

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique



Université de Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de La vie

Département de Microbiologie Appliquée et

Sciences Alimentaires

قسم الميكروبيولوجيا التطبيقية و علوم التغذية

## Mémoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplôme D'ingénieur D'état en Biologie

Option : Contrôle de Qualité et Analyse

Intitulé

*Etude de l'influence d'un régime supplémenté  
en probiotiques (*L. plantarum*) sur la qualité des œufs*

### Membres du jury :

Président : D<sup>r</sup> Akroum S.

Examinatrice : M<sup>elle</sup> Amira S.

Encadreur : M<sup>r</sup> Boubezari MT.



### Réalisé par :

Guerdouh Naima

Hammoudi Soumia

Madi Rokia

Année Universitaire : 2012- 2013

# Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Introduction.....	01
<b>Chapitre I : L'élevage des poules pondeuses</b>	
I.1.L'élevage des poules pondeuses.....	02
I.1.1. Les forme d'élevage.....	02
I.1.1.1. L'élevage extensif.....	02
I.1.1.2. L'élevage intensif.....	02
I.1.1.3. L'élevage semi-intensif.....	02
I.1.2. Conditions d'élevage.....	02
I.2. L'aviculture et production d'œufs de consommation en Algérie.....	03
<b>Chapitre II : L'œuf et sa qualité</b>	
II.1.L'œuf de poulet .....	04
II.1.1. Définition de l'œuf.....	04
II.1.2. Classification des œufs.....	04
II.1.3. Formation d'œuf de poulet.....	05
II.1.4. La composition d'œuf.....	05
II.1.4.1. La coquille.....	06
II.1.4.2. Les membranes coquillières.....	06
II.1.4.3. La chambre à air.....	06
II.1.4.4. Blanc d'œuf.....	06
II.1.4.5. Jaune d'œuf.....	07
II.1.5. La valeur fonctionnelle des œufs.....	07
II.1.6. La valeur nutritionnelle des œufs.....	08
II.1.6.1. L'apports en protéines.....	08
II.1.6.2. L'apport en lipides.....	08
II.1.6.3. L'apport en minéraux.....	08
II.1.6.4. L'apport en vitamines.....	09
II.1.6.5. L'apport en glucides.....	09
II.2. Qualité des œufs de poulet.....	09
II.2.1. Qualité globale d'œuf.....	09
II.2.1.1. Qualité de la coquille.....	10
II.2.1.2. Qualité d'albumen.....	10
II.2.1.3. Qualité de jaune.....	10
II.2.2. La qualité microbiologique des œufs.....	10
II.2.3. Qualité physico-chimique.....	10
II.2.4. Qualités organoleptiques.....	11
II.2.4.1. La coloration de la coquille.....	11
II.2.4.2. La fraîcheur du blanc.....	11
II.2.4.3. Couleur de jaune.....	11
II.3. Les facteurs affectent la qualité de l'œuf.....	11
II.3.1. D'origine endogène à la poule.....	11

II.3.1.1. Age d'oiseau.....	11
II.3.1.2. La génétique.....	12
II.3.1.3.L'enrichissement de l'œuf en composés d'originaux d'intérêt nutritionnel ou antimicrobien.....	12
II.3.2. D'origine exogène.....	12
II.3.2.1.La nutrition et la qualité de l'eau.....	12
II.3.2.2. L'effet des techniques d'élevage.....	12
II.3.2.3. La température environnementale élevée.....	12
II.3.2.4. La présence de résidus indésirables.....	13
II.4.Les méthodes d'estimation de la qualité des œufs de consommation.....	13
II.4.1. Estimations de la qualité de l'albumen.....	14
II.4.2. Estimations de la qualité de vitellus.....	14
II.5. Les anomalies de l'œuf.....	14
II.5.1. Les œufs sans coquilles.....	14
II.5.2.Les œufs à coquilles crayeuses.....	14
II.5.3.Les œufs à coquilles tachées.....	14
II.5.4.Les œufs à coquilles rugueuses.....	14
II.5.5. Les œufs à double jaune.....	14
II.5.6. Les œufs tachés de sang.....	14
II.5.7. Les petits œufs.....	15
<b>Chapitre III : Probiotiques en aviculture</b>	
III.1. Généralités sur les probiotiques.....	16
III.2. Les microorganismes utilisés comme probiotiques.....	16
III.3. Les critères de sélection des souches probiotiques.....	16
III.4. Les probiotiques en aviculture.....	17
III.4.1. Efficacité sanitaire des probiotiques.....	17
III.4.2. Efficacité zootechnique.....	17
III.5. Les bactéries lactiques et leur action probiotique.....	17
III.5.1. Caractéristiques générales.....	17
III.6. <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	18
III.6.1. Définition.....	18
III.6.2. Critères spécifiques de <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	18
III.6.3. Métabolisme de <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	18
III.6.4. Mécanisme d'action de <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	18
<b>Matériel et méthodes</b>	
I .Matériel.....	20
I.1. Appareillage.....	20
I.2. Verrerie et autre.....	20
I.3. Réactifs et Produits chimiques.....	21
I.4. Milieux de culture.....	21
I.4.1. Milieux solides.....	21
I.4.2. Milieux liquides.....	21
II .Méthodes.....	22
II.1. L'élevage.....	22
II.1.1. Performances de croissance de la population étudiée.....	22
II.1.2. Effectif et conditions d'élevage.....	22
II.1.3. Alimentation et prophylaxie.....	22
II.1.3.1. Ingrédients et composition des diètes des poules.....	22
II.1.3.2. Les vaccins.....	22
II.1.4. Traitement expérimental.....	23
II.1.5. Paramètres étudiés.....	23

II.1.5.1. Performances zootechniques de la volaille.....	23
II.1. 5.2. Poids des poules.....	23
II.1.5.3. La consommation alimentaire.....	23
II.1.5.4. Taux de ponte.....	24
II.1.5.5. Taux de mortalité.....	24
II.1.6. Matière fécal des poules.....	24
II.1.6.1. Mesure de pH.....	25
II.1.6.2.L'analyse microbiologique.....	25
A .Préparation de solution mère.....	25
B .Préparation des dilutions.....	25
C .Recherche et dénombrement des entérobactéries.....	25
II.2.L'œuf.....	26
II.2.1. Analyse physique.....	26
II.2.1.1. Poids et calibre des œufs.....	26
II.2.1.2. Index de forme.....	26
II.2.1.3. La chambre à air.....	27
II.2.1.4. Propriétés mécaniques de la coquille.....	27
A. Index de solidité de la coquille (I).....	27
B. Epaisseur de la coquille (T).....	27
II.2.1.5. Examen visuel des milieux internes de l'œuf.....	27
II.2.1.6. Mesure d'unité Haugh.....	28
II.2.1.7. Estimation de la couleur de jaune d'œuf.....	28
II.2.1.8. Index vitellenique (indice de la fraîcheur d'œuf).....	28
II.2.1.9. Recherche des corps étrangers.....	29
II.2.2. Analyse physicochimique.....	29
II.2.2.1. Détermination de Ph.....	29
II.2.2.2. Détermination de l'acidité.....	29
II.2.2.3. Détermination de la teneur en eau.....	30
II.2.2.4. Détermination de la matière sèche.....	30
II.2.2.5. Détermination de la matière organique et la matière minérale.....	31
II.2.2.6. Test de solubilisation de la coquille.....	31
II.2.2.7. Détermination de la teneur en lipides.....	32
II.2.2.8. Dosage des acides gras libre (acide oléique).....	33
II.2.2.9. Détermination de la teneur en caroténoïdes.....	34
II.2.2.10. Dosage des glucides totaux.....	34
II.2.2.11. Dosage des protéines (méthode de Kjeldahl).....	35
II.2.2.12. Dosage des métaux lourds de la coquille par spectroscopie d'absorption Atomique (SAA).....	37
II.2.2.13. Détermination du résidu sec soluble (°Brix).....	38
II.2.3. Analyse Microbiologique.....	39
II.2.3.1. Analyse Microbiologique de la coquille.....	39
A . Préparation de la solution mère .....	39
B . Réalisation des dilutions décimales .....	39
C .Recherche et dénombrement des flores.....	39
a. dénombrement de la flore totale mésophile (FTAM).....	39
b. recherche et dénombrement des coliformes totaux et thermo-tolérants.....	40
II.2.3.2. Analyse Microbiologique de l'intérieur de L'œuf.....	41
A .Préparation de la solution mère.....	41
B .Les flores recherchées.....	41
a. recherche et dénombrement des coliformes totaux et thermo-tolérants.....	41
b. recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	41
c- recherche des salmonelles.....	42

d- recherche et dénombrement et de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	43
II.2.4.Analyse statistique.....	44
<b>Résultat</b>	
I. L'élevage.....	45
I.1. paramètres zootechniques étudié.....	45
I.1.1. Poids des poules.....	45
I.1.2. Consommation d'aliment.....	45
I.1.3. Taux de ponte.....	46
I.1.4. Taux de mortalité.....	46
I.2. La matière fécale des poules.....	47
I. 2.1. Ph.....	47
I. 2.2. Dénombrement des entérobactéries dans la matière fécale.....	47
I.3.L'œuf.....	48
I.3.1. Caractères des œufs.....	48
I.3.1.1. Les caractères visuels de la coquille.....	49
I.3.1.2. Les caractères organoleptiques des œufs.....	49
I.3. 2. Caractères physiques.....	49
I. 3.2.1.Les dimensions des différents composants d'œuf.....	49
I.3.2.2. Poids des œufs.....	50
I.3. 2.3. Poids de la coquille.....	50
I.3. 2.4. Poids de l'albumen et de vitellus.....	50
I.3. 2.5.Index de forme.....	52
I.3.2.6.Index de solidité de la coquille.....	52
I.3. 2.7.Epaisseur de la coquille.....	53
I.3. 2.8.Unité Haugh.....	53
I.3. 2.9.Couleur de jaune d'œuf.....	53
I.3. 2.10.Index vitellenique.....	54
I.3. 2.11. Corps étrangères.....	54
I. 3.3. Caractères physico-chimiques.....	55
I.3. 3.1. Ph.....	55
A. pH de l'albumen.....	55
B. pH de jaune d'œuf.....	55
C. pH de l'œuf entier.....	56
I. 3.3.2. L'acidité.....	56
I. 3.3.3. La teneur en eau et la matière sèche.....	56
I.3.3.4. La matière organique et la matière minérale.....	57
I.3.3.5. La solubilisation de la coquille.....	58
I.3.3.6. La teneur en lipides.....	58
I.3.3.7. Acide gras libre (acide oléique).....	59
I.3. 3. 8. La teneur en $\beta$ -carotène.....	59
I.3. 3.9 La teneur en glucides.....	60
I.3. 3. 10. La teneur en protéines.....	60
I.3. 3.11.La teneur en métaux lourds.....	61
I.3.3.12. Les résidus secs solubles ( $^{\circ}$ Brix).....	61
I.4. Microbiologie de l'œuf.....	62
I.5.1. FTAM, CT et CTT de la coquille.....	62
I.5.2. FTAM, CT et CTT dans l'interne de l'œuf.....	62
I.5.3. <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> , les salmonelles, <i>staphylococcus aureus</i> , et les streptocoques fécales dans l'interne de l'œuf.....	62
<b>Discussion</b>	

I.1. paramètres zootecniques étudié.....	63
I.1.1. Le poids vif.....	63
I.1.2. L'indice de consommation.....	63
I.1.3. Taux de ponte.....	63
I.1.4. Taux de mortalité.....	64
I.2. La matière fécale des poules.....	64
I.2.1. Ph.....	64
I.2.2. Dénombrement des entérobactéries dans la matière fécale.....	64
I.3. L'œuf.....	65
I.3.1. Caractères physiques.....	65
I.3.1.1. Poids des œufs.....	65
I.3.1.2. Index de forme.....	65
I.3.1.3. Le poids et l'épaisseur de la coquille.....	65
I.3.1.4. La solidité et la solubilisation de la coquille.....	65
I.3.1.5. Le poids de l'albumen et de vitellus.....	66
I.3.1.6. Unité Haugh.....	66
I.3.1.7. La couleur et les caroténoïdes du jaune d'œuf.....	66
I.3.1.8. Index vitellenique.....	67
I.3.2. Caractères physico-chimiques .....	67
I.3.2.1. Le Ph.....	67
I.3.2.2. L'acidité des œufs.....	67
I.3.2.3. La teneur en eau et la matière sèche.....	67
I.3.2.3. La matière organique.....	67
I.3.2.4. La matière minérale (les cendres).....	68
I.3.2.5. La teneur en lipides.....	68
I.3.2.6. La teneur en acide gras libre.....	68
I.3.2.7. La teneur en glucides.....	69
I.3.2.8. La teneur en protéine.....	69
I.3.2.9. Les métaux lourds.....	69
I.3.2.10. Degré de Brix.....	69
I.3.3. Contrôle microbiologique.....	69
I.3.3.1. La FTAM sur la coquille.....	69
I.3.3.2. Les germes recherchés à l'intérieur de l'œuf.....	70
Conclusion.....	71
Références bibliographiques.....	72
Annexe	

## Liste des abréviations

<b>°Brix</b>	Degré Brix
<b>°D</b>	Degré Dornic
<b>µm</b>	Micro-mètre.
<b>µo</b>	Microorganismes
<b>ADN</b>	Adénosine Désoxyribose Nucléase.
<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>AG</b>	Acide Gras
<b>AGL</b>	Acide Gras Libre.
<b>AOAC</b>	Association of Official Analytical Chmists.
<b>C</b>	Cytosine.
<b>CA</b>	Chambre à Air
<b>cm</b>	Centimètre.
<b>CMV</b>	Complément Minéral Vitaminique.
<b>CT</b>	Coliformes Totaux.
<b>CTT</b>	Coliformes thermo tolérants.
<b>D</b>	Largeur
<b>é</b>	Electron.
<b>ES</b>	Extrait sec.
<b>EXP</b>	groupe expérimental.
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organisation
<b>FTAM</b>	Flore Total Aérobie Mésophile
<b>G</b>	Guanine.
<b>g</b>	Gramme.
<b>g/l</b>	Gramme par litre.
<b>GC</b>	Giolitti Cantoni.
<b>GRAS</b>	Generally Recognized As Safe.
<b>H<sup>+</sup></b>	Hydrogène.
<b>HB</b>	Hauteur de Blanc d'œuf.
<b>HDL</b>	Hight Density Lipoprotein.
<b>HJ</b>	Hauteur de jaune d'œuf
<b>IC</b>	Indice de consommation.
<b>ISO</b>	International Standard Organisation
<b>I<sub>v</sub></b>	Index vitellenique
<b>Kcal</b>	Kilocalorie.
<b>L</b>	Litre.
<b>L</b>	Longueur
<b>LDL</b>	Low Density Lipoprotein.
<b>LJ</b>	Langueur de jaune d'œuf
<b>m</b>	Mètre.
<b>M</b>	Molaire.
<b>MAT</b>	Matière azotée totale.
<b>ml</b>	Mililitre.
<b>mm</b>	Milimètre.
<b>MM</b>	Matière Minéral
<b>MO</b>	Matière Organique
<b>N</b>	Normalité.
<b>NE</b>	Norme Européenne.
<b>NF</b>	Norme Française.

<b>nm</b>	Nano-mètre.
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé ; (WHO).
<b>P</b>	Probabilité de variance
<b>PCA</b>	Plate Count Agar.
<b>pH</b>	Potential d'Hydrogène.
<b>PNDA</b>	Plan National de Développement Avicole.
<b>SAA</b>	spectroscopie d'absorption Atomique.
<b>SFB</b>	Sélénite-cystéine.
<b>SM</b>	Solution mère.
<b>TEM</b>	groupe témoin.
<b>U. H</b>	Unité Haugh.
<b>UFC</b>	Unité Forment Colonie.
<b>VF</b>	Viande-Foie.
<b>VRBG</b>	Violet de gentiane-Peptone-Bille-Glucose.
<b>VRBL</b>	Violet de gentiane-Peptone-Bille-Lactose.
<b>VTS</b>	Vitastar.

## Liste des figures

<b>Figure N°01</b> : diagramme représente les différentes méthodes d'estimation de la qualité des œufs.....	13
<b>Figure N°02</b> : Schéma d'extraction des glucides.....	34
<b>Figure N°03</b> : poids des poules.....	43
<b>Figure N°04</b> : Indice de consommation d'aliment.....	43
<b>Figure N°05</b> : Taux de ponte.....	44
<b>Figure N°06</b> : Taux de mortalité.....	44
<b>Figure N°07</b> : pH de la matière fécale des poules.....	45
<b>Figure N°08</b> : Le poids des œufs analysés.....	47
<b>Figure N°09</b> : Le poids de la coquille.....	48
<b>Figure N°10</b> : Le poids du blanc d'œuf.....	48
<b>Figure N°11</b> : Le poids de jaune d'œuf.....	49
<b>Figure N°12</b> : composition moyenne d'œuf de lot témoins.....	49
<b>Figure N°13</b> : composition moyenne d'œuf de lot expérimental.....	49
<b>Figure N°14</b> : Index de forme des œufs.....	50
<b>Figure N°15</b> : Index de solidité de la coquille.....	50
<b>Figure N°16</b> : Epaisseur de la coquille.....	51
<b>Figure N°17</b> : Unité Haugh.....	51
<b>Figure N°18</b> : Index vitellenique.....	52
<b>Figure N°19</b> : pH de l'albumen.....	53
<b>Figure N°20</b> : pH de jaune d'œuf.....	53
<b>Figure N°21</b> : pH de l'œuf entier.....	54
<b>Figure N°22</b> : L'acidité des œufs.....	54
<b>Figure N°23</b> : La teneur en eau.....	55
<b>Figure N°24</b> : La teneur en matière sèche.....	55
<b>Figure N°25</b> : La teneur en matière organique.....	55
<b>Figure N°26</b> : La teneur en matière minérale.....	56
<b>Figure N°27</b> : La solubilisation de la coquille.....	56
<b>Figure N°28</b> : La teneur en lipides.....	57
<b>Figure N°29</b> : La teneur en acide gras libre (acide oléique).....	57
<b>Figure N°30</b> : La teneur en $\beta$ -carotène.....	57
<b>Figure N°31</b> : La teneur en glucides.....	58
<b>Figure N°32</b> : La teneur en protéines.....	58
<b>Figure N°33</b> : La teneur en métaux lourds.....	59
<b>Figure N°34</b> : Les résidus secs solubles de blanc d'œuf.....	59
<b>Figure N°35</b> : Les résidus secs solubles de jaune d'œuf.....	60

**Liste des tableaux**

<b>Tableau N°01</b> : caractéristiques des œufs de catégorie A.....	<b>04</b>
<b>Tableau N°02</b> : Proportions des différentes parties de l'œuf de poule.....	<b>5</b>
<b>Tableau N°03</b> : Composition moyenne de l'œuf.....	<b>5</b>
<b>Tableau N°04</b> : Propriétés fonctionnelles de l'œuf.....	<b>08</b>
<b>Tableau N°05</b> : Composition moyenne de l'œuf en minéraux et vitamines.....	<b>09</b>
<b>Tableau N°06</b> : Réalisation de la courbe d'étalonnage des glucides.....	<b>33</b>
<b>Tableau N°07</b> : Nombre des microorganismes dans la matière fécale des poules.....	<b>45</b>
<b>Tableau N°08</b> : les dimensions des composants des œufs de lot témoins .....	<b>46</b>
<b>Tableau N°09</b> : les dimensions des composants des œufs de lot expérimental.....	<b>46</b>
<b>Tableau N°10</b> : couleur de jaune d'œuf de deux échantillons.....	<b>51</b>
<b>Tableau N°11</b> : les Corps étrangères.....	<b>52</b>
<b>Tableau N°12</b> : Nombre des différents germes microbiologiques de la coquille.....	<b>60</b>
<b>Tableau N°13</b> : Nombre des différents germes microbiologiques de l'œuf.....	<b>61</b>

## Liste des photos

<b>Photos N°01 et N°02 : Poules au niveau du poulailler.....</b>	<b>21</b>
<b>Photo N°03: Echantillonnage des œufs.....</b>	<b>25</b>
<b>Photo N°04: Les mensurations de l'œuf entier.....</b>	<b>25</b>
<b>Photo N°05 : Eventail de Roche.....</b>	<b>27</b>
<b>Photo N°06 : L'appareil de Soxhlet.....</b>	<b>31</b>
<b>Photo N°07 : Etape de minéralisation.....</b>	<b>34</b>
<b>Photo N°08 : Etapes de Distillation.....</b>	<b>35</b>
<b>Photo N° 09: Les entérobactéries sur VRBG .....</b>	<b>45</b>
<b>Photo N°10 : Etalement de l'œuf après cassage.....</b>	<b>47</b>
<b>Photo N°11 : Les mesures à l'intérieur de l'œuf.....</b>	<b>47</b>
<b>Photo N°12 : La phase de décantation pour la recherche des caroténoïdes.....</b>	<b>58</b>

## Introduction

La production des œufs doit répondre à de nombreuses exigences, qu'elles soient techniques (gestion de l'alimentation, des bâtiments et des parcours), zootechniques (performances de production, génétique, santé), sociales (organisation du travail) et bien sûr, économique (rentabilité, viabilité), toutes liées entre elles.

Face à l'interdiction de l'utilisation des antibiotiques facteurs de croissance dans les élevages avicoles, plusieurs voies alternatives de recherche ont été explorées en vue de leur substitution, en l'occurrence, l'emploi des probiotiques.

Ces derniers se définissent comme étant des constituants alimentaires microbiens vivants qui, une fois ingérés, exercent une action bénéfique sur la santé de l'hôte en améliorant l'équilibre de sa flore intestinale. L'efficacité zootechnique revendiquée des probiotiques passerait par l'amélioration des performances zootechniques et de l'état sanitaire, voire du bien être des animaux établi par la réduction de la fréquence des diarrhées ou de la mortalité durant certaines phases critiques d'élevage: stress alimentaire (changement de régimes alimentaires...), stress sanitaires (densité des animaux...).

Ce travail se compose de deux parties :

- ❖ Bibliographique, où nous avons traité l'élevage des poules pondeuses, l'œuf et sa qualité, et en fin les probiotiques en aviculture.
- ❖ Expérimentale, où la réalisation des objectifs de notre travail par l'évaluation de la qualité physique, physico-chimique, et microbiologique des œufs issus d'un élevage alimenté en probiotique et d'autre sans probiotique, ainsi que l'étude de l'effet de probiotique sur les performances zootechnique des poules pondeuses.

## I.1. L'élevage des poules pondeuses

La poule est un oiseau granivore de taille moyenne, dont le poids à l'âge adulte varie entre 0,8 et 3kg selon les races. Pour la production des œufs, elle a besoin d'eau, de sels minéraux (calcium), de graisses, de sucre, de protéines et de lipides (Isidore, 2007).

### I.1.1. Les formes d'élevages

#### I.1.1.1 L'élevage extensif (traditionnel)

Lorsque les poules sont libres de se déplacer à leur guise à la recherche de nourriture, il s'agit d'un élevage extensif. L'investissement en capital et en travail est faible ; le logement des volailles a peu d'importance.

#### I.1.1.2. L'élevage intensif (moderne)

L'élevage intensif se définit communément comme un mode d'élevage dont on obtient de hauts rendements zootechniques. Les systèmes intensifs d'élevage de certaines races regroupent environ 30 % des volailles d'Afrique. On les trouve généralement dans les zones urbaines ou à proximité, ce qui assure un bon débouché pour les œufs et la viande. L'élevage intensif exige davantage d'investissements en capital et en travail, notamment pour l'aménagement de poulaillers et d'enclos en plein air. Dans ce genre d'élevage, les volailles se comptent par milliers, grâce aux recherches en matière d'incubation artificielle, de nutrition et de contrôle des maladies (Chambert, 2008).

#### I.1.1.3. L'élevage semi-intensif

Dans les systèmes semi-intensifs, appelés aussi élevages de basse-cour, on compte de 50 à 200 volatiles. On y applique de nombreuses techniques et savoir-faire utilisés dans les systèmes intensifs, en les adaptant à l'échelle de l'élevage.

Les poules élevées dans des systèmes de production extensifs ou semi-intensifs, et appartiennent à des petits exploitants partout dans le monde, assurent une sécurité alimentaire et des revenus familiaux. De plus, ils jouent un rôle important au niveau socioculturel. Ils sont en grand nombre dans les fermes de nombreuses régions de presque tous les pays.

### I.1.2. Conditions d'élevage

L'élevage de poules se fait partout dans le monde, dans des conditions très variables. Mais l'objectif principal est presque toujours le même : une production maximum à un coût minimum, tout en évitant les risques (Van, 2006).

L'élevage des poules pondeuses exige un travail minutieux d'environ 18 semaines pour l'obtention des premiers produits. Dans les systèmes de production intensifs et semi intensifs, le logement permet d'améliorer les conditions de travail et de minimiser les risques. S'il est bien conçu, il facilitera l'alimentation des volailles et la ponte des œufs ; c'est donc un facteur essentiel si l'on veut atteindre un niveau de production optimal.

- Malgré l'absence de produits importés, l'éleveur doit bien connaître les méthodes d'élevage et être très attentif aux races choisies, à la qualité des aliments et aux programmes de vaccination pour faire face à la forte concurrence de la production locale (Doumit, 2001)

## I.2. Aviculture et production d'œufs de consommation en Algérie

Durant les années 60, l'aviculture algérienne était de type fermier, familial, sans organisation particulière, dont les faibles productions étaient réservées à l'autoconsommation. Le pays a vécu, des 1969, une amorce d'un programme de développement des productions animales, dont l'aviculture, par la création de structures visant à organiser la production. Différents aménagements ont été réalisés à partir de 1980, jusqu'au désengagement de l'Etat en 1990, qui opte pour une politique d'incitation des investissements privés. A partir de l'an 2000, le lancement du Plan National de Développement Avicole (PNDA) visait la dotation en moyens indispensables, toujours dans le même objectif, de garantir aux consommateurs des produits avicoles de qualité et à des prix abordables en maintenant son pouvoir d'achat. Les objectifs assignent en matière de protection du revenu des aviculteurs, de sécurisation et de stabilisation de la marche ainsi que la protection du pouvoir d'achat des consommateurs se sont forcément atteints (Ichou, 2012).

## II.1. Œuf de poulet

L'œuf est un composant peu coûteux mais très nutritif dans le régime humain. Il est l'une des quelques nourritures qui sont appliquées largement dans le monde entier et sont relativement saines et sûrs pour des consommateurs. C'est un véhicule pour la reproduction et peut être matière première pour beaucoup de produits aux usines de traitement des denrées alimentaires (Nicolas, 2008).

### II.1.1. Définition de l'œuf

Produit de base d'excellente valeur alimentaire pour l'ensemble des populations, l'œuf est depuis toujours, un des aliments d'origine animale les plus utilisés dans le monde. Sa composition, remarquablement stable et indépendante des conditions d'élevage et d'alimentation pour ses constituants majeurs peut être enrichie en nutriments, actuellement très recherchés en nutrition humaine tels qu'acides gras essentiels, antioxydants et vitamines.

Les œufs des différentes espèces d'oiseaux se distinguent surtout par leur poids moyen, par la texture et la couleur de leur coquille ainsi que par la composition de leur contenu. (Gloor et al., 2004).

### II.1.2. Classification des œufs

Les œufs sont classés en deux catégories:

**Catégorie A:** Œufs «frais» destinés à la consommation humaine en l'état ou à l'industrie alimentaire ou non alimentaire (Delphine, 2012).

*Tableau N°01 : caractéristiques des œufs de catégorie A (Delphine, 2012).*

<b>Coquille et cuticule</b>	<b>Normales, propres, intactes.</b>
<b>Chambre à air</b>	$h \leq 6\text{mm}$ et immobile. $h \leq 4\text{ mm}$ pour les œufs « extra ».
<b>Blanc d'œuf</b>	Clair, limpide, de consistance gélatineuse, exempt de corps étranger de toute nature.
<b>Jaune d'œuf</b>	Visible au mirage sous forme d'ombre seulement, sans contour apparent, ne s'écartant pas sensiblement de la position centrale en cas de rotation de l'œuf, exempt de corps étranger de toute nature.
<b>Tache germinative</b>	Développement imperceptible.
<b>Odeur</b>	Exempts d'odeurs étrangères.

Autres critères de classement dans la catégorie A exigent que les œufs doivent être ni lavés, ni nettoyés de quelque manière avant ou après leur classement. Ne pas subir aucun traitement de conservation ni être réfrigérés dans les locaux ou installations dans lesquels la température est maintenue artificiellement au dessous de 5°C. Recueillis tous les 3 jours ouvrables ou une fois par semaine si la température ambiante est inférieure à 18°C. (Portais, 1988).

**Catégorie B:** Œufs destinés à l'industrie alimentaire ou non alimentaire (Delphine, 2012). Ce sont les œufs ne satisfaisant pas aux critères requis pour la catégorie A. Ils ne doivent être cependant ni cassés, ni couvés, ni cuits (Portais, 1988).

### II.1.3. Formation d'œuf de poulet

Une série compliquée de processus mène à l'œuf de la pouleuse. En général l'œuf a besoin de 2 semaines pour être formé. Les étapes de sa formation sont (ISA, 2010) :

- **Ovulation** : elle se réalise dans les cinq minutes qui suivent le ponte de l'œuf précédent
- **Entrée dans l'utérus** : elle a lieu cinq heures après l'ovulation, après sécrétion de l'albumen et de la membrane coquillière (pas d'influence de l'évolution génétique).
- **Hydratation de l'albumen** : acquisition de la forme définitive, cette phase dure environ 6 heures.
- **De 10 à 22 heure** : dépôt régulier de Calcium avec pigmentation et ralentissement du dépôt de Calcium au cours de la dernière heure.
- **De 22 à 24 heure** : formation de la cuticule.

### II.1.4. La composition d'œuf

L'œuf est constitué de 60 % de blanc et de 30 % de jaune, contenus dans une coquille qui représente 10 % du poids total. Les parts relatives de chacun des constituants varient dans des proportions importantes en fonction de l'âge de la poule et, dans une moindre mesure, entre individus, en fonction de certaines conditions environnementales ou lors de carences alimentaires de la poule (Sauveur 1988 ; Blum et Sauveur, 1996).

L'œuf de poule sans coquille contient 74,4 % d'eau et deux séries de nutriments majeurs : des protéines (12,3 % ; 6,7 g/œuf, soit 30 % du besoin quotidien de l'homme/100 g d'œuf) et une quantité équivalente de lipides (11,9 %). Il renferme toutes les vitamines (sauf la vitamine C), de très nombreux minéraux et oligoéléments. L'œuf est pauvre en énergie (85 kcal soit 6 % seulement du besoin quotidien de l'homme/100 g d'œuf).

*Tableau N°02 : Proportions des différentes parties de l'œuf de poule (Sauveur, 1988).*

	Poids	En % de poids total	
		Moyennes	Extrêmes poids d'œuf
<b>Coquille</b>	5,5	9,1	8,5-10,5
<b>Membranes coquillères</b>	0,25	0,4	
<b>Blanc</b>	37	61,5	57-65
<b>jaune</b>	17,3	29	25-33
<b>Total partie comestible</b>	54	90,5	89-92
<b>Total</b>	60	100	

*Tableau N°03 : Composition moyenne de l'œuf (par 100 g ; œuf sans coquille) (d'après Sauveur, 1988 ; Blum et Sauveur, 1996).*

Nutriments	Blanc	Jaune	Œuf sans coquille
<b>Proportion part comestible</b>	60	30,7	90,7
<b>Eau (g)</b>	88,6	49	74,4
<b>Calories (kcal)</b>	47	364	154
<b>Protéines (g)</b>	10,6	16,1	12,3
<b>Glucides (g)</b>	0,8	0,5	0,7
<b>Cendres (g)</b>	0,5	1,6	0,9
<b>Lipides (g)</b>	0,1	34,5	6,9

### II.1.4.1. La coquille

La coquille est l'élément protecteur de l'œuf sa couleur peut être blanche, grise, rosée, tachetée ou uniformément pigmentée. Cette propriété organoleptique varie en fonction de la race de la poule (caractères génétique spécifiques), de son alimentation, de l'époque de la ponte... etc (Fredot, 2009).

