significative. Avec un seuil de signification $p = 0,008 < 0,05$.

Coquille

L'observation des poids moyens hebdomadaires enregistrés de la coquille révèlent des fluctuations au cours de toutes les semaines d'élevage.

Au seuil de signification $\alpha=5\%$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les taux de ponte des deux lots ne sont pas différents. Autrement dit, il n'y a pas de différence significative entre les deux lots ($\alpha=0,304$).

II.4. Mesure de la masse d'œuf :

Les poids moyens hebdomadaires de la masse moyenne des œufs des 2 lots sont calculés et rapportés dans le tableau 13 et illustrés dans la figure 18 :

Tableau 13: Evolution hebdomadaire de la masse moyenne des œufs durant l'étude.

Age en semaine	Masse moyenne des œufs	
	Lot Témoin	Lot Expérimental
63	46,55	50,53
64	29,28	36,60
65	35,04	41,26
66	46,93	48,02
67	50,88	48,31
68	49,82	49,96
69	45,30	50,31
70	47,35	50,02
71	43,67	46,98
72	48,40	48,73

PARTIE EXPERIMENTALE

73	51,81	50,89
74	43,50	44,09
75	47,11	51,17
76	46,79	48,45
77	44,60	45,64
78	47,57	46,60
79	43,59	41,83
80	38,29	38,05
81	43,50	42,92
82	36,56	44,30

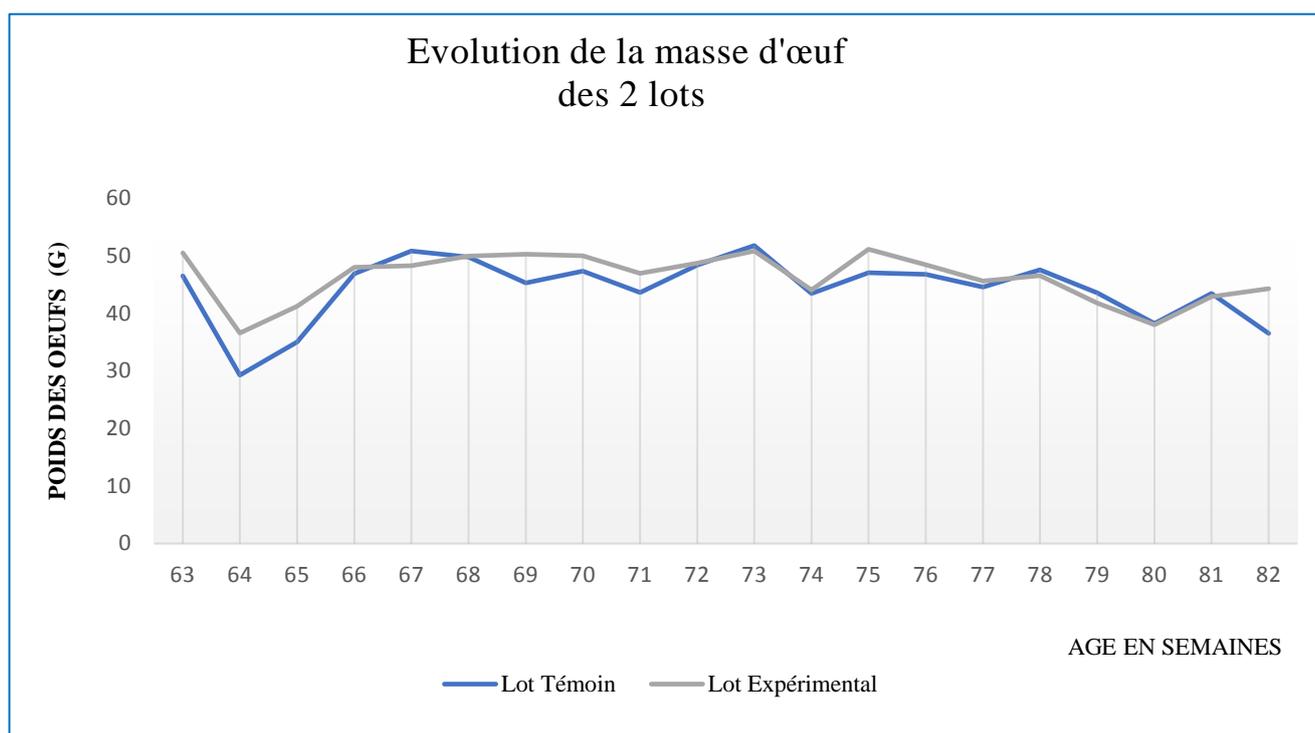


Figure 18: Evolution hebdomadaire de la masse moyenne des œufs durant l'étude.

Les poids moyens de masse d'œuf réalisés par les animaux du lot expérimental sont supérieurs à ceux réalisés par le lot témoin sauf durant les semaines 67,78, et 79^{ème} semaine.

PARTIE EXPERIMENTALE

Au seuil de signification $\alpha=5\%$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les taux de ponte des deux lots ne sont pas différents.

Autrement dit, il n'y a pas de différence significative entre les deux lots ($\alpha=0,234$).

II.5. Unité Haugh et indice du Jaune :

Les unités Haugh et les indices du Jaune relatifs aux 2 lots sont représentés dans le tableau 14 et les figures 19 et 20 :

Tableau 14: Evolution de l'unité Haugh et l'indice de jaune durant l'étude.

Age en semaine	Lot Témoin		Lot Expérimental	
	Unité Haugh	Index du jaune	Unité Haugh	Index du jaune
63	96,94	0,47	97,39	0,48
64	95,55	0,45	97,18	0,47
65	94,81	0,41	96,76	0,45
66	94,27	0,37	97,09	0,47
67	95,00	0,4	97,55	0,48
68	96,49	0,41	97,83	0,49
69	96,74	0,42	97,63	0,47
70	97,34	0,43	98,01	0,49
71	97,52	0,44	98,44	0,5
72	97,31	0,41	98,12	0,45
73	95,05	0,37	96,84	0,43
74	93,73	0,32	95,50	0,41
75	88,24	0,45	96,54	0,5
76	90,98	0,43	94,64	0,49
77	90,83	0,43	96,85	0,48

PARTIE EXPERIMENTALE

78	90,39	0,43	97,55	0,48
79	90,15	0,44	97,06	0,49
80	90,23	0,43	97,03	0,48
81	90,19	0,44	95,60	0,49
82	89,98	0,44	95,09	0,53

