



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



Université Abbes Laghrou, Khenchela
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Option : Biochimie appliquée

Thème :

**Etude de l'état de fraîcheur des œufs de
consommation par l'épreuve à l'eau
ordinaire et le ph mètre**

Présenté par

Benbouzid Rania Abir et Khamkhoum Rima

- Membres du jury:

- | | |
|---|---------------------|
| - Président: M ^{me} Berkani Cherifa | MCB Univ. Khenchela |
| - promoteur: M ^r Takouachet Redhwane. | MCB Univ. Khenchela |
| - Examinatrice: M ^f Laouar Nadhir | MAA Univ. Khenchela |

Promotion : 2020/2021

Année universitaire : 2020- 2021
Laboratoire où le travail a été réalisé :
Laboratoire de l'université Abbes Laghrou-Khenchela

Remerciements

Nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de mener ce présent travail.

Nous remercions en premier, monsieur Takouachet Radhwane d'avoir accepté de nous encadrer, nous sommes très reconnaissantes pour tous ses efforts, pour le temps qu'il nous a consacré tout au long de cette période, et sa participation au cheminement de ce mémoire par son expertise et son amical soutien.

Nous remercions les plus sincères s'adressent aussi aux membres du jury :

Berkani Cherifa et Laouar Nadhir

Aussi, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre chef département, monsieur Laouar Nadhir, nous remercions également l'ensemble des enseignants ayant pris en charge notre apprentissage et assuré notre formation, sans oublier le personnel du département de biologie moléculaire et cellulaire et les fonctionnaires de l'Université

Abbas Laghrour, KHENCHELA.

Pour finir, nous adressons nos remerciements à tous nos camarades qui n'ont pas hésité à nous offrir leurs précieux coups de mains.

Merci à tous les personnes qui ont contribué de pré ou de loin à la réalisation de ce mémoire.



Dédicace

Je commence par rendre grâce à dieu et à sa honté, pour la patience, la compétence et le courage qu'il m'a donné pour arriver à ce stade.

Avec tôt mon amour éternel et avec l'intensité de mes émotions.

Je dédie ce modeste travail à :

** A l'homme de ma vie, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, mon exemple éternel, ma réussite et tout mon respect : **Mon chère père Abd El Hamid.***

** A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: **Mon adorable mère Ben chennouf Yamina.***

** A mes chères sœurs : **Chahinez, Malek**, que dieu vous protège et vous offre une vie pleine de joie, bonheur et de réussite.*

** A ma chère tante **Yasmina** et son mari **Youcef** et ses enfants: **Amir et Alla.***

** A ma grande mère chérie longue vie a toi.*

** A la mémoire de mes grands-pères et ma grande mère j'aurais tant aimé que vous soyez présents. Que dieu ait vos âmes dans sa sainte miséricorde.*

** A mes amis de toujours : **Imen, Rym, Safa, Nada, Rania, Imen, Bouchera, Abir, Rahma, Souhir et Yasmine**, en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.*

** A mon binôme à qui je souhaite tout le bonheur « **Khamkhoum Rima** » et sa famille.*

** Et pour finir je dédie ce travail à toute personne voulant me voir réussir et à toute personne chère à mon cœur.*

Rania



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma Chère Mère Tefaha

A mon Père Ahecn

*Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines m'ont permis de
vivre ce jour.*

A ma petite famille, Mon Mari Zine eddine et ma fille Wajd

A mes frères et mes soeurs

Morsd, Mohammed, Zakaria, Haroun, Samira et Marwa.

A ma chère binome Rania.

A tous mes collègues et amies.

Reémy

Résumé

Ce travail a porté sur l'étude de l'état de fraîcheur des œufs de consommation.

La production d'œufs de consommation s'avère une solution intéressante pour faire face au manque criard en protéines d'origine animale auquel l'Algérie fait face. Cependant, l'œuf est une denrée alimentaire périssable. Les producteurs, commerçants et consommateurs utilisent diverses méthodes de stockage. Nous avons mené une étude pour examiner l'évolution des œufs de consommation dans différentes conditions de stockage. Notre étude a porté sur 30 échantillons répartis en 3 lots de 10 œufs chacun:

- un lot entreposé à la température ambiante de 26° C en moyenne.
- un lot entreposé à l'air libre avec une température moyenne de 32°C.
- un lot stocké au réfrigérateur avec une température moyenne de 7°C.

La mesure du poids, la densimétrie, le test visuel des milieux internes, et l'examen du pH de l'albumen, du vitellus et du mélange ont été utilisés pour suivre l'évolution des œufs stockés, pendant 20 jours (18 mai 2021-08 juin 2021). Il ressort de cette étude que la réfrigération est le meilleur moyen de stockage des œufs. Les œufs entreposés à l'air libre quant à eux, subissent une dégradation continue, remarquable au bout de 7 jours, aussi que les œufs entreposés à température ambiante (11 jours).

Mots clés: Œufs de consommation, Evolution, Conditions de stockage.

Abstract

This work focused on the study of the freshness of table eggs.

The production of table eggs is proving to be an interesting solution to cope with the glaring lack of animal proteins that Algeria is facing. However, the egg is a perishable foodstuff. Producers, traders and consumers use a variety of storage methods. We conducted a study to examine the evolution of table eggs under different storage conditions. Our study involved 30 samples divided into 3 batches of 10 eggs each:

- A batch stored at room temperature of 26 ° C on average.
- A batch stored in the open air with an average temperature of 32 ° C.
- A batch stored in the refrigerator with an average temperature of 7 ° C.

Weight measurement, densimetry, visual test of internal media, and examination of the pH of the albumen, yolk and mixture were used to follow the evolution of stored eggs, for 20 days (May 18, 2021 -08 June 2021). This study shows that refrigeration is the best way to store eggs. Eggs stored in the open air undergo continual degradation, remarkable after 7 days, as well as eggs stored at room temperature (11 days).

Keywords: Eggs for consumption, Evolution, Storage conditions.

ملخص

ركز هذا العمل على دراسة نضارة ببيض المائدة.

أثبت إنتاج ببيض المائدة أنه حل مثير للاهتمام للتعامل مع النقص الصارخ في البروتينات الحيوانية التي تواجهها الجزائر. ومع ذلك فإن البيض مادة غذائية قابلة للتلف. يستخدم المنتجون والتجار والمستهلكون مجموعة متنوعة من طرق التخزين. أجرينا دراسة لفحص تطور ببيض المائدة في ظل ظروف تخزين مختلفة. تضمنت دراستنا 30 عينة مقسمة إلى 3 دفعات من 10 بيضات لكل منها:

• دفعة مخزنة في درجة حرارة الغرفة والتي تبلغ 26 درجة مئوية في المتوسط.

• دفعة مخزنة في الهواء الطلق بمتوسط درجة حرارة 32 درجة مئوية.

• دفعة مخزنة في الثلاجة بمتوسط درجة حرارة 7 درجات مئوية.

تم استخدام قياس الوزن وقياس الكثافة والاختبار البصري للمكونات الداخلية وفحص درجة الحموضة في الزلال والصفار والمزيج لمتابعة تطور البيض المخزن، لمدة 20 يوماً (من 18 مايو 2021 إلى 08 يونيو 2021). تظهر هذه الدراسة أن التبريد هو أفضل طريقة لتخزين البيض. يخضع البيض المخزن في الهواء الطلق للتدهور المستمر ، بشكل ملحوظ بعد 7 أيام ، وكذلك البيض المخزن في درجة حرارة الغرفة (11 يوماً).

الكلمات المفتاحية: بيض للاستهلاك، التطور، ظروف التخزين.

Liste des abréviations

AG : Acide gras.

AGI : Acide gras mono-insaturés.

AGIP : Acide gras polyinsaturés.

MS : Matière sèche.

O.M.S : Organisation Mondiale de la santé.

TIAC : Toxi-infections alimentaires collectives.

Liste des figures

• Figure 01: Appareil génital de la poule.....	4
• Figure 02: Principaux constituants de l'œuf.....	4
• Figure 03: Principaux constituants de l'œuf.....	8
• Figure 04: jaune d'œuf.....	8
• Figure 05: le blanc d'œuf.....	10
• Figure 06: la coquille de l'œuf.....	13
• Figure 07: structure de la coquille de l'œuf.....	14
• Figure 08: mirage des œufs.....	32
• Figure 09: les œufs utilisés comme matériel biologique	43
• Figure 10: balance électrique.....	44
• Figure 11: pH mètre	44
• Figure 12: Test visuel de la coquille pour tous les œufs	46
• Figure 13: Tests avant cassage de l'œuf.....	47
• Figure 14: Tests après le cassage pour chaque œuf.....	48
• Figure 15: Evolution de la différence du poids des œufs avant et durant l'expérimentation.....	51
• Figure 16: test de la densité des œufs à température ambiante (lot A).....	51
• Figure 17: test de la densité des œufs réfrigérés (lot B).....	52
• Figure 18: test de la densité des œufs à l'air libre (lot C).....	52
• Figure 19: Test visuel des milieux internes des œufs du lot A	53
• Figure 20: Test visuel des milieux internes des œufs du lot B.....	53
• Figure 21: Test visuel des milieux internes des œufs du lot C.....	54
• Figure 22: Evolution du pH de l'albumine.....	55
• Figure 23: Evolution du pH du vitellus.....	56
• Figure 24: Evolution du pH du mélange.....	57

Liste des tableaux

Tableau 1: Les dimensions moyennes de l'œuf de poule.....	7
Tableau 2: Proportions des différentes parties de l'œuf de poule.....	8
Tableau 3: Composition centésimale du jaune de l'œuf de poule.....	9
Tableau 4: Quantités absolues de protéines et de lipides dans un jaune d'œuf de poule de 60g.....	10
Tableau 5: Acides gras principaux du jaune (en p.100 des acides gras totaux).....	10
Tableau 6: Principales protéines du blanc en % de matière sèche.....	12
Tableau 7: Teneur en matière sèche de l'extérieur vers l'intérieur des trois zones du blanc...	12
Tableau 8: Caractéristiques physiques de l'œuf frais.....	16
Tableau 9: Composition chimique de l'œuf frais.....	17
Tableau 10: Comparaison à la valeur protéique de quelques aliments.....	19
Tableau 11: Teneur des protides alimentaires d'origine animale en A aminés.....	19
Tableau 12: Caractérisation des œufs anormaux.....	26
Tableau 13: Calibrage des œufs.....	28
Tableau 14: les différentes catégories des œufs de poule.....	29
Tableau 15: Catégories de fraîcheur des œufs de consommation.....	30
Tableau 16: Conditionnement–Etiquetage –Entreposage.....	31
Tableau 17: Evolution de quelques critères de qualité avec l'âge des poules pondeuses.....	36
Tableau 18 : Effets de la sélection sur la composition de l'œuf.....	36
Tableau 19: Besoins journaliers en production par poule.....	40
Tableau 20: Besoins de la poule en minéraux et vitamines.....	41
Tableau 21: la température durant les jours d'expérimentation.....	45
Tableau 22: poids des œufs utilisés dans notre partie expérimentale.....	46
Tableau 23: poids des œufs durant la période d'expérimentation.....	50
Tableau 24: la différence du poids des œufs avant et durant l'expérimentation.....	50
Tableau 25: Evolution du pH de l'albumine.....	54
Tableau 26: Evolution du pH du vitellus.....	55
Tableau 27: Evolution du pH du mélange.....	56

Table des Matières

Résumé	I
Abstract	II
الملخص	III
Liste des abréviations	IV
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Introduction	1
Chapitre I : Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.	
I. Anatomie de l'appareil reproducteur femelle	3
II. Formation de l'œuf :	4
II .1. Au niveau de l'ovaire :	5
II .2. Au niveau de l'oviducte :	5
II.2.1. L'infundibulum :	5
II.2.2. Le magnum :	5
II.2.3. L'isthme :	6
II.2.4 L'utérus :	6
II.2.5. Le vagin :	6
III. Structure interne et compositions de l'œuf :	6
III.1. Vitellus ou jaune.....	8
III.1.1. Origine.....	9
III.2. L'albumen ou le blanc:	10
III.2.1. Le blanc liquide externe:	11
III.2.2. Le blanc épais:	11
III.2.3. Le blanc liquide interne:	11
III.2.4. Les chalazes :	11
III.3. Les membranes coquillières	13
III.4. La chambre à air	13
III.5. Coquille	13
III.5.1. La couche mamillaire	14
III.5.2. La couche spongieuse.....	14
III .6. Cuticule	15
IV. Caractéristiques de l'œuf	15

IV.1. Aspects physiques	15
IV.1.1. Couleur	15
IV.1.2. Forme générale.....	15
IV.1.3. Dimension	15
IV.1.4. Poids.....	15
IV.1.5. Densité.....	16
IV.2. caractéristique chimique.....	16
V. Valeur nutritionnelle de l'œuf	17
V.1. Les protéines.....	18
V.2. Les lipides.....	20
V.3. Les glucides	21
V.4. Les minéraux	21
V.5. Les vitamines.....	21
V.6. Œuf et diététique humaine.....	22
V.6.1. Régime de différentes maladies.....	22
V.6.2. Intolérances des œufs:	23
Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations	
I. Méthodes d'estimation de la qualité des œufs de consommations	25
I.1. Modalités de l'inspection	25
I.1.1. Au niveau des centres d'emballage.....	25
I.1.2. Au stade de la vente	30
I.1.3. Le mirage	32
I.1.4. Estimation de la qualité de la coquille	32
I.1.5. Estimation de la qualité de l'albumen.....	33
I.1.6. Estimation de la qualité du vitellus	33
I.1.7. Estimation des inclusions.....	33
I.2. Décisions du Vétérinaire officiel	33
II. Contrôle des conditions de transport	34
II.1. Dispositions réglementaires.....	34
II.2 Modalités du contrôle	34
II.3. Sanctions.....	34
III. Facteurs de variation de la composition de l'œuf.....	35
III.1. Effets de l'âge de la poule	35

III.2. Effet de l'origine génétique des animaux et de la sélection	36
III.3. Effet de la saison et de la température	37
III.4. Effet des techniques d'élevage	37
III.5. Effets du mode d'élevage	39
III.6. Effets de l'alimentation des poules pondeuses	39
III.7. Effets de la productivité des pondeuses.....	41
III.8. Les résidus de l'œuf	42
Chapitre III: Matériels et méthodes	
I. Matériels	43
I.1. Matériel biologique	43
I.2. Matériel technique.....	44
II. Méthodes	45
II.1. Relevés de la température	45
II.2. Test avant cassage de l'œuf	45
II.2.1. Test visuel de la coquille	45
II.2.2. Pesée de l'œuf	46
II.2.3. Densité.....	46
II.3 Test après cassage de l'œuf.....	47
II.3.1. Test visuel des milieux internes de l'œuf.....	47
II.3.2. Mesure du pH	48
II.4. Analyses statistiques.....	49
Chapitre IV: Résultats et discussion	
I. Examen avant cassage de l'œuf	50
I.1. Examen visuel de la coquille.....	50
I.2. Pesée de l'œuf	50
I.3. Densimétrie	51
II. Examen après cassage de l'œuf.....	53
II.1. Test visuel des milieux internes de l'œuf	53
II.2. Mesure du pH.....	54
Conclusion.....	58
Recommandations.....	59
Références bibliographiques.....	61

Introduction

Introduction

Le développement de l'aviculture en Algérie constitue le meilleur recours pour satisfaire les besoins de la population en protéines animales. En effet, près de deux millions de personnes ont amélioré leurs rations alimentaires du point de vue protéique tel que relaté par (ALLOUI, 2011).

L'Algérie était un pays importateur d'œufs de consommation durant les années 1980, Le développement réel de la production locale a débuté en 1982. En 1992, l'importation de l'œuf de consommation s'est arrêtée totalement en 1993, la production nationale couvrait largement les besoins du pays.

La poule est un oiseau de l'ordre des galliformes, du sous-ordre des galli et de la famille des phasianidés.

Les galliformes, autrefois appelés gallinacés, sont des omnivores à l'allure massive, au bec épais, aux pattes robustes, aux ailes courtes et obtuses. Ils présentent un dimorphisme sexuel souvent assez marqué. (Alain Fournier, 2008).