#### ➤ Composition

Composée essentiellement de matières minérales (65 %) localisées au niveau de sa partie spongieuse (la plus importante quantitativement) sous forme de cristaux de carbonate de calcium (94 %), de magnésium (1,5 %) et d'un peu de phosphate responsables de sa dureté ; matières organiques (33 %) essentiellement représentées par des protéines ; eau (1.6 %). Quant à sa solidité, elle est fonction de la pondeuse (âge ; race) et de son alimentation. Ainsi plus l'alimentation de la poule sera riche en calcium et plus la coquille sera solide (Fredot, 2009).

### II.1.4.2. Les membranes coquillières

Elles sont accolées à la coquille sauf au niveau du pôle arrondi, ce qui délimite la chambre à air. Les membranes coquillières sont au nombre de deux : la membrane coquillière externe et la membrane coquillière interne. Elles sont toutes les deux formées de feuillettes riches en kératine. La membrane coquillière externe est accrochée à la coquille grâce à des ponts formés par cette protéine. (Fredot, 2009).

### II.1.4.3. La chambre à air

Au moment où l'œuf est pondu, il n'a pas de chambre à air. Celle-ci se forme lorsque l'œuf refroidi. En effet, durant le refroidissement, l'œuf (albumen et jaune) et la membrane qui l'entoure se contractent et se séparent de la membrane extérieure, créant ainsi un vide. Le léger vide alors formé attire l'air entre les deux membranes, ce qui forme la chambre à air. La dimension et la mobilité de la chambre à air sont fonction de l'âge des œufs (Françoise et al., 2010).

### II.1.4.4. Blanc d'œuf

Le blanc d'œuf ou albumen n'est pas un milieu homogène ; mais résulte de la juxtaposition de quatre zones distinctes :

- **Blanc liquide externe** en contact direct avec les membranes coquillières.
- **Blanc épais** présentant l'aspect d'un gel.
- **Blanc liquide interne** localisé entre le blanc épais et le jaune.
- **Chalazes**, sorte de filaments spiralés allant du jaune vers les deux extrémités de l'œuf, en traversant le blanc épais, et permettant de maintenir le jaune en suspension au milieu de l'œuf. (Françoise et al., 2010).

#### ➤ Composition

L'albumen est composé en majeure partie d'eau et de protéines (88 et 10.6 % respectivement) mais contient aussi des glucides (0.9 % dont 50 % de glucose libre et 50 % de sucres liés aux protéines comme le galactose, le mannose, la glucosamine, la galactosamine et les acides sialiques) des minéraux (0.5 %) (Thapon et Bourgeois, 1994). La quasi-totalité de l'extrait sec de l'albumen est constitué de protéine ; le rapport matière azotée totale (MAT) sur extrait sec

(ES) est proche de 90 % ce qui représente une grande originalité pour un produit comestible d'origine animale.

La proportion de chacune de ces zones peut varier en fonction de l'âge de la poule d'une part, et tout au long de la conservation de l'œuf après la ponte d'autre part (François et al., 2010)

#### II.1.4.5. Jaune d'œuf

Le jaune d'œuf se compose du noyau de Pander avec le disque germinatif, des vitellus blanc et jaune et de la membrane vitelline. Le noyau de Pander est structuré de telle manière que son poids spécifique le fait se tourner vers le haut quelle que soit la position de l'œuf.

La couleur du jaune d'œuf varie du jaune pâle au rougeâtre; elle est déterminée après cassage de l'œuf à l'aide de l'échelle de la collection de couleurs de jaune d'œuf. Rien ne permet de conclure à une relation entre la couleur du jaune d'œuf et la valeur nutritive, le goût, la fraîcheur et la provenance (forme d'élevage) des œufs. (Gloor et al., 2004).

##### ➤ Composition

Le jaune se partage entre 50% de solides et 50 % de liquides, il contient 16% de protéines et 30% de lipides, ceux derniers contiennent la lécithine, une substance émulsifiante constituée d'Azote et de Phosphore permet de faire la liaison entre le gras et l'eau, favorisant ainsi l'émulsion, la texture, et la conservation des préparations culinaires

Par dilution dans le Na Cl (0.17M) et centrifugation (10 000 g). Le jaune d'œuf peut être séparé en deux fractions :

- ✓ le plasma (surnageant orangé) représente 75 à 80% de la matière sèche du jaune et comprend les LDL à 85% et des protéines soluble, les livétines (15%). Il renferme environ 55% des protéines et 85% des phospholipides du jaune.
- ✓ Les granules (culot blanchâtre) constituent 20 à 25% de la matière sèche du jaune et renferment les lipoprotéines de haute densité ou HDL (70%) la phosvitine (16%) et des LDL résiduelles notée LDL<sub>g</sub> (12%) les granules représentent environ 47% des protéines et 15% des phospholipides du jaune. (Romain et al, 2007)

#### II.1.5. La valeur fonctionnelle des œufs

L'œuf de poule est un ingrédient polyfonctionnel, car il peut remplir simultanément plusieurs fonctions technologiques dans un produit alimentaire formulé (Anton et Nau, 2010). Ses propriétés émulsifiantes, foisonnantes, gélifiantes, épaississantes, colorantes et aromatiques en font un ingrédient de base de la cuisine domestique et de l'agroalimentaire. Plus spécifiquement, le jaune d'œuf est l'agent émulsifiant par excellence.

Tableau N°04: Propriétés fonctionnelles de l'œuf (Bibbalet Corpet, 2006)

	Entier	Blanc	Jaune
Toutes industries	Valeur nutritive Pouvoir aromatique		
Biscuiterie, pâtisserie, flans...	Colorant Liant Coagulant Moussant	Moussant Foisonnant	Emulsifiant colorant
Confiserie		Elasticité Foisonnant	
Glaces	Liant		Emulsifiant
Charcuterie (pâtes quenelles)	Colorant Liant émulsifiant		
Pâtes alimentaires	Colorant Liant Elasticité		
Mayonnaises, sauces		Viscosité	Emulsifiant, viscosité
Industrie non alimentaire (cosmétique)		Liant Propriété biochimique	Emulsifiant

## II.1.6. La valeur nutritionnelle des œufs

### II.1.6.1. Apports en protéines

Les protéines de l'œuf ont une excellente valeur biologique. La teneur protéique de l'œuf entier est de 14 % ce qui représente un apport de 8 g pour un œuf de 55 g. L'ovotransferrine et le lysozyme ont des propriétés antimicrobiennes, alors que d'autres confèrent au blanc d'œuf des propriétés fonctionnelles intéressantes telles que la viscosité, (Griffin, 1992 ; Hermier, 1997). De plus, leur composition en acides aminés essentiels est parfaitement adaptée aux besoins de l'homme, notamment grâce à une teneur élevée en lysine et acides aminés soufrés. (Sauveur et al., 2004 ; Gutierrez et al., 1998).

### II.1.6.2. Apports en lipides

Les lipides représentent 12 % de l'œuf entier. Ils sont contenus uniquement dans le jaune (33,5 g pour 100 g de jaune d'œuf soit environ 7 g de graisses dans 1 jaune) et comportent une forte proportion de phospholipides. Le jaune d'œuf est d'autre part une source importante de cholestérol (1500 mg environ pour 100 g soit 300 mg pour 1 jaune).

### II.1.6.3. Apports en minéraux

Le jaune d'œuf est riche en phosphore et en fer. Il représente un faible apport de calcium associé à un rapport Ca/P très défavorable à son absorption.

**Tableau N°05 : Composition moyenne de l'œuf (100 g produit frais) en minéraux et vitamines. (NYS., 2001).**

Nutriments	Blanc/100g	Jaune/100g	Œuf entier/100g frais
Minéraux (mg/100 g)	500	1600	700
Sodium	155	50	120
Chlore	175	162	172
Potassium	140	100	125
Calcium	8	133	50
Phosphore	18	530	193
Fer	0,1	4,8	1,7
Magnésium	10	15	12
Soufre	163	165	164
Vitamines (µg/100 g)			
D	0	4,5	1,5
E	0	3600	1300
Thiamine B1	10	250	91
Riboflavine B2	430	840	447
Niacine B3	90	60	79
Biotine B8	7	60	25
Vitamine B6	10	370	138
Vitamine B12	0,1	2,8	1
Acide folique B9	12	140	60
Acide pantothénique B5	250	4500	1700

#### II.1.6.4. Apports en vitamines

L'œuf est une bonne source de vitamines du groupe B et pour le jaune de *vitamines A et D*. Il n'y a pas de relation entre la couleur plus ou moins intense du jaune et sa teneur en vitamines.

#### II.1.6.5. Apports en glucides

L'œuf ne contient pas de fibres glucidiques. Sa teneur en sucres simples est extrêmement faible (1 % de l'œuf) répartis entre le blanc et le jaune. Le glucose est la forme libre dominante (98 % des 0,5 % de sucres libres). L'œuf contient de nombreux glyco-conjugués notamment des glycoprotéines (ovomucoïde, ovalbumine, ovotransferrine, ovomucine et avidine dans le blanc ; phosvitine et riboflavine dans le jaune). (*Sauveur et al., 2004 ; Koketsu et al., 2003*).

### II.2. Qualité des œufs de poulet

Les œufs sont des produits fragiles et la qualité commence à diminuer dès qu'elle sera conservée. Beaucoup de facteurs affectent cette qualité, par exemple : l'âge de poule, climat, effets sur l'environnement et nutrition.

#### II.2.1. Qualité globale d'œuf

La qualité globale de l'œuf est déterminée par la qualité de sa coquille ainsi que sa qualité interne. La qualité des œufs intérieure est basée sur la qualité d'albumen, la qualité de jaune et la présence du sang ou des taches de viande (*Nicolas, 2008 ; Gerber, 2005 ; Jacob et al., 2000*).

### II.2.1.1. Qualité de la coquille

La couleur de la coquille est déterminée par la race de la poule. Les œufs blancs et les œufs bruns ont presque la même valeur nutritionnelle.

En fait, la qualité de la coquille est basée sur la dimension des œufs, leurs densité, leurs couleur, la résistance à la rupture, les déformations, leurs poids, du pourcentage de la coquille, ainsi que de son épaisseur. (Protais, 1988 ; Hamilton, 1982).

### II.2.1.2. Qualité d'albumen

Sa qualité a une influence importante sur la qualité interne des œufs. L'éclaircissement de l'albumen peut indiquer une perte de la qualité. Un œuf avec une bonne qualité d'albumen devrait être exempt des défauts internes tels que des taches de sang et taches de viande. (Nicolas, 2008 ; Coutts et Wilson, 1990).

### II.2.1.3. Qualité de jaune

Elle est déterminée par la couleur, la texture, la fermeté et l'odeur du jaune (Beyer, 2005; Zaghini *et al.*, 2005 ; Jacob *et al.*, 2000).

## II.2.2. La qualité microbiologique des œufs

La durée de conservation de l'œuf de consommation est limitée dans le temps car la qualité microbienne est aussi liée aux conditions d'élevage, de ramassage et de conservation. Lors de la ponte les œufs peuvent être l'objet de contaminations d'origine fécale dont la fréquence est liée au mode d'élevage, ou au type de collecte des œufs. Heureusement avant d'arriver au jaune qui est la partie essentielle de l'œuf, les bactéries doivent traverser de nombreuses barrières naturelles efficaces.

La plupart du temps les contaminations proviennent de l'extérieur et notamment de la coquille qui peut être contaminée par les bactéries présentes dans le cloaque ou celles présentes sur les surfaces où sont déposés les œufs (Guiraud, Galzy, 1987).

En effet, la contamination interne de l'œuf est très rare ; lorsqu'elle existe est originaire de salmonelles (*S. typhimurium*) et accessoirement de Staphylocoques (*S. Aureus*), et des contaminations secondaires à travers les pores de la coquille ou des micro-fêlures de la coquille, les plus fréquentes sont celles par *salmonelles*, *Clostridia*, *Proteus*, *Pseudomonas*. (site 1 : [www.avicultureaumaroc.com](http://www.avicultureaumaroc.com)).

## II .2.3. Qualité physico-chimique :

En réalité, l'œuf est un produit vivant ayant des échanges gazeux avec le milieu extérieur à travers les micropores de la coquille. En outre, la taille de la chambre à air augmente à mesure que l'eau s'évapore. De même, l'élimination du gaz carbonique à travers la coquille entraîne une augmentation du pH de l'albumen et une réduction de sa viscosité.

(site1 : [www.avicultureaumaroc.com](http://www.avicultureaumaroc.com)).

### II.2.4. Qualités organoleptiques

Le consommateur juge les qualités de l'œuf en fonction de critères :

#### II.2.4.1. La coloration de la coquille

On préfère en général dans plus de 90 % des cas, les œufs roux/bruns.

#### II.2.4.2. La fraîcheur du blanc

L'aspect de l'œuf cassé sur une surface plane caractérise son état de fraîcheur (un œuf fraîchement pondu s'étale peu).

#### II.2.4.3. Couleur de jaune :

La coloration la mieux appréciée se situe autour de 7 - 8 (soit jaune légèrement orangé) alors que la coloration normale de l'œuf se situe aux alentours de 9 - 10 (au-delà de 10, des pigments synthétiques, par exemple des caroténoïdes, sont ajoutés à l'alimentation de la poule) (**Beurre, 2005**).

### II.3. Facteurs affectent la qualité de l'œuf

Beaucoup de facteurs sont rapportés par les chercheurs pouvant affecter la qualité de l'albumen : le temps d'entreposage, la température, l'âge de poule et son état de santé ainsi que les éléments nutritifs apportés. Ces facteurs agissent l'un sur l'autre en affectant la qualité (**Nicolas A, 2008**).

Cette qualité dépend de plusieurs facteurs, tels que la base génétique, le système de logement (**Leyendecker et al., 2001**), conditions de stockage, la période de ponte, de l'âge des poules et l'alimentation.

#### II.3.1. D'origine endogène à la poule

##### II.3.1.1. Age d'oiseau

La part relative des constituants et le rapport jaune/blanc évoluent assez fortement avec l'âge de la poule. Lorsque la ponte est prolongée au-delà du stade usuel (jusqu'à plus de 90 semaines), la part de jaune tend à diminuer à nouveau.

Un autre effet bien établi de l'âge de la poule est une diminution de la teneur en matière sèche du blanc, passant par exemple de 12 à 13%. Les effets sont beaucoup moins clairs pour le jaune dont l'extrait sec est sensiblement constant (ou légèrement croissant en début de cycle). De même, l'extrait sec du mélange jaune - blanc (voisin de 25%) augmente sensiblement pendant les deux premiers mois de ponte puis reste stable.

Les données obtenues sur l'évolution éventuelle de la composition fine de l'œuf en fonction de l'âge de la poule sont, pour la plupart, peu reproductibles. Si les teneurs en protéines et lipides totaux sont reconnues comme très peu variables, des résultats totalement contradictoires ont été rapportés concernant les contenus de l'œuf en cholestérol et en acides gras essentiels, souvent par manque de prise en compte de la part de jaune elle-même. Lorsque l'œuf est enrichi en acide linoléique à travers l'alimentation de la poule, le taux de transfert serait plus élevé chez des poules âgées de 58 semaines plutôt que de 36 (**Pavlovski et al., 2000**).

### II.3.1.2. La génétique

L'ampleur des différences d'origine génétique est très différente selon que l'on compare les œufs d'animaux éloignés.

La comparaison classique d'œufs à coquille blanche ou colorée (différence d'origine uniquement génétique) tend à montrer une part de jaune supérieure dans les œufs colorés.

La quantité totale de protéines est une des caractéristiques les plus constantes de l'œuf mais des polymorphismes ont été montrés pour la plupart d'entre elles. Une sélection sur les teneurs en certaines de ces protéines est sans doute possible, notamment pour le lysozyme et la fraction  $\beta$ -glycosylée de l'ovomucine, toutes deux importantes dans la détermination de la structure en gel du blanc (Akbar *et al.*, 1983).

### II.3.1.3. Enrichissement de l'œuf en composés d'originaux d'intérêt nutritionnel ou antimicrobien

Les composants nutritifs jouent un rôle important sur la qualité d'œuf qui peut augmenter ou baisser leur qualité nutritionnelle d'un part, d'autre part la capacité antibactérienne du blanc envers *Salmonella enteritidis* présente une héritabilité de 0,16, utilisable en sélection.

Enfin, la possibilité de fabrication de protéines nouvelles dans l'œuf par voie de transgénèse vient d'être démontrée.

## II. 3.2. D'origine exogène

### II .3.2.1 Nutrition et qualité de l'eau

La nature, et donc la composition en acides aminés des protéines, acides gras des lipides, les minéraux, les vitamines de l'œuf sont totalement dépendantes de l'alimentation de la poule (Supié *et al.*, 1999).

### II.3.2.2. Effets des techniques d'élevage

Dans sa revue bibliographique dédiée à ce sujet, Sauveur (1991) notait que l'opinion favorable dont jouit, chez certains consommateurs, le logement des poules "au sol" par rapport à celui "en cages", si elle peut relever d'une volonté de protection du bien-être animal – qui reste à approfondir – ne saurait s'appuyer sur des différences constantes et bien établies de la qualité ou de la composition de l'œuf. La composition globale de l'œuf est en effet indépendante du type de logement des poules. En mettant de côté les aspects bactériologiques, considérés par ailleurs au cours de cette séance, les différences aléatoires de composition constatées concernent parfois le cholestérol et surtout les acides gras, vitamines et oligo-éléments minéraux : elles reflètent alors davantage les aliments auxquels les poules ont accès que le système d'élevage lui-même (Nys, 2001 ; Blum, Sauveur, 1996).

### II.3.2.3. La température environnementale élevée (Au-dessus de 25°C)

Les températures élevées environnementales ou de hangar peuvent affecter la prise d'alimentation (et donc calcium) de l'oiseau, ainsi ayant pour résultat une disponibilité diminuée de calcium pour le dépôt de coquille. Aussi bien que la prise décroissante d'alimentation, les pondeuses essayeront de surmonter la contrainte due à la chaleur par l'halètement. (Sauveur *et*

Nys (2004) ont constaté que la qualité des œufs des poules plus anciennes a été affectée plus sévèrement par la température accrue que de plus jeunes poules.

### II.3.2.4. présence de résidus indésirables

La présence de traces de pesticides apportées par les matières premières alimentaires a été montrée, Concernant les pollutions d'origine environnementale, la présence de métaux lourds indésirables (mercure, plomb, cadmium, arsenic) dans l'œuf est peu fréquente, en lien avec l'industrialisation des zones de production (Stadelman et Pratt, 1989).

### II.4. Méthodes d'estimation de la qualité des œufs de consommation

Il y a plusieurs méthodes utilisés pour évaluer la qualité des œufs, et qui sont soit des mesures destructives ou non destructives, et dans la plupart des cas ils peuvent avoir des applications lors du calibrage des œufs pour améliorer la sécurité et la qualité assurée envers les consommateurs. Elles peuvent également être bénéfiques aux producteurs puisqu'elles fournissent des informations sur les différents résultats. (Baerdemaeker et al., 2005) parmi lesquelles on peut citer :

#### ➤ Le mirage :

La classification commerciale des œufs de consommation est basée sur le mirage ; ce dernier est un procédé de contrôle de qualité qui permet d'observer :

- ✓ Les fêlures, les micro- fêlures, ou toute rupture de la coquille,
- ✓ La localisation et la dimension de la chambre à air,
- ✓ L'aspect du vitellus, de l'albumen, et des chalazes,
- ✓ La présence de grosses inclusions (taches de sang et/ou de viande),

Durant cette manipulation, les œufs présentant des coquilles fêlées, tachées de sang ou de déjections seront déclassés ou écartés et destinés aux casseries (Gloor et al., 2004 ; Protais, 1988 ; Tulett, 1987; Thapon, 1994).

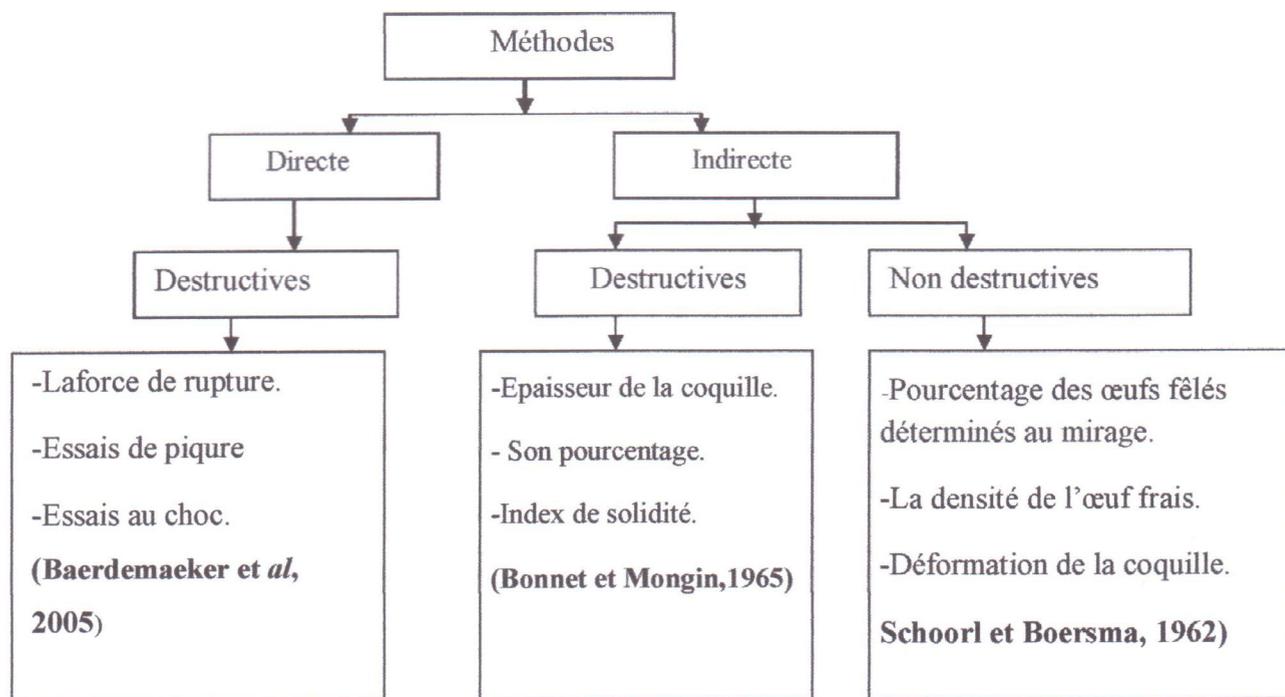


Diagramme de différentes méthodes d'estimation de la qualité des œufs

### II.4.1. Estimations de la qualité de l'albumen

Pour estimer la qualité du blanc d'œuf plusieurs méthodes utilisées, parmi elles, l'utilisation d'unité Haugh

#### Unité Haugh

Une mesure faite pour déterminer la fraîcheur de l'albumen. Elle est basée sur la mesure de l'hauteur de ce dernier (Gloor et al., 2004).

### II.4.2. Estimation de la qualité du vitellus

Elle se fait par une comparaison de la coloration du vitellus avec celle de l'éventail colorimétrique dont les valeurs s'échelonnent entre 6 (jaune clair) et 13 (jaune orangé) et encore par l'index vitellenique qui correspond au rapport de la hauteur du vitellus à sa largeur, il se situe entre 40 et 45 pour un œuf frais (Protais, 1988 ;Thapon, Borgois, 1994).

## II.5. Anomalies de l'œuf

### II.5.1. Œufs sans coquilles

La fragilité de la coquille peut être due à plusieurs causes notamment:

- ✓ Le manque de calcium dans la nourriture, le déséquilibre calcium-phosphore,
- ✓ Une précocité sexuelle trop grande,
- ✓ Certaines attaques virales, comme la bronchite infectieuse. (Vanmarcke, 1997).

### II.5.2. Œufs à coquilles crayeuses

La coquille étant dépourvue de cuticule organique va constituer une porte d'entrée à de nombreux micro-organismes pathogènes.

### II.5.3. Œufs à coquilles tachées

Les taches claires en question sont dues à la présence d'eau dans la coquille.

### II.5.4. Œufs à coquilles rugueuses

Proviennent de la fixation de débris tissulaires pendant la formation de la coquille (Sauveur, 1988).

### II.5.5. Les œufs à double jaune

L'inclusion de deux jaunes dans une même coquille est due soit à une ovulation rapide, soit à un retard du jaune dans sa progression jusqu'à la membrane sécrétoire de l'oviducte.

Ces œufs sont sans valeur pour la reproduction puisque les naissances gémeillaires sont impossibles.

### II.5.6. Les œufs tachés de sang

Cette anomalie survient surtout pendant la période de ponte intensive où l'ovaire est fortement irrigué pour permettre la formation rapide des ovules.

### II.5.7. Les petits œufs

- Les œufs anormaux, souvent minuscules et contenant seulement du blanc, sont appelés " œufs de coq ". L'apparition de ce petit œuf traduit souvent la fin d'une période de ponte active. Cette production anormale peut avoir d'autres causes:
- Un dérèglement du fonctionnement de l'oviducte
- Une ovulation anormalement retardée (**Françoise et al., 2010**).

### III.1. Généralités sur les probiotiques

Le terme « probiotique » vient du grec *pro* «qui pour, partisan de» et *biôtikos* «qui concerne la vie». (Fuller, 1989)

La notion de probiotiques a été développée principalement grâce aux travaux de Metchnikoff ayant suggéré que l'ingestion de bactéries lactiques vivantes accroît la longévité en réduisant dans le tube digestif la population de bactéries putréfiantes ou produisant des toxines. Une des premières définitions des probiotiques comme « facteurs promoteurs de croissance produits par des microorganismes » a été proposée par Lilly et Stillwell en 1965. Ensuite, Parker élargit cette définition à des «organismes et substances qui contribuent à l'équilibre de la flore. Cette définition inclut potentiellement des produits métaboliques microbiens y compris les antibiotiques. Plus tard, Fuller propose une définition très proche du sens actuel : « supplément alimentaire microbien vivant qui affecte de façon bénéfique l'hôte en améliorant l'équilibre de sa flore intestinale » (Fuller, 1989). Par opposition aux précédentes définitions, la définition suivante introduit la notion de souche définie bien caractérisée d'un point de vue taxonomique ainsi que la notion de quantité apporté à l'homme. La FAO (Food and Agriculture Organisation) et l'OMS (Organisation mondiale de la santé ; WHO) ont établi des lignes directrices pour l'utilisation du terme « probiotiques » dans les aliments (FAO/OMS, 2002) et formulent la définition suivante : « micro-organismes vivants qui lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, exercent une action bénéfique sur la santé de l'hôte qui les ingère » (Ait-Belgnaoui, 2006).

### III.2. Microorganismes utilisés comme probiotiques

Les principaux microorganismes probiotiques connus à ce jour sont des bactéries

(*Lactobacilles*, *bifidobactéries*, *propionibactéries*, *Escherichia coli* et *entérocoques*) et des levures (*Saccharomyces boulardii*) (Anuradha et Rajeshwari, 2005).

### III.3. Critères de sélection des souches probiotiques

La majorité des définitions des probiotiques insistent sur le fait qu'un microorganisme

Probiotique doit obligatoirement être viable pour parvenir à l'occupation de son site d'action et par la suite exercer ses bien-effets.

Dans les denrées alimentaires, les micro-organismes doivent répondre aux critères ci après, basés sur la définition ci-dessus (Naidu et al., 1999 ; Holzapfel et al., 1998; Nighswonger et al., 1996).

1. absence de nocivité (aucune réaction immunitaire de l'hôte contre le germe probiotique; aucune réaction pathogène, toxique, allergénique, mutagène ou cancérigène déclenchée par le germe lui-même, ses produits de sécrétion ou ses composants cellulaires après sa mort).
2. atteindre vivants le site de l'action, s'y multiplier et/ou le coloniser.
3. donner lieu à des actions cliniquement documentables (modifications de la flore intestinale, élimination de germes pathogènes ou opportunistes, stimulation immunitaire, etc.)
4. être aisément maîtrisables au point de vue technologique (génétiquement stables, pas de transferts de plasmides, production aisée et reproductible, bonne survie dans les denrées alimentaires tout au long de leur période de conservation) (Dubach, 2002).

### III.4. Les probiotiques en aviculture

L'emploi commercial de probiotiques en élevages industriels des volailles est relativement nouveau. Comme pour les autres animaux, leur utilisation s'est développée à la suite des recherches effectuées sur le tractus gastro-intestinal qui ont permis une meilleure compréhension du rôle de la microflore et de son importance sur la santé et l'hygiène digestive des animaux.

#### III.4.1. Efficacité sanitaire des probiotiques

Leur efficacité première se situe au niveau de l'aspect sanitaire. Les probiotiques exercent des activités antibactériennes contre diverses bactéries pathogènes et notamment contre les microorganismes fréquemment responsable d'infection chez les poulets : *Salmonella sp*, *Compylobacter*, *Escherichia coli*. (Van et al., 2002 ; Van et al., 2005).

#### III.4.2. Efficacité zootechnique

Chez l'animal, l'efficacité zootechnique revendiquée des probiotiques est souvent par l'amélioration de la croissance, de l'indice de consommation (IC), et de l'état sanitaire voire du bien être des animaux établis par la réduction de la fréquence des diarrhées ou de la mortalité durant certaines phases critiques d'élevage: stress alimentaires (changement de régime alimentaire, rations riches en concentré), stress sanitaires (densité des animaux...).

En matière de productivité, les données publiées font apparaître une variabilité importante de la réponse animale pour l'amélioration de la croissance et pour l'IC, la réponse relative étant d'autant plus marquée que les conditions nutritionnelles et sanitaires sont médiocres (Edens, 2003 ; Yusrizal et Chen ,2003).

### III.5. Les bactéries lactiques et leur action probiotique

Les bactéries lactiques comptent parmi les principaux probiotiques. Leur nom générique vient du fait qu'elles ont la propriété de produire de l'acide lactique.

#### III.5.1. Caractéristiques générales

Chez les bactéries lactiques, la fermentation des hexoses produit principalement de l'acide lactique. Ce sont des anaérobies, micro-aérophiles ou aéro-tolérantes et ont, en outre, pour caractéristiques communes d'être Gram positif, non mobiles, non sporulantes et très rarement pathogènes et catalase négative. Sous l'appellation « bactéries lactiques » sont regroupés les genres *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* et *Carnobacterium* (appartenant à l'ordre des Lactobacillales, contenu de l'ADN en G + C < 50%) et le genre *Bifidobacterium* (appartenant à l'ordre des Bifidobacteriales, contenu de l'ADN en G + C > 50%). Les bactéries lactiques possèdent en effet un statut GRAS (Generally Recognized As Safe) qui autorise officiellement leur usage dans les applications alimentaires et qui témoigne de leur parfaite innocuité. Elles sont utilisées pour la préservation des aliments ainsi que pour l'amélioration de leurs qualités structurelles et organoleptiques. Cependant, peu de bactéries lactiques survivent au passage du tractus intestinal. Les bactéries lactiques colonisent des habitats variés mais riches en composés organiques comme les produits alimentaires (viande, vin, lait, choucroute, cacao,...), les ensilages, le fumier, les tractus gastro-intestinal et génital (animal et homme) (Ait-Belgnaoui,2006).

### III.6. *L. plantarum*

#### III.6.1. Définition

Bactérie Gram positive non pathogène existant naturellement dans la salive humaine et l'appareil gastro-intestinal. En tant que membre des bactéries d'acide lactique, il est utilisé généralement dans la fermentation de nourriture. Étant employé comme probiotique, ses applications biothérapeutiques ont été de plus en plus identifiées.

Les cellules sont en forme de bâtonnets cylindriques et courts, disposés seuls, en paires ou en courtes chaînes indiquant une phase active de croissance. Certaines souches peuvent produire un excès d'acide lactique à des pH > 3,6. La plupart des souches sont sensibles à l'éthanol au-delà de 6 %. (Annicka, 2009).

