



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



**Université Amar Telidji-Laghouat**

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

**MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : M<sup>r</sup> BENHASSINE Abdelkader Mostafa**

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES**

**OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE**

**Thème**

**Étude microbiologique et caractérisation  
partielle des œufs de consommation**

<b>Jury</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M.BECHEUR Mourad	Maître Assistant "A"	Président
M.MOKHTAR Rahmani M <sup>cd</sup>	Maître Assistant "A"	Examineur
Pr.GOUDJAL Yacine	Professeur	Rapporteur

Juin 2020



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثليجي الاغواط

كلية العلوم

قسم علوم الفلاحة

مذكرة ماستر

تقديم الطالب: بن حسين عبدالقادر مصطفى

ميدان: علوم الطبيعية والحياة

الشعبة: علوم الغذاء

تخصص: صناعات التغذية ومراقبة النوعية

موضوع البحث

دراسة ميكروبيولوجية و توصيف جزئي لبيض المائدة.

اعضاء لجنة المناقشة:

الاسم واللقب	الدرجة العلمية	الصفة
بشور مراد	أستاذ مساعد أ	رئيسا
مختار رحمانى محمد	أستاذ مساعد أ	ممتحنا
قوجال ياسين	أستاذ التعليم العالي	مقرا

جوان 2020

**ملخص :**

البيض هو عنصر أساسي ذو قيمة غذائية ممتازة لجميع السكان. الهدف من دراستنا هو تقييم الجودة الميكروبيولوجية والفيزيائية (الوزن والعرض والطول ومؤشر الشكل) للبيض المباع في خمسة منافذ في خمس ولايات في الجزائر. تم جمع 175 بيضة بمعدل 35 عينة بيضة لكل نقطة بيع و 5 عينات للجودة الميكروبيولوجية خلال الفترة من فبراير إلى مارس 2020

. تم تفسير مستويات التلوث بالرجوع إلى المعايير الميكروبيولوجية التي تملئها الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية رقم 39 (2017) للسالمونيلا لإجمالي النباتات الهوائية والبكتيريا القولونية البرازية والخمائر والقوالب. ، المكورات العنقودية الذهبية. كانت نتائج EC واللائحة 2005/2073 دراسة الخصائص الفيزيائية للعينات الخمس مطابقة للمعايير وقابلة للمقارنة مع بعضها البعض. بالنسبة للجودة الميكروبيولوجية ، جعل العدد الممكن التأكيد على الأحمال المنخفضة للعينات التي تم تحليلها في إجمالي النباتات الهوائية متوسطة المحبة. أظهرت عينات البيض الغياب التام لبكتيريا القولونيات البرازية والخمائر والعفن والمكورات العنقودية الذهبية والسالمونيلا. يعتبر البيض الذي تم تحليله ذا جودة ميكروبيولوجية مرضية لجميع العينات

أظهرت نتائج هذه الدراسة مكانة جيدة فيما يتعلق بالجودة الميكروبيولوجية والفيزيائية للبيض المسوق. في المنظور ، نوصي بإجراء دراسة حول تطبيق نظام الهاسب في صناعة البيض في الجزائر

كلمات مفتاحية:البيض-الجودة الميكروبيولوجية-الخصائص الفيزيائية-الهاسب - التنظيم-الجزائر

**Memory title :Microbiological study and partial characterization of table eggs.**

**Name : BENHASSINE**

**First name : AbdelkaderMostafa**

**Directed by : Pr.GOUDJAL. yacine**

**Abstract :**

Eggs are a basic product of excellent nutritional value for all populations. The aim of our study is to assess the microbiological and physical quality (weight, width, length, shape index) of eggs marketed in five wilayas of Algeria. 175 eggs were collected at a rate of 35 egg samples for each point of sale and 5 samples for microbiological quality over a period from February to March 2020.

The levels of contamination were interpreted by referring to the microbiological standards dictated by the official journal of the Algerian Republic N ° 39 (2017) for Salmonella and Regulation 2073/2005 EC for total mesophilic aerobic flora and fecal coliforms, yeasts and molds. , Staphylococcus aureus. The results of the study of physical characteristics are shown only one point of sale marks high results and the others are comparable with each other. Unlike the microbiological quality, the count made it possible to underline the low loads of the samples analyzed for total mesophilic aerobic flora. Egg samples showed a complete absence of faecal, total, yeast and mold coliforms, Staphylococcus aureus and Salmonella. The eggs analyzed are considered to be of satisfactory microbiological quality for all samples.

The results of this study revealed a good position with regard to the quality of eggs, in contrast to the physical quality of the eggs marketed, which influences the commercial quality. In perspective, we recommend a study on the application of a HACCP study system in the poultry sector in Algeria.

**Key words :egg - microbiologicalquality- physicalcharacteristic - HACCP- regulation - Algeria**

Titre du mémoire :Etude microbiologique et caractérisation partielle des œufs de consommation.

Nom: BENHASSINE

Prénom: Abdelkader Mostafa

Encadreur : Pr. GOUDJAL Y

**Résumé :**ل'œuf est un produit de base d'excellente valeur alimentaire pour l'ensemble des populations. Le but de notre étude est l'évaluation de la qualité microbiologique et physique (poids, largeur, longueur, index de forme) des œufs commercialisés dans cinq points de vente de cinq wilayas d'Algérie. 175 œufs ont été prélevés à raison de 35 échantillons d'œufs pour chaque point de vente et 5 échantillons pour la qualité microbiologique, sur une période s'étalant de février à Mars 2020.

Les niveaux de contamination ont été interprétés en se référant aux normes microbiologiques dictées par le journal officiel de la République Algérienne N°39 (2017) pour *Salmonella* et le règlement 2073 /2005 CE pour les flores aérobies mésophiles totales et coliformes fécaux, levures et moisissures, *Staphylococcus aureus*. Les résultats de l'étude des caractéristiques physiques des cinq échantillons étaient conformes aux normes et comparables entre eux. Pour la qualité microbiologique, le dénombrement a permis de souligner des charges faibles des échantillons analysés en flore aérobies mésophile totale. Les échantillons d'œufs ont montré une absence totale en coliformes fécaux totaux, levures et moisissures, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*. Les œufs analysés ont été jugés de qualité microbiologique satisfaisante pour tous les échantillons.

Les résultats de cette étude ont révélé une bonne position en ce qui concerne la qualité microbiologique et physique des œufs commercialisés. En perspective, nous recommandons une étude sur l'application d'un système d'étude HACCP dans la filière des œufs en Algérie.

**Mots clés : œufs - qualité microbiologique – caractéristiques physiques –HACCP – règlement – Algérie**

# **Remerciements**

*Tout d'abord je remercie Dieu de m'avoir donné la santé, la patience et les moyens afin que je puisse réaliser ce travail.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tout  
Particulièrement*

*Notre promoteur **M<sup>r</sup>. Pr GOUDJAL Yacine**, professeur au département des sciences agronomiques, université Amar Telidji – Laghouat, pour l'honneur qu'il nous a fait en nous encadrant, pour ses précieux conseils, orientations et la confiance placée en nous. Nous garderons surtout des souvenirs de ses qualités professionnelles et profondément humaines, un grand merci.*

*Nous remercions également **M<sup>r</sup> BECHEUR Mourad**, maître assistant "A" au département des sciences agronomiques, université Amar Telidji - Laghouat, pour avoir accepté présider le jury notre soutenance.*

*Nous tenons à remercier vivement **M<sup>r</sup> MOKHTAR-Rahmani Mohammed**, maître assistant "A" au département des sciences agronomiques, université Amar Telidji - Laghouat, pour avoir accepté examiner notre travail et donner un jugement critique et judicieux sur ce dernier.*

*Nous adressons particulièrement nos sincères remerciements :  
Au **M<sup>r</sup>. Pr ADAMOUELLAEDDINE** et **M<sup>r</sup>. Dr KOUIDRIMOHAMMED**  
pour leur aide et leur sérieux.*

*A tous nos enseignants et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## **TABLE DES MATIERS**

<b>Remerciements</b>	I
<b>Liste des tableaux</b>	II
<b>Liste des figures</b>	III
<b>Liste des abréviations</b>	IV
<b>INTRODUCTION</b>	02
<b>PARTIE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
I. GENERALITES SUR L'ŒUF	05
I.1. Structure de l'œuf	05
I.1.1. Le vitellus (jaune)	05
I.1.2. L'albumen (blanc)	06
I.1.3 Les membranes coquillières	07
I.1.4. La coquille	08
I.1.5. La cuticule	08
I.2. Conservation de l'œuf de consommation	08
I.3. Importance nutritionnelle	09
I.3.1. Protéines de l'œuf	10
I.3.2. Lipides de l'œuf	10
I.3.3. Minéraux et vitamines de l'œuf	10
✓ Minéraux	10
✓ Vitamines	11
I.4. Importance technologique	11
I.4.1. Les ovoproduits dits "de première transformation "	11
I.4.2. Les ovoproduits dits "de deuxième transformation "	11
I.5. La qualité de l'œuf de consommation humaine	12
I.5.1. Critères de classification des œufs de consommation	12
✓ Classification par catégorie	12
✓ Classification en fonction des modes d'élevage	12
✓ Classification selon le poids	13
II. ASPECTS MICROBIOLOGIQUES DES ŒUFS DE CONSOMMATION	16
II.1 .La contamination de l'œuf	16
II.1.1Contamination par les bactéries	16
II.1.2Contamination par Salmonelles	18
II.2. Les résidus de l'œuf	19
II.2.1. Les résidus d'antibiotiques	19

III. PLACE DES ŒUFS DE CONSOMMATION DANS L'ÉCONOMIE MONDIALE ET ALGÉRIENNE	20
III.1. Importance économique Mondiale	20
✓ Production chinoise	20
✓ Production Nord Américain	21
✓ Production européenne	21
III.2. Importance économique Algérienne	23

## **PARTIE II : MATRIEL ET METHODES**

1. Présentation du produit « œufs »	26
2. Présentation des points de vente	26
3. Plan d'échantillonnage	27
4. Techniques de prélèvement de transport	27
4.1. Prélèvement	27
4.2. Transport	27
5. Caractéristiques physiques de l'œuf	27
5.1. Poids de l'œuf	27
5.2. Index de forme	27
6. Analyses microbiologiques	28
6.1. Milieux de cultures et additifs	28
➤ Les milieux de cultures solides	28
➤ Les milieux de cultures liquides	28
6.2. Préparation des échantillons	29
6.3. Préparation des suspensions mère et des dilutions décimales	29
7. Méthodes de dénombrement	30
7.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	31
7.2. Dénombrement des coliformes (totaux et fécaux)	32
7.3. Dénombrement des levures et moisissures	32
7.4. Dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	32
7.5. Recherche des germes du genre <i>Salmonella</i>	33
8. Méthodes de calcul et d'expression des résultats	33
8.1. Calcul de la précision du dénombrement en fonction des sources d'erreur	33
8.2. Présentation des résultats	34
9. Plan d'interprétation des résultats	35
9.1. Plan à 3 classes	35

9.2. Plan à 2 classes	36
-----------------------	----

## **PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS**

1. Caractéristiques physiques de l'œuf	38
1.1. Résultats du poids de l'œuf	38
1.2. Résultats de l'index de forme	41
2. Résultats des analyses microbiologiques	44
2.1. Résultats du démembrement de la flore aérobie mésophile totale	44
2.2. Résultats du dénombrement des coliformes	45
2.2.1. Coliformes totaux	45
2.2.2. Coliformes fécaux	45
2.3. Résultats du dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	46
2.4. Résultats de la recherche des bactéries du genre <i>Salmonella</i>	46
2.5. Résultats du dénombrement des levures et moisissures	47
2.6. Evaluation de la qualité microbiologique des échantillons des œufs	47
3. Discussion générale	48
<b>Conclusion</b>	51
<b>Références bibliographiques</b>	53
<b>Annexes</b>	61

## *Liste des tableaux*

	Page
<b>Tableau 01</b> : Composition du jaune d'œuf de poule.	06
<b>Tableau 02</b> : Proportion d'eau des différentes couches de l'albumen.	07
<b>Tableau 03</b> : Constituant quantitatifs et qualitatifs du jaune et blanc d'œuf.	14
<b>Tableau 04</b> : Production d'œufs de consommation en UE – 1000 tonnes.	22
<b>Tableau 05</b> : Nombre d'œufs prélevés et lieu d'échantillonnage.	27
<b>Tableau 06</b> : Evolution du poids de l'œuf des différents compartiments de l'œuf au cours de l'année de production (valeurs moyennes arrondies de 900 œufs par groupe).	39

## *Liste des figures*

	<b>Page</b>
<b>Figure 01.</b> Représentation schématique d'une Structure de l'œuf.	06
<b>Figure02.</b> Vue en microscopie électronique à balayage d'une coupe transversale de la coquille d'un œuf de poule montrant les différentes couches.	09
<b>Figure 03.</b> Diagramme de fabrication des ovoproduits de première transformation.	15
<b>Figure 04.</b> Production d'œuf entre 1990 et 2018 dans le monde.	21
<b>Figure 05.</b> Répartition de la production d'œufs de consommation en UE (%).	22
<b>Figure 06.</b> L'évolution de La production des œufs de consommation en Algérie 2000-2013.	24
<b>Figure 07.</b> Positions géographiques des points de ventes des œufs en l'Algérie sélectionnés pour le prélèvement des échantillons.	26
<b>Figure 08.</b> Schéma représentatif de la préparation des suspensions-dilutions.	29
<b>Figure 09.</b> Méthode de dénombrement en double couche .	30
<b>Figure 10.</b> Méthode de dénombrement en surface.	31
<b>Figure 11.</b> Echelle d'interprétation des résultats.	32
<b>Figure 12.</b> Plan d'interprétation à trois classes pour les germes aérobies. mésophiles	36
<b>Figure 13.</b> Plan d'interprétation à trois classes pour les coliformes.	36
<b>Figure 14.</b> Plan d'interprétation à deux classes pour les germes du genre <i>Salmonella</i> .	36
<b>Figure 15.</b> Histogrammes représentant les poids des échantillons d'œufs prélevés de cinq points de vente (Cinq wilayas).	38
<b>Figure 16.</b> Histogrammes représentant les différentes classifications de poids des œufs de cinq points de vente.	40
<b>Figure 17.</b> Histogrammes représentant la répartition en proportion des échantillons d'œufs selon la classification internationale (S, M, L, XL).	41
<b>Figure 18.</b> Histogrammes représentant les résultats de la longueur des échantillons d'œufs .	42
<b>Figure 19.</b> Histogrammes représentant les résultats de la largeur des échantillons d'œufs .	42
<b>Figure 20.</b> Histogrammes représentant les résultats de l'index de forme des échantillons d'œufs .	43

**Figure 21.** Histogrammes représentant la contamination en flore aérobie mésophile totale des échantillons d'œuf. Les barres d'erreur représentent l'écart type calculé à partir de deux répétitions.

44

## *Liste des abréviations*

FAO :Food and Agriculture Organisation

FMT :Flore aérobimésophileTotale

ICMSF : The international commission on microbiological specification for foods.

ITAVI :Institut technique de l'aviculture.

MADR : Ministre de l'agriculture et du développement Rural.

OIE : world organisation for animal health

OMS :Organisation mondiale de santé.

SSP : service de la statistique et de la prospective.

UFC :Unités Formant Colonies.

UE : Union européenne.

# *Introduction*

L'œuf est utilisé en l'alimentation humaine depuis l'Antiquité (Belitz et *al.*, 2009). C'est l'un des aliments de l'homme les plus riches en nutriment : source importante de protéine et de lipide et renferme aussi un grand nombre de vitamine et minéraux (Apfelbaum et *al.*, 1999 ; Nys et Sauveur, 2004 ; Nys, 2010 ; Yamakawa et Nau, 2010).

Selon FAO, la production mondiale d'œuf de consommation s'est élevée à 72 millions de tonnes en 2018. Cette production a baissé de 3,1 % par rapport à 2017. En Algérie, la production nationale des œufs de consommation a atteint 5,7 milliards unités en 2017 (MADR, 2020).

La qualité des œufs en termes générale se réfère à des normes générales qui définissent à la fois la qualité interne et externe tel que le poids de l'œuf (Roberts, 2004 ; Karoui et *al.*, 2006 ; Martenes et *al.*, 2010 ; Rossi et De Reu, 2011 ; Bobbo et *al.*, 2013). Elle est composée des caractéristiques qui affectent son acceptabilité par les consommateurs. Il est donc important d'accorder une attention particulière aux problèmes de stockage, calibrage et de commercialisation des œufs pour maintenir la qualité (Buffet et *al.*, 2010 ; Çağlayan et *al.*, 2013).

Le poids de l'œuf est un aspect qualitatif de grande importance économique : les œufs de catégorie A sont vendus par classe de poids (calibre), l'importance de cette caractéristique de vente explique l'intérêt des producteurs à allonger la période d'élevage en vue de produire des œufs de gros calibre (Mertenenes et *al.*, 2010 ; Travel et *al.*, 2010).

La contamination des œufs influence sur la qualité sanitaire des consommateurs. Il peut toutefois être contaminé par une flore diversifiée des microorganismes d'altération et parfois pathogène (Baron et Jan, 2010 ; Baron et Jan, 2010). Le principal facteur défavorable à la consommation de l'œuf est le risque de contamination par les salmonelles (Nys et Sauveur, 2004 ; Van Immeseel et *al.*, 2005).

La réglementation Algérienne (Arrêté N°39/2017) exige l'absence totale de *Salmonella* dans les œufs. Par contre, la contamination de ce produit par d'autres germes qui peuvent présenter un risque sur la santé du consommateur et parfois témoins sur le niveau d'hygiène de l'aliment (Hechachna, 2016).

L'objectif de la présente étude est d'évaluer les caractéristiques physiques des œufs et évaluer la qualité microbiologique du produit ainsi que la recherche des quelques germes

comme indice d'hygiène dont le but est de déterminer la qualité des œufs de consommation dans cinq wilayas d'Algérie.

Notre travail sera présenté comme suite :

- La première partie est une synthèse bibliographique concernant le thème abordé.
- La deuxième partie est consacrée à la présentation du matériel et méthodes utilisés.
- La troisième partie comporte les résultats et les discussions des caractéristiques physiques des œufs et aussi la qualité microbiologique des œufs commercialisés dans cinq points de vente dans quelques wilayas d'Algérie. Le tout sera couronné par une conclusion qui fera ressortir l'essentiel des résultats de notre travail, les recommandations et les perspectives.

# *Revue bibliographique*

## **I. Généralités sur l'œuf**

Aux termes de la réglementation en vigueur, la dénomination « œufs », sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée aux œufs de poule. Tout œuf provenant d'un oiseau autre que la poule doit être désigné par la dénomination « œuf », suivie du nom de l'oiseau dont il provient (Tosi, 1992). Les œufs sont l'un des aliments protéiques naturels presque parfaits qui contiennent des nutriments de haute qualité (Yamakawa et Nau, 2010; Nys et Sauveur, 2004). Les œufs de poule sont les plus importants que ceux des autres oiseaux (oies, canards, pluviers, mouettes, cailles) (Protais, 2010).