En Algérie, la production nationale des œufs de consommation a atteint 4,82 milliards unités en 2010 (Alloui et Bennoune, 2013). Toutefois, une partie non négligeable de notre population apprécie et préfère les œufs issus de poules pondeuses en élevage fermier, où les poules circulent librement, et ceci malgré le prix exorbitant. La qualité de l'œuf regroupe la qualité externe de l'œuf en générale, la qualité de la coquille et la qualité interne de l'œuf (Rossi et De Reu, 2011). Peu d'études scientifiques sont recensées et qui portent sur l'étude des caractéristiques de la qualité des œufs issus de différents modes d'élevage.

La qualité des œufs est un terme général qui se réfère à des normes générales qui définissent à la fois la qualité interne et externe tels que le poids des œufs, l'index des œufs, le poids de la coquille, l'épaisseur de la coquille, l'index d'albumen, l'index du jaune et l'unité Haugh (Çaglayan et al, 2009; 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 conservation et de commercialisation des œufs pour maintenir la qualité (Hanusová et al, 2015).

L'œuf est connu depuis toujours comme un aliment d'une grande valeur nutritive, facile à digérer, et très utilisé en diététique humaine; il convient donc d'exposer les connaissances acquises sur l'œuf tant sur le plan de la reproduction que sur le plan de la consommation.

En effet, de part sa composition riche et variée, ce produit a pris un tel essor qu'il devient impératif de fournir des œufs de bonne qualité exempts de toute bactérie pathogène pouvant conduire à des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) souvent graves.

Les mesures de qualité de l'œuf ne devraient pas se limiter à informer le consommateur sur les caractéristiques macroscopiques (calibre) et l'origine de l'œuf (n° d'identification, date de ponte). Les mesures non destructives, aussi bien que destructives, peuvent en effet permettre la sélection d'œufs offrant une sécurité accrue et donc une meilleure garantie de qualité pour le consommateur. Ces mesures peuvent par ailleurs aider les producteurs, car elles fournissent des informations sur les performances globales de production incluant la qualité du produit et donc sur la gestion de l'élevage (état de santé du troupeau, conditions environnementales de l'élevage).

C'est pour ces raisons que nous avons choisi de traiter ce sujet intitulé: (Etude de l'état de fraîcheur des œufs de consommation par l'épreuve à l'eau ordinaire et le ph mètre).

Chapitre I :

**Anatomie de l'appareil
reproducteur femelle, formation et
valeur nutritionnelle de l'œuf.**

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

I. Anatomie de l'appareil reproducteur femelle

L'appareil reproducteur de la femelle est composé (Sauveur, B. 1988):

- ✓ D'un ovaire gauche coincé entre le lobe crânial du rein, les vertèbres lombaires et les poumons en avant;
- ✓ D'un oviducte qui se présente comme un tube droit de couleur rose pâle s'étendant de la région de l'ovaire jusqu'au cloaque, il mesure environ 70cm et son poids à vide est de 40 g;
- ✓ On lui reconnaît d'un point de vue histologique et physiologique plusieurs segments (Elmascri. 2018, p. 9);
- ✓ L'ostium abdominal, fente située entre l'ovaire et le pavillon mesurant 6×3 cm chez la poule;
- ✓ L'infundibulum, également appelé pavillon, il a une forme d'entonnoir;
- ✓ Le magnum, partie la plus riche en cellules et glandes sécrétrices, c'est également la partie la plus longue de l'oviducte (30-50cm);
- ✓ L'isthme, il ne mesure que 04- 06 cm;
- ✓ L'utérus, c'est une sorte de poche dilatée mesurant 10-12cm;
- ✓ Le vagin, partie étroite et musculaire, il est séparé de l'utérus par la jonction utéro-vaginale.

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

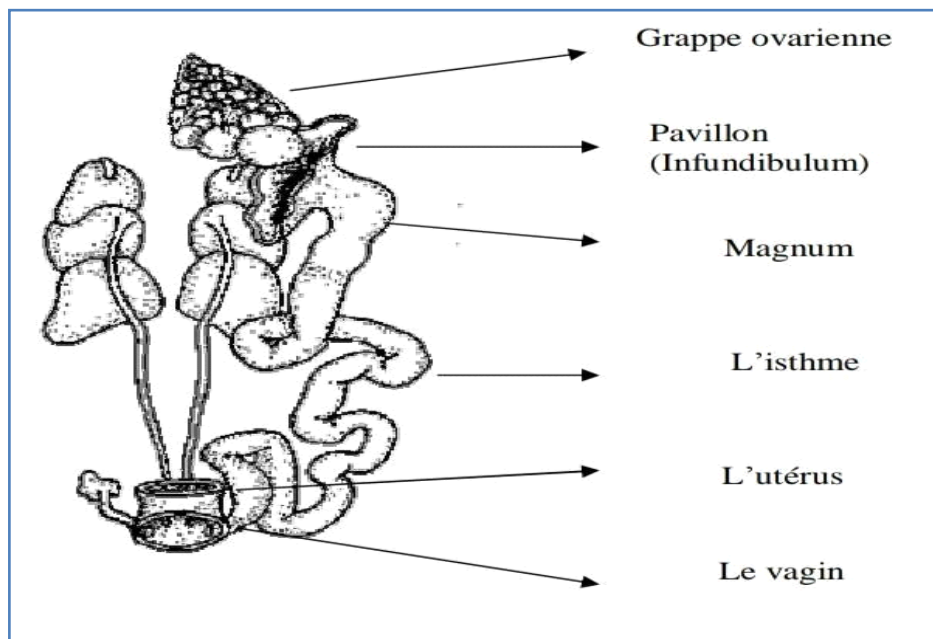


Figure 01: Appareil génital de la poule (Thiebault, D. 2005)

II. Formation de l'œuf:

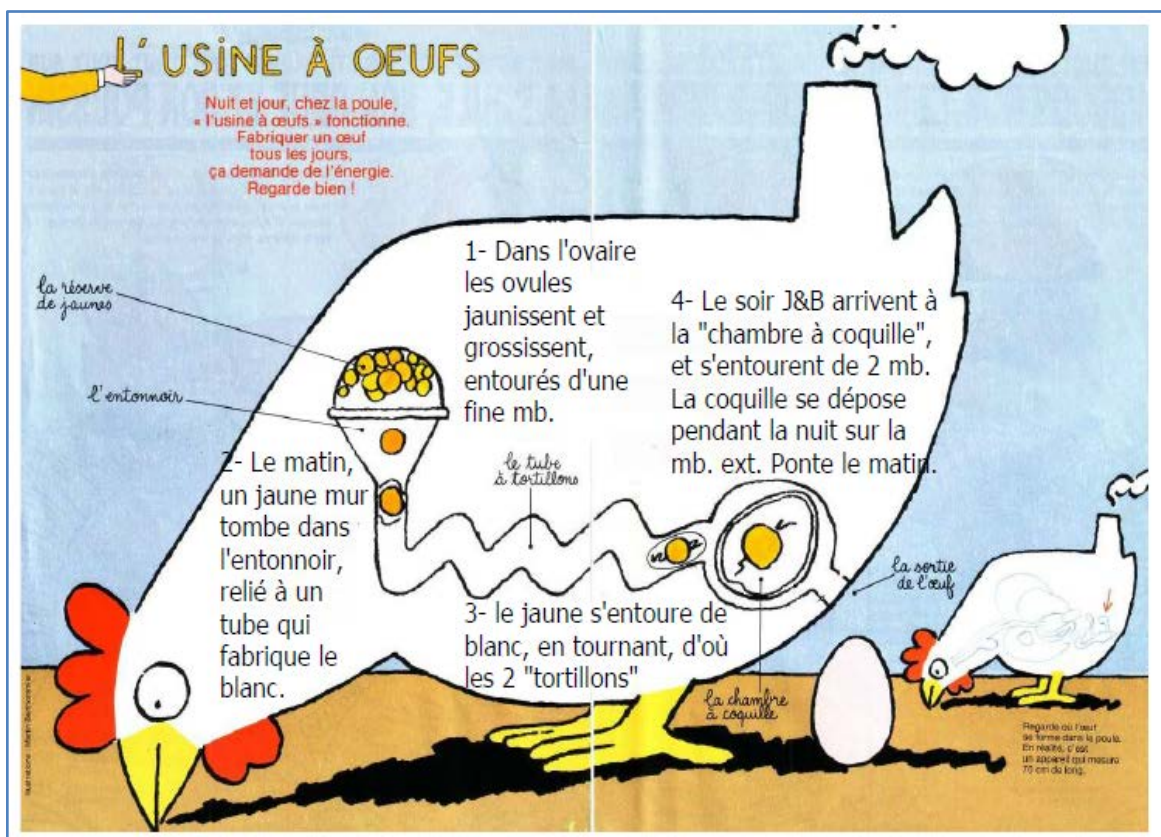


Figure 02: Formation de l'œuf (<http://Corpet.net/Denis>)

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

II .1. Au niveau de l'ovaire:

L'ovaire est constitué par une glande unique, en grappe appendue sur le côté gauche le long de la ligne médiane de la cavité abdominale. La surface de cette glande est parsemée d'une granulation de follicules ovariens, dont chacun est destiné à constituer un œuf. Le nombre de ces follicules correspond au total d'œufs que pondra la poule au cours de son existence. Il se chiffre en moyenne à 600, il peut s'échelonner jusqu'à 1000 (Michaux. 2005).

En période de ponte, la grappe ovarienne devient énorme et les follicules à des degrés divers de maturité apparaissent sous la forme bien connue du « jaune d'œuf » (Villate. 1997).

II .2. Au niveau de l'oviducte:

Entre l'ovulation ou émission de l'ovule et la ponte s'écoulent de 24 à 26 heures pendant lesquelles se formeront les membranes et coquilles de l'œuf. L'oviducte de poule présente plusieurs régions ayant chacune un rôle précis (Tétry, A., crimail, P. 1981).

II.2.1. L'infundibulum:

C'est à ce niveau que se déroule la fécondation si des spermatozoïdes sont présents, par des mouvements péristaltiques, l'ovule est capté à ce niveau puis franchit l'endroit en une vingtaine de minutes (Tétry, A., Crimail, P. 1981).

II.2.2. Le magnum:

C'est une région contournée et glandulaire, l'œuf y entre selon un grand axe et y demeure 3 heures. Il y entoure de fibres de mucine et d'albumen très dense; la couche de blanc qui se forme ainsi est plus mince en direction du cloaque: ce sera le petit bout de l'œuf. La formation de l'albumen ou blanc commence par le dépôt de protéines visqueuses qui au fur et à mesure de la descente de l'œuf et du fait des mouvements de rotation vont prendre une disposition spiralée; les chalazes (Tétry, A., Crimail, P. 1981).

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

II.2.3. L'isthme:

Il est moins contourné et reçoit l'œuf durant 01 heure pendant laquelle se déposent les fibres de kératine qui formeront la double membrane coquillière. Ces dernières sont encore plissées à la sortie de l'isthme, elles sont accolées sur toute leur surface à l'exception de « la chambre à air » (Tétry, A., Crimail, P. 1981).

II.2.4 L'utérus:

L'œuf y séjournera de 20 à 22 heures, à ce niveau l'albumen est achevé par imbibition (les 50-60% restants), il y a apport d'une solution saline qui hydrate l'albumen et lui donne son volume définitif (Elmascri. 2018, p. 12).

Les membranes coquillières sont formées en 03 couches successives (Elmascri. 2018, p. 12):

- ✚ Une couche mamillaire;
- ✚ Une couche spongieuse;
- ✚ Une couche cuticulaire qui peut fixer des pigments.

La coquille minéralisée se dépose, elle est composée de sels de calcium d'où l'apport important de calcium au moment de la ponte (Wolff, E cité par Tétry., Crimail. 1981).

II.2.5. Le vagin:

L'œuf y séjourne environ un quart d'heure, il assure le transit de l'œuf vers l'extérieur lors de l'oviposition (ponte). L'évagination de cette dernière portion évite le contact direct avec les parois du cloaque et les souillures d'origine fécale (Tétry., Crimail. 1981).

III. Structure interne et compositions de l'œuf:

L'œuf d'oiseau se caractérise par l'abondance des éléments de réserve, le jaune s'élabore au niveau de l'ovaire et le blanc et la coquille se forment autour de l'œuf pendant le passage dans l'oviducte. L'accroissement de l'ovocyte est rapide, en effet une semaine avant l'ovulation chez la poule, son poids passe de 0.2g à près de 16g, le diamètre augmente chaque jour de 04 mm (Arzour. 2006,p. 4).

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

La croissance est continue; pendant la nuit le vitellus contenant d'avantage de protéines et d'eau que de lipides forme des couches minces de vitellus clair; dans la journée l'alimentation apportant des lipides et des pigments caroténoïdes; il se dépose alors des couches épaisses de vitellus jaune (Gallien cité par Tétry., Crimail. 1981).

Dans la partie centrale où se trouvait la vésicule germinative, le premier vitellus clair élaboré forme la latebra. La vésicule germinative entourée d'un peu de cytoplasme pur étant plus légère glisse vers la surface de l'œuf et l'ensemble constituera la cicatrice ou disque germinatif, la trace de ce déplacement est marquée par une traînée depuis la latebra jusqu'à un épaissement: le noyau de Pander. (Rostand, J cité par Tétry .,Crimail. 1981). Les dimensions moyennes d'un œuf de poule sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 01: Les dimensions moyennes de l'œuf de poule (Kaouèche, A et Kaouèche, M. 2015).

Poids	Grand axe	Petit axe	Grande circ.	Petite circ.	Volume	Surface
60g	5,8cm	4,2cm	16cm	13cm	55cm ²	70cm ²

Les principales parties de l'œuf sont dans l'ordre de leur dépôt (de l'intérieur vers l'extérieur) (Voir la figure n 2):

- ✚ Le vitellus (ou "jaune");
- ✚ L'albumen (ou "blanc");
- ✚ Les membranes coquillières;
- ✚ La coquille.

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

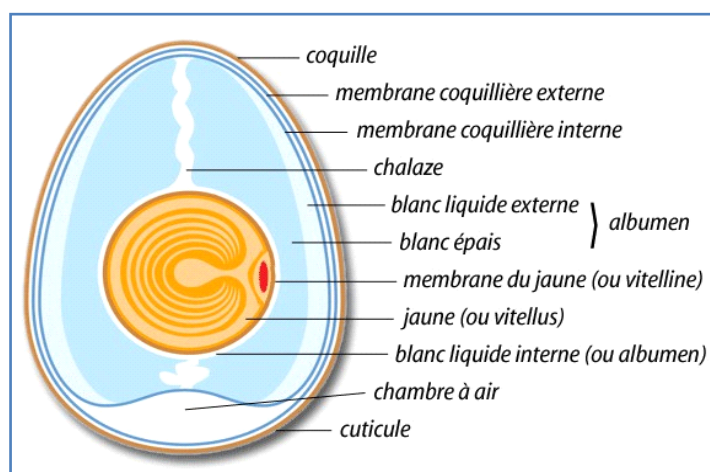


Figure 03: Principaux constituants de l'œuf (<http://technomitron.aainb.com/>)

Les parts pondérales relatives de ces constituants de l'œuf de poule sont: coquille 9,5%, albumen 61,5%, vitellus 29% (Voir le tableau 2).

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

Parties de l'œuf	Poids (g)	En % de l'œuf total	
	Moyennes	Moyennes	Extrêmes (°)
Coquille	5,50	9,1	8,5 -10
Membranes coquillières	0,25 :5,75	0,4 :9,5	
Blanc	37	61,5	57-65
Jaune	17,3	29	25-33
Sous-total : parties comestibles	54	90,5	89-92
Total	60	100	

III.1. Vitellus ou jaune



Figure 04: jaune d'œuf (Benbouzid, R et Khemkhom, R. 2021)

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

Le vitellus est une masse visqueuse, de couleur jaune- orange uniforme, constitué de nombreux globules lipidiques. Il est contenu à l'intérieur d'une très fine membrane acellulaire, transparente, appelée membrane vitelline. Celle-ci contient à sa surface, des fibres connectées à la couche chalazifère. Au cours de la conservation, on note la nier étant la disparition rapide de ces connexions. La masse totale du vitellus est composée de couches alternativement jaunes et blanches. Elles ont pour origine des variations de disponibilité des pigments xanthophylles contenus dans l'alimentation des poules (SAIDOU ALZOUMA, A.2005).