#### III.6.2. Critères spécifiques de *L. plantarum*

Il est diffère de beaucoup d'autres espèces de *lactobacille* aux points suivants:

1. Il a un génome relativement grand et a été entièrement ordonnancé.
2. Possède une capacité saisissante de fermenter beaucoup de différents hydrates de carbone.
3. Il a une condition de forte croissance pour le manganèse et peut accumuler les niveaux intercellulaires élevés du manganèse (Archibald et Fridovich, 1981). Le manganèse assure une défense pour le *L. plantarum* contre la toxicité de l'oxygène par la réduction de radicaux de l'oxygène à H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Archibald et Fridovich, 1981a.).
4. Il a une tolérance élevée au pH faible (Daeschel et Nes, 1995). Le fait qu'il prédomine fréquemment dedans spontanément, l'acide lactique fermente les nourritures où le pH est habituellement en-dessous de 4.0 et survit également au passage par les conditions acides de l'estomac humain (Johansson et al., 1993).
5. Peut posséder l'activité de tannase (Vaquero et al., 2004 ; Osawa et al., 2000) et peut également métaboliser les acides phénoliques (Barthelmebs et al., 2001).

#### III.6.3. Métabolisme de *L. plantarum*

*L. plantarum* est une bactérie anaérobie facultative qui peut pousser en la présence et l'absence de l'oxygène. En présence de l'oxygène, elle peut convertir l'oxygène en peroxyde d'hydrogène, qui se donne une tolérance élevée de peroxyde d'hydrogène. D'une part, quand l'oxygène est absent, il peut subir la fermentation et transformer des sucres en acide lactique ou alcool (hétérofermentatif). L'acide lactique produit est une combinaison des deux isomères du glucose (D et L). Aussi bien, il peut liquéfier la gélatine (Malinen, 2007).

#### III.6.4. Mécanisme d'action de *Lactobacillus plantarum*

*L. plantarum* est l'une des bactéries le plus largement productrices d'acide lactique en nature et est souvent inclus dans les cultures d'amorçage mélangées pour la production de la viande fermentée, des légumes, de l'ensilage et de certains produits laitiers (Vandamme, 1994).

Ce germe agit par plusieurs façons :

- ❖ Exclure de manière compétitive les espèces indésirables et certainement accrue par la production des toxines antimicrobiennes (**Izquierdo, 2009**), (bactériocines qui sont des peptides antibactériens (**Klaenhammer, 1988**)). Elles montrent un spectre d'activité étroit derrière des espèces pathogènes. Parmi ces dernières, les plus souvent rencontrés sont les plantaricines.
- ❖ La production d'acides organiques (acide lactique ou acide acétique) à partir de glucides ingérés lors de la prise alimentaire, en abaissant le pH, qui freine le développement des germes pathogènes *Escherichia coli* et des *Salmonella*. La diminution de concentration des bactéries coliformes dans le tube digestif serait due au pH très bas.
- ❖ Produisent du peroxyde d'hydrogène inhibiteur de nombreuses souches bactériennes pathogènes, mais respectant l'écosystème des bactéries elles-mêmes (**Göran, 2006**).

## I. Matériel

Le matériel utilisé comporte du matériel biologique (les œufs) d'une part, et le matériel technique d'autre part.

### I.1. Appareillage

- ❖ pH mètre (marque : Hanna) ;
- ❖ Bain marie (marque : Heidolph) ;
- ❖ Etuve réglable à 37°C (marque :Mettler) ;
- ❖ Etuve réglable à 44°C (marque :Mettler) ;
- ❖ Etuve réglable à 70°C – 80°C (marque :Mettler) ;
- ❖ Etuve réglable à 105°C (marque :Mettler) ;
- ❖ Etuve réglable à 100°C (marque :Mettler) ;
- ❖ La hotte (marque : TELSTART) ;
- ❖ Four pasteur (marque : Controls) ;
- ❖ Four à moufle (marque : Furnace) ;
- ❖ Spectrophotomètre (marque :Amersham) ;
- ❖ spectrophotométrie d'absorption atomique(SAA) ;
- ❖ Centrifugeuse (marque :Hettich) ;
- ❖ L'appareil Soxhlet ;
- ❖ Le réfractomètre ;
- ❖ Vortex (marque : VWR) ;
- ❖ Plaque chauffante agitatrice (marque : SELECTA) ;
- ❖ Balance (marque : Scout pro) ;
- ❖ Balance analytique ;
- ❖ Compteur de colonies (marque :Bioblock) ;
- ❖ Autoclave (marque : Pibbrand) ;
- ❖ Réfrigérateur et congélateur (marque : CondorHisense) ;

### I.2. Verrerie et autre

- ❖ Les tubes à essai,
- ❖ Les pipettes graduées,
- ❖ Les pipettes pasteur,
- ❖ Les béchers,
- ❖ Les flacons,
- ❖ L'entonnoir,
- ❖ L'éprouvette,
- ❖ La fiole erlenmeyer à bec.
- ❖ Le verre de montre ;
- ❖ Le cylindre gradué
- ❖ Les boîtes de pétri stériles ;
- ❖ La spatule,
- ❖ L'anse de platine,
- ❖ Les pinces ;
- ❖ Les capsules en porcelaine
- ❖ Les micropipettes ;
- ❖ Seringues (2,5ml et 5 ml) ;
- ❖ Barreau magnétique;
- ❖ Papier Wattman et membrane filtrante de porosité 0.2µm ;
- ❖ Un mortier.

### I.3. Réactifs et Produits chimiques

- ❖ L'eau physiologique ;
- ❖ L'eau distillée stérile ;
- ❖ L'eau peptonée tamponnée stérile ;
- ❖ L'éther de pétrole ;
- ❖ d'éther éthylique ;
- ❖ L'acide sulfurique ;
- ❖ L'anthrone (9,10-dihydro 9-oxoanthracène) ;
- ❖ La solution mère de glucose (2 g/l) ;
- ❖ La soude Dornique : NaOH (1N) ;
- ❖ Le phénol phtaléine 0,5% ;
- ❖ l'éthanol 70 % ;
- ❖ L'alcool ;
- ❖ Additifs : Sulfite de sodium, alun de fer, tellurite de potassium ;
- ❖ L'hydroxyde de Sodium dans l'éthanol.

### I.4. Milieux de culture

#### I.4.1. Milieux solides

- ❖ La gélose « PCA » (Plate Count Agar) pour le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile ;
- ❖ La gélose « VRBL » (Violet de gentiane-Peptone-Bille-Lactose) pour le dénombrement des coliformes totaux et des coliformes thermo tolérants ;
- ❖ La gélose « VRBG » (Violet de gentiane-Peptone-Bille-Glucose) pour le dénombrement des coliformes totaux et des coliformes thermo tolérants dans la matière fécale des poules.
- ❖ La gélose « VF » (viande-foie) pour la recherche des *clostridium* sulfito-réducteurs ;
- ❖ La gélose « Chapman » pour la recherche et le dénombrement de *staphylococcus aureus* ;
- ❖ La gélose « Hektoen » pour l'isolement des salmonelles ;

#### I.4.2. Milieux liquides

- ❖ Le bouillon « SFB » pour l'enrichissement des salmonelles ;
- ❖ Le bouillon « ROTHE » D/S et S/C pour La recherche et le dénombrement des Streptocoques.
- ❖ Le bouillon « Eva -Litsky » ;
- ❖ Le bouillon « GC » (Giolitti Cantoni) pour l'enrichissement de *staphylococcus aureus* ;

## II. Méthodes

### II.1. L'élevage

#### II.1.1. Effectif et conditions d'élevage

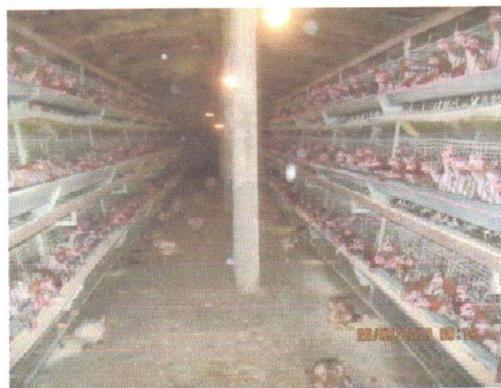
L'élevage visé est localisé dans la région de Lahmara, commune de l'Emir Abdelkader, compte trois milles (3000) poules ISA-BROWN d'un âge du 19 mois, elles entrent dans la ponte à partir le 4<sup>ème</sup> mois, elles sont réparties sur deux batteries de 3 étages à raison de 5 poules par cage.

Les batteries ayant servi à l'expérimentation sont faites de tôle galvanisée avec une ouverture latérale, dont les dimensions sont de l'ordre de 20 m de longueur, 1,5 m de largeur.

Elles sont surélevées à 0,25 m du sol. La ventilation électrique est assurée par 04 extracteurs latéraux. Avec une température d'ambiante l'éclairage quotidien est maintenu en continu pendant 16 heures.

Les cages ont la longueur et la largeur de 40 cm et une hauteur de 50 cm.

L'expérimentation animale s'est déroulée du mois de Mars jusqu'au début du mois de Mai pour une période de 47 jours (13-03-2013 jusqu'à 10 -05-2013).



Photos N°01 et N°02 : Poules au niveau du poulailler.

#### II.1.2. Alimentation et prophylaxie

##### II.1.2.1. Composition des diètes des poules

L'éleveur achète les aliments de base à partir un centre de fabrication d'aliments à Bejaia, puis c'est lui-même qui fait la formulation des aliments selon les quantités suivantes :

CMV	Soja	Mais	Calcaire	Song	VTS
1,5Kg	22Kg	62,47Kg	9Kg	5Kg	0,03Kg

##### II.1.2.2. Les vaccins

Les vaccins utilisés sont en général contre Newcastle, Gumboro, Bronchite infectieuse, et Variole aviaire soit dans l'eau de boisson ou par l'injection directe (voir l'annexe N°01).

### II.1.3. Traitement expérimental

Dans notre étude, nous avons sélectionné 1000 poules, que nous avons réparties en 02 lots, dont un témoin et l'autre expérimental, ce dernier a reçu une supplémentation par des bactéries probiotiques qui ont été sélectionnées à l'université de Jijel. La distribution a été faite dans l'eau de boisson de  $1,2 \cdot 10^{14}$  à  $2,4 \cdot 10^{14}$  UFC/ml de *L. plantarum*.

Les deux lots sont subdivisés en 10 répétitions, dont chacune contient 50 sujets.

- Un groupe témoin (TEM) recevant un aliment classique.
- Un groupe expérimental (EXP) nourri avec le même aliment que le témoin avec supplémentation probiotique.

L'objectif de cette expérience est l'étude de l'activité probiotique de *L. plantarum* chez les poules pondeuses ISA- BROWN.

Nous avons étudié l'effet de ce régime sur les performances zootechniques ainsi que l'effet sur les qualités nutritionnelles, fonctionnelles et organoleptiques des œufs.

### II.1.4. Paramètres étudiés

L'étude chimique et physico-chimique consiste à évaluer l'effet de *L. plantarum* sur la qualité des œufs (poids de l'œuf, glucides, protéines totales, lipides ...etc.).

D'un point de vue zootechnique, nous avons comparé la croissance, la consommation d'aliment, l'indice de consommation et le taux de mortalité dans les deux lots d'animaux.

#### II.1.4.1. Performances zootechniques de la volaille

Durant la période d'expérimentation de 47 jours, certains paramètres zootechniques ont été déterminés:

- Les poids vifs des poules enregistrés chaque semaine ;
- La consommation d'aliment enregistrée quotidiennement ;
- Le nombre d'œufs pondus et leurs poids dans les différents lots sont également relevés quotidiennement ;
- La mortalité a été estimée en fin de période d'élevage.

#### II.1. 4.2. Poids des poules

Le poids vif qui est le rapport entre l'ensemble des pesées et le nombre des sujets dans le lot

- Le poids vif individuel de 10 sujets par lot a été enregistré à partir du 20-03-2013 et en suite mesuré tout les 7 jours à une heure fixe.

#### II.1.4.3. La consommation alimentaire (l'indice de consommation IC)

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

$$IC = QA / p$$

Où :

- **QA** : La quantité d'aliments consommée par semaine
- **P** : poids par sujet sur cette semaine.

#### II.1.4.4. Taux de ponte (TP)

Le taux de ponte (TP) appelé aussi intensité de ponte (IP) ou pourcentage de ponte exprime le nombre d'œufs pondus par un troupeau de poules pendant un nombre de jours donnés de ponte. Il s'agit en fait du nombre d'œufs pondus par jour et par un effectif de 100 poules.

La mesure de l'intensité de ponte exprime en fait à la fois la longueur moyenne des séries et la fréquence moyenne des jours de pause. Elle permet à l'éleveur de contrôler chaque jour la production de son troupeau afin d'intervenir rapidement s'il y a une chute brutale de ponte suite à un problème quelconque.

##### Calcul

Dans la pratique, l'intensité de ponte est rapportée, soit au nombre initial de poules mises en place (poules départ) ; soit au nombre de poules vivantes (poules présentes) au moment de la mesure. En fait, ce dernier mode d'expression tient compte des mortalités qui surviennent pendant la période de ponte, donc sa valeur. Les modes de calcul du taux de pontes sont donnés par les formules suivantes :

$$\text{TPPD} = (Q / NK) \times 100$$

$$\text{TPPP} = (Q / n1 + n2 + \dots + ni + \dots + nk) \times 100$$

Où :

**TPPD** : Taux de Ponte par Poules Départ

**TPPP** : Taux de Ponte par Poules Présentes

**Q** : Nombre total d'œufs produits dans le poulailler en k jours

**N** : nombre initial de poules mise en place

**n1 + n2 + ..... + ni + ..... + nk** : Somme des nombres de poules présentes chaque jour depuis le jour 1 jusqu'au jour k

**NB** : L'intensité de ponte est calculée sur la base journalière (k = 1) ou sur une base hebdomadaire (k = 7) et quelque fois sur des périodes de 4 semaines (k = 28) (Site 01 : [www.avicultureaumaroc.com](http://www.avicultureaumaroc.com)).

#### II.1.4.5. Taux de mortalité

C'est le rapport entre le taux de sujets morts durant la période de l'élevage et l'effectif initial multiplié par 100 ont été évalués selon la méthode décrite par (Yusrizal et Chen, 2003).

##### Calcul

$$\text{Taux de mortalité \%} = Ns/Nt \times 100$$

Où :

- Ns : Nombre des sujets morts.
- Nt : Nombre total des poules.

#### II.1.5. Matière fécale des poules

Pendant la période expérimentale, on prélève chaque 3 jour une quantité des fèces, cinq échantillons TEM et cinq EXP, pour mesurer le pH et la recherche des entérobactéries.

**II.1.5.1. Mesure de pH**

- Dans un bécher propre, homogénéiser 1g de la matière fécale avec 9 ml d'eau distillée.
- Puis introduire l'électrode de pH mètre.
- Ensuite lire la valeur après la stabilisation de cette dernière (Choe *et al.*, 2013).

**II.1.5.2.L'analyse microbiologique****A. Préparation de solution mère**

- Déposer 10 g de matière fécale dans un bécher et ajouter à 90 d'eau physiologie.
- Bien homogénéiser.

**B. Préparation des dilutions**

On prépare les autres dilutions jusqu'à  $10^{-6}$ .

**C. Recherche et dénombrement des entérobactéries**

Le dénombrement des entérobactéries est effectué sur gélose VRBG selon la norme NF V 08-054

**Technique**

- Faire fondre la gélose VRBG dans un bain mari puis le refroidir en surfusion ( $45^{\circ}\text{C} - 47^{\circ}\text{C}$ ).
- A partir de la dilution  $10^{-5}$ , prélever 1 ml de l'inoculum puis le déposer dans une boîte Pétri sous forme de gouttelettes.
- Couler la gélose dans la boîte contenant l'inoculum et bien homogénéiser le tous.
- Laisser prendre en masse puis recouvrir d'une deuxième couche de gélose VRBG, laisser solidifier.
- Même procédure à partir de la dilution  $10^{-6}$ .
- Incuber à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures.
- Après le temps d'incubation, dénombrer les colonies rouges foncées d'un diamètre supérieur à 0,5 mm pour les boîtes contenant 15 - 300 colonies.

**Calcul et expression des résultats**

Le nombre de microorganismes présents dans l'échantillon est égal à :

$$N = \sum C/V (n_1 + 0,1n_2) \times d$$

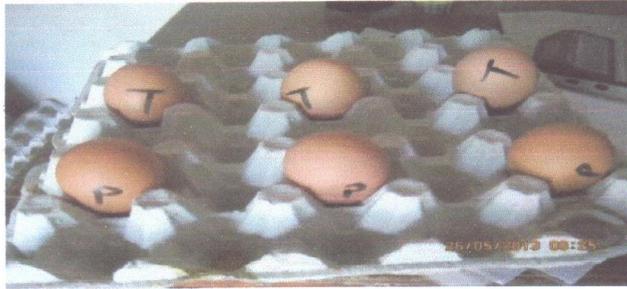
Où:

- $\sum C$  : somme de colonies comptées sur toutes les boîtes retenues.
- $n_1$  : nombre de boîtes retenues à la première dilution.
- $n_2$  : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution.
- $d$  : taux de dilution de la première dilution.
- $V$  : volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte.

## II.2. Œuf

Nous avons utilisé au total 60 œufs, et chaque jour de l'expérimentation on analyse deux échantillons, chaque échantillon est constitué de trois œufs pour le témoin et trois œufs pour l'expérimental, ces œufs étaient pondus le même jour.

Afin de bien mener ce travail, nous avons adopté une méthodologie qui consistait de procéder à un examen de l'œuf avant cassage, par un examen visuel de la coquille, mesure du poids de l'œuf entier, détermination de ses dimensions (la longueur et largeur), et terminer par un examen de l'œuf après cassage où nous avons étudié les paramètres physiques, chimiques, physico-chimiques, et microbiologiques.



**Photo N°03: Echantillonnage des œufs.**

### II.2.1. Analyses physiques

#### II.2.1.1. Poids et calibre des œufs

Le poids des œufs a été mesuré au moyen d'une balance analytique avec une précision de  $\pm 0,001$ . La mesure de calibre (grand axe et petit axe) a été faite au moyen de pied à coulisse.

#### II.2.1.2. Index de forme

La géométrie de l'œuf est généralement ovale et peut être caractérisée par son index de forme.

#### Calcul et expression des résultats

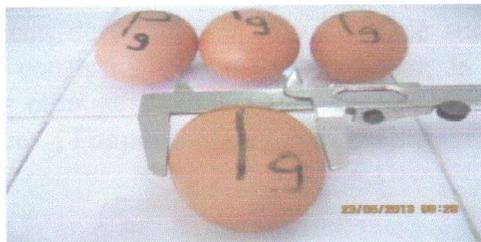
L'index de forme est déterminé par la formule :

$$If = D/L \times 100$$

Où

- **D** : diamètre petit axe
- **L** : la longueur (grand axe)

Le plus souvent  $0,7 < If < 0,75$  (Françoise et al., 2010)



**Photo N°04: Les mensurations de l'œuf entier.**

### II.2.1.3. La chambre à air

Après le cassage de l'œuf, on prend la coquille et à l'aide d'une aiguille on détermine la hauteur de la chambre. (Thapon et Borgoï, 1994).

### II.2.1.4. Propriétés mécaniques de la coquille

Les propriétés mécaniques de la coquille ont été déterminées sur les œufs indemnes de microfêlures, les critères calculés sont les suivants :

#### A. Index de solidité de la coquille (I)

##### Principe

L'index de solidité de la coquille est une mesure de quantité de matériau déposé. Ce calcul du pourcentage du poids de la coquille par rapport au poids de l'œuf prend en compte la taille de l'œuf (Mirabito *et al.*, 2005).

##### Calcul et expression des résultats

L'index de solidité de coquille est exprimé en g/100cm<sup>2</sup>. Il est égal au poids de la coquille (C en gramme) par unité de surface (g/100cm<sup>2</sup>), la surface (S en cm<sup>2</sup>) étant une fonction exponentielle du poids de l'œuf (P en gramme). Il est de la forme :

$$I = 100(C/S) = 100[C/K \times P \exp^{2/3}].$$

Où

$$S = K \times P^{2/3}$$

- K = 4,67 si le poids de l'œuf < 60g.
- K = 4,68 si le poids de l'œuf compris entre 60 et 70g
- K = 4,69 si poids de l'œuf > 70g.

#### B. Epaisseur de la coquille (T)

A partir de l'index de solidité, l'épaisseur (T en mm) de la coquille était calculé selon la formule suivante : (Mirabito *et al.*, 2005).

$$T = I / 23,5$$

### II.2.1.5. Examen visuel des milieux internes de l'œuf

Le cassage de l'œuf s'effectuait en faisant un trou tout au long du petit bout, à l'aide d'un bistouri. Le contenu de l'œuf était ensuite versé sur une plaque en verre, puis examiné. L'examen visuel consistait à observer la couleur, la forme, ainsi que la présence ou non d'éventuels corps étrangers, pour chaque milieu interne de l'œuf. Ceci était complété par l'examen de l'odeur. (Thapon et Borgoï, 1994).

### II.2.1.6. Mesure d'unité Haugh (UH)

L'examen ultime de chaque œuf consistait à mesurer les unités de HAUGH. Ces derniers permettent d'apprécier la consistance de l'albumen, et avoir des indications sur l'état de l'évolution de l'œuf.

#### Technique

La mesure d'unité de HAUGH (U. H) se faisait à l'aide d'une règle piquée verticalement dans le blanc dense, à 1 cm du vitellus. Sa lecture se faisait par lecture directe en millimètres

#### Calcul et expression des résultats

Effectuer la conversion selon la formule: (Gloor et *al.*, 2004)

$$UH = 100 \times \text{Log} (H - 1,7 \cdot G^{0,37} + 7,6)$$

Où

H : hauteur de l'albumen épais exprimée en mm.

G: 9,81 m/s<sup>2</sup>

### II.2.1.7. Estimation de la couleur de jaune d'œuf

La pigmentation du jaune d'œuf a été évaluée après un cassage de l'œuf dans un plateau en verre transparent, puis le degré de la couleur de jaune est déterminé à l'aide d'une comparaison avec une image de l'échelle de la collection de couleur de jaune d'œuf ( de 1 à 15, Roche : yolk color fan).



Photo N°05 : Eventail de Roche.

### II.2.1.8. Index vitellenique

#### Technique

Elle se fait par une comparaison de la coloration du vitellus avec celle-ci de l'éventail colorimétrique dont les valeurs s'échelonnent entre 6 (jaune clair) et 13 (jaune orangé) et encor par l'index vitellenique ( $I_v$ ) qu'est correspond au rapport hauteur du vitellus (H)/ largeur du vitellus(L).

**Calcul et expression des résultats**

$$\text{Index vitellenique} = H/L \times 100$$

- ❖ Pour un œuf frais  $40 < I_v < 45$  (Protais, 1988 ; Thapon, Borgeois, 1994).

**II.2.1.9. Recherche des corps étrangers**

Les corps étrangers sont des substances organiques ou inorganiques, d'origine interne ou externe, présentes dans le contenu de l'œuf.

**Technique**

- Introduire 100 g du produit à analyser dans un cylindre gradué d'une capacité de 1000 ml.
- Ajouter de l'eau distillée jusqu'au repère correspondant à 1000 ml.
- Mélanger avec soin et passer à travers un filtre à mailles de 1 mm d'ouverture (CEE-ONU 1998).

**Calcul et expression des résultats**

- Après filtrage, on ne doit observer aucun fragment sur la toile.

**II.2.2. Analyse physicochimique****II.2.2.1. Détermination de pH (NF V 05-108, 1970)**

Le pH-mètre nous permet de mesurer le pH du vitellus et de l'albumen de chaque œuf. La mesure du pH se fait en plongeant la sonde dans le milieu à examiner pendant environ une minute. (Kamoun, 1997).

La mesure du pH permet de suivre les modifications chimiques à l'intérieur de l'œuf (Audigie, 1984).

**II.2.2.2. Détermination de l'acidité****Principe**

L'acidité peut être titrée de façon précise à l'aide de la soude Dornic (1N).

**Technique**

- Peser 10 ml de l'œuf entier.
- Placer dans un bécher de 100 ml.
- Ajouter 0,1 ml de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool à 95%.
- Rajouter la soude Dornic (1N) à la burette.
- Titrer jusqu'au virage au rose.

### Calcul et expression des résultats

L'acidité Dornic est déterminée par la formule (Guiraud, 1998)

$$\text{Acidité (D}^\circ\text{)} = V_{\text{NaOH}} \times 10$$

$V_{\text{NaOH}}$  : Chute de burette obtenue.

#### II.2.2.3. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est la proportion effective (totale, dosable) d'eau dans la denrée.

##### Principe

La teneur en eau peut être déterminée par perte de poids à la dessiccation (103-105°C) à l'étuve pendant une nuit.

Par cette méthode indirecte, on dose toutes les matières volatiles jusqu'à 105°C et on introduit une erreur plus ou moins importante selon la denrée. En réalité, on ne détermine pas la teneur en eau mais la teneur en matière sèche. (Anonyme 3, 2007)

##### Technique

- Etaler 1g un échantillon dans une capsule en porcelaine.
- Sécher dans une étuve réglée à une température de  $103 \pm 2$  °C pendant un huit, jusqu'à obtention d'un poids constant (Afnor, 1982).

### Calcul et expression des résultats

La teneur en eau est donnée par la formule :

Dont : 
$$\text{Teneur en eau (\%)} = (m_1 - m_2) \times 100 / M$$

- $m_1$  : masse en gramme du creuset avec son contenu avant la dessiccation.
- $m_2$  : masse en gramme du creuset avec son contenu après la dessiccation.
- $M$  : masse en gramme de la prise d'essai. (Afnor, 2000)

#### II.2.2.4. Détermination de la matière sèche

##### Principe

La matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale et la quantité d'eau évaporée déduite.

### Calcul et expression des résultats

Le pourcentage de la matière sèche est donné par la formule :(Larpen, 1997)

$$\text{MS(\%)} = 100(\%) - \text{la teneur en eau (\%)}$$

### II.2.2.5. Détermination de la matière organique et la matière minérale (teneur en cendres)

Selon : AOAC 923.03, 1997

#### Technique

- Un échantillon de 2g de L'œuf entier homogénéisé est mis dans des capsules en porcelaine ( $M_1$ ),
- placer dans un four à moufle réglé à  $550 \pm 15$  °C, pendant 5 heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre.
- Après refroidissement, peser les capsules ( $M_2$ ).

#### Calcul et expression des résultats

La teneur en matière organique est exprimée par la formule suivante :

$$\text{MO}\% = (M_1 - M_2) / P \times 100$$

Soit :

- MO : matière organique en (%).
- $M_1$  : masse des capsules avec la prise d'essai.
- $M_2$  : masse des capsules avec cendres.
- P : masse de la prise d'essai.
- ❖ La teneur en cendres (Cd) est calculée comme suit :

$$\text{Cd}\% = 100\% - (\text{Teneur en eau \%} + \text{MO}\%)$$

### II.2.2.6. Test de solubilisation de la coquille

- Pèser une masse ( $m_i = 0,5\text{g}$ ) de la poudre de coquille d'œuf qu'on met dans une éprouvette avec 1ml d'HCl à 0,1M et on complète le volume avec de l'eau distillée jusqu'à le volume de 10ml.
- laisser pendant 24 heures.
- Peser la masse du filtre avant utilisation.
- Filtrer la solution.
- Sécher le filtre 40 min à 45°C ;
- Peser à nouveau le filtre.
- 

#### Calcul et expression des résultats

Taux de solubilisation du  $\text{CaCO}_3$  est calculé comme suit :

$$\% \text{ de solubilisation} = m_i - m_s$$

Où :

$$m_s = m_0 - m_1$$

$m_i$  : masse initiale de poudre

$m_s$  : masse de la poudre solubilisée

$m_0$  : masse du filtre avant utilisation

$m_1$  : masse du filtre après utilisation

Le taux de solubilisation du  $\text{CaCO}_3$  de la coquille est de 4,04 %. Le  $\text{CaCO}_3$  se décompose sous l'action de l'acide et dégage du  $\text{CO}_2$  selon la réaction suivante : (Duchaufour, 1965)



### II.2.2.7. Détermination de la teneur en lipides

#### Principe

Les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraits à partir du jaune d'œuf par des solvants organiques non polaires au moyen de l'appareil Soxhlet.

#### Technique

- Après Séchage du ballon de 500 ml à l'étuve à 105°C pendant une heure et refroidissement au dessiccateur pendant 30 mn, peser le ballon à la précision de 0.001g.
- Environ 20g du jaune est introduit dans la cartouche placée à l'intérieur de l'appareil Soxhlet.
- Verser 200ml d'éther de pétrole dans le ballon et 50ml dans l'extracteur.
- Chauffer le ballon sur le chauffe ballon pendant 4h (20 siphonages par heure) jusqu'à l'épuisement de la matière grasse.
- Après élimination du solvant du ballon par distillation, on sèche le résidu du ballon dans une étuve à 70-80°C.
- Laisser refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30mn.
- Peser le ballon avec l'huile à la précision de 0.001g.

#### Calcul et expression des résultats

La teneur en matière grasse est exprimée par la formule suivante :

$$MG\% = (P_2 - P_1)/P_3 \times 100$$

Soit :

- $P_1$  : Poids du ballon vide (g).
- $P_2$  : Poids du ballon avec l'huile extraite (g).
- $P_3$  : Poids de la prise d'essai (g) (AOAC, 2000).



Photo N°06 : L'appareil de Soxhlet.

### II.2.2.8. Dosage des acides gras libre (acide oléique) (CEE-ONU 1998)

#### Principe

L'échantillon est extrait à l'éther éthylique. L'éther est évaporé et le résidu extrait est dissous dans du toluène. La teneur en acides gras libres est déterminée au contact d'une solution-étalon d'hydroxyde de sodium dans de l'éthanol, la phénolphthaléine étant utilisée comme indicateur.

#### Préparation de réactif Solution d'hydroxyde de sodium dans de l'éthanol 0,05 mol/l

- dissoudre un morceau de sodium métal - d'environ 1 ml en volume - dans 800 ml d'alcool absolu (éthanol).
- Ajouter de cette solution à 10 ml d'acide chlorhydrique à 0,1 mol/l jusqu'à virage, en utilisant la phénolphthaléine comme indicateur.
- Calculer le volume d'éthanol à ajouter à la solution pour obtenir 0,05 mol/l.
- Etalonner au contact d'acide chlorhydrique à 0,1 mol/l chaque jour où la solution est utilisée.

#### Technique

- Peser exactement un échantillon d'environ 2 g de jaune d'œuf sec dans une fiole Erlenmeyer à bec.
- Ajouter 30 ml d'éther éthylique et bien mélanger.
- Laisser déposer, puis décanter dans une autre fiole au moyen d'un petit papier filtre.
- Répéter l'extraction trois fois en utilisant, chaque fois, 20 ml d'éther éthylique.
- Faire évaporer l'éther dans un bain-marie bouillant.
- Sécher ensuite l'extrait pendant 15 minutes dans une étuve à 100°C.
- Refroidir l'extrait, ajouter 30 ml de toluène, 3 à 4 gouttes de solution-étalon d'hydroxyde de sodium dans de l'éthanol.
- La réaction est terminée quand la couleur jaune vire à l'orange.

#### Calcul et expression des résultats

La teneur en acides gras libres de l'échantillon, exprimée en quantité d'acide oléique, est donnée par la formule suivante :

$$AC = \frac{V_1 \times 2,81}{2 m_0}$$

Où :

- $V_1$  = le volume, en ml, de la solution-étalon à 0,05 ml/l d'hydroxyde de sodium dans l'éthanol utilisée.
- $m_0$  = la masse, en g, de l'échantillon prélevé.
- La teneur en acides gras libres, calculée en quantité d'acides oléiques et exprimée pour la partie matières grasses de l'œuf est donnée par la formule suivante :

$$Ac = \frac{V_1 \times 2.81}{2m_0} \times \frac{100}{\% \text{ matières grasses}}$$

Où

- $V_1$  et  $m_0$  ont les mêmes valeurs que ci-dessus.
- % matières grasses" est le pourcentage de matières grasses que contient l'œuf tel qu'il a été déterminé par la méthode de Soxhlet.

### II.2.2.9. Détermination de la teneur en caroténoïdes

Cette méthode est inspirée de la méthode de Sadler et Davis, 1990 ; Biuret, 1991 citée par Stéphane Georgéa *et al.*, 2011 avec quelques modifications.

#### Extraction

Les caroténoïdes des jaunes d'œuf lyophilisés (mais dans notre cas, nous avons utilisé le jaune cru) sont obtenus par extraction solide/liquide d'une quantité appropriée d'échantillon (1–10 g de jaune d'œuf) en utilisant la mixture : hexane/acétone/éthanol (50/ 25/25, v/v/v).