### **I.1. Structure de l'œuf**

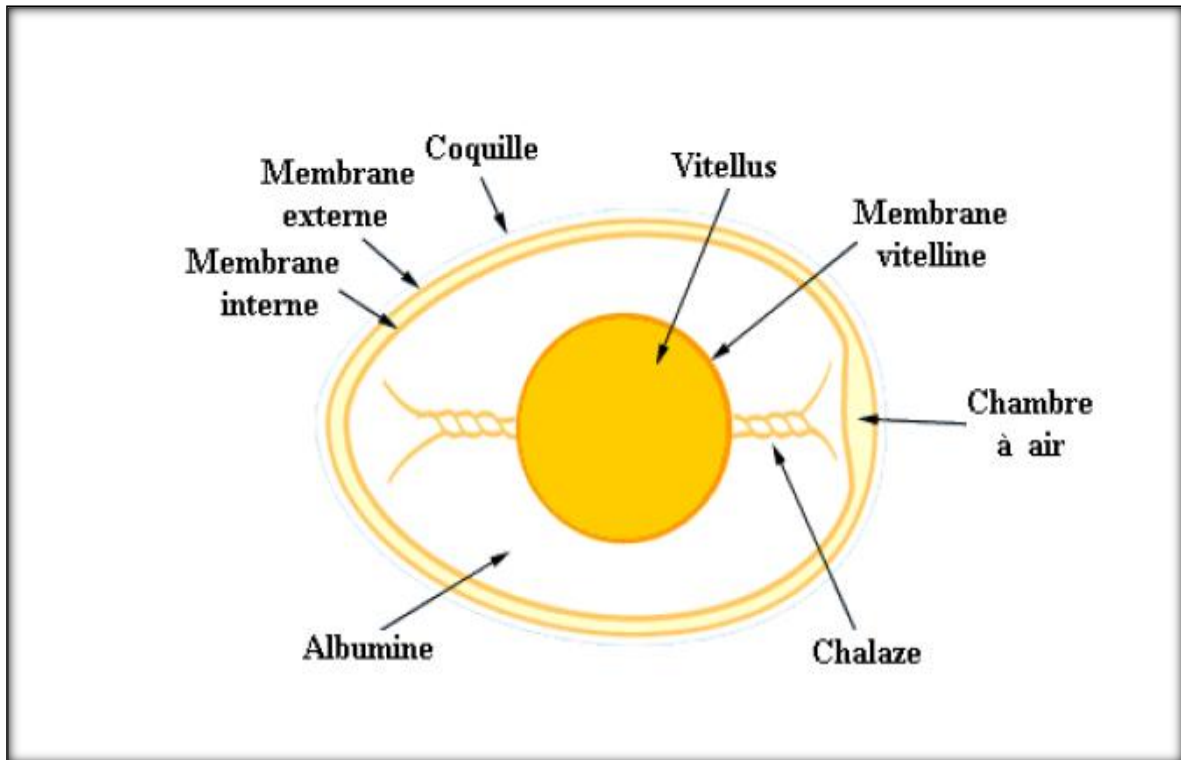
Les premières études sur la structure des œufs ont commencé par Wilhelm Von Nathusis (1821-1899) avec Romanoff et Romanoff (1949) dans le traité classique « The avian Egg » (Tuellet, 1984).

La structure de l'œuf limitée par des composants principaux (Guérin-Dubiard et *al.*, 2010) sont le vitellus ou le jaune, l'albumen ou le blanc, les membranes coquillières, la coquille et la cuticule (figure 1). Il est de poids relativement constant de 60g en moyenne, plus ou moins 5g (Guérin-Dubiard et *al.*, 2010 ; Travel et *al.*, 2010 ).

#### **I.1.1. Le jaune d'œuf (vitellus)**

Le vitellus constitue le composant central de l'œuf (Sharaf Eddin et *al.*, 2019). C'est une masse visqueuse de couleur jaune uniforme, entourée d'une membrane appelée membrane vitelline (Nys, 2010) ; empêchant le blanc de se mélanger avec le jaune de l'œuf. Cet élément est bien protégé par la coquille et l'albumen (Dayon et Arbelot, 1997).

Le vitellus, d'un poids approximatif de 15g à 17g (Guérin-Dubiard et *al.*, 2010), représente 31% à 36% du poids de l'œuf et 50 % de la matière sèche, est composé de 51% d'eau, de 30% de lipides, de 16% de protéines et de 0,7 à 1 % de glucides (Tableau 01) (Belitz et *al.*, 2009 ; Nys, 2010). Il contient également en plus faible quantité, des vitamines A, B1, B2, B9, B5, D, E, K, des acides aminés et des minéraux (Appelbaum et *al.*, 1997; Guérin-Dubiard et *al.*, 2010; Nys, 2010 ).



**Fig.01.** Représentation schématique d'une Structure de l'œuf (source : Biball, 2012).

**Tableau 01.** Composition du jaune d'œuf de poule (Powrie et Nakai, 1986).

Composant	% du jaune
<b>Eau</b>	<b>50 à 51</b>
<b>Protéines</b>	<b>16</b>
<b>Lipides</b>	<b>30 à 31</b>
<b>Glucides</b>	<b>0,7 à 1</b>
<b>Cendres</b>	<b>1,7</b>

Le vitellus, est une source de nutriments très intéressante pour l'homme. Son coefficient d'utilisation digestive est comparable à celui du lait et la valeur biologique des protéines de l'œuf entier est même supérieur à celle des protéines du lait (Guérim-Dubiard et *al.*, 2010). Il est favorable à la prolifération des bactéries mais la présence de phosvitine, protéine qui piège le fer, a un certain rôle antibactérien ( Yamakawa et Nau, 2010) .

### **I.1.2. Le blanc d'œuf (albumen)**

Le blanc d'œuf ou albumen n'est pas un milieu homogène (Guérim-Dubiard et *al.*, 2010 ; Nys et *al.*, 2011), mais résulte de la juxtaposition de trois zones distinctes en plus

des chalazes (Sharaf Eddine et *al.*, 2019). Il représente 59% du poids totale de l'œuf (Nys, 2010). Les différentes parties du blanc d'œuf sont :

- ✓ Le Blanc liquide externe en contact direct avec les films coquilliers ;
- ✓ Le Blanc épais présentant l'aspect d'un gel ;
- ✓ Le Blanc liquide interne localisé entre le blanc épais et le jaune ;
- ✓ Et les Chalaze, sorte de fibres 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. (Nys et *al.*, 2010 ; Guérin-Dubiard et *al.*, 2010 ;)

Les proportions 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. Ces différentes zones de l'albumen se distinguent notamment par leurs teneurs en eau (Tableau 2).

Tableau 2 : proportion et teneur en eau des différents couches de l'albumen (Powrie et Nakai, 1986).

Zone de l'albumen	% de l'albumen		% d'humidité
	Moyennes	Variations	
Blanc liquide externe	23,2	10-60	88,8
Blanc épais	57,3	30-80	87,6
Blanc liquide interne	16 ,8	1-40	86,4
Chalazes	2,7	-	84,3

Le blanc d'œuf est composé en majeure partie d'eau et de protéines (88% et 10,5 % 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 (Guérin-Dubiard et *al.*, 2010 ).

### **I.1.3. Les membranes coquillières**

Les membranes coquillières sont au nombre de deux : une interne et une autre externe. (Belitz et *al.*, 2009; Guérin-Dubiard et *al.*, 2010). Elles sont fortement adhérentes l'une à l'autre sauf au niveau du gros session de l'œuf où elles s'écartent pour prévois la chambre à air (Sauveur et Reviere, 1988).

Les membranes coquillières se composent de 90% de protéines, de 2% de glucose et de 2% de cendres : P, Ca, Mg, Na, Zn, Mn, Fe, Cu, B et Al (Nys *et al.*, 2010).

#### **I.1.4. La coquille**

La coquille de l'œuf de poule est la couche la plus externe. Elle représente 10% du poids de l'œuf (Nys, 2010) et son épaisseur est comprise entre 0,3 et 0,4 mm. Elle limite la contamination microbienne de l'œuf et permet grâce sa porosité, les échanges gazeux entre le milieu extérieur et l'embryon (Guérin-Dubiard *et al.*, 2010 ; Nys *et al.*, 2010).

La structure de la coquille est distinguée par plusieurs auteurs (Nys *et al.*, 1999 ; Solomon, 1991 ; Sauveur, 1988 ; Tyler, 1964 ). L'observation au microscope électronique à balayage permet de distinguer six couches dont une schématisation est présentée en figure 2. La partie interne de la coquille correspond aux deux membranes coquillières constituées de fibres protéiques entrelacées qui limitent la diffusion du blanc. La partie minérale est ancrée en surface de la membrane externe (Nys, 2010 ; Travel *et al.*, 2010).

#### **I.1.5. La cuticule**

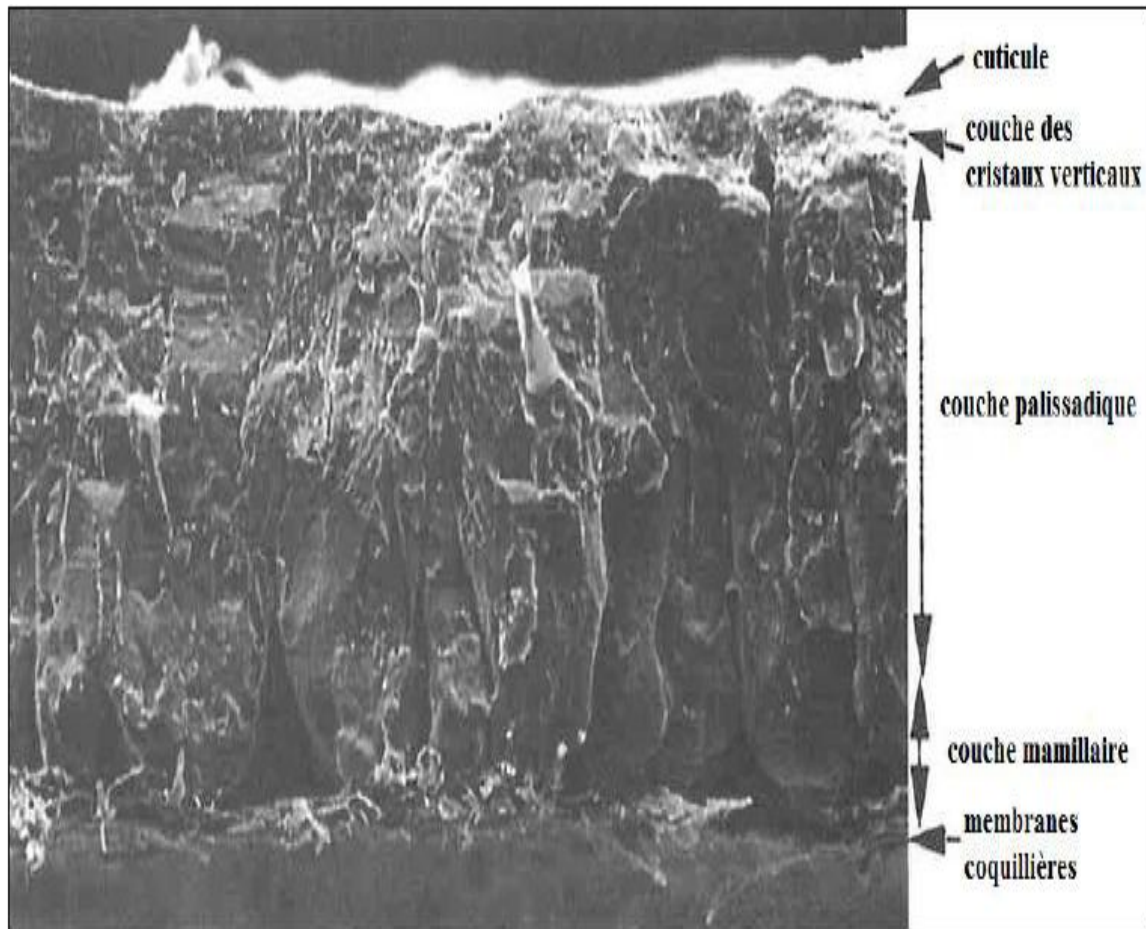
C'est la couche la plus externe de l'œuf, et est déposée sur la coquille environ deux heures avant l'oviposition. Elle est composée de 90% de protéines (0,01mm) qui recouvre la coquille et de glycoprotéines, 5% d'hydrates de carbone et d'environ 3% de cendres (Dennis *et al.*, 1996).

Ces derniers constituent une porte d'entrée pour les germes qui peuvent contaminer le contenu interne de l'œuf (Cook *et al.*, 2003).

### **I.2. Conservation de l'œuf de consommation**

Quelques soit les procédés mis en œuvre pour la conservation de l'œuf, ceux-ci ne doivent être appliquée qu'à des œufs très frais et de bonne qualité (Tosi, 1992).

Les œufs laissés à la température de la pièce perdent en une journée autant de fraîcheur qu'en une semaine dans les conditions adéquates d'entreposage, alors que le froid constitue le meilleur des moyens de conservations des œufs. Ces derniers se conservent plus d'un mois au réfrigérateur et à la chaîne frigorifique mérite d'être respectée (Dupin *et al.*, 1991).



**Fig.02.** Vue au microscope électronique à balayage d'une coupe transversale de la coquille d'un œuf de poule montrant les différentes couches (Nys et *al.* 1999).

### **I.3. Importance nutritionnelle**

L'œuf est un aliment qui constitue une source nutritionnelle importante (Apelaum et *al.*, 1997). Un œuf contient 8g de protéines, 7g de lipides, des vitamines et des minéraux (Bibbal, 2012).

L'œuf est un aliment riche en protéines de haute valeur biologique, considérées comme « protéines de référence » chez l'homme. Sa teneur en acides aminés essentiels (lysine, méthionine) est élevée. Il constitue également une source importante de phosphore, de fer, de vitamines et de graisses facilement digestibles. Toutefois, l'œuf est pauvre ou déficient en glucides, calcium et vitamine C (Guérin-Dubiard et *al.*, 2010).

### **I.3.1. Protéines de l'œuf**

Les protéines sont répartie équitablement entre le jaune et le blanc d'œuf (Tableau 03) (Belitz et *al.*, 2009). La digestibilité des protéines d'œuf entier cuit atteint 94%, ce qui montre leur excellente efficacité digestive (Nys et Sauveur, 2004).

A l'état cru, les protéines du blanc est très peu digestible (Tosi, 1992; Nys et Sauveur, 2004), la présence de facteur anti-trypsique (ovomucoïde) et surtout par ce que le blanc d'œuf cru stimule peu les sécrétions du sucs gastriques et pancréatiques. A l'opposé, le jaune d'œuf est très bien digéré à l'état cru et toute cuisson à l'état cru et toute cuisson excessive tend à réduire sa digestibilité (Nys et Sauveur, 2004)

Les protéines de l'œuf cuit ont une digestibilité très élevée, l'OMS à choisi l'œuf entier comme source de protéine de référence pour l'enfant : donc légèrement supérieure au lait de femme (Nys et Sauveur, 2004).

### **I.3.2. Lipides de l'œuf**

Les lipides de l'œuf sont contenues dans le jaune à raison de 6g par œuf (Nys et Sauveur, 2004) , ils ne répartissent pas de façon identique entre les triglycérides (65%) et les phospholipides (31%) et du cholestérol (4%). La digestibilité des triglycérides est plus forte que les phospholipides (Nau et *al.*, 2010; Yamakawa et Nau, 2010).

Les lipides de l'œuf se distinguent par leur richesse en acides gras insaturés (Nau et *al.*, 2010 ;Yamakawa et Nau, 2010) et notamment en acide linoléique, un élément nutritionnel important pour l'homme.

L'impact nutritionnel des acides gras du jaune d'œuf est souvent occulté par l'apport important en cholestérol, seul « point noir » : la teneur élevée en cholestérol environ 250 à 300mg /œuf (Nau et *al.*, 2010; Yamakawa et Nau, 2010 ).

### **I.3.3. Minéraux et vitamines de l'œuf**

#### **➤ Minéraux**

L'œuf est, avec le lait, l'aliment le plus riche en phosphore, potassium, iode et sélénium. Il est pauvre en calcium mais un apport de 100g d'œuf entier permet de couvrir environ 20% des apports nutritionnelles recommandés chez un homme adulte (Nathalie, 2005).

## ➤ Vitamines

L'œuf est une source intéressante de plusieurs vitamines de riboflavine, d'acide pantothénique, de biotine, d'acide folique, de cobalamine, de vitamines A, D et E (Guérin-Dubiard et *al.*2010).

La consommation de deux œufs assure 10% à 30% du besoins journalière de l'homme en ces vitamines (Nys et Sauveur, 2004).

### **I.4. Importance technologique**

Le commerce mondial d'œuf en coquille représente près de 75% des échanges d'œufs et ovoproduits (Magdelaine et Brain, 2010), le terme « ovoproduit », selon Galet et *al.*, (2010) désigne classiquement toute présentation d'œuf autre que l'œuf coquille. En sens réglementaire il désigne « les ovoproduits transformés de la transformation d'œufs ou de leur différents composants ou mélanges, ou d'une nouvelle transformation de ces produits transformés ».

Cette définition amène à considérer deux grandes catégories d'ovoproduits :

#### **I.4.1. Les ovoproduits dits « de première transformation »**

Correspondant à de l'œuf entier, du jaune ou du blanc d'œuf présentés sous différentes formes et destiné à utiliser en tant qu'ingrédients techno fonctionnels. Ces produits sont également quelquefois accessibles pour le consommateur (Galet et *al.*, 2010 ; Jeantet et *al.*, 2007). L'industrie des ovoproduits offre ainsi aujourd'hui une gamme de produits, issus de de schémas technologiques variés (figure 03), dans le but de répondre au plus près à leurs utilisations techno fonctionnelles (Jeantet et *al.*, 2007).

#### **I.4.2. Les ovoproduits dits « de deuxième transformation »**

Ces produits résultent soit de la cuisson de produits issus directement de l'œuf : œufs cuits, soit de l'élaboration de recettes cuisinées à partir d'ovoproduits liquides : ovoproduits cuisinés (Galet et *al.*, 2010). Le procédé industriel reprend les étapes mises en œuvre au niveau ménager. L'étape de cuisson est réalisée soit par immersion dans l'eau à 98-100°C, soit par la vapeur, il faut fragmenter et éliminer les coquilles (Jeantet et *al.*, 2007).

## I.5. La qualité de l'œuf de consommation humaine

Les œufs produits pour la consommation humaine doivent satisfaire aux normes strictes afin de garantir une qualité supérieure lorsqu'ils atteignent le consommateur (Mertens et *al.*, 2010 ; Tuellet, 1984 )

### I.5.1. Critères de classification des œufs de consommation

Selon (Mertens et *al.*, 2010), les œufs sont divisés en trois catégories.

#### ➤ Classification par catégorie

- **Catégorie A** : les œufs vendus au consommateur sont toujours des œufs de catégorie A c'est-à-dire des « œufs frais » de qualité irréprochable. Un œuf de catégorie A doit répondre à plusieurs critères : il doit présenter une coquille intacte et propre ; il ne doit pas être lavé ; le contenu de l'œuf doit présenter une qualité irréprochable. La hauteur de la chambre à air est un critère déterminant de la fraîcheur de l'œuf, il ne doit pas dépasser 06 mm au maximum.
- **Catégorie B** : dit également de « seconde catégorie », sont exclusivement utilisée dans les industries des ovo-produits.

#### ➤ Classification en fonction des modes d'élevage

Selon Martenes et *al.*, (2010) les œufs classés par des code (code « 0 » pour les œufs biologiques ; code « 1 » pour les œufs de poules élevées en plein air ; code « 2 » pour les œufs de poules élevées au sol ; code « 3 » pour les œufs de poules élevées en cages).

- **Œufs de poules élevées en cage** : Dans ce mode d'élevage, les œufs sont produits dans des cages dites « conventionnelles ». Il permet de produire des œufs dans les meilleures conditions d'hygiène.

- **Œufs de poules élevées au sol** : Les œufs sont issus d'élevage où les poules sont élevées dans un bâtiment. Un tiers de la surface du poulailler est sous forme de litière. Dans ce mode d'élevage la densité est de 07 poules /m<sup>2</sup> au maximum.

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

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

➤ **Classification selon le poids**

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 1997, les mêmes catégories de poids sont utilisées sur tout le territoire de l'Union Européenne :

- XL : très gros œufs ; poids supérieur à 73 g.
- L : gros œufs ; poids compris entre 63 et 73 g.
- M : œufs moyens ; poids compris entre 53 et 63g.
- S : petits œufs ; poids inférieur à 53g.

Tableau 03 : Constituant quantitatifs et qualitatifs du jaune et blanc d'œuf.