Le vitellus est composé de lipides (triglycérides, phospholipides, cholestérol), de protéines, de glucose, de vitamines et des minéraux (Ngouyamsa. S, 2007, p. 6).

Tableau 03: Composition centésimale du jaune de l'œuf de poule (En % de MS) (Sauveur, 1988).

Éléments	%
Glucose libre	0,4
Minéraux	2,1
Vitamines	1,5
Lipides	63
Protéines: dont	33
Livétines	4 à 10
Phosvitine	5 à 6
Vitelline	4 à 15
Vitellénine	8 à 9

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

III.1.1. Origine

Le jaune, partie noble de l'œuf, est le prolongement de l'ovule. Cette cellule germinale mère qui va transmettre le matériel génétique et ce après fécondation.

Tableau 04: Quantités absolues de protéines et de lipides dans un jaune d'œuf de poule de 60g (Sauveur. 1988).

Protéines: 3.2g		Lipides : 6.4g	
Dont:		Dont :	
Livétines (hydrosolubles)	0.4 à 1.0	Triglycérides	4.1
Phosvittine	0.5	Phospholipides	1.9
Vitelline (dans H.D.L.)	0.4 à 1.5	Cholestérol	0.25
Vitellénine (dans L.D.L.)	0.9	Vitamines et pigments	0.13

Tableau 05: Acides gras principaux du jaune (en p.100 des acides gras totaux) (Kaouèche, A et Kaouèche, M. 2015, p. 12).

Acides gras saturés (palmitique-stéarique)	35-40 (assez constant)
Acides gras mono-insaturés (oléique et palmitique)	40-50 (peu constant)
Acides gras di-insaturés (linoléique)	10-40 (peu constant)
Acides gras poly-insaturés	3-4 (assez constant)

III.2. L'albumen ou le blanc



Figure 05: le blanc d'œuf (<http://www.archives-archives.com/le-blanc-doeuf-vous-ne-saviez-pas-cela/>)

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

Le blanc est un milieu non homogène qui pourrait être divisé en quatre couches ayant chacune des propriétés spécifiques (THIEULIN, G., BASILE, D et HAUTEFORT, M. 1976).

III.2.1. Le blanc liquide externe:

Il constitue 23% du blanc total. Il est au contact des membranes coquillières et c'est la zone qui s'étale rapidement lorsque l'œuf est cassé sur une surface plane (Ngouyamsa, S. 2007, p. 6).

III.2.2. Le blanc épais:

Il constitue 57% du blanc total. Il se présente sous forme de gel attaché aux deux extrémités de l'œuf (Ngouyamsa, S. 2007, p. 6).

III.2.3. Le blanc liquide interne:

Il constitue 17% du blanc total. Il est au contact du jaune et entouré du blanc épais (Ngouyamsa, S. 2007, p. 6).

III.2.4. Les chalazes:

Elles constituent 3% du blanc total. Ce sont des sortes de filaments spiralés allant du jaune vers les deux extrémités de l'œuf, à travers le blanc épais et qui assurent la suspension du jaune dans la position centrale de l'œuf. Leur rupture entraîne à une adhérence du jaune aux membranes coquillières. La proportion de ces quatre parties varie en fonction du poids de l'œuf. Ainsi, quand le poids de l'œuf augmente avec l'âge de la poule, la part du blanc épais s'accroît également au détriment du blanc liquide interne tandis que celle du blanc liquide externe n'est pas affectée mais par contre elle l'est fortement après la ponte (Dilmi Samira. 2018, p. 21).

Le blanc d'œuf est une solution aqueuse de protéines, de sucres et de sels minéraux. Il est quasiment dépourvu de lipides que l'on rencontre seulement à l'état de traces. (SENEGAL Ministère de l'Agriculture. 1998).

Les principales protéines du blanc en pourcentage par rapport à la matière sèche (MS) sont données dans le tableau 6:

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

Tableau 06: Principales protéines du blanc en % de matière sèche (Gilbert. 1971 cité par Protais. 1988).

Protéine	Quantité	Propriétés
Les ovalbumines	54.0	Dénaturées par la chaleur, elles acquièrent une grande rigidité après chauffage.
Les conalbumines	13.0	Elles fixent le fer sur les flavoprotéines
Les ovomucoïdes	11.0	Ce sont des inhibiteurs de la trypsine
Les ovoglobulines	8.0	Elles permettent la formation de mousse lorsque les œufs sont battus en neige.
Le lysozyme	3.5	Il est responsable de la formation de la mousse après battage et responsable de la structure en gel du blanc épais.
L'ovomucine	1.5-2.9	Elle est responsable de la structure en gel du blanc épais avec le lysozyme.
La flavoprotéine	0.8	Responsable de la flaveur.
L'avidine	0.05	C'est une anti- biotine mais à l'état cru seulement.

NB: Sur le plan biochimique, toutes ces protéines sont des glycoprotéines acides à l'exception de l'avidine qui est une glycoprotéine basique et du lysozyme qui est une holoprotéine basique (Sauveur. 1988).

Tableau 07: Teneur en matière sèche de l'extérieur vers l'intérieur des trois zones du blanc (Sauveur. 1988).

	Teneur en matière sèche (p.100)	Ovo mucine (g/100g de matière sèche)
Blanc liquide externe	11,02	0.25
Blanc épais	12.4	2.13
Blanc liquide interne	13.6	0.27
Chalazes	15.6	

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

III.3. Les membranes coquillières

Elles sont au nombre de deux: une interne et l'autre externe. Elles sont fortement adhérentes l'une à l'autre, sauf au niveau du gros bout de l'œuf où elles s'écartent pour former la chambre à air. Elles sont constituées de fibres protéiques entrecroisées et constituent les barrières de protection contre les agents microbiens tels que les bactéries et les moisissures. (Ngouyamsa. 2007, p .22).

III.4. La chambre à air

Elle n'existe pas au moment de la ponte de l'œuf mais apparaît immédiatement après le refroidissement de l'œuf entraînant une légère contraction de son contenu. Le volume de la chambre à air augmente avec la durée et les conditions de conservation (MUSABIMANA KAGAJU. 2005, cité par Dilmi Samira, p. 22).

III.5. Coquille

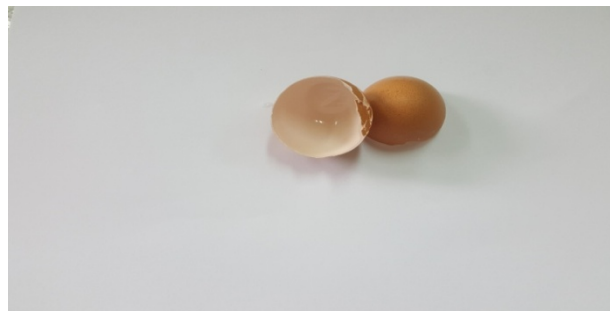


Figure 06: la coquille de l'œuf. (Benbouzid, R et Khamkhoum, R.2021).

Elle est composée d'une trame protéique dans laquelle se développent les cristaux de carbonate de calcium. La coquille représente 10% du poids de l'œuf et son épaisseur est comprise entre 0,3 et 0,4 mm. La coquille est traversée par de nombreux pores dont le nombre important au niveau du gros bout de l'œuf, assure la formation de la chambre à air par le mécanisme des échanges gazeux entre l'albumen et le milieu extérieur de l'œuf (Dilmi Samira, page 22).

Cette trame protéique est synthétisée par l'utérus et comprend deux zones (Arzour. 2006):

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

III.5.1. La couche mamillaire

C'est une juxtaposition de protubérances coniques (mamelons) dont la pointe est constituée de fibres très entremêlées avec celles de la membrane coquillière externe. Ceci permet d'assurer l'adhérence de la coquille à la membrane coquillière externe. Au centre de chaque mamelon se trouve un nodule protéique bien individualisé, le noyau mamillaire, sur lequel débute la calcification (Arzour. 2006).

III.5.2. La couche spongieuse

C'est un réseau de fibres protéiques disposées parallèlement à la surface de l'œuf. La partie minérale de la coquille peut être divisée de la même façon en 04 couches (Arzour. 2006):

- ❖ Le capuchon basal des cristaux: c'est la partie minérale qui entoure le noyau mamillaire. Elle y est accrochée par une association de type "bouton pression" et est la première à se déposer;
- ❖ La couche des cônes cristallins: c'est la partie qui poursuit le capuchon basal vers l'extérieur;
- ❖ La couche palissadique: La calcification se poursuit vers l'extérieur Cette couche présente un développement linéaire parallèle à la surface de l'œuf et se dépose sur les fibres de la couche spongieuse;
- ❖ La couche amorphe: C'est une fine couche minérale qui se dépose à l'extérieur de la couche palissadique. Elle ne possède aucune trame protéique et est formée en partie de phosphate tricalcique. La distribution des noyaux mamillaires engendre des défauts linéaires de Calcification.

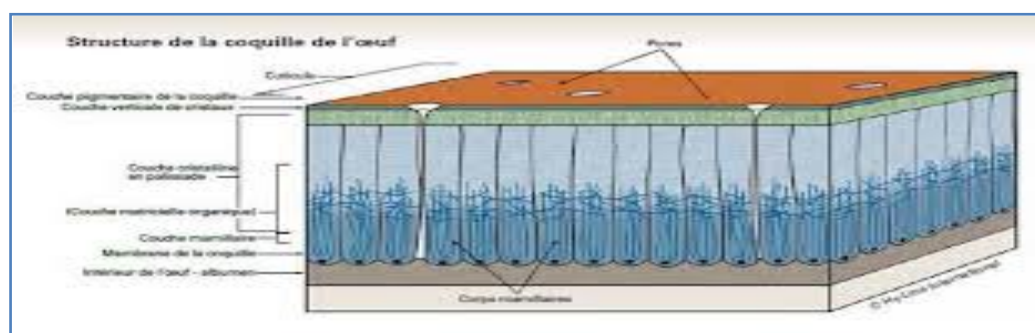


Figure 07: structure de la coquille de l'œuf (<https://poules-club.com/coquille-dun-oeuf-de-poule-composition-fabrication-problemes/>).

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

III .6. Cuticule

C'est une couche brillante de nature protéique d'environ 0,01mm qui recouvre la coquille. Elle empêche la pénétration des agents pathogènes à l'intérieur de l'œuf par obturation des pores de la coquille (Ngouyamza. 2007, p. 22).

IV. Caractéristiques de l'œuf

IV.1. Aspects physiques

IV.1.1. Couleur

La coquille de l'œuf de consommation est soit blanche, soit jaune ou rousse en fonction des souches. On estime qu'environ 60% de la production mondiale des œufs de consommation sont assurés par des souches de poule à coquille colorée (Ngouyamza. 2007, p. 9).

IV.1.2. Forme générale

L'œuf est normalement ovoïde mais il existe toutefois des œufs globuleux et des œufs allongés (Dilmi Samira. 2018, p. 23).

IV.1.3. Dimension

Les dimensions courantes d'un œuf de 60 g sont (MBAO, B.1994, cité par Dilmi Samira. 2018, p. 23):

- ❖ La longueur, qui est la distance entre les deux bouts ou pôles, est en moyenne 5,7 cm avec des extrêmes de 4,7 cm et 6,9 cm;
- ❖ La largeur, qui est la distance au niveau du plus grand diamètre, est de l'ordre de 4,2 cm avec des extrêmes de 3,4 cm et 4,8 cm;
- ❖ La grande circonférence de l'œuf est de 16 cm tandis que la petite est de 13 cm.

IV.1.4. Poids

Le poids moyen d'un œuf de consommation est de 58 g avec des extrêmes de 43 g et 74 g. (ANGRAND, A.1986 cité par Dilmi Samira. 2018, p 23). Il est variable selon la race, l'alimentation, l'âge de la poule, les facteurs pathologiques etc. (Dilmi Samira. 2018, p. 23).

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

IV.1.5. Densité

Elle est estimée pour l'œuf entier à 1,063 environ (Ngouamsa. 2007, p. 10).

Les caractéristiques physiques de l'œuf de consommation sont récapitulées dans le tableau 8.

Tableau 08: Caractéristiques physiques de l'œuf frais (Ngouyamza. 2007, p. 10).

Milieu	Caractéristiques				
	Couleur	Poids (en g)	Densité	pH	Point cryoscopique
Vitellus	± jaune en Fonction du caroténoïde et de la xanthophylle	Environ 18		5,8 à 6,0	-0,57°C
Albumen	Blanchâtres ± teinté en jaune par l'ovo flavine	Environ 33 à 34	1,041 à 1,043	7,2 à 7,6	-0,42 à - 0,43°C
L'œuf Entier		Environ 58	Environ 1,063		

IV.2. Caractéristiques chimiques

L'œuf est un produit très riche en constituants chimiques. Il est composé (Ngouyamsa. 2007, p. 11) :

- ❖ De l'eau (75.7%);
- ❖ Des protéines (14,1%) avec tous les acides aminés essentiels en quantité équilibrée;
- ❖ Des lipides (12,9%) avec un cholestérol à action anti-cholestérolémique;
- ❖ Des glucides (0,5%);
- ❖ Des minéraux (fer, phosphate, soufre, calcium);
- ❖ Et des vitamines avec en particulier les vitamines A, D, E, B2, B12, acide folique et pantothénique.

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

Il faut noter cependant que cette richesse en éléments chimiques est très sensible au mode d'élevage (Ngouyamsa. 2007, p. 11). Les caractéristiques chimiques de l'œuf frais sont récapitulées dans le tableau 9.

Au vu des caractéristiques physico- chimiques de l'œuf, il est nécessaire de voir la place des œufs dans l'alimentation et l'économie (Ngouyamsa. 2007, p. 11).

Tableau 09: Composition chimique de l'œuf frais (Ngouyamsa. 2007, p. 12)

Partie	CONSTITUANTS CHIMIQUES						
	Eau (p.100)	Protéines	Lipides	Vitamines	Minéraux	Enzymes	Glucides
Vitellus	51(de son poids)	Ovovitellin (phospho protéine)	Glycérides Lécithine Cholestérol	A, D et B	Fer	Lipases	Rares environ 0.6 p.100 (glucose)
Albumen	Environ 88	Ovalbumine Conalbumine Avidine Ovomucoïde Ovoglobuline	Néant	B	CO ₂ Bicarbonate Phosphates Cl Na	Lysozyme Protéases Phosphatase Amylase	Rares 0,8 p.100 (glucose)
Coquille	Environ 2	Operphyrine Mucine			CO ₃ PO ₄ Ca Mg		

V. Valeur nutritionnelle de l'œuf

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

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

solution aqueuse de protéines et de sels minéraux mais dépourvue de lipides alors que le jaune contient 78% des calories et tous les lipides. Les vitamines, qu'elles soient liposolubles ou hydrosolubles, sont majoritairement présentes dans le jaune, exception faite de la riboflavine et la niacine (vitamines B2 et B3) que l'on retrouve principalement dans le blanc d'œuf (Nys, Y., Sauveur, B. 2004, p. 386).

V.1. Les protéines

Les protéines sont réparties équitablement entre le blanc et le jaune d'œuf. De plus, leur composition en acides aminés essentiels est parfaitement adaptée aux besoins de l'homme, notamment grâce à une teneur élevée en lysine et acides aminés soufrés. Du fait de cet équilibre parfait, l'organisation mondiale de la santé a choisi l'œuf entier comme source de protéines de référence pour l'enfant (référence 100, donc légèrement supérieure au lait de femme!); pour l'adulte, l'OMS associe les protéines d'œuf et de pomme de terre pour constituer sa protéine de référence (Nys, Y., Sauveur, B. 2004, p. 386-387).

Lorsque l'on prend en compte la digestibilité des protéines de l'œuf entier et tous les lipides de l'œuf (6 g par œuf) sont contenus dans le jaune. Ils sont associés aux protéines dans la proportion de 2/1. Les lipides représentent de 33 à 35% du poids du jaune frais et 65 % de sa matière sèche. Les lipides de l'œuf sont composés pour les deux tiers de triglycérides (65%) mais incluent des phospholipides (31%) et du cholestérol (4%).