L'extraction a été faite à l'obscurité, selon le mode opératoire suivant :

- Mettre (1-10g) du jaune d'œuf dans un bécher ;
- Ajouter 100 ml de mixture hexane-acétone-éthanol (v/v/v; 50:25:25) préparée préalablement
- La mixture obtenue est agitée à température ambiante pendant 1h 30 avec un agitateur Magnétique
- L'extrait est filtré puis transféré dans une ampoule à décanter. La phase organique a été lavée trois fois avec 20ml d'eau distillée.
- La phase organique est séparée de la phase aqueuse, pour être filtrée sur sulfate de sodium anhydre ;
- Compléter le volume du filtrat à 50 ml avec l'hexane.

#### Analyse quantitative

La concentration de  $\beta$ -carotène est déterminée par spectrophotomètre en utilisant les équations suivantes :

$$C_{\beta\text{-carotène}} = 4,624 \times A_{450} - 3,091 \times A_{503}$$

### II.2.2.10. Dosage des glucides totaux

#### Principe

- Le dosage des glucides a été réalisé par une méthode utilise l'antrone (9,10-dihydro 9-oxoanthracène) comme réactif (450 mg d'antrone, 225 ml d'acide sulfurique et 75 ml d'eau distillée), et une solution mère de glucose (2 g/l) comme standard ; où Les dérivés furfuraliques condensés à l'antrone donnent des composés bleu-vert dont l'absorbance à 580 nm est mesurée (Adrian *et al.*, 1998).

## Technique

- Préparation de la courbe d'étalonnage des glucides, selon ce tableau

Tableau N°06: Réalisation de la courbe d'étalonnage des glucides

tubes	1	2	3	4	5	6
Glucose (µl)	0	100	200	300	400	500
Eau distillé (µl)	500	400	300	200	100	0
Anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité des glucides (µg)	0	200	400	600	800	1000

- La lecture de l'absorbance de ces 6 tubes à 620nm.
- Représentation de la courbe d'étalonnage  $Abs=f(\text{Quantité des glucides})$ .
- Préparation de l'échantillon. (Adrian *et al.*, 1998).

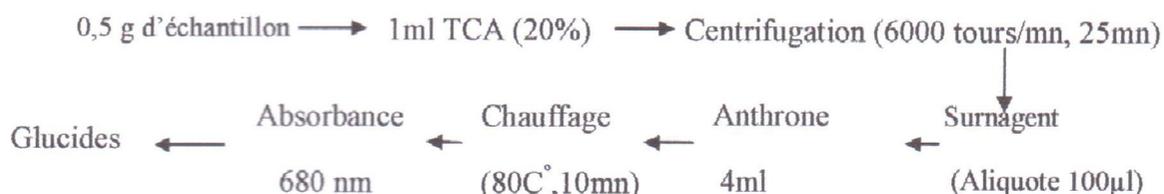


Figure N°02 : Schéma d'extraction des glucides

## II.2.2.11. Dosage des protéines (méthode de Kjeldahl)

## Principes

L'azote de l'œuf dosé par titrimétrie après minéralisation selon la méthode de KJELDAHL, déplacement en milieu alcalin et distillation de l'azote formé par alcalimétrie. (Lecoq, 1965 ; Vignola, 2002).

## Technique

## ➤ Minéralisation

Dans un matras de 100 ml, introduire:

- 5 ml de l'œuf entier homogénéisé.
- 4 g de sulfate de potassium ;
- Une pointe de spatule de catalyseur de minéralisation Prolabo ;

- Une bille de verre ;
- 15 ml d'acide sulfurique concentré (versé à l'aide d'une éprouvette).
- Agiter et placer le matras sur la rampe de minéralisation, le col placé dans le dispositif d'aspiration des vapeurs ;
- Chauffer d'abord doucement, puis augmenter le chauffage jusqu'à douce ébullition du mélange. Veiller à ce que le contenu du matras ne s'élève pas dans le col en moussant ;
- Agiter périodiquement de manière à ramener dans le fond du matras les parcelles qui adhèrent aux parois
- Lorsque le liquide est devenu limpide, poursuivre le chauffage pendant 15 à 20 minutes, en diminuant la température de chauffage.
- Laisser refroidir avant toute autre manipulation.
- 



Photo N°07 : Etape de minéralisation.

#### ➤ Distillation et dosage de l'ammoniaque

- Diluer le contenu du matras de minéralisation par addition de 30 à 50 ml d'eau distillée ; le traverser dans le ballon de l'appareil à distiller. Joindre les eaux de rinçage (400 ml environ).
- Ajuster l'allonge à la réfrigération de façon à ce qu'elle prolonge au fond d'une capsule de porcelaine contenant 20 ml de solution d'acide borique à 40 g/L et 3 à 4 gouttes d'indicateur de Tashiro.
- Mettre en place la burette contenant une solution d'acide sulfurique titré (titre connu  $C_{H^+}$  voisin de 0,05 mol/L).
- Alcaliniser le contenu du ballon à distiller en ajoutant 65 ml de lessive de soude (solution hydroxyde de sodium). Adapter aussitôt le ballon à l'appareil à distiller de manière à éviter toute perte d'ammoniac.
- Distiller en chauffant modérément et régulièrement. L'entraînement de l'ammoniac se produit très rapidement, l'indicateur vire à sa teinte alcaline (verte).
- Rétablir et maintenir tout au long de la distillation la teinte de virage (gris sale), par addition d'acide sulfurique titré.
- Le dosage est considéré comme terminé lorsque la teinte de virage se maintient stable pendant 5 minutes de distillation. (Salammbô, 2005).



Photo N°08 : Etape de Distillation.

### Calcul et expression des résultats

La teneur en azote total de l'œuf est égal à :

$$P\% = C_H^+ \times 2 \times V \times 14/5.100$$

Où :

- $C_H^+$  : titre molaire de la solution d'acide sulfurique titré.
- $V$  : chute de burette obtenue.

### ➤ La teneur en protéines

$$\text{Teneur en protéines}\% = P\% \times 6,25$$

Où :

$P$  : la teneur en azote total.

### II.2.3.6. Dosage des métaux lourds de la coquille par spectroscopie d'absorption Atomique (SAA)

#### Principe

En absorption atomique la concentration est déduite de la mesure de l'absorption de la lumière par les atomes de l'élément restés à l'état fondamental lorsqu'ils sont éclairés par une source lumineuse convenable. La mesure de l'intensité est faite à une longueur d'onde spécifique de l'élément à doser (NF V 05-113, 1972).

#### Technique

- La coquille est séchée à 80°C jusqu'à poids constant.
- Broyer finement la coquille à l'aide d'un mortier en agate afin d'éviter toute contamination externe par les métaux lourds.
- Une quantité variant entre 0,5g et 1g de poids sec de la coquille a été utilisée pour l'analyse des éléments métalliques suivants : cuivre, zinc, fer, Plomb, Manganèse, Chrome et Cadmium.
- Après la minéralisation qui est réalisée en deux étapes : une calcination à 550°C pendant 4 heures suivies d'une attaque triacide (acide sulfurique, acide nitrique et acide perchlorique V/V/V) à température ambiante pendant une nuit.
- Digestion à 60°C pendant 2 heures.
- Afin d'éviter toute perte métallique, des récipients en porcelaine fermés sont utilisés.
- Filtration sur membrane « Millipore » de 0,45 un de porosité.

- Le filtrat obtenu est complété avec de l'eau distillée jusqu'à un volume de 25 ml.
- Puis stocker le filtrat dans des piluliers en polypropylène à 4°C jusqu'au moment du dosage.
- Les éléments métalliques étudiés (Cadmium, Chrome, Cuivre, Fer, Manganèse, Plomb, Zinc) ont été dosés par spectrométrie d'absorption atomique à flamme (air/acétylène) pour le fer et le zinc et à four graphite pour le cadmium et le cuivre.

### Calcul et expression des résultats

- ❖ La concentration en métaux lourds variait très légèrement avec le temps tout en restant dans la gamme certifiée pour chaque élément. Les blancs n'ont pas montré de contamination (Rodier, 1984).

#### II.2.2.12. Détermination du résidu sec soluble (NF V 05-109, 1970)

##### Principe

On entend par résidu sec soluble (déterminé par réfractométrie), la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans les mêmes conditions de préparation et de température. Cette concentration est exprimée en pourcentage massique.

##### Technique

- Mesurer à 20°C, l'indice de réfraction de l'échantillon préparé, et à l'aide d'un tableau de conversion déterminer la teneur en résidu sec soluble.
- Peser 5g de l'échantillon dans un bécher de 250 ml, préalablement taré.
- Ajouter une quantité d'eau distillée égale à neuf fois la masse du produit.
- Chauffer au bain marie pendant 30mn en remuant de temps en temps.
- Après refroidissement, ajouter de l'eau distillée jusqu'à ce que la totalité du contenu du bécher soit approximativement 100 ml.
- Mélanger avec soin, 20 mn après on centrifuge le mélange, Déterminer le taux de résidu sec soluble par le réfractomètre. Le résidu sec soluble est donné par la formule suivante :

$$\text{Brix (\%)} = M \times M_1 / E$$

Où :

- E : est la masse de produit utilisé (g).
- M<sub>1</sub> : est la masse du résidu sec soluble pour 100g de produit analysé (g).
- M : est la masse totale de la solution pesée (contenue dans le bécher).

### II.2.3. Analyse Microbiologique

#### II.2.3.1. Analyses microbiologique de la coquille

##### A. Préparation de la solution mère

À l'aide d'une pince stérile, prendre l'œuf et les déposer doucement dans un bécher stérile contenant l'eau physiologie. Laver les coquilles délicatement avec le diluant, puis le retirer (toujours à l'aide de la pince), le déposer dans un contenant d'éthanol 70 %.

##### B. Réalisation des dilutions décimales

La préparation des dilutions décimales est faite aseptiquement, selon la méthode décrite par **Joffin et Joffin (1999)** :

- A l'aide d'une pipette graduée stérile de 10 ml, transférer 9 ml d'eau physiologie stérile dans 5 tubes à vis stérile.
- 1 ml de la SM est prélevé par une pipette stérile et introduit dans le premier tube qui contient déjà 9ml d'eau physiologie, c'est la dilution  $10^{-1}$ .
- Homogénéiser soigneusement ce tube et à l'aide d'une nouvelle pipette stérile, prélever 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  puis l'introduire dans un deuxième tube contenant 9ml d'eau physiologie, on obtient la dilution  $10^{-2}$ .
- faire les mêmes étapes pour les dilutions :  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  et  $10^{-5}$ .
- 

##### C. Recherche et dénombrement des flores

###### a. dénombrement de la flore totale mésophile (FTAM)

Appelée aussi « flore aérobie mésophile revivifiable », Selon les normes **NF-V08-100** et **NF-V08-051** leur dénombrement est effectué par la méthode classique en milieu gélosé

###### But

Cette flore est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits ainsi que de la qualité (propreté) des installations (**Guiraud, 1998**).

###### Principe

Ensemencement en masse sur milieu *Plate Count Agar* (PCA)

###### Technique

- Déposer 1ml de la dilution  $10^{-5}$  dans une boîte de Pétri vide.
- Ajouter le milieu gélosée (PCA).
- Mélanger ensuite soigneusement.
- Laisser refroidir.
- Puis ajouter la deuxième couche de PCA.
- Incuber à l'étuve à 30°C pendant 48 heures  $\pm$ 2heures. (**NF-V08-100** et **NF-V08051**).

## Lecture

Dénombrer toutes les colonies lenticulaires de diamètre compris entre 1-3 mm apparentes dans les boîtes contenant 30 à 300 colonies.

### b. recherche et dénombrement des coliformes totaux et thermo-tolérants

En microbiologie alimentaire, on appelle « coliformes » les entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30 °C. Il s'agit d'un groupe disparate issu de plusieurs tribus qui comprend principalement les genres *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella*. On appelle Coliformes thermo tolérants (et parfois « coliformes fécaux » dans la réglementation), les coliformes capables de se développer à 44 °C : cette catégorie inclut essentiellement *Escherichia coli*. Sont présentes sous forme de bacilles Gram négatifs, non sporogènes, oxydase négative, aéro-anaérobies facultatifs. (Guiraud et Rosec, 2004).

#### But

Les coliformes sont considérés comme indices de contamination fécale.

#### Principe

Le dénombrement des coliformes totaux et coliformes thermo tolérants est effectué sur gélose VRBL (Guiraud, Galzy, 1979 ; Joffin, Joffin, 1999).

#### Technique

- Faire fondre la gélose VRBL dans un bain mari puis la refroidir en surfusion (45°C - 47°C).
- A partir de la dilution 10<sup>-4</sup>, prélever 1 ml de l'inoculum puis le déposer dans une boîte de Pétri sous forme de gouttelettes (utiliser 2 boîtes).
- Couler la gélose dans la boîte contenant l'inoculum et bien homogénéiser le tous.
- Laisser prendre en masse puis recouvrir d'une deuxième couche de gélose VRBL ou bien la GN, laisser solidifier.
- Même procédure est appliquée à partir de la dilution 10<sup>-5</sup> (utiliser 2 boîtes).
- Porter les boîtes retournées à 37 °C pour les coliformes totaux(CT), à 44 °C pour les coliformes thermo tolérants (CTT) pendant 24 à 48 heures.
- Après le temps d'incubation, dénombrer les colonies rouges foncées d'un diamètre supérieur à 0,5 mm pour les boîtes contenant 15 - 300 colonies (Larpent, 1997)

#### Calcul et expression des résultats

Le nombre de microorganismes présents dans l'échantillon est mesuré par (Larpent, 1997) :

$$N = \sum C/V (n_1 + 0,1n_2).d$$

Où:

- $\sum C$  : somme de colonies comptées sur toutes les boîtes retenues.
- $n_1$  : nombre de boîtes retenues à la première dilution.
- $n_2$  : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution.
- $d$  : taux de dilution de la première dilution.
- $V$  : volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte.

### II.2.3.2. Analyses microbiologique de l'intérieur de l'œuf

#### A- Préparation de la solution mère

- L'œuf est retiré immédiatement du bain contenant l'éthanol 70 % (étape précédente) et déposé sur un papier absorbant pour enlever l'excès d'alcool.
- Par la suite, permettre un temps de contact de 10 minutes. L'œuf est cassé dans un bécher stérile, c'est la solution mère.
- Les dilutions utilisées sont de l'ordre de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$  ; où leurs préparation est faite par la même méthode précédente.

#### B. Les flores recherchées

##### a. recherche et dénombrement des coliformes totaux et thermo-tolérants

La recherche s'est faite par la même méthode décrite ci-dessus.

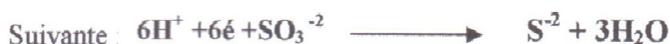
##### b. recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs

#### But

D'une façon générale, ces bactéries sont considérées comme témoins de contamination de la qualité hygiénique des aliments, elles ont la propriété de se transformer sous une forme résistante (spore) dans des conditions défavorables.

#### Principe

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs ont la capacité de réduire les sulfites en sulfures selon la formule



Leur dénombrement est effectué selon la méthode décrite par les normes françaises NFT 90 415, octobre 1985 avec modification.

#### Technique

- Chauffer 5 ml de la solution mère au bain-marie à 80 °C pendant 10 minutes pour sélectionner les spores.
- Puis laisser refroidir rapidement sous un robinet d'eau froide.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube de SM, dans 5 tubes différents et stériles à raison de 2 ml par tube.
- Régénérer le milieu gélose viande-foie(VF) au bain marie pendant 10mn
- Une fois la température abaissée à 45°C, rajouter 1ml de solution de sulfite de sodium et 4 gouttes d'alun de Fer, le tout est bien mélangé sans incorporation d'air.
- Puis couler le milieu VF qui est déjà préparé sur les 5 tubes qui contiennent 2ml de SM (ensemencement).
- Laisser solidifier sur pailleuse pendant 3 minutes environ, puis incubé à 37 °C pendant 24 à 48 heures en anaérobiose.
- ❖ La première lecture doit absolument être faite à 16 heure car très souvent les colonies des ASR peuvent envahir le tube, qui devient complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des

dilutions décimales de  $10^{-1}$  voire de  $10^{-2}$ , la deuxième lecture se fera à 24h et la troisième à 48h.

- Dénombrer toutes les colonies noires de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.

### c. recherche des salmonelles

Les bactéries de genre *Salmonella* appartiennent à la famille des Enterobactériaceae, dont elles possèdent les principaux caractères : bacilles, Gram<sup>-</sup>, anaérobies facultatifs, habituellement mobile grâce à une ciliature péritriche, glucose<sup>+</sup>, lactose<sup>-</sup>, saccharose<sup>-</sup>, indole<sup>-</sup>, urease<sup>-</sup>, citrate de Simmons<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>S<sup>+</sup>, B-galactosidase<sup>-</sup> (Bourgeois et al., 1996).

### Technique

#### ➤ Pré- enrichissement

##### Pour l'extérieur de l'œuf

- À l'aide d'une pince stérile, prendre l'œuf et les déposer doucement dans un sac stérile contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée.
- Laver les coquilles délicatement avec le diluant,
- Puis les retirer (toujours à l'aide de la pince) et les déposer dans un contenant d'éthanol 70 %.
- Incuber l'eau peptonée tamponnée à 37 °C.

##### Pour l'intérieur de l'œuf

- Retirer immédiatement l'œuf du bain contenant l'éthanol 70 % (étape précédente).
- Déposer sur un papier absorbant pour enlever l'excès d'alcool ; (Ne pas laisser tremper l'œuf dans l'alcool).
- L'œuf est cassé dans un bêcher stérile et homogénéisé.
- Peser 25g du mélange, et l'ajouter à 225 ml d'eau peptonée tamponnée stérile.
- Incuber 16 à 20 heures à 37°C (Joffin, Joffin, 1999).

#### ➤ Enrichissement

- Ensemencer avec 1 ml de la culture de Pré-enrichissement dans 10 ml de bouillon SFB.
- Incuber à 37 °C pendant 24 heures.

#### ➤ Isolement

- A partir des tubes sélénite- cystine troubles, prélever une goutte avec l'anse de platine stérile et faire l'ensemencement par strie d'une boîte de Pétri contenant le milieu Hektoen préparé –préalablement.
- Incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- Compter les colonies gris bleu avec centre noire. (Joffin et Joffin, 1999)

### d. recherche et dénombrement et de *Staphylococcus aureus* : NFV08- 0571

*Staphylococcus aureus* présente sous forme de cocci, en grappe de raisin, Gram<sup>+</sup>, possédant une catalase ou coagulase.

## Technique

### ➤ Ensemencement

- ❖ Ensemencer 3 tubes à partir de chaque dilution (chaque tube contenant 10ml de milieu Giolitti Cantoni (GC), ajouter 0,1 ml d'une solution aqueuse de tellurite de potassium à savoir ;
  - Trois tubes du milieu GC avec 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  ;
  - Trois tubes du milieu GC avec 1 ml de la dilution  $10^{-2}$  ;
  - Agiter pour que l'inoculum soit réparti.
- ❖ Incuber les tubes à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 48h.

### ➤ Isolement

Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose de Chapman préalablement fondue.

- Ensemencer les boîtes de Chapman par stries à partir des tubes de GC qui présentent un noircissement du milieu (suspecte la présence de *S. aureus*)
- Ces boîtes seront inclinées à leur tour à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures. La mise en évidence de la thermonucléase (DNase thermo-résistante) et de la coagulase sur les colonies noires entourées d'une auréole claire dénombrées permettra de conclure que les colonies testées sont des colonies de *Staphylococcus aureus* entérotoxiques.

## e. recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des bactéries Gram+, catalase-, appartiennent au genre *Enterococcus*, ils sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux.

Leur recherche est effectuée selon la méthode décrite par l'Art N° 12.97.73 relative aux méthodes d'analyse émanant du ministre du commerce (modifiée).

### But

Ces germes sont considérés comme un indicateur d'une contamination fécale du produit alimentaire leur recherche nous renseigne sur la qualité hygiénique de ce produit.

### Principe

La recherche est basée sur l'aptitude des streptocoques fécaux à se multiplier dans des milieux contenant des agents sélectifs inhibiteurs des autres microorganismes : l'Azide de Sodium dans le milieu de Rothe et l'Azide plus l'éthyle violet dans Eva-Litsky.

### Technique

#### Test présomptifs

A l'aide d'une pipette stérile, prélever 1 ml de SM et le déposer dans un tube contenant le milieu Rothe S/C, puis incuber à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures.

- Un trouble permet de considérer que le test est positif, et il y a au moins un Streptocoque fécale présumé provenant de l'inoculum.

**Test confirmatif**

- A partir du tube de Rothe positif bien agiter.
- Prélever à l'aide d'une pipette stérile environ 1ml et le transférer dans un tube contenant le milieu Eva-Litsky.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures à 48.
- Un trouble homogène, avec parfois une pastille violette dans le milieu Eva-Litsky indique la présence des streptocoques fécaux.

**II.2.4. Analyse statistique**

Les analyses statistiques sont effectuées par analyse de variance (ANOVA) à un seul facteur (supplémentation par *L. plantarum*) en utilisant le logiciel Statistica.

### I.1. paramètres zootechniques étudié

D'après les calculs des fiches d'élevage utilisées pendant l'expérimentation animale, les résultats obtenus des paramètres zootechniques sont représentés ci-dessous.

#### I.1.1. Poids des poules

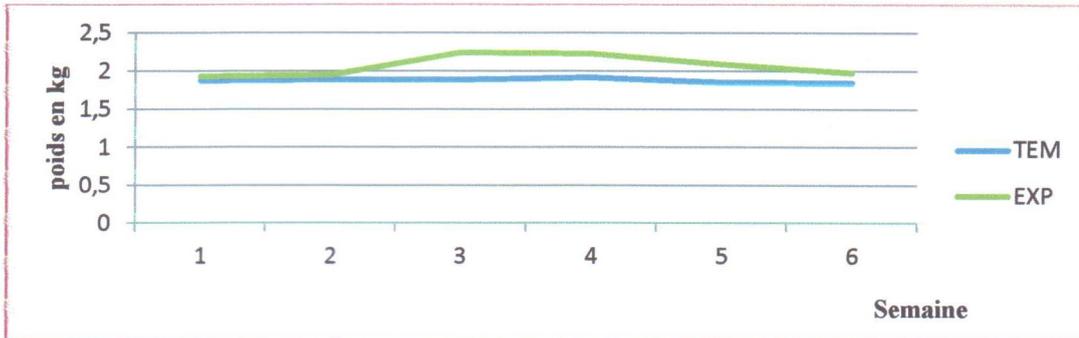


Figure N°03 : poids des poules

Globalement, le poids des poules n'a pas enregistré une diminution ou augmentation très remarquable comparativement aux poids initiaux, où le poids des TEM varie de 1,85 kg à 1,89kg, par contre celui des poules EXP est comprise entre 1,93kg à 2,25kg. Par contre l'analyse statistique montre qu'il ya une différence très significative entre le gain de poids des deux lots ( $p=0,008 < 0,01$ ).

#### I.1.2. Consommation d'aliment

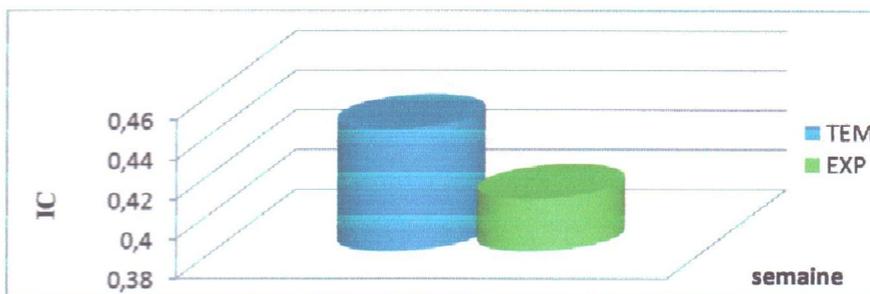


Figure N°04 : indice de consommation d'aliment

Nos résultats montrent que l'addition de probiotique modifie significativement l'indice de consommation, ce dernier a les valeurs suivantes :

- Pour les poules TEM : il est compris entre 0,43 et 0,45
- Pour les poules EXP : IC est moins élevé, et varie de 0,37 à 0,43.

Les résultats les plus bas sont retrouvés dans la période allant de la 3<sup>ème</sup> à la 4<sup>ème</sup> semaine.

Les indices de consommation montrent des variations significatives ( $p=0,014 < 0,05$ ) tout au long de 47<sup>ème</sup> jours de l'expérience. Où dans le lot probiotique l'ingéré alimentaire a diminué, par ailleurs le gain de poids augmente ou reste dans le même rythme initial. Ces résultats donnent un IC moins élevé dans le lot EXP par rapport au lot témoins.

## I.1.3. Taux de ponte

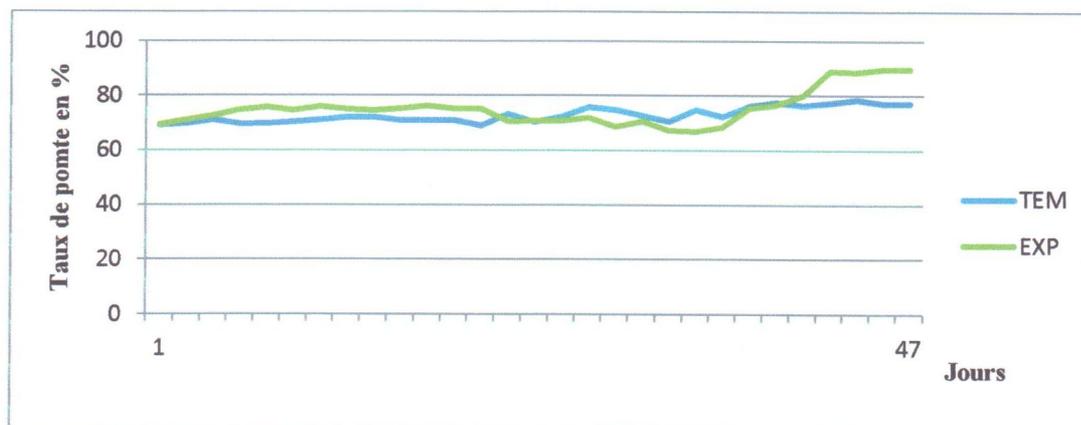


Figure N°05 : Taux de ponte

En général, le taux de ponte des poules TEM reste dans le même intervalle, Il est entre 68,85 et 78,45.

Au début de l'expérimentation, le taux de ponte des poules EXP est supérieur de TEM, mais à partir du 15<sup>ème</sup> jour et jusqu'au 35<sup>ème</sup> jour c'est l'inverse, puis on remarque l'augmentation des valeurs d'EXP à une valeur maximale de 88,87. A partir de l'analyse statistique que nous avons réalisé, on trouve que la différence entre les deux lots est non significative ( $p > 0,05$ ).

## I.1.4. Taux de mortalité

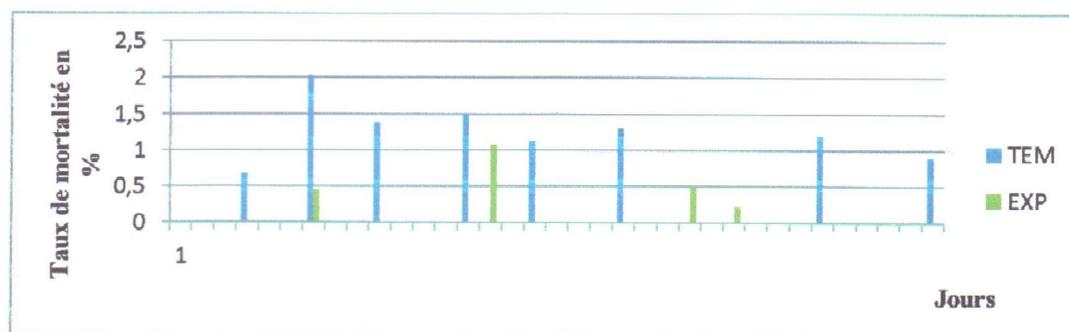


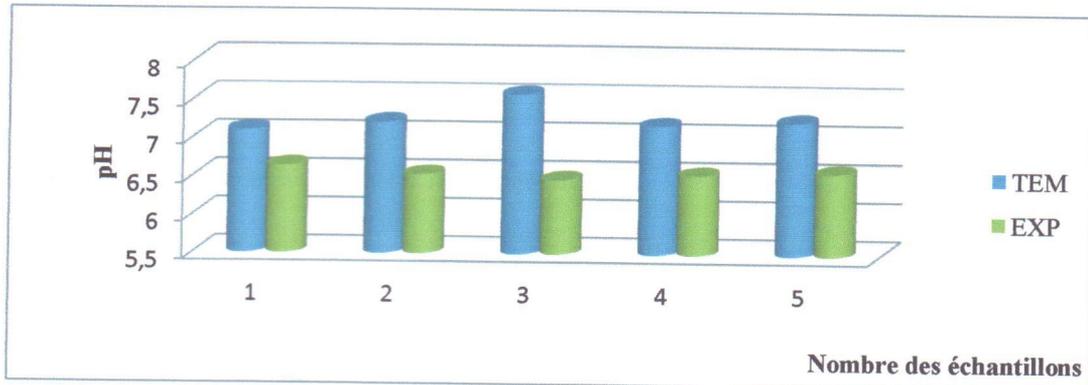
Figure N°06 : Taux de mortalité

La mortalité des poules TEM était significativement supérieure à celle des poules EXP ( $p = 0,036 < 0,05$ ), celle-ci survient à des intervalles non réguliers et avec des valeurs plus ou moins variables et dont le cumul chez le lot TEM est de 12,12%, alors que chez le lot EXP est de 2,24%, pour la période d'enregistrement.

## I.2. La matière fécale des poules

### I. 2.1. pH

Les résultats du pH pour chaque lot sont représentés ci-après :



**Figure N°07 : pH de la matière fécale des poules.**

D'après la figure ci-dessus, le pH de la matière fécale des poules TEM est supérieur à celle des EXP où dans le premier la valeur maximale est de 7,58, le minimal est de 7,1 par contre dans le deuxième sont 6,47, 6,64 respectivement. Cette différence dans les valeurs du PH est hautement significatives ( $p=0,0000039 < 0,001$ ).

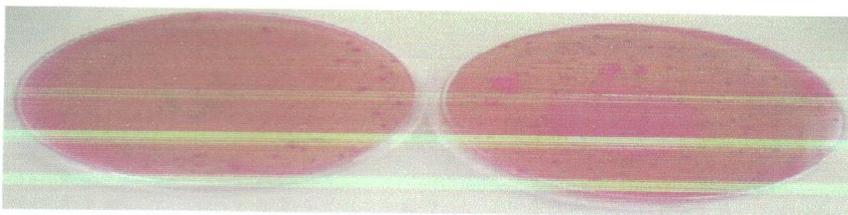
### I. 2.2. Dénombrement des entérobactéries dans la matière fécale

Les résultats obtenues d'après les calculs sont les suivantes :

**Tableau N°07 : Nombre des microorganismes dans la matière fécale des poules.**

	Nombre des $\mu$ dans le TEM ( $\times 10^7$ )	Nombre des $\mu$ dans l' EXP ( $\times 10^7$ )
Echantillon n°01	1,8	4,99
Echantillon n°02	1,7	4,35
Echantillon n°03	1,83	4,02
Echantillon n°04	1,66	3,47
Echantillon n°05	2,11	3,25

Dans tous les échantillons analysés on trouve que le nombre des entérobactéries présentes dans la matière fécale des poules EXP est supérieur à ce de TEM. Où la différence est hautement significative entre les deux groupes ( $p < 0,001$ ).



**Photo N° 09: Les entérobactéries sur VRBG (TEM à la gauche et EXP à la droite).**

### I.3.L'œuf

#### I.3.1. Caractères des œufs

##### I.3.1.1. Les caractères visuels de la coquille

Les caractères visuels de la coquille pour les deux lots sont généralement : brun avec ou sans des taches marrons, lisse, sans aspérités ou taches de calcium, ni des auréoles.

