

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département biologie



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Biochimie
Faculté : Sciences et Technologie
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biochimie

Thème

Etude physico-chimique des œufs issus d'élevages traditionnels dans la région
d'Ain-Temouchent

Présenté Par : FENTOUS Khadidja
FEKIH Chaimaa

Devant le jury composé de :

Dr. KHOLKHAL Fatima	M C B	UAT.B.B (Ain-Temouchent)	Examinatrice
Dr. MOGHTIT Fatima Zohra	M C A	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Présidente
Dr. MADANI Khadidja	M C B	UAT.B.B (Ain-Temouchent)	Encadrante

Année Universitaire 2024/2025

Dédicace

Je souhaite dédier ce modeste travail,

Synonyme de concrétisation de tous mes efforts

Fournis ces dernières années d'études

À :
ma très chère maman

Khadra

ALLAH yerhamha

Qui m'a appris toutes les bonnes valeurs

Toi mon cher père

Aoued

Symbole de sacrifice et de courage

Qui m'a beaucoup encouragé à donner le meilleur de moi

Mes frères

Omar, Mohamed et Houcine

Ma chère sœur

Bochra

Toute la famille FENTOUS

Tous mes amis et mes collègues de ma promotion

Khadidja FENTOUS

Dédicace

A mes plus grands soutiens et sources d'inspiration, je dédie ce travail avec tout mon amour et ma reconnaissance infinies.

A ma mère qui a toujours été mon port d'attachement et ma boussole, merci pour ton amour inconditionnel, ton dévouement et ton soutien inébranlable. tu as été la lumière qui a éclairé mon chemin dans les moments sombres et tu as toujours cru en moi.

A mon père qui m'a appris l'importance du travail acharné, de la persévérance et de l'honnêteté, je suis reconnaissante pour tes conseils avisés ton soutien sans faille . je te suis infiniment reconnaissante pour ton soutien indéfectible, ta confiance en moi et ton amour.

A mes frères Zakaria et Mohamed merci pour votre soutien constant, votre humour contagieux et votre présence réconfortant. Vous êtes ma source de joie et de bonheur, et je suis fière de vous avoir dans ma vie.

A mon binôme Khadîdja qui est devenue une amie très chère et une collaboratrice talentueuse, merci pour notre collaboration fructueuse et votre amitié. Tu as été une source d'inspiration et de motivation pour moi tout au long de ce parcours.

A Mme MADANI KHADIDJA , je tiens à exprimer ma reconnaissance pour votre patience, votre écoute et vos conseils avisés. votre accompagnement bienveillant a été essentiel dans la réalisation de ce travail et m'a permis de grandir autant sur le plan académique que personnel.

En fin , une pensée sincère à toutes les personnes qui de près et de loin , ont croisé mon chemin durant cette aventure. chacun de vous a contribué d'une manière ou d'une autre à l'accomplissement de ce projet.

CHAIMAA FEKIH

Remerciement

* * * * *

Avant tout, nous remercions (ALLAH) Tout puissant qui nous a donné la force, le courage et la patience pour bien effectuer ce travail

اللهم لك الحمد حتى ترضى، ولك الحمد إذا رضيت ولك الحمد بعد الرضا

Le présent travail n'a pu voir le jour qu'avec l'aide, la disponibilité et les conseils précieux de notre encadrant, Dr. MADANI Khadidja , maître de conférences classe B à l'université d'Ain-Temouchent.

Nous tenons à lui adresser de chaleureux remerciements tant pour son aide, sa confiance, sa gentillesse, ses qualités humaines et ses conseils pertinents qui ont été pour nous un solide repère et réconfort dans tous les moments.

Nous exprimons notre gratitude, notre reconnaissance et notre remerciement à Dr. MOGHTIT Fatima Zohra qui a accepté de présider le jury et à Dr. KHOLKHAL Fatima, qui nous a fait l'honneur d'être l'examinatrice de notre travail. Leurs remarques et leurs suggestions seront sans aucun doute très utiles pour ce travail. C'est un honneur et un immense plaisir de présenter ce travail devant vous.

Remerciements particuliers au doyen de la faculté des sciences et technologie, Prof. FLITTI Mohamed, et au chef du département de Biologie, Dr. CHERIF Nadjib.

Nous remercions de façon générale le personnel du laboratoire de biochimie et microbiologie de l'université d'Ain-Temouchent Belhadj Bouchaib
Et laboratoire d'analyse de la qualité EL-FETH d'Oran

Résumé

L'œuf de poule est un aliment largement consommé dans le monde grâce à sa teneur en acides gras essentiels, antioxydants, vitamines et protéines. L'analyse des paramètres physicochimiques des constituants de l'œuf permet d'apprécier sa richesse en nutriments et sa valeur alimentaire. C'est dans cet objectif que nous avons procédé à l'analyse d'œufs de poules provenant de différents élevages traditionnels de la région d'Ain Temouchent.

Les résultats d'analyse physique avant le cassage des œufs montrent un poids moyen de 49,48g, une longueur moyenne de 5,28 cm et une largeur moyenne de 3,92 cm. Après cassage, le poids du jaune d'œuf est plus important que celui du blanc et de la coquille, avec une moyenne de 18,15 g, et un diamètre presque égale du blanc et du jaune . Les résultats d'analyse chimique de 100 g d'œuf montrent que, outre d'autres paramètres, le pH de l'albumen et du vitellus d'œuf présentent des valeurs différentes, ainsi qu'une teneur en matière grasse de 13,04 g, une teneur en protéines de 9,04 g et un taux d'humidité de 89,98 %

À la lumière de nos données, nous pouvons caractériser le profil de la qualité physicochimique des œufs étudiés. Cela nous ouvre des perspectives quant à la mise en évidence d'une relation entre les types d'élevage et la qualité physicochimique des œufs de poule, afin de garantir une qualité nutritionnelle de haute valeur.

Mots-clés : œuf, élevage, traditionnel, qualité, nutritionnelle, physicochimique, Ain Temouchent.

Abstract

Chicken eggs are widely consumed around the world due to their high content of essential fatty acids, antioxidants, vitamins and proteins. Analysing the physicochemical parameters of egg constituents enables us to evaluate their nutritional richness and value. With this in mind, we analysed chicken eggs from various traditional farms in the Ain Temouchent region.

The results of the physical analysis before breaking the eggs show an average weight of 49.48 g, an average length of 5.28 cm and an average width of 3.92 cm. After breaking, the weight of the egg yolk is greater than that of the white and the shell, with an average of 18.15 g, and an almost equal diameter of the white and the yolk. The results of chemical analysis of 100 g of egg show that, in addition to other parameters, the pH of the egg white and yolk have different values, as well as a fat content of 13.04 g, a protein content of 9.04 g and a moisture content of 89.98%.

Based on our data, we can characterise the physicochemical quality profile of the studied eggs. This enables us to explore the relationship between farming methods and the quality of hen eggs, with the aim of ensuring they are highly nutritious.

Keywords: egg, traditional, farming, nutritional ,quality, physicochemical, Ain Temouchent.

ملخص

بيض الدجاج هو غذاء يستهلك على نطاق واسع في العالم بفضل محتواه من الأحماض الدهنية الأساسية والمواد المضادة للأكسدة والفيتامينات والبروتينات. يتيح تحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمكونات البيض تقييم غناه بالمغذيات وقيمه الغذائية. ولهذا الغرض، قمنا بتحليل ببيض الدجاج من مختلف المزارع التقليدية في منطقة عين تيموشنت

أظهرت نتائج التحليل الفيزيائي قبل كسر البيض أن متوسط وزن البيضة هو 49.48 جرامًا، ومتوسط طولها 5.28 سم، ومتوسط عرضها 3.92 سم. بعد كسر البيض، كان وزن صفار البيض أكبر من وزن بياض البيض والقشرة، بمتوسط 18.15 جرامًا، وقطر بياض البيض وصفاره متساويان تقريبًا. تظهر نتائج التحليل الكيميائي لـ 100 غرام من البيض، أن درجة الحموضة في بياض البيض وصفار البيض تختلف، بالإضافة إلى محتوى دهني يبلغ بالإضافة إلى نتائج أخرى، 13,04 غرام ومحتوى بروتيني يبلغ 9,04 غرام ومعدل رطوبة يبلغ 89,98%. على ضوء البيانات التي لدينا، يمكننا تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبيض الذي تمت دراسته. وهذا يفتح لنا آفاقاً جديدة لإبراز العلاقة بين أنواع التربية والخصائص الفيزيائية والكيميائية لبيض الدجاج، من أجل ضمان جودة غذائية عالية القيمة

الكلمات المفتاحية: ببيض، تربية، تقليدية، جودة، غذائية، فيزيائية وكيميائية، عين تيموشنت

Liste des abréviations

C° : Degré Celsius.

Cm : Centimètre

CN : Poules de phénotype Cou-nu

FAO: Food and Agricultural Organization

g: Gramm

HDL: high density lipoprotein

IF: indice de forme

L : largeur

l : longueur

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

Mg : milligramme

ml : millilitre.

mm : millimètre

MM : matière minérale

MO : matière organique

MS : matière sèche

NaOH : Hydroxyde de sodium

NE : Poules de phénotype Normalement Emplumé

OGM : Organisme Génétiquement Modifié

PH : Potentiel Hydrogène

PLV : Poules Locales variée

PLC : Poules locales contrôlés

SS : Souche Sélectionnée

UH : Unité Haugh.

VB: Valeur biologique

VLDL: Very Low-Density Lipoprotein

µm : micromètre

% : pourcentage.