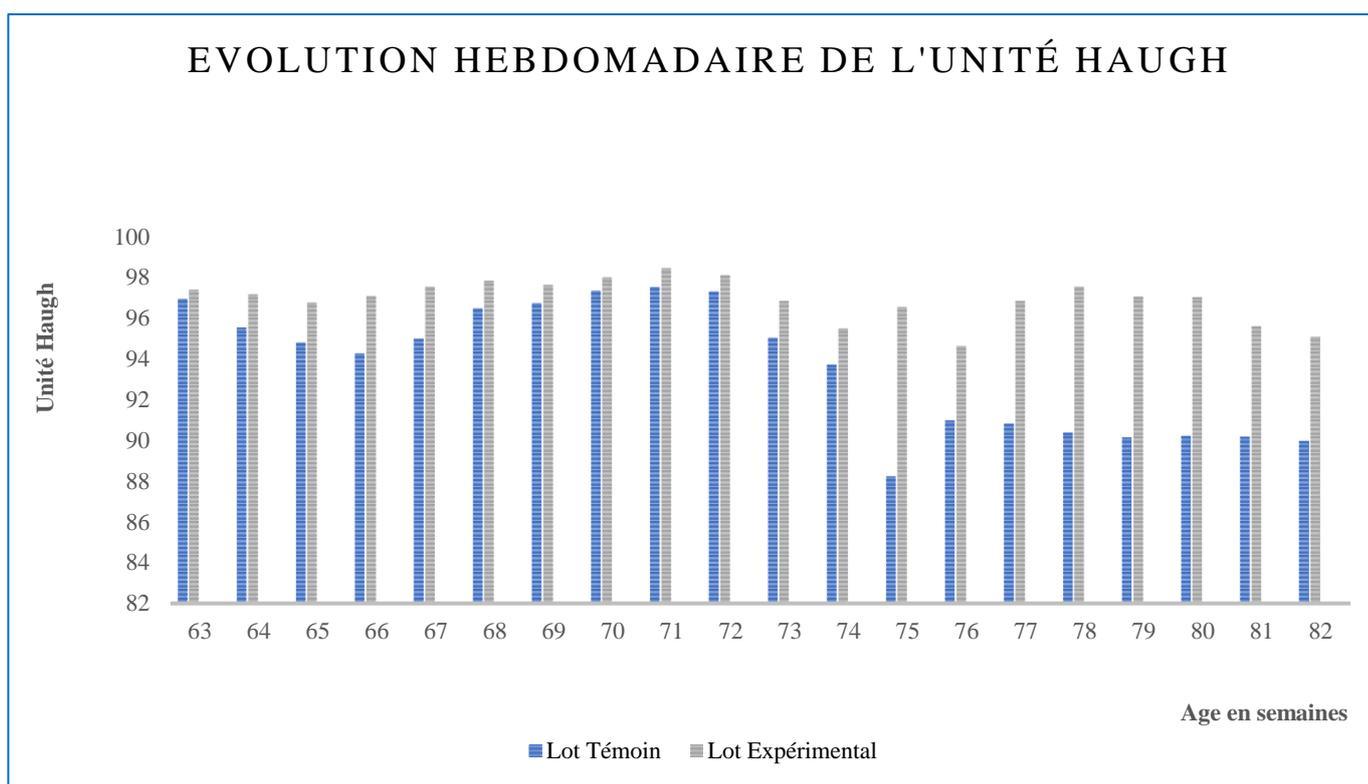


Figure 19: Evolution hebdomadaire des unités Haugh des 2 lots durant l'étude.

Durant toutes les semaines de l'expérimentation, les unités Haugh enregistrées par les œufs des poules du lot expérimental s'avèrent supérieurs à celles enregistrées par les poules du lot Témoin.

Au seuil de signification $\alpha=5\%$, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Autrement dit, la différence entre les moyennes des deux lots enregistrés est hautement significative. Avec un seuil de signification $p = 0,000 < 0,05$.

PARTIE EXPERIMENTALE

63	0,762	0,779
64	0,779	0,799
65	0,783	0,801
66	0,775	0,804
67	0,79	0,817
68	0,788	0,816
69	0,790	0,811
70	0,826	0,833
71	0,827	0,832
72	0,830	0,837
73	0,827	0,837
74	0,828	0,837
75	0,83	0,84
76	0,83	0,84
77	0,83	0,84
78	0,83	0,84
79	0,83	0,83
80	0,83	0,83
81	0,83	0,83
82	0,82	0,84
Total	16,24	16 ,49

PARTIE EXPERIMENTALE

63	2,34	2,20
64	3,79	3,11
65	3,20	2,76
66	2,37	2,39
67	2,22	2,42
68	2,27	2,34
69	2,49	2,31
70	2,49	2,39
71	2,70	2,53
72	2,46	2,46
73	2,28	2,36
74	2,71	2,72
75	2,52	2,35
76	2,53	2,48
77	2,66	2,63
78	2,49	2,58
79	2,72	2,83
80	3,10	3,12
81	2,73	2,76
82	3,20	2,71
IC cumulé	2,66	2,57