##### I.3.1.2. Les caractères organoleptiques de l'intérieure des œufs

Après le cassage de l'œuf, et avant tous, on fait un examen organoleptique du blanc et de jaune, où on remarque pour tous les échantillons :

- ✓ Blanc : clair, limpide, a une consistance gélatineuse et une odeur normale, et généralement exempt des corps étrangers.
- ✓ Jaune : bombé, rond, a une odeur normale et une couleur varie de 9 à 11 selon l'éventail de Roche, et exempt des corps étrangers.

#### I. 3.2. Caractères physiques

##### I. 3.2.1. Les dimensions des différents composants d'œuf

Les moyennes des dimensions de chaque composant de l'œuf sont illustrées dans le tableau suivant :

**Tableau N°08 : les dimensions des composants d'œuf de TEM**

Echantillons	TEM (cm)					
	D	L	HB	HJ	LJ	CA
1	4,1	6,9	0,4	1,55	4,15	0,1
2	4,35	5,9	0,65	1,75	3,95	0,2
3	4,65	6,2	0,55	1,55	4,1	0,3
4	4,55	5,6	0,45	1,75	4,15	0,2
5	4,55	6,2	0,75	1,85	3,95	0,3
6	4,6	5,7	0,7	1,8	4,55	0,4
7	2,9	5,05	0,45	1,7	4,15	0,4
8	3	4,25	0,85	2,15	4	0,3
9	2,8	4,15	0,75	1,85	4,45	0,4
10	3	4,9	0,65	1,8	3,7	0,5

**Tableau N°09 : les dimensions des composants d'œuf d'EXP**

Echantillons	EXP (cm)					
	D	L	HB	HJ	LJ	CA
1	4,4	6,4	0,25	1,8	4,05	0,1
2	4,4	5,7	0,55	1,95	4,2	0,2
3	4,7	6,4	0,75	1,7	4,35	0,4
4	4,65	5,95	0,75	1,8	3,95	0,4
5	4,7	6,4	0,45	1,8	4,5	0,2
6	4,9	6,1	0,95	1,85	4,25	0,3
7	2,75	3,95	0,75	1,4	4,15	0,4
8	2,95	4,3	0,85	1,9	4,1	0,2
9	2,85	4,2	0,9	2	4	0,3
10	3,05	4,2	0,95	1,95	4,1	0,3

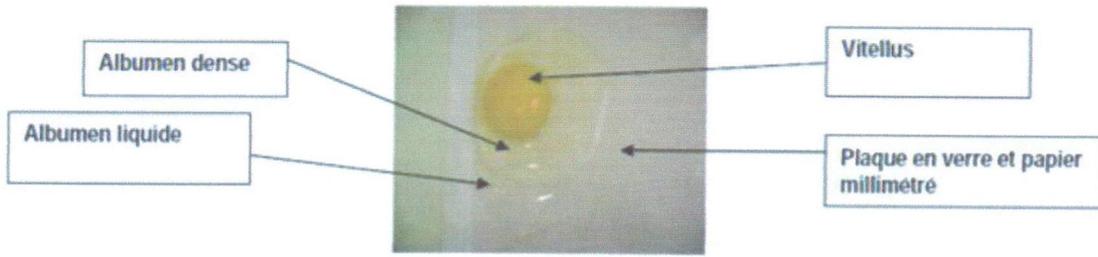


Photo N°10 : Etallement de l'œuf après cassage.



Photo N°11 : Les mesures à l'intérieur de l'œuf.

I.3.2.2. Poids des œufs

Les résultats obtenus de la mesure du poids des œufs sont illustrés dans la figure suivante :

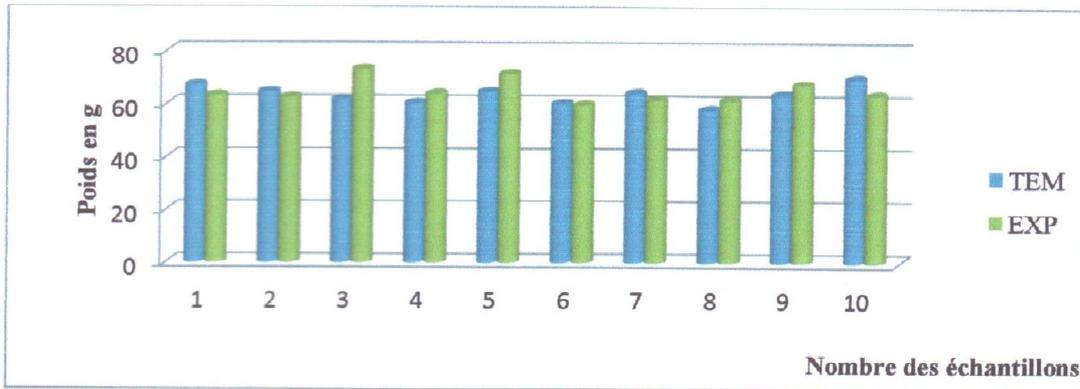


Figure N°08 : Le poids des œufs analysés

Les résultats de la détermination du poids des œufs issus de la souche ISA Brown élevée en batterie varient entre 58,12 g et 69,86 g avec une valeur moyenne de  $63,50 \pm 2,66$  g, tandis que le poids des œufs issus des poules supplémentés en probiotique varient entre 59,75g et 73,29g avec une valeur moyenne de  $64,88 \pm 3,48$ g. Les différences entre les lots ne sont pas significatif ( $P = 0,4 > 0,05$ )

I.3. 2.3. Poids de la coquille

Les résultats de mesure du poids des coquilles sont illustrés ci-dessous :

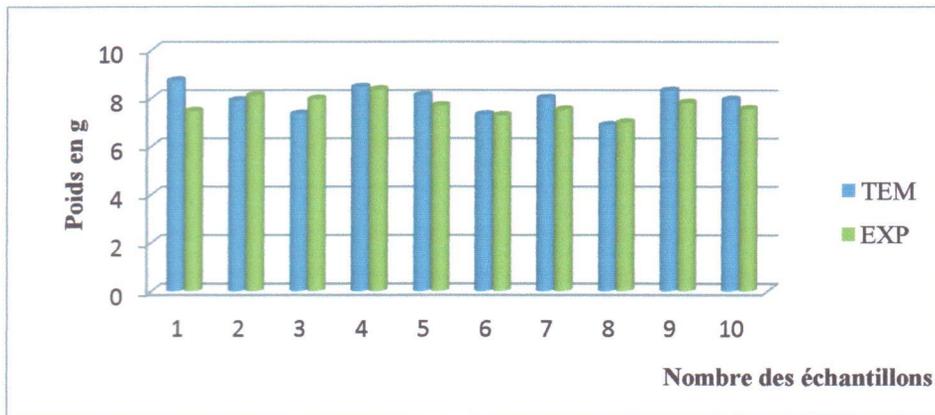


Figure N°09 : Le poids de la coquille

D’après notre étude de l’évaluation de la qualité physique des œufs on a trouvé que le poids de la coquille de lot témoin varié entre 6,86 g et 8,72 g avec une valeur moyenne de 7,88 g ± 0,43g, alors que le poids de la coquille est varié entre 6,98 g et 8,35g avec une valeur moyenne de 7,66 g± 0,31g, avec une différence non significative (P = 0,3 > 0,05).

I. 3.2.4. Poids de l’albumen et de vitellus

Pour prendre le poids des parties liquides le blanc et le jaune, on les séparés puis pesés, les résultats sont présent ci-dessous

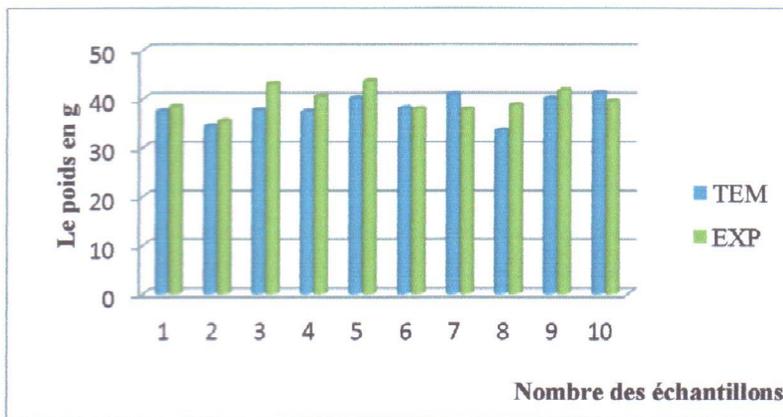


Figure N°10 : Le poids du blanc d’œuf

D’après les résultats, le poids du blanc d’œuf est assez variable ; il est plus fort chez les œufs à probiotiques avec une valeur moyenne de 38,01g ± 1,99g que chez les témoins avec une valeur de 27.9g ± 2,03g, avec une différence non significative (P = 0,1 > 0,05).

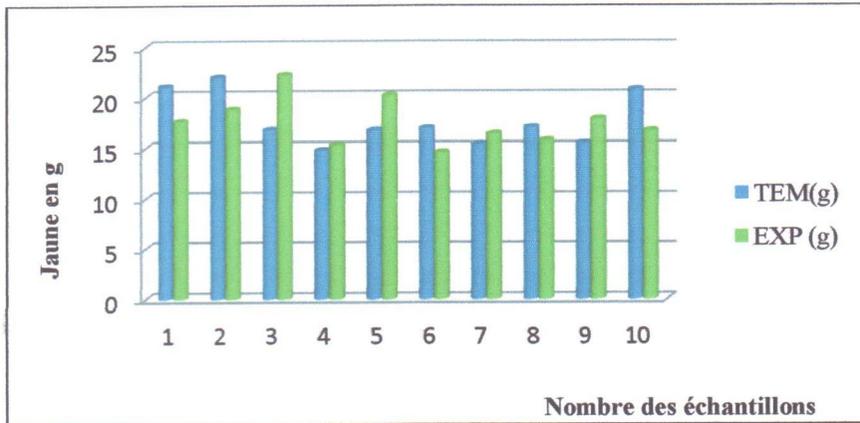


Figure N°11 : Le poids du jaune d'œuf

La différence entre les lots n'est pas significative ( $P = 0,3 > 0,05$ ), On remarquant que la plus part des valeurs du lot probiotique dont la moyenne est  $22,45g \pm 0,0345g$  sont plus grandes que celles du témoin où la valeur moyenne de ce dernier est  $19,7015g \pm 0,0615g$ .

❖ Composition moyenne des œufs

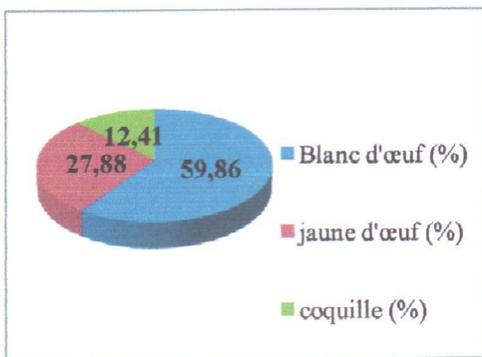


Figure N°12 : composition moyenne d'œuf de TEM

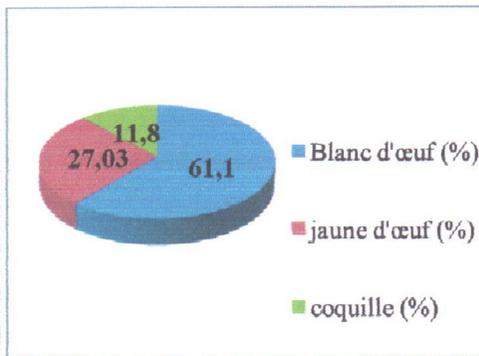


Figure N°13 : composition moyenne d'œuf d'EXP

La répartition moyenne du blanc, du jaune et de la coquille varie d'un œuf à l'autre dans le même lot. La coquille représente 12,41% pour les échantillons du lot témoin, et 11,8% pour les échantillons du lot supplémenté en probiotique.

Le blanc est de 59,86% pour le témoin, il est inférieur à celui du lot probiotique qui représente 61,1%. Le reste est le poids du jaune qui représente 27,88% pour le témoin, valeur supérieure à celle du probiotique qui est égale à 27,03%.

### I.3.2.5. Index de forme

La détermination de l'index de forme des deux lots est illustrée dans la figure ci-dessous :

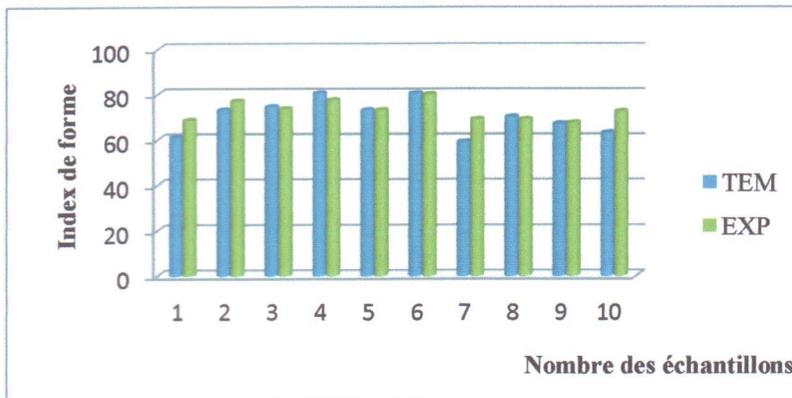


Figure N°14 : Index de forme des œufs

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de l'index de forme de deux échantillons sont de  $70,15 \pm 3,65$  pour les échantillons de témoin, d'autre côté les valeurs de échantillons des probiotiques sont de  $72,75 \pm 3,45$ , mais il n'y a pas d'une différence significative ( $P=0,3 > 0,05$ ).

### I.3.2.6. Index de solidité de la coquille

Les résultats de la mesure de l'index de solidité de la coquille des différents échantillons des œufs ont été représentés dans la figure suivant :

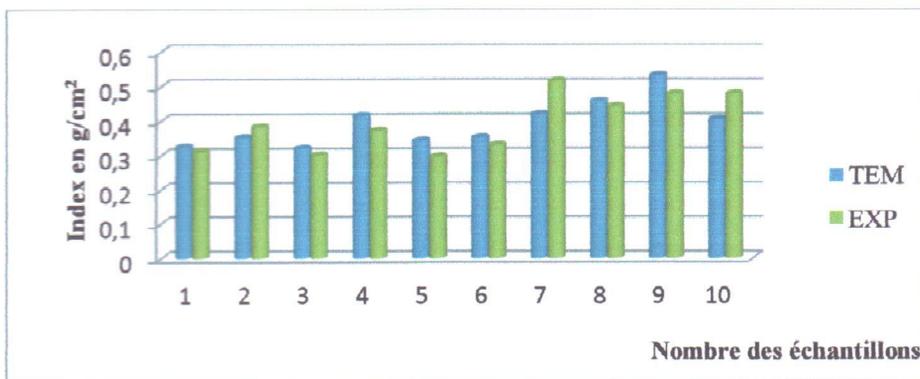
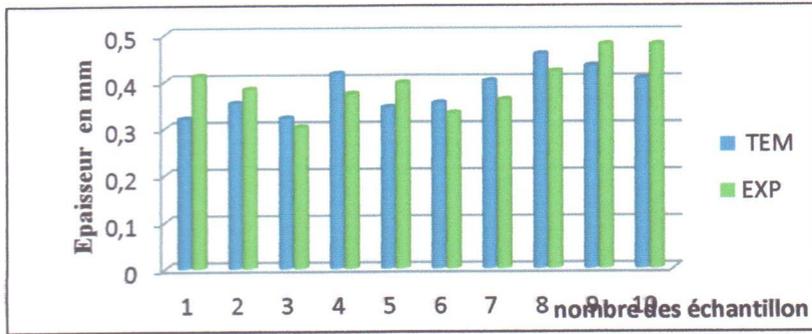


Figure N°15 : Index de solidité de la coquille

La comparaison des résultats montre qu'il n'y a pas d'une différence significative ( $P=0,9 > 0,05$ ), l'index de solidité des œufs du TEM est plus élevé à celui de l'EXP où la valeur maximale est  $9,4 \text{ g/cm}^2$ , la minimale est  $7,52 \text{ g/cm}^2$ , et la moyenne est  $8,52 \text{ g/cm}^2 \pm 0,54$  pour le TEM et  $9,87 / 8,46$ , et  $9,12 \text{ g/cm}^2 \pm 0,50$  respectivement pour EXP.

**I.3. 2.7.Epaisseur de la coquille**

Les résultats de la mesure de l'épaisseur de la coquille sont illustrés dans la figure :

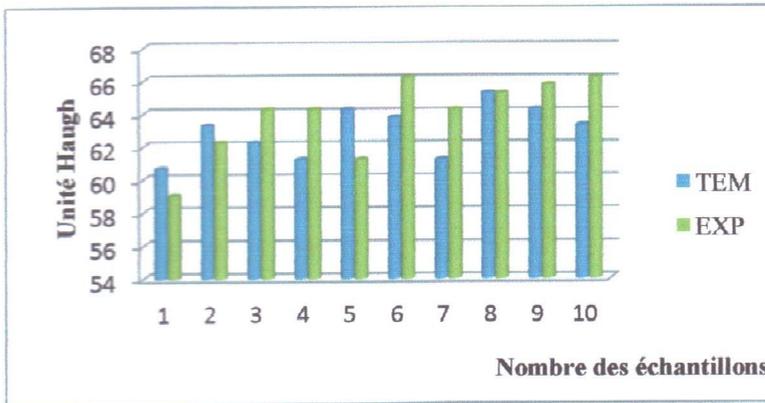


**Figure N°16 : Epaisseur de la coquille**

D'après les résultats on remarque qu'il n'ya pas une différence significative entre les valeurs de l'épaisseur de la coquille ce dernier varie entre 0,32 mm et 0,4 mm pour les TEM et 0,36 mm à 0,42 mm pour les EXP, où  $p=0,9 > 0,05$ .

**I. 3.2.8.Unité Haugh**

Le calcul des unités Haugh des différents œufs analysés a donné ces résultats :



**Figure N°17 : Unité Haugh**

A partir des résultats de la figure 15 on remarque que la qualité de l'albumen est principalement associée à la quantité du blanc épais et au poids, mesurée en termes d'unité Haugh, paramètre de fraîcheur des œufs, mesuré traditionnellement à l'aide d'une règle. Il est situé entre 60,67 à 64,27 pour les œufs TEM avec une valeur moyenne de  $62,94 \pm 1,28$  et entre 59,02 à 66,2 pour les œufs EXP, avec une valeur moyenne de  $63,86 \pm 1,82$ , avec une différence non significative ( $P = 0,3 > 0,05$ ).

**I. 3.2.9.Couleur du jaune d'œuf**

Les résultats obtenus par la comparaison des jaunes d'œufs avec l'éventail de Roche sont organisés dans le tableau suivant :

**Tableau N°10 : couleur de jaune d'œuf de deux échantillons**

Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TEM	9	11	11	9	11	9	11	11	11	11
EXP	9	9	11	9	11	9	9	9	9	9

A partir des résultats du tableau on remarque que le degré de la couleur du jaune d'œufs pour les TEM est foncé par rapport à celui des EXP par une valeur moyenne de 10,4 et 9,4 des deux échantillons respectivement, ce qui donne une différence significative où  $P = 0,02 < 0,05$ .

### I.3. 2.10. Index vitellenique

Les mesures de l'index vitellenique sont présentées dans l'histogramme suivant :

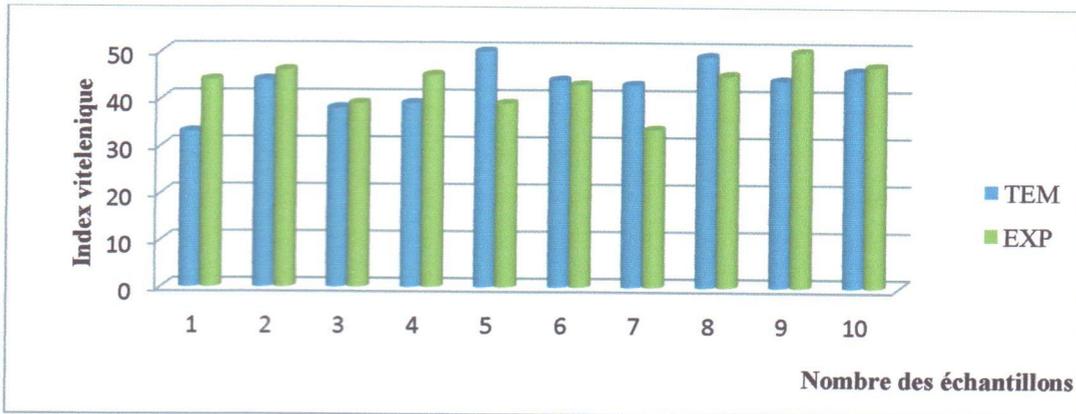


Figure N°18 : Index vitellenique

Dans la plupart des échantillons, on trouve que les valeurs de l'index vitellenique des œufs d'EXP sont plus élevées que le TEM, mais il n'y a d'une différence significative ( $P = 0,9 > 0,05$ ).

### I.3. 2.11. Corps étrangers

Les résultats de la recherche des corps étrangers sont les suivants :

Tableau N°11 : les Corps étrangers

Echantillon	TEM	EXP
1	Petites Taches de sang	Absence
2	Petites Taches de sang	Absence
3	Petites Taches de sang	Petites Taches de sang
4	Absence	Absence
5	Absence	Absence
6	Petites Taches de sang	Absence
7	Petites Taches de sang	Absence
8	Petites Taches de viande	Absence
9	Absence	Petites Taches de sang
10	Absence	Absence

D'après les résultats du tableau on remarque presque l'absence des corps étrangers dans les œufs EXP, mais on les retrouve dans les œufs TEM en quantité faible.

### I. 4.3. Paramètres physico-chimiques

#### I. 4.3.1. pH

Un pH-mètre nous a permis de mesurer le pH de l'œuf entier, du vitellus et de l'albumen de chaque œuf, les résultats sont illustrés dans les figures ci-dessous :

##### A. pH de l'albumen

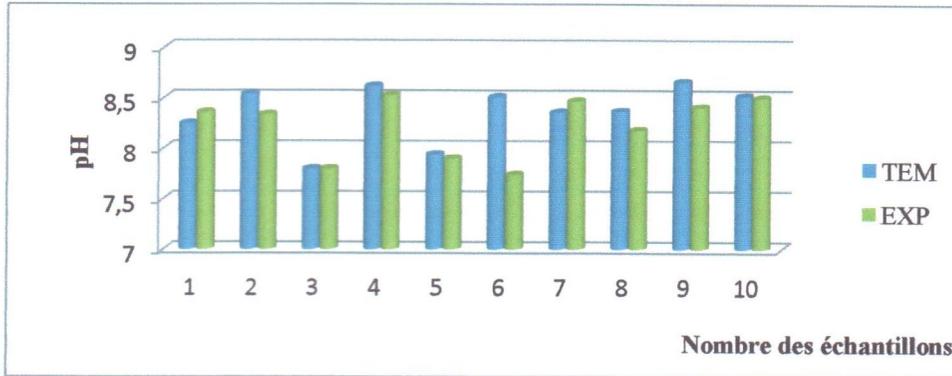


Figure N°19 : pH de l'albumen

Pour les deux lots, les blancs d'œufs ont un pH basique, il varie de 7,80 à 8,66 avec une valeur moyenne de  $8,35 \pm 0,21$  pour les TEM, et 7,74 à 8,5 avec une valeur moyenne de  $8,22 \pm 0,25$  pour les EXP, avec une différence non significative ( $P = 0,3 > 0,05$ ).

##### B. pH du jaune d'œuf

La figure suivante illustre les valeurs du pH des vitellus :

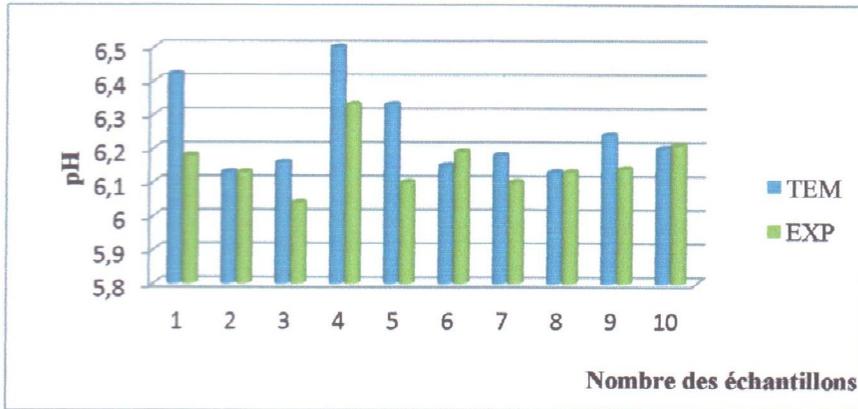


Figure N°20 : pH du jaune d'œuf

Les valeurs de pH du jaune d'œufs montrent une acidité comparable, mais la différence est non significative ( $P = 0,8 > 0,05$ ), pour les deux lots, elles varient de 6,13 à 6,5 pour les œufs de TEM et de 6,04 à 6,33 pour les EXP.

### C. pH de l'œuf entier

Pour l'œuf entier, nous avons obtenu les résultats suivants :

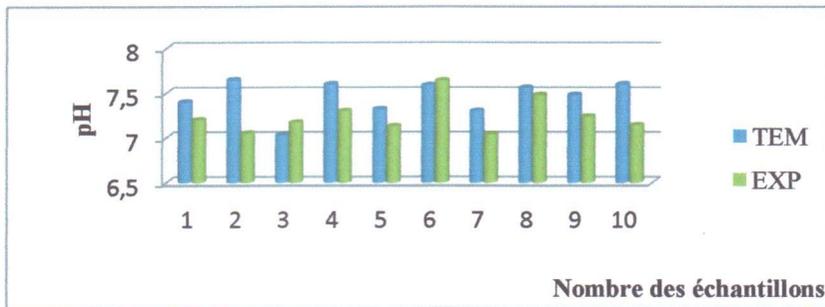


Figure N°21 : pH de l'œuf entier

Les résultats de pH de l'œuf entier sont significative ( $P=0,02 < 0,05$ ). Ce dernier est varié entre 7,3 à 7,6 avec une valeur moyenne de  $7,453 \pm 0,1524$  pour les TEM, et 7,04 à 7,23 avec une valeur moyenne de  $7,239 \pm 0,1408$  pour les EXP.

#### I. 4.3.2. L'acidité

Les valeurs de l'acidité des échantillons sont résumées dans la figure suivant :

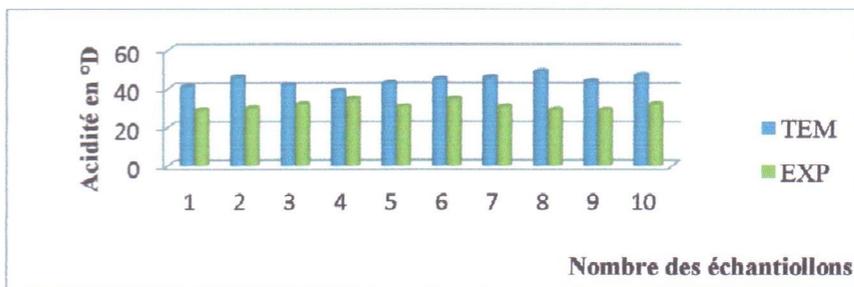


Figure N°22 : L'acidité des œufs

Les résultats illustrés dans la figure montrent que les valeurs de l'acidité des échantillons TEM sont supérieures à celles des EXP, avec une différence hautement significative ( $P < 0,001$ ).

#### I. 4.3.3. La teneur en eau et la matière sèche

Les résultats de la teneur en eau et la matière sèche, sont illustrés dans la figure suivant :

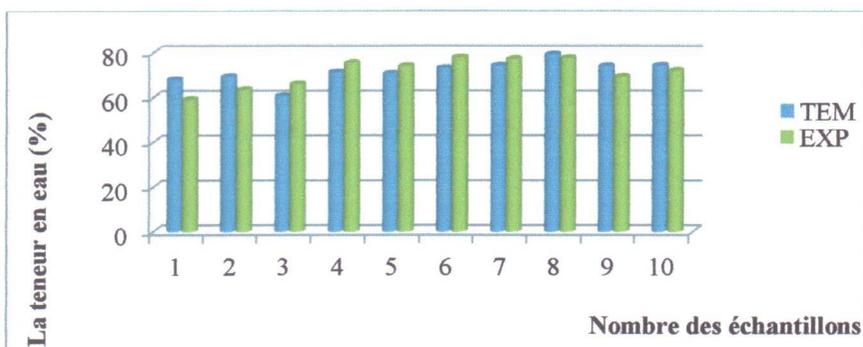


Figure N°23 : La teneur en eau

D'après les résultats on remarque qu'il n'y a pas d'une différence significative entre les valeurs de la teneur en eau ( $P= 0,9 > 0,05$ ), la moyenne de cette dernière est comprise entre 71,46% et 71,18 % pour les TEM et EXP respectivement.

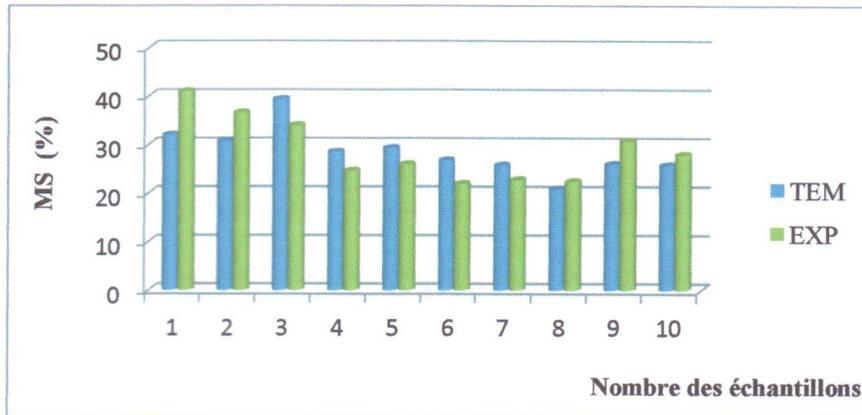


Figure N°24 : La teneur en matière sèche

Les résultats de la teneur en matière sèche permettent de remarquer qu'il n'y a pas une différence significative ( $p = 0,9 > 0,05$ ), les valeurs de cette dernière des TEM est de 20,8 % à 39,4 % et de 22% à 41% pour les EXP.

**I.4.3.4. La matière organique et la matière minérale (les cendres)**

Les résultats illustrés par la figure suivant montrent les valeurs de la teneur en matière organique et la matière minérale.

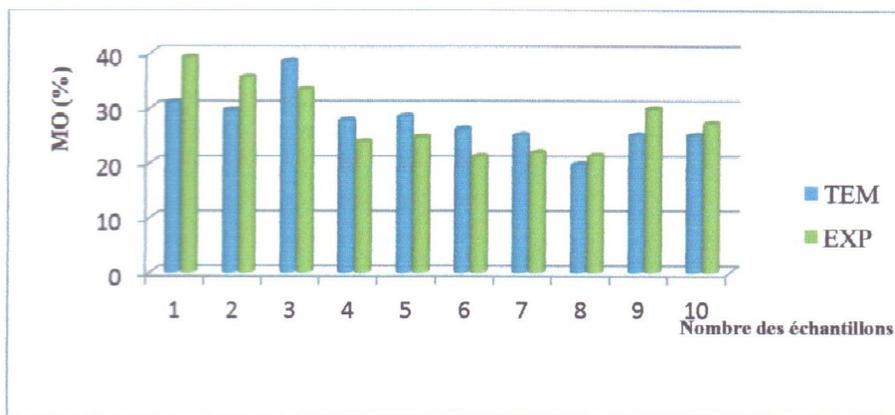


Figure N°25 : La teneur en matière organique

D'après les résultats représentés par la figure, on remarque qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de la teneur en matière organique ( $P= 0,9 > 0,05$ ).