Constituant de l'œuf	JAUNE				BLANC				Référence	
	%	Nom	% MS	Caractéristiques	%	Nom	% MS	Caractéristiques		
<b>Eau</b>	50				87,3				Nathalie.2005 Belitz.2009 ; Nys.2010 ; Adrian et al.2003	
<b>Lipides</b>	31	Glycérides		Digestibilité élevée (98%), Riches en AGI	0,2				Nys et Sauveur.2004 ; Belitz.2009 ; Yamaka et Nau.2010 ; Nau et al .2010	
		Phospholipides		Digestibilité bonne (90%), Présence de lécithine						
		Cholestérol		250-300mg /œuf						
<b>Protéines</b>	16	Phosvitine		Localisé dans les granules Capable de fixer les ions Fe <sup>3+</sup> (réserve)	11	Ovalbumine	61	Phophoglycoprotéine Agent gélifiant	Nys et Sauveur.2004 ; Belitz.2009 ; Jeantet et al. 2007	
		Lipovitelline		Localisé dans les granules		Conalbumine (ovotransferrine)	12	Glycoprotéine- Se lie des métaux (fer) Inhibiteur de bactérie		
		Lipovitellénine		Localisée dans la phase continue		Ovomucoïde	11	Glycoprotéine- Inhibe la trypsine – Très allergisante – Thermorésistante		
		Livetines		Localisée dans la phase continue		Ovoglobuline	8	Propriétés moussantes		
		Glycoprotéines					Lysozyme	3,5		Lyse les bactérie (Gram+)
							Ovomucine	3		Facteur de viscosité – Insoluble dans l'eau
							Flavoprotéine	0,8		Fixe la vitamine B2
							ovomacroglobuline	0,5		Fortement antigénique
<b>Glucides</b>	0,3			Essentiellement sous forme de polysaccharides ou liée aux protéines	0,7		Sous forme libre ou sous forme liée aux protéines (glycoprotéines)	Nys et Sauveur.2004 ; Belitz.2009 ;		
<b>Minéraux</b>	1,7	Phosphore		89,3% du phosphore lié aux phosphoprotéines et aux phospholipides	0,7	Soufre		Contenu dans les acides aminés	Nys et Sauveur.2004 ; Belitz.2009 ;	
			Chlore							
		Fer		99% associés aux protéines de granule, un œuf couvre 30% des besoins quotidiennes		Sodium potassium				
<b>Vitamines</b>		A .D				Vitamine du groupe B			Nys et Sauveur.2004 ; Belitz.2009 ;	
		B1		Un œuf couvre 5-10% des besoins						
		B2		Un œuf couvre 20% des besoins						



## II. ASPECTS MICROBIOLOGIQUES DES ŒUFS DE CONSOMMATION

### II.1. La contamination de l'œuf

#### II.1.1. Contamination par les bactéries

Après plusieurs études, la composition approximative de la flore microbienne de l'œuf a été obtenue à partir des lavages de coquilles d'œufs nouvellement posée sur la gélose nutritive à pH 7,4 et à 20°C. 38% de bactéries non sporogènes (19% d'*Achromobacter*, 6% de *Pseudomonas*, 4% d'*Alkaligenes*, 4% de coliformes, 3% de *Flavobactéries*, 1% de *Proteus aerogenes*), 30% de bactéries sporogènes (12% de *Bacteroides vulgatus*, 10% de *Bacillus subtilis*, et 6% non identifié et 2% de *Bacillus mycoides*), 25% de bactéries coques (18% de Microcoques, 5% de Staphylocoques et 2% de Sarcinae), 4% de levures et 3% des Actinomyces, la coquille d'œufs peut contenir des bactéries qui causent des intoxications alimentaires et commensales résistantes aux antibiotiques (Musgrove et al., 2006).

Au moment de la ponte, le contenu des œufs provenant d'élevages sains est en général stérile (Baron et Jan, 2010). La plupart des œufs ne contiennent pas de bactéries lorsqu'ils sont posés et ne sont contaminés que par la suite. La membrane de coquille offre la meilleure protection contre la pénétration bactérienne, mais une fois à l'intérieur de l'œuf, leur croissance et leur multiplication sont ralenties en raison de la nature visqueuse des protéines de blancs d'œuf, leur pH et les propriétés bactéricides du lysozyme et du conalbumen (Gautron et al., 2001). Donc la généralisation selon laquelle environ 90% des œufs nouvellement ensemencés sont exempts de microorganismes est maintenant généralement acceptée, avec un chiffre réel qui peut être encore plus élevé (Ahlborn et Sheldon, 2005). La contamination se produit habituellement après la ponte (Jones et al., 2004).

Les microorganismes peuvent contaminer les œufs à différents stades, de la production au traitement, à la préparation et à la consommation. La transmission transovarienne ou "verticale" des microorganismes survient lorsque les œufs sont infectés lors de leur formation dans les ovaires de la poule. La transmission horizontale survient lorsque les œufs sont ensuite exposés à un environnement contaminé et que les microorganismes pénètrent dans la coquille d'œuf (De Reu et al., 2006). Il semble que la plupart des œufs

reçoivent leur première charge de contamination à l'oviposition et on peut donc considérer que la contamination majeure (mais pas la totalité) de l'œuf est d'origine externe (Baron et Jan, 2010).

En effet, l'œuf peut être contaminé par voie verticale lors de sa formation dans l'oviducte ; cette contamination peut se produire si les poules présentent une infection des ovaires ou de l'oviducte (Baron et Jan, 2010). Dans cette voie transovarienne, le jaune (très rarement le jaune vif), l'albumine et / ou les membranes sont directement contaminés par une infection bactérienne des organes reproducteurs (Reu et *al.*, 2008). La contamination verticale concerne principalement les souches de *Salmonella*, mais des études évoquent aussi l'implication de bactéries de l'espèce *Campylobacter jejuni* et du virus de l'Influenza aviaire (Baron et Jan, 2010).

Après l'oviposition, tout environnement contaminé dans la zone de l'œuf posé, peut entraîner une contamination externe des coquilles. La présence de fumier de poulet et d'autres matières organiques humides facilite la survie et la croissance des microorganismes dont *Salmonella* en fournissant les nutriments requis et un degré de protection physique (Gantois et *al.*, 2009). Selon des études, les niveaux de contamination de la coquille en flore mésophile aérobie varient de  $1,04.10^2$  à  $1,06.10^2$  UFC/œuf (Baron et Jan, 2010). De Reu et *al.*, (2006) ont identifié les espèces majoritaires présentes sur les coquilles, ils ont observé une prédominance d'*E. coli* ( $5,5.10^4$  UFC/œuf) et du genre *Staphylococcus* ( $4,3.10^4$  UFC/œuf).

Une fois que l'œuf est posé, il est habituellement humidifié et devient souillé en même temps. La présence de saleté dans l'environnement s'ajoute au nombre d'organismes contaminants. Un nombre croissant de microorganismes sur la coquille d'œufs augmente par conséquent le risque de pénétration microbienne de coquilles d'œufs et de contamination des œufs (Messens et *al.*, 2005).

La seule voie par laquelle les bactéries peuvent entrer dans la partie intérieure de l'œuf est par les pores. Comme la cuticule est humide à ce stade, l'invasion microbienne de la coquille pourrait se produire. La condition humide favorise la croissance des moisissures à la surface de la coque. La croissance des hyphes des moisissures facilite l'agrandissement des pores, ce qui contribue à l'entrée de bactéries dans l'œuf. Une humidité importante,

associée à des variations de température, favorise la pénétration par rétraction du contenu de l'œuf et absorption de l'eau et des microorganismes présents sur la coquille (Baron et Jan, 2010).

D'autres facteurs favorisant la pénétration des microorganismes dans les œufs tels que : le poids de l'œuf, l'épaisseur de la coquille, le nombre des pores et la qualité de la cuticule (Messens et *al.*, 2005). Les facteurs influençant la pénétration de la coquille semblent donc être essentiellement le niveau de contamination de l'œuf en surface et l'absence de fêlures ou de défaut de calcification de la coquille (Baron et Jan, 2010).

### **II.1.2. Contamination par les salmonelles**

Les salmonelles sont des bactéries à coloration gram négatif de la famille des Enterobactériacae ; elles se présentent sous la forme de bacilles de 3 microns de long sur 0,5 microns de large, sporulés, non capsulés, mobiles ou immobiles (Guérin et *al.*, 2011)

Les salmonelles sont placées en tête du tableau des microorganismes pathogènes dans la filière avicole d'autant plus que ces bactéries ont un large pouvoir de diffusion dans l'environnement (Diafi, 2010).

Depuis de nombreuses années, *Salmonella* constitue la cause majeure des infections du tractus digestif humain, liées à la consommation de denrées alimentaires d'origine animales, il est connu que la volaille peut héberger de nombreux sérotypes de *Salmonella*. Cependant, l'émergence du sérotype *enteritidis* a fortement attiré l'attention sur cette problématique, principalement parce qu'il est facilement transmissible à l'homme chez qui il peut causer des symptômes cliniques d'une grande sévérité. *Salmonella enteritidis* a une affinité particulière pour le tractus génital de la volaille, ce qui explique la contamination des œufs et, par voie de conséquence, son introduction dans la chaîne alimentaire. L'émergence du sérotype *enteritidis* dans l'industrie avicole a eu lieu dans tous les pays occidentaux entre 1965 et 1980 (Rabsch et *al.*, 2000). En 20 ans, *Salmonella enteritidis* est devenu le sérotype le plus commun chez la volaille (Poppe, 2000).

Ces dernières années, on note heureusement dans la plupart des pays une décroissance du nombre de souches de *Salmonella* isolées chez la volaille. Cette tendance générale varie néanmoins suivant le niveau de la chaîne de production. Les données présentées ci-après pour ces différents niveaux doivent être interprétées avec prudence puisque les

programmes et les méthodes d'échantillonnage et d'isolement peuvent varier d'un pays à l'autre (Van Immerseel et *al.*, 2005).

## **II.2. Les résidus de l'œuf**

### **II.2.1. Les résidus d'antibiotiques**

Les agents antimicrobiens sont largement utilisés dans la production de volaille et sont habituellement administrés dans les aliments pour animaux ou dans l'eau potable (Gyles, 2008) à des fins préventifs, contrôle, traitement et comme promoteur de croissance (Collignon et *al.*, 2013). Cette utilisation a contribué à la transformation de l'industrie de la volaille d'un grand nombre de petits agriculteurs à un nombre plus restreint de grands producteurs qui opèrent à haute efficacité (Bywater, 2005), mais aussi considérée comme l'une des principales sources de nouvelles combinaisons de résistance aux antibiotiques (Lepelletier et *al.*, 2015).

L'utilisation des antibiotiques varie d'un pays à un autre et d'une région à une autre. Par exemple, l'utilisation des antibiotiques comme promoteurs de croissance est interdite en Europe (UE) alors que c'est permis aux USA et au Canada et beaucoup d'autres pays (Gyles, 2008). Parmi les antibiotiques disponibles pour être utilisés comme agents favorisant la croissance : la bacitracine au zinc, la pénicilline procaine, les tétracyclines, la tylosine, la virginiamycine et la monensine ; pour la prophylaxie et la thérapie : l'amoxicilline, les sulfamides, la tylosine, les fluoroquinolones, les lincosamides, les amino-glycosides, les tétracyclines, les colistines et les pleuromutilines (Gyles, 2008). Environ 32 molécules d'antibiotiques sont identifiées comme étant efficaces et/ou recommandés pour traiter des maladies de la volaille (Agunos et *al.*, 2013).

L'utilisation d'agents antimicrobiens peut entraîner l'émergence et la dissémination de la résistance pour ces molécules chez les agents pathogènes cibles et la flore bactérienne normale (EFSA, 2009), ce qui constitue de ce fait une préoccupation mondiale importante tant pour la santé animale que pour la santé publique (Hur et *al.*, 2012) conduisant à une menace d'impasses thérapeutiques (Lepelletier et *al.*, 2015), notamment dans le traitement des maladies infectieuses et alimentaires (Ashish et Rajesh, 2017).

Différentes études ont rapporté une forte prévalence d'entérobactéries résistantes aux antimicrobiens chez le poulet de chair (Kola et *al.*, 2012), poules pondeuses (Van

hoorebeke et *al.*, 2011), les œufs à couver (Mezhoud et *al.*, 2016) et les œufs de table (Rasheed et *al.*, 2014 ; Grande Burgos et *al.*, 2016).

La résistance antimicrobienne chez *E. coli* a été signalée dans le monde entier. Le traitement contre l'infection par *E. coli* est de plus en plus compliqué par l'apparition d'une résistance à la plupart des agents antimicrobiens de première ligne (Sabaté et *al.*, 2008). Au fil des ans, la résistance aux céphalosporines chez les entérobactéries a augmenté principalement en raison de la propagation des  $\beta$ -lactamases à spectre étendu (Rasheed et *al.*, 2014).

### **III. PLACE DES ŒUFS DE CONSOMMATION DANS L'ECONOMIE MONDIALE ET ALGERIENNE**

#### **III.1. Importance économique Mondiale**

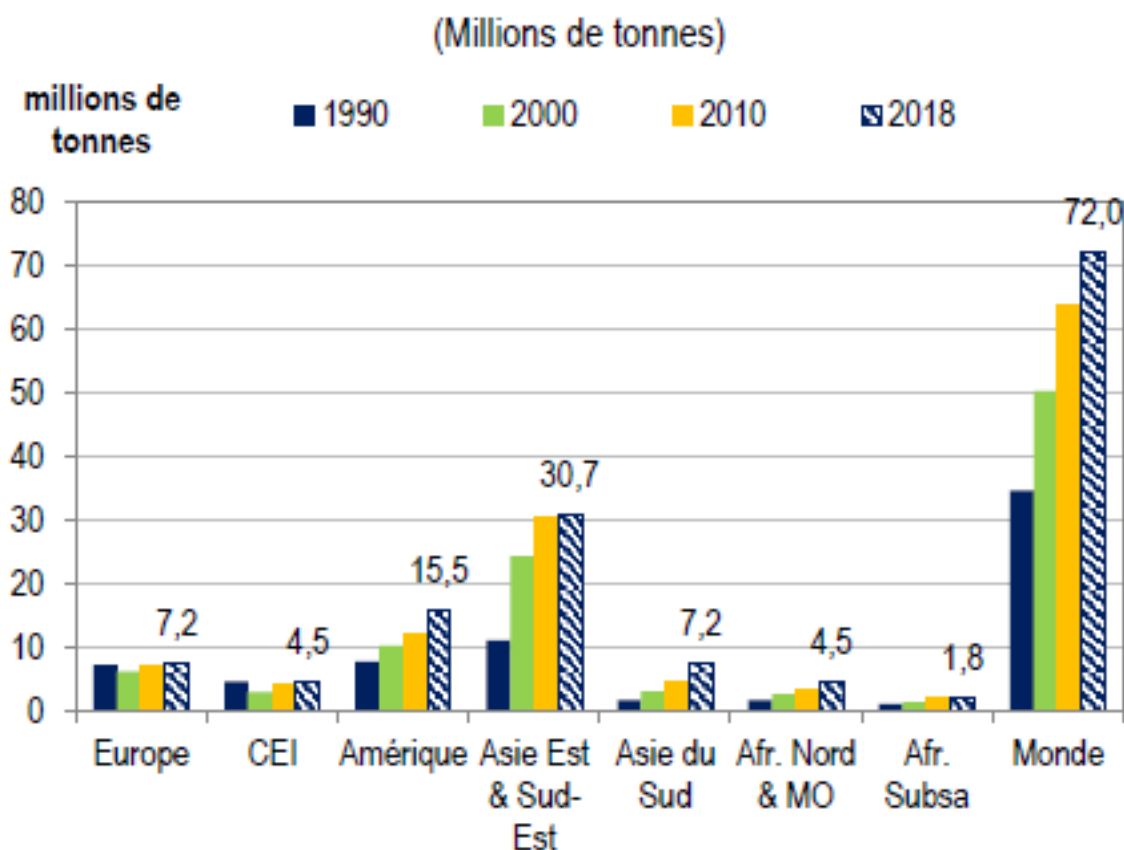
Selon la FAO (2018), la production mondiale d'œufs s'est élevée à près de 72 millions de tonnes. La production d'œuf a baissé de 3,1% par rapport à 2017.

Avec 22 millions de tonnes produites en 2018, la Chine représentait à elle seule 30 % de la production mondiale, suivie par l'Amérique du Nord (9 millions de tonnes, 13 % de la production mondiale), l'Union européenne (7,0 millions de tonnes, 9,7 % de la production mondiale) et l'Inde (5,7 millions de tonnes, 7,9 % de la production mondiale) (Figure 04).

- **La production chinoise**

Avec 22 MT d'œufs de poule produites (CAAA, 2016), la Chine est leader mondial. La production d'œufs, contrairement à celle de volailles de chair, se concentre historiquement à proximité des zones de production de grains, dans les provinces de la côte Nord (Magdelaine, 2017).

La consommation d'œufs est une tradition forte en Chine: la consommation individuelle était estimée à plus de 300 œufs jusqu'à la fin des années 2000, avec un pic à près de 350 œufs en 2009. Depuis, les différents scandales alimentaires et notamment celui concernant des résidus de mélamine dans les œufs et ovoproduits et les différents épisodes d'influenza aviaire ont induit une baisse assez sensible du niveau de consommation, estimé par l'IEC à 255 œufs par habitant en 2014 dont 34 œufs (13 % de la consommation totale) sous forme d'ovoproduits incorporés dans des produits alimentaires (Magdelaine, 2017).



**Fig.04.** Production d'œuf entre 1990 et 2018 dans le monde (source : ITAVI d'après IEC, FAOSTAT, EUROSTAT, sources nationales).

- **La production nord-américaine**

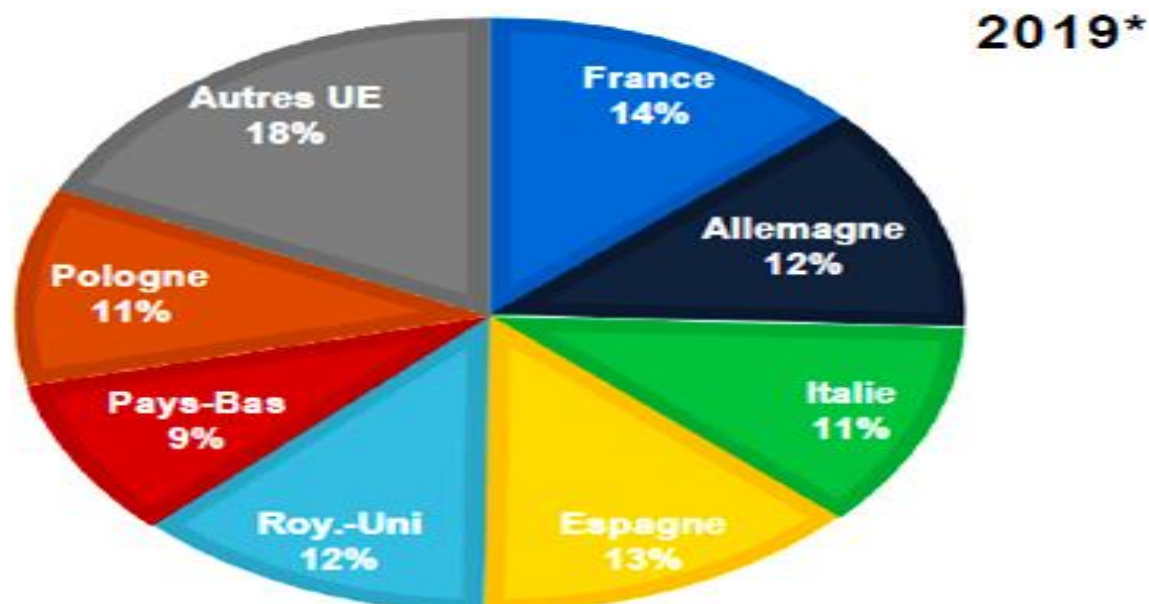
Selon l'ITAVI (2020), la production d'œufs aux Etats-Unis (2<sup>ème</sup> producteur mondial après la chine) s'élevait en 2018 à 9 MT.

La consommation globale d'œufs, très élevée dans les années 45-50 (autour de 380 à 400 œufs par personne et par an), a connus un long déclin pour atteindre 235 par personne en 1995 et tend à se redresser depuis (>300 œufs en 2018) (FAO, 2018).

- **La production européenne (UE)**

D'après les estimations de l'ITAVI (2020) basées sur la Commission européenne et diverses sources statistiques nationales, la production d'œufs de consommation en 2019 a été de 7,1 Mt (figure 5), soit environ 115,2 milliards d'œufs, en hausse (+ 2,0 %) par rapport à 2018 et qui dépasse le niveau historique de 2016. Ce niveau de production est assez stable dans le temps, avec des perturbations annuelles liées notamment aux mises aux normes successives entre 2009 et 2012 dans les différents pays européens.