La digestibilité des triglycérides est excellente (98%), celle des phospholipides très satisfaisante (90%). Si on le compare à la valeur protéique de quelques aliments tels que le poisson, la viande de bœuf, le lait, la pomme de terre, le riz, le blé, le maïs, c'est l'œuf qui offre le coefficient d'efficacité protéique le plus élevé (voir le tableau 10) (Belgherbia, D., Chouat, H. 2005).

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

Tableau 10: Comparaison à la valeur protéique de quelques aliments (Sauveur, 1988).

Produits	Acides aminés limitant	Valeur biologique	Coefficient d'utilisation Pratique (C.U.D FOIS V.B)
Œuf entire	Néant	96	93
Lait de vache	A.A. soufrés	90	86
Poisson	Méthionine	83	-
Bœuf	A.A. soufrés	76	76
Riz	Lysine	75	70
Blé	Lysine	67	61

Tableau 11: Teneur des protides alimentaires d'origine animale en A aminés (Anonyme).

A Aminés	oeuf	Lait De vache	Lait De femme	Viande		foie	cœur	Rein	Poulet	thon	Sardine
				boeuf	Mouton						
Arginine	6.4	3.5	5	6.4	6.2	6	6.5	6.2	7.1	5.3	5.1
Lysine	7.2	8.1	7.2	8.9	8.8	7.3	8.3	7.1	8.4	8.3	8.5
Tyrosine	4.5	5.5	5.1	3.4	-	4.6	4.4	4.8	4.3	-	-
Phénylamine	6.3	4.6	5.9	4.2	4.3	5.4	4.6	4.8	4.6	3.5	3.7
Méthionine	4.1	2.2	2.0	2.5	2.4	2.2	2.3	2.1	3.2	2.8	2.8
Thréonine	4.9	4.8	4.6	4.5	4.8	4.4	4.6	4.5	-	4.5	4.3
Leucine	9.2	11.8	10.2	7.6	8.1	8.4	7.7	7.9	-	7.2	7.2
Isoleucine	8.0	6.5	7.6	5.7	5.4	5.4	5.4	5.2	-	4.7	4.6
Valine	7.3	6.2	9.9	5.3	5.4	6.5	5.5	6	-	5.4	5.2

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

La digestibilité: Les protéines du blanc d'œuf à l'état cru sont peu digestibles (51%) du fait de l'activité antitrypsique de l'ovomucoïde. Cette activité est détruite à la cuisson qui permet en outre, en provoquant la coagulation des protéines, une stimulation des sécrétions gastriques et pancréatiques: la digestibilité des protéines du blanc cuit est ainsi presque totale 91-94%(Evenepoel *et al*, 1998-1999). A l'inverse, une sur-cuisson du jaune diminue la digestibilité de ses lipoprotéines. Comparées à l'ensemble des protéines animales et végétales, les protéines de l'œuf cuit ont une digestibilité très élevée. (Nys, Y., Sauveur, B. 2004, p. 387).

V.2. Les lipides

Tous les lipides de l'œuf (6g par œuf) sont contenus dans le jaune. Ils sont associés aux protéines dans la proportion de 2/1. Les lipides représentent de 33 à 35% du poids du jaune frais et 65% de sa matière sèche. Les lipides de l'œuf sont composés pour les deux tiers de triglycérides (65%) mais incluent des phospholipides (31%) et du cholestérol (4%). La digestibilité des triglycérides est excellente (98%), celle des phospholipides très satisfaisante (90%) (Nys, Y., Sauveur, B. 2004, p. 387).

Il est donc impossible de modifier la teneur globale du jaune en lipides à travers la teneur en lipides de l'aliment distribué à la poule. . A l'opposé, le profil des acides gras (AG) présents dans les lipides du jaune est très dépendante l'alimentation de la poule (Hermier, 1997): les acides gras mono- (AGI) ou polyinsaturés (AGPI) sont les plus variables, par substitution réciproque tandis que les acides gras saturés (palmitique C16 :0 et stéarique C 18 :0) sont relativement stables. Les poules sont alimentées classiquement avec du blé, du maïs et du tourteau de soja. Dans ces conditions, un tiers environ des AG du jaune sont saturés. L'œuf est donc plutôt riche en AG insaturés par rapport aux autres lipides d'origine animale. Il est une excellente source d'AG indispensables, notamment d'acide linoléique.

Les nouveautés concernent davantage la mise en évidence de l'intérêt des AGI à longues chaînes dans différentes situations physiologiques humaines: développement du système nerveux de l'enfant prématuré (Van Elswyk *et al* 2000, Maki *et al* 2003), prévention de la mort subite induite chez l'homme par l'arythmie ventriculaire (Learf *et al* 2000).

Optimisation de l'acuité visuelle, fonctionnement du système nerveux central (avec la série en n-3), fonction de reproduction, fonction plaquettaire ou activité du système

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

immunitaire (avec la série n-6). Le cholestérol est un nutriment essentiel à l'embryon; il est également un précurseur indispensable des sels biliaires ou des hormones sexuelles et corticoïdiennes chez l'enfant. La teneur élevée en cholestérol de l'œuf (220 mg/œuf; très inférieur cependant à celle des abats animaux tels que cervelles ou rognons) a contribué au déclin de sa consommation en lien avec la suspicion d'un rôle du cholestérol alimentaire dans l'apparition des maladies cardiovasculaires (Nys, Y., Sauveur, B. 2004, p. 388).

Digestibilité: Les lipides du jaune d'œuf ont une digestibilité élevée chez l'homme (de 94 à 96%) grâce à leur état émulsionné. Cette digestibilité est la plus forte pour les triglycérides (98%), fraction la plus riche en acides gras saturés ; elle atteint encore 90% pour les phospholipides. La richesse du jaune d'œuf en acides gras insaturés (2/3 des acides gras totaux) et particulièrement en acide linoléique, est par ailleurs un élément nutritionnel important pour l'homme (Sauveur, B. 1988).

V.3. Les glucides

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

« Du fait de leur faible taux dans l'œuf, ils ne confèrent aucun intérêt alimentaire pour l'homme» (Nys, Y., Sauveur, B. 2004, p. 388).

V.4. Les minéraux

L'œuf est riche en phosphore, fer et soufre, leur contenu dans deux œufs (100g) couvrant respectivement 26 et 18% du besoin journalier de l'homme. L'œuf contient environ 1 mg de fer dont la disponibilité ne serait que de 60% dans l'œuf cuit, du fait de la présence de protéines (phosvitine, ovotransferrine) ayant une forte capacité de liaison du fer (Burley et Vadehra, 1989). La teneur en sodium de l'œuf est faible, surtout dans le jaune qui peut donc être utilisé dans les régimes hyposodés. L'œuf contient un éventail très large d'oligo-éléments, la plupart présents dans le jaune. (Nys, Y., Sauveur, B. 2004, p. 389).

V.5. Les vitamines

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

L'œuf, et notamment son jaune, est un aliment à teneur élevée en vitamines A, D, E, K, et B (tableau 2). La consommation de deux œufs assure 10 à 30% du besoin journalier de l'homme en ces vitamines. En revanche, il ne contient pas de vitamine C (Nys, Y., Sauveur, B. 2004, p. 389).

De tous les aliments usuels, l'œuf est avec le foie et le beurre, la meilleure source de vitamine A à condition que la ration consommée par les poules ait elle-même été enrichie en cette vitamine. Un œuf actuel assure de 10 à 50% du besoin journalier en vitamine A d'un adulte. La situation est assez semblable pour la vitamine D. en outre, un œuf couvre environ 5 à 10% des besoins en vitamine B1, environ 20% de ceux en B2 et acide pantothénique et 100% des besoins en biotine. A titre de comparaison, un œuf équivaut à 200ml de lait pour l'apport de vitamine A et B2, leur est supérieur pour celui en vitamine D, acide pantothénique et biotine et n'est inférieur au lait que pour la fourniture de vitamine C.

La cuisson de l'œuf, prolongée plus de 5 minutes, induit certaines pertes vitaminiques portant essentiellement sur la vitamine A (jusqu'à 30%), la vitamine B1 et surtout l'acide folique (jusqu'à 50%).

V.6. Œuf et diététique humaine

L'œuf est recommandé dans plusieurs régimes spéciaux, déchlorés car il est peu riche en sels (0,15gr par œuf). Acidifiant; le jaune est acidifiant par sa forte teneur en lipides.

Par contre l'œuf est déconseillé et interdit dans les régimes alcalosant, hyper azoté et recalifiant vu sa carence en calcium (Anonyme).

V.6.1. Régime de différentes maladies

L'œuf est indiqué dans le régime des diabétiques sans acidose. Car il est dépourvu d'hydrate de carbone. C'est un excellent aliment pour l'obèse, car il renferme peu de calories, il ne contient pas de purines. C'est une source de protéines de qualité pour les « goutteux »

Il est conseillé pour le traitement des gastrites et des ulcères. Les œufs seront permis très progressivement à cet effet, il est conseillé dans les diarrhées chroniques. Egalement, recommandé dans les néphroses. Par contre les œufs sont à proscrire dans les cas de maigreur.

Chez les eczémateuses affections allergiques diverses, ainsi que chez les urticariens. Ils à

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

proscrire dans les affections hépatobiliaires à chronicité prononcée, déconseillé également dans les cas de néphrites avec rétention azotée.

V.6.2. Intolérances des œufs:

Les intolérances digestives réelles à l'œuf entraînant diarrhées, nausées, parfois vomissements, sont beaucoup plus rares qu'on ne le prétend généralement. Il s'agit généralement d'allergies à ovalbumine sans rapport avec une insuffisance hépatique, quelle qu'elle soit. Il n'y a donc pas de raison de rejeter les œufs de l'alimentation lors des traitements d'hépatites ou de cirrhoses pourvu que les régimes utilisés soient équilibrés.

Des protéines du blanc d'œuf sont à l'origine de la plupart des cas d'allergie à l'œuf mais celles du jaune peuvent également en provoquer. Trois protéines du blanc sont des allergènes majeurs, l'ovalbumine, l'ovotransferrine et surtout l'ovomucoïde. Cette dernière protéine est très stable et conserve ses propriétés allergisantes après cuisson ou après protéolyse partielle. Des lipoprotéines du jaune d'œuf sont également allergènes chez des adultes en contact fréquent avec des oiseaux, mais la fréquence des cas est moindre. L'œuf étant un aliment très utilisé dans les préparations culinaires, la prévention des allergies à l'œuf est délicat à mettre en œuvre. A part l'exclusion de leur consommation, elle passe par des méthodes spécifiques, telle que la désensibilisation et d'autres non spécifiques (pour éviter les réactions défavorables) telles que les traitements antihistaminiques (Anonyme).

L'œuf stimule la décharge de la bile (pouvoir cholécystokinétique). Si ce phénomène est favorable dans les conditions normales puisqu'il favorise la digestion des autres lipides, il peut être quelque fois à l'origine de spasmes chez des sujets sensibles (Sauveur, B. 1988).

Le cholestérol:

Les rapproches adressés au jaune de l'œuf visent principalement la présence assez importante de cholestérol (0,25 à 0,28g / œuf). Plusieurs remarques peuvent être faites à ce sujet.

Lorsque l'ingestion journalière de cholestérol est raisonnable, il n'existe pas de relation directe entre ce taux et celui du cholestérol sanguin.

L'ingestion d'un œuf par jour semble bien se situer en dessous de ce seuil. Grâce à ses

Chapitre I: Anatomie de l'appareil reproducteur femelle, formation et valeur nutritionnelle de l'œuf.

phospholipides et acides gras déssaturés, l'œuf présente des antidotes à une cholestérolémie élevée. On sait, en effet, que celle-ci s'élève moins après ingestion de cholestérol accompagné d'acides gras déssaturés qu'après ingestion de cholestérol isolé.

En conclusion, les connaissances actuelles permettent d'affirmer que la consommation d'œuf ne peut affecter directement les parois artérielles tant qu'elle est limitée raisonnablement et que, au niveau moyen d'un œuf par jour et par personne adultes, les risques sont à peu près inexistantes (Anonyme).

Chapitre II:
procédures d'inspection sanitaire
des œufs de consommation et les
facteurs de variations

I. Méthodes d'estimation de la qualité des œufs de consommations

La qualité des œufs de consommation va dépendre dans un premier temps du poids des volailles atteint à la fin de la période d'élevage, et surtout de l'uniformité du troupeau de pondeuses.

Un élevage de poules pondeuses arrivé en période de maturité sexuelle en même temps va donner des œufs d'une qualité constante.

Ainsi, il est important que l'uniformité individuelle des volailles s'approche du poids moyen du troupeau et il est souhaitable que 80% des poules aient un poids individuel qui ne s'écarte pas du poids moyen du troupeau dans une proportion de 10% (Baaziz, K et El Hadi, A. 2017).

I.1.Modalités de l'inspection

I.1.1. Au niveau des centres d'emballage

Le Vétérinaire officiel, ou son axillaire, doit procéder à des vérifications selon quatre étapes (A, B,C et D)


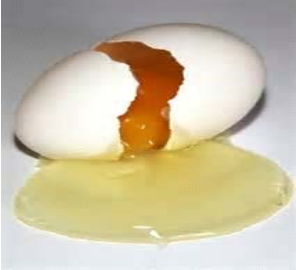


(https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf).

Etape A : elle consiste à des opérations de tri qualitatif pour la recherche des « œufs anormaux » (voir le tableau 12).



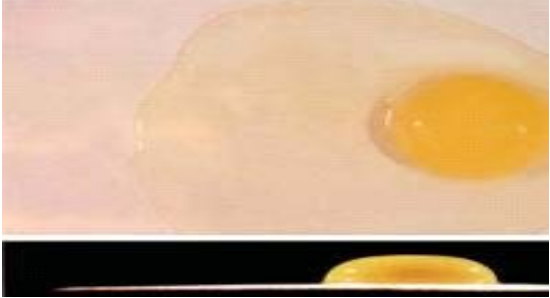


Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Tableau 12: Caractérisation des œufs anormaux

(https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf).

Anomalies	Caractéristiques
Œufs sales	 <p>Trace de sang</p> <p>Traces de sang ou de fientes</p>  <p>Extériorisation du contenu de l'œuf</p>
Œufs fêlés	<p>Micro fissures</p>  <p>Œuf fêlé au mirage</p>
Coquille déformée	 <p>Œuf à coquille ondulée</p>

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

<p>Coquille déformée</p>	 <p>Œuf à coquille molle</p>
	 <p>Œuf à coquille rugueuse</p>
<p>Blanc aqueux</p>	 <p>Liquéfaction du blanc</p>
<p>Jaune taché</p>	 <p>Tache brune</p>
	 <p>Tache de viande</p>

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Etape B: il s'agit des opérations de calibrage. C'est la génétique qui, généralement, détermine le poids d'un œuf. Cependant, on peut dans une certaine mesure agir sur le poids de l'œuf pour répondre aux besoins particuliers du marché. Ainsi, certains éléments de contrôle méritent une attention (Arzour. 2006).

Tableau 13: Calibrage des œufs

(https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf)

Calibre	Code	Poids
Plus petit	BO	Moins de 45 grammes
Petit	PO	45 à 52 grammes
Moyen	MO	53 à 60 grammes
Gros	GO	Plus de 60 grammes

✓ **Le poids à maturité :**

Plus la poule est lourde à la ponte de son premier œuf, plus les œufs seront gros sa vie durant. Afin d'optimiser le poids des œufs, il ne faut jamais stimuler le lot avant que le poids de la poule n'atteigne 1550-1600 g (Arzour. 2006, p. 14).

✓ **La maturation sexuelle**

Le poids moyen de l'œuf augmente lorsqu'on retarde la maturation sexuelle. On peut se servir de l'éclairage pour agir sur la maturation sexuelle, en effet une diminution progressive de l'éclairage durant la croissance retardera le processus de maturité et augmentera en moyenne la grosseur de l'œuf (Arzour. 2006, p.14)

✓ **La nutrition**

Le poids de l'œuf est grandement influencé par la consommation de protéines brutes, d'acides aminés spécifiques tels que la méthionine et la cystine, d'énergie, et des acides gras essentiels tels que l'acide linoléique. On augmentera en conséquent la quantité de ces éléments nutritifs afin d'améliorer le poids des œufs pondus précocement, et en contrepartie, on en diminuera la consommation pour exercer un contrôle sur les œufs pondus tardivement (Arzour. 2006, p. 14-15).