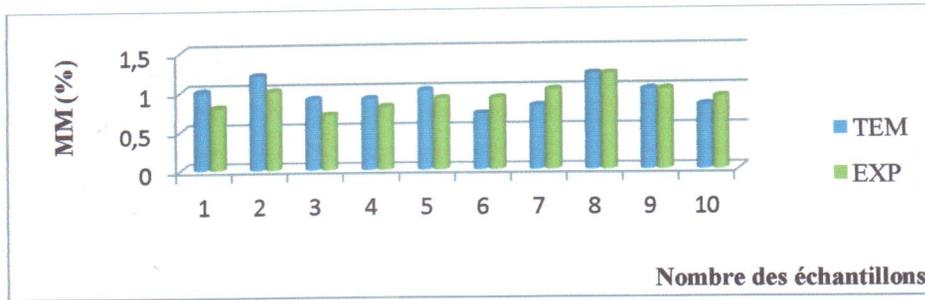


Figure N°26 : La teneur en matière minérale

A partir des valeurs moyennes de la teneur en matière minérale 0,95 % pour les TEM et 0,92 % pour les EXP on peut dire qu'il n'y a pas une différence significative ( $p=0,6 > 0,05$ )

**I.4.3.5. La solubilisation de la coquille**

Les résultats suivants représentent les valeurs de la solubilisation de la coquille

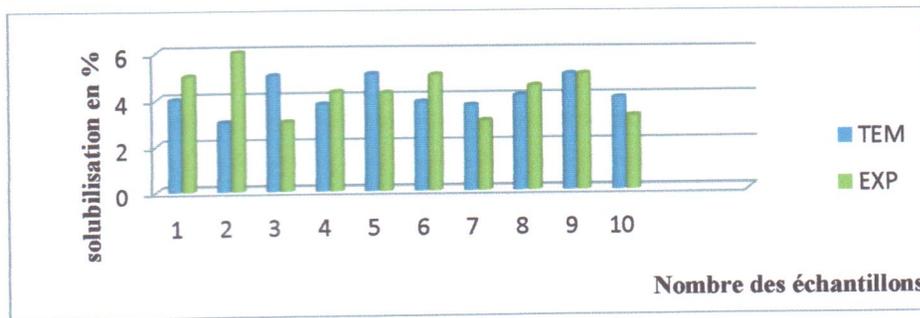


Figure N°27 : La solubilisation de la coquille

D'après les résultats figurés ci-dessus, et les analyses statistiques, on remarque qu'il n'y a pas une différence significative entre les deux lots ( $p=0,6 > 0,05$ ), la solubilisation de la coquille des EXP est supérieure à celle des TEM, elle comprise dans un intervalle de 3 % et 6 %, et 3 % à 5,05 % pour les deux échantillons respectivement,

**I.4.3.6. La teneur en lipides**

Les résultats de la teneur en lipides totaux dans le jaune d'œuf frais sont illustrés dans la figure suivante :

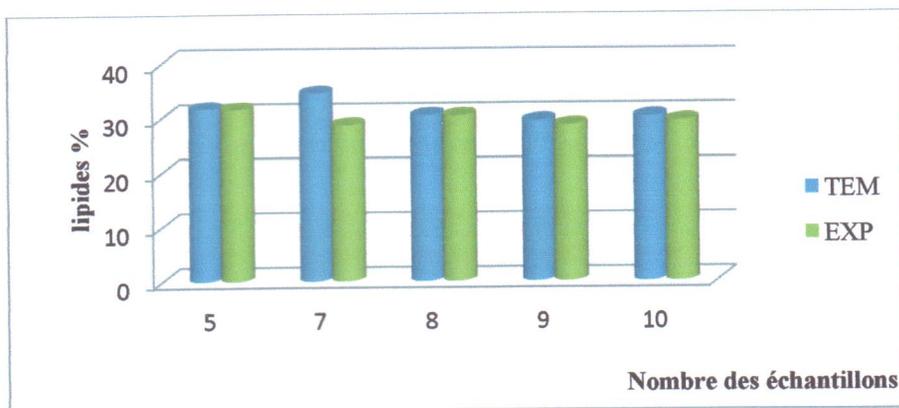


Figure N°28: La teneur en lipides

La comparaison des résultats de la teneur en lipides montre qu'il n'y a pas une différence significative ( $P=0,1>0,05$ ), pour les œufs TEM elle est variée entre 29,38% à 34,49%, avec une valeur moyenne de  $31,21\% \pm 1,24$ , tandis que pour les EXP est variée entre 28,62% à 31,54%, avec une valeur moyenne de  $29,68\% \pm 0,82$ ,

#### I.4.3.7. Acide gras libre (acide oléique)

La figure suivante représente les résultats de dosage des acides gras libres dans le jaune d'œuf de cinq échantillons de chaque lot.

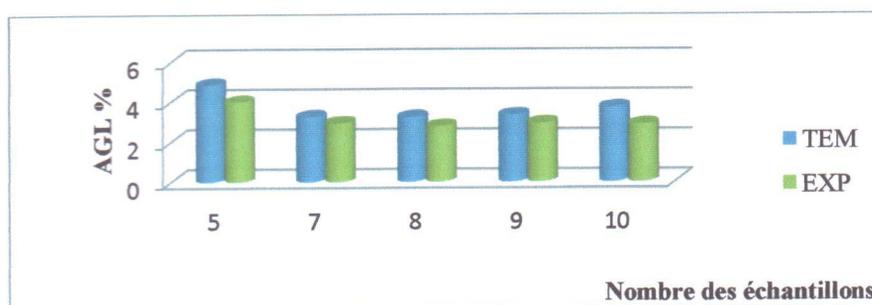


Figure N°29 : La teneur en acide gras libre (acide oléique)

Les résultats illustrés dans la figure montrent que les valeurs de la teneur en acide gras libre (acide oléique) des échantillons TEM sont supérieures à celles des EXP, mais il n'y a pas une différence significative entre ces derniers ( $P=0,1>0,05$ ).

#### I.4.3.8 La teneur en $\beta$ -carotène

Les résultats sont comme suit :

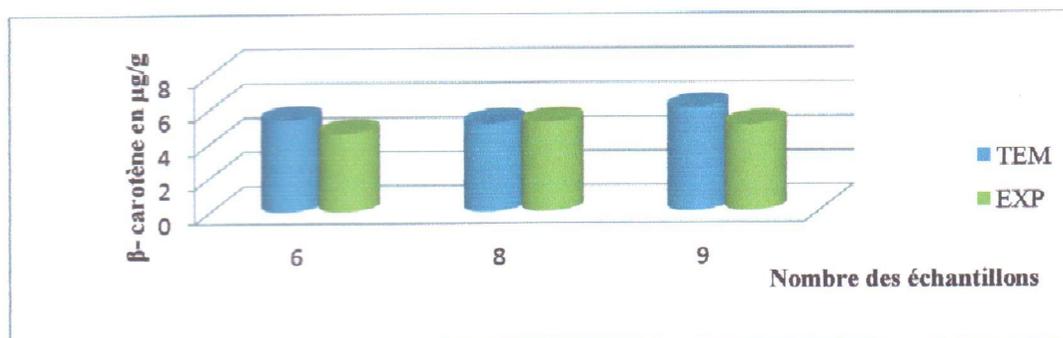


Figure N°30 : La teneur en  $\beta$ -carotène

On trouve qu'il n'y a pas une différence significative ( $P=0,1>0,05$ ) vis-à-vis la teneur en  $\beta$ -carotène dans les œufs issu d'EXP est moins de celle dans TEM où les valeurs maximales sont  $5,051 \mu\text{g/g}$ , et  $5,22 \mu\text{g/g}$  et les minimales sont  $5,17 \mu\text{g/g}$ , et  $4,589 \mu\text{g/g}$  respectivement.



Photo N°12 : La phase de décantation pour la recherche des caroténoïdes.

### I.4. 3.9 La teneur en glucides

La teneur en glucides dans le blanc d'œuf des différents échantillons sont illustrés dans la figure suivante :

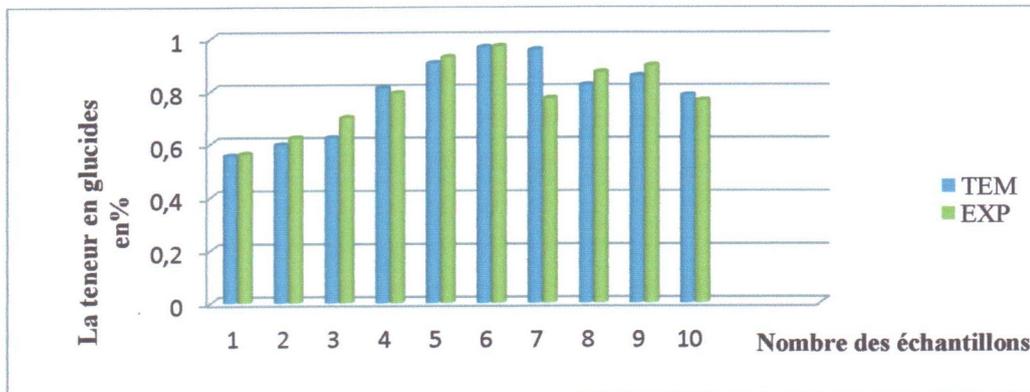


Figure N°31 : La teneur en glucides

D'après les résultats, on trouve qu'il n'y a pas une différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les deux lots où les valeurs maximal, et minimal sont 0,966, et 0,554, mais la valeur moyenne est  $0,7871 \pm 0,01186$  pour lot TEM, est  $0,7871 \pm 0,03631672$  pour EXP.

### I.4. 3.10. La teneur en protéines

Les résultats de la teneur en protéine des œufs entiers des différents échantillons sont présentés dans la figure ci-dessous

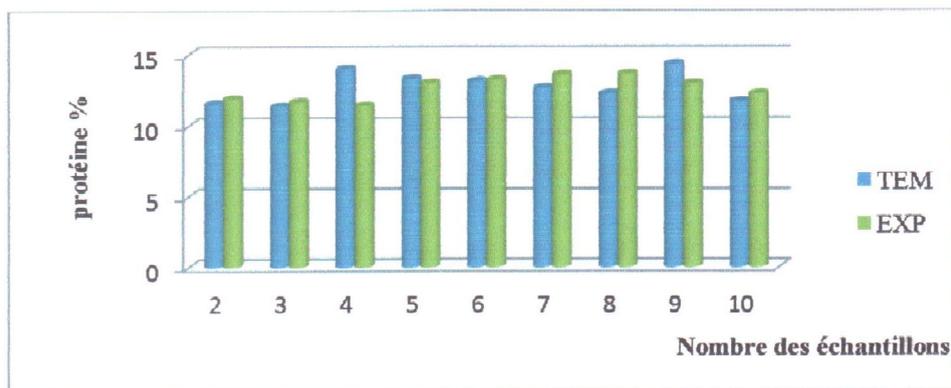


Figure N°32 : La teneur en protéines

D'après nos résultats et les analyses statistiques, on remarque qu'il n'y a pas une différence significative ( $P > 0,05$ ) dans la teneur en protéines, pour le lot TEM elle est variée entre 11,55% et 13,95% avec une valeur moyenne de  $12,58\% \pm 0,76$ , tandis que pour les EXP elle est variée entre 11,41% et 13,65% avec une valeur moyenne de  $12,61\% \pm 0,72$ .

I.4.3. 11. Les métaux lourds dans la coquille

Les courbes d'étalonnage des éléments analysés par SAA sont dans l'annexe et les résultats de ces dernières sont illustrés dans la figure ci-dessus :

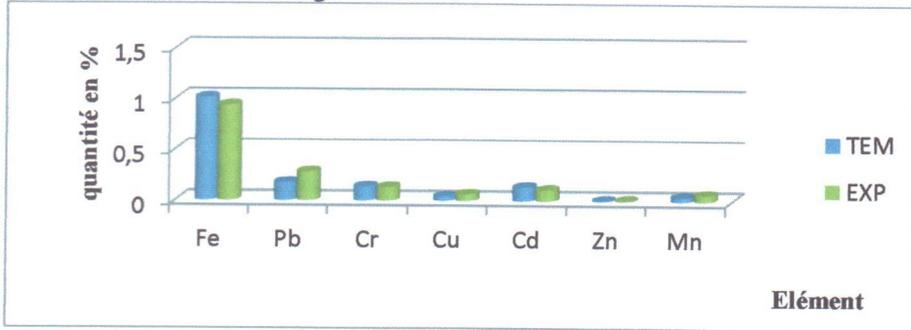


Figure N°33 : La teneur en métaux lourds

La teneur en éléments étudiés est presque la même dans les deux lots où la quantité de Fe est la plus grande avec 1,0134 pour TEM et 0,9398 pour EXP, viens après le Pb, puis le Cr, Mn, et Cd par des quantités proches, suit le Cu, et enfin le Zn qui a la quantité la plus basse de 0,0075 ppm pour TEM et 0,0096 ppm pour EXP.

I.4.3.12. Les résidus secs solubles (°Brix)

Les résultats obtenus par réfractomètre sont illustrés ci-dessus :

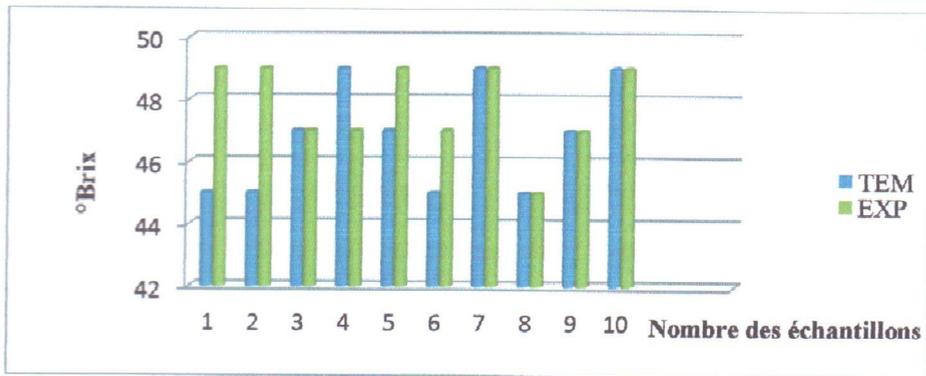


Figure N°34 : Les résidus secs solubles de blanc d'œuf

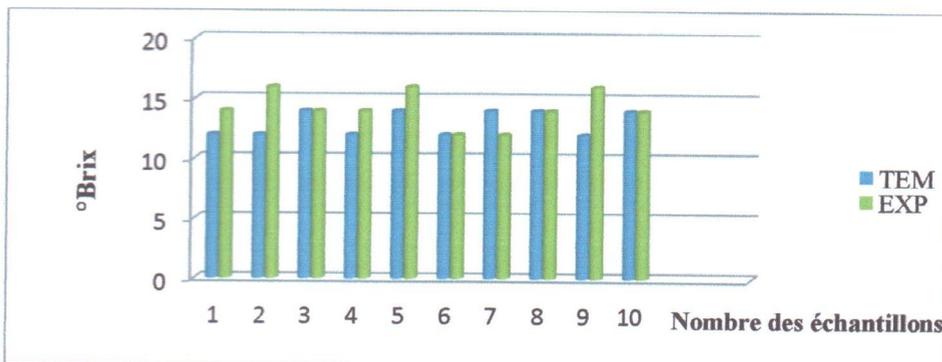


Figure N°35 : Les résidus secs solubles de jaune d'œuf

Le degré de Brix des deux lots est presque le même, Il prend les valeurs 45°, 47°, et 49° pour le blanc et 12°, 14°, et 16° pour le jaune.

### I.5. Microbiologie de l'œuf

Les résultats microbiologiques de tous les germes recherchés sont cités ci-dessous :

#### I.5.1. FTAM, CT et CTT de la coquille

Après le dénombrement des colonies, on organisé le tableau suivant :

**Tableau N°12 : Nombre des différents germes microbiologiques de la coquille.**

Echantillons	TEM (UFC/ml)			EXP (UFC/ml)		
	FTAM	CT	CTT	FTAM	CT	CTT
1	2,34.10 <sup>6</sup>	2,09.10 <sup>4</sup>	70,9	2,67.10 <sup>6</sup>	6,09.10 <sup>3</sup>	
2	1,23.10 <sup>6</sup>	2,42.10 <sup>4</sup>		1,29.10 <sup>6</sup>	5,63.10 <sup>3</sup>	
3	1,7.10 <sup>6</sup>	—	—	1,4.10 <sup>6</sup>	—	—
4	3,52.10 <sup>6</sup>	2,28.10 <sup>4</sup>	95,4	1,25.10 <sup>6</sup>	7,09.10 <sup>3</sup>	54,5
5	2,77.10 <sup>6</sup>	—	—	2,49.10 <sup>6</sup>	—	—
6	1,87.10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>	—	1,86.10 <sup>6</sup>	2.10 <sup>4</sup>	—
7	3,45.10 <sup>6</sup>	3,45.10 <sup>4</sup>	30	2,72.10 <sup>5</sup>	2,44.10 <sup>4</sup>	
8	1,93.10 <sup>6</sup>	2,26.10 <sup>4</sup>	62,7	1,84.10 <sup>6</sup>	1,38.10 <sup>4</sup>	46,3
9	8,63.10 <sup>5</sup>	2,18.10 <sup>4</sup>	51,8	4,63.10 <sup>6</sup>	1,2.10 <sup>4</sup>	42,7
10	3,16.10 <sup>6</sup>	2,19.10 <sup>4</sup>	11,8	2,33.10 <sup>6</sup>	6,72.10 <sup>3</sup>	55,4

On trouve que le nombre du FTAM, CT et CTT est diffère d'un lot à l'autre et aussi dans lot lui-même où on remarque qu'il n'ya pas une différence significative ( $p=0,64$ ,  $p=0,16$  et  $p=0,17$ ) respectivement.

#### I.5.2. FTAM, CT et CTT dans l'interne de l'œuf

Le tableau après grouper le nombre des colonies calculés :

**Tableau N°13 : Nombre des différents germes microbiologiques de l'œuf.**

Echantillons	TEM (UFC/ml)		EXP (UFC/ml)	
	CT	CTT	CT	CTT
1	abs	abs	abs	abs
2	abs	abs	abs	abs
3	4,18. 10 <sup>2</sup>	abs	abs	abs
4	abs	abs	abs	abs
5	abs	abs	1,81. 10 <sup>2</sup>	abs
6	abs	abs	abs	abs
7	abs	abs	abs	abs
8	1,03. 10 <sup>2</sup>	abs	abs	abs
9	abs	abs	abs	abs
10	abs	abs	abs	abs

Concernant l'intérieur de l'œuf, les CT sont presque absence sauf dans des cas comme exemple à lot TEM sont de 4,18. 10<sup>2</sup> ufc/ml et 1,03. 10<sup>2</sup> ufc/ml, et dans lot EXP sont de 1,81. 10<sup>2</sup> ufc/ml.

#### I.5.3. Clostridium sulfito-réducteurs, les salmonelles, staphylococcus aureus, et les streptocoques fécaux dans l'interne de l'œuf

La recherche de ces germes donne des résultats négatifs (absence total).

## I.1. paramètres zootechniques étudiés

### I.1.1. Le poids vif

Le poids vif moyen était supérieur chez les poules enrichies en probiotique comparativement à celui du témoin ( $p < 0,01$ ) ; ces résultats confirment que *L. plantarum* affecte le poids des poules, parce que ce dernier a augmenté à partir de la deuxième semaine de l'incorporation du probiotique jusqu'à la 4<sup>ème</sup> semaine; notre hypothèse pourra être confirmée par le retour à la normale du poids après arrêt de la distribution du probiotique après la 4<sup>ème</sup> semaine. Ce changement dans le poids est dû probablement au caractère de *L. plantarum* qui a la capacité de dégrader les tanins et améliorer la digestibilité, ceux-ci, une fois trouvés en grande quantité dans l'alimentation des poules, ils diminuent le gain de poids. Mais s'ils sont dégradés, ils donnent un bon rendement du poids (Mahon et al., 2000; Osawa et al., 2000).

Il ya une concordance de nos résultats avec celles de Zulkifli et al (2000) qui trouvent que le poids corporel et gain de poids pour les oiseaux recevant des lactiques sont meilleurs par rapport a ceux qui reçoivent les antibiotique. Vittorio et al (2005), Kabir et al (2004) Cavazzoni et al (1999), avaient observé une amélioration du poids avec les *Lactobacilles* à partir de la 2<sup>ème</sup> semaine.

Par contre, nos résultats sont en désaccord avec ceux de Vale et al (2004), Ceylan et al (2003), Ozturk et Yildirim (2004) qui montrent que la supplémentation de la ration de poulet par des probiotiques n'a pas assez d'effet sur le gain de poids.

### I.1.2. L'indice de consommation

La réduction de l'ingéré alimentaire observée dans cette étude chez les poules supplémentées en probiotiques est comparable à celle rapportée par Jin et al (1998), qui explique cette diminution par une meilleur utilisation métabolique de l'aliment par les probiotiques, ces derniers pourraient améliorer l'utilisation de la ration alimentaire de manière indirecte en agissant sur la microflore intestinale ou au niveau des cellules épithéliales du tractus digestif ; la digestibilité de la ration alimentaire pourrait être également augmentée par la prédigestion des facteurs antinutritionnels tels que l'acide phytique et les glucosinates en substrats assimilables par l'hôte (Herzig et al., 2003).

Donc les résultats obtenus vont de paire avec celles de Goachet et al (2010) qui ont trouvé que chez les monogastriques, la digestibilité des fibres a été améliorée de 3,6 % en moyenne suite à la supplémentation avec *L. plantarum-15* et les bactéries propioniques. Par la comparaison de nos résultats avec l'essai réalisé par Mountzouris et al (2006) sur les poussins, le probiotique mélangé composé de *Bifidobacterium*, *Enterococcus* et *Pediococcus* n'a aucun effet bénéfique sur la quantité d'aliment consommée

Mais nos résultats sont en désaccord avec les études de Johri (2004), qui dit que certaines bactéries ne possèdent aucun effet probiotique bénéfique sur les performances zootechniques des oiseaux : selon une expérimentation établie par l'incorporation de *Streptococcus lactis* dans la ration n'améliore pas significativement la quantité d'aliment consommée ainsi que l'indice de consommation.

### I.1.3. Taux de ponte

Selon Christians (2002) plusieurs facteurs peuvent moduler le nombre d'œufs pondus, comme les conditions physiques de la femelle ou la nourriture disponible. Garcia-Fernandez (2009) a rapporté que, les indices les plus classiquement observés pour déterminer la qualité d'une ponte sont le nombre d'œuf pondus et leurs poids.

Les performances de ponte exprimées par le rapport du nombre d'œufs pondus et le nombre des poules de départ.

D'après nos résultats, les performances de ponte ne sont pas affectées par l'incorporation de *L. plantarum*. Dans ce contexte on peut dire que ces résultats ne sont pas en accord avec celle de **Yoruk et al (2004)**, qui disent que le nombre des œufs pondus peut augmenter après une adjonction de *Lactobacillus species* dans l'alimentation des pondeuses, encore en 2002, **Panda et al**, ont utilisé sur des poules pondeuses de 28 semaines un probiotique contenant *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum*, *Aspergillus oryzae*, *Streptococcus faecium* et *Torulopsis spp*. Le produit a amélioré la production d'œufs et l'épaisseur des coquilles mais aucun effet sur l'immunité n'a pu être noté.

#### I.1.4. Taux de mortalité

La mortalité des poules TEM était significativement supérieure à celle des poules EXP, ce qui laisse penser que *Lactobacillus plantarum* a un rôle dans la diminution du taux de mortalité.

Plusieurs études ont montré l'impact positif d'une alimentation enrichie en probiotiques sur le taux de mortalité, où de la même façon **Ramirez Reyes et al (2005)** ont mis en évidence l'efficacité des lactobacilles ; l'addition du probiotique réduit la mortalité chez les poussins expérimentaux de 2,1% par rapport au groupe témoin. Ainsi l'emploi de *Lactobacillus sporogenes* comme probiotique dans l'alimentation pendant huit semaines, réduit significativement le taux de mortalité (**Johri, 2004**).

En plus **Siwicki et al (2005)** ont mentionné que la consommation d'aliment contenant un mélange de (*Lactobacillus salivarius* AWH, *L. acidophilus* BS, *L. helveticus* b9, *Bifidobacterium longum* KNAI et *B. animalis* 30) réduit significativement le taux de mortalité des poulets par comparaison à un lot témoin.

#### I.2. La matière fécale des poules

##### I.2.1. pH

Une réduction du pH de la matière fécale a été observée pendant le temps de l'expérimentation. Le pH réduit dans le lot EXP pourrait être dû aux effets acidifiants des acides organiques qui sont présents dans les métabolites. L'environnement acide qui favoriserait l'augmentation du nombre des lactiques qui pourraient causer par la suite la production supplémentaire des acides organiques et composés antimicrobiens, tel que les bactériocines. Hexoses des ferments lactiques dans des acides comme l'acide formique, acétique, lactique et éthanol quand il y a une limitation à provision du glucose (**FOO, H.L., 2003**).

##### I.2.2. Dénombrement des entérobactéries dans la matière fécale

Il ya plusieurs études effectuées sur l'homme et l'animal, concernant la capacité du probiotique à changer le type et le nombre des microorganismes intestinales **Netherwood et al., 1999**).

Nos résultats montrent que le nombre le plus élevé d'entérobactéries est trouvé dans la matière fécale des sujets recevant le probiotique cela est du probablement à l'effet antagoniste des probiotiques (Acide lactique, Bactériocine,...) qui chassent les autres bactéries vers l'extérieur en modifiant l'écosystème intestinal par leurs métabolites. **Huyghebaert et al (1999)** ont démontré que les acides organiques (produit du métabolisme bactérien) influent sur l'équilibre de l'écosystème digestif et réduisent la prolifération des bactéries pathogènes. Ce caractère est trouvé chez *Lactobacillus plantarum*, ce dernier a la capacité d'adhérer à la muqueuse intestinale (**Collado et al., 2008 ; Collado et al., 2007.**), et coloniser le tractus digestif

pour empêcher l'installation d'une flore pathogène. Cette compétition pour les sites d'adhésion mais aussi pour les nutriments constitue le mécanisme d'exclusion compétitive. En plus de ça la production d'acide lactique, d' $H_2O_2$ , de bactériocines et d'autres substances antimicrobiennes par ces lactobacilles contribuent, avec le maintien d'un pH acide inférieur à 4,5, à produire un effet barrière réduisant fortement les risques d'infection (Antonio et al., 1999).

### I.3. L'œuf

#### I.3.1. Caractères physiques

##### I.3.1.1. Poids des œufs

D'après nos résultats, nous constatons qu'il n'y a pas une différence significative de calibre des œufs entre les deux lots.

Les études de Supic et al (1999) et Pavlovski et al (2000) montrent que le poids peut varier selon l'âge, la composition et la quantité d'aliment consommée par la poule, donc on peut dire que *L. plantarum* n'a aucun effet sur le poids des œufs, et ces résultats sont en concordance avec les études de Yoruk et al (2004) qui ont dit que l'utilisation des lactobacillus n'affecte pas la qualité des œufs. Par contre aux études de Panda, Roddy et al (2003) qui montrent qu'il y a une amélioration de poids des œufs par les *lactobacillus*.

##### I.3.1.2. Index de forme

A partir des résultats aucune différence significative n'a été signalée. Donc on peut dire que *L. plantarum* n'affecte pas ce dernier. Les valeurs de l'index de forme sont proches à ceux de Thapon et Borgeois (1994), qui montrent que la forme de l'œuf est souvent représentée par l'indice de forme au rapport (Largeur /Longueur)  $\times 100$ , il varie entre 65 (œuf allongé) et 82 (œuf arrondi), il diminue progressivement avec l'âge en passant de 77 en début de ponte à 74 en fin de ponte.

##### I.3.1.3. Le poids et l'épaisseur de la coquille

Nos résultats sont presque les mêmes pour les deux lots, et sont identiques à ceux trouvés par Sauveur (1988), qui montre que le poids de la coquille varie de 8,5-10,5% et l'épaisseur varie entre 0,3 à 0,4 mm.

Les résultats des analyses statistiques indiquent qu'il n'y a pas une différence significative entre les deux lots, dans le poids et l'épaisseur de la coquille, ces résultats sont en désaccord avec ceux de Mohan et al (1995), Angelovicova et al (1996), et Panda et al (2000) qui ont dit que certains probiotiques peuvent augmenter l'épaisseur et le poids de la coquille chez les poules pondeuses. et cette variation des résultats est probablement due aux plusieurs agents tels que la génétique, l'alimentation, et l'âge de la poule...

##### I.3.1.4. La solidité et la solubilisation de la coquille

Les résultats de la solidité et de la solubilisation de la coquille ne représentent pas une différence significative entre les deux lots, c'est-à-dire *L. plantarum* n'a pas une influence sur ces deux paramètres de la coquille.

D'après les études de Sauveur (1988), la solidité de la coquille est très étroitement liée aux facteurs en amont de la production de l'œuf, parmi les principaux, on peut citer : l'origine génétique, l'âge de la poule pondeuse, l'alimentation, les conditions d'élevage et l'état sanitaire.

Selon ISA (2010), la qualité de la coquille dépend pour l'essentiel de l'alimentation calcique de la poule, ceci est illustré par le fait bien établi que la qualité des œufs est d'autant meilleure que les œufs sont pondus l'après-midi.

Pavlovski (1999) a remesuré l'influence de l'heure de ponte sur la qualité des coquilles. Les œufs pondus en fin de la journée ont une meilleure qualité de la coquille, cela signifie que les poules disposant de calcium en fin de calcification produisent des œufs de meilleure qualité.

Les valeurs de la solubilisation de la coquille sont proches à celles trouvées par Duchaufour (1965).

### I.3.1.5. Le poids de l'albumen et de vitellus

Le blanc, composant majoritaire de l'œuf, est le principal facteur régissant la taille de l'œuf. C'est le constituant le plus volumineux, composé majoritairement d'eau (Dzialowskia et al, 2008)

Les études de Nahashon et al (1994) montrent que l'utilisation des probiotiques ou des antibiotiques, l'intérieur de l'œuf peut être modifié par plusieurs critères : sa composition, son aspect et son goût, ces études sont différentes avec nos résultats puisque on ne trouve pas une différence significative entre les deux lots.

Les valeurs de poids de blanc et de jaune sont en accord avec les travaux de sauveur (1988) qui montrent que le poids est varié entre 35-37g et 17 à 18,5g pour les deux principaux constituants de l'œuf le blanc et le jaune respectivement.

En fin selon les études de sauveur (1988), lorsque la poule vieillit le poids de l'œuf augmente, cet accroissement se traduisant par une augmentation de la part relative de jaune et une diminution de celle de blanc.

### I.3.1.6. Unité Haugh

D'après nos résultats qui ne représentent pas une différence statistique, on peut dire qu'ils sont en désaccord avec les études de Nahashon et al (1994) qui montrent que la qualité de l'albumen de l'œuf (rigidité du gel mesurée en unité Haugh) est améliorée par l'ajout de certains probiotiques. Les résultats de l'UH sont presque les mêmes pour les deux lots, sont en accord avec ceux publiés par les études de Gerber (2006) qui montre que l'UH doit être supérieure à 60 et se situe entre 75-85 pour un œuf frais quel que soit la race de poule.

### I.3.1.7. La couleur et les caroténoïdes du jaune d'œuf

Le jaune d'œuf contient des colorants, les caroténoïdes (Blount et al., 2002, Williamson et al., 2006). Ce sont des pigments rouge, orange et jaune répandus chez de très nombreux organismes vivants.

Les résultats mettent en évidence la présence de  $\beta$ - carotène dans tous les jaunes d'œufs mais nos résultats n'indiquent pas une différence significative entre les deux lots, donc ils sont contradictoires avec ceux de Angelovicova et al (1999) qui ont dit que la couleur du jaune d'œuf peut être modifiée par l'adjonction des probiotiques, mais autres études montrent qu'il n'y a pas un effet de ces dernières sur la couleur du jaune (Zobac et al., 1996 ; Tarasewicz et al., 2003).

En effet, comme les poules ne sont pas capables de synthétiser des pigments, ceux-ci doivent être inclus en quantité adéquate dans les régimes alimentaires pour assurer l'uniformité de la couleur du jaune d'œuf (Blount et al., 2002).

Selon Magnin et al (2009), ces derniers se trouvent sous forme de xanthophiles ou oxycaroténoïdes présents dans certains nombre des matières premières (maïs...).

Cette disparité est due probablement aux conditions d'alimentation ou à la dose et la forme des probiotiques administrés dans l'eau de boisson.

### I.3.1.8. Index vitellenique

D'après nos résultats, et les analyses statistiques on remarque qu'il n'y a pas une différence significative entre les échantillons, on peut dire que *L.plantarum* n'a pas un effet sur l'index vitellenique. Mais les valeurs de ce dernier sont proches à ceux de **Portais (1988)**, qui indique que la valeur de l' $I_v$  correspond au rapport H/L, et se situe entre 40 et 45 pour un œuf frais.