PARTIE EXPERIMENTALE

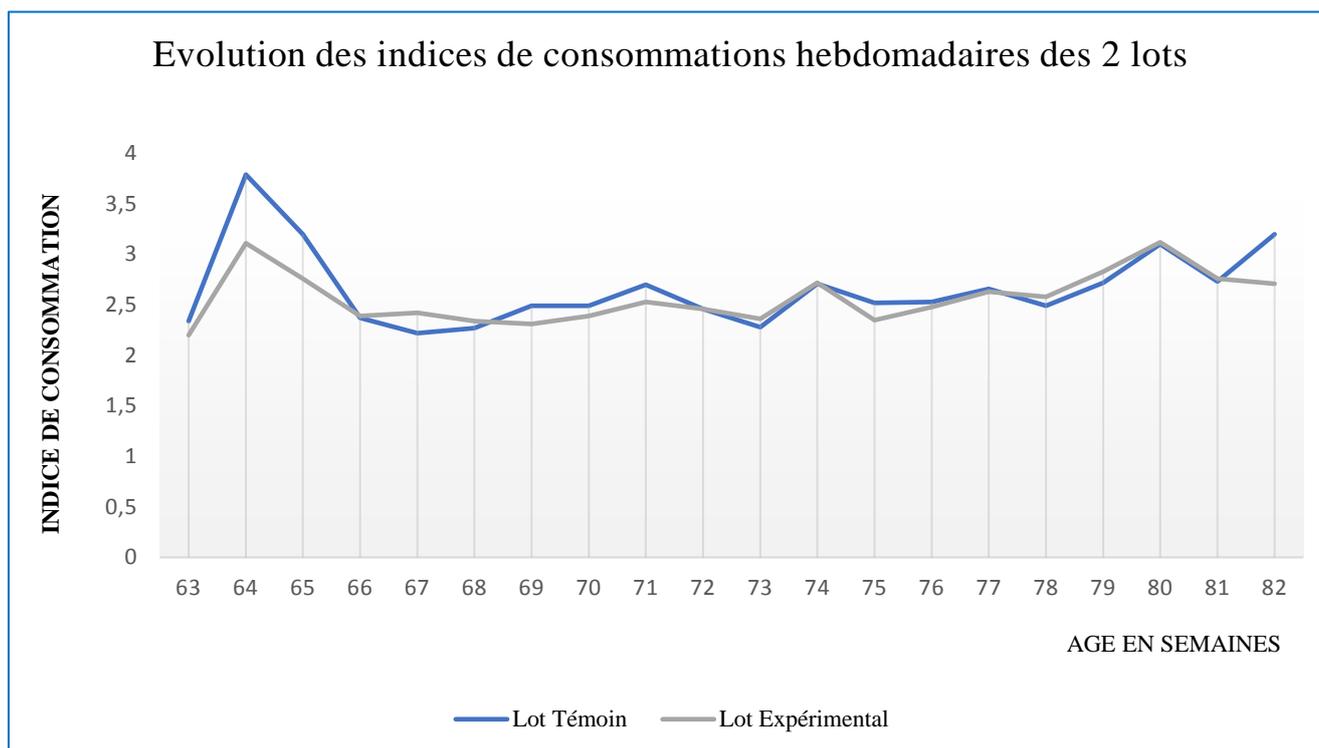


Figure 22: Représentation graphique des indices de consommation des 2 lots.

Durant 11 semaines sur 20 semaines d'expérimentation, les animaux du lot expérimental réalisent un meilleur indice de consommation par rapport aux sujets du lot témoin.

Au seuil de signification $\alpha=5\%$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les indices de consommation hebdomadaires et cumulés des deux lots ne sont pas différents. Autrement dit, il n'y a pas de différence significative entre les deux lots ($\alpha=0,655$).

II.7. Mortalité

Tous les cas de mortalités cumulées en chaque fin de semaine relatifs aux animaux des 2 lots sont répertoriés dans le tableau 17 :

Tableau 17: Evolution hebdomadaire de la mortalité des poules des 2 lots durant la période de l'étude.

Age en semaine	Mortalités	
	Lot Témoin	Lot Expérimental
63	00	00

PARTIE EXPERIMENTALE

64	01	00
65	01	00
66	00	00
67	00	00
68	00	00
69	00	00
70	00	00
71	00	01
72	00	00
73	01	00
74	00	00
75	00	00
76	00	00
77	00	00
78	00	00
79	00	00
80	00	00
81	00	00
82	00	00
Total	03	01
Taux de mortalité	0,03%	0,1 %

PARTIE EXPERIMENTALE

Le taux de mortalité enregistré par les animaux du lot témoin sont supérieurs par rapport à celui enregistré par les animaux du lot expérimental (03 mortalités enregistrés chez le lot témoin et 01 pour le lot expérimental) quoique pour les 2 lots, les taux restent très bas respectivement 0,1 % vs 0,03 (Tab17).

CHAPITRE III : DISCUSSION

III.1. Effet sur la production hebdomadaire des œufs

Au cours de la période d'essai, « AVIATOR DRY® » a permis d'améliorer le taux de ponte de 1,73 %. Cela représente presque 6 œufs supplémentaires par poule sur toute la période d'essai. La supplémentation en probiotique (*Pediococcus acidilactici*) n'a pas eu d'incidence significative sur la production des œufs (Mikulski et al, 2012), alors que l'ajout de PA a positivement affecté les performances de ponte ($P < 0,01$) dans les travaux de (Denev et al, 2013). La supplémentation de l'aliment en phytase (4,5 g AP / kg) a significativement aussi augmenté la production d'œufs dans les travaux de (Çabuk et al, 2004). Par contre, l'incorporation de feuilles de Manioc n'a pas amélioré le taux de ponte des poules (Houndonougbo et al, 2012).

III.2. Evolution des poids moyens hebdomadaire des œufs

Dans la présente étude, nous avons noté que le lot prébiotique a eu un effet positif significatif sur les performances pondérales des œufs durant la période de l'essai, sauf qu'à la 74^{ème}, et de la 78^{ème} à la 80^{ème} les poids moyens des œufs du lot témoin sont meilleurs

La supplémentation en *Pediococcus acidilactici* a augmenté le poids de l'œuf ($P < 0,05$) (Mikulski et al, 2012) d'une part, et dans les travaux de (Çabuk et al, 2004), la supplémentation en phytase du régime alimentaire a augmenté de manière significative le poids de l'œuf, d'autre part. De même, le poids moyen des œufs des poules nourries avec un aliment supplémente de probiotique *Pediococcus acidilactici* était supérieur ($P < 0,01$) (Denev et al, 2013).

III.3. Evolution des poids hebdomadaires de l'albumen, du vitellus et de la coquille

L'effet positif du prébiotique est effectif sur les poids moyens hebdomadaires de l'albumen mais reste non significatif statistiquement, alors qu'aucun effet n'est enregistré sur les poids moyens hebdomadaires du vitellus et de la coquille. Les résultats de l'effet du prébiotique sur ces derniers présentent beaucoup de fluctuations.

III.4. Mesure de la masse d'œuf

L'effet positif du prébiotique sur le poids moyen de la masse d'œuf s'est manifesté d'une manière significative durant toute la période de l'essai sauf au cours de la 67^{ème} et 79^{ème} semaine. Les travaux de (Mikulski et al, 2012) et de (Denev et al, 2013) ont rapportés que l'addition de

PARTIE EXPERIMENTALE

Pediococcus acidilactici a augmenté significativement la masse de l'œuf respectivement ($P < 0,05$) et ($P < 0,01$).