Cet accroissement de la production est porté principalement par la progression en Espagne (+ 9,9 %), en France (+ 3,0 %), au Royaume-Uni (+ 3,8 %) et dans une moindre mesure en Pologne (+1,3 %) (Tableau 4).



**Fig.05.** Répartition de la production d'œufs de consommation en UE (%) ( source estimation ITAVI d'après IEC, CIRCABC, MEG et sources nationales).

Tableau 04 : Production d'œufs de consommation en UE – 1000 tonnes (source ITAVI d'après SSP, Commission européenne, IEC, MEG statistiques nationales).

Rang	Pays	2018	2019	19*/18%	Tx de croissance 2009-2019
1	France	901	928	3,0%	0,8%
2	Espagne	839	923	9,9%	1,1%
3	Royaume-Uni	826	857	3,8%	2,2%
4	Allemagne	846	844	-0,2%	2,8%
5	Italie	772	777	0,6%	-0,4%
6	Pologne	732	742	1,3%	0,9%
7	Pays-Bas	625	599	-4,2%	-0,2%
	<b>UE-28</b>	<b>7003</b>	<b>7143</b>	<b>2,0%</b>	<b>0,7%</b>

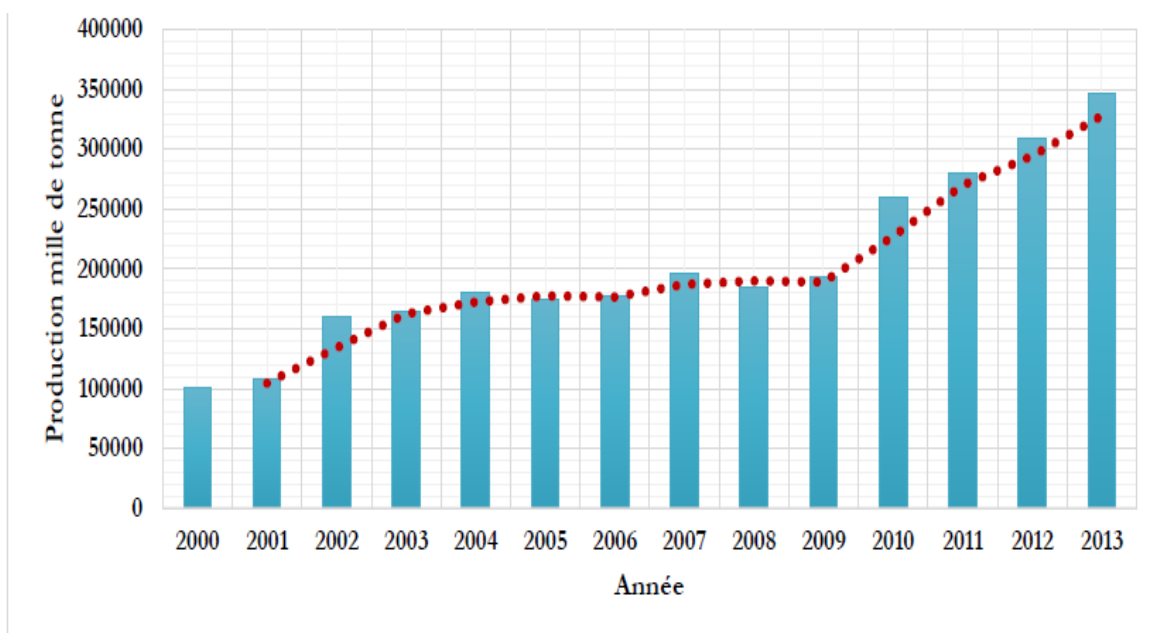
### **III.2. Importance économique Algérienne**

La filière avicole en Algérie est l'une des activités les plus importantes en ce qu'elle représente comme apport protéique et également source de revenu de beaucoup de familles. De par le nombre d'emplois qu'elle génère en amont et en aval, on peut dire que cette activité constitue aujourd'hui le réservoir d'une main d'œuvre agricole qui avoisine le nombre d'un million d'emplois, elle permet aussi la réduction de la pauvreté et de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Zoubar, 2014).

L'aviculture Algérienne a connue une évolution spectaculaire pendant la période 1969-1989. C'est la période pendant laquelle la production d'œufs de consommation a également connu une progression importante (Fernadji, 1990).

Selon Arezki. (2018), la production d'œufs de consommation en Algérie a atteint 6,6 milliard d'œufs de consommation en 2017. Selon Alloui (2011), le nombre de poulettes démarrées mises à la disposition des producteurs avec un taux de mortalité de 8% a atteint 21 millions. Sur la base d'une production moyenne de 250 œufs par poule, le nombre d'œufs de consommation produits a été estimé à 5 milliards d'unités.

D'après le rapport du Ministère de l'Agriculture et du Développement Durable (MADR) en 2012, le développement de la filière avicole en Algérie a permis d'améliorer la consommation des protéines animales par la population avec un moindre coût (MADR, 2012a). En 2018, la production annuelle nationale du secteur avicole a enregistré un volume considérable Pour la filière œufs de consommation, la production a été évaluée à presque 3,3 milliards d'œufs de consommation.



**Fig.06.** L'évolution de La production des œufs de consommation en Algérie 2000-2013.

# *Matériel et Méthodes*

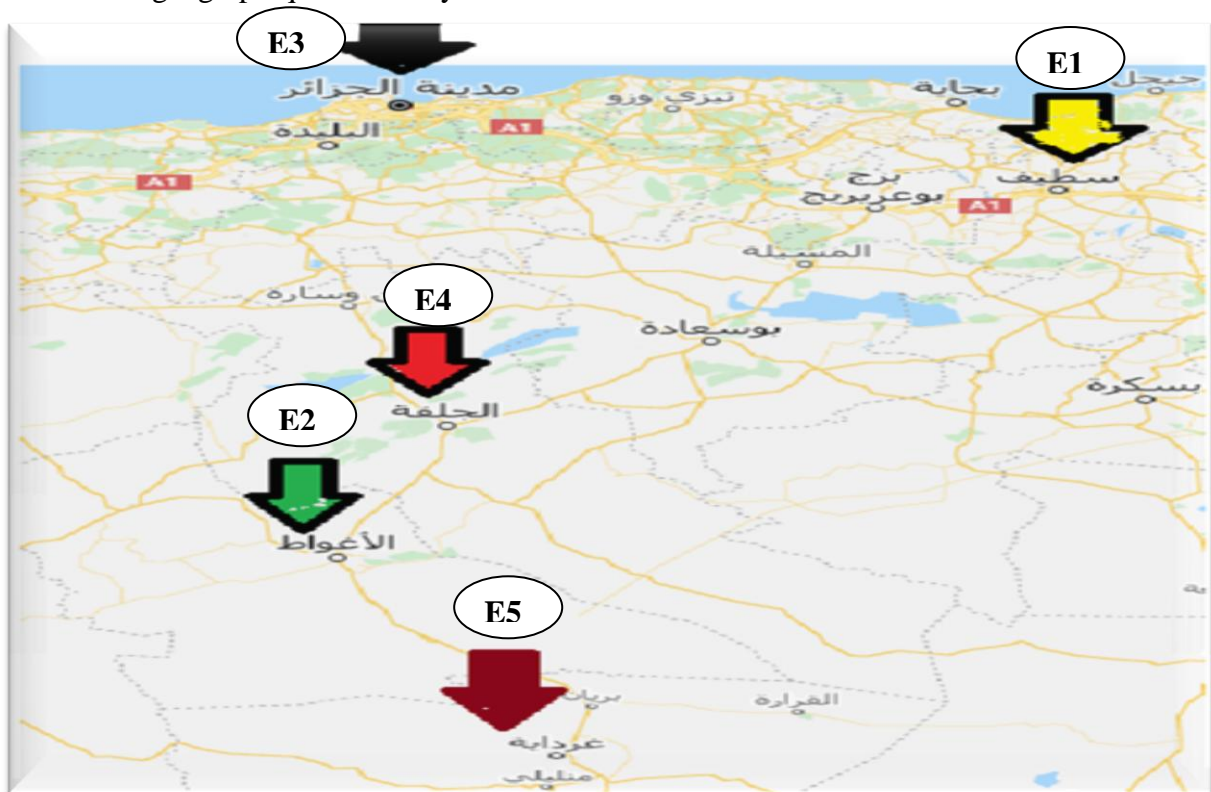
Notre étude a été réalisée au sein du laboratoire de microbiologie du département d'agronomie, faculté des sciences, université Amar Telidji-Laghouat. Elle a porté sur la détermination de la qualité microbiologique et de quelques paramètres physiques des œufs vendus dans cinq wilayas en d'Algérie : Laghouat ; Ghardaya ; Djelfa ; Alger et Sétif.

### 1. Présentation du produit « œufs »

Le produit sur lequel on a effectué notre travail est l'œuf. C'est l'un des produits d'origine animale les plus consommés et utilisés en Algérie.

### 2. Présentation des points de vente

Le but de notre travail est l'évaluation de la qualité des caractéristiques physiques et microbiologiques des œufs vendus dans cinq points de ventes réparties dans cinq wilayas en L'Algérie (figure 06). Le choix des points de vente est effectué subjectivement selon la localisation géographique des wilayas.



**Fig.07.** Positions géographiques des points de ventes des œufs en l'Algérie sélectionnés pour le prélèvement des échantillons.

Les cinq points de ventes sont référencés par des codes (E1, E2, E3, E4, E5).

### 3. Plan d'échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué selon le tableau suivant :

Tableau 05 :Nombre d'œufsprélevés et lieu d'échantillonnage.

Nombre	Échantillons	Date	Nombre d'œuf collecté	Niveau d'échantillonnage
1	Sétif	02 Février 2020	35	Détaillant
2	Laghouat	05 Février 2020	35	Eleveur
3	Alger	17 Février 2020	35	Détaillant
4	Djelfa	18 Février 2020	35	Eleveur
5	Ghardaya	20 Février 2020	35	Eleveur

### 4. Techniques de prélèvement, de transport et de conservation des échantillons

#### 4.1.Prélèvement

Le prélèvement des échantillons pour l'étude des caractéristiques physique et les analyses microbiologiques a été effectué en prélevant séparément 35 œufs choisis au hasard et placés dans une boîte en plastique avant transport au laboratoire.

#### 4.2. Transport

Les échantillons prélevés ont été placés dans des boîtes. Celles-ci Porte toutes les informations relatives à l'échantillon (type de produit, date Lieu de rassemblement).

Nous prenons les échantillons dans la formule que le consommateur achète au magasin sans tenir compte de la température à laquelle les œufs doivent être transportés.

### 5. Caractéristiques physiques de l'œuf

Les caractéristiques physiques sont le poids, la longueur et la largeur, par lesquelles nous calculons l'indice de forme.

#### 5.1.Poids de l'œuf

Après numérotation, les œufs ont été pesés individuellement à l'aide d'une balanceélectronique avec une précision de  $\pm 0,1g$

#### 5.2.Index de forme

L'index de forme est une caractéristique physique ayant pour objectif la caractérisation de la géométrie de l'œuf (Nys, 2010). La longueur et la largeur des œufs ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse avec une précision de  $\pm 0,01$  mm. L'index de forme est calculé selon la formule suivante :

$$IF = D/L$$

IF = index de forme.

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

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

## 6. Analyses microbiologiques

Les germes recherchés pour ce produit sont ceux imposés par le journal officiel de la république Algérienne N°39 (2017). Ces germes sont représentés par les bactéries du genre *Salmonella*. Par contre la flores aérobies mésophile totale, les coliformes, les levures et moisissures et *Staphylococcus aureus* sont imposés selon la Règlement 2073/2005/CE.

Avant d'entamer la manipulation, nous avons d'abord stérilisé la pailasse avec l'eau de javel et l'éthanol à 70%, placé les becs bunsen et mettre tout le matériel nécessaire sur la pailasse.

### 6.1. Milieux de culture et additifs

Tous les milieux de culture utilisés dans notre étude sont des milieux déshydratés. La composition des milieux de cultures utilisés sont regroupés dans l'annexe N°1.

#### ➤ Les milieux de cultures solides

- **La gélose nutritive** : ce milieu est utilisé pour le dénombrement de la flore mésophile totale.
- **Le milieu VRBG (gélose biliée au cristal violet et au rouge neutre)** : ce milieu est utilisé pour le dénombrement des coliformes fécaux et coliformes totaux.
- **Le milieu Sabouraud** : ce milieu est utilisé pour le dénombrement des levures et moisissures.
- **Le milieu Chapman** : ce milieu est utilisé pour le dénombrement de *Staphylococcus aureus*.
- **Le milieu SS (gélose pour isolement de *Salmonella* – *Shigella*)** : ce milieu est utilisé pour l'isolement des bactéries de genre *Salmonella*.

#### ➤ Les milieux de cultures liquides :

- **Eau physiologique** : elle est utilisée pour la préparation des suspensions-dilutions. Elle est préparée au niveau du laboratoire par dissolution de 9g de NaCl dans 1l d'eau distillée. Elle est ensuite répartie en tubes à essais à raison de 9mL/tube avant d'être autoclavée.

## 6.2. Préparation des échantillons

L'échantillon de l'œuf est présenté comme un produit liquide contient le blanc et le jaune. Les deux parties sont homogénéisées à l'aide d'un barreau magnétique et un agitateur, tout en respectant les conditions de stérilité.

## 6.3. Préparation des suspensions mères et des dilutions décimales

Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques. Leur préparation doit être minutieuse où les dilutions sont effectuées dans des tubes à essai contenant 9ml d'eau physiologique stérile.

La dilution s'effectue de la façon suivante : on répartit 9ml de diluant dans une série de tubes ; après avoir homogénéisé par agitation la suspension mère (au 1/10) on en transfère 1ml dans le tube n°1 à l'aide d'une pipette automatique à embouts jetables permettant le travail aseptique. Après avoir homogénéisé le contenu du tube n°1, on transfère 1ml dans le tube n°2 à l'aide d'une micropipette et ainsi de suite on changeant à chaque fois les cônes pour ne pas erronées dilutions (Guiraud,2003).

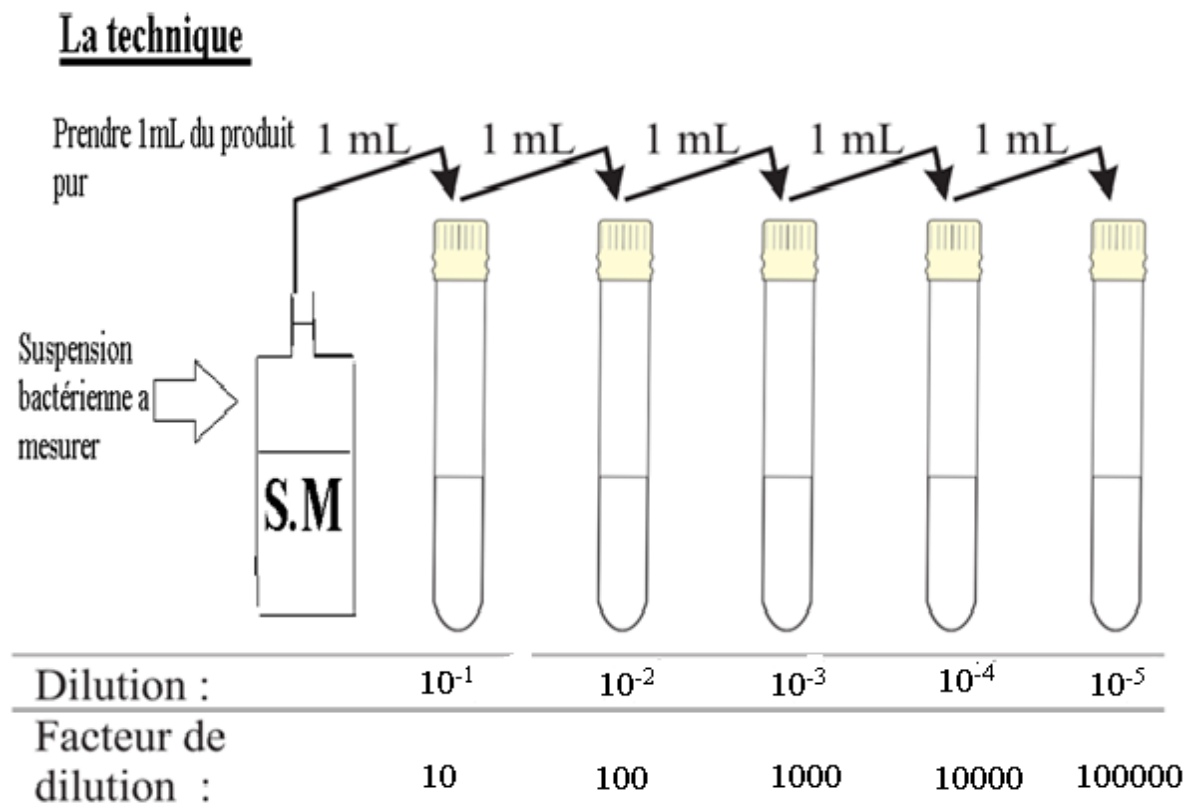


Fig.08.Schéma représentatif de la préparation des suspensions-dilutions.

## 7. Méthodes de dénombrement

Le dénombrement en milieux solides est effectué selon deux méthodes : un dénombrement en double couche ou en surface (figure 09 et 10). Le principe de ces méthodes s'appuie sur le fait qu'un microorganisme présent dans un produit ou dans une suspension de ce produit, mais en culture dans des conditions optimales, en milieu solide convenable, se développe en format une colonie. Il s'agit de faire correspondre un microorganisme à une UFC (Unité Format Colonie) puisque, dans certains cas, le développement de plusieurs microorganismes groupés peut conduire à une unique colonie.

La figure représente les étapes de la méthode de dénombrement en double couche, cette méthode est utilisée pour le dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux.

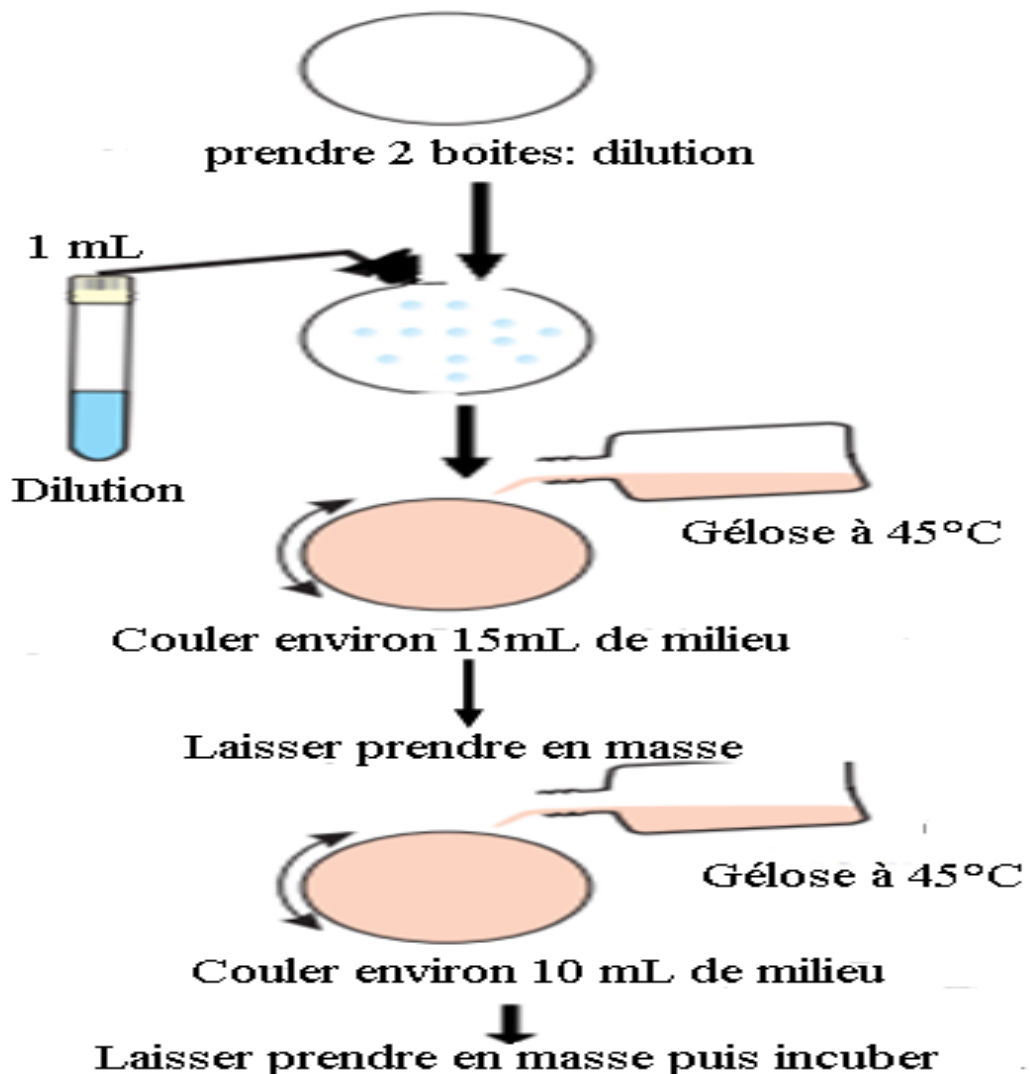


Fig.09.Méthode de dénombrement en double couche

Par contre le dénombrement en surface est effectué pour *Salmonella*, la flore aérobie mésophile totale, *Staphylococcus aureus* et les levures et moisissures. Les étapes de cette méthode sont représentées dans la figure 09.