Liste des figures

Figure 1: Représentation schématique des différents constituants de l'œuf.....	4
Figure 2: Indicateur interne de couleur de la coquille.....	6
Figure 3: Différentes formes et tailles d'œufs : (a) œuf normal, (b) œuf allongé, (c) œuf rond	6
Figure 4: Les œufs anormaux.....	13
Figure 5: (a) Œuf présentant un blanc de très faible viscosité,.....	14
Figure 6: jaune d'œuf tacheté ; présence de marques foncées.....	15
Figure 7: Œuf à double jaune.....	15
Figure 8: (A) œuf contenant une tache de sang	16
Figure 9: observation microscopique des blancs en neige.....	23
Figure 10: élevage en cage.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 11: Élevage au sol.....	Error! Bookmark not defined.
Figure 12: Élevage en plein air.....	20
Figure 13: Élevage biologique	21
Figure 14: Test de mirage sur les œufs issus d'élevage traditionnel	30
Figure 15: mesure du poids de l'œuf	30
Figure 16: Mesure de la largeur et la longueur des œufs à l'aide d'une règle graduée	31
Figure 17: Contenu d'œuf versé sur une surface plane.....	31
Figure 18: Mesure du diamètre de vitellus à l'aide d'une règle graduée	32
Figure 19: poids de l'œuf entier, du blanc et du jaune à l'aide d'une balance électronique.....	32
Figure 20: pH mètre	33
Figure 21: dessiccateur infrarouge.....	33
Figure 22: spectre à flamme pour sodium.....	34
Figure 23 : (A) minéralisateur	35
Figure 24 : l'extracteur soxhlet	35

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition moyenne d'un ouf de poule en % de poids	7
Tableau 2: Principales protéines du blanc en % de MS	8
Tableau 3: Composition centésimale du jaune de l'œuf de poule	9
Tableau 4: pourcentages de lipides, cendres, protéines, matière sèche et eau du blanc, du jaune et de l'œuf entier sans coquille	9
Tableau 5: Les nutriments les plus importants dans l'œuf	10
Tableau 6: Teneurs de l'œuf en minéraux	10
Tableau 7: Teneurs de l'œuf en acides aminés (en mg par œuf de 60g)	11
Tableau 8: Teneurs de l'œuf en vitamine	12
Tableau 9: Évolution de quelques critères de qualité avec l'âge des poules pondeuses	17
Tableau 10: Évolution du poids de l'œuf et des différents compartiments de l'œuf au cours de l'année de production (valeurs moyennes arrondies de 900 œufs par groupe)	18
Tableau 11: Durée de conservation des œufs ; développement par l'office caridien de commercialisation des œufs	26
Tableau 12: Le code alimentaire.....	20
Tableau 13: Paramètres physiques externes et le poids entier des œufs.	39
Tableau 14: mensuration des œufs après le cassage	42
Tableau 15: résultat d'analyse chimique des œufs issus d'élevage traditionnel par le laboratoire EL-FETH	43

Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
résumé	
Liste des abréviations	
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Table des matières	
Introduction	Error! Bookmark not defined.
I) Structure et composition des œufs.....	4
1. Structure de l'œuf	4
1.1 la coquille	4
1.2 Albumen ou blanc d'œuf.....	4
1.2.1 Blanc liquide externe.....	5
1.2.2 Blanc épais	5
1.2.3 Blanc liquide interne	5
1.3) Le vitellus ou jaune d'œuf.....	5
1.3.1) Membrane vitelline de l'œuf	5
2.Caractéristiques de l'œuf.....	6
2.1 Aspects physique	6
2.1.1 Couleur	6
2.1.2) Forme générale	6
2.1.3) Dimension.....	6
2.1.4 Poids	7
3. Composition chimique de l'œuf.....	7
3.1 La coquille	7
3.2) L'albumen ou blanc d'œuf	7
3.3) Vitellus ou jaune d'œuf.....	8
3.4) Œuf entier	9

II) Valeur nutritive des œufs de la poule	10
1. Les minéraux	10
2. Les pigments du jaune	11
3. Les protéines	11
4. Les vitamines	12
III) La qualité de l'œuf de consommation	13
1. La qualité externe des œufs	13
1.2. Taille et forme	13
2. La qualité interne des œufs	14
2.1 La qualité de l'albumen	14
2.2 La qualité de vitellus	14
2.2.1 Jaunes tachetés et décolorés	14
2.2.2) Œufs à double jaune	15
2.2.3) Jaunes cassés	15
2.2.4) Inclusions	15
IV) Les principaux facteurs de variation de la composition de l'œuf	17
1. Effets de l'âge de la poule	17
2. Les conditions environnementales	17
2.1 La densité	17
2.2 La température	18
2.3 La lumière	18
2.4 Hygiène	18
3. La relation entre le régime alimentaire et la valeur nutritif des œufs	18
3.1 Poids de l'œuf	18
3.2 Effet de la concentration énergétique	19
3.3 Effet de la teneur en protéines	19
3.4 Effet des acides gras	19
IV) Le mode d'élevage	20
1. Élevage traditionnel	20

1.3. Élevage en plein air	20
1.4. Élevage biologique	21
2. Comparaison d'œufs de poules élevées en cages ou au sol, avec ou sans parcours	21
V) Les propriétés physico-chimiques	23
1. Viscosité	23
2. Propriétés interfaciales	23
4. Propriétés gélifiantes	24
5. Le pouvoir coagulant	24
VI) Les méthodes de conservations	25
1. La conservation	25
1.1 Procédés de conservation des œufs	25
1.2 Conservation artisanale	25
1.3 Conditions de conservation des œufs	25
2. Méthodes de conservation	25
2.1 Par le froid	25
2.2 Par réfrigération en atmosphères gazeuses	25
2.3 Par stabilisation	26
2.4 Durée de Conservation	26
1) Introduction	28
2) Objectif	28
3) Matériels et méthodes	28
3.1) Analyse physique	28
3.2) Analyse chimique :	29
3.3) Méthodes	29
3.3.1) Analyses physiques	29
3.3.1.1) Examen de l'œuf avant son cassage	29
3.3.1.2) Examen de l'œuf après son cassage	31
3.3.1.2.1) Examen visuel des composants internes de l'œuf	31
3.3.2) Analyses Chimiques	32

A) Détermination de pH du blanc et du jaune d'œuf	32
B) Détermination du taux d'humidité	33
C) Détermination de la teneur en matière sèche	33
D) Détermination de la teneur des minéraux (ISO 690:2021).....	33
E) Détermination de la teneur en matière organique.....	34
F) Dosage des protéines brutes (méthode Kjeldahl)	34
G) Dosage de la matière Grasse de jaune d'œuf par méthode Soxhlet (AOAC, 1990)	35
1) Résultats des analyses physiques	39
1.1) Examen avant le cassage	39
1.1.1) Poids	39
1.1.2) La largeur et la longueur.....	39
1.1.3) L'indice de forme	40
1.2) Coquille	40
2) Examen après le cassage	41
2.1) Examen morphologique	41
2.1.1) Albumen	41
2.1.2) vitellus	41
2.2) Les mesures physiques de l'œuf	42
2.2.1) Diamètre	42
2.2.2) Le poids	42
3) Analyses des paramètres chimiques	43
3.1) Mesure du pH	44
3.1.1) PH d'albumen	44
3.1.2) PH du vitellus	44
3.2) Détermination de la matière sèche	44
3.3) Détermination de la teneur en eau.....	45
3.4) Détermination des minéraux.....	45
3.5) Détermination de la Teneur en protéines.....	45
3.6) Détermination de la teneur en matière grasse.....	46

Conclusion	Error! Bookmark not defined.
Recommandations et perspective	50
Références bibliographiques	52

INTRODUCTION

Introduction

La dénomination « œufs » sans indication d'espèce animale est réservée aux œufs de poule ou espèce *Gallus domesticus*. Lorsqu'il s'agit de l'œuf d'une autre espèce d'oiseau, il est nécessaire de préciser l'espèce (œuf de cane, œuf de l'oie, etc.). Le terme œuf concerne les œufs propres à la consommation humaine (**Sauveur , 1988**).

L'élevage des poules pondeuses, soit au sol, soit en cage est une activité primordiale pour l'obtention d'un revenu à travers la vente d'œuf (**Van Eekeren et al., 2006**).

L'œuf est un aliment très utilisé dans le monde (plus de 2 milles milliards d'œuf) (**FAO, 2012**). Sa composition en nutriments est actuellement très recherchée en nutrition humaine tels que les acides gras essentiels, les antioxydants et les vitamines (**Nys et Sauveur, 2004**). Il a aussi différentes propriétés fonctionnelles qui le rendent utile dans diverses **nourritures** (**Xu et al., 2017**).

L'œuf est un aliment peu énergétique, riche en protéines, et apporte une valeur en lipides insaturés à forte digestibilité, de nombreuses vitamines et minéraux. Ces qualités font de l'œuf un aliment particulier indiqué pour de nombreuses populations sensibles à l'équilibre de leur ration alimentaire : enfants, personnes âgées ou convalescents (**Nys et Sauveur, 2004**).

La fraîcheur est l'une des principales qualités de l'œuf, sa conservation est garantie en le gardant au réfrigérateur ou dans un endroit frais à l'abri de l'humidité (**Anton et al., 2013**).

Cependant, le processus de vieillissement commence juste après la ponte et pourrait changer ses propriétés chimiques, physiques, et fonctionnelles (**Xu et al., 2017**).

Le développement de la filière avicole en Algérie a amélioré la consommation des populations en protéines animales à moindre cout. En 2010, la disponibilité en viande est évaluée à 8 kg et en œufs à 124 œufs par habitant (**MADR, 2012**).

La présente étude a pour objectif principale de connaitre et de caractériser la qualité physico-chimique des œufs produits par des poules élevées dans des conditions d'élevages traditionnels, souvent en milieu familiale ou rural, cela nous permettra par la suite d'identifier la qualité nutritionnelle des œufs analysés.

La réalisation de ce travail se déroulera en deux parties :

Une partie bibliographique qui détaillera la structure, les caractéristiques, les valeurs nutritifs et les propriétés physico-chimiques des œufs ainsi que les types d'élevage.

Introduction

Une partie expérimentale dans laquelle nous expliquerons les méthodes d'analyse de la qualité physico-chimique des œufs issus d'élevage traditionnel collectés dans la wilaya d'Ain témouchent avec les résultats obtenus et leur interprétation, et nous terminerons par la discussion et la conclusion.

Synthèse bibliographique

I) Structure et composition des œufs

1. Structure de l'œuf

L'œuf de poule est divisé en trois principaux constituants :

- Un constituant minéral externe, la coquille.
- et deux constituants organiques internes ; le blanc et le jaune.