III.5. Unité Haugh et indice du Jaune

Il est clair de noter l'effet positif du prébiotique « AVIATORE DRY[®] » sur l'unité Haugh et sur l'indice du Jaune réalisés par les poules du lot expérimental. Durant toute la durée de l'étude, l'unité Haugh est meilleure chez les poules du lot expérimental. Idem pour les résultats relatifs à l'indice du Jaune, ces derniers résultats, statistiquement significatifs ($\text{Alpha} = 0,05$), viennent conforter les résultats de l'indice Haugh. La qualité des œufs du lot expérimental est meilleure et leur fraîcheur est mieux conservée. L'unité Haugh ($P > 0,05$) a été améliorée suite à une ration contenant 5% de feuilles séchées de manioc (Houndonougbo et al, 2012).

III.6. Ingéré alimentaire et indices de consommation

A. Ingéré alimentaire

L'addition du prébiotique aux poules du lot expérimental à partir de la 63^{ème} semaine d'âge jusqu'à la fin de l'essai (82^{ème} semaine) n'a pas eu d'effet positif sur la consommation de l'aliment. Les poules du lot témoin en ont ingéré moins durant toute de la période de l'essai (en totalité 72 kg de moins que le lot expérimental), la différence s'avère significative ($\text{alpha} = 0,05$). De même, dans les travaux de (Mikulski et al, 2012), la supplémentation en probiotique (*Pediococcus acidilactici*) n'a pas eu d'incidence significative sur la consommation d'aliment. (Çabuk et al, 2004) ont rapporté aussi dans leurs travaux que la supplémentation en phytase de l'aliment augmentait significativement la consommation quotidienne d'aliments. L'ingestion alimentaire était similaire dans tous les traitements ou les régimes alimentaires sont associés aux feuilles de Manioc ou non (Houndonougbo et al, 2012).

B. Indice de consommation

L'effet positif du prébiotique à base de parois de levure (AVIATORE DRY[®]) sur l'indice de consommation hebdomadaire ne s'est manifesté que durant 11 semaines et statistiquement, il n'est pas significatif. Alors que pour l'indice de consommation cumulé à la fin de l'essai, on remarque clairement que le prébiotique AVITOR DRY a induit un meilleur indice chez les poules du lot expérimental, respectivement pour le lot témoin, tout en étant non significatif (2,57 pour le lot expérimental, et 2,66 pour le lot témoin). Cela signifie que malgré un ingéré alimentaire supérieur pour les poules du lot expérimental, les poids moyens et taux de ponte de ces dernières sont meilleurs, car l'indice de consommation est corrélé à la masse de l'œuf, elle-même corrélée au

PARTIE EXPERIMENTALE

taux de ponte et au poids de l'œuf. L'incorporation du probiotique (*Pediococcus acidilactici*) a amélioré le taux d'efficacité alimentaire des poules du lot expérimental ($P < 0,01$) (Mikulski et al, 2012). L'indice de consommation alimentaire est négativement affecté ($P < 0,05$) par l'incorporation des feuilles de manioc dans les rations de poules pondeuses (Houndonougbo et al, 2012).

III.7. Mortalité

Les résultats obtenus par les poules des 2 lots montrent des taux de mortalité très faibles quoique le taux réalisé par le lot expérimental est meilleur respectivement (0,03 % vs 0,1 %).

Cet effet positif, sur la mortalité et en conséquence sur la santé des animaux, induit par les parois de *Saccharomyces cerevisiae* trouverait son explication dans la composition des parois de la levure (*Saccharomyces cerevisiae*) qui sont riches en Mananes-oligosaccharides (MOS) et en β -Glucanes. L'incorporation alimentaire des MOS à une concentration de 4000 ppm à des poussins de 3 jours a diminué la concentration de Salmonelles dans les caeca après un challenge de *Salmonella* Typhimurium et de *Salmonella* Dublin (Spring et al, 2000), par ailleurs administré dans l'aliment à des poussins, ils protégeaient ces poussins contre un challenge avec *Salmonella* Entéritidis (Fernandez et al, 2000). Il est suggéré que les MOS ont une action directe sur les Salmonelles et autres bactéries entéropathogènes, en effet selon (Finucane et al, 1999), le mannose, ainsi que les autres hydrates de carbone indigestibles contenant du mannose disponible, pourraient bloquer les fimbriae de type 1, ainsi ces MOS permettent à la bactérie de s'attacher aux résidus de mannose présents dans les glycoprotéines couvrant la surface de la muqueuse intestinale. Les MOS induisent l'agglutination de 51% des souches d'*Escherichia coli* et 53% des souches de Salmonelles. Parmi les Salmonelles, 80% des souches de sérotype *Entéritidis* et 67% des souches du sérotype *Typhimurium* sont agglutinés (Finucane et al, 1999). Aussi, d'après (A. Yiannikouris et al, 2004), les β -d-Glucanes sont responsables de l'adsorption des mycotoxines (Zéaralénone). (Joyce Czop et al, 1991) ont montré qu'à la surface de la membrane cellulaire existe des macrophages, des cellules immunitaires, des récepteurs spécifiques à ces Bêta-glucanes. Ces derniers les activent et augmentent leur capacité de phagocytose.

CONCLUSION

La supplémentation du prébiotique AVIATOR DRY, à base de parois de levure (*Saccharomyces Cerevisiae*), nous a effectivement permis d'améliorer les performances suivantes, à savoir :

- Un meilleur taux de ponte.
- Un meilleur poids moyen des œufs.
- Une augmentation de la masse des œufs
- Une meilleure qualité de l'œuf (unité Haugh et indice du Jaune améliorés).
- Un meilleur indice de consommation donc une meilleure efficacité alimentaire.
- Un meilleur statut sanitaire des animaux (meilleur taux de mortalité).
- Une production d'œufs sans résidus d'antibiotiques dans les œufs.

Dans le cadre de la recherche d'alternatives naturels aux antibiotiques, ces résultats positifs observés chez les poules pondeuses du lot expérimental nous permettent d'avancer que le prébiotique biologique à base de parois de levure (AVIATORE DRY®) peut être une véritable alternative.

Recommandations et perspectives

Pour une meilleure optimisation du produit, il est souhaité de relayer cette étude par l'évaluation de ce prébiotique sur son impact sur les performances zootechniques et sanitaires au cours d'un cycle complet d'élevage de la poule pondeuse et aussi par une étude économique pour connaître le coût de son incorporation à l'aliment.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Abdel-Fattah, S., et al. (2008). "Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids." *Int. J. Poult. Sci* 7(3) : 215-222.