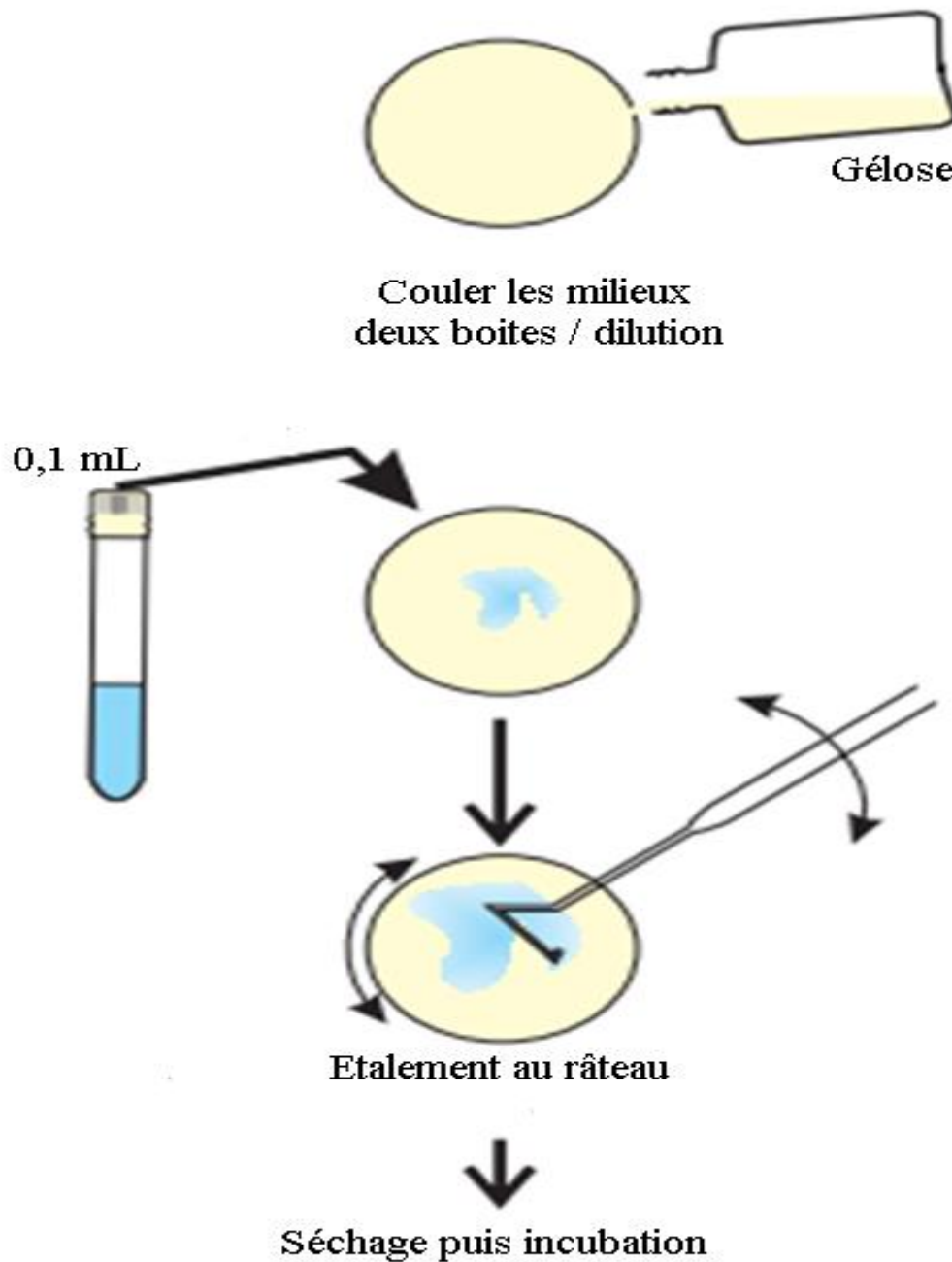


Fig.10.Méthode de dénombrement en surface.

### 7.1.Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

Pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, on a utilisé le milieu de gélose nutritive. Les boîtes de Pétri sont notées et doivent contenir sur la tranche : le milieu utilisé, la date, le dilution utilisé, la température d'incubation et la durée d'incubation.

Un inoculum de 1ml de la suspension dilution retenue et prélevé à l'aide d'une micropipette à embouts jetables de 1ml. Il est ensuite étalé au moyen d'un râteau à la surface de la gélose nutritive (deux répétitions sont effectuées pour chaque dilution). L'étalement doit être effectué immédiatement avant que l'inoculum ne soit absorbé par la gélose. Les boîtes ensemencées sont ensuite incubées dans une étuve réglée à 30°C pendant 72 h.

### **7.2. Dénombrement des coliformes fécaux et coliformes totaux**

A partir de la solution mère et des dilutions décimales choisies, un inoculum de 1ml, est placé dans des boîtes de Pétri stériles en utilisant une micropipette, ensuite 10 à 15ml de milieu sélectif VRBG en surfusion (40 à 45°C) sont coulés dans les boîtes de Pétri.

Des mouvements circulaires et horizontaux sont effectués pour bien mélanger l'inoculum et le milieu. Après solidification du milieu, 9 ml de la même gélose sont coulés à nouveau et laissés se solidifier.

L'incubation des boîtes de Pétri est effectuée à 44°C pendant 48-72h pour le dénombrement des coliformes fécaux, alors que l'incubation à 30°C pendant 24-48h est fréquemment utilisée pour dénombrer les coliformes totaux (Guiraud, 2003).

### **7.3. Dénombrement des levures et moisissures**

On transfère à l'aide d'une micropipette 0,1 ml de la suspension mère et des dilutions décimales retenues à la surface du milieu Sabouraud. L'inoculum est ensuite étalé à l'aide d'un étaleur stérile en verre sur toute la surface du milieu.

Les boîtes seront ensuite incubées en position renversée dans une étuve à 22°C pendant 5 jours. On doit surveiller quotidiennement les boîtes pour éviter l'envahissement du milieu par les moisissures.

### **7.4. Dénombrement des *Staphylococcus aureus***

A partir de la solution mère et des dilutions décimales choisies, un inoculum de 0,1ml est placé dans les boîtes de pétri stériles en utilisant une micropipette à l'aide d'un étaleur stérile en verre sur toute la surface du milieu. L'incubation dure de 24 à 48 h à 37°C.

### 7.5. Dénombrement des Salmonelles

A l'aide d'une micropipette de 0,1ml de la suspension mère est étalé sur les boîtes de pétri qui contient le milieu SS. Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 48h. Les colonies de bactéries des genres *Salmonella* sont incolores ou à centre noir et lactose-.

### 8. Méthodes de calcul d'expression des résultats

La lecture s'effectue par comptage visuel, seul les boîtes de Pétri contenant 30 à 300 colonies sont retenues pour le calcul. Le comptage des colonies caractéristiques se fait à l'aide d'un compteur colonie et il peut être facilité par un léger marquage au feutre sur les boîtes.

On calcule pour chaque dilution le nombre moyen de colonies, en effectuant la moyenne du nombre trouvé pour chaque boîte de la même dilution, on arrondit de manière à n'avoir que deux chiffres significatifs et on multiplie par 10 jusqu'à la solution mère.

On effectue ensuite la moyenne des valeurs provenant de diverses dilutions utilisables, si leur rapport n'excède pas deux, sinon on prend le nombre le plus faible, les résultats sont exprimés par X UFC/ ml (Guiraud, 2003).

Pour les ensemencements en bicouche, où le volume de l'inoculum est 1 ml, on suppose que: le nombre de colonies après incubation égal à :

Dilution  $10^{-1}$

Essai1 : 31 colonies	}	→	Moyenne = 47 colonies
Essai2 : 63 colonies			

#### Calcul

Les boîtes de la dilution  $10^{-3}$ ,  $10^{-5}$  seront éliminées car le nombre de colonies est inférieur à 30, les autres boîtes seront prises en compte car le nombre de colonies est compris entre 30 et 300 colonies.

- Dilution  $10^{-1}$  :  $X_1 = 47 \times 10$       $X_1 = 4,7 \cdot 10^2$  UFC/ml.

La charge moyenne sera donc :

$$X = 4,7 \cdot 10^2 \text{ UFC/ml.}$$

#### 8.1. Calcul de la précision de dénombrement en fonction des sources d'erreur

La numération d'une flore microbienne est imprécise en raison des erreurs des manipulateurs et de l'hétérogénéité des échantillons (Guiraud, 1998). Pour que le résultat soit plus significatif et plus admissible pour les scientifiques, il nous paraît indispensable de

jumeler nos résultats par des fourchettes d'incertitude tenant compte de la principale source d'erreur qui se présente par la distribution naturellement hétérogène des microorganismes malgré dans un milieu en apparence homogène et/ou bien mélangé. Cela s'explique par la distribution en chaînes, en tétrades ou en amas irréguliers. D'autres sources d'erreur qui amplifient cette incertitude telle que la précision des instruments (pipettes, erreurs humaines...etc.) peuvent intervenir (Guiraud, 1998).

Dans le cas d'un dénombrement en milieu solide, la distribution obéit à la loi de POISSON (valeurs suffisamment élevées), pour un intervalle de confiance bien définie et dans le cas de comptage d'une seule boîteensemencée pour chaque dilution décimale retenue, notre résultat s'exprimera par la relation :

$$\text{Nombre de germes/ml} = N \pm t\sqrt{N}$$

Et dans le cas où plusieurs boîtes serontensemencées à partir d'une même dilution décimale retenue, le résultat s'exprime par la relation suivante :

$$\text{Nombre de germes/ml} = N \pm t\sqrt{N/n}$$

N: nombre de germes par gramme de produite.

T: coefficient dépendant de l'intervalle de confiance.

N: nombre de boîtesensemencées par dilution (Guiraud, 1998).

## 8.2. Présentation des résultats

L'appréciation de la qualité microbiologique d'un produit donné résulte souvent de l'interprétation de cinq analyses d'échantillons réalisées dans une même fabrication.

Les charges calculées sont ensuite classées dans une échelle d'interprétation qui diffère d'un germe à l'autre.



Fig.11. Echelle d'interprétation des résultats

C= nombre d'échantillons entre m et M

M= 10 m en milieu solide

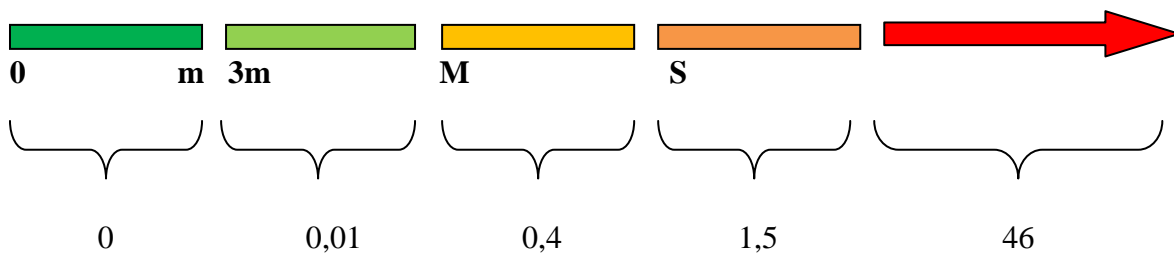
M= 30 m en milieu liquide

S= 1000 m seuils de toxicité

N= nombre d'unités de l'échantillon

Chaque résultat d'analyse est affecté de la valeur (attribut) suivante (Guiraud 1998) :

- entre 0 et m : attribut égal à **0** pour chaque analyse
- entre m et 3 m : attribut égal à **0,01** pour chaque analyse
- entre 3 m et M : attribut égal à **0,4** pour chaque analyse
- entre M et S : attribut égal à **1,5** pour chaque analyse
- valeurs supérieures à S : attribut égal à **46** pour chaque analyse



Selon Guiraud (1998), si la somme des attributs pour ces 5 échantillons (30 analyses) est :

- égale à 0 —→ **excellente qualité du lot donc de la fabrication**
- comprise entre 0,01 et 0,3 —→ **qualité satisfaisante**
- comprise entre 0,4 et 1,08 —→ **qualité acceptable**
- comprise entre 1,5 et 45 —→ **qualités non satisfaisantes**
- supérieure à 45 —→ **produit dangereux**

## 9. Plans d'interprétation des résultats

Afin de rendre plus aisée la lecture de nos résultats, les figures qui suivent représentent l'interprétation sous forme d'axes tenant compte des seuils caractéristiques, pour chaque microorganisme recherché : *Salmonella* selon les normes du journal N°39 de la République Algérienne, les flores aérobies mésophile total et les coliformes fécaux selon les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires représentés dans le règlement 2073/2005CE afin de juger de la qualité microbiologique de nos échantillons.

### 9.1. Plan à 3 classes

Le plan à 3 classes permet de déterminer par des classes appropriées la probabilité selon laquelle un lot sera accepté ou refusé. Ce plan est utilisé pour les flores mésophiles totales et les coliformes fécaux.

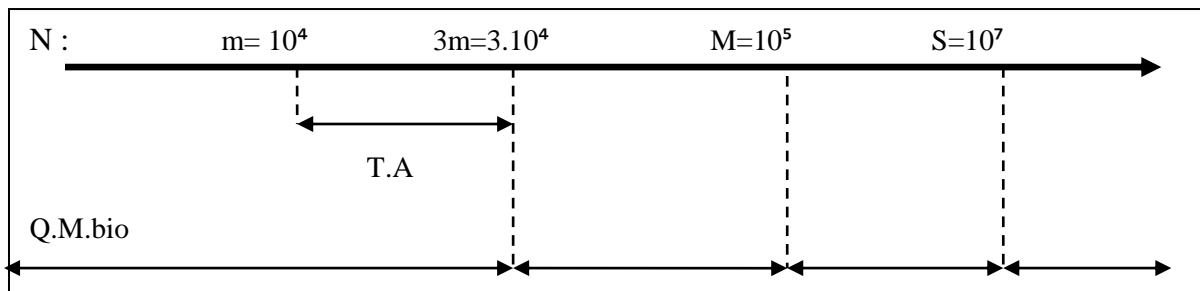
**a. Flore mésophile totale :**

Fig.12. Plan d'interprétation à trois classes pour les germes aérobies mésophiles

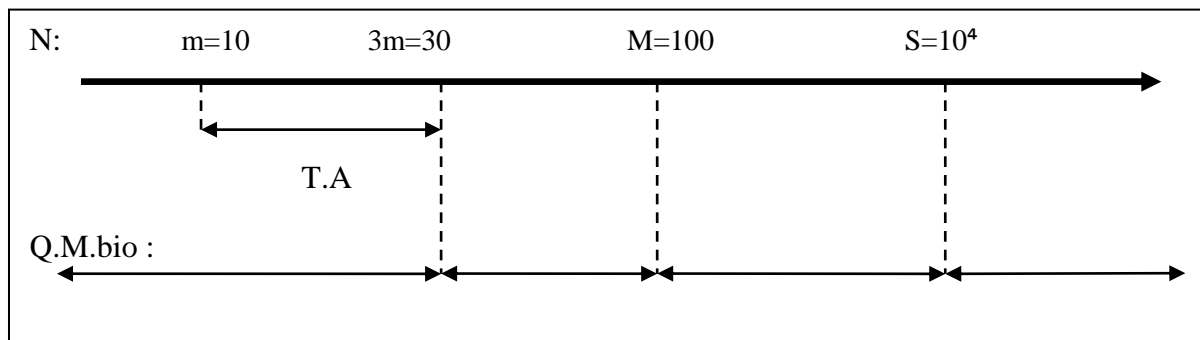
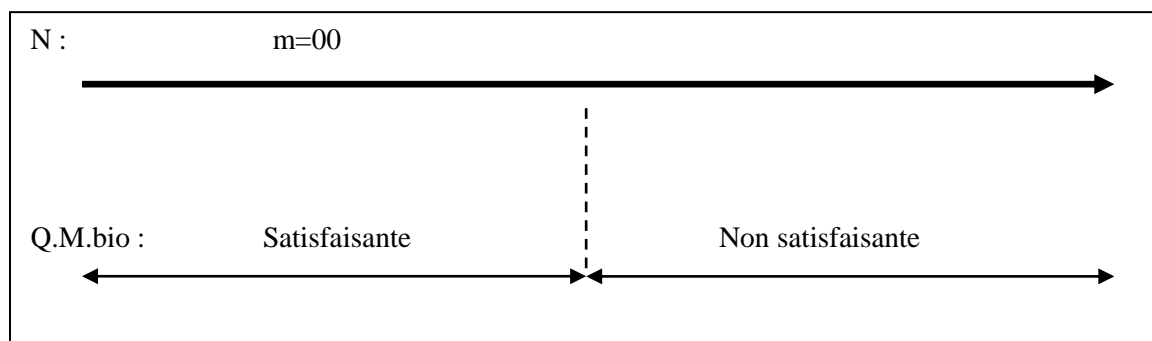
**b. Coliformes fécaux :**

Fig.13. Plan d'interprétation à trois classes pour les coliformes fécaux

**9.2. Plan à 2 classes :**

Avec un plan à 2 classes, on définit une valeur  $m$  qui présente la limite permettant de répartir les échantillons en 2 groupes ; les acceptables (valeur  $m$ ) et les inacceptables (valeur  $m$ ).

Pour les microorganismes dangereux (*Salmonella*)  $m$  égale à 0 : ce type de plan n'accepte aucune tolérance, même de type analytique, correspond aux expressions (absence dans  $X$  ml) ; résultats satisfaisants et (présence dans  $X$  ml) ; résultats non satisfaisants.