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Dans le commerce, les œufs de poule sont répartis en catégories de poids et par conséquent de taille:

Tableau 14: les différentes catégories des œufs de poule (Arzour. 2006, p. 15).

Catégorie	Poids
A+	> 70 grammes
A	65 - 70 grammes
B	60 - 65 grammes
C	55 -60 grammes
D	< 55 grammes

Seules les trois catégories supérieures sont généralement proposées au consommateur. Les deux dernières sont utilisées par l'industrie alimentaire (biscuiteries, plats préparés, ...). Les œufs de la catégorie A ou frais doivent présenter les particularités suivantes (Protais, J. 1988):

- ❖ Avoir une chambre à air immobile dont la hauteur ne dépasse pas 6mm (les œufs extra frais A+ présentent une chambre à air dont la hauteur est inférieure à 04mm);
- ❖ Répondre à un certain nombre de caractères concernant la coquille, la cuticule, le blanc, le jaune et le germe;
- ❖ Ne pas avoir subi aucun nettoyage avec un procédé sec ou humide;
- ❖ Ne pas avoir subi aucun traitement de conservation;
- ❖ Ne pas avoir été stockés à une température d'au moins 08°C, ils peuvent être maintenus à une température moindre si la durée du séjour ne dépasse pas les 03 jours.

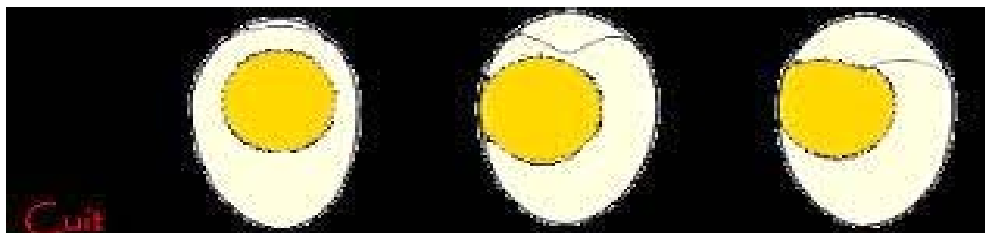
Etape C: elle est composée des opérations de classement en catégories de fraîcheur (https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf). :

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Tableau 15: Catégories de fraîcheur des œufs de consommation

(https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf).

Catégorie	« Extra-frais »	« Frais »	« B »
Chambre à air	≤ 4 mm immobile	≤ 6 mm immobile	> 6 mm
Blanc d'œuf	Clair limpide gélatineux sans corps étranger	Clair limpide gélatineux sans corps étranger	Clair limpide gélatineux sans corps étranger
Jaune d'œuf	Sans contour apparent au mirage, sans corps étranger, centré	Sans contour apparent au mirage, sans corps étranger, centré	Visible au mirage sous forme d'ombre, sans corps étranger



Etape D: elle suit des modalités de conditionnement et d'entreposage des œufs emballés:

I.1.2. Au stade de la vente: Le Vétérinaire officiel, ou son axillaire, doit vérifier (https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf).



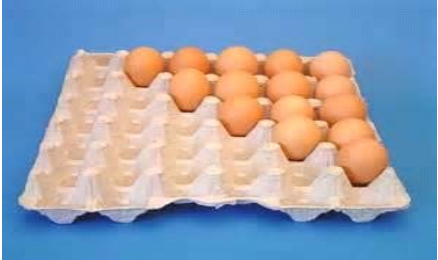
- La conformité des modalités d'emballage et d'étiquetage, conformément aux exigences spécifiées dans le tableau 16.
- L'absence d'anomalies éventuelles sur les œufs tels qu'elles ont été répertoriées dans le tableau 12.

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Conditions de conservation selon qu'il s'agisse d'œufs frais ou d'œufs réfrigérés, conformément aux exigences spécifiées dans le tableau 16.

Tableau 16: Conditionnement Etiquetage Entreposage

(https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf).

Critères	Exigences
Conditionnement	<p style="text-align: center;">Alvéoles</p> <div style="text-align: center;">  <p>6 œufs</p>  <p>12 œufs</p>  <p>30 œufs</p> </div>
Etiquetage	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Code du centre d'emballage <ul style="list-style-type: none"> ➤ Calibre ➤ Catégorie de fraîcheur <ul style="list-style-type: none"> ➤ Date de ponte ➤ Date d'emballage
Conservation	<p>Œufs frais : 5°C à 20°C (maximum 28 jours)</p>

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

I.1.3. Le mirage

Les œufs sont classés et commercialisés en fonction de leur qualité au mirage d'une part, et de leur poids d'autre part (Protais, J. 1988).

Le mirage permet d'observer :

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

Durant cette manipulation, les œufs présentant des coquilles fêlées, tachées de sang ou de déjections seront déclassés ou écartés et destinés aux casseries (Protais, J. 1988).



Figure 08: mirage des œufs (; <http://pradine-alain.e-monsite.com/pages/conseils-d-elevage/mirage-des-oeufs.html>)

I.1.4. Estimation de la qualité de la coquille

Quatre paramètres permettent d'apprécier la qualité de la coquille, ce sont la propreté, la couleur, la solidité et la forme (Protais, J. 1988):

- ❖ La propreté est mesurée par le pourcentage d'œufs sales c'est à dire présentant des souillures d'origine intestinale (fèces), génitale (taches de sang) ou poussières.
- ❖ La couleur de la coquille est appréciée au gros bout de l'œuf à l'aide d'un réflectomètre.
- ❖ La forme de la coquille est représentée par un indice de forme qui correspond au rapport (largeur/longueur) $\times 100$, il varie entre 65 pour un œuf allongé et 82 pour un œuf arrondi.

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

- ❖ La solidité de la coquille peut être appréciée soit en exerçant une force ne provoquant pas la rupture de la coquille (méthode indirecte), soit en exerçant une force entraînant la fracture de la coquille (méthode directe).

Les méthodes non destructives sont les plus employées, mais dans les 02 cas on cherche à évaluer le taux de casse des œufs (Hamilton, 1982 cité par Protais, J. 1988).

I.1.5. Estimation de la qualité de l'albumen

La qualité de l'albumine est en général estimée par les unités Haugh qui traduisent la relation existant entre l'albumine dense et la qualité du blanc Le pH de l'albumine se situant entre 7.8 et 8.2 le lendemain de la ponte, il croit avec le vieillissement de l'œuf (Haugh. 1937 cité par Protais, J. 1988).

I.1.6. Estimation de la qualité du vitellus

La coloration du vitellus est appréciée à l'aide d'un éventail colorimétrique dont les valeurs s'échelonnent entre 6 (jaune clair) et 13 (jaune orangé). L'index vitellinique correspond au rapport (hauteur du vitellus/ largeur du vitellus), il est situé entre 40 et 45 pour un œuf frais (Protais, J. 1988).

I.1.7. Estimation des inclusions

Les inclusions peuvent être observées durant le mirage, mais celui-ci ne permet pas d'apprécier le pourcentage des grosses taches, la casse des œufs est donc obligatoire dans ce cas (Protais, J. 1988).

I.2. Décisions du Vétérinaire officiel

Ne peuvent être remis à la consommation humaine directe, les œufs: (https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf).

- ❖ Présentant des anomalies externes ou internes;
- ❖ Qui ne sont pas conformes aux catégories de poids et de fraîcheur;
- ❖ Qui ne sont pas conformes aux normes d'emballage et d'étiquetage.

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Les œufs interdits à la vente sont saisis et détruits selon la procédure TRACABILITE – NOTIFICATION ET RETRAIT – SAISIE.

Toutefois, dans certains cas (manque de fraîcheur, défaut de calibrage de poids, défaut d'étiquetage,...) les lots en question peuvent être destinés à l'industrie de transformation en ovoproduits.

II. Contrôle des conditions de transport

II.1. Dispositions réglementaires

Décision fixant les modalités d'agrément sanitaire des véhicules destinés au transport des denrées alimentaires d'origine animale.

(https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf).

II.2 Modalités du contrôle

Le vétérinaire Officiel doit s'assurer que les véhicules destinés au transport des œufs sont conformes aux règles d'hygiène fixées par la réglementation en vigueur. A cet effet, le Vétérinaire Officiel doit vérifier que:

- ✓ Les véhicules sont agréés pour le transport des œufs frais ou réfrigérés.
- ✓ Les parois internes des véhicules de transport sont propres, lisses, faciles à nettoyer et à désinfecter.
- ✓ Les véhicules sont régulièrement nettoyés et désinfectés et ne sont utilisés que pour le transport exclusif des œufs.
- ✓ Les véhicules de transport sont équipés de dispositifs permettant d'assurer le maintien d'une température à l'intérieur du véhicule de +4 °C (+/- 2°C) pour les œufs réfrigérés.

II.3. Sanctions

Le véhicule de transport doit disposer d'une « Attestation de conformité » conformément à la réglementation en vigueur. Lorsque le véhicule n'est pas agréé ou lorsque les conditions d'hygiène ou de conservation font défaut, le vétérinaire officiel interdira le transport des œufs et peut saisir les autorités compétentes concernées pour un retrait du permis de transport.

Les services vétérinaires peuvent agréer, à titre transitoire, pour le transport en ville des œufs en véhicules isothermes, si la durée du transport ne dépasse pas deux (2) heures.

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

III. Facteurs de variation de la composition de l'œuf

Dans leur remarquable ouvrage, Jacquet et Adrian (1954) classaient les constituants de l'œuf en deux grands groupes:

- ✓ Ceux qui sont peu ou pas variables: les teneurs en eau, en protéines, en acides aminés, en lipides totaux, en macro minéraux sont remarquablement fixes, ce sont des éléments constants dépendants des conditions d'élevage et surtout de l'alimentation.
- ✓ Ceux qui varient avec la nature des aliments ingérés ce sont les oligoéléments minéraux et vitaminiques et les acides gras des lipides, il existe de nombreux facteurs qui influencent sur la composition de l'œuf entraînant des troubles de cette dernière.

III.1. Effets de l'âge de la poule

L'âge des pondeuses constitue le principal facteur influençant la qualité initiale de l'œuf qui tend à se dégrader au cours de la ponte et surtout après le 9^{ème} mois de production (Lahellec C, 1965; Protais, Bougon, 1985 cités par Protais J, 1988). On observe l'apparition de coquilles de plus en plus fragiles ainsi que l'augmentation de la fréquence des inclusions.

Les résultats de plus de 10 expériences ont démontré que lorsque la poule vieillit le poids de l'œuf augmente, cet accroissement se traduisant par une augmentation de la part relative du jaune et une diminution de celle du blanc (Fletcher, DL *et al*, 1983 cité par Sauveur, B. 1988).

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Tableau 17: Evolution de quelques critères de qualité avec l'âge des poules pondeuses (Protais, J. Bougon, M. 1985 cités par Protais, J. 1988).

Critères étudiés	Age en semaines						
	25	32	44	51	57	61	68
Poids de l'œuf (g)	52.8	58.5	62.9	63.9	64.5	65.0	65.8
Unités Haugh	90.7	85.1	73.4	70.8	73.2	70.1	66.7
% des inclusions	37.5	32.6	27.6	34.0	37.8	42.4	61.1
Déformations de la coquille	22.1	22.5	22.0	23.5	24.0	23.3	28.0
% de coquille	9.94	9.74	9.66	9.52	9.53	9.48	9.18
% d'œufs fêlés	1.76	2.84	2.35	3.47	5.51	5.49	25.33
% d'œufs sales	1.18	1.70	0.59	0.69	0	4.64	5.68
% du vitellus	23.03	25.90	27.54	27.85	28.59	28.16	/
% d'albumen	67.03	64.34	62.83	62.62	61.87	62.35	/

III.2. Effet de l'origine génétique des animaux et de la sélection

Une sélection visant à augmenter le nombre d'œufs va se traduire par une légère diminution de la part du jaune et une légère augmentation de celle du blanc (Washburn, KW. 1979 cité par (Sauveur, B. 1988):

Tableau 18: Effets de la sélection sur la composition de l'œuf (Akbar *et al*, 1983 cités par (Sauveur, B. 1988)

	Poids de l'œuf (g)	Part de chaque Constituant (p.100)			Teneurs en extrait sec (p.100)		
		jaune	blanc	Coquille	Jaune	Blanc	Jaune + blanc
Lignées témoins anciennes	59,8	30,1	60,7	9,13	52,1	11,4	24,8
Lignées sélectionnées sur la ponte.....	60,4	28,2	62,6	9,23	52,0	11,6	24,1

- L'œuf de souches anciennes d'un poids relativement faible contient plus de jaune que les œufs plus lourds de souches modernes.
- Une sélection ne visant qu'à augmenter le poids de l'œuf sans en compte les parts de ses constituants risquerait donc de conduire à l'obtention d'œuf plus gros contenant moins de jaune et plus de blanc.

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

- Le contrôle génétique de la composition de l'œuf s'exerce aussi mais de façon visible au niveau moléculaires. La manifestation la plus connue est le polymorphisme des protéines qui due à la substitution de un ou plusieurs acides aminés de la chaîne protéique.
- Toutes sélection visant à abaisser la teneur en cholestérol s'est avéré inefficace, les œufs de lignées araucana ont une teneur en cholestérol élevé que ceux de lignée commerciale usuelle.
- Les œufs à coquille colorée contenaient plus de jaune que ceux à coquille blanche.
- Enfin l'effet génétique est relatif aux odeurs anormales émanant de certains œufs (Anonyme).

III.3. Effet de la saison et de la température

Les effets saisonniers sont difficilement différenciables de ceux dus à l'âge des animaux lorsque le poids de l'œuf diminue on pense à une température supérieure à 28-30°C cette réduction porte sur tout les compartiments de l'œuf et seul le pourcentage finale de la coquille est réellement réduit.

III.4. Effet des techniques d'élevage

Le choix de l'Age de l'entrée en ponte est déterminant pour la qualité future des œufs, cet Age est déterminé génétiquement à 18 semaines et implique un poids minimum de 1500 g, un poids inférieur des poulettes à l'entrée en ponte donnera des œufs plus petits que la normale et un poids supérieur (une entrée en ponte tardive) donnera des œufs plus gros mais en nombre moins important (Elmascri. 2018, p. 22).

Certaines recherches ont démontré clairement qu'une entrée en ponte trop précoce va provoquer une diminution de la qualité des œufs se traduisant par une diminution des unités Haugh, un accroissement du nombre de taches de sang et une augmentation du nombre d'œufs fêlés (Protais, J. 1988).

La densité importante des cages conduit à une réduction du poids des œufs (la poule ne pouvant plus se nourrir correctement), un accroissement du taux de mortalité et une dégradation de la qualité de l'œuf (augmentation du nombre d'œufs fêlés, sales) Lorsque la température augmente, la poule diminue sa consommation d'aliment et par conséquent celle du calcium, mais elle augmente son rythme respiratoire et sa consommation en eau, il s'en

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

suivra une baisse de poids des œufs due à une dégradation de la qualité de la coquille et de l'albumen (Protais, J. 1988).

L'emploi de programme lumineux fractionnés semble agir favorablement sur la qualité de la coquille : coloration plus importante, déformations plus faibles, réduction du nombre d'œufs déclassés (Sauveur et Picard, 1987 cités par Sauveur. 1988).

De plus, la production des œufs est étroitement liée aux changements d'éclairages quotidiens auxquels les poules sont exposées, donc, un programme lumineux approprié peut agir favorablement sur le nombre et la grosseur des œufs, ainsi que sur le taux de viabilité des poules et leur rendement, pour cela, certaines règles de base de l'éclairage doivent être respectées:

Eclairer les poussins 24h/24h pendant les 02 premiers jours d'âge, de 02 jours à 03 semaines réduire l'éclairage d'une demi-heure par jour jusqu'à atteindre 15 heures.