Alamedji R. B., AKAKPO A.J., TEKO-AGBO A., CHATAIGNER B., STEVENS B., GADIN B., 2008. Contrôle des résidus : exemple des antibiotiques dans les aliments au Sénégal [Communication]. Conférence de l'OIE sur les médicaments vétérinaires en Afrique : Harmonisation et amélioration de l'enregistrement de la distribution et du contrôle qualité. Dakar, 25 au 27 mars 2008.

Aldigui A. S; Alfenore S; cameleyer X; Goma G; Uribelrrea J. L, Guilouer S.Eand Molina-Jouve C.(2004); Synergistic temperature and ethanol effect on *Saccharomyces cerevisiae* dynamic behavior in ethanol bio-fuel production bioprocess biosyst Eng; 26:217-222

Alguilera F; Peinado R. A; Millan C; Ortega J .M and Mauricio J .C (2006); Relationship between ethanol tolerance (+)-ATPase activity and lipid composition of the plasma membrane in different wine yeast strains; *Int J food Microbiol*:110-34.42.

Alloui, M. N., et al. (2013). "The Usefulness of Prebiotics and Probiotics in Modern Poultry Nutrition: a Review/Przydatność prebiotyków i probiotyków w nowoczesnym żywieniu drobiu–przegląd." *Annals of Animal Science* 13(1) : 17-32.

Alloui, N., 2011. Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. 9èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, France, 29 et 30 Mars 2011.

Amghrou, S. et Badrani, S., 2007. La compétitivité de l'aviculture algérienne. *Cahiers du CREAD*, 79-80, pp.53-76.

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

Awad, W., et al. (2009). "Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens." *Poultry Science* 88(1): 49-56.

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

Bedford, M. (2000). "Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: implications and strategies to minimise subsequent problems." *World's Poultry Science Journal* 56(04): 347-365.

Bellam et Fould Springer (1996); *Levure et panification -Nathan Communication Paris*, -73 p.

Bellam et Fould Springer (1996); *Levure et panification -Nathan Communication Paris*, -73 p.
bifidobacteria is caused by the production of organic acids," *International Dairy Journal*, vol. 16, no. 9, pp. 1049–1057, Sep. 2006.comparing eggs from chickens of different lines and ages. *The Journal of Applied*.

Below the global average. [En ligne] disponible sur:<<http://www.thepoultrysite.com/articles/3492/global-poultry-trends-egg-consumptionin-africa-and-oceania-below-the-global-average/>> [Consulté le 11 Avril 2016].

Beney L; Martinez I; Marchel P;Moundaga S.and Gervais P .(2001) ;Osmotic destruction of *Saccharomyces cerevisiae* is not related to a high water flow rate across the member biochemical engineering journal ;9;205-210.

Bostoglou, N. A., et al. (1997). "Effect of dietary thyme on the oxidative stability of egg yolk." *Journal of agricultural and food chemistry* 45(10): 3711-3716.

Botton B., (1991) - *La physiologie des levures* Ds :

Bourgeois C. M., Leveau J. Y., (1991). *Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Vol.III: le contrôle microbiologique.* (Ed) Lavoisier. Paris, 451p.

Bourgeois CM, Larpent I-P. (1996); *Microbiologie alimentaire Tome 2: Aliments Fermentés et fermentations alimentaires - 2éme édition* Ed. Tec & Doc, -523 p.

Brenes, A. and E. Roura (2010). "Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action." *Animal Feed Science and Technology* 158(1): 1-14.

Çabuk. M, Bozkurt. M, Kırkpınar. F and Özkul. H. Effect of phytase supplementation of diets with different levels of phosphorus on performance and egg quality of laying hens in hot climatic conditions. *South African Journal of Animal Science* 2004, 34 (1).

Çaglayan, T., Alaşahan, S., Kırıkçı, K. et Günlü, A., 2009. Effect of different egg storage

Cannata E; Adya K. A; Walker G.M;(2006); Atomic force microscopique study of the effect of ethanol on yeast cell surface morphology. *FEMS. Microbial let*; 255:308- 319.

Choi, M. H. and Y. H. Park (2003). "Production of yeast biomass using waste Chinese cabbage." *Biomass and Bioenergy* 25(2): 221-226.

CIHEAM, Options Méditerranéennes, série A, 7, pp.253-261.

- Collins, M. D.** and G. R. Gibson (1999). "Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut." *The American journal of clinical nutrition* 69(5) : 1052s-1057s.
- Cook, M.I.**, Beissinger, S.R., Toranzos, G.A., Rodriguez, R.A. et Arendt, W.J., 2003. Transshell infection by pathogenic micro-organisms reduces the shelf life of non-incubated bird's eggs: a constraint on the onset of incubation? *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 270, pp.2233-2240
- Denev, S.**, Chevaux, E. et Demey, V. Efficacité du probiotique *Pediococcus acidilactici* sur les performances zootechniques de poules pondeuses. Dixièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, La Rochelle, du 26 au 28 mars 2013.
- 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.
- Fallah, R.** (2013). "A review of the role of five kinds of alternatives to infeed antibiotics in broiler production."
- Fallah, R.**, et al. (2013). "A review of the role of five kinds of alternatives to in-feed antibiotics in broiler production." *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health* 5(11): 317-321.
- FAO**, 2014. *Base des données statistiques sur les élevages primaires*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QL>> [Consulté le 10 Septembre 2016].
- Fenardji, F.**, 1990. Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie.
- Ferket P. R.** (2004). Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations. Alltech's Annual Symposium.
- Ferkt, P. R.** (1993). "Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers." *The Journal of Applied Poultry Research* 2(1) : 75-81.
- Ferreira Fennesy ;** (1997) ; *Saccharomyces cerevisiae* : importance dans le développement des sociétés humaines. Rôle dans l'industrie agro-alimentaire et en thérapeutique. - 119 p. Thèse : Pharmacie : Paris XI.
- Fuller, R.** (1992). History and development of probiotics. *Probiotics*, Springer: 1-8.
- Gibson, G. R.**, et al. (2004). "Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics." *Nutr Res Rev* 17(2): 259-275.
- Gimeno et al.**, (1992) unipolar cell divisions in the yeast *S. cerevisiae* lead to filamentous growth: regulation by starvation and RAS. *Cell* 68, 1077-1090