**a. *Salmonella***Fig.14. Plan d'interprétation à deux classes pour les germes du genre *Salmonella*

Q.M.bio : qualité microbiologique

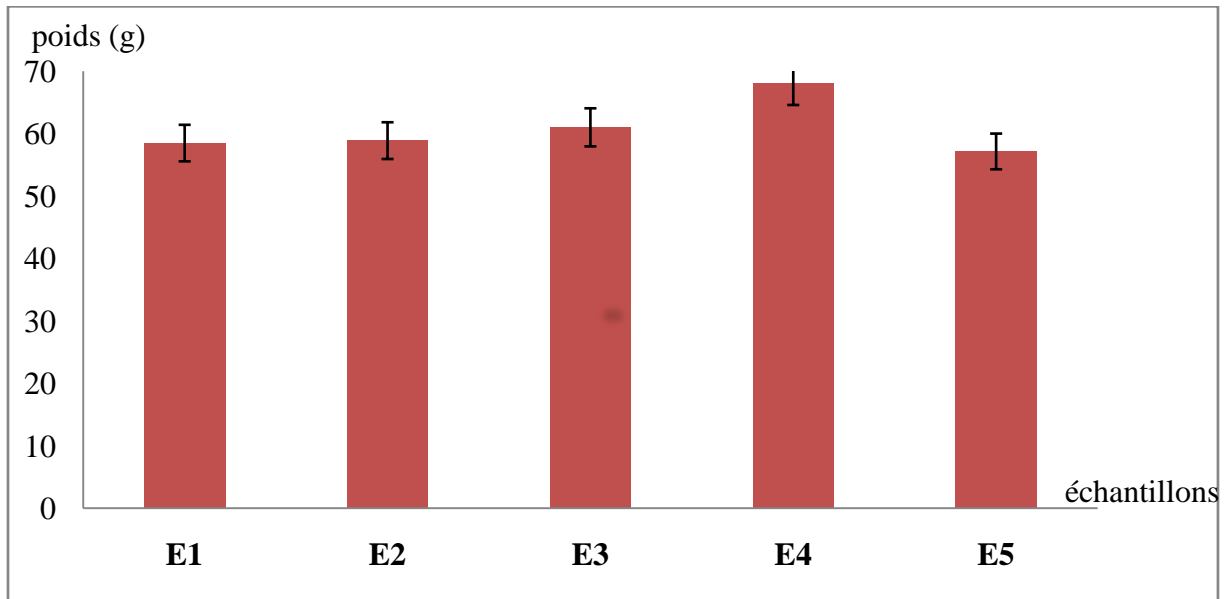
## *Résultats et discussions*

Dans cette partie, nous détaillerons les résultats obtenus à partir de l'étude des caractéristiques physiques et microbiologiques réalisés sur les échantillons d'œufs.

## 1. Caractéristiques physiques de l'œuf

### 1.1. Résultats du poids de l'œuf

Les résultats obtenus pour le poids de l'œuf des différents échantillons sont présentés dans la figure 15.



**Fig.15.** Histogrammes représentant les poids des échantillons d'œufs prélevés de cinq points de vente (Cinq wilayas).

On observe que les moyennes du poids des échantillons d'œufs varient entre 57,16g et 68g avec une moyenne de 60,71g pour l'ensemble des échantillons. Nous remarquons que les valeurs sont très proches entre elles (57,16g et 61,02g) sauf celle du point de vente E 4 où le poids est supérieur avec une valeur moyenne de 68g.

Ces résultats sont comparables avec ceux rapportés dans plusieurs études. Kamana, (2007) a enregistré un poids moyenne de 62,04g pour des œufs pesés au premier jour avant la conservation. Hagan et *al.*, (2013) rapportent un poids moyen de 59,8g, provenant de poules de souche Lohmann. Dalhoum et *al.*, (2015) rapportent un poids moyen de 61,54g pour des œufs des poules de souche Lohman tradition et 58,6g pour des œufs locaux des poules de souche Naf : Cou nu frisé.

Plusieurs auteurs ont rapporté des poids inférieurs à ceux que nous avons trouvés : Egahi et *al.*, (2005) (33,29g) pour des œufs locaux, (33,29g) pour des poules NF×NF (Génotype à plumes Normales), (36,16g) pour des poules à plumes Frizzle et (43,15g) pour des poules à cou nu.

La différence observée dans cette étude entre le poids moyen des œufs des échantillons (E1, E2, E3, et E5) peut être expliquée par l'effet des facteurs liés à la poule principalement à son âge qui est le facteur déterminant le poids de l'œuf. En outre, d'autres facteurs peuvent intervenir tels que la souche, la maturité sexuelle, l'environnement (température et programmes lumineux) et le régime alimentaire (élevage) et peuvent influencer le poids des œufs (Kouba *et al.*, 2010; Travel et *al.*, 2010). L'augmentation du poids de l'œuf au cours d'un cycle de ponte lié au vieillissement de la poule, s'accompagne d'une augmentation de la part relative du jaune et d'une diminution du poids de la coquille (Ternes et *al.*, 1994). Cette différence de poids pourrait s'expliquer par la divergence génétique (Egahi et *al.*, 2013) et par l'effet de stockage au cours de la commercialisation dont ce dernier entraîne la perte d'eau par évaporation à travers la coquille sous l'effet de la température et l'humidité relative (Mertenes et *al.*, 2010).

Des études réalisées par Akyurek et Okur, (2009), ont constaté que le stockage affectait le poids d'un œuf. Les œufs ont été stockés à 4,10 et 22°C et ont été pesés après. Akyurek et Okur, (2009) ont trouvé que le stockage à 4°C diminue le poids de 0,15 et 0,56g à durée de stockage 3 et 14 jours, respectivement. Le poids des œufs des poules âgées de 22 semaines diminue de 0,16 à 0,70g aux mêmes durées de stockage ; cependant, le poids des œufs des poules âgées de 50 semaines diminue de 0,31 à 1,97g, avec une température de 20°C.

Le poids de l'œuf est un aspect qualitatif de grande importance économique dans un grand nombre de pays et aussi pour le consommateur. Généralement, les catégories les plus demandées sont M et L (Martenes et *al.*, 2010; Protais, 2010; Travel et *al.*, 2010).

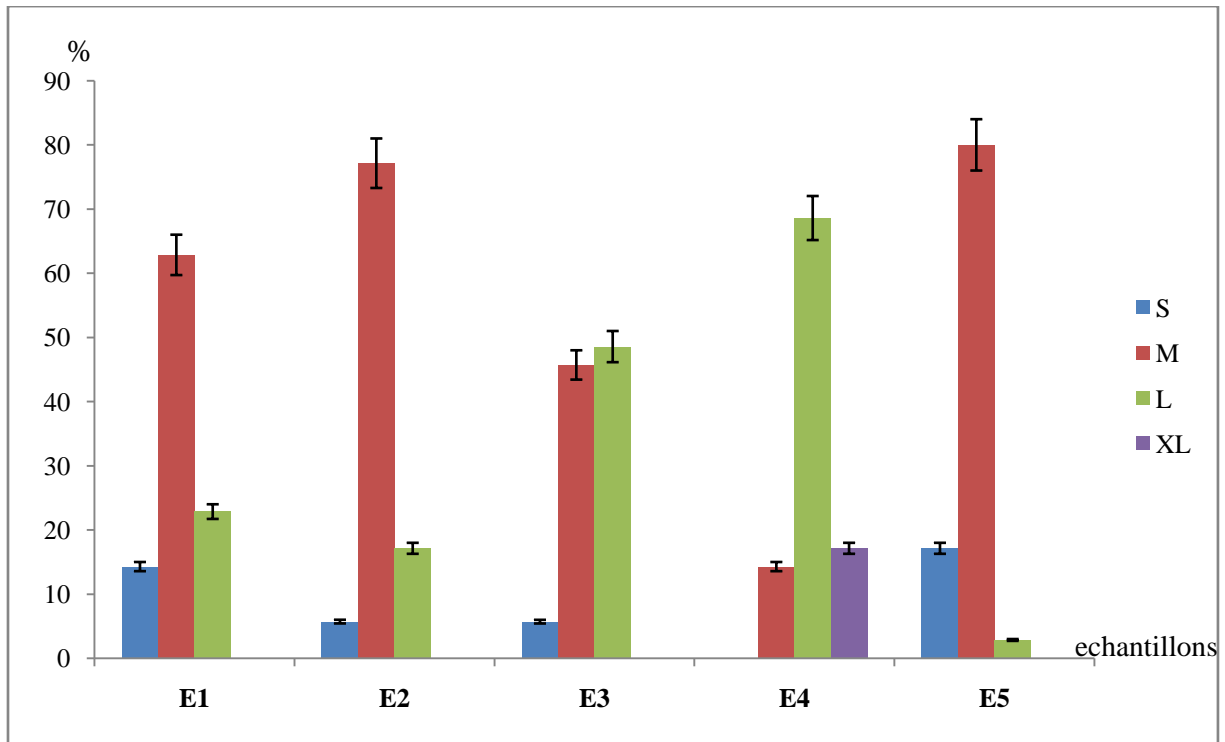
XL : très gros œufs ; poids supérieur à 73g.

L : gros œufs ; poids compris entre 63 et 73g.

M : œufs moyens ; poids compris entre 53 et 63g.

S : petits œufs ; poids inférieur à 53g.

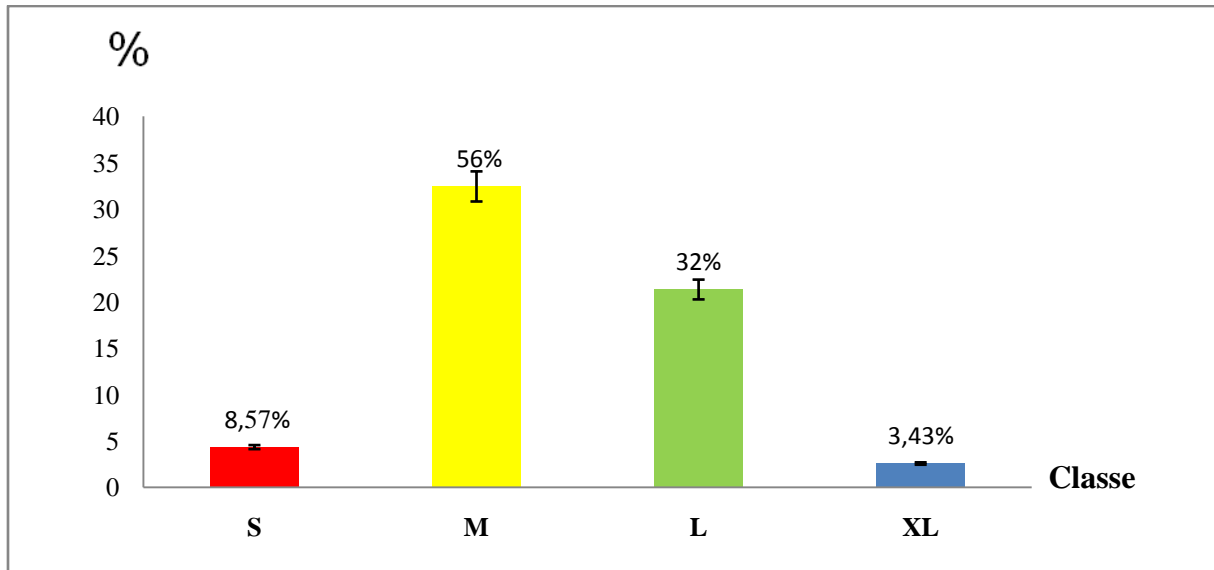
La législation en Algérie n’oblige pas cette classification, mais pour comparer notre produit par rapport aux normes, nous avons obtenu les résultats représentés par la figure 16.



**Fig.16.** Histogrammes représentant les différentes classifications de poids des œufs de cinq points de vente.

La plupart des œufs des échantillons (E1, E2 et E5) sont classés dans la catégorie. M et une faible partie dans la classification L.

Le poids est un indice de qualité pour le consommateur (Mertens et *al.*, 2010). Nos résultats (figure 17) sont en accord avec ceux de la plupart des œufs commercialisés en pays Européens de classification M et L (Martenes et *al.*, 2010 ; Protais, 2010) mais avec une différence observée d’un échantillon à un autre. L’E4 et l’E3 sont les deux échantillons qui expriment des poids d’œuf compris dans les catégories L et M (la plupart des œufs sont de classification M et L et avec une faible répartition dans la classification XL à l’E4).



**Fig.17.** Histogrammes représentant la répartition en proportion des échantillons d'œufs selon la classification internationale (S, M, L, XL).

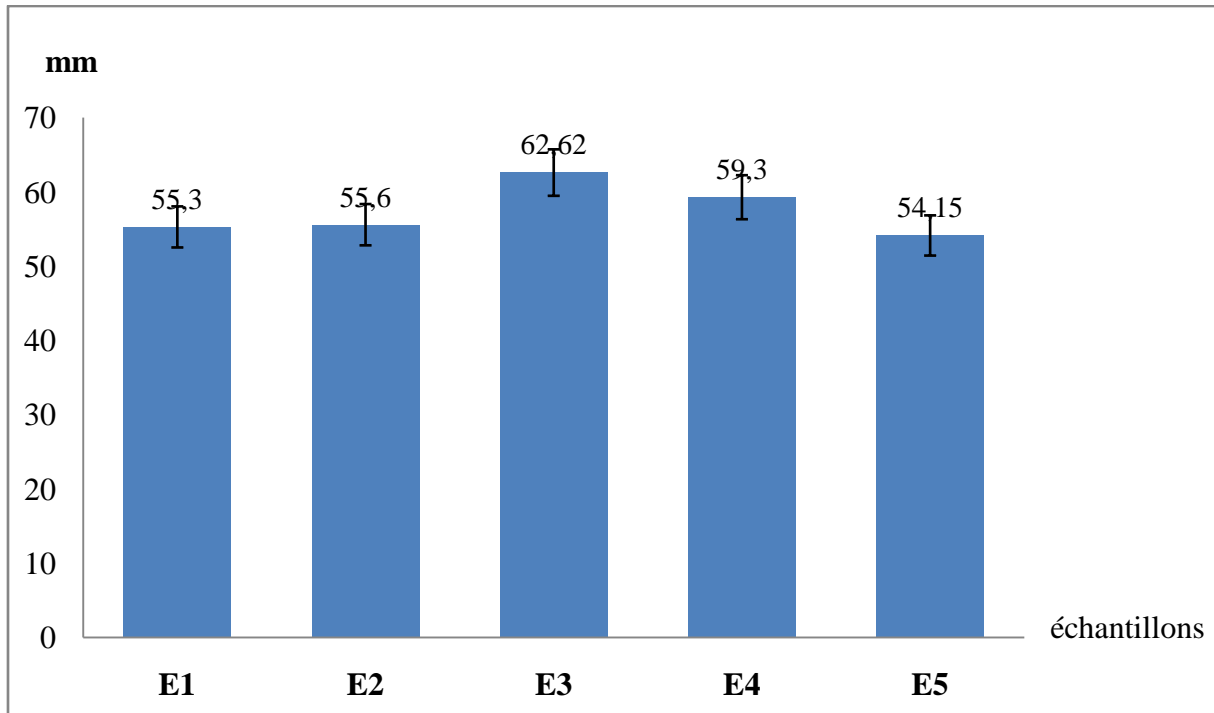
### 1.2.Résultats de l'index de forme

L'étude a montré que la largeur (D) et le grand diamètre (L) des œufs de l'échantillon E3 ont été plus longs que les œufs des échantillons (E1, E2, E4 et E5) ( figure 18).

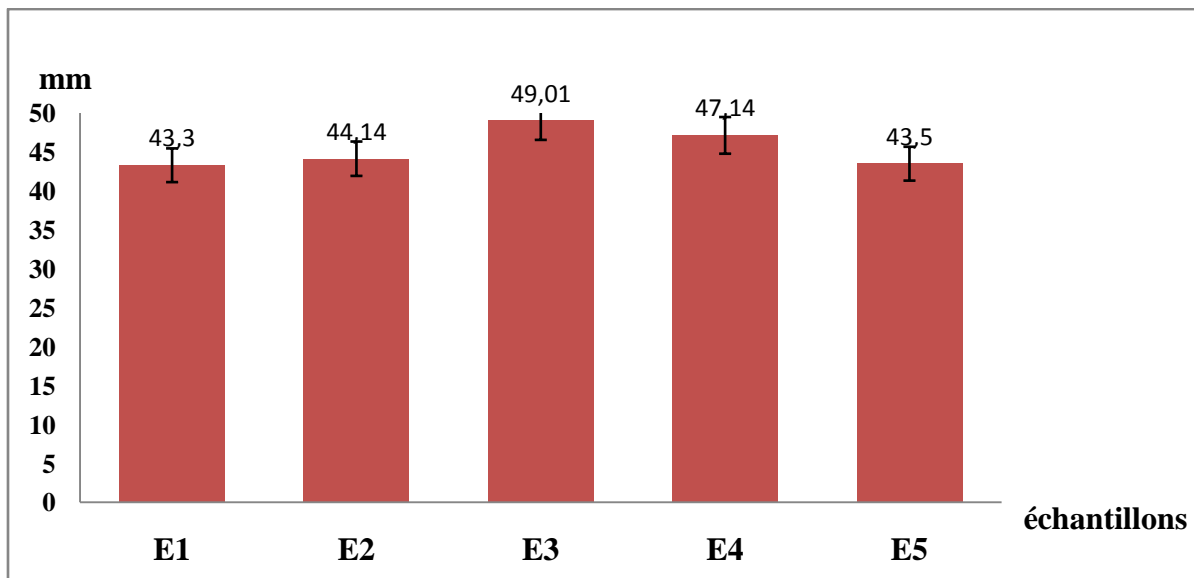
Aucune différence pour la largeur n'a toutefois été observée entre tous les œufs des échantillons (figure 19).

Les résultats obtenus dans notre étude sont supérieurs par rapport à plusieurs études. Moula *et al.*, (2012) ont rapportés (L : 50,73mm, D : 39,15mm) pour des œufs de race Ria à l'âge de 40 semaines et (L : 48,86mm, D :37,89mm) pour des œufs de race Ri avec un âge de 60 semaines.

Dalhoum *et al.*, (2015) trouvé (L :52,5mm, D :38,2mm) pour des œufs de race locale de souche NORM, et (D :39,5mm) pour des œufs de race locale de souche NaF. Samandoulougou *et al.*, (2016) (L : 48 ,58mm,D :36,19mm) pour des œufs de race locale.



**Fig.18.** Histogrammes représentant les résultats de la longeurs des échantillons d'œufs .

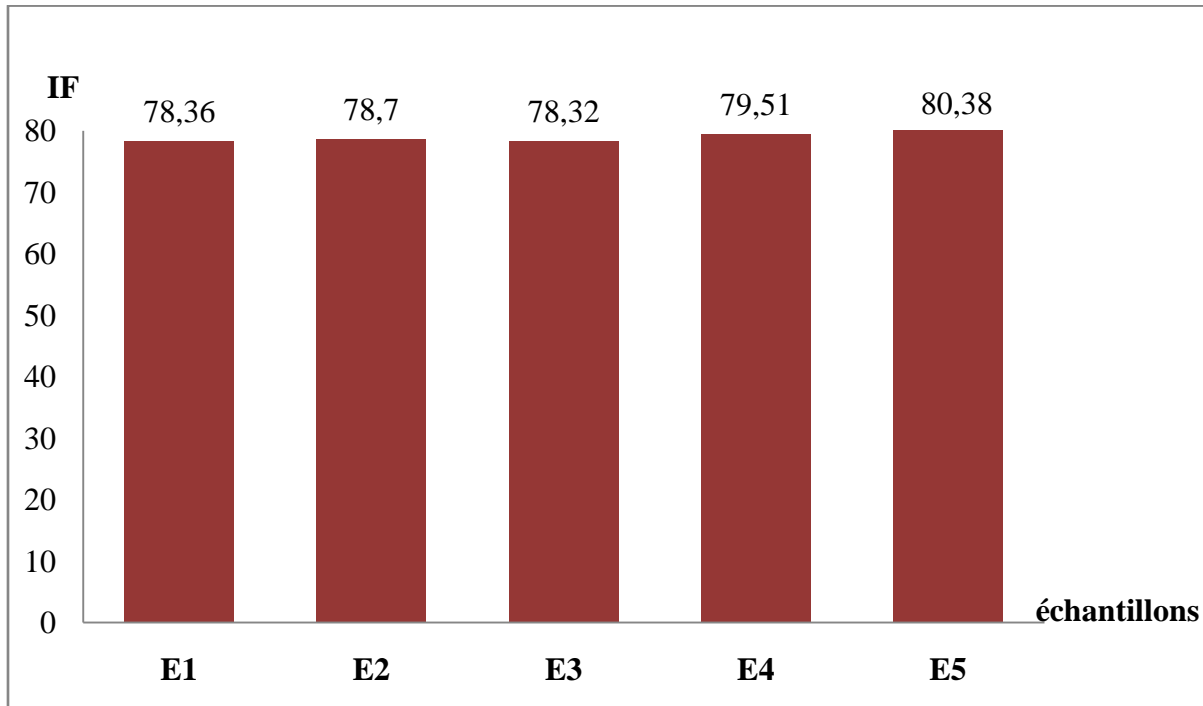


**Fig.19.** Histogrammes représentant les résultats de la largeurs des échantillons d'œufs .

Par ailleurs, nos résultats sont proches de ceux trouvés par Choual, (2018) (L :61,79mm et D :45,91mm) pour des œufs des poules pondeuses de souche Cobb et (L :60,32mm et D :44,28mm) pour des œufs de souche ISA.