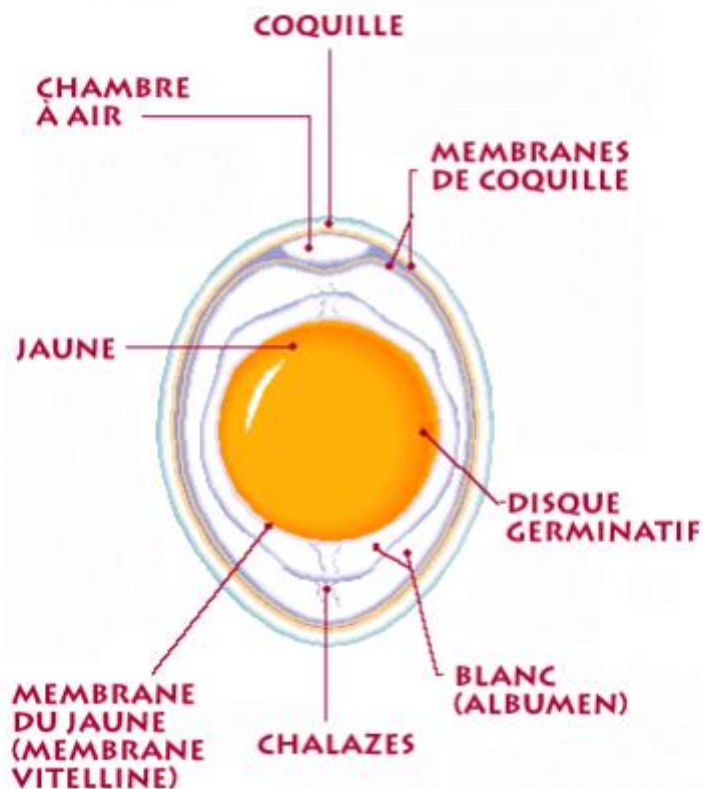


Figure 1: Représentation schématique des différents constituants de l'œuf (HIDAOA, 2000).

1.1 la coquille

La coquille représente une barrière physique qui empêche toutes pénétrations microbiennes. Elle assure, en contrôlant les échanges gazeux avec l'environnement, le développement normal du futur poussin. Par ailleurs, elle préserve les qualités internes de l'œuf de consommation au cours du stockage. Il ne s'agit pas d'un simple plâtrage, mais d'un dépôt minéral de sel dans une trame de fibres protéiques. (Mertens *et al.*, 2010).

1.2 Albumen ou blanc d'œuf

Le blanc d'œuf est un liquide aqueux saturé de plusieurs fractions protéiques, en partie transparentes et en partie trouble, qui entoure le jaune d'œuf.

Il assure une réelle fonction protectrice grâce à ses caractéristiques bactéricides et bactériostatiques.

Le blanc est un milieu non homogène qui pourrait être divisé en quatre couches ayant chacune des propriétés spécifiques (**Tienlin et al., 1976**).

1.2.1 Blanc liquide externe

Le blanc liquide externe (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.

1.2.2 Blanc épais

Occupe 57% du blanc total. Il se présente sous forme de gel attaché aux deux extrémités de l'œuf

1.2.3 Blanc liquide interne

Occupe 17% du blanc total. Il est au contact du jaune et entouré du blanc épais.

1.3) Le vitellus ou jaune d'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. 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, 2005**).

1.3.1) Membrane vitelline de l'œuf

Elle sépare le jaune de l'albumen. Il a une épaisseur d'environ 10 µm. Il est de nature protéique (**Mineki et Kobayashi, 1997**).

La membrane vitelline est composée de trois couches, l'une interne au contact du jaune, une deuxième couche intermédiaire formée d'une substance amorphe et une troisième couche externe au contact du blanc (**Burley et Vadehra, 1989**).

2. Caractéristiques de l'œuf

2.1 Aspects physique

2.1.1 Couleur

La coquille de l'œuf de consommation est soit blanche, soit jaune ou rose 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 (SAUVEUR B, 1988).



Figure 2:Indicateur interne de couleur de la coquille (hylin, 2017).

2.1.2) Forme générale

L'œuf est normalement ovoïde mais il existe toutefois des œufs globuleux et des œufs allongés.

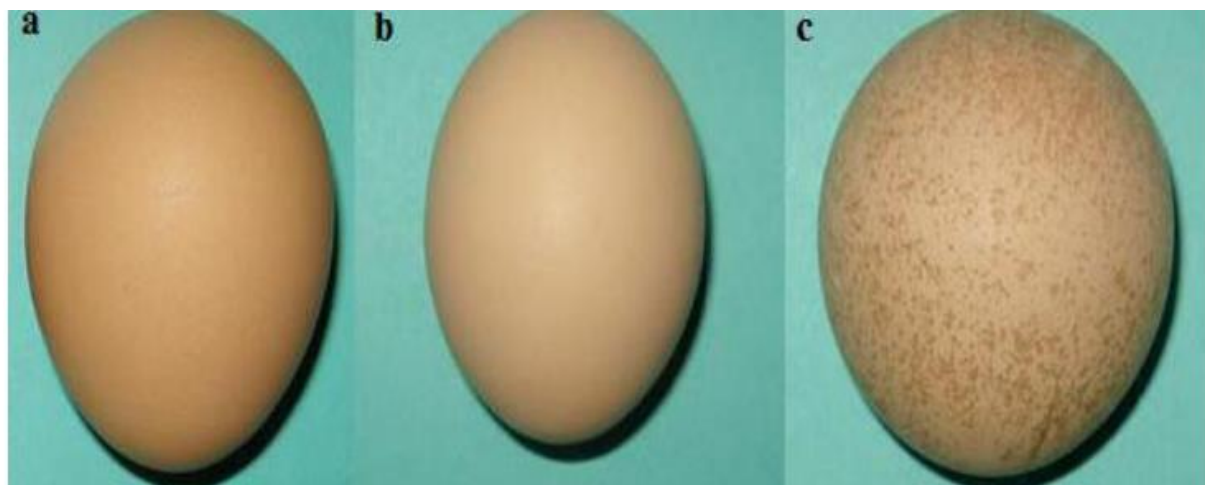


Figure 3:Différentes formes et tailles d'œufs : (a) œuf normal, (b) œuf allongé, (c) œuf rond (Hubbard, 2011).

2.1.3) Dimension

Les dimensions courantes d'un œuf de 60 g sont :

- 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. (MBAOB, 1994).

2.1.4 Poids

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

3. Composition chimique de l'œuf

3.1 La coquille

Sa composition chimique est principalement de :

Tableau 1: Composition moyenne d'un œuf de poule en % de poids (Gilbert, 1971 cités par Protais J, 1988)

	Coquille
Eau	1
Protéines	4
Lipides	/
Glucides	/
Minéraux	95
Autres	/

3.2) L'albumen ou blanc d'œuf

L'albumen est une solution aqueuse (88,5% d'eau) de sucres (0,5%), de protéines (10,5%), et de sels minéraux (0,5%). On y trouve quelques lipides à l'état de trace, ce qui représente

Une grande originalité pour un produit comestible d'origine animale (90% de la matière sèche sont des protéines). Il renferme également du glucose libre (deux fois plus concentré que dans le plasma sanguin) qui constitue la première source d'énergie (Akkouche, 2010).

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

Tableau 2: Principales protéines du blanc en % de MS (SAUVEUR B.,1988).

Protéines	% (par rapport la MS)
Ovalbumines	54
Conalbumines	13
Ovomucoides	11
Ovoglobuline	8
Lysozyme	3,5
Ovomucines	1,5
Flavoprotéines	0,8
Avidine	0,05
Autres protéines	8,15

L'albumen renferme de nombreux minéraux. De par sa composition minérale, l'albumen est plus proche d'un liquide intracellulaire que d'un liquide extracellulaire (Lechevalier, 2005)

3.3) Vitellus ou jaune d'œuf

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

Deux fractions du jaune peuvent être distinguées lors de la centrifugation : le plasma (environ 78%), et la fraction granulaire ou globulaire (environ 22%), correspondant au précipité. Dans le plasma, les principales protéines identifiées sont l'albumine sérique, macroglobuline et l'immunoglobuline Y (Li-Chan et Kim, 2008). La fraction granulaire, riche en gouttelettes lipidiques, contient notamment des HDL (**High-Density Lipoprotéine**) avec des lipovitellines issus des vitellogénines et des VLDL (**Very Low Density Lipoprotein**) avec des apoprotéines (Burley et Vadehra, 1989), voir **tableau 03**.

Le vitellus est composé de lipides (triglycérides, phospholipides, cholestérol), de protéines, de glucose, de vitamines et des minéraux.

Tableau 3: Composition centésimale du jaune de l'œuf de poule (en % de la MS)
(SAUVEURB, 1988).

Élément	%
Glucose libre	0,4
Minéraux	2,1
Vitamines	1,5
Lipides	63
Protéines	33
Livétines	4 à 10
Phosvitines	5 à 10
Vitelline	4 à 15
Vitellénine	8 à 9

3.4) Œuf entier

Les valeurs usuelles de la composition chimique des différentes parties de l'œuf sont présentées dans le tableau ci-après .

Tableau 4: pourcentages de lipides, cendres, protéines, matière sèche et eau du blanc, du jaune et de l'œuf entier sans coquille de la poule de Niamey (Niger).(tropiculture,2022)

Paramètre	Unités	Blanc	Jaune	Œuf entier
Eau	% MB	88,73	52,83	73,33
Matière sèche	% MB	11,27	47,17	26,67
Cendre	% MS	0,81	3,6	2,95
Lipides	% MS	0,95	38,71	17,11
Protéine	% MS	3,67	18,52	8,82

Synthèse bibliographique

II) Valeur nutritive des œufs de la poule

L'œuf peut être défini comme une source peu énergétique de protéines parfaitement équilibrées et de lipides de très bonne digestibilité, assurant par ailleurs 20 à 30 % du besoin journalier de l'homme en de nombreux minéraux et vitamines (pour 100 g d'œuf). Il est cependant déficient en glucides, calcium et vitamine C. Ces qualités font de l'œuf un aliment particulièrement indiqué pour les populations sensibles à l'équilibre de leur ration : enfants, personnes âgées ou convalescentes (**Inra, 2004**)

Tableau 5: Les nutriments les plus importants dans l'œuf (**Desaulniers et al, 2003**)

Volume/poids	Deux œufs, calibre gros, bouillis (à la coque ou durs) /100g
Calories	155 calories
Protéines	12,6 g
Glucides	1,1 g
Lipides	10,6 g
Fibres alimentaires	0

1. Les minéraux

L'œuf représente une source riche en phosphore, en fer (surtout au niveau du jaune d'œuf, il couvre 30% des besoins quotidiens de l'homme) et en soufre. Seul le sodium, le potassium, et le chlore y sont présents à l'état libre, tous les autres minéraux sont liés aux protéines ou phospholipides

Tableau 6: Teneurs de l'œuf en minéraux (**Sauveur, 1988**).