- Goffeau Barrell, B.G., Bussey, H., Davis, R.W., Dujon, B., Feldmann, H., Galibert, F., Hoheisel, J.D., Jacq, C., Johnston, M., Louis, E.J., Mewes, H.W., Murakami, Y., Philippsen, P., Tettelin, H. & Oliver, S.G.** (1996). Life with 6000 genes *Science* (Vol. 274, pp. 546, 563-547).
- Griggs, J. P.** and J. P. Jacob (2005). "Alternatives to Antibiotics for Organic Poultry Production." *The Journal of Applied Poultry Research* 14(4): 750-756.
- Guinet R; Godon B.** (1994); *La panification Française* Ed. Tec & Doc. -521 p.
- Guinet R ; Godon B.** (1994) ; *La panification Française* Ed. Tec & Doc. -521 p.
- Guinet R ; Godon B.** (1994) ; *La panification Française* Ed. Tec & Doc. -521 p.
- Guiraud J., Galzy P.,** 1998. *Microbiologie alimentaire.* Ed. Dunod. Paris. 615 P.
- Guiraud R.** (1998) ; *Microbiologie alimentaire* Ed. Dunod, '652 p.
- Herskowitz, I., J. Rine, and J. Strathem,** 1992, Mating-type determination and mating-type interconversion in *Saccharomyces cerevisiae*. In *The molecular and cellular biology of the yeast Saccharomyces: Gene expression* (ed. E.W. Jones et al.), p. 583. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.
- Hesclot 1 ; Vladescu B.** (1994) ; *La levure dans les industries alimentaires* Ed. Tec & Doc, Lavoisier, 1994.-56 p
- Houndonougbo. m. f, chrysostome. c. a. a. m et houndonougbo. v. p.** Performances de ponte et qualité des œufs des poules pondeuses ISA Brown alimentées avec des rations à base de feuilles séchées de manioc (*Manihot esculenta*, Crantz). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(5): 1950-1959, October 2012.
- Hum X. H; Wang M.H; Tan T; Li J.R; Yang H; Leach L; Zhang R.M;and Lue Z.W** (2007); Genetic dissection of ethanol tolerance in the Budding yeast *Saccharomyces cerevisiae* *Genetics* 175:1479-1487
- Hume, M.** (2011). "Food safety symposium: potential impact of reduced antibiotic use and the roles of prebiotics, probiotics, and other alternatives in antibiotic-free broiler production." *Poultry Science* 90 : 2663-2669.
- ITAVI,** 2015. *Situation de la production et des marchés des oeufs et des ovoproduits d'oeufs.*
- Jacob, J.P., Miles, R.D. et Mather, F.C.,** 2000. Egg quality serial of the animal science. *University of Florida Animal Science*. Disponible sur: <<http://edis.ifas.ufl.edu/PS020>>.
- Joerger, R.** (2003). "Alternatives to antibiotics: bacteriocins, antimicrobial peptides and bacteriophages." *Poultry Science* 82(4): 640-647.

Jones et coll., (1981); winter, (1988) ... Observations of a persistent upwelling center off Point Conception. California. In: Suess, E., Thiede, J. (ed.) Coastal upwelling. Plenum Press, New York, p. 37-

Kaci, A. et Boukella, M., 2007. La filière avicole en Algérie : structures, compétitivité, perspectives. *Cahiers du CREAD*, 81-82, pp.129-153.

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

Kitagaki H.; Araki Y; Finato K, and Shimoi H (2007); Ethanol induced death in yeast exhibits features of apoptosis mediated by mitochondrial fission pathways, *FEBS Lett*, 581:2935-2942.

Kron et al., (1994); Symmetric cell division in pseudohyphae of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

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

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

Larpent- Gourgoud et Sanglier., (1992) ; *Biotechnologies. Principes et méthodes* : 574-581.

Larpent J. P., (1991). *Biotechnologie des levures*. Ed. Masson. Paris, 426 p.

Larpent J. P., (1991). *Biotechnologie des levures*. Ed. Masson. Paris, 426 p.

Larpent J. P., Gourgoud M., (1985). *Elément de microbiologie*. Ed. Herman. Paris, 464p.

Larpent J. P., Gourgoud M., (1985). *Elément de microbiologie*. Ed. Herman. Paris, 464p

Larpent, Gourgoud M (1997) ; *Mémento technique de microbiologie - 3ème édition*

Lei J; Zhao X; Ge X and Bai; (2007) Ethanol tolerance and the variation of plasma membrane composition of yeast floc population with different size distribution *J Biotechnology* ,131 :270-275

Lei J; Zhao X; Ge X and Bai; (2007) Ethanol tolerance and the variation of plasma membrane composition of yeast floc population with different size distribution *J Biotechnology* ,131:270-275.

Leyral G. et Vierling É., 2007. *Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaires. 4ème édition, Doin*, pp 20-36. Liés à la filière avicole en Algérie. Alger: REME.

Liong, M. and N. Shah (2006). "Effects of a *Lactobacillus casei* synbiotic on serum lipoprotein, intestinal microflora, and organic acids in rats." *Journal of dairy science* 89(5) : 1390-1399.

MADR, 2003. *Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie*. Alger : INRAA.

MADR, 2012a. *Rapport conjoncturel*. (Cité dans Kaci, A., 2015. La filière avicole algérienne à l'ère de la libéralisation économique. *Cahiers Agricultures*, 24(3), pp.151-60).

MADR, 2012b. *Avant-projet d'une charte de qualité et pacte de croissance encadrant et engageant les activités des professionnels de la filière avicole pour la structuration et la modernisation de*

l'aviculture nationale. [pdf] Disponible sur : <www.minagri.dz/pdf/Divers/CHARTE.pdf> [Consulté le 03 Mars 2016].

MADR, 2012c. *Le renouveau agricole et rural en marche : revue et perspective*. Alger : MADR.

Magdelaine, P., 2015. Analyse de la compétitivité des filières avicoles européennes, perspectives et enjeux. 15èmes Journées des Productions Porcines et Avicoles, Moulins de Beez, Belgique, 25 Novembre 2015.

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

Maréchale P.A ; Martinez ; Poirier I. et Gervais P. (1999). The importance of the Kinetics of application of physical stresses on the viability of microorganism: significance for minimal food processing. *Trends in food science and technology*; 10:15-20.