## I.3.2. Caractères physico-chimiques

### I.3.2.1. Le pH

Les analyses statistiques indiquent la présence d'une différence significative dans le pH de l'œuf entier, mais malheureusement il n'y a pas des références dans la littérature qui expliquent l'effet des probiotiques sur les valeurs de ce dernier.

A partir des résultats enregistrés, le pH de l'albumen et du vitellus on trouve que le pH du blanc des œufs TEM et EXP sont presque les mêmes et sont aux alentours du même intervalle trouvé par **Sauveur (1988)**, où au moment de la ponte le pH de blanc est d'environ 7,6 et après un jour à température ambiante, le pH augmente à 8,5 pour atteindre des valeurs supérieures à 9 après plusieurs jours.

En effet, un jaune d'œuf frais possède un pH se situant entre 6 et 6,3 alors qu'un jaune d'œuf vieux aura un pH de 6,8 (**Reijrink et al., 2008**).

### I.3.2.2. L'acidité des œufs

En effet les résultats, et les analyses statistiques montrent une différence significative dans les valeurs de l'acidité des deux lots, mais malheureusement il n'y a pas des références bibliographiques qui expliquent l'effet des probiotiques sur les valeurs de cette dernière, nous pensons que l'acide lactique pourrait avoir un effet.

### I.3.2.3. La teneur en eau et la matière sèche

Les analyses statistiques ne montrent pas une différence significative entre les deux lots, ces résultats sont variables à ceux fixés par le journal officiel de l'union européenne (**règlement N° :1263/2011**) qui montrent que l'adjonction de *L.plantarum* permet une meilleure conservation de la matière sèche.

Ces valeurs sont peu supérieures à ceux trouvés par **Sauveur (1988)**, qui indiquent que cette teneur est comprise entre 24,5% -26%, cette dernière peut être aussi diminuée en fonction de l'âge de la poule (**Sauveur et Nys, 2004**). Mais les valeurs de la teneur en eau sont en concordance avec les travaux entrepris par **Sauveur (1988)** qui a démontré que la teneur en eau est relativement fixée, elle est comprise entre 74 -75,5%.

### I.3.2.3. La matière organique

Les résultats de la teneur en matière organique entre les deux lots, montrent l'absence d'une différence significative, donc on peut dire que *L.plantarum* n'a aucun effet sur cette dernière.

La teneur en matière organique est peu supérieure à ceux trouvés par **saveur (1988)**, qui indique que cette dernière est comprise entre 23-23,6%.

### I.3.2.4. La matière minérale (les cendres)

Les analyses statistiques révèlent que les différences entre les deux lots ne sont pas significatives, donc probablement *L. plantarum* n'a aucun effet sur la teneur en MM. La teneur en cendres pour les deux lots est presque la même par rapport à celle rapportée par **Powrie et Nakia (1986)** ; **Thapon et Bourgeois (1994)** indiquent que cette teneur est de 0,8%.

### I.3.2.5. Les métaux lourds

A partir des résultats, l'ordre des concentrations des éléments métalliques trouvés dans la coquille des œufs TEM est : Zn < Cu < Mn < Cd < Cr < Pb < Fr, et concernant les œufs EXP, ce dernier est de : Zn < Mn = Cu < Cd < Cr < Pb < Fr.

Mais malheureusement, il n'y a pas des références bibliographiques indiquant les valeurs des métaux lourds dans la coquille, et les indications trouvées montrent qu'ils sont présents sous forme de traces.

Les travaux de **Davis et Reeves (2002)**, montrent que les niveaux de toxicité potentiels comme le plomb, le cadmium, sont très bas dans les aliments.

**Gerber (2006)** indique que, l'alimentation des poules peut avoir des conséquences sur la formation de la coquille. Il devrait également noter que non toutes les traces minérales sont également disponibles. Il a rapporté des quantités variables de zinc, de cuivre, de fer et de manganèse dans la coquille et membranes coquillières,

### I.3.2.6. La teneur en lipides

D'après nos résultats, on trouve que la teneur en lipides des deux lots est acceptable par rapport aux résultats indiqués par **Saveur (1988)**, où les meilleures valeurs sont comprises entre 33 à 34 g par 100 g de jaune d'œuf.

Egalement, on remarque un abaissement dans les valeurs des lipides du lot EXP par rapport au lot TEM ; mais malgré, cette diminution ne donne pas une différence significative de point de vue statistique.

Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que soit *Lactobacillus plantarum* n'affecte pas la teneur en lipides des œufs, comme **Zobac et al., (1996)** ; **Tarasewicz et al., (2000)** ont montrés à partir de leur études qui révèlent que l'utilisation de la microflore ou les antibiotiques, ne montrent aucun effet ou même parfois un effet négatif ; Soit *Lactobacillus plantarum* peut entraîner des modifications de la teneur en lipides de vitellus (**Mohan et al., 1995**) mais la durée d'administration est insuffisante.

### I.3.2.7. La teneur en acide gras libre

Concernant les AGL dans le jaune d'œuf on trouve que, sa teneur dans les deux lots est de l'ordre  $3,395 \pm 0,64$ , ces valeurs sont proches à celle présentée dans la norme CEE-ONE N°=63 (max 3,5%) mais ne représente pas une différence significative entre les lots, ce qui confirme que le probiotique ajouté n'a pas d'effet sur le profil des AG. Mais par contre **Fabien et al., (2005)** trouvent que la modification du profil en acides gras de l'œuf par la qualité des AG incorporés

dans le régime est possible. Ainsi, la présence de la flore entraîne une modification de la composition en acides gras du jaune d'œuf (Furuse et Okumura, 1994). La teneur en cholestérol du jaune peut être réduite par l'utilisation de probiotiques (Mohan et al., 1995).

#### I.3.2.8. La teneur en glucides

La comparaison des variances entre les deux lots montre des différences non significatives et des teneurs moyenne acceptable par rapport aux travaux du Roudaut et Lefranq (2005) qui aient mentionné que cette teneur est 0,9%, elles sont par contre élevés par rapport à celles obtenus par Lafon et Lafon (1999) et Saveur (1988) qui ont mentionné que la teneur moyenne en glucides de l'albumen se situe entre 0,4 et 0,5%.

Les résultats de nos échantillons confirment que *L.plantarum* n'affecte pas la quantité des glucides, donc il y a une concordance avec les résultats obtenus par (Zobac et al., 1996; Tarasewicz et al., 2000)

#### I.3.2.9. La teneur en protéines

La variation de la teneur en protéines dans l'œuf entier des tous les échantillons vont de paire avec la valeur trouvée par Roudant et Lefranq (2005) qui ont montré que ces derniers sont entre 12,2 et 16, 8%, elles sont dans le même intervalle indiqué par Saveur (1988) (12 à 12,8%).

Nous ne trouvons pas un effet de *L.plantarum* sur la quantité des protéines, contrairement aux études de Gabriel I et al. (2003) qui ont dits que dans la plupart des cas l'introduction des probiotique dans l'alimentation des poules peut affecter la qualité des viandes et la qualité interne des œufs.

#### I.3.2.10. Degré de Brix

Pour des produits riches en sucres (confitures, sirops, pâtes de fruits, boissons...), le réfractomètre donne la teneur en matière sèche, qui est en fait équivalente à la teneur en sucres (puisque le produit en est essentiellement composé).

Pour des produits contenant des sucres et/ou des protéines et/ou un peu de matières grasses (lait, blanc d'œuf) le réfractomètre permet de mesurer approximativement la teneur en matière sèche, mais il est impossible d'obtenir ainsi la teneur en sucres

Quand la teneur en matières grasses devient trop importante (jaune d'œuf, beurre, huile...) le degré Brix mesuré avec un réfractomètre n'a pas de relation avec la matière sèche, il faut utiliser un réfractomètre à échelle butyrométrique.

Après notre étude *L.Plantarum* n'exerce pas un effet sur le °Brix des œufs, et les résultats sont accords avec les normes où le °Brix de jaune d'œuf est de 14°, de blanc est de 47°.

### I.3.3. Contrôle microbiologique

#### I.3.3.1. La FTAM, CT et CTT sur la coquille

Nos résultats montrent que la flore aérobie mésophile est la flore prédominante, ainsi que le taux de contamination faible dans la coquille des œufs EXP (de moyenne  $2 \times 10^{-6}$  ufc/ml) par rapport aux œufs TEM ( $2,28 \times 10^{-6}$  ufc/ml). Nous remarquons également la présence des CT et CTT dans la plus part des échantillons.

Ces valeurs sont proches à celles rapportées par **Portais et al. (1989)** qui ont montré que la surface de la coquille est contaminée par différents microorganismes de l'environnement ; ceux-ci sont apportés souvent par des fientes, des poussières, le matériel..., le nombre de germe dénombrés par coquille varie de  $10^3$  à  $10^7$  ufc/ml avec une valeur moyenne de  $10^5$  ufc/ml. **Sauveur (1988)** dit la même chose, mais le nombre est différent où la surface de la coquille héberge  $10^3$  à  $10^4$  ufc/ml bactéries pour les coquilles très propres à plus de  $10^7$  ufc/ml pour les coquilles très contaminées.

### **I.3.3.2. Les germes recherchés à l'intérieur de l'œuf**

Des bons résultats sur le plan bactériologique ont été observés chez les deux groupes, où ils mettent en évidence l'absence totale de tous les germes pathogènes recherchés, et parfois la présence des CT, ces derniers qui résultent probablement de la contamination verticale, au cours de la genèse de l'œuf. Nos résultats sont en concordance avec les résultats publiés par **Messan et al. (2000)** qui ont dit que l'intérieur de l'œuf stérile peut être contaminé soit horizontalement ou verticalement.

### Conclusion

Dans cet étude l'utilité d'un probiotique (*L.Plantarum*) comme un facteur qu'est aide à l'amélioration de croissance des poules et la qualité des œufs pondus, les résultats permettent de montrer que :

*L.Plantarum* a un effet sur les paramètres zootechniques comme pour le poids des poules où il y a une différence significative, ainsi pour l'indice de consommation d'une part, et d'autre part il y a diminution de taux de mortalité.

Le pH de la matière fécales des poules est basse dans EXP c'est l'effet de *L.Plantarum* avec une différence hautement significative.

L'analyse organoleptique des œufs issus des poules alimentées par *L.Plantarum* est bien par apport à celle du TEM (l'absence des corps étrangères, les taches du sang...), même chose pour les paramètres physiques (comme dans Unité Haugh, Epaisseur de la coquille, Index de solidité, Index de forme, Index vitellenique... etc).

Quelques paramètres physico-chimiques n'indiquent pas l'effet du *L.Plantarum* sur les œufs où il n'y a pas la différence significative comme dans la teneur en eau, matière sèche, minéral, organique, la solubilisation de la coquille, teneur en lipides, en protéines, en glucides, en AGL, °Brix, et en métaux lourds. Mais d'autre sont donnés une différence significative comme le pH et l'acidité.

Notre étude donne des bon résultats au plan microbiologique de l'œuf de deux lots dans la recherche des germes pathogènes (CT, CTT, *Clostridium sulfito-réducteurs*, les salmonelles, *Staphylococcus aureus*, et les streptocoques fécaux).

L'analyse des résultats obtenus par l'étude statistique montre que *L.Plantarum* exerce un effet bénéfique sur les poules et en même temps sur la qualité des œufs sauf dans quelque paramètre.

A l'essor de cette étude il convient de dire qu'il est souhaitable de refaire l'expérimentation sur un élevage à grande échelle, afin de confirmer les résultats que nous avons obtenu.

## A

- ✓ **Adrian J., Potus J., Poiffait A., 1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaire. éd. lavoisier. Tec & Doc. Paris P : 7, 24, 41, 62, 85, 91.
- ✓ **AFNOR, 1982.** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed. AFNOR, 325 p.
- ✓ **Ait Belgnaoui A., 2006.** Influence d'un traitement probiotique (*Lactobacillus farciminis*) sur les altérations de la sensibilité viscérale liées au stress : rôle de la barrière épithéliale colique, These pour l'obtention de docteur de l'institut national polytechnique de toulouse, filière : qualité et sécurité des aliments.
- ✓ **Akbar M.K., Gavora J.S., Frairs G.W., Gowe R.S.C., 1983.** Composition of eggs by commercial size categories. Effects of genetic group, age and diet. Poultry Sci., 62, 925- 933.
- ✓ **AOAC., 2000.** Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 17<sup>th</sup> Edn, Washington.
- ✓ **Angelovicova M., 1996.** Zivocisna Vyroba, 41, 391-395.
- ✓ **Annicka B., 2009.** fermentation malolactique : métabolisme bactérien et altérations. Mis au point sur les amines biogènes.
- ✓ **Anton M., Nau F., Lechevalier V., Guerin-Dubiard C., Croguennec T., 2010.** Les ovoproduits : des ingrédients fonctionnels pour des matrices complexes. INRA, UR1268 Biopolymères Interactions Assemblages, Equipe Interfaces et Systèmes Dispersés, F44316 Nantes, France Inra Prod. Anim., 23(2), 215-224.
- ✓ **Anuradha S., Rajeshwari K., 2005.** Probiotics in Health and Disease. JIACM., 6(1): 67 72.
- ✓ **Archibald F., Fridovich I., 1981.** Manganese, superoxide dismutase, and oxygen some lactic acid bacteria, *J. Bacteriol.* 146: 928-936.
- ✓ **Audingie Cl., Fegarella J., Zonszain F., 1984.** Manipulation d'analyse biochimique DOIN éditeur Paris 1<sup>er</sup> édition P : 1-10, 50.
- ✓ **Aureli R., Philipps P., Fru F., Schierle J., Gadiant M., 2009.** comparer l'efficacité de différents pigments rouge sur la pigmentation de jaune d'œufs, Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Mab, p 302.

## B

- ✓ **Baerdemaeker J., De Ketelaere B., Bamelis F., Kemps B., Mertens K., Verhoeft E., Tona K., Kame rs B., De cuype re E., 2005.** nouveaux systèmes pratiques pour mesurer la qualité des œufs. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole.
- ✓ **Bibbal .D, CorpetD., 2006-2007.** OEuf et ovoproduits
- ✓ **Blount J.D., 2002.** Proceedings of the Royal Society of London B.269, 29-36
- ✓ **Blount J.D., Surai P.F., Nager R.G., Houston D.C., Moller A.P., Trewby M.L., Kennedy M.W., 2002.** Carotenoids and egg quality in the lesser black-backed gull *larus fuscus*: A supplemental feeding study of maternal effects. *Proc R Soc Lond B, Biol Sci*, 269, 29-36.
- ✓ **Blum J.C., Sauveur., 1996.** Caractéristiques et qualité de l'oeuf de poule. Cah.

- Nutr. Diét., 31, 369-378.
- ✓ **Bonnet Y., Mongin P., 1965.** Mesure de la surface de l'œuf. Ann. zotech, 311-317.
  - ✓ **Bourre J M., 2005.** Dossier scientifique sur l'oeuf
  - ✓ **Braun P., Fehlhabe r K., Wicke A., 1999.** Salmonella, World Poult. Special: 23-24.

## C

- ✓ **Cavazzoni V., Adami A., Castrovilli C., 1998.** Performance of broiler chickens supplemented with *Bacillus coagulans* as probiotic. Br. Poult. Sci., 39(4):526-529.
- ✓ **Ceylan N., Ciftci L., ildiz F., Sogut A., 2003.** A.U.Tar.Bil.Der., 9, 320-326.
- ✓ **Chambert., Defert F., Galais B., Pegloin M., Tracol C., 2008.** Elevage intensif et agriculture durable, *Étude d'un sujet de controverse*.
- ✓ **Chiquette J., 2010.** le rôle des probiotiques en produits litières, agriculture et agroalimentaire Canada, CRAAC.
- ✓ **Choe D.W., Loh H.L., Foo M., Awis Q.S., 2012.** Egg production, faecal pH and microbial population, small intestine morphology, and plasma and yolk cholesterol in laying hens given liquid metabolites produced by *Lactobacillus plantarum* strains.
- ✓ **Christians J.K., 2002.** Avian egg size: variation within species and inflexibility within individuals. Biological Reviews Cambridge Philosophical Society, 77, 1-26.
- ✓ **Collado M., Meriluto J., Salminen S., 2007.** Role of commercial probiotic strains against human pathogen adhesion to intestinal mucus. Le H, App. Microbiol.
- ✓ **Collado M., Meriluto J., Salminen S., 2008.** Adhesion and aggregation properties of probiotic and pathogen strains. Eur Food Res. Technol.

## D

- ✓ **Davis C., Reeves R., 2002.** High value opportunities from the chicken egg. Rural Industries Research Development Corporation, Publication N°02/094. P 1-61.
- ✓ **Delphine B., 2012.** hygiène et industrie des aliments, école nationale vétérinaire de Toulouse ENVT HTDAOA.
- ✓ **Dib H ., 2012,** identification et évaluation de l'effet probiotique des bactéries lactiques isolées dans des fromages caprins traditionnels, Faculté d'Agronomie, Université Libanaise, Dekwaneh, Liban.
- ✓ **Doumit W., 2001,** L'élevage des poules pondeuses, Jal el Dib – Liban, Etude de financée par l'Union Européenne.
- ✓ **Dubach A., 2002.** Leiter Analytik/Mikrobiologie, Emmi Schweiz AG, 6032 Emmen, Aperçu scientifique sur *Lactobacillus GG*.
- ✓ **Duchaufour P., 1965.** Précis de pédologie. 2ème édition. Ed. Masson, Paris, 481p.
- ✓ **Dzialowska EM., Reed WL., Sotherland PR., 2008.** Effects of egg size on double crested cormorant (*phalacrocorax auritus*) egg composition and hatchling phenotype. Comp Biochem Physiol Part A, 152, 262-267.

## E

- ✓ **Edens F.W., 2003.** An alternative for antibiotics use in poultry: Probiotics.Rev. Bras.Cienc. Avic., Vol5. N°.2.

## F

- ✓ **Foo H.L., Loh T.C., Law F.L., Lim Y.Z., Kufli C.N., Rusul G., 2003.** Effects of feeding *Lactobacillus plantarum* I-UL4 isolated from Malaysian Tempeh on growth performance, faecal flora and lactic acid bacteria and plasma cholesterol concentrations in post weaning rats. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 12: 403-408.
- ✓ **Fuller, R.1989.** Probiotics in man and animals, *J. Appl. Bacteriol.*, 66, 365-368.
- ✓ **Furuse M., Okumura J., 1994.** Composition. *Biochem. Physiol.*, 109A, 547-5566
- ✓ **Françoise., Dubiard., Baron., Thapon., 2010,** Science et technologie de l'œuf, collection sciences & techniques agroalimentaires, éd, Lavoisier, édition TEC & DOC, Paris, VI, p 164, 165, V2 p : 28, 29.
- ✓ **Fredot E., 2009.** connaissance des aliments, collection sciences & techniques agroalimentaires, éd, Lavoisier, édition TEC & DOC, Paris, p : 135
- ✓ **Fredot E., 2005.** connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, collection sciences & techniques agroalimentaires, éd, Lavoisier, édition TEC & DOC, Paris, p : 185, 186.

## G

- ✓ **Gabriel I., Mallet S., Lessire M., 2003.** la microflore digestive, une composante oubliée de la nutrition des volailles, INRA, Station de Recherches Avicoles, 37 380 Nouzilly, France.
- ✓ **Garcia-Fernandez V., 2009.** Qualité du partenaire et qualité de l'œuf chez les oiseaux. Thèse de doctorat en Ethologie. Université Paris Ouest La Défense Nanterre, France.
- ✓ **Gerber N., 2005,** Factors affecting egg quality in the commercial laying hen, Egg Producers Federation of New Zealand (Inc) /Poultry Industry Association of New Zealand.
- ✓ **Gerber N., 2006,** facteur affecting egg quality in the commercial laying hen: A review.Egg produced federations of Zealand (Inc), poultry industry Association of new Zealand p:2.
- ✓ **Gloor A., Meierhans D., Sontheim F., Stalder U., 2004.** Œufs et ovoproduits ; Manuel suisse des denrées alimentaires MSDA, chapitre 21.
- ✓ **Goachet A.G., Berger C., Julliand V., 2010.** Effect of a new alive lactic bacteria as a probiotic on organic matter and cell-walls digestibility in confining endoronce horses in: the impact of nutrition on the health and welfare of horses. EAAP publication n 128 , Eds AD Ellis , AC Longland, M Coenen , N Mireglia , 5th European Workshop, p 319-322.
- ✓ **Göran Molin., 2006,** *Lactobacillus plantarum* 299v, p 3-4.
- ✓ **Griffin H.D., 1992.** Manipulation of egg yolk cholesterol: a physiologist's view.

World's Poult. Sci J., 48, 101-11

- ✓ **Guardiola F., Codony R., Rafecas M., Boatella J., Lopeza A., 1994.** Fatty acid composition and nutritional value of fresh eggs, from large- and small-scale farms. *J. Food Compos. Anal.*, 7, 171-178
- ✓ **Guiraud J., Galzy P., 1987.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition de l'usine nouvelle, 64-68 ; 149-158
- ✓ **Guiraud J.P., 1998.** Microbiologie des principaux produits alimentaires ; in : «Microbiologie Alimentaire, Techniques de Laboratoire » Dunod, Paris.
- ✓ **Gutierrez M.A., Mitswya T., Hatta A., Koketsu M., Kobayashi; Juneja L.R., Kim M., 1998,** comparison of egg yolk protein hydrolysate and soybean protein hydrolysate interne, in valeur nutritionnelle Nys, Sauveur, 2004.

## H

- ✓ **Hencken H., 1992.** *Poult.Sci* 71:711-717.
- ✓ **Hermier D., 1997.** Influence de l'alimentation sur la qualité des lipides de l'oeuf. Colloque annuel Valicentre 14p., Chambray-les-Tours, France.
- ✓ **Herzig I., Gopfert E., Pisarikova B., Strakova E., 2003.** Testing of growth promoting and protective activity of the probiotic lactiferm in weaned piglets. *Acta. Vet. Brno.*, 72:331-338.
- ✓ **Huyghebaert G., De Groote G., Van De Broek G., Velzeboer M., 1999.** 12<sup>th</sup> Eur.Symp.Poult.Nutr, 421 -423

## I

- ✓ **Ichou.S, 2012 la filière avicole en Algérie.** 10<sup>èmes</sup> Journées des Sciences Vétérinaires La filière avicole : Développement et promotion
- ✓ **ISA, 2010.** Alimentation des pondeuses et techniques de distribution de l'aliment.
- ✓ **Izquierdo E.A., 2009,** les protéines bactériennes en tant que biomarqueurs de l'activité probiotique, pour obtenir le grade de doctorat de l'université de Strasbourg, spécialité chimie analytique.
- ✓ **Isidore K, 2007,** aviculture des poules pondeuses.

## J

- ✓ **Jacob, J. P., Miles, R. D. and Mather, F. B., 2000.** Egg Quality. University of Florida.
- ✓ **Jal el Dib L, 2001.** L'élevage des poules pondeuses, Etude financée par l'union Européenne.
- ✓ **Jin L.Z, Ho Y. W, Abdollahi N, Jalaludin S, 1998.** "Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broilers fed diet containing lactobacillus cultures". *Poultry Science* 77, p 1259-1265.

- ✓ **Joffin C, Joffin J.N, 2010.** Microbiologie alimentaire, 6<sup>ème</sup> édition, centre régional documentation pédagogique d'aquitaine, p 110- 115
- ✓ **Joffin C, Joffin J.N, 1999.** Microbiologie alimentaire, 5<sup>ème</sup> édition, centre régional documentation pédagogique d'aquitaine, p 95-143
- ✓ **Johansson, M.-L., Molin, G., Jeppsson, B., Nobaek, S., Ahrné, S., and Bengmark, S. 1993.** Administration of different *Lactobacillus* strains in fermented oatmeal soup: In vivo colonization of human intestinal mucosa and effect on the indigenous flora, *Appl. Environ. Microbiol.*, 59, 15-20.
- ✓ **Johri T.S, 2004.** Dietary additives for enhancing nutritional value of feeds. FAO.

## K

- ✓ **Kabir S.M.L, Rahman M.M, Rahman M.B, Rahman M, Ahmed S.U, 2004.** The Dynamics of Probiotics on Growth Performance and Immune Response in Broilers. *Poult. Sc.*, 3 (5): 361-364.
- ✓ **Kamoun P, 1997.** appareils et méthodes en biochimie et biologie moléculaire Flammarion Médecines-Science P58, 185 .1991.
- ✓ **Karam H.Z, Karam, 2006.** Bactéries lactiques du lait de chamelle d'Algérie: mise en évidence de souches de *Lactococcus* résistantes au sel.
- ✓ **Klaenhammer, 1988.** Bacteriocins of lactic acid bacteria. - *Biochimie*, 70, 337-349

## L

- ✓ **Lafon P., Lafon F., 1999.** l'œuf et les ovoproduits. Technique d'ingénieur. Traite agroalimentaire
- ✓ **Larpent 1997.** Mémento technique de microbiologie. Lavoisier Tec & Dec, 59-73
- ✓ **Larpent J.P., 1997.** microbiologie alimentaire (techniques de laboratoire), Lavoisier, édition Tec et Doc P991.
- ✓ **Lavermicocca., 1998.** in the prokaryotes, third edition, Dworkin M, Flakow S, Rosenberg E, Schleifer K.H, V4, 2006.
- ✓ **Lecoq., 1965.** manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Doin, p 1304- 1311.
- ✓ **Leyendecker M., Hamann H., Hartung J., Kamphens J., Ring C., Glunder G., Ahlers C., Sander L, Neuman U., Distl O., 2001.** Analysis of genotype-environment interactions between layer lines and housing systems for performance traits, egg quality and bone breaking strenght. 2<sup>nd</sup> communication: Egg quality traits. *Zuchtungskunde*, 73, 4, 308-323.

## M

- ✓ **Magnin M., Jeanmichel P., Mahieu., 2009.** comparaison de l'efficacité de trois sources de pigments rouges naturelles et de la canthoxanthine pour la coloration de jaune d'œuf de poule, Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo.

- ✓ Mahon L.R., Allister T.A., Berg B.P., Majak W., Acharya S.N., Popp J.D., Coulman B.E., Wang Y., Cheng K.J., 2000. A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Canadian Journal of Plant Science* 80, 469-485.
- ✓ Malinen E., Rinttilä T., Kajander K., Matto J., Kassinen A., Krogius L., Saarela M., Korpela R., Palva A., 2005. Analysis of the fecal microbiota of irritable bowel syndrome patients and healthy controls with real-time PCR. *Am J Gastroenterol*;100:373-82.
- ✓ Malinen E., 2007. Molecular methods for detection of probiotics and intestinal microbiota and evaluation of *Lactobacillus brevis* as a potential probiotic dietary adjunct. University of Helsinki.
- ✓ Mantovani A., Maranghi F., Purificato L., Macri A., 2006. Assessment of feed additives and contaminants: an essential component of food safety. *Ann Ist Super Sanita*. 42(4):427-32
- ✓ Messens W., Grijspeerdt K., Herman L., 2004. *World's Poult. Sci. J.*
- ✓ Mirabito L., Coignard S., Travel A., 2005. Effet du mode de logement des poules pondeuses d'œuf de consommation sur les performances zootechniques et divers critères de qualité des œufs Résultats d'une étude en élevage de production. 6èmes Journ. Rech. Avicole, 30-31 mars, Saint-Malo, France, 24.
- ✓ Mohan B., Kadirvel R., Bhaskaran M., Natarajan A., 1995. *Br. Poult. Sci.*, 36, 799-803.
- ✓ Mountzouris K.C., Tsirtikos P., Kalamara E., Nitch S., Schatzmary G., Fegeros K., 2007. "Evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, and *Pediococcus* strains in promoting broiler performances and modulating cecal microflora composition and metabolic activities". *Poultry Science* 86, pp 309-317.

## N

- ✓ Nahashon S. N., Nakaue H. S., Mirosh L. W., 1994. *Poult. Sci.*, 73, 1699-1711.
- ✓ Naidu A.S., W.R. Bidlack and R.A. Clemens. 1999. Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). *Crit. Rev. Food Sci Nutr.* 38 (1): 13-126
- ✓ Netherwood T., Gilbert H.J., Parker D.S., O'Donnell A.G., 1999. Probiotics shown to change bacterial community structure in the avian gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology*,
- ✓ Nicolas A., 2008. chicken egg quality assesement from visible/NEAR infrared observation, Department of Bioresource Engineering, McGill University , Montreal, Quebec, Canada.
- ✓ Nighs wonger B.D., Brashears M.M., Gilliland S.E., 1996. Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in fermented milk products during refrigerated storage. *J. Dairy Sci* 79: 212-219
- ✓ Norme CEE-ONU EGG-1, 2010. concernant la certification et le contrôle de la qualité commerciale des œufs en coquille, nations unies, New York et Genève.
- ✓ Norme CEE-ONU, 1998. concernant certains produits d'œufs de poule destinés à l'industrie alimentaire. Annexe (N° 63).

- ✓ Nys Y., 2001. Composition and nutritional value of the hen's egg. In *Proc. IX Europ. Symp. on the quality of eggs and egg products*, Kusadasi, Turkey, 325-341.
- ✓ Nys Y., Sauveur B., 2004. INRA Prod. Anim, Chargé de mission auprès de la P résidente, 147 rue de l'Université, F-75338 Paris cedex 07, courriel : nys@tours.inra.fr

## O

- ✓ Osawa R., Kuroiso K., Goto S., Shimizu A., 2000. Isolation of tannin-degrading lactobacilli from humans and fermented foods. *Appl Environ Microbiol*, 66, 3093-3097.
- ✓ Ozturk E., Yildirim A., 2004. *U.Zoot.Bil.Kon*, 1-3.

## P

- ✓ Palovski Z., Hopić S., Masić B., Lukić M., 2000. Effect of oviposition time and age of hens on some characteristics of egg quality. *Biotechnology of Animal Husbandry*, 16, 55-62.
- ✓ Panda A.K., Reddy M.R., Ramarao S.V., Praharaj N.K., 2000. *Indian J. Poult. Sci.*, 35, 102-104. Philips, S. M., Fuller, R. 1983. *Br.Poult.Sci.*, 24, 115-121.
- ✓ Peter R., 2008. Evaluation des propriétés immunomodulatrices de la bactérie lactique *Lactobacillus plantarum* NCIMB8826 dans le cadre de l'allergie aux acariens.
- ✓ Powrie WD., Nakia S., 1986. The chemistry of egg and egg products. In: stadelman WJ, Cotterill OJ. *Egg science and technology*, 3<sup>rd</sup> Ed. AVI, Westport, ct, 97\_139.
- ✓ Protais J., 1988. La qualité de l'oeuf de consommation ; *L'aviculture Française*, Editions Rosset, p761-772.
- ✓ Protais J., Gerault P., Queguiner S., Evelyne Boscher E., Chidaine B., Ermel G., Rival K., Salvat G., Pages J., Thuault D., Huchet V., Coignard M., Bourion F., Federighi M., Jugiau F., Thouvenot D., Efstathiou T., Pascale Lorthioir P., 2006. œuf entier liquide, *Sciences et Techniques Avicoles*.

## Q

- ✓ Québec., 2007. agriculture et alimentation, direction du laboratoire et d'analyse alimentaire, préparation des échantillons pour des analyses microbiologiques.

## R

- ✓ Ramirez R.B., Zambrano O., Ramirez P.Y., Rodriguez V.Y., Morales M. Y., 2005. Evaluación del efecto probiótico del *Lactobacillus* spp. origen aviar en pollitas de inicio reemplazo de la ponedora comercial en los primeros 42 días de edad. *Redvet. Vol. VI, N° 09. rearing. Archiv fur Lebensmittelhygiene*, 27, 3, 107-112.
- ✓ Reijrink I., Meijerhof R., Kemp B., Van den Brand H., 2008. The chicken embryo and its micro-environment during egg storage and early incubation. *World's Poultry Science Journal*, 64, 581-598.

- ✓ **Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., 2005.** l'analyse de l'eau : eau naturelle, eau résiduaires et l'eau de mer. 8<sup>ème</sup> Ed. Dounod, paris :1383p.
- ✓ **Romain J., Thomas C., Pierre S., Gérard B., 2007.** Science des aliments, biochimie, microbiologie, procédés, produit, édition TEC & DOC, Lavoisier V2, p 108- 109.
- ✓ **Roudaut H., Lefranq E., 2005.** Alimentation théorique, édition ISSN, p 137-139.