	Contenu total moyen (Mg/œuf de 60g)			Valeur relative extrême (mg/100 g de poids frais)		
	Œuf entier sans coquille	Blanc	Jaune	Œuf entier sans coquille	Blanc	Jaune
Sodium	72	62	10	135	140-200	40-70
Potassium	73	53	20	135	30-170	90-130
Chlore	93	62	31	170	150-180	150-180
Calcium	29	3	26	55	7-15	100-190
Magnésium	6	4	2	11	10-12	10-12
Phosphore	120	5	115	220	10-15	550-650
Fer	1,1	3	1,1	2-3	3	5-10
Soufre	90	60	30	170	160-200	160-180

Synthèse bibliographique

2. Les pigments du jaune

Ce sont des pigments d'origine alimentaire de la famille des caroténoïdes beaucoup d'entre eux sont des pigments xanthophylles, les plus fréquemment rencontrés sont la lutéine provenant essentiellement des pigments de la luzerne, et la zéaxanthine retrouvée essentiellement dans les pigments du maïs. La lutéine et la zéaxanthine sont retrouvées à des proportions de 13-15 microgrammes/jaune d'œuf (**Baribeau, 2004**).

3. Les protéines

La qualité des protéines est exprimée par un chiffre que l'on appelle valeur biologique (VB), elle est très élevée pour l'œuf du fait de la complémentarité existant entre les protéines du jaune et celles du blanc et surtout de l'équilibre entre les acides aminés de ces protéines (**Baribeau, 2004**)

Tableau 7: Teneurs de l'œuf en acides aminés (en mg par œuf de 60g) (**Sauveur, 1988**).

	Blanc	Jaune	Œuf entier
Acide aspartique	380	250	630
Acide glutamique	480	340	820
Alanine	210	150	360
Arginine	210	200	410
Cystine	105	50	155
Glycine	125	85	210
Histidine	80	75	155
Isoleucine	190	155	345
Leucine	300	250	550
Lysine	235	220	455
Méthionine	140	70	210
Phénylalanine	200	120	320
Proline	150	120	270
Sérine	240	240	480
Thréonine	160	150	310
Tryptophane	60	45	105
Tyrosine	150	130	280
Valine	240	170	410

La valeur biologique (VB) des protéines de l'œuf du poulet est de 80 %. La VB d'une protéine détermine son efficacité à réparer et à fabriquer de nouveaux tissus. Ainsi, plus la VB est élevée, plus les protéines de l'aliment en question sont efficaces, indépendamment de la quantité de protéines contenues dans l'aliment (**Sauveur, 1988**).

Synthèse bibliographique

4. Les vitamines

Elles sont plus abondantes dans le jaune que dans le blanc et leur présence reflète l'ingérer de la poule, les teneurs de l'œuf en vitamines sont exprimées dans le tableau 08.

Tableau 8: Teneurs de l'œuf en vitamine (**Sauveur, 1988**).

	Contenu totale moyen (mg/œuf de 60 mg)			Valeur relatives extrême (mg/ 100 g de poids frais)			
	Œuf entier sans coquille	Blanc	Jaune	Œuf entier sans coquille	Blanc	Jaune	
Vitamine liposolubles							
A	UI	150-40	--	150-400	250-700	--	800-2500
D	UI	20-80	--	20-80	35-150	--	110-450
E	(mg)	0,6-2	--	0,6-2	1,1-3,5	--	0,05-0,15
K	(mg)	1,01-0,03	--	0,01-0,03	0,02-0,06	--	1250
Vitamines hydrosolubles							
Choline	(mg)	225	--		410	--	275
Thiamine (B1)	(µg)	52	1,5	50	95	3,5	400-500
Riboflavine (B2)	(µg)	200	120	80	300-350	300-450	40-70
Nicotinamide	(µg)	43	33	10	40-80	85-95	300-350
Pyridoxine (B6)	(µg)	68	8	60	150-200	25	3500-4500
Acide pantothénique	(µg)	830	80	750	1200-1700	190-250	30-60
Biotine	(µg)	10	2	8	15-20	5-7	50-105
Acide folique	(µg)	15	0,5	15	15-35	1	2,1-3,5
B12	(µg)	0,5	--	0,5	0,7-1,2	--	

L'œuf est une excellente source de choline, contenue dans la lécithine. La choline favorise un développement normal du cerveau. Le corps fabrique la choline de façon insuffisante donc l'apport provenant des œufs constitue un véritable atout (**Desaulniers et al, 2003**).

L'œuf est une excellente source de vitamine B12 dont deux œufs fournissent environ 50 % des besoins en vitamine B12 d'un adulte. Cette vitamine aide à la fabrication de nouvelles cellules, à l'entretien des cellules nerveuses, au métabolisme de certains acides gras et acides aminés, et active l'acide folique ou vitamine B9 (**Baribeau, 2004**).

C'est aussi une excellente source de vitamine D qui favorise la minéralisation osseuse en augmentant l'absorption du calcium et du phosphore, en stimulant leur rétention par les reins et en empêchant la perte du calcium des os (**Desaulniers et al, 2003**).

III) La qualité de l'œuf de consommation

1. La qualité externe des œufs

L'indice de forme de la coquille (L/l de l'œuf) augmente avec l'âge des poules pondeuses (**Romanoff et Romanoff 1949**). En début de production, les œufs ont une forme ronde qui s'allonge au cours de l'année de ponte (**Inra, 2010**)

1.2. Taille et forme

La forme de l'œuf est déterminée par la tonicité musculaire de la glande coquillère (**Sauveur, 1988**). Différentes anomalies de taille et de forme peuvent être observées au cours la période de production de poules pondeuses.

-Qualité de la coquille

Les principales anomalies des coquilles de l'œuf sont illustrées dans la **Figure 06**

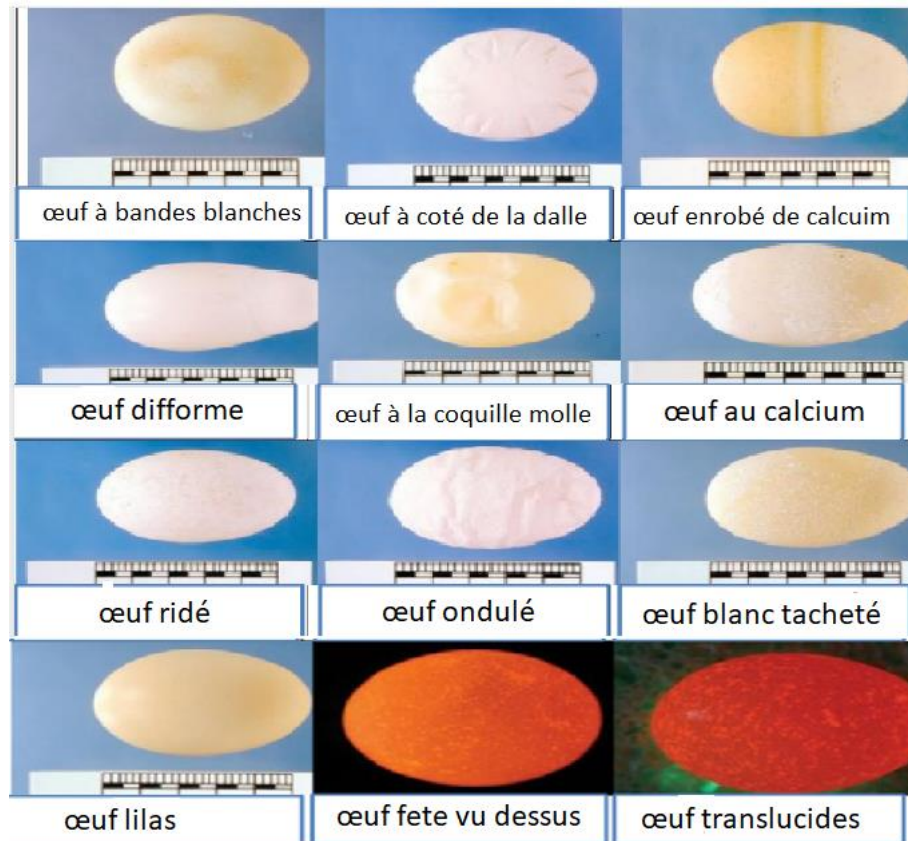


Figure 4: Les œufs anormaux (**Egg Quality Référence Manuel, 2019**).

2. La qualité interne des œufs

2.1 La qualité de l'albumen

L'albumen ou Le blanc d'œuf est une masse presque sans couleur, transparente, inodore et Liquide. Il représente environ 60% du poids de l'œuf (**Akkouche, 2010**). La qualité de l'albumen est associée à la quantité de blanc épais (**Kristof et al., 2010**).

Des contraintes environnementales, telles que des températures élevées, sont responsables de la production d'œufs comportant du blanc très liquide (**Figure 07**). Les blancs de très faible viscosité (aqueux) sont souvent accompagnés de jaunes cassés dans les œufs âgés (**Martens et al., 2010**).

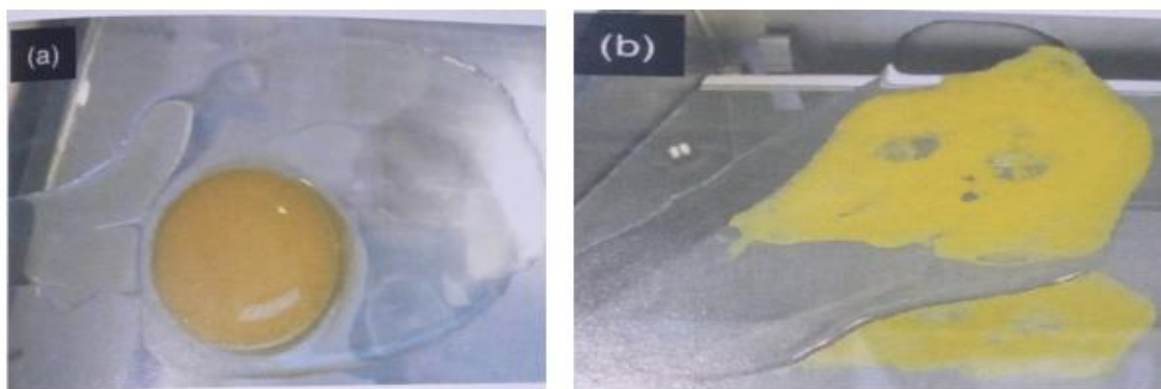


Figure 5: (a) Œuf présentant un blanc de très faible viscosité,
(b) un jaune cassé dans les œufs âgés
(**Martens al, 2010**).