Mertens, K., Bain, M., Perianu, C., De Baerdemaeker, J. et Decuypere, E., 2010. Qualité physico-chimique de l'œuf de consommation. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron,

Mertens, K., De Ketelaere, B., Kamers, B., Bamelis, F., Kemps, B., Verhoelst, E., De Baerdemaeker, J. et Decuypere, E., 2005. Dirt detection on brown eggs by means of color computer vision. *Poultry Science*, 84(10), pp.1653-1659.

Mikulski. D, Jankowski. J, Naczmanski. J, Mikulski. M, Demey. V. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poultry Science*, Volume 91, Issue 10, October 2012, Pages 2691–2700, <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02370>.

Mohnl, M., et al. (2007). Effect of synbiotic feed additive in comparison to antibiotic growth promoter on performance and health status of broilers. *Journal of dairy science*, AMER DAIRY SCIENCE ASSOC 1111 N DUNLAP AVE, SAVOY, IL 61874 USA.

Note de conjoncture. Paris : ITAVI.

Nouad, M.A., 2011. Etude technico-économique de projets de valorisation/gestion de déchets

Nys, y., 1994. Formation de l'œuf. In: J L. Thapon., C M. Bourgeois, eds. 1994. *L'œuf et les ovoproduits*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.27-58.

Nys, y., 2010. Structure et formation de l'œuf. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L.

Nys, Y., Hincke, M.T., Arias, J.L., Garcia-Ruiz, J.M. et Solomon, S. E., 1999. Avian eggs hell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10(3), pp.143-166.

Pateleski, P., et al. (2015). "Utilisation of sugar beet bagasse for the biosynthesis of yeast SCP." *Journal of Food Engineering* 167: 32-37.

- Patterson, J.** and K. Burkholder (2003). "Application of prebiotics and probiotics in poultry production." *Poultry Science* 82(4): 627-631.
- Queiroz MMC** 1991. *Aspectos da bioecologia de Chrysomya albiceps (Wiedemann, 1819) (Diptera, Calliphoridae), em condições de laboratório*. Master Thesis, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, RJ, Brasil. 72 pp.
- Regnault IP.** (1990) ; Microbiologie générale - Vol. Ed. Vigot -859 p.
- Revuz B.,** (1979). Microbiologie et industrie alimentaire (culture de la levure sur mûlasse). (Ed) Lavoisier. Paris, pp 113-120.
- Rose A.H et Harrison J.S** (1971), the yeast vole, 4, 2^{ème} édition 297p
- Rose, S.P.,** 1997. *Principles of poultry science*. Wallingford: CAB international.
- Sauveure. B.,** (1988) : Reproduction des volailles et production d'œufs. Ed. INRA, Paris. 449p.
- Schrezenmeir, J.** and M. de Vrese (2001). "Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition." *The American journal of clinical nutrition* 73(2): 361s-364s.
- Schwagele, F., Poser, R. et Krockel, L.,** 2001. Application of low-resolution NMR spectroscopy of intact eggs-Measurement of quality determining physical characteristics. *Fleischwirtschaft*, 81(10), pp.103-106.
- Scott, T.A. et Silversides, F.G.,** 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality.
- Scriban R.** (1988) ; Les Industries Agricoles Alimentaires Ed. Tec & Doc, 1988.-382 p.
- Scriban R.** (1988) ; Les Industries Agricoles Alimentaires Ed. Tec & Doc, 1988.-382 p.
- Sharma, S., et al.** (2011). "Bioactive peptides: a review." *Int J Bioautomation* 15(4): 223-250.
- Silversides, F.G. et Budgell, k.,** 2004. The Relationships Among Measures of Egg Albumen.
- Silversides, F.G.,** 1994. The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for Spring P., Wenk C., Dawson K.A., Newman K.E., 2000. *Poultry Sci.* 79, 205-211.
- Taylor, P. W.** (2013). "Alternative natural sources for a new generation of antibacterial agents." *International Journal of Antimicrobial Agents* 42(3) : 195-201.
- Tchango Tchango** (1996). Qualité microbiologique des jus et nectars de fruits exotiques. Croissance et thermorésistance des levures d'altération, -217 p. Thèse : Sciences : Lille ; n 50376-25
- Thapon, J.L. et Bourgeois, C.M.,** 1994. L'œuf et les ovoproduits. Paris : Collection sciences et techniques agro-alimentaires. (Alectorisgraeca). *Poultry Science*, 88, pp.1330-1333. : Tec et Doc Lavoisier. pp.251-263. *Agricultures*, 24(3), pp.151-60.
- The poultry site,** 2014. *Global poultry trends 2013 – hen egg production in Africa*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.thepoultrysite.com/articles/3119/global-poultry-trends->

2013-hen-egg-production-in-africa-and-oceania/> [Consulté le 07 Avril 2016].

The poultry site, 2015a. *Global poultry trends 2013 – strong growth in egg output recorded in Africa and Oceania*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.thepoultrysite.com/articles/3488/global-poultry-trends-strong-growth-in-egg-output-recorded-in-africa-and-oceania/>> [Consulté le 10 Avril 2016].

The Poultry Site, 2015b. *Global poultry trends – egg consumption in Africa and Oceania*

Thuriaux P., 2004. Les organismes modèles : "la levure ». Ed. DECLIN. Paris. 1-144 P

Vladescu B. (1994) ; *La levure dans les industries alimentaires* Ed. Tec & Doc, Lavoisier. -56 p.

Wattagnet, 2011. *Dramatic regional variation in Africa's egg production*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.wattagnet.com/articles/9662-dramatic-regional-variation-in-africa-s-egg-production>> [Consulté le 11 Mai 2016].

Wattagnet, 2012. *China remains world's top egg producer in 2012*. [En ligne] Disponible sur : <<http://www.wattagnet.com/articles/14095-china-remains-world-s-top-egg-producer-in-2012>> [Consulté le 04 Février 2016].

Watson J.D.;Hopkins N.H ;Roberts J.W ;Stteitz .;J.A ;and wainer ;A.M (1978);Yeast as the ;E.coli of eukaryotic cell. *Molecular biology of gene*; Benjamin. communing :550-593.

Winter, J.W. (1988). Ecological specialization of mammals in Australian tropical and sub-tropical rainforest: refugial or ecological determinism? *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 15,127-38

Yang, Y., et al. (2009). "Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics." *World's Poultry Science Journal* 65(01): 97-114.

Zhang, G., et al. (2006). Efficiency of probiotics, prebiotics and synbiotics on weight increase of chickens (*Gallus Domesticus*).