Les résultats de l'index de forme sont représentés dans la figure 20.

Plusieurs études ont rapporté des indices de formes inférieures à ceux que nous avons trouvés, Egahli et *al.*, (2013) (71,18 ; 69,49) respectivement pour des œufs de race locale de souche : FF×FF et Na×Na. Dalhoum et *al.*, (2015) ont rapporté (73,1), pour des œufs de race locale de souche NORM et NaF.



**Fig.20.** Histogrammes représentant les résultats de l'index de forme des échantillons d'œufs .

Samandoulougou et *al.*(2016) ont rapporté 74 des œufs de poule locale et ceux Baziz et Elhadi (2017) (74,63) pour des œufs après 15 jours de stockage.

Selon Buffet et *al.*,(2010),ce paramètre(IF) augmente avec l'âge des poules pondeuses et cette modification de la forme de l'œuf résulterait d'un affaiblissement de la tonicité musculaire de la glande coquillière chez les poules âgées.

En début de période de ponte apparaissent parfois des œufs à double jaune anormalement grandes et de forme allongé résultant d'une double ovulation, la fréquence de ces œufs diminue progressivement au cours de cycle de ponte et on peut également avoir des œufs très petits ; si la maturité sexuelle a été trop précoce, du fait des programmes lumineux et alimentaires mis en place en période d'élevage (Buffet, 2010; Travel et *al.*, 2010 ).

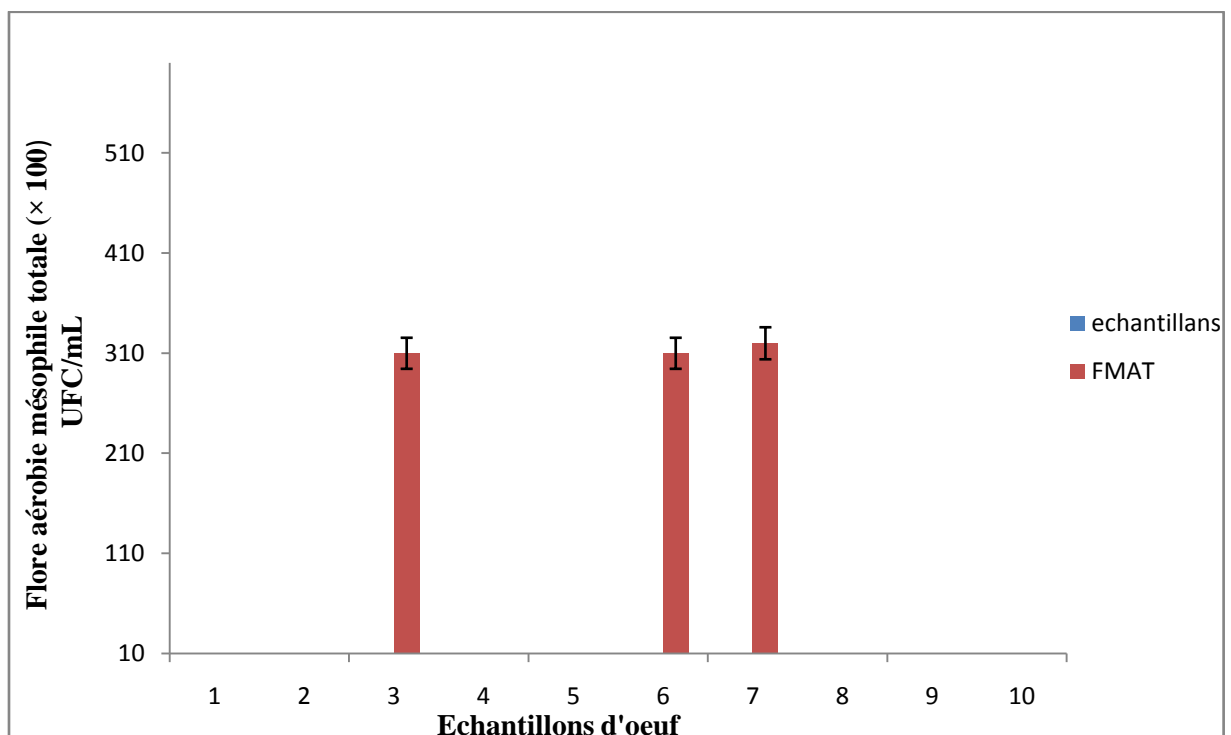
## 2. Résultats des analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont été effectuées sur 5 échantillons d'œufs prélevés de cinq-point de vente. Ces analyses portent sur la recherche de la flore aérobie mésophile totale, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, les germes du genre *Salmonella* et les levures et moisissures.

### 2.1. Résultats du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

Les résultats du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale sont représentés par les histogrammes de la figure 21.

L'analyse de ces résultats montre une charge microbienne en FAMT avec une moyenne de  $9,4 \cdot 10^2$  UFC/mL. Cependant, les autres échantillons ont montré une charge microbienne faible ou égale le 0.



**Fig.21.** Histogrammes représentant la contamination en flore aérobie mésophile totale des échantillons d'œuf. Les barres d'erreur représentent l'écart type calculé à partir de deux répétitions.

La FAMT a été dénombrés sur gélose nutritive après 72h d'incubation à 30°C. Le dénombrement a pris en compte toutes les colonies qui ont poussé sur le milieu gélose nutritive.

Il est à noter que la contamination par la FAMT n'est pas mentionnée parmi les normes du journal officiel de la république Algérienne N°39 (2017). A cet effet, nos résultats ont fait l'objet d'une comparaison avec des résultats d'autres travaux similaires.

Hechachna,(2016) à Laghouat a mentionné un pourcentage de 41,7% des lots de qualité satisfaisante et autre avec le même taux était de qualité acceptable. Cependant, nos résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Gyeyé,(1999) avec une contamination moyenne de 5,38% pour les œufs prélevés dans les élevages.

Les FAMT, est un "test d'hygiène" dont le dénombrement reste une bonne méthode d'appréciation de la qualité microbiologique générale des œufs et de l'application des bonnes pratiques d'hygiène. Une FAMT indique que les processus d'altération microbienne de l'œuf est engagé. Ces germes sont témoins d'une durée de conservation trop longue des œufs et de mauvaises conditions d'hygiène générale dans les élevages.

## **2.2. Résultats du dénombrement des coliformes**

L'analyse des coliformes totaux et des coliformes fécaux effectuée nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

### **2.2.1. Coliformes totaux**

L'analyse microbiologique montre une absence totale des coliformes totaux pour tous les échantillons des différentes wilayas d'Algérie.

L'absence totale des coliformes reflète que les échantillons ont été préparés dans les bonnes conditions hygiéniques.

Il est à noter que la contamination par les coliformes totaux et fécaux n'est pas mentionnée parmi les normes du journal officiel de la république algérienne N°39 (2017). A cet effet, nos résultats sont en accord avec le règlement 2073/2005 CE.L'absence des coliformes explique une bonne pratique d'hygiène.

### **2.2.2. Coliformes fécaux**

Les échantillons prélevés présentent une absence en coliformes fécaux. Les résultats obtenus sont en accord avec le règlement 2073/2005CE.

Les coliformes fécaux sont des germes témoins d'une contamination fécale. Cette population microbienne est assimilable en pratique à *E.coli* qui d'origine fécale. Ainsi, le dénombrement des coliformes permet de suivre l'hygiène des manipulations des œufs dans tout leur circuit économique. Autrement dit leur présence traduit un manque d'hygiène du personnel autour des œufs (Seydi, 1995).

Selon Seydi,(1982), une présence des coliformes fécaux dans les denrées entraînent la suspicion d'une présence éventuelle de salmonelles.

### **2.3.Résultats du dénombrement de *Staphylococcus aureus***

Pour le dénombrement des bactéries de l'espèce *Staphylococcus aureus*, nous avons remarqué une absence totale dans tous les échantillons analysés.

Il est à noter que la contamination par *S.aureus* n'est pas mentionnée parmi les normes du journal officiel de la république algérienne N°39(2017).

L'étude d'Elbagaa,(2019) concerne la recherche des staphylocoques dans le blanc et le jaune d'œuf qui a montré une absence de *Staphylococcus aureus* à coagulase positive a été détectée.

D'après Guiraud et Galzy (1980), les germes pathogènes sont responsables de troubles plus ou moins graves chez le consommateur ; appartiennent au genre *Staphylococcus*. Les différents troubles causés par l'ingestion d'œufs contaminés par ce germe pathogène sont étudiées plus loin dans l'importance hygiénique des œufs de consommation.

### **2.4.Résultats du dénombrement des bactéries du genre *Salmonella***

La recherche des germes du genre *Salmonella* après un isolement sur milieu SS, a été effectuée pour l'ensemble des échantillons. Des résultats négatifs ont été obtenus. Ceci est clairement montré par l'absence des colonies (colonies caractéristiques des bactéries du genre *Salmonella*).

L'analyse microbiologique de ces bactéries pathogènes n'a pas montré de contamination pour la totalité des échantillons analysés. Ces résultats sont conformes à la norme de la république algérienne N°39(2017).

L'ensemble des travaux publiés sur l'œuf ont démontré que les principales sources de contamination par les salmonelles sont les ovaires infectés (transmission verticale) ou par la coquille suite à une contamination fécale (transmission horizontale). Elle comprend aussi la contamination par les vecteurs ambiants, les animaux de compagnie, les insectes et rongeur (Baron et Jan, 2010 ; Delhalle et *al.*, 2008).

Selon ICMSF (1996), la transmission verticale est considérée comme la voie principale de contamination par *Salmonella* qui est plus difficile à maîtriser, tandis que la transmission horizontale peut être réduite de manière efficace par le nettoyage et la désinfection de l'environnement et par des bonnes pratiques d'hygiène.

### **2.5. Résultats du dénombrement des levures et moisissures**

Le dénombrement des levures et moisissures a montré leur absence dans la totalité des échantillons analysés. Il est à noter que la contamination par levure et moisissure n'est pas mentionnée parmi les normes du journal officiel de la république algérienne N°39(2017).

### **2.6. Evaluation de la qualité microbiologique des échantillons d'œuf**

L'appréciation de la qualité microbiologique des œufs résulte de l'interprétation des résultats des 5 analyses réalisées pour des échantillons d'œuf prélevés des cinq points de vente.

D'après les résultats du dénombrement, nous remarquons que les échantillons d'œuf des cinq points de vente présentent une absence totale des coliformes totaux et fécaux, *Staphylococcus aureus* et des bactéries du genre *Salmonella*. Les FAMT présentent une charge faible pour E2, E3 et E4 avec un nombre qui ne dépasse pas « m » selon le critère microbiologique utilisée.

Après avoir déterminé les charges microbiennes pour chacune des bactéries recherchées, des attributs ont été effectués à chaque résultat selon le plan d'interprétation correspondant (page 36).

La somme des attributs a été calculée en vue de juger la qualité microbiologique d'œuf de chaque point de vente. Les résultats des attributs pour tous les échantillons de cinq points de vente est égale 0.

Selon l'échelle de jugement de la qualité microbiologique (page 35), tous les échantillons d'œufs des cinq points de vente E1, E2, E3, E4 et E5 sont jugées comme un **aliment d'excellente qualité microbiologique.**

Selon le journal officiel qui oblige la recherche des *Salmonella* dans les œufs en coquille sont jugées comme un aliment de **qualité satisfaisante**(absence).

Il est évident qu'un aliment d'excellente qualité microbiologique ne risque rien sur la santé du consommateur. Ceci reflète de la bonne pratique d'hygiène lors de production primaire (hygiène environnementale, conditions hygiéniques de production primaire, ramassage, transport des œufs, nettoyage, entretien et hygiène du personnel pendant la production primaire).

### 3. Discussion générale

Notre étude a été réalisée dans le but d'étudier les caractéristiques physiques et la qualité microbiologique de l'œuf de consommation courante, vendus dans cinq points de vente dans différentes wilayas d'Algérie.

D'après les résultats du poids de l'œuf des échantillons, un seul échantillon (E4) a montré un poids élevé ; les poids moyens des autres échantillons étaient quasi-similaires et dans les normes. Par contre, les résultats de l'index de forme étaient similaires.

Les œufs de table doivent satisfaire à des normes strictes afin de garantir une bonne qualité.

Selon les normes de l'UE, nos résultats ont montré que le point de vente E4 a enregistré un poids élevé. Par ailleurs, les autres échantillons ont enregistré des poids acceptables de classe M et L.

Concernant les facteurs influençant la production et la qualité de l'œuf, les chercheurs ont mentionné des facteurs physiologiques tels que l'âge de la poule, la mue et des facteurs environnementaux tels que la température, les programmes lumineux et le système d'élevage.

A part quelques contaminations par la FAMT, les résultats de notre étude n'ont montré aucune contamination par les coliformes totaux, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, les germes du genre *Salmonella* et les levures et moisissures.

L'appréciation de la qualité microbiologique des œufs vendus dans les différentes wilayas d'Algérie a montré que tous les échantillons d'œufs sont de **qualité microbiologique satisfaisante**.

L'absence totale des coliformes totaux, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus* et des levures et moisissures avec une présence de charge faible en FAMT dans les échantillons des œufs est expliquée par la maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène et de la manipulation de la matière première jusqu'à la consommation des œufs.

Nos résultats sont en accord avec ceux de Azzour (2006), aucun des échantillons d'œuf analysé n'a révélé la présence de *Salmonella* sur 1350 œufs de différents points de vente.

On observe une grande importance dans la littérature sur le genre (*Salmonella*), notamment le sérotype *S.enteritidis*. Delmas *et al.*, (2006) ont rapporté 85,9% des toxi-infections à cause de *Salmonella* en France entre 1996 et 2005. En Europe, environ 90% des salmonelloses humaines dues à la consommation d'œufs ou de produits à base d'œufs contaminés sont liées à *S.enteritidis* (Efsa, 2007). *S.enteritidis* reste le sérotype prédominant dans les toxi-infections alimentaires dues à *Salmonella* en 2007 (Efsa, 2009).

# *Conclusion*

Notre étude a été réalisée dans le but d'étudier les caractéristiques physiques de l'œuf et la qualité microbiologique des œufs commercialisés dans cinq points de vente en Algérie.

L'évaluation de qualité des œufs a été effectuée en fonction de leur caractéristiques physiques et par des analyses microbiologiques représentées par la recherche des flores aérobies mésophiles totales, coliformes totaux, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, bactéries du genre *Salmonella* et des levures et moisissures.

Le poids de l'œuf est parmi les points importants pour l'éleveur d'un côté et pour le consommateur d'un autre côté. En termes de qualité, l'étude a montré que les cinq points de vente présentaient des poids moyens acceptables et comparables sauf un seul point de vente qui a montré un poids moyen supérieur.

Les normes Algériennes n'obligent pas le calibrage des œufs dans la commercialisation des œufs. Par contre, l'étude microbiologique de ce produit a montré une qualité satisfaisante pour tous les cinq points de vente.

Les échantillons ont montré un niveau de contamination très faible en FAMT et une absence totale des coliformes totaux et fécaux, *Staphylococcus aureus*, bactéries du genre *Salmonella* et des levures et moisissures.

La plupart des recherches et dénombrements effectués ne sont pas requis par les normes du journal officiel de la République Algérienne (2017) sauf *Salmonella*, ces micro-organismes ont été recherchés pour apprécier le niveau d'hygiène des œufs.

En perspectives, nous recommandons une étude sur l'application d'un système d'étude HACCP dans la filière des œufs en Algérie.

# *Références bibliographiques*

**Références bibliographiques**

- Adesiyun A., Offiah N., Seepersadsingh N., Rodrigo S., Lashley V., Musai L., et Georges K., (2005).** Microbial health risk posed by table eggs in Trinidad. *Epidemiology and Infection*, 133(6), 1049. <https://doi.org/10.1017/S0950268805004565>
- Adrian J., Potus J., Frangne R., (2003).** La science alimentaire de A à Z .TEC& DOC , Paris ,p363 .
- Agunos, A., Carson, C., & Léger, D., (2013).**Review article compte rendu: Antimicrobial therapy of selected diseases in turkeys, laying hens, and minor poultry species in Canada. *Canadian Veterinary Journal*, 54(11), 1041–1052
- Ahlborn G., Sheldon BW., (2005).** Enzymatic and microbiological inhibitory activity in eggshell membranes as influenced by layer strains and age and storage variables. *Poult Sci.*, 84, 1935-1941.
- Akyurek, H., Okur, A. A., (2009).** Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10), 1953-1958
- Alloui, N., (2011).** Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. 9èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, France, 29 et 30 Mars 2011.
- Alloui N., Bennoune O., (2013).**Poultry production in Algeria: Current situation and future prospects. *World's poultry science journal* ,69,PP.613-619
- Allen, K. J., Griffiths, M. W., (2001).**Use of Luminescent *Campylobacter jejuni* ATCC 33291 To Assess Egg shell Colonization and Penetration in Fresh and Retail Eggs, 64(12), 2058–2062.
- Apfelbaum M., Forrat C., Nillus P., Duraq I., Faivr J., VanbustelV., (1999).** Diététique et nutrition. Maisson, Paris, P301.
- Arezki BA., (2018).** L'Algérie exporte des œufs vers trois pays asiatique. Jour.ALGERIE ECO : <https://www.algerie-eco.com/2018/09/08/lalgerie-exporte-oeufs-vers-trois-pays-asiatiques/>
- Arzour LN., (2006).** Appréciation des risques bactériologiques dans les œufs et les ovo produits. Mémoire de magister, Université Mentouri-Constantine, en Algérie 197 p.
- Ashish KR, J et Rajesh, Y., (2017).** Study of Antibiotic Resistance in Bacteria, 8(1), 668–674
- Baaziz K, Elhadi A., (2017).** Estimation de la qualité des œufs vendus à Bordj Bou Arreridj et effet de la température et la durée du stockage. Mémoire de Master. Université Mohammed El Bachir El Ibrahimy à B.B.A.38p.
- Baron F., Jan S., (2010).** Microbiologie de l'oeuf et des ovoproduits. *Productions Animales*, 23(2), 193–204.
- Baron F., Jan S., (2010).** Qualité microbiologique de l'œuf coquille. In, **Nau F., Guérin-Dubiard C., Baron F., Thapon JL.,** Science et technologie de l'œuf. TEC&DOC, Paris, p 315-350.
- Belitz H-D., Grosch W., Schiebere ., (2011).** Food chemistry, Springer, Lichtenbergstrbe, p1070.
- Bibbal D., (2012)** . Œuf et ovoproduit , Travaux dirigés hygiène et industrie des aliments . Ecole nationale vétérinaire de Toulouse (ENVT) , HIDAOA, p12-23 site : <http://corpet.net/Denis>
- Bobbo A.G., Baba SS. et Yahaya Y-M S., (2013).** Egg quality characteristics of three phenotypes of local chickens in Adamawa State. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 4(2), pp.13-21.