2.2 La qualité de vitellus

2.2.1 Jaunes tachetés et décolorés

On parlera d'œuf « tacheté » lorsque, à la surface du jaune présente un grand nombre de taches visibles. Ces marques peuvent être de taille et de couleurs différentes : du translucide à l'orange brunâtre, voire jusqu'à être presque noires dans les cas extrêmes (**Figure 08**) (**Jacob et al., 2000**).

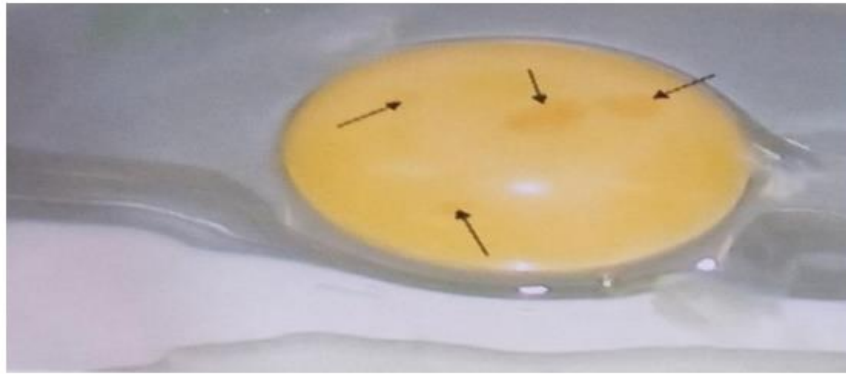


Figure 6: jaune d'œuf tacheté ; présence de marques foncées (Jacob *et al.*, 2000).

2.2.2) Œufs à double jaune

Deux jaunes dans une même coquille est due, soit à une ovulation précoce, soit à un retard du jaune dans sa progression jusqu'à la membrane de l'oviducte, (Figure 09) (Les anomalies de l'œuf, 2000).



Figure 7: Œuf à double jaune (Les anomalies de l'œuf, 2000).

2.2.3) Jaunes cassés

Sous l'effet d'une part de la liquéfaction progressive de l'albumen, et d'autre part de l'évaporation d'eau au travers de la coquille, le jaune se déplace vers la périphérie de l'œuf au cours du stockage. Il est possible aussi que dans les gros œufs, la membrane vitelline soit moins apte à maintenir son intégrité, et que donc le jaune d'œuf casse plus facilement (Martens K *et al.*, 2010).

2.2.4) Inclusions

La formation de « taches de sang » dans une partie ou dans la totalité de l'albumen est due à des hémorragies au niveau de l'épithélium de l'oviducte. Certaines contraintes environnementales, ainsi que des infections virales en sont souvent la cause.

En outre, des fragments de tissus provenant de la paroi de l'oviducte peuvent former des « taches de viande ». Ces taches sont de couleur rouge, marron ou blanche (**Figure10**) (**Martens *al.*, 2010**).

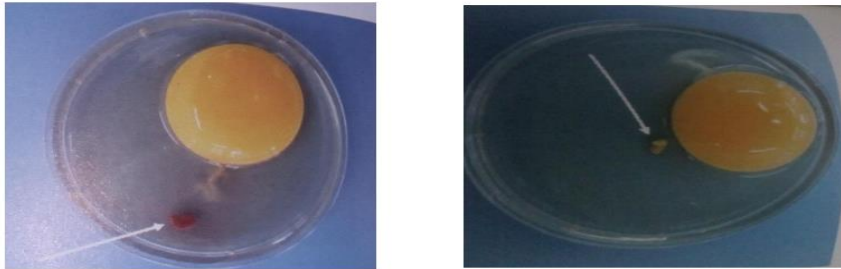


Figure 8:(A) œuf contenant une tache de sang

(B) œuf contenant une tache viande (**Martens *et al.*, 2010**).

IV) Les principaux facteurs de variation de la composition de l'œuf

En 1954, Adrian a démontré que les teneurs en eau, en protéines, en acides aminés, en lipides totaux et en macro minéraux sont fixes par rapport aux teneurs en Ogllo- éléments minéraux et vitaminiques, les acides gras et les lipides qui varient en fonction de la nature de l'aliment ingéré (**Jacquot et Adrian, 1954 cités par Sauveur, 1988**).

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 après le 9ème mois de production (**Protais, 1988**). On observe l'apparition de coquilles de plus en plus fragiles ainsi que l'augmentation de la fréquence des inclusions.

Tableau 9: Évolution de quelques critères de qualité avec l'âge des poules pondeuses (**Protais, 1988**)

Critères étudiés	Age en semaine						
	25	32	44	51	57	61	68
Poids de l' œuf (g)	52,8	58,5	62,9	63,9	64,5	65	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	37,8	42,4	61,1
Déformation de la coquille	22,1	22,5	22	23,5	24	23,3	28
% de la coquille	9,94	9,74	9,66	9,52	9,53	9,48	9,18
% d'œuf fêlés	1,76	2,84	2,35	3,47	5,51	5,49	25,33
% d' œuf sales	1,18	1,70	0,59	0,69	0	4,64	5,68
% de 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	--

Le choix de l'âge de l'entrée en ponte est déterminant pour la qualité future des œufs, cet âge 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 (**Nys et sauveur, 2004**)

2. Les conditions environnementales

2.1 La densité

La densité importante des cages conduit à une réduction du poids des œufs (la poule ne pouvant plus se nourrir correctement).

2.2 La température

Lorsque la température augmente, la poule diminue sa consommation d'aliment et par conséquent celle du calcium, il s'en suivra une baisse de poids des œufs due à une dégradation de la qualité de la coquille et de l'albumen (**Protais, 1988**).

2.3 La lumière

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 cité par Sauveur, 1988**).

2.4 Hygiène

Les mauvaises conditions sanitaires et les maladies influent énormément sur la qualité de l'œuf comme la bronchite infectieuse qui cause la production d'œufs à coquilles déformées et la liquéfaction importante de l'albumen (**Protais, 1988**).

3. La relation entre le régime alimentaire et la valeur nutritif des œufs

L'alimentation de la poulette influence sa courbe de croissance et donc son poids vif et sa composition corporelle au moment de l'entrée en ponte. Par là même, elle peut modifier les caractéristiques ultérieures de sa production d'œufs. (**Travel et al, 2010**).

3.1 Poids de l'œuf

L'œuf dépend principalement de facteurs liés à la poule (origine génétique et surtout âge) mais aussi de son alimentation durant la période de ponte. L'alimentation de la poulette y contribue indirectement en influençant sa maturité sexuelle, son poids vif et sa composition corporelle lors de l'entrée en production(**Travel et al , 2010**).

Tableau 10: Évolution du poids de l'œuf et des différents compartiments de l'œuf au cours de l'année de production (valeurs moyennes arrondies de 900 œufs par groupe) (**Ternes et al., 1994**)

Age des poule (semaines)	35/35		50/51		70/71	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Œuf	61		66		68	
Jaune	16	26	19	29	20	29
Coquille	6,1	10	6,6	10	6,7	9,58
Blanc	39	63	41	61	41	61
Rapport blanc/jaune	2,4		2,2		2,1	

3.2 Effet de la concentration énergétique

Les poules tendent à surconsommer les aliments les plus caloriques et à sous consommer les moins énergétiques, ce qui a des conséquences sur le poids de l'œuf. En effet, lors d'une dilution ou d'un enrichissement de l'aliment en énergie, la variation de l'ingéré est une fonction linéaire de la variation de la concentration énergétique de l'aliment (**Valkonen *et al.*, 2008**).

3.3 Effet de la teneur en protéines

Le poids moyen de l'œuf est en fonction de la quantité de protéines ingérées (**Valkonen *et al.*, 2008**). La méthionine est le premier acide aminé limitant dans les aliments destinés aux poules pondeuses (**Narvaerz-Solarte *et al.*, 2005**).

3.4 Effet des acides gras

Une grande part des liquides alimentaires est utilisée pour la synthèse des lipides du jaune, en agissant à la fois sur l'intensité de la vitellogenèse et la composition des dépôts. Les matières grasses alimentaires influencent le poids de l'œuf. L'effet le plus connu est celui de l'acide linoléique (**Balnave *et Weatherup*, 1974**). Les apports recommandés en acide linoléique dans l'aliment se situent autour de 1% (**Grobas *et al.*, 1999**).

IV) Le mode d'élevage

Selon Corpet (2013), les œufs sont classés par des code (code « 0 » pour les œufs biologiques code « 1 » pour les œufs de poules élevées en plein air ; code « 2 » pour les œufs de poules élevées au sol ; code « 3 » pour les œufs de poules élevées en cages).

Tableau 11: Le code alimentaire

	Élevage biologique	Élevage en plein air	Élevage au sol	Elevage en cages
Mode d'élevage	0	1	2	3

1. Élevage traditionnel

De type familial, il utilise soit des poules de races locales, soit de poules sélectionnées importées.

L'effectif est réduit (quelques dizaines de têtes au maximum). Ce type d'élevage s'effectue on liberté ou on semi-liberté. L'alimentation est soit naturel, soit partiellement complémentée. La production pratiquement incontrôlable, est soit entièrement auto-consommée, soit vendue directement au voisinage (Vinciane et al , 2016)

1.3. Élevage en plein air

Dans cet élevage en semi-liberté, les poules peuvent sortir à l'extérieur le jour. Le soir, elles rentrent dans le bâtiment. Les poules ont un accès à l'extérieur, sur un terrain partiellement couvert de végétation, et disposent d'au moins 4 m² chacune. Les activités d'exploration, de grattage et de picorage sont les activités préférées des poules et elles y consacrent la majorité de leur temps. Cet accès à l'extérieur est donc essentiel pour leur bien-être. Certains paramètres, tels que la température, le temps, les parasites, les prédateurs, demandent des efforts et la vigilance constante de l'éleveur (Vinciane et al , 2016)



Figure 9: Élevage en plein air (M. Bressac, 2015).