RESUME

La présente étude a pour objectif d'évaluer, sur une période s'étalant sur 20 semaines, l'effet d'un prébiotique commercial « AVIATORE DRY® » à base de parois de levure (*Saccharomyces cerevisiae*) sur la production des œufs et leurs qualités, le poids des œufs, de l'albumen, du vitellus et de la coquille, ainsi que sur la consommation et l'efficacité alimentaire, et finalement sur la santé des poules. Pour ce faire, 1 lot expérimental a été testé sur 1 traitement regroupant 288 poules réparties en 12 répétitions de 24 poules et un lot témoin 288 poules réparties en 12 répétitions de 24 poules chacune âgées de 63 semaines, hébergées dans le même bâtiment et subissant les mêmes conditions d'ambiance (température, hygrométrie...). Le 1^{er} régime est un aliment standard type « ponte », et le 2^{ème} est le même aliment mais supplémenté du prébiotique « AVIATOR DRY® » à raison de 500g/Tonne d'aliment. L'addition de ce dernier à l'aliment a permis d'améliorer le taux de ponte de 1,73%, les poids moyens des œufs durant les 6 premières semaines de l'étude, ainsi que la masse des œufs et les poids de vitellus alors que son effet sur les poids de l'albumen, et de la coquille n'est pas significatif. La qualité de l'œuf est mieux renforcée dans le lot expérimental (unité Haugh et Indice du Jaune augmentés). Pas d'effet positif noté au niveau de l'ingéré alimentaire. Une quantité de 72 kg d'aliment de plus a été ingérée par le lot expérimental. Par contre, une meilleure efficacité alimentaire est enregistrée chez les poules du lot expérimental, 2.57 pour ce dernier lot vs 2.66 pour le lot témoin. Les poules supplémentées en prébiotique ont réalisé un meilleur taux de mortalité (0,03 % vs 0,1 %). Ces résultats laissent entrevoir que le prébiotique « AVIATOR DRY® » serait une alternative intéressante aux antibiotiques et un produit naturel pour améliorer les performances zootechniques de la poule pondeuse.

Mots clés : AVIATOR DRY®, *Saccharomyces cerevisiae*, prébiotique, poule, qualité de l'œuf, albumen, vitellus.

Abstrat

The objective of this study is to evaluate, over a period of 20 weeks, the effect of a commercial prebiotic "AVIATORE DRY®" based on yeast walls (*Saccharomyces cerevisiae*) on egg production and their qualities, the weight of eggs, albumen, yolk and shell, as well as on food consumption and efficiency, and ultimately on the health of the hens. To do this, 1 control batch was tested on 1 treatment comprising 288 hens distributed in 12 repetitions of 24 hens and an experimental batch 288 hens distributed in 12 repetitions of 24 hens each 63 weeks old, housed in the same building and undergoing the same ambient conditions (temperature, humidity, etc.). The 1st diet is a standard food type "laying", and the 2nd is the same food but supplemented with the prebiotic "AVIATOR DRY®"

at a rate of 500g / ton of food. Adding the latter to the feed improved the egg-laying rate by 1.73%, the average egg weights during the first 6 weeks of the study, as well as the egg mass and weights of vitellus whereas its effect on the endosperm and shell weights is not significant. The quality of the egg is better enhanced in the experimental batch (Haugh unit and Yellow Index increased). No positive effect noted in the food intake. An additional 72 kg of food was ingested from the experimental batch. On the other hand, a better feeding efficiency is recorded in the hens of the experimental batch, 2.57 for this last batch vs 2.66 for the control batch. Hens supplemented with prebiotics achieved a better mortality rate (0.03% vs 0.1%). These results suggest that the prebiotic "AVIATOR DRY®" would be an interesting alternative to antibiotics and a natural product to improve the zootechnical performance of the laying hen.

Key words: AVIATORE DRY ® , Saccharomyces cerevisiae, prebiotic, hen, egg quality, albumen, yolk.

ملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير البريبايوتيك التجاري "AVIATOR DRY®" المكون من قشرة الخميرة في فترة قدرها 20 أسبوعاً، على إنتاج البيض وصفاته. وزن البيض، الزلال (بياض البيض)، الصفار والقشرة وكذلك كمية الاكل المستهلكة كفاءة، وأخيراً صحة الدجاج.

للقيام بذلك، تم اختبار مجموعتين من الدجاج التي تبلغ من العمر 63 أسبوعاً بحيث تتكون كل مجموعة من 288 دجاجة وكل مجموعة مقسمة بدورها إلى 12 مجموعة مصغرة وكل مجموعة مصغرة تحتوي 24 دجاجة بحيث كلا المجموعتين تتواجد في نفس المبنى وتحت الظروف نفسها (درجة الحرارة والرطوبة...) المجموعة الشاهدة تتلقى نضام غذائي معتاد وهو من نوع 'بياض' اما الثاني فيتلقى نفس الغذاء مضاف اليه البريبايوتيك التجاري 'AVIATORE DRY®' بمعدل 500 غرام / طن من الطعام. إضافة هذا الأخير أدى الى تحسين معدل التبييض بمعدل 1,73 %، متوسط أوزان البيض خلال الأسابيع الستة الأولى من الدراسة، وكتلة البيض، في حين التأثير على الأوزان وقشرة البيض ليست كبيرة لكن صفار البيض فيه تحسن. ويتم تعزيز جودة البويضة بشكل أفضل في المجموعة التجريبية (وحدة اوغ ومؤشر صفار البيض). لم يلاحظ أي تأثير إيجابي على مستوى تناول الطعام. تم تناول 72 كلغ إضافية من المواد الغذائية من طرف المجموعة التجريبية. من ناحية أخرى، يتم تسجيل كفاءة تغذية أفضل بالنسبة للمجموعة التجريبية، 2,57 لهذه المجموعة التجريبية مقابل 2,66 للمجموعة الشاهدة. حققت الدجاجات التي تستكمل مع لبريبايوتيك معدل وفيات أفضل (0.03 مقابل 0.01 %). تشير هذه النتائج إلى أن البريبايوتيك التجاري AVIATORE DRY® سيكون بديلاً مثيراً للاهتمام للمضادات الحيوية ومنتج طبيعي لتحسين الإنتاج عند الدجاج.

الكلمات المفتاحية: خميرة، دجاجة، جودة بيض، زلال، صفار.