Une intensité de 05 lux, de 03 à 18 semaines maintenir un éclairage quotidien constant de 10 à 12 heures, à 18 semaines éclairer les poules au moins pendant 13 heures par jour puis augmenter l'éclairage de 15 à 30 minutes par semaine jusqu'à atteindre 16 heures par jour, idéalement, cette durée d'éclairage devrait se poursuivre jusqu'au pic, et l'intensité devrait aussi être augmentée de 10 à 20 lux (Elmascri. 2018, p. 22).

Plusieurs types d'éclairage par intermittence ont été essayés, le plus courant consiste à faire alterner 15 minutes d'éclairage et 45 minutes d'obscurité (15é/45o) à chaque heure d'éclairage prévu de la journée en commençant progressivement par 45é/15o la première semaine, puis 30é/30o la semaine suivante pour enfin atteindre 15é/45o, ce système d'éclairage a été utilisé avec succès puisqu'il a permis une amélioration de la solidité de la coquille, une réduction de la morbidité et de la mortalité résultant du stress causé par la chaleur, et une réduction du cannibalisme et des frictions entre les pondeuses (Elmascri. 2018, p. 23).

Il est très importante de faire muer les poules vers l'Age de 65 semaines car après 60 semaines d'Age, la qualité de la coquille et de l'albumen se dégradent rapidement mais cette qualité est heureusement restaurée en seconde ponte et reste acceptable au moins pendant 20 semaines (Decuypere, E, Huyghebaert, G et Verheyen, G.1987 cités par Protais. 1988).

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Les mauvaises conditions sanitaires et les maladies qui en découlent influent énormément sur la qualité de l'œuf ; les effets de la bronchite infectieuse sont bien connus: diminution de la pigmentation et de la solidité de la coquille, liquéfaction importante de l'albumen, augmentation du pourcentage des inclusions et du pourcentage d'œufs à coquilles déformées (Protais, J. 1982 cité par Protais, J.1988).

Lorsque la coquille n'est plus intacte elle va permettre la pénétration de plusieurs bactéries notamment les *Escherichia Coli* et les *Salmonelles* (Spackman, D. 1987 cité par Protais. 1988).

III.5. Effets du mode d'élevage

Une dizaine d'études effectuées entre 1975 et 1985 en Europe ont démontré que le mode de production n'affecte pratiquement pas la composition de l'œuf, les œufs fermiers peuvent avoir des caractéristiques organoleptiques variables mais pas forcément meilleures, en plus ce sont eux qui présentent la qualité bactériologique la moins bonne (Sauveur, B. 1988).

III.6. Effets de l'alimentation des poules pondeuses

Grâce à l'apport de calcium qu'elle procure, il est évident que l'alimentation influe directement sur la qualité de la coquille (Elmascri. 2018, p. 23).

Pour obtenir des œufs plus gros, on peut augmenter la ration en protéines/poule présente en rapport avec la consommation de méthionine + cystine et d'énergie (Elmascri. 2018, p. 23).

Il est conseillé de distribuer 4g de calcium par poule et par jour en plus du carbonate de calcium incorporé dans l'aliment, cette distribution s'avère être d'autant plus efficace lorsqu'elle est effectuée le soir permettant à la poule de consommer du calcium indépendamment des autres aliments (Bougon *et al*, 1986 cités par Protais, J. 1988)

La nature de l'aliment fournit aux volailles et surtout sa composition vont influencer directement sur la qualité de l'œuf, voici quelques exemples:

- Un abaissement du taux protéidique alimentaire va entraîner une réduction du poids de l'œuf portant d'avantage sur le blanc (Sauveur, B. 1988).

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

- Un régime déficient en lipides et notamment en acide linoléique peut faire diminuer le poids de l'œuf de 10g, les besoins de la poule sont couverts par un apport quotidien de 01g (Sauveur, B. 1988).
- L'incorporation de sucre en substitution d'amidon permet d'augmenter significativement le poids du jaune (Sauveur, B. 1988).
- La supplémentation des régimes en magnésium, manganèse, zinc, iode, sélénium peut augmenter la teneur du blanc en ces éléments alors que la teneur en fer est plus stable (Sauveur, B. 1988).
- La teneur en pigments du régime alimentaire contrôle directement la coloration du vitellus, et en fonction de la préférence des consommateurs le degré de pigmentation peut être choisi en fonction de la quantité mais aussi de la nature des caroténoïdes choisis (Protais, J. 1988).
- Les vitamines subissent beaucoup de variations au niveau de l'œuf, elles concernent aussi bien les vitamines hydrosolubles, que les vitamines liposolubles.
- Le transfert de certaines vitamines (A et B) à l'œuf semble être légèrement augmenté par l'utilisation de certains antibiotiques (Bacitracine et Flavomycine), à l'opposé il est réduit en présence de grandes quantités de pigments (Naber, E.C. 1979 cité par Sauveur, B. 1988).
- Un régime hyper calorique (+ de 315 k cal) va entraîner une augmentation du poids des poulettes, la quantité d'œufs pondus (1.3 œuf pour une saison de ponte) et un coût nettement supérieur, par contre pour un régime faible en calories (- de 315 k cal), la poule va être difficile à vendre car trop légère, et la quantité d'œufs produits va diminuer (Elmascri. 2018, p. 24).

Les besoins de la poule en nutriments sont exprimés dans les tableaux 19 et 20.

Tableau 19: Besoins journaliers en production par poule (Kaoueche, A et Kaoueche, M. 2015, p. 20).

	32 sem	32-44 sem	44-55 sem	55 sem +
- Protéines, g/poule	18.0	17.50	17.0	16.0
- Méthionine, mg/poule	460	460	440	420
- Méthionine+cystine, mg/poule	760	760	725	690
- Lysine, mg/poule	930	910	880	860
- Tryptophane, mg/poule	190	185	180	170
- Calcium, g/poule	3.9-4.1	4.0-4.2	4.1-4.3	4.2-4.4
- Phosphore (total), g/poule	0.70	0.66	0.61	0.56
- Phosphore (dispo), g/poule	0.44	0.41	0.38	0.34
- Sodium, mg/poule	180	180	180	180
- Chlorure, mg/poule	170	170	170	170

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

Tableau 20 : Besoins de la poule en minéraux et vitamines (Kaoueche, A et Kaoueche, M. 2015, p. 20).

	Période d'élevage	Période de ponte
-Minéraux ajoutés par tonne :	1.000 g	1.000 g
§ Manganèse (g)	66	66
§ Zinc (g)	66	66
§ Fer (g)	33	33
§ Cuivre (g)	4.4	8.8
§ Iode (g)	0.9	0.9
§ Sélénium (g)	0.3	0.3
-Vitamines ajoutées par tonne :		
§ Vitamine A (IU)	8.800000	7.700000
§ Vitamine D3 (IU)	3.300000	3.300000
§ Vitamine E (IU)	6.600	6.600
§ Vitamine K (mg)	550	550
§ Riboflavine (g)	4.4	4.4
§ Vitamine B12 (mg)	8.8	8.8
§ Acide panthoténique (g)	5.5	5.5
§ Acide folique (mg)	220	110
§ Biotine (mg)	+	+
§ Niacine (g)	27.5	22
§ Choline (g)	275	275

+ : Avec une alimentation à base de maïs, on ne devrait pas utiliser de biotine dans la ration des poules pondeuses (Kaoueche, A et Kaoueche, M. 2015, p. 20).

III.7. Effets de la productivité des pondeuses

Une étude a démontré qu'en présence du lot le plus productif de la même lignée, on constate que la qualité de la coquille est réduite, par contre la qualité de l'albumen mesurée en unités.

Haugh est améliorée ce qui confère à l'œuf un pouvoir moussant plus stable (Bougon *et al*, 1981 cités par Protais, J. 1988).

Chapitre II: procédures d'inspection sanitaire des œufs de consommation et les facteurs de variations

III.8. Les résidus de l'œuf

Ce sont les résidus d'antibiotiques qui vont poser problème, il faut distinguer :

- Les antibiotiques qui sont utilisés en additif alimentaire comme facteurs d'efficacité, ceux-ci traversent peu ou pas la barrière intestinale donc on ne peut les trouver dans les œufs (Kaoueche, A et Kaoueche, M. 2015, p. 21).
- Les antibiotiques qui sont utilisés dans un but curatif, leur passage dans l'œuf peut être non négligeable mais en raison de leur demi-vie courte (1 jour à 1 jour et demi) ils devraient cesser d'apparaître rapidement après la fin du traitement (Kaoueche, A et Kaoueche, M. 2015, p. 21).
- Le problème de résidus est également lié à la présence de pesticides ou insecticides qui peuvent dégrader la qualité de la coquille, des études ont démontré un taux de contamination qui avoisinerait les 90%, heureusement les doses rencontrées n'ont jamais dépassé les taux fixés par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) (Spackman. 1987 cité par Protais, J.1988)
- Les résidus de coccidiostatiques vont également poser problème, en effet une contamination croisée accidentelle lors de la préparation de la nourriture, peut être à l'origine de résidus dans les œufs (Huyghebaert, G *et al*, 2005).

Chapitre III:

Matériels et méthodes

Matériels et méthodes

Notre travail a été effectué au sein du laboratoire de recherche de l'université ABBES LAGHROUR de KHENCHELA. Ce travail s'inscrit dans le cadre d'obtention du Diplôme Master en biochimie appliquée. L'objectif de ce travail est d'étudier l'état de fraîcheur des œufs de consommation par des méthodes classiques (le poids, la densité, test visuel des milieux internes et test de la coquille) et la mesure du pH.

I. Matériels

I.1. Matériel biologique

Nous avons utilisé 30 œufs, livrés en plateau de 30 œufs. Ces œufs étaient pondus le deuxième jour, autrement dit pondus dans les 48 heures précédant la livraison. Ces œufs sont de type rouge.

Les œufs ont été par la suite groupés en trois lots:

- Le premier lot a été entreposé dans les conditions naturelles, c'est-à-dire à température ambiante, salle du labo 2 avec des fenêtres ouvertes, nous avons symbolisé par la lettre A.
- Le deuxième lot a été entreposé à l'air libre, nous avons symbolisé par la lettre C.
- Le troisième lot a été entreposé dans un réfrigérateur placé dans une salle de laboratoire (labo 5), nous avons symbolisé par la lettre B.



Figure 09: les œufs utilisés comme matériel biologique.

A côté de ce matériel biologique, nous avons utilisé du matériel technique

I.2. Matériel technique

Pour nos différentes observations et mesures, notre matériel technique était réparti en :

- Matériel de pesée constitué par une balance électrique de précision 0,01 grammes, avec un verre de montre.



Figure 10: balance électrique.

- Matériel de densimétrie constitué un bécher (400 ml), dont un contenant de l'eau de robinet.
- Matériel de cassage constitué par un couteau et une feuille blanche pour la réception des milieux internes de l'œuf.
- Matériel de mesure du pH constitué par un pH-mètre de marque HANNA.



Figure 11: pH mètre.

- Matériel de réfrigération constitué par un réfrigérateur.
- Verreries: des béchers 25 ml, 50 ml.
- Spatule.
- L'eau distillée.

II. Méthodes

Nous avons mené notre étude entre le 18/05/2021 et le 08/06/2021 Nos expérimentations ont été effectuées. Tous nos travaux se sont déroulés au laboratoire de El Hamma. Afin de bien mener notre travail, nous avons relevés la température, procéder ensuite à un examen de l'œuf avant cassage et terminer par un examen de l'œuf après cassage.

II.1. Relevés de la température

Tous les jours d'expérimentation, nous avons relevé la température de la salle d'une part (entre 24c° et 28c° à la journée et entre 10c° et 12c° à la nuit), du réfrigérateur d'autre part (toujours 7c°), et pour le 3^{ème} cas nous avons pris de la météo les températures enregistrées lors de nos expériences.

Tableau 21: la température durant les jours d'expérimentation.

Jour	2	4	7	9	11	14	16	18	21	23
T° max	36	26	36	36	30	31	31	30	35	32
T° min	14	11	20	16	10	17	12	16	16	11

II.2. Test avant cassage de l'œuf

L'examen de l'œuf avant cassage consistait en un examen visuel de la coquille, la pesée, et enfin la densité.

II.2.1. Test visuel de la coquille

Nous avons analysé individuellement chaque œuf, et la cible de cet examen visuel était de voir l'intégrité de la coquille.

Nous avons trouvés que tous les œufs ont une coquille saine et dure.

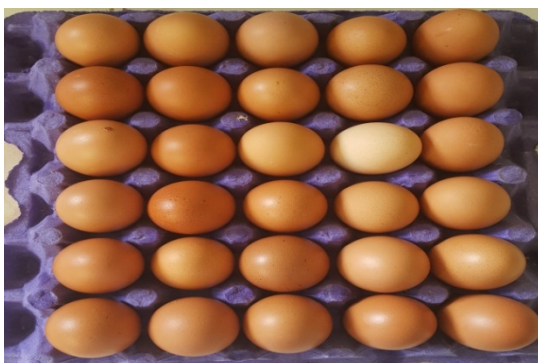


Figure 12: Test visuel de la coquille pour tous les œufs.

II.2.2. Pesée de l'œuf

On pèse tous les œufs. Ces pesées ont été effectuées dans le but de suivre l'évolution du poids en fonction des méthodes de conservation.

Tableau 22: poids des œufs utilisés dans notre partie expérimentale.

poids	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	64.071	63.896	63.120	58.072	54.570	59.583	56.804	57.366	60.001	58.429
B	60.333	56.378	58.602	54.163	48.626	52.206	53.699	54.539	49.662	53.747
C	61.856	61.175	61.413	61.847	61.325	58.441	59.350	56.868	50.096	56.927

II.2.3. Densité

Le dernier examen des œufs avant cassage consistait à examiner la densité des œufs dans l'eau de robinet. La densité d'un œuf frais pondu étant légèrement supérieure à 1, celui-ci ne flotte pas dans l'eau de robinet.

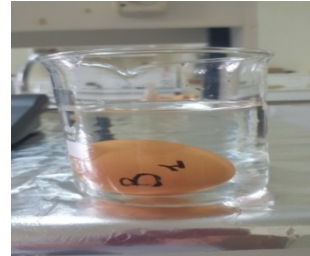
Un œuf frais adopte une position horizontale au fond du béccher dans l'eau de robinet. Le vieillissement de l'œuf s'accompagne d'une augmentation du volume de la chambre à air, ce qui implique une diminution de la densité de l'œuf.

Ainsi, l'œuf connaît des changements progressifs de positions dans l'eau de robinet jusqu'à flotter totalement.

Nous avons testés tous les œufs, aucun œuf ne flotte.



1. On pèse l'œuf.



2. On teste la densité de l'œuf.



3. Test visuel (coté extérieur) de la coquille et on casse l'œuf (coté intérieur).

Figure 13: Tests avant cassage de l'œuf.

II.3 Test après cassage de l'œuf

L'examen après cassage consistait en un examen visuel des milieux internes de l'œuf et des mesures de pH.

II.3.1. Test visuel des milieux internes de l'œuf

Le contenu de l'œuf était ensuite versé sur une feuille blanche, puis examiné. L'examen visuel consistait à observer la couleur, la forme, ainsi que la présence ou non d'éventuels corps étrangers, pour chaque milieu interne de l'œuf. Ceci était complété par l'examen de l'odeur.

II.3.2. Mesure du pH

Un pH-mètre nous a permis de mesurer le pH du vitellus, de l'albumen et du mélange de chaque œuf. La mesure du pH se fait en allumant le pH-mètre, et en plongeant sa sonde dans le milieu à examiner.

La valeur exacte du pH est celle qui reste stable au niveau de l'écran. Après chaque mesure, l'appareil était rincé, nettoyé et éteint. La mesure du pH permet de suivre les modifications chimiques à l'intérieur de l'œuf.

L'œuf frais :

- l'albumine a un ph de 7 à 9, en vieillissant l'œuf va avoir un ph supérieur de 9.
- le vitellus a un ph de 6,4 à 6,7, en vieillissant l'œuf va avoir un ph supérieur de 6,8.
- le mélange a un ph de 7,1 à 7,9, en vieillissant l'œuf va avoir un ph supérieur de 8.



1. On verse le contenu et on l'observe.

2. On mesure le pH de l'albumine.



3. On mesure le pH du vitellus.

4. On mesure le pH du mélange.

Figure 14: Tests après le cassage pour chaque œuf.