1.4. Élevage biologique

Ce type d'élevage ressemble à celui en plein air, cette fois les poules sont en liberté totale. Elles ne subissent aucun stress. C'est un mode de production respectueux de l'environnement. Ni engrais ni pesticide ne sont utilisés, et l'utilisation des **OGM** (organisme modifié génétique) est interdite. Tous les animaux doivent avoir accès à un parcours extérieur. La densité de celui-ci leur permet de se déplacer librement. L'alimentation des animaux doit majoritairement être produite sur la ferme et doit être adaptée à leurs besoins. Les races rustiques sont privilégiées. La santé des animaux est préservée par des moyens naturels (Vinciane et al , 2016)



Figure 10: Élevage biologique (M.Bressac, 2015).

2. Comparaison d'œufs de poules élevées en cages ou au sol, avec ou sans parcours

Classiquement, un élevage en cages augmente le poids de l'œuf de 1 à 2%, mais **Sauveur (1991)** souligne la présence de réductions importantes pouvant atteindre 10% dans certains élevages fermiers, du fait des pratiques d'élevage. Cette réduction est associée à une diminution de la part de jaune. En revanche, aucune variation répétable de la composition de l'œuf, teneurs en lipides ou en protéines ou encore en matière sèche n'est mise en évidence (**Sauveur 1991, Hidalgo et al 2008**), en accord avec la stabilité des constituants majeurs de l'œuf (**Nys et Sauveur, 2004**). Pour les acides gras de l'œuf et les constituants mineurs dont la teneur dans l'œuf est directement influencée par l'alimentation de la poule, les variations révélées par les publications comparant la composition d'œufs issus des différents systèmes d'élevage, se caractérisent par leur inconstance et l'absence d'une tendance en faveur d'un système (**Sauveur, 1991 ; Rossi, 2007**). La composition globale de l'œuf est en effet indépendante du type de logement des poules dans la mesure où l'alimentation est identique.

Synthèse bibliographique

Cependant, l'accès au parcours donne la possibilité aux poules de consommer des matrices environnementales (sol, herbe, vers, insectes) et pourrait, de ce fait, favoriser l'ingestion de substances indésirables, telles que les polluants organiques persistants (**Joudreville *et al.*, 2010**). La coloration du jaune reflète la quantité de caroténoïdes ingérée, qu'ils proviennent de l'herbe consommée ou de la supplémentation en xanthophylles des aliments. Les données de coloration de coquille et d'inclusions dans les œufs ne sont pas interprétables car trop variables d'une étude à l'autre (**Sauveur, 1991**). **Hidalgo *et al* (2008)** montrent également que le mode d'élevage a peu d'influence sur la qualité technologique de l'œuf.

V) Les propriétés physico-chimiques

1. Viscosité

La viscosité élevée du blanc d'œuf frais est attribuée à la présence de l'ovomucine et plus particulièrement au complexe qu'elle forme avec le lysozyme par des liaisons électrostatiques. Haugh (1937) a mis en évidence une corrélation positive entre viscosité et qualité et a imposé l'unité Haugh comme mesure de la qualité de fraîcheur du blanc d'œuf :

$$\text{Unité Haugh} = 100 \log (h - 1,7 p^{0,37} + 7,57)$$

Avec p : le poids (g) de l'œuf, et h : la hauteur (mm) de l'albumen de l'œuf étalé mesurée à mi-distance entre le jaune et le bord externe du blanc épais.

Plus la valeur de l'unité Haugh est élevée et meilleure est la qualité du blanc.

2. Propriétés interfaciales

Les propriétés interfaciales des protéines, incluant le pouvoir moussant, émulsifiant et la stabilité des mousses et émulsions. Les mousses et émulsions sont des systèmes biphasiques : une dispersion de bulles de gaz et de gouttelettes d'huile, respectivement dans une phase continue, généralement liquide, enveloppées par des molécules tensioactives amphiphiles, l'une lipophile (miscible dans l'huile) et apolaire, l'autre hydrophile (miscible dans l'eau) et polaire (Françoise *et al.*, 2010).

Une mousse correspond à l'incorporation d'air dans un liquide. Les bulles d'air sont « emprisonnées » par des protéines dans l'eau du blanc d'œuf, les protéines forment alors un film autour des bulles d'air, ce qui stabilise la mousse (figure 13) (Loïc *et al.*, 2018)

Battre les œufs entraîne la dénaturation de la protéine et permet l'incorporation de l'air dans la solution et enfin la formation d'un film qui stabilise la solution (Loïc *et al.*, 2018)

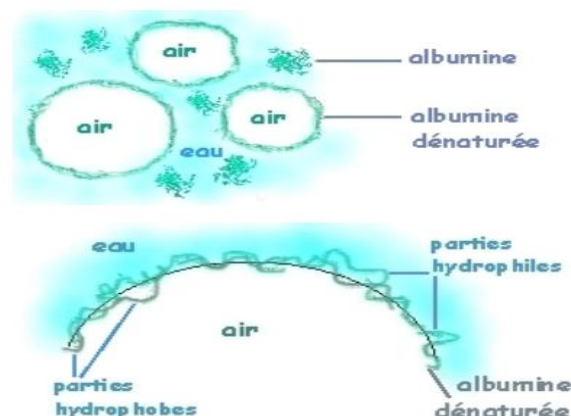


Figure 11: observation microscopique des blancs en neige (Loïc *et al.*, 2018).

4. Propriétés gélifiantes

Le blanc d'œuf est un liquide visqueux transparent qui, après chauffage, prend l'aspect d'un gel blanc opaque. Le terme « blanc d'œuf » dérive de ce phénomène. Il est stable car ne contenant pas de lipides, il a une couleur et un goût neutres. La qualité des gels de blanc d'œuf dépend fondamentalement des caractéristiques physico-chimiques des protéines constitutives telles que leur hydrophobie moyenne (**indice de Bigelow**), leur hydrophobie de surface et leur charge nette. Ces paramètres sont affectés par les conditions du milieu, en particulier le pH, la force ionique et la présence de certains ions, ainsi que par les traitements technologiques subis (**Françoise et al., 2010**).

Il faut savoir que les protéines du blanc sont les plus sensibles à la chaleur et que la température de coagulation commençante du blanc (61°C) est inférieure à celle du jaune (63°C) (**Loïc et al., 2018**).

5. Le pouvoir coagulant

Les protéines du jaune et du blanc sont à l'origine de la coagulation de l'œuf. Elles coagulent sous l'action de la chaleur (**Loïc et al., 2018**).

VI) Les méthodes de conservations

1. La conservation

1.1 Procédés de conservation des œufs

La conservation des œufs a pour but d'éviter les déperditions d'eau et de gaz, car l'œuf évolue spontanément vers le vieillissement et pour ralentir les enzymes qui provoquent des modifications des substances organiques. Cette conservation protège les œufs contre l'action des microbes et des moisissures qui peuvent se trouver à la surface de la coquille ou à l'intérieur de l'œuf (contamination interne) (**Dufour et al, 2005**).

1.2 Conservation artisanale

On conserve les œufs par :

- les procédés d'huilage ou d'enrobage : C'est une pulvérisation ou une aérosolution par une huile minérale raffinée (ex : huile de paraffine).
- immersion dans des solutions à base de chaux ou de silicate de sodium ou de potassium.

1.3 Conditions de conservation des œufs

- Dans une enceinte à 4 C° ($\pm 1C^\circ$ humidité relative 45%) correspondant à une conservation dans un réfrigérateur domestique.
- Dans un local à 20C° ($\pm 2C^\circ$, humidité relative 54%) Correspondant à une conservation à l'air ambiant (**Dufaur et al., 2005**).

2. Méthodes de conservation

2.1 Par le froid

Le froid constitue le meilleur moyen de conservation des œufs. Les œufs destinés à être conservés par le froid doivent répondre aux critères des œufs frais et ne doivent pas être âgés plus de dix jours (maintenus à une température $T C^\circ < 8C^\circ$) ; ils sont mirés, triés et calibrés avant d'être stockés en position verticale (pointe vers le bas), la température de conservation se situe entre 1 et 0C°, avec une humidité relative de 80 à 85%, ils peuvent ainsi être conservés pendant 6 à 7 mois (**Dufaur et al ., 2005**).

2.2 Par réfrigération en atmosphères gazeuses

Des œufs sont maintenus à une température de 0C° dans une atmosphère constituée par un mélange d'air et de gaz carbonique, le gaz carbonique retarde les modifications enzymatiques et réduit le développement des micro-organismes (**Dufaur et al ., 2005**).

2.3 Par stabilisation

Conservation à 1°C dans une atmosphère composée de 88% de CO₂ et de 12% de N₂ jusqu'à 12 mois. (Dufaur *et al.*, 2005).

2.4 Durée de Conservation

Tableau 12: Durée de conservation des œufs ; développement par l'office caridien de commercialisation des œufs (Fédération des producteurs d'œufs du Québec)

Durée de conservation	Réfrigération	Congélation
Œuf cru frais	3 semaines	4 mois
Jaune et blanc d'œuf frais	2 à 4 jours	4 mois
Œuf à la coquille	1 semaine	NON recommande

Partie expérimentale

1) Introduction

L'étude que nous avons réalisée s'est portée sur des œufs prélevés au hasard dans différents élevages traditionnels de poules dans la région d'Ain-Temouchent.

L'analyse des paramètres chimiques des œufs a été effectuée au niveau du laboratoire d'analyse de la qualité EL-FETH à Oran alors que l'analyse des paramètres physiques a été menée dans le laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université d'Ain-Temouchent.

2) Objectif

Notre étude vise à :

Chercher les valeurs des paramètres physiques et chimiques des composants de l'œuf pour caractériser le profil physico-chimique des œufs issus d'élevage traditionnel.

Ce travail a été réalisé durant une période de trois (3) mois étalant du 15 janvier 2025 jusqu'à 16 Avril 2025.

Dans notre étude, les paramètres chimiques ont été analysés sur 100 g de mélange homogénéisé de blancs et de jaunes d'œufs, tandis que les paramètres physiques ont été étudiés sur 5 œufs entiers issus des élevages traditionnels, 3 œufs ont été considérés comme témoins.