## S

- ✓ **Salammbô, 2005.** Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de, Vol132.
- ✓ **Sauveur B., 1988.** reproduction des volailles et production de l'œufs, Paris, édition INRA, p: 347.
- ✓ **Sauveur B., 1988.** Structure, compositions et valeur nutritionnelle de l'œuf dans Reproduction de volaille et production d'œuf , Ed. INRA, chapitre 14,347\_436.
- ✓ **Sauveur B, 1991.** – Mode d'élevage des poules et qualité de l'oeuf de consommation. INRA Prod. Anim., 4, 123-130.
- ✓ **Sauveur B., 1994.** variation initiale de la composition de l'œuf, qualité des volailles et production d'œuf, INRA, Paris.
- ✓ **Sauveur., Nys., 2004.** l'œuf de consommation, constance et possibilité de modification de la composition de l'œuf au niveau de l'élevage.
- ✓ **Schoeni J.L., Glass K A., Mcdermott J L., Wong A.C., 1995.** Int. J. Of Food Microbiol., 24, 385-396.
- ✓ **Schoorl P., Boersma H.Y., 1962** research on the quality of the egg shell (a new method of determinations), proceedings of the 12<sup>th</sup> World's Poultry Congress, Sydney, 432-435.
- ✓ **Siwicki A.K., Bielecka M., Wjók R., Biedrzycka E., Smoragiewicz W., Orłowski A, Malaczewska J, Kask S, 2005.** Effect of selected probiotics on non-specific cellular and humoral defense mechanisms and protection against salmonellosis – experimental study in broiler chicken. Roadshow 3. Guthealth Support.
- ✓ **Stadelman W.J., Pratt D.E., 1989.** Factors influencing composition of the hen's egg. World's Poult. Sci. J., 45, 247-266.
- ✓ **Supić B., Perić L., Milosevic N., Pavlovski Z., Cmiljanic R., 1999.** Uticaj ishrane na kvalitet konzumnih jaja. Savremena poljoprivreda, 1-2, 57-64. TORGES H., MATTHES G., HARNISH S. (1976): Comparative studies of the quality of eggs obtained from farms using free range floor and cage systems of hen

## T

- ✓ **Tarasewicz Z., Danczak A., Szczerbinska D., Romaniszyn K., Ligocki M., 2000.** Roczniki Naukowe Zootechniki, 19, 385-393.Th: Méd. Vét. :Dakar; 36
- ✓ **Thapon J.L., Borgeois B., 1994.** L'œuf et les ovoproduits, collection science et techniques Agro-alimentaire, Edit° Tec & Doc. Lavoisier, Paris, p 3-50.
- ✓ **Tuelett S.G., 1987.** egg shell formation and quality, «egg quality. Current problems and recent advances». Poltry science symposium series n°20. Butterworthand CO Ltd, 123\_146.

## V

- ✓ **Vale M.M., Menten J.M.F., Morais S.C.D., Brainer M.M.A., 2004.** Sci Agr. P irac., 61, 371-375.
- ✓ **Van E., Maas N.A., Saatkamp H.W., Verschuur M., 2006.** Agrodok 4, L'élevage des poules à petite échelle, Cette publication est sponsorisée par World's Poultry Science Association (WPSA), © Fondation.
- ✓ **Van Immerseel F., De Buck j., Boyen F., Pasmans F., Bertrand S., Collard J.M., Saegerman C., Hooyberghs J., Haesebrouck F., Ducatelle R., 2005.** Salmonella dans la viande de volaille et dans les oeufs : un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. Ann. Méd. Vét., 149: 34-48.
- ✓ **Van Immerseel F., De Buck J., Pasmans F., Haesebrouck F., Ducatelle R., 2002.** Stratégies nutritionnelles pour réduire les agents pathogènes chez la volaille. C inquièmes journées de la recherche avicole. Tours.
- ✓ **Vande rhoof J.A., Young R.J., Murray N., Kaufman S.S, 1998.** Treatment strategies for small bowel bacterial overgrowth in short bowel syndrome. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 27: 155-160.
- ✓ **Vanmarcke J, 1997,** Les principaux facteurs responsables des chutes de ponte. Rhône Mérieux, 1-6
- ✓ **Vaque ro I., Marcobal A., Muñoz R, 2004.** Tannase activity by lactic acid bacteria isolated from grape must and wine. *International Journal of Food Microbiology* 96: 199-204.
- ✓ **Vignola C.L., 2002,** science et technologie du lait. Ecole polytechniques de Montreal, p55-56.
- ✓ **Vittorio S.A., Mauro F., Carla B., Giovanna D.D., Giovanni S., Chevaux E., 2005.** "Effets de l'addition de *Pediococcus acidilactici* dans la ration de poulets de chair sur les performances zootechniques et la microflore intestinale". In: *Proceedings des 6èmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo (FRA), pp 208-211.*

## W

- ✓ **Williamson K.A., Surai P.F., Graves J.A., 2006.** Yolk antioxidants and mate

attractiveness in the zebra finch. *Functional Ecology*, Word's Poult. Sci. J., 45, 247-266.

- ✓ [www.avicultureaumaroc.com](http://www.avicultureaumaroc.com)

## Y

- ✓ **Yoruk M.A., Gul M., Hayirli A., Macit M., 2004.** The effects of supplementation of humate and probiotic on egg production and quality parameters during the late laying period in hens. *Poult Sci* 83: 84-88.
- ✓ **Yusrizal, Chen T.C., 2003.** Effect of adding chicory fructans in feed on fecal and intestinal microflora and excreta volatile ammonia. *Poult. Sci.*, 2(3):188-194.

## Z

- ✓ **Zobac P., Kumprecht I., Jelinek P., Dosekocil J., Suchy P., 1996.** Zivocisna Vyroba, 41, 407-412.
- ✓ **Zulkifli L., Abdullah N., Azrin NM., Ho YW., 2000.** Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing. *Br. Poult. Sci.* 41(5):593-597. 65: 5134-8.

## Annexe N°01

## Les tableaux des paramètres zootechniques

Tableau N°01 : Pesées des poules  
du 20/03/2013

poules	TEM(Kg)	EXP(Kg)
01	1,9	2
02	1,9	2
03	1,9	1,9
04	1,9	1,9
05	1,8	2
06	1,9	1,9
07	1,9	1,9
08	1,8	1,8
09	1,8	1,9
10	1,9	2

Tableau N°02 : Pesées des poules  
du 28/03/2013

poules	TEM(Kg)	EXP(Kg)
01	1,9	1,9
02	1,8	2
03	1,9	1,9
04	1,9	1,9
05	1,8	2
06	1,9	2
07	2	2
08	1,9	1,9
09	1,9	1,9
10	1,9	1,9

Tableau N°03 : Pesées des poules  
du 04/04/2013

poules	TEM(Kg)	EXP(Kg)
01	1,9	2,3
02	1,9	2,1
03	1,8	2,2
04	1,8	2
05	1,8	2,1
06	1,9	1,9
07	1,9	1,9
08	2,1	1,9
09	1,8	1,8
10	2	2,1

Tableau N°04 : Pesées des poules  
du 14/04/2013

poules	TEM(Kg)	EXP(Kg)
01	1,9	2,5
02	1,9	2,3
03	1,8	2,2
04	1,9	2,2
05	1,9	2,5
06	2	2,1
07	1,9	2,2
08	2,1	2
09	1,8	2
10	1,9	2,3

Tableau N°05 : Pesées des poules  
du 21/04/2013

poules	TEM(Kg)	EXP(Kg)
01	1,9	2
02	1,9	1,9
03	1,8	2
04	1,8	1,9
05	1,8	1,8
06	1,9	1,8
07	1,9	1,9
08	1,9	1,9
09	1,8	1,9
10	1,9	2

Tableau N°06 : Pesées des poules  
du 01/05/2013

poules	TEM(Kg)	EXP(Kg)
01	1,8	1,9
02	1,8	2
03	1,8	1,9
04	1,9	1,8
05	1,8	1,9
06	1,9	1,9
07	1,9	1,8
08	1,8	1,9
09	1,9	1,8
10	1,9	1,9

Tableau N°07 : Les paramètres zootechniques pour le lot TEM

Les jours	Nombre des poules	Nombre des œufs	Nombre des poules morts	Taux de ponte (%)	Taux de mortalité(%)
13-03-2013	445	311	0	71,13	0
14-03-2013	445	317	0	72,05	0
15-03-2013	445	308	0	72,05	0
16-03-2013	442	309	3	70,96	0,67
17-03-2013	442	311	0	70,96	0
18-03-2013	433	308	0	70,96	0
19-03-2013	433	312	9	68,85	2,03
20-03-2013	433	312	0	73,36	0
21-03-2013	427	312	0	70,36	0
22-03-2013	427	303	6	72,36	1,38
23-03-2013	427	303	0	75,76	0
24-03-2013	427	303	0	74,9	0
25-03-2013	413	294	0	72,87	0
29-04-2013	413	303	14	70,43	1,5
01-05-2013	413	315	0	74,76	0
03-05-2013	413	320	0	72,25	0
04-05-2013	413	316	0	76,27	1,12
05-05-2013	413	319	0	77,48	0
06-05-2013	413	324	0	76,51	0
07-05-2013	413	277	0	77,23	0
10-05-2013	413	310	0	78,45	1,3

Tableau N°08 : Les paramètres zootechniques pour le lot EXP

Les jours	Nombre des poules	Nombre des œufs	Nombre des poules morts	Taux de ponte (%)	Taux de mortalité(%)
13-03-2013	442	307	0	75,9	0
14-03-2013	442	315	0	75	0
15-03-2013	442	326	0	74,54	0
16-03-2013	442	331	0	75,22	0
17-03-2013	442	335	0	76,13	0
18-03-2013	442	330	0	75,31	0
19-03-2013	440	338	2	75,27	0,45
20-03-2013	440	331	0	70,65	0
21-03-2013	440	313	0	70,85	0
22-03-2013	440	305	0	70,76	0
23-03-2013	440	296	0	71,95	0
24-03-2013	440	335	0	68,67	0
25-03-2013	440	330	0	70,55	0
29-04-2013	437	335	3	67,35	0
01-05-2013	437	393	0	66,9	1,08
03-05-2013	437	340	0	68,57	0
04-05-2013	437	393	0	75,51	0
05-05-2013	436	340	5	76,65	0
06-05-2013	436	334	0	79,93	0
07-05-2013	436	309	0	88,98	0
10-05-2013	436	320	0	88,6	0

Tableau N°09 : Plan de vaccination des poules

	Nom de la maladie	Vaccin utilisé	Laboratoire	Mode d'administration
<b>01<sup>ème</sup> Jour :</b> Voir certificat de vaccination				
<b>10<sup>ème</sup> Jour</b>	Marek et Newcastle	IBAVAC	FATRO	Par eau de boisson
<b>14<sup>ème</sup> Jour</b>	Gumboro	BIOVAC NDIB	FATRO	Par eau de boisson
<b>24<sup>ème</sup> Jour</b>	Newcastle et Bronchite infectieuse	IBAVAC	FATRO	Par eau de boisson
<b>6<sup>ème</sup> semaine</b>	Gumboro	BIOVAC LASOTA	FATRO	Par eau de boisson
<b>8<sup>ème</sup> semaine</b>	Newcastle	BIVACI°	FATRO	Par eau de boisson
<b>12<sup>ème</sup> semaine</b>	Bronchite infectieuse	VAIOL-VAC	FATRO	Par injection
<b>16<sup>ème</sup> semaine</b>	Variole aviaire	CEVAC NDIBK	CEVA	Par injection

## Annexe N°02

## Les courbes d'étalonnages

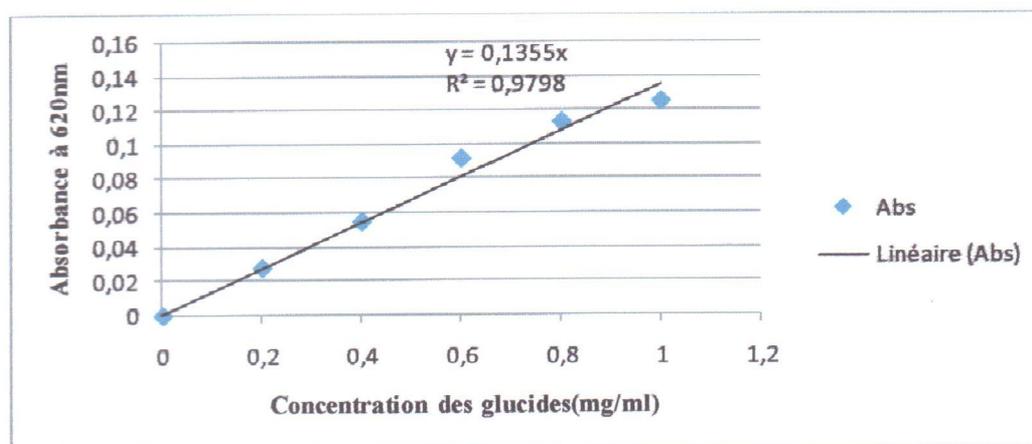


Figure N°01 : courbe d'étalonnage des glucides

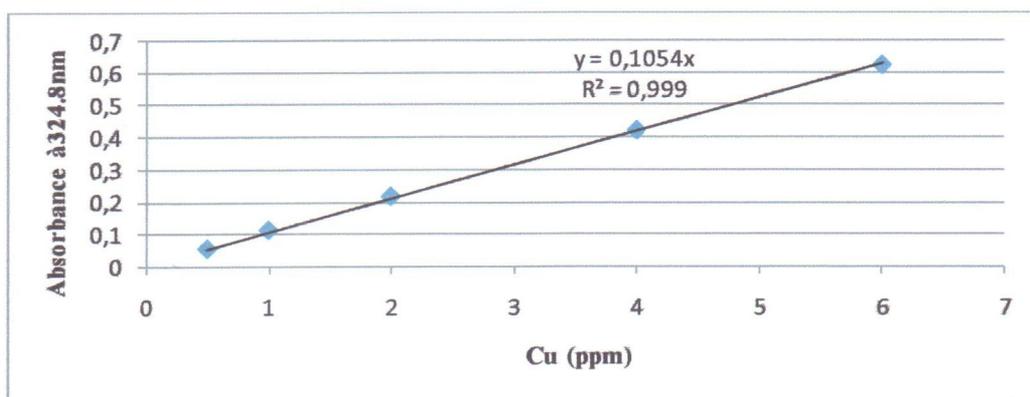


Figure N°02 : Courbe d'étalonnage du cuivre

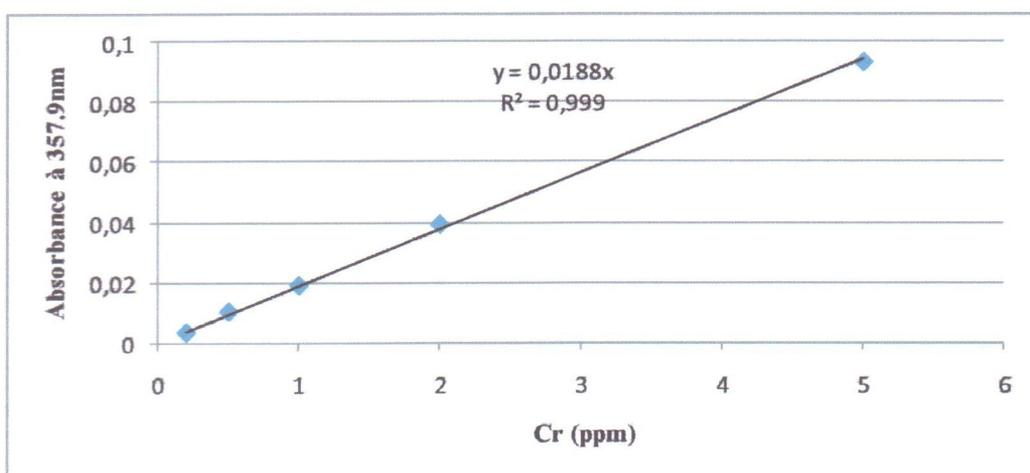


Figure N°03 : Courbe d'étalonnage du chrome

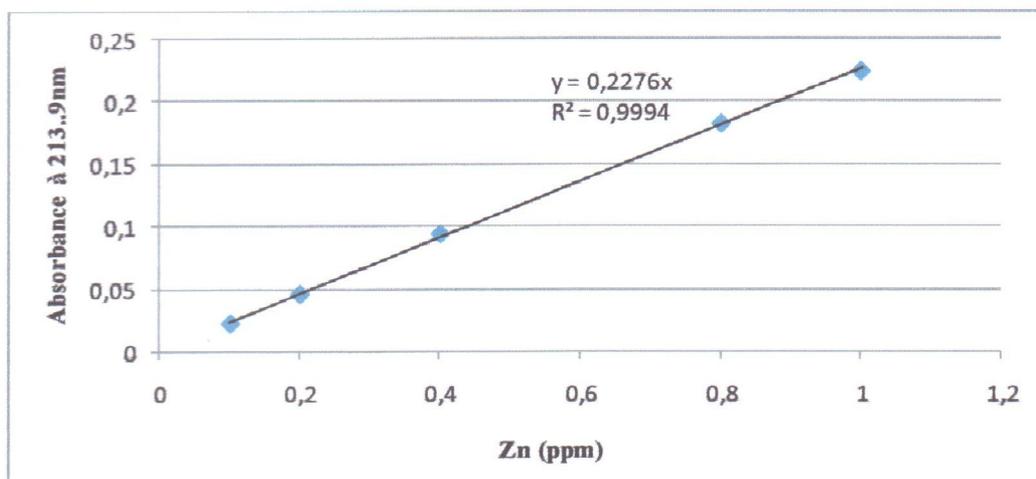


Figure N°04 : Courbe d'étalonnage du zinc

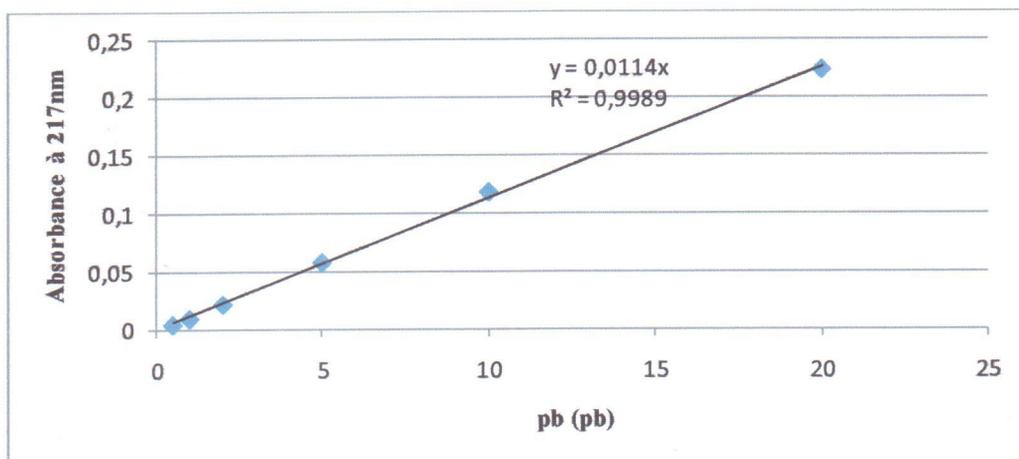


Figure N°05 : Courbe d'étalonnage du plomb

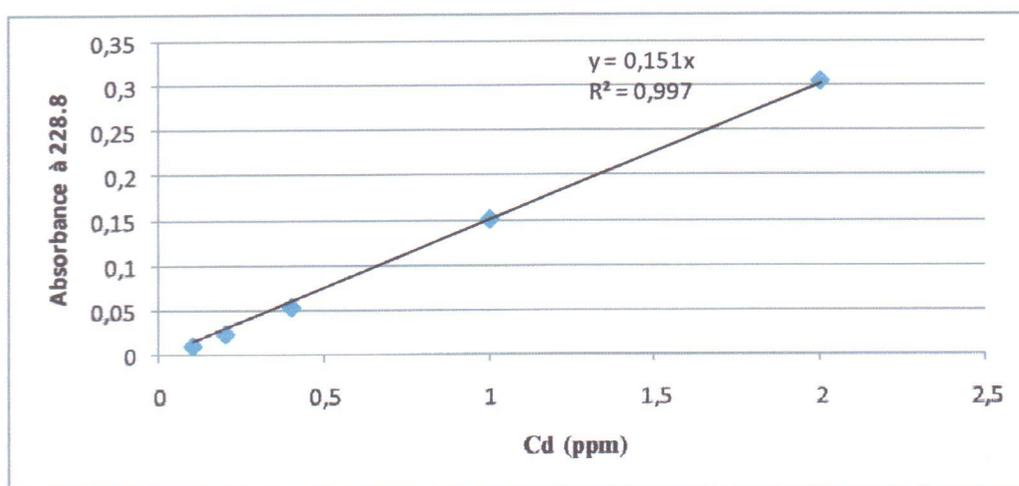


Figure N°06 : Courbe d'étalonnage du cadmium

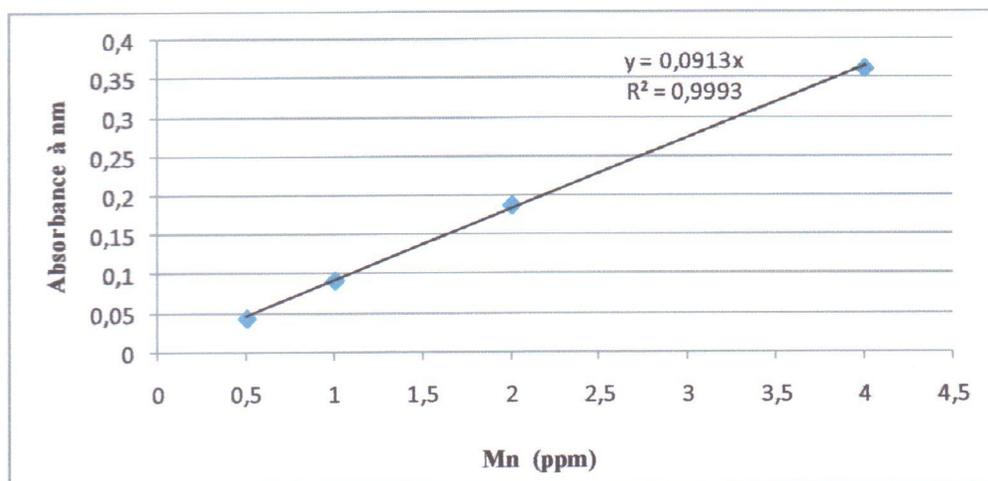


Figure N°07 : Courbe d'étalonnage du magnésium

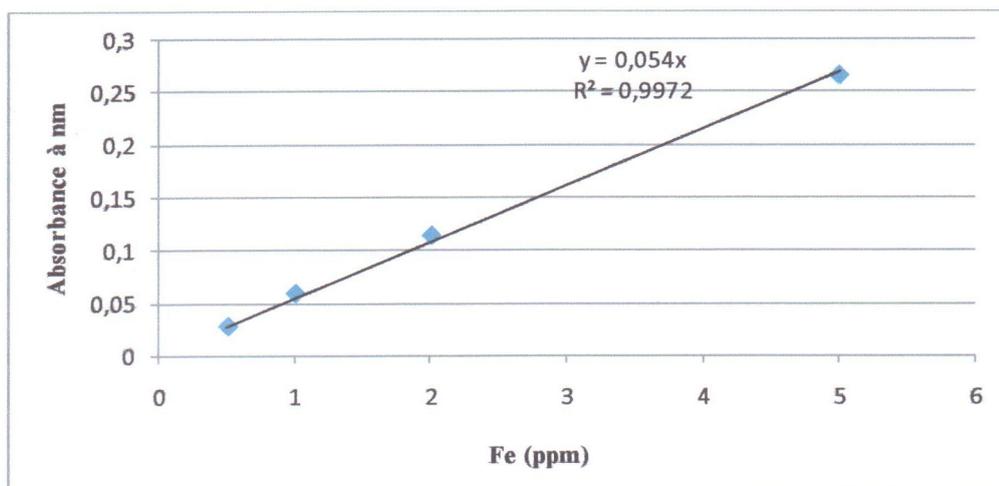


Figure N°08 : Courbe d'étalonnage du fer

## Annexe N°03

## Les milieux de cultures

## Gélose Hektoen

Protéose-peptone	12,0 g
Extrait de levure	3,0 g
Lactose	12,0 g
Saccharose	12,0 g
Salicine	2,0 g
Citrate de fer	1,5 g
Sels biliaires	9,0 g
Fuchsine acide	0,1 g
Bleu de bromothymol	0,065 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Thiosulfate de sodium	5,0 g
Agar	14,0 g
pH	7,6

Autoclaver 15 minutes à 120°C.

## VRBG

Peptone animale	7 g
Peptone de levure	3 g
Glucose	10 g
Sels biliaires n°3	1,5 g
Cristal violet	2 mg
Rouge neutre	30 mg
NaCl	5 g
pH	7,4

Autoclaver 15 minutes à 120°C.

## La gélose PCA (Plate Count Agar)

Tryptone	5,0g
Extrait de levure	2,5g
Glucose	1,0g
Agar- agar bactériologique	12,0g
pH	7.0g

## Eau peptonée tamponnée

Peptone	10 g
Chlorure de sodium NaCl	5 g
Phosphate disodique $\text{Na}_2\text{HPO}_4$	3,5 g
Dihydrogénophosphate de potassium $\text{KH}_2\text{PO}_4$	1,5 g
pH	7

Autoclaver 15 minutes à 120°C.

**VRBL (Violet de gentiane-Peptone-Bille-Lactose)**

Peptone	7,0 g
Extrait de levure	3.0 g
Lactose	10,0g
Sels biliaries	1.5 g
Chlorure de sodium	5.0 g
Rouge neutre	30.0 mg
Cristal violet	2.0 mg
Agar- agar bactériologique	12.0 g
pH	7.4

Autoclaver 15 minutes à 120°C.

**La gélose VF (viande-foie)**

Peptone Viande- foie	30.0 g
Glucose	2.0 g
Amidon soluble	2.0 g
Sulfite de sodium	2.5 g
Citrate de fer ammonical	0.5 g
Agar- agar bactériologique	11.0 g
pH	7.6

Autoclaver 15 minutes à 120°C.

**Chapman**

Extrait de viande	1g
Peptone	10g
Chlorure de sodium	5g
Mannitol	10g
Rouge de phénol	25mg
Gélose	15g
pH	7.4,

Autoclaver 15 minutes à 120°C.

**Eva-Litsky (Bouillon à l'azide et à l'éthyl-violet)**

Peptone	20g
Glucose	5g
Chlorure de sodium	5g
Phosphate bipotassique	2,7
Phosphate monopotassique	2,7
Aside de sodium	0 ,3g
Ethyl- violet	0,5g
pH	7
Autoclaver 20 min à 115°C	

**Sélénite-cystéine(SFB)**

Tryptone	5 g
Lactose	4 g
Phosphate disodique	10 g
Sélinite acide de Sodium	4 g
Cystine	100 mg
pH	7,6

Autoclaver 15 minutes à 120°C.

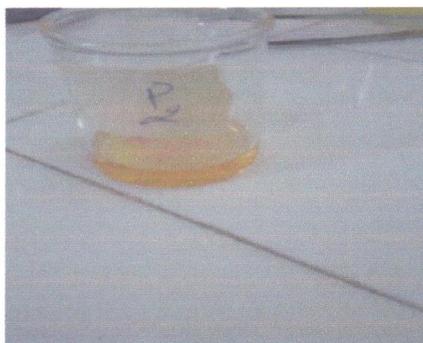
**Giolitti Cantoni (GC)**

Tryptone	10g
Extrait de viande	5 g
Extrait de levure	5 g
Chlorure de lithium	5 g
Mannitol	20 g
Chlorure de sodium	5 g
Glycine	1,2 g
Pyruvate de sodium	3 g
pH	6,9

Autoclaver à 20 min à 120°C

**Rothe**

Peptone	20g
Glucose	5g
Chlorure de sodium	5g
Phosphate bipotassique	2,7
Phosphate monopotassique	2,7
Aside de sodium	0 ,2g
pH	7
Autoclaver 20 min à 115°C	

**Annexe N°04****Les photos d'étude****Photo N°01 : les différents composants de l'alimentation des poules.****Photo N°02 : Dosage des AGL**

Présenté par : Guerdouh Naima.  
Hammoudi Soumia.  
Madi Rokia.

Encadreur: M<sup>r</sup> Boubezari MT.  
Date de soutenance : 02 Juillet 2013.

Nature du diplôme : Ingénieur d'Etat en Biologie : Option Contrôle de Qualité et Analyses.

Etude de l'influence d'un régime supplémentaire en probiotique sur la qualité des œufs.

#### Résumé

Le but de cette étude est d'évaluer l'impact de la supplémentation alimentaire en *L. plantarum* sur les performances zootechniques, les entérobactéries de la matière fécale des poules pondeuses, la qualité organoleptique, physicochimique et microbiologique des œufs. Au total, 1000 poules âgé de 19 mois sont répartis en deux lots expérimentaux (10 répétitions de 50 poules), elles étaient nourries durant 28 jours avec un aliment de base supplémenté avec  $2,4 \times 10^{14}$  UFC/ml de probiotique (lot expérimental), ou non (lot témoin).

Dans nos conditions, l'addition du probiotique a significativement modifié la croissance des poulets et permis de réduire le taux de mortalité global.

De plus, ce traitement a réduit l'indice de consommation, et a amélioré certains paramètres comme le poids des œufs, l'épaisseur de la coquille, et la qualité microbiologique ; mais n'affecte pas d'autres comme la teneur en lipides, les protéines, AGL...

Donc, on peut d'utiliser ce probiotique comme un bon additif dans l'alimentation des pondeuses, pour préserver ces dernières contre les différentes maladies probables, et l'amélioration de la production des œufs (qualité et quantité).

**Mots clés :** poules pondeuses, probiotique, *L. plantarum*, paramètres zootechnique, qualité des œufs.

#### Abstract

The goal of this study is to evaluate the impact of the food supplementation in *L. plantarum* on the zootechnical performances, the enterobacteria of the faces of hens layers and organoleptic, physic-chemical and microbiological quality of eggs. 1000 hens old 19 month are divided into two experimental batch (10 repetitions of 50 hens), they were nourished during 28 days with a basic food supplemented with  $2,4 \times 10^{14}$  UFC/ml of probiotic (experimental batch), or not (pilot batch).

Under our conditions, the addition of probiotic modified significantly the growth of hens and permit to reduce total death rate.

Moreover, this treatment reduced the index of consumption, and improved certain parameters like the weight of eggs, the thickness of the shell, and microbiological quality; but does not affect others like the content of lipids, proteins, FFA...

We can use this probiotic as a good additive in the food of the layers, to preserve these last against the various probable diseases, and to improve the production of the eggs (quality and quantity).

**Key words:** layers, probiotic, zootechnical parameters, *L. plantarum*, quality of eggs.

#### المخلص

أجريت هذه التجربة لبحث تأثير إضافة مستوى معين من البروبيوتيك في ماء شرب الدجاج البيوض، بمعدل  $2,4 \times 10^{14}$  خلية لكل مل لمدة 28 يوم على الخصائص الزوتكنية، الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية للبيض.

وقد استعمل فيها 1000 دجاجة من نوع ISA-BROWN مقسمة إلى مجموعتين الشاهدة و التجريبية. في هذه الشروط وجدنا ان البروبيوتيك حسن من نمو الدجاج و انقص من معدل موتها وأيضا معدل استهلاكها كما حسن بعض خصائص البيض مثل الوزن سمك القشرة و النوعية الميكروبيولوجية ولكنه لم يؤثر على البعض مثل كمية الدسم و البروتينات والأحماض الدهنية الحرة.

عموما يمكن استنتاج انه يمكن استعمال هذا البروبيوتيك كإضافة جيدة في علف الدجاج من اجل حمايتها من الامراض وتحسين الانتاج الكمي والنوعي للبيض.

الكلمات المفتاحية : دجاج ، بروبيوتيك ، الخصائص الزوتكنية ، *L. plantarum* ، نوعية البيض.