II.4. Analyses statistiques

Les données des tests ont été saisies sur le tableur Excel.

Chapitre IV:

Résultats et discussion

Résultats et discussion

I. Examen avant cassage de l'œuf

I.1. Examen visuel de la coquille

Nous n'avons obtenu aucun œuf avec défaut d'intégrité. L'examen visuel de l'intégrité de la coquille a montré qu'il n'y a pas d'influence du moyen de stockage des œufs sur celui-ci.

En effet, les œufs fêlés l'ont été à cause des secousses antérieures au stockage. Ces secousses peuvent avoir comme source le ramassage au niveau du poulailler, le transport. Nos œufs sont moins fêlés car ils n'ont pas subi les mêmes secousses.

I.2. Pesée de l'œuf

Nous avons obtenus les résultats suivants:

Tableau 23: poids des œufs durant la période d'expérimentation.

poids	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	63.366	62.038	55.950	52.334	56.920	53.018	53.460	55.394	52.662
B	56.343	58.549	54.07	48.361	51.864	53.323	53.991	49.048	53.037
C	60.774	60.267	59.327	58.338	54.028	55.805	53.024	44.133	50.106

Tableau 24: la différence du poids des œufs avant et durant l'expérimentation.

jour	4	7	9	11	14	16	18	21	23
A	0.53	1.082	2.122	2.236	2.663	3.786	3.906	4.607	5.567
B	0.035	0.053	0.093	0.265	0.342	0.376	0.568	0.614	0.710
C	0.401	1.146	2.52	2.987	4	3.545	3.842	5.963	6.821

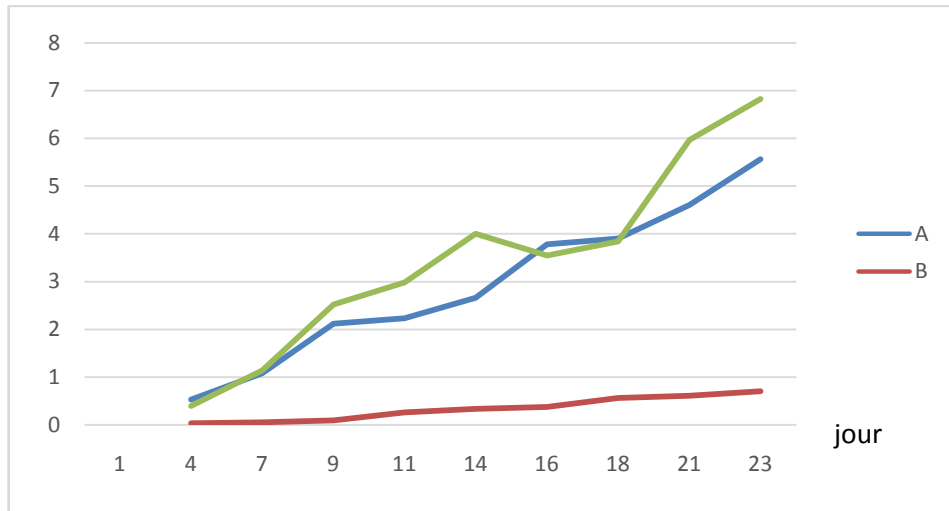


Figure 15: Evolution de la différence du poids des œufs avant et durant l’expérimentation.

La pesée a permis d’apprécier l’évolution du poids des œufs tout au long du stockage, en fonction des conditions d’entreposage. Il a été constaté que les œufs à l’air libre aussi les œufs à température ambiante connaissent une perte de poids progressive et remarquable, contrairement aux œufs réfrigérés leur poids est resté presque stable.

Le stockage à l’air libre et à température ambiante permet les échanges avec le milieu extérieur, donc la perte de poids par évaporation.

Les réactions intervenant lors des échanges entre l’œuf et le milieu extérieur sont en effet ralenties par les faibles températures.

I.3. Densimétrie

Nos résultats concernant la densimétrie des œufs durant les 23 jours d’expérimentation.

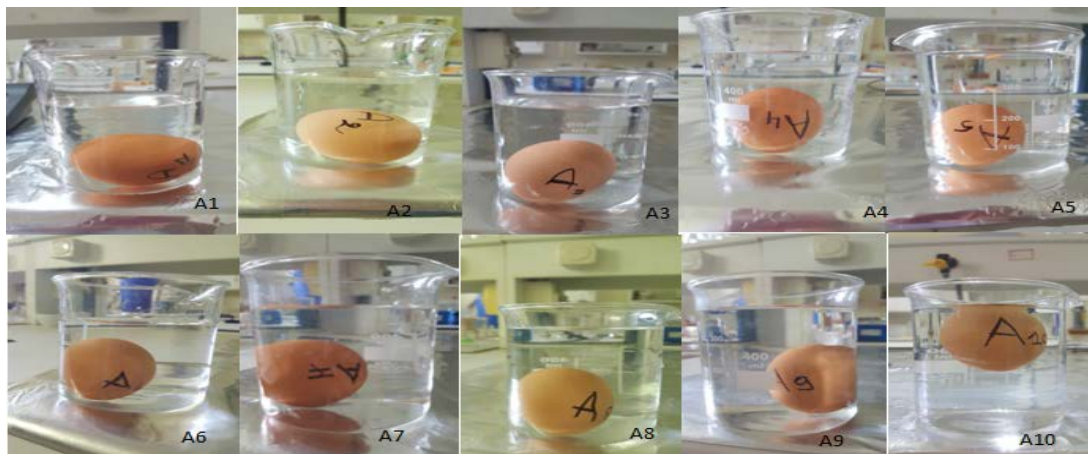


Figure 16: test de la densité des œufs à température ambiante (lot A).



Figure 17: test de la densité des œufs réfrigérés (lot B).

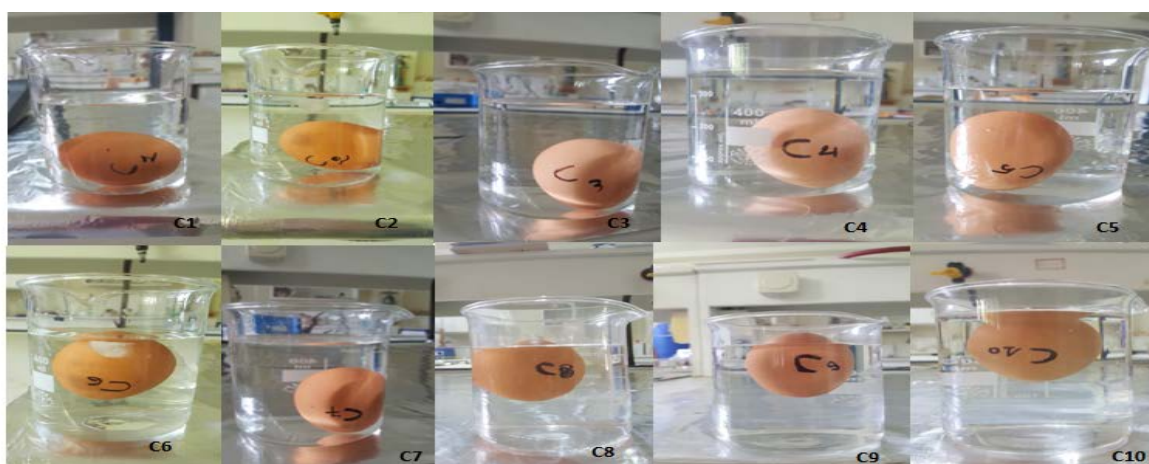


Figure 18: test de la densité des œufs à l'air libre (lot C).

La densimétrie a permis de suivre l'évolution des œufs, à travers leur comportement dans l'eau de robinet. Ces résultats montrent que l'agrandissement de la chambre à air suite aux échanges gazeux entraîne une flottaison des œufs. La flottaison des œufs est progressive à partir des positions initiales à savoir la position horizontale au fond du bécquer pour l'eau de robinet.

Le comportement des œufs dans l'eau de robinet étant tributaire de l'état de la chambre à air, il est évident de constater que les œufs à l'air libre flottent plus rapidement (14^{ème} jours) que les œufs à température ambiante (23^{ème} jours), et que les œufs réfrigérés, flottent assez tardivement. Pour ces derniers, notre étude qui s'est étendue sur 23 jours n'a pas pu déceler le moment de leur flottaison.

Les œufs entreposés à l'air libre, la flottaison survient au bout d'une semaine environ.

Concernant l'effet de la température de conservation, nos résultats ont montré que les températures basses retardent le vieillissement de l'œuf, en même tant que sa flottaison.

II. Examen après cassage de l'œuf

II.1. Test visuel des milieux internes de l'œuf

Nos résultats concernant le test visuel des milieux internes de l'œuf durant les 23 jours.

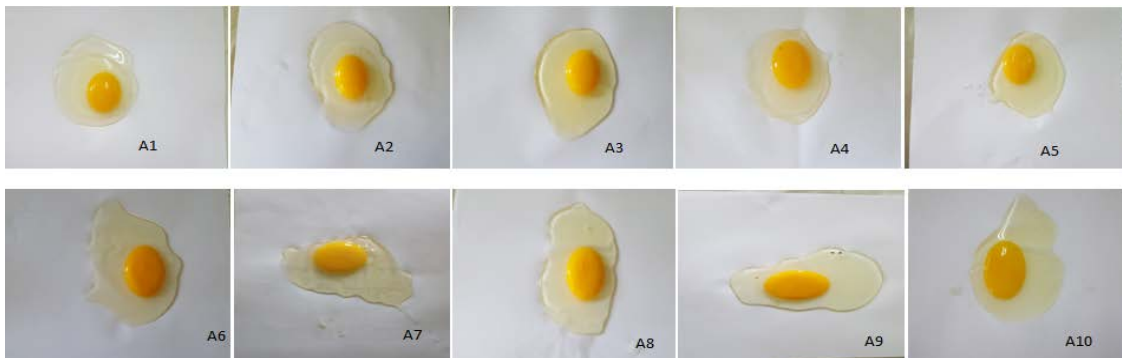


Figure 19: Test visuel des milieux internes des œufs du lot A.



Figure 20: Test visuel des milieux internes des œufs du lot B.

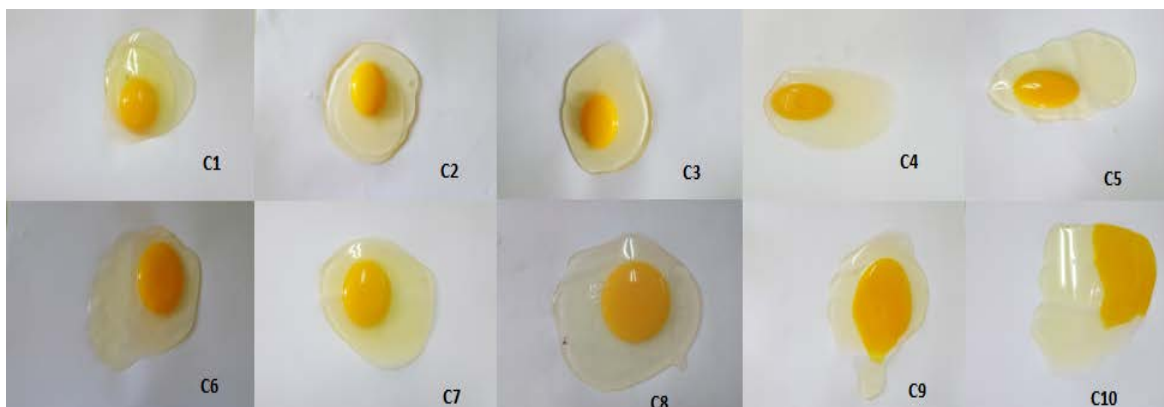


Figure 21: Test visuel des milieux internes des œufs du lot C.

L'examen visuel des milieux internes de l'œuf a montré qu'au bout d'une semaine de conservation à l'air libre et durant 11 jours au laboratoire 02, les œufs connaissent des changements attestant un état de vieillesse telle qu'une modification dans la couleur et le degré de liquidité du vitellus.

Quant aux œufs réfrigérés, ils gardent intacte leur fraîcheur du premier jour tout au long de la conservation, la réfrigération garde la fraîcheur des œufs intacte pour une durée minimale de 30 jours.

Nous avons trouvé des taches blanches dans les œufs B8, A8, A9, A10, C2, C7. Et nous avons trouvé des taches rouges dans les œufs A4, B2, C8.

II.2. Mesure du pH

Nos résultats concernant les mesures du pH des œufs durant les 23 jours d'expérimentation.

Tableau 25: Evolution du pH de l'albumine.

jour	2	4	7	9	11	14	16	18	21	23
PH A	8,29	8,88	9,26	9,40	9,45	9,46	9,48	9,51	9,53	9,58
pH B	8,46	8,5	8,66	8,7	8,88	8,93	8,94	9	9,17	9,25
PH C	8,43	8,98	9,27	9,35	9,4	9,44	9,48	9,56	9,69	9,75

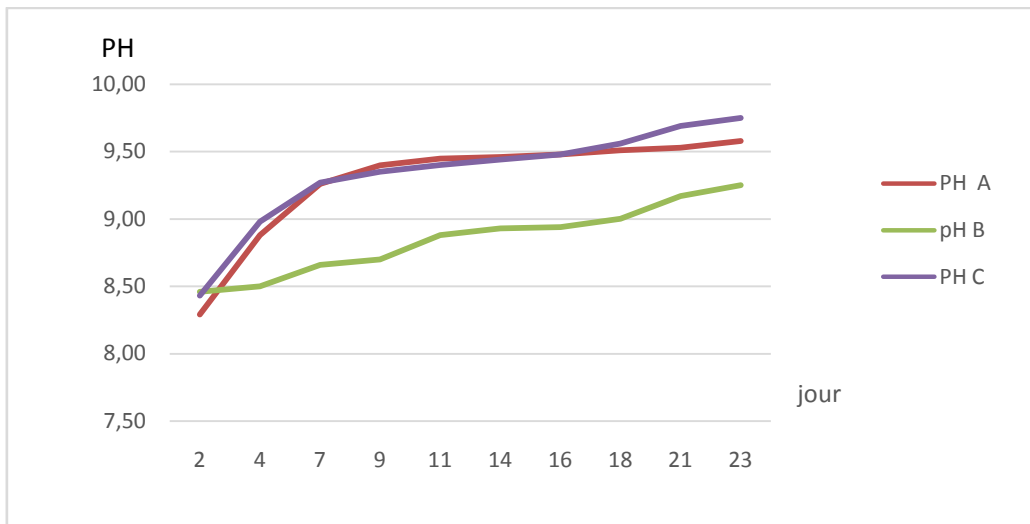


Figure 22: Evolution du pH de l'albumine.

On observe une augmentation rapide du pH de l'albumine des œufs à l'air libre et les œufs au laboratoire 02 dans les premiers jours (du 2^{ème} à 9^{ème} jours), et une augmentation lente depuis le 10^{ème} jour jusqu'à le 17^{ème} jour, après on remarque une augmentation rapide du ph de l'albumine jusqu'à la fin d'expérimentation (23^{ème} jour).

Concernant les œufs réfrigérés ; On observe une augmentation lente de 1^{er} jour jusqu'à le dernier jour.