3) Matériels et méthodes

3.1) Analyse physique

Pour étudier les paramètres physiques des œufs nous avons mesuré :

- Le poids de l'œuf entier (g).
- La longueur, le diamètre et la circonférence de l'œuf (cm).
- L'indice de forme.
- Le poids du blanc et du jaune d'œuf (g).
- Le diamètre du jaune (cm).
- Le diamètre du blanc (cm).
- Le poids de la coquille (g).

❖ Matériels

- Un mètre ruban pour mesurer la circonférence de l'œuf.

- Une règle graduée afin d'effectuer la mesure de la longueur et la largeur de l'œuf.
- Une balance électronique pour mesurer le poids de l'œuf entier et les composants internes des œufs.
- Une lampe pour réaliser le test du mirage.
- L'étuve.
- Béchers.
- Un creuset.
- Homogénéisateur.

3.2) Analyse chimique :

- Mesure de PH du blanc et du jaune.
- Mesure des protéines et de la matière grasse.
- Mesure de la matière sèche.
- Mesure du taux d'humidité.
- Mesure de matière minérale.
- Mesure de Teneur en glucides : dont sucres et Fibre alimentation.

❖ Matériels

- PH mètre.
- Equipement de Kjeldahl.
- Mentage de soxhelt.
- Dessiccateur infra rouge.

3.3) Méthodes

3.3.1) Analyses physiques

Les œufs ont été prélevés dans les premières heures suivant la ponte, puis acheminés directement au laboratoire dans des boîtes pour être analysés.

Après avoir nettoyé et numéroté les œufs, nous avons procédé à leur analyse avant et après leur cassage.

3.3.1.1) Examen de l'œuf avant son cassage

A) Test de Mirage

Pour but de choisir seulement les œufs frais, nous avons commencé par le test de mirage, ce test permet de :

- Observer les fêlures et toute rupture de la coquille.

- Évaluer la taille de la chambre à air.
- Observer l'aspect du vitellus, de l'albumen et des chalazes.
- Chercher la présence de structure interne (taches de sang ou de viande). (Baaziz, kh .2017).

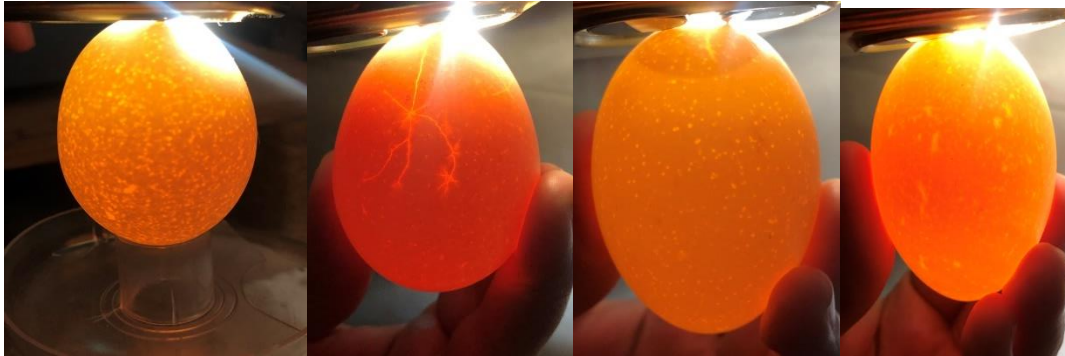


Figure 12: Test de mirage sur les œufs issus d'élevage traditionnel (Photo originale, 2025).

B) La mesure du poids de chaque œuf entier

La pesée a été effectuée à l'aide d'une balance électronique.



Figure 13: mesure du poids de l'œuf (Photo originale, 2025).

C) La mesure de l'indice de forme (IF) selon Ramanof et ramanof (1949).

$$\mathbf{IF = (L/l)(100)}$$

Avec :

IF= indice de forme

L= largeur

l = longueur

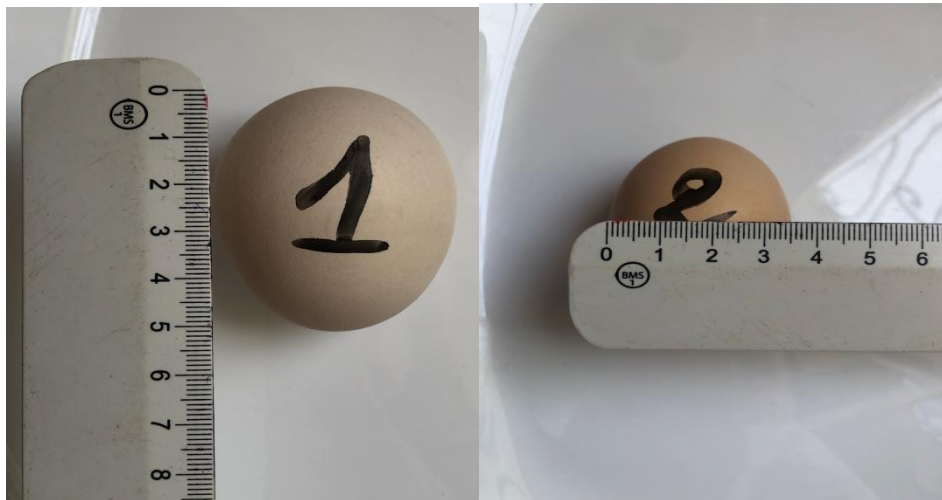


Figure 14: Mesure de la largeur et la longueur des œufs à l'aide d'une règle graduée
(Photo originale, 2025).

3.3.1.2) Examen de l'œuf après son cassage

3.3.1.2.1) Examen visuel des composants internes de l'œuf

L'œuf était cassé en perçant le petit bout avec une spatule, le contenu de l'œuf était ensuite versé sur une surface plane, puis examiné (**figure 19**).

Nous avons observé la couleur, la forme et s'il y avait des corps étrangers, puis nous avons vérifié l'odeur.

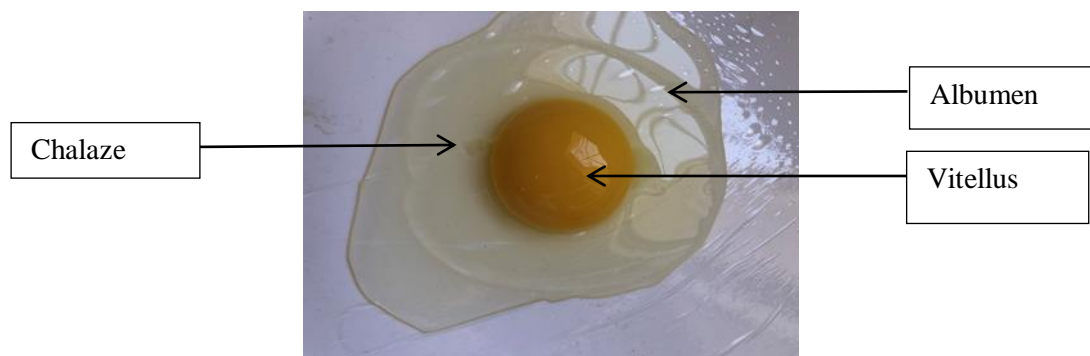


Figure 15: Contenu d'œuf versé sur une surface plane (Photo originale, 2025)

A) La mesure des dimensions

Sur une surface plane, les dimensions ont été déterminées à l'aide d'une règle graduée :

- Mesure du diamètre de l'albumen et de vitellus

Nous avons effectué la mesure du diamètre à l'aide d'une règle graduée. L'intérêt de cette mesure est d'estimer l'état de vieillissement de l'albumen (**Haugh R. R, 1937**).

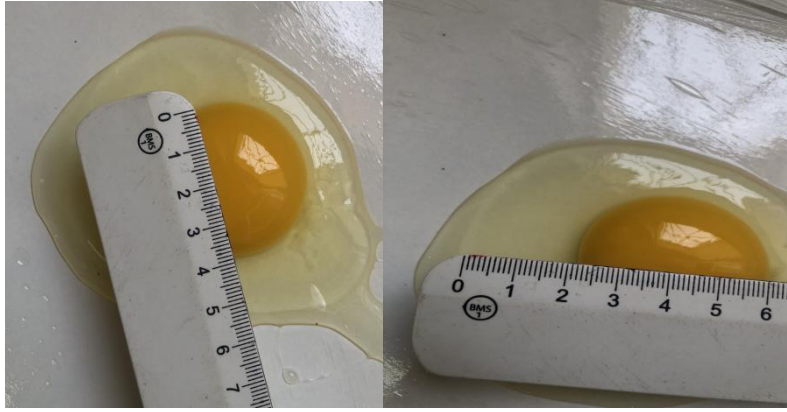


Figure 16: Mesure du diamètre de vitellus à l'aide d'une règle graduée (Photo originale, 2025)

B) La mesure du poids

- Nous avons soigneusement séparé le vitellus de l'albumen puis à l'aide d'une balance électronique RADWAG nous avons pesé le poids du blanc et du jaune.
- Après le séchage dans l'étuve pendant 30min à 38°C, nous avons pesé la coquille à l'aide de la balance électronique.



Figure 17: poids de l'œuf entier, du blanc et du jaune à l'aide d'une balance électronique (Photo originale ,2025)

3.3.2)Analyses Chimiques

A) Détermination de pH du blanc et du jaune d'œuf

Les mesures du pH sont réalisées avec un pH-mètre, les mesures s'effectuent pour le Blanc et le jaune de chaque échantillon, les résultats sont lus après stabilisation des deux électrodes de pH-mètre (Ayacid M, 2012).



Figure 18: pH mètre (Photo originale, 2025)

B) Détermination du taux d'humidité

Le dessiccateur infrarouge mesure la teneur en humidité d'un échantillon en le chauffant rapidement grâce à une source de rayonnement infrarouge. Ce chauffage provoque l'évaporation de l'eau contenue dans l'échantillon, tandis qu'une balance intégrée suit en temps réel la perte de poids. La différence entre le poids initial et le poids final permet de calculer précisément la quantité d'humidité présente (Mettler-Toledo AG, 2013)



Figure 19: dessiccateur infrarouge (Photo originale ,2025)

C) Détermination de la teneur en matière sèche

Le calcul du pourcentage d'humidité est réalisé selon la formule suivante (Ahmar. W, 2012) :

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

Donc :

La teneur totale en matière sèche, exprimée en pourcentage du poids de l'échantillon, est

Donnée par la formule suivante :

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

D) Détermination de la teneur des minéraux (ISO 690:2021)

Le dosage du sodium (Na) et du potassium (K) par spectrométrie d'émission de flamme (FES) repose sur l'excitation thermique de ces éléments dans une flamme (acétylène-air ou propane-air), suivie de la mesure de leur émission lumineuse caractéristique (Na à 589 nm et K à 766

nm). Après nébulisation de l'échantillon, les atomes sont excités et émettent un rayonnement dont l'intensité, proportionnelle à leur concentration, est mesurée par une photo détectrice. Cette méthode, rapide et économique, est couramment utilisée en analyses biologiques (sérum, urine) et agroalimentaires (lait, produits transformés), offrant une sensibilité adaptée aux dosages de routine.