- Buffet, E., (2010).** Conditionnement et emballage des oeufs de consommation. In : **F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. (2010).** *Science et technologie de l'oeuf*. Paris: Tec et Doc Lavoisier. pp.251-263
- Bywater, R. J., (2005).** Identification and surveillance of antimicrobial resistance dissemination in animal production. *Poultry Science*, 84(4), 644–648. <https://doi.org/10.1093/ps/84.4.644>
- Çağlayan T., Alaşahan S., Kırıkçı K. et Günlü A., (2013).** Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges(*Alectoris graeca*). *Poultry Science*, 88, pp.1330-1333.
- China Animal Agricultural Association., (CAAA, 2016),** Chinese Poultry industry overview.
- Chen J., Thesmar HS., Kerr WL., (2005).** Outgrowth of Salmonellae and the physical property of albumen and vitelline membrane as influenced by egg storage conditions. *Journal of food protection*, 68(12), 2553-2558.
- Chaoual MA., (2018).** Etude de la conformation et la composition des œufs chez deux souches de poules industrielles (Isa f15, Cobb 500). Mémoire de master, université Abde Hamid Ibn Badis de Mostaganem. 38p.
- Collignon P., Aarestrup FM., Irwin R et McEwen S., (2013).** Human deaths and third-generation cephalosporin use in poultry, Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 19(8), 1339–1340. <https://doi.org/10.3201/eid1908.120681>
- Dahloum L., Halbouche M., Arabi A., (2015).** Evaluation de la qualité des œufs chez deux phénotypes de poules locales : cou nu- frisées et normalement emplumées. Comparaison avec les œufs de souche commerciale. *Revue Agriculture*, 09(2015): 10 – 18. DOI : <http://revue-agro.univsetif.dz/documents/Numero9/Dalhoum.pdf>
- Delmas GA., Gallay E., Espié S., Haeghebaert N., Pihier FX., Weill H., De Valk V., Vaillant V., et Désenclos JC., (2006).** Food-borne-diseases outbreaks in France between 1996 and 2005. *B. E H.* 51/52:418–42
- Delhalle L., Saegerman C., Messens W., Farnir F., Korsak N., Van der Stede Y., et Daube G., (2008).** Assessing interventions by quantitative risk assessment tools to reduce the risk of human salmonellosis from fresh minced pork meat in Belgium. *Journal of food protection*, 72(11), 2252-2263.
- De Reu K., Grijspeerdt K., Messens W., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J., et Herman L., (2006).** Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*. *International Journal of Food Microbiology*, 112(3), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.ijfo.odmicro.2006.04.011>
- Diafi k., (2010).** Le niveau de contamination microbienne du couvoir et son influence sur la qualité du poussin dans la filière chair. Th. Mag. Sciences Vétérinaire. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger.
- Dupin H., (1992).** Besoins nutritionnels et apports conseillés pour la satisfaction de ces besoins. In : *Alimentation et nutrition humaines*, ESF Ed, Paris.
- EFSA., (2009).** The community summary report on food-borne outbreaks in the European Union in 2007. *EFSA Journal* 271, 1–102.

- EFSA., (2007).** Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*. *EFSA J.* 97:1–84
- Egahi JO, Dim NI, Momoh OM., (2013).** The effect of plumage modifier genes on egg quality indices of the Nigerian local chicken. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2(2), 04-06. DOI : [http://www.iosrjournals.org/iosrjavs/papers/vol2-issue2/B0220406 .pdf?id =1811](http://www.iosrjournals.org/iosrjavs/papers/vol2-issue2/B0220406.pdf?id=1811)
- Elbegaa A., (2019).** Contribution à l'étude des contaminants bactériologiques des œufs de consommation dans la commune de laghouat. Mémoire de master, université Amar Thelidji. 50p.
- Européenne, C. (2005).** Règlement (CE) No 2073/2005 de la commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal Officiel L*, 338.
- Fenardji, F., (1990).** Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*, série A, 7, pp.253-261
- Galet O., Cassin D., Jeantet R., (2010).** Les Ovoproduits. *In Nau F., Guérin-Dubiard C., Baron F., Thapon J-L.*, Science et technologie de l'œuf .TEC&DOC, Paris, 223-277.
- Gantois, I., Ducatelle, R., Pasmans, F., Haesebrouck, F., Gast, R., Humphrey, T. J., et Van Immerseel, F. (2009).** Mechanisms of egg contamination by *Salmonella Enteritidis*: Review article. *FEMS Microbiology Reviews*, 33(4), 718–738.
- Gautron J., Hincke MT., Panheleux M., Garcia-Ruiz JM., Boldicke T et Nys Y., (2001).** Ovotransferrin is a matrix protein of the hen eggshell membranes and basal calcified layer. *Connect Tissue Res.*, 42, 133- 142.
- GHASEMIAN S H., Jalali M., Hosseini A., Narimani T., Sharifzadeh A., et Raheimi E., (2011).** The prevalence of bacterial contamination of table eggs from retail markets by *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* and *Escherichia coli* in Shahrekord, Iran.
- Grande Burgos M J., Fernández Márquez M L., Pérez Pulido R., Gálvez A., et Lucas López R., (2016).** Virulence factors and antimicrobial resistance in *Escherichia coli* strains isolated from hen egg shells. *International Journal of Food Microbiology*. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.08.037>
- Guérin J., Balloy D., Villate D., (2011).** Maladies des volailles, 3ème 2e édition France agricole, 311-367.
- GUEYE L., (1999).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des œufs de consommation de la région de Dakar (Doctoral dissertation, Thèse: Méd. Vét.: Dakar).
- Guérin-Dubiard C., Anton M., Gautron J., Nys Y., Nau F., (2010).** Composition de l'œuf. *In, Nau F., Guérin-Dubiard C., Baron F., Thapon J-L.*, Science et technologie de l'œuf .TEC&DOC, Paris, 1-169.
- Guiraud JP., (1998).** Microbiologie alimentaire. Technique et ingénierie, série Agro-alimentaire, Paris, p 652.
- Guiraud J P., (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris, p 136-139.
- Gyles C L., (2008).** Antimicrobial resistance in selected bacteria from poultry. *Animal Health Research Reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 9(2), 149–158 . <https://doi.org/10.1017/S1466252308001552>

**Hagan JK., Adomako K., Olympio SO., (2013).** Effect of incorporation of heat-tolerant genes into Lohmann brown layers on egg production and quality under hot and humid environments. *Indian journal of animal sciences*, 83(7), 725-729.

**Hur J., Jawale C., Lee JH., (2012).** Antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from food animals: A review. *Food Research International*, 45(2), 819–830. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.014>

**Hechachna R., (2016).** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des œufs de consommation au niveau de la région de laghouat. Mémoire de master, université Amar Thelidji. 40p.

**International Commission on Microbiological Specifications for Food (ICMSF)., (1996).** Salmonellae, p. 217–264. In ICMSF (ed.), *Microorganisms in foods*, vol. 5. Microbiological specifications of food pathogens. Blackie Academic and Professional, London.

**ITAVI., (2020).** Rapport conjoncturel .Situation du marché des oeufs et ovoproduit . Edition avril.

**Jeantet R., Croguennec T., Schuck, P., Brule G., (2007).** Sciences des Aliments 2-Technologie des Produits Alimentaires.

**Jones D R., Musgrove MT., Northcutt J K., (2004).** Variations in external and internal microbial populations in shell eggs during extended storage. *Journal of Food Protection*, 67(12), 2657–60

**Kamana O., (2007).** Contribution à l'étude de l'évolution des œufs de consommation en fonction des conditions de stockage, mémoire de diplôme d'études approfondies de production animale. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 32p.

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

**Kasmi Y., (2017).** Influence du mode d'élevage des poules pondeuses sur la qualité des œufs. Thèse de Magister, université de Batna 1 Elhadj Lakhdar : Institut des sciences vétérinaires et des sciences agronomiques, 152p.

**Kola A., Kohler C., Pfeifer Y., Schwab F., Kühn K., Schulz K., ... Steinmetz I., (2012).** High prevalence of extended-spectrum- $\beta$ -lactamase-producing Enterobacteriaceae in organic and conventional retail chicken meat, Germany. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 67(11), 2631–2634. <https://doi.org/10.1093/jac/dks295>

**Kouba M., Joly P. et Baron F., 2010.** Elevage des poules pondeuses. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010. *Science et technologie de l'oeuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.75-142.

**Lepelletier D., Batard E., Berthelot P., Zahar JR., Lucet JC., Fournier S., Jarlier V., Grandbastien B., (2015).** Carbapenemase-producing enterobacteria: epidemiology, strategies to control their spread and issues <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25600328>

**MADR., (2020).** Statistique agricole. <http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>

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

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

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

**Magdelaine P., (2018).** L'aviculture chinoise a la croisée des chemins. *Douzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 05 et 06 avril 2018*

**Martin A., (2001).** Apports nutritionnels conseillés pour la population française .3 édition, éditions Tec& Doc Lavoisier, Paris , Londres, New York.

**Mcilroy SG., Mccracken RM., (1990).**The current status of the Salmonella enteritidis control programme in the United Kingdom. In: Proceedings of the 94th Annual Meeting of the United States Animal Health Association, Carter Printing, Richmond, Virginia, , 450-462.

**Mertens K., Bain M., Perianu C., De Baerdemaeker J., Decuypere E., De Ketelaere B., (2010).** Qualité physico-chimique de l'œuf de consommation. *In : Science et technologie de l'œuf et des ovoproduits*. Nau F., GuérinDubiard C., Baron F., Thapon J.L. (Eds). Tec et Doc Lavoisier, Paris, France, 1, Chap. 7, 265- 314.

**Mérat P., Monvoisin J.L., Da Silva J.C., (1991).** Réponse à une sélection divergente sur la perte de poids des oeufs de la caille japonaise en conservation. *Genetics Selection Evolution*, 23(5-6), 431-442.

**Messens W., Grijspeerdt K., Herman L., (2005).** Eggshell characteristics and penetration by *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* through the production period of a layer flock, 46(6), 694–700. <https://doi.org/10.1080/00071660500395582>

**Mezhoud H., Chantziaras I., Iguer-Ouada M., Moula, N., Garmyn A., Martel, A.,...Boyen, F., (2016).**Presence of antimicrobial resistance in coliform bacteria from hatching broiler eggs with emphasis on ESBL/AmpC-producing bacteria. *Avian Pathology : Journal of the W.V.P.A*, 9457(July), 1–30. <https://doi.org/10.1080/03079457.2016.1167837>

**Moula N, Antoine-Moussiaux N, Ait Kaki A, Farnir F, Leroy P., (2012).** Comparaison de la qualité des œufs de la race de poule locale Kabyle et de son croisement avec la souche industrielle Isa-Brown. 10ème Journées des Sciences Vétérinaires : ENSV, Alger, Algérie.

**Moula N., Antoine-Moussiaux N., Farnir F., Dettleux J. et Leroy P., (2009).** Réhabilitation socioéconomique d'une poule locale en voie d'extinction : la poule Kabyle (Thayazitlekvayel). *Annales de Médecine Vétérinaire*, 153, pp.178-186.

**Musgrove M. T., Jones D. R., Northcutt J. K., Cox N. A., Harrison M. A., Fedorka-Cray P. J., Ladely SR., (2006).** Antimicrobial resistance in Salmonella and *Escherichia coli* isolated from commercial shell eggs. *Poultry Science*, 85(9), 1665–1669. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1997.tb15713.x>

**Nathalie N-D., (2005).** Les œufs et les ovoproduits. Educagri. Paris,80P.

**Nys Y., Sauveur B., (2004).** Valeur nutritionnelle des œufs. *INRA productions animales*.17(5), 385-393.

**Nys Y., (2010).** Structure et formation de l'œuf. In, Nau F., Guérin-Dubiard C., Baron F., Thapon J.L., Science et technologie de l'œuf. TEC&DOC, Paris, p 161-237

**Nys, Y., Hincke M T ., Hernandez-Hernandez A ., Rodriguez-Navarro AB ., Gomez-Morales J., Jonchére, V., ... et Gautron, J. (2010).** Structure, propriétés et minéralisation de la coquille de l'œuf: rôle de la matrice organique dans le contrôle de sa fabrication. *Productions animales*, 23(2), 143-154

- Nys Y., Guyot N., INRA. (2011).** Egg formation and chemistry. *in*, Nys Y., Bain M., Immerseel V-P., Improving the safety and quality of eggs and egg products : Egg chemistry, production and consumption. Woodhead Publishing Limited, Sawston, 83-126.
- Nys Y., Hincke MT., Arias JL., Garcia-Ruiz JM., Solomon SE., (1999).** Avian eggshell mineralization . *poult Avian Biol Rev*, 10(3) :p 143-166.
- Protais, M., 2010.** Sélection génétique et production des pondeuses. In : **F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds. 2010.** *Science et technologie de l'oeuf*. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.37-72
- Powrie WD., Nakai S., ( 1986).** The chemistry of eggs and egg products. *In*, Stadelman WJ., Cotterill OJ, Egg science and Technology, AVI, Wesport, CT , p97- 139.
- Rabsch W., Hargis BM., Tsohis RM., Kingsley RA., Hinz KH., Tschäpe H., Bäumlér, AJ., (2000).** Competitive exclusion of *Salmonella enteritidis* by *Salmonella gallinarum* in poultry. *Emerging infectious diseases*, 6(5), 443.
- Romanoff AL, Romanoff AJ (1949).** The avian egg. Jhon Wiley and sons Inc Ed, New York.
- Rasheed MU., Thajuddin, N., Ahamed, P., Teklemariam, Z., Jamil, K., (2014).** ANTIMICROBIAL DRUG RESISTANCE IN STRAINS OF *Escherichia coli* ISOLATED FROM FOOD SOURCES. *Revista Do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 56(4), 341 –346. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652014000400012>
- Reu K., De Messens W., Grijspeerdt K., Heyndrickx M., Rodenburg B., Uyttendaele, M., & Herman, L. (2008).** Bacterial contamination of hen ' s table eggs and its influencing by housing systems, 1–8.
- Rossi M., et De Reu K ., (2011).** Alternative hen housing systems and egg quality. *In*: **Y. Nys, M. Bain et F. Van Immerseel, eds. 2011.** *Improving the safety and quality of eggs and egg products*. Cambridge : Woodhead Publishing Limited. pp.351-375.
- Sabarinath A., Guillaume V., Guillaume B., Mathew V., DeAllie C., Sharma RN., (2009).** Bacterial contamination of commercial chicken eggs in Grenada, West Indies. *West Indian Vet J*, 9(December), 4-7.
- Sabaté M., Prats G., Moreno E., Ballesté E., Blanch AR., Andreu A., (2008).** Virulence and antimicrobial resistance profiles among *Escherichia coli* strains isolated from human and animal wastewater. *Research in Microbiology*, 159(4), 288–293. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2008.02.001>
- Sachaafsma G., (2000).** The protein degestibi- lity-corrected amino acide score. *J Nutr*, 130 : 1865S-1867S.
- Samandoulougou S., Ilboudo AJ., Ouedraogo GS., Bagre TS., Tapsoba FW., Compaore H., ... et Traore AS., (2016).** Qualité physico-chimique et nutritionnelle des œufs de poule locale et de race améliorée consommés à Ouagadougou au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(2), 737-748.
- Sauveur B., (1988).** Reproduction and egg production in poultry. Reproduction des volailles et production d'œufs, INRA Editions, Paris, France, 449p.
- Saveur B., Reviérs M., ITRA., Station de recherche avicole ., Centre de Tours- Nouzilly., ( 1988).** Reproduction des volailles et production d'œuf . INRA, Paris , p 347-431

**Sharaf Eddin, A., Ibrahim S A., Tahergorabi, R., (2019).** Egg quality and safety with an overview of edible coating application for egg preservation. *Food chemistry*, 296, 29-39.

**Suresh T., Hatha AAM., Sreenivasan D., Sangeetha N., Lashmanaperumalsamy P., (2006).** Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella enteritidis* and other salmonellas in the eggs and egg-storing trays from retails markets of Coimbatore, South India. *Food Microbiology*, 23(3), 294–299. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2005.04.001>

**Tosi J., (1992).** Les œufs. In, **Dupin H., Jean L-C., Malewiak M-L., Leynaud R., Berthier A-M.** Alimentation et nutrition humaine. ESF éditeur .Paris.

**Travel A., Nys Y., Lopes E., (2010).** Facteurs physiologiques et environnementaux influençant la production et la qualité de l'œuf. *INRAE Productions Animales*, 23(2), 155-166.

**Van duijkeren E., Wannet W.J., Houwers D.J., Van pelt W., (2002).** Serotype and phage type distribution of Salmonella strains isolated from humans, cattle, pigs, and chickens in the Netherlands from 1984 to 2001. *J. Clin. Microbiol.*, , 40, 3980-3985

**Van Hoorebeke S., Van Immerseel F., Berge AC., Persoons D., Schulz J., Hartung J., ... et De Vylder J., (2011).**Antimicrobial resistance of Escherichia coli and Enterococcus faecalis in housed laying-hen flocks in Europe. *Epidemiology & Infection*, 139(10), 1610-1620.

**Van Immerseel F., Boyen F., Gantois I., Timbermont L., Bohez L., Pasmans F., ... et Ducatelle R., (2005).** Supplementation of coated butyric acid in the feed reduces colonization and shedding of Salmonella in poultry. *Poultry science*, 84(12), 1851-1856.

**Yamakawa Y., Nau, F., (2010).**Valeur nutritionnelle et allergénicité. In *Science et technologie de l'œuf, vol 2, De l'œuf aux ovoproduits* (pp. 177-222). Tec & Doc Lavoisier Paris

**Zaaboube H, Benrahou A., (2014).**Etude de la conformation et de la composition des œufs de poule locale, comparaison avec les œufs de souche commerciale. Mémoire ingénieur d'état, université Abou BekrBelkaid – Tlemcen. 69 p.

# *Annexes*

---

## *Annexes*

Composition des milieux de cultures utilisés lors de la manipulation

**Milieux Sabouraud (bouillon de) (= milieu de Sabouraud –glucose) :**

Peptone de viande	5g
Peptone de caséine	5g
Glucose	20g

pH 6,3. Répartir en tubes à essais( 9-10 mL) . Autoclaver 20minutes à 120 °C. Ce milieu peut être additionné avant emploi de chloramphénicol ( 1ml à 0,5% de chloramphénicol par tube ) ou d'autres antibiotiques : actidione (= cycloheximide ) 0,5g/L, actidione plus chloramphénicol, gentamicine 40mg/L .

**Milieu SS (gélose) (= gélose pour isolement de *Salmonella* – *Shigella*) :**

Peptone	10g
Extrait de viande	5g
Lactose	10g
Sels biliaries	6g
Citrate de sodium	8,5g
Citrate de fer ammoniac	1g
Thiosulfate de sodium	8,5g
Rouge neutre	25 mg
Vert brillant	0,33mg
Gélose	13g

pH 7. Stérilisé par 1 à 2 minutes d'ébullition (ne pas autoclaver). Répartir en boîtes de Pétri .

**Milieux VRBG (gélose) (= gélose biliée au cristal violet et au rouge neutre) :**

Peptone	7g
Extrait de levure	5g
Sels biliaires	1,5g
Glucose	10g
Chlorure de sodium	5g
Rouge neutre	30mg
Cristal violet	2mg
Gélose	12g

pH 7,4. Stériliser par 15 minutes d'ébullition (ne pas autoclaver). Répartir en boîtes de Pétri (Contenant éventuellement l'inoculum).

**Milieu gélose nutritive ordinaire (= milieu GNO = *nutrient agar*) :**

Peptone	10g
Extrait de viande	5g
Chlorure de sodium	5g
Gélose	15g

pH 7,2. Répartir en tubes à essais (6 à 7 mL). Autoclaver 20 minutes à 120°C ou répartir en boîtes de Pétri contenant éventuellement l'inoculum) après autoclavage. Solidifier les tubes en position inclinée. Il existe de nombreuses variantes concernant la nature ou la teneur en peptones (souvent mélange de peptones de viandes et de caséines ; 7 à 15g au total selon les formules)

Ce milieu peut être additionnée de 5% de chlorure de sodium pour la recherche et le dénombrement des germes halophiles.

**Milieu Chapman (gélose maniée de) (= gélose mannitol) :**

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. Répartir en boîtes de Pétri.

**Eau physiologique (= Sérum physiologique) :**

Chlorure de Sodium	8,5g
Eau distillée	1L

Répartir en tubes à essais (10mL). Autoclaver 20 minutes à 120°C

---

**JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39**

28

**JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39**

8 Chaoual 1438  
2 juillet 2017

**13- Pâtisseries et ovoproduits**

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Oufs en coques	<i>Salmonella</i> (1)	5	0	Absence dans 25 g	

Règlement 2073/2005

Œufs et produits à base d'œufs

Ovoproduits		n	c	m	M	Signification	Etape d'application du critère
	Germes aérobies mésophiles	5	2	10 <sup>4</sup> UFC/g ou ml	10 <sup>5</sup> UFC/g ou ml	CHP	Consommation
	<i>Enterobacteriaceae</i>	5	2	10 UFC/g ou ml	100 UFC/g ou ml	CHP	Fin de process
	<i>Salmonella</i>	5	0	Abs/25g		Santé 1/CSA	Consommation
	<i>Campylobacter th.</i>			Abs/25g		Santé1	Consommation