Tableau 26: Evolution du pH du vitellus.

jour	2	4	7	9	11	14	16	18	21	23
pH A	6,27	6,31	6,44	6,5	6,56	6,6	6,73	6,83	6,9	7
pH B	6,29	6,34	6,37	6,4	6,45	6,62	6,75	6,79	6,85	6,91
pH C	6,28	6,46	6,48	6,51	6,56	6,75	6,84	6,87	6,93	7,09

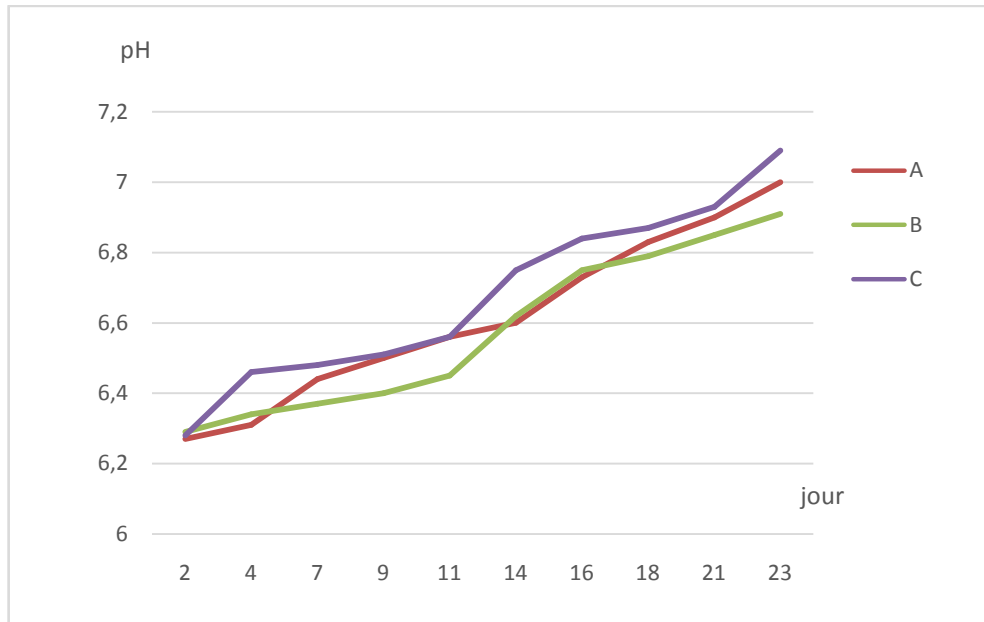


Figure 23: Evolution du pH du vitellus.

On observe une augmentation rapide du pH du vitellus des œufs à l’air libre plus que les œufs au laboratoire 02 dans la première semaine, et une augmentation presque identique depuis le 8^{ème} jour jusqu’à le 11^{ème} jour dans les deux courbes (A et C), après on remarque une augmentation rapide du pH du vitellus de la courbe C jusqu’à la fin d’expérimentation (23^{ème} jour).

D’autre part on remarque une augmentation presque identique depuis le 14^{ème} jour jusqu’à le 17^{ème} jour dans les deux courbes (A et B).

Tableau 27: Evolution du pH du mélange.

jour	2	4	7	9	11	14	16	18	21	23
A	7,39	7,46	7,6	7,65	7,75	7,84	7,86	7,87	7,9	8
B	7,41	7,53	7,55	7,62	7,68	7,75	7,8	7,8	7,83	7,93
C	7,4	7,65	7,86	7,94	8,04	8,38	8,46	8,5	8,54	9,34

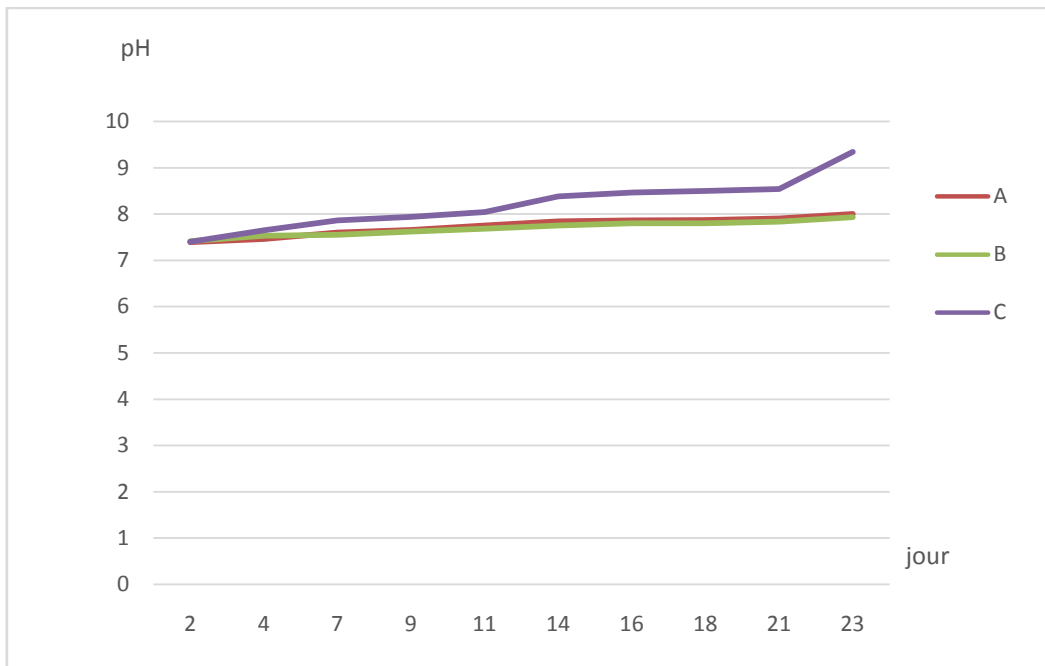


Figure 24: Evolution du pH du mélange.

On observe une augmentation du pH du mélange des œufs à l'air libre plus rapide que les autres d'expérimentation, et une augmentation presque identique concernant les deux courbes (A et B) durant toute la période d'expérimentation.

Le pH du vitellus, de l'albumen et du mélange a été étudié, et les résultats montrent que le pH connaît une augmentation tout au long du stockage et parallèlement avec l'augmentation de la température. Ceci résulte du fait que de nombreuses modifications physico-chimiques, avec notamment une perte de gaz carbonique, entraînent une élévation du pH. Néanmoins, cette élévation n'est pas prononcée pour les œufs réfrigérés.

Conclusion

Conclusion

L'œuf et plus précisément celui de la poule est si familier dans nos cuisine qu'on n'y prêterait presque plus attention. Et pourtant, il reste un ingrédient incontournable dès lors qu'il s'agit de préparé des crèmes, des crêpes...

Et tout d'abord, qu'est-ce que la fraîcheur d'un œuf? Cette question peut paraître incongrue dans la mesure où le premier réflexe consiste à considérer la durée qui doit être prise en considération pour choisir la façon de cuisiner les œufs et pour définir la date de durabilité minimale. Mais cela suppose que les œufs soient stockés au réfrigérateur. En effet les conditions de conservation de l'œuf ont un impact majeur sur les changements qui s'opèrent à l'abri de la coquille. Ainsi pour juger de la fraîcheur d'un œuf, faut-il prendre en compte simultanément ces deux paramètres : durée écoulée depuis la ponte et condition de stockage.

Au moment de la ponte l'œuf perd peu à peu une partie de son eau fur et mesure que le temps passe créant un vide à l'extrémité de l'œuf appelé << chambre à air >> mais la vitesse à laquelle l'eau s'évapore est d'autant plus élevée que la température est elle-même élevée, il n'est pas possible de traduire le volume de la chambre à air en jours, encore moins en heurs, sauf à connaître la température de stockage sans avoir à casser l'œuf.

Ainsi vous cassez un œuf dans une poêle et que le blanc est très visqueux, forme autour du jaune une couronne épais, c'est que l'œuf est très frais .Si au contraire le blanc s'étale sur une grande surface c'est que l'œuf a été pondu depuis un certain temps. La difficulté c'est de dure depuis combien de temps car là aussi plus à température de stockage est élevée plus cette évolution est rapide.

Il ressort de ces résultats que la réfrigération est la méthode la plus efficace, mais nous la déconseillons aux producteurs en raison de son inefficace. Elle reste pourtant conseillée aux ménages et aux grandes surfaces, mais les œufs réfrigérés devraient porter une étiquette rappelant au consommateur que la réfrigération doit se poursuivre après achat, tel qu'il est recommandé pour les autres produits frais.

Recommandations

Nos recommandations vont à l'endroit des producteurs et commerçants d'une part, et des consommateurs, d'autre part.

1. Recommandations aux producteurs et commerçants

Les producteurs ayant la responsabilité et l'obligation de mettre sur le marché des produits sains pour les consommateurs, il leur revient de faire de tout leur mieux dans la gestion de la qualité des œufs.

Grâce à ce travail; On recommande ce qui suit:

- ✓ les œufs doivent être entreposés dans un endroit frais, dans des conditions défavorisant les réactions chimiques à l'origine de leur dégradation;
- ✓ les œufs destinés aux grandes surfaces au niveau du poulailler doivent être livrés sans tarder, pour préserver le poids de l'œuf.
- ✓ la réfrigération est le moyen le mieux indiqué pour la conservation des œufs, car ceux-ci gardent leur fraîcheur du premier jour pour une durée minimale d'un mois et évaluée à 11 semaines par les auteurs qui ont expérimenté pendant une durée supérieure à la nôtre. Cependant, la réfrigération n'est pas efficace pour les aviculteurs algériens. Elle reste conseillée aux commerçants des grandes surfaces, à condition que ceux-ci disent à leur clientèle que cette réfrigération doit se poursuivre.
- ✓ les producteurs doivent entreposer les œufs dans un endroit propre, exempt de souillures et frais.
- ✓ au regard de ce qui se précède, des étiquettes devraient être exigées aux commerçants des grandes surfaces, afin de rappeler aux consommateurs de ne pas rompre la réfrigération.

2. Recommandations aux consommateurs

Aux consommateurs, nous recommandons ce qui suit :

- ✓ la réfrigération doit être poursuivie pour les œufs achetés au supermarché.

- ✓ les œufs doivent être gardés dans un endroit propre, exempt de souillures et à une température basse.
- ✓ les œufs entreposés à température ambiante ont une fraîcheur maximale pendant 1 à 2 jours, et leur vieillissement est remarquable au 11^{ème} jour. Ils restent consommables au-delà du 11^{ème} jour, mais leur état d'évolution allant de pair avec la dégradation de la composition interne, les qualités nutritives et organoleptiques diminuent.

Références bibliographiques

- 1-Alain fournier.2008** : L'élevage des poules.
- 2- Alloui . 2001** : situation actuelle et perspectives des modernisations de la filière avicole en Algérie, 29/30 mars, 2011.
- 3-Alloui et Bennoune . 2013** : poultry production in Algeria : current situation and future prospects. World's poultry science journal, 69, pp. 631-619
- 4-Anonyme. 2005** : note de cours Hidaoa 1 DSV (2004-2005).
- 5-Anonyme** : mémoire d'obtenir de diplôme docteur vétérinaire, institut des sciences vétérinaires, Elkheroub - Constantine.
- 6-Arzour. 2006** : Appréciation des risques bactériologiques dans les œufs et les ovo produits, mémoire de magister en médecine vétérinaire, université Mentouri-Constantine en Algérie.
- 7- Baaziz Khadra., Elhadi Ahlam. 2017** : Estimation de la qualité des œufs vendus à Borj Bouarreridj et effet de la température et la durée du stockage mémoire de master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi en Algérie.
- 8- Belgherbia Djamila., Chouat Hanane** : Mémoire pour obtenir le grade de DEUA vétérinaire 2005.Hygiène des œufs de consommation, Institut vétérinaire Constantine.
- 9-Bobbo, A.G., Baba, S.S. 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.
- 10- Burley, R.W., Vadehra, D.V. 1989** : Egg in human nutrition. In : the avian egg. John Wiley and sons (eds) ,351-364, New York.
- 11- Brygère, H. 1988**: particularité de la physiologie des oiseaux, l'aviculture française, Édition Rosset, 77-78.
- 12- çaglayan, T., Alaşaham, S., Kirikci, Ket Günlü, A. 2009** : effet of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (Alectorisgraeca). Poultry science, 88,pp. 1330-1333.
- 13- Dilmi Samira. 2018** : Etude de la qualité des œufs de deux génotypes de pondeuses (locales et sélectionnés). Estimation des corrélations phénotypiques, mémoire de master 2. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem en Algérie
- 14- Evenepoel, P., Geypens, B.,Luypaerts, A., Hiele, M., Ghoos, Y., Rutgeerts, P.**

1998 :Digestibility of cooked and raw egg protein in humans assessed by stable isotope techniques. J .Nutr, 128,1716-1722.

15- Evenpoel, P., Claus, D., Geypens ,B., Hiele, M., Geboes, K., Rutgeerts, P., Ghoos ,Y.

1999 : Amount and fate of egg protein exaping assimilation in the small intestine of humans. Am.J.physiol., 277, G 935-943.

16- Gilbert. 1971 cité par protais. 1988 : la qualité de l'œuf de consommation.

17- Hanusavà, E., Hrnčàr, C., Hanus, A. et Oravcovà, M.2015 : effet of breed on some parameters of egg quality in laying hens. Acta Fytotechnica et Zootechnica, 18(1), pp. 20-24.

18- Hug ghebaert G., Daeseleire, E., Delhaut, P.2005 : contrôle de la présence des résidus de coccidiostatiques.

Site : [http:// www.belspo-be](http://www.belspo-be).

19- Kaouèche, A et Kaouèche, M., 2015 : Evolution de la fraîcheur des œufs de consommation au cours de la conservation, mémoire de master. Université 8 mai 1945 Guelma en Algérie.

20- Learf, A., Kang, J.X., Xiao, Y.F., 2000 : Antiarrhythmic effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. In : Egg nutrition and biotechnology ; Sim J.S., Nakai S., Guenter W. (eds), 25-33, CAB Int publishing. New York.

21- Michaux, I. 2005 la constitution de l'œuf et mécanisme de la ponte.

Site : [//www.copie\(2\)de article % 20 mai% 20 2004.htm](http://www.copie(2)de article % 20 mai% 20 2004.htm).

22- Mohamed El Amine El Mascric . 2018: mémoire fin d'étude pour master en sciences agronomique, université Abd elhamid d'Ibn Badis - Mostaganem (2017-2018).

23- Ngouyamsa Salifou. 2007 : Contribution à l'étude comparative de la qualité commerciale des œufs du marché et des œufs des grandes surfaces : cas de la zone urbaine de la ville de Dakar, thèses de Docteur Vétérinaire.Université Cheikh Anta Diop de Dakar en Cameroun.

24- Nys, Y ; Sauveur, B. 2004 : Valeur nutritionnelle des œufs, INRA pro-Anim. 17, 385-393

25- Protais, J.1988 : La qualité de l'œuf de consommation .L'aviculture Française,

Edition Rosset, 761-772.

26- 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.

27- Sauveur, B, 1988 reproduction des volailles et production d'œuf, Edition INRA, 11-49 ; 347-375 ; 377-431.

28- Saidou Alzouma A. 2005 : Contribution à l'étude de la qualité des œufs de consommation vendus au Niger : cas de la communauté urbaine de Niamey. : Méd. Vêt : Dakar ; 17.

29- Sénégal Ministère de l'agriculture 1998: Aspect microbiologie de sécurité et de la qualité alimentaire.

Paris : Technique et documentation **LAVOISIER-419 P.**

30- Tétry, A ; Crimail, P. 1981 : la grande encyclopédie Larousse, œuf, 14, 8732-8736.

31- Thiebault, D. 2005 : les organes génitaux des oiseaux.

Site : [http // www.oiseaux.net](http://www.oiseaux.net)

32- Thiulin, G ; Basile, D, et Hautefort, M.1976: L'œuf et les ovo produits.-Paris : collection "Normes et techniques". 7-51.

33- Vanmarcke, J.1997 : les principaux facteurs responsables des chutes de ponte. Rhône Mérieux, 1-6.

34- Van Elswyk, M.E., Hatch, S.D., Stella, G.G., Mayo, P.K., Kubena, K.S.2000 : Eggs as a functional food alternative to fish and supplements for the consumption of DHA. In : Egg nutrition and bionotechnology. Sim J.S, Nakais., Guenter W. (eds) ,121-133, CABI publishing New York.

35- Villate, D. 1997 Maladie des volailles, Edition France agricole, 242-258.

Les sites Internet :

36- Formation de l'œuf.

<http://Corpet.net/Denis>

37- Principaux constituants de l'œuf.

<http://technomitron.aainb.com/>.

38- le blanc d'œuf.

<http://www.archives-archives.com/le-blanc-doeuf-vous-ne-saviez-pas-cela/>.

39- structure de la coquille de l'œuf. <https://poules-club.com/coquille-dun-oeuf-de-poule-composition-fabrication-problemes/>.

40- Modalités de l'inspection.

(https://www.standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_336_Manuel_Oeufs_Feb-15.pdf).

41- Mirage des

œufs. <http://pradine-alain.e-monsite.com/pages/conseils-d-elevage/mirage-des-oeufs.html>.