Figure 20: spectre à flamme pour sodium (Photo originale ,2025)

E) Détermination de la teneur en matière organique

A partir des résultats de la matière sèche et minérale en appliquant la formule suivante :

$$MO (\%) = MS (\%) - MM (\%)$$

Où :

MO : matière organique

MS : matière sèche

MM : matière minérale.

F) Dosage des protéines brutes (méthode Kjeldahl)

La méthode de Kjeldahl comporte trois étapes principales successives:

- L'azote organique que contient l'échantillon est transformé en un azote minéral en présence d'un acide concentré: c'est la minéralisation
- L'azote minéral formé est déplacé en présence de la soude et par entraînement à la vapeur puis recueilli quantitativement dans une solution standard de réception : c'est la distillation
- L'azote ainsi recueilli est titré par un acide ayant une normalité connue: c'est la titration.

(Dr. DJAALAB, S.d)

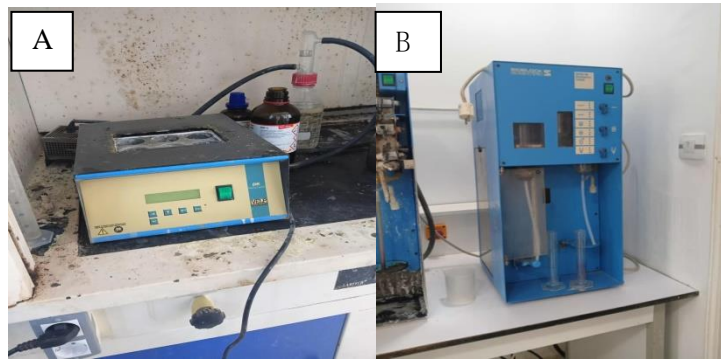


Figure 21 : (A) minéralisateur

(B) distillateur khejdhal (Photo originale ,2025)

G) Dosage de la matière Grasse de jaune d'œuf par méthode Soxhlet (AOAC, 1990)

Ce dosage consiste à réaliser une extraction continue à l'aide d'un appareil appelé Soxhlet en utilisant le chloroforme comme solvant (AOAC, 1990).



Figure 22 : l'extracteur soxhlet (Photo originale, 2025)

H) Determination Teneur en glucides : dont sucres et Fibre alimentation :

Methode de bertrand (pour le dosage des glucides réducteurs): Cette méthode permet de doser les sucres réducteurs (comme le glucose) en utilisant une réaction d'oxydoréduction en deux étapes :

Oxydation des glucides par une solution de liqueur de Fehling (mélange de sulfate de cuivre et de tartrate de sodium-potassium en milieu basique).

Les sucres réducteurs (avec une fonction aldéhyde ou cétone libre) réduisent les ions cuivre(II) Cu^{2+} en cuivre(I) Cu^{+} .

Dosage indirect du cuivre(I) formé par une solution titrée de permanganate de potassium ($KMnO_4$).

Le permanganate oxyde à son tour le cuivre(I) en cuivre(II), permettant de déterminer la quantité de sucre initial (Bertrand. G, 1906).

La méthode de weend (ou weende analysis) : est une technique classique utilisée en chimie alimentaire et en nutrition pour analyser la composition des aliments, notamment les glucides, mais elle ne dose pas directement les glucides. Elle fait partie des méthodes proximales(ou analyse de weende) principe de la méthode de weend (analyse proximale)

L'analyse de weend décompose les aliments en six fractions principales :

Humidité (eau), matières sèche (cendres), matières grasses(lipides), protéines brutes (dosage de l'azote $\times 6,25$), fibres brutes, Extractif non azoté (ENA) → Calcul indirect des glucides.

(McDonald, P *et al.*,2011)

➤ **Caractéristiques d'élevage traditionnel dans la région de l'Oranie**

La wilaya de Ain Temouchent a fait partie d'une enquête menée dans 48 élevages repartis sur les 9 wilayas de la région de l'Oranie, Les résultats ont montré que la quasi-totalité des élevages sont conduits en mode ouvert.

Concernant l'habitat, 18,8 % des élevages sont en liberté totale, 4,2 % des élevages sont totalement abrités (jour et nuit), 77,1 % étaient en semi-liberté (avec un abri pour la nuit).

Les poules se nourrissent de ce qu'elles trouvent dans leur milieu (graines, insectes, vers, sable, cailloux et quelques céréales) en plus de ce que leur donnent les éleveurs une à deux fois par jour, généralement, ils leur distribuent les restes de cuisine (pain, vermicelle, riz, couscous...). Dans 39,6 % des élevages, un mélange constitué essentiellement de déchets de maïs et de grains d'orge est distribué aux poules **(Mahammi FZ *et al.*, 2014)**.

Résultats et discussion

Synthèse bibliographique

1) Résultats des analyses physiques

L'examen avant le cassage est un examen minutieux permet d'évaluer la qualité externe des œufs de la poule (poids, coquille, forme).

1.1) Examen avant le cassage

Tableau 13: Paramètres physiques externes et le poids entier des œufs.

	1	2	3	4	5
Poids de l'œuf entier (g)	50,3	48,7	52,3	48,1	48
Largeur (cm)	4	3,9	3,9	4	3,8
Longueur (cm)	5,5	5	5,3	5,3	5,3
L'indice de forme	73	78	74	75	72
	Optimal	Rond	Optimal	Optimal	Long

1.1.1) Poids

Les résultats de la détermination du poids des œufs issus de l'élevage traditionnel varient entre 48 ,1g et 52, 3g avec une valeur moyenne de 49,48g.

Des études (**Benrahou et Zaaboub, 2014 ; Moula *et al.*, 2014**) ont cité l'infériorité du poids des œufs issus d'élevage traditionnel (compris entre 52,68 et 53,28 g) comparativement avec les œufs issus d'élevage industriel des poules pondeuses (compris entre 61,01 et 64,42 g).

Les résultats de l'étude d'**Aissaoui et Amara (2022)** montrent que le poids des œufs issus de la souche locale varie entre 49.21g et 61.34g avec une valeur moyenne des œufs de 54,63±4,64g.

Des résultats d'une autre étude réalisée par **Mouhoubi et Salhi (2018)** montrent que le poids entier des œufs étudiés varie entre 52.77 g et 68.8 g avec une moyenne de 60.93 ± 4.64 g pour les œufs bruns, cependant le poids entier des œufs blancs se situe dans l'intervalle de 47.47 g et 65.94 g avec une moyenne de 56.57 ± 4.49.

Le poids des œufs est un aspect qualitatif de grande importance économique. De ce fait, les aviculteurs allongent la période d'élevage en vue de produire des œufs de gros calibres car le poids des œufs augmente avec l'âge des poules (**Travel *et al.*, 2010**).

1.1.2) La largeur et la longueur

D'après les résultats montrés dans le tableau. Nous observons que :

- La largeur des œufs varie entre 3,8 cm et 4 cm avec une valeur moyenne 3,92 cm.
- La longueur des œufs varie entre 5 cm et 5,5 cm avec une valeur moyenne 5,28 cm.

Synthèse bibliographique

Donc nos œufs sont moins larges et moins longs par rapport à la taille basique d'un œuf de poule qui est de 6 cm de longueur et 4 cm de largeur (**Vinciane et al., 2016**).

D'après les résultats de **Hanou et Faid (2022)**, la largeur des œufs de poule locale variée (PLV), Poule locale contrôlé (PLC) et souche sélectionnée (SS) est de $3,85 \pm 0,12$ et $3,98 \pm 0,13$ et $4,27 \pm 0,12$ respectivement et la longueur est de 5,47 ; 5,39 ; 5,57 respectivement.

1.1.3) L'indice de forme

L'indice de forme de l'œuf augmente avec l'âge des poules pondeuses (**Romanoff et Romanoff, 1949**).

En début de production, les œufs ont une forme ronde qui tend progressivement à s'allonger au cours de l'année de ponte à cause de l'affaiblissement de la tonicité musculaire de la glande coquillière chez les poules âgées (**Inra, 2010**).

Avec :

- Indice de forme inférieur à 72 : œuf **trop long**
- Indice de forme supérieur à 76 : œuf **trop rond**
- Indice de forme allant de 72 à 76 : **optimal**

Nos résultats montrent que l'indice de formes des œufs varie entre 72 et 78 avec une valeur moyenne de 74.4.

En comparant nos résultats avec les valeurs citées au dessus nous pouvons dire que les œufs étudiés ont une forme optimale.

Les résultats de **Hanou et Faid (2022)** et ceux de **Keambou et son équipe (2009)** rapportent des indices de forme compris entre 72,67 et 73,04 chez les œufs PLV.

La taille, l'âge, l'état sanitaire et la structure interne de la poule constituent des facteurs qui peuvent influencer fortement la forme de l'œuf (**King'ori, 2012**).

1.2) Coquille

L'examen visuel de la coquille d'œuf de poule permet d'évaluer sa qualité et son aspect extérieur. Il consiste à vérifier la forme, la couleur, la texture et l'absence de défauts.

Après la réalisation de l'observation externe de la coquille nous avons trouvé que la couleur blanche est la dominante dont 3 œufs blancs et 2 œufs crème. Selon **Fredot (2001)** la couleur varie en fonction de la race de poules (caractères génétiques), de son alimentation et de l'époque de la ponte.

Les travaux de **Mertens et al (2010)** ont montré que la couleur de la coquille n'a aucune influence sur la valeur nutritive de l'œuf, mais celle-ci correspond à des préférences

Synthèse bibliographique

particulières du consommateur, devenant ainsi un indice qualitatif de grande importance économique.

La rugosité : nos œufs sont 100% lisse , nous n'avons pas remarqué de rugosité . Selon **Sauveur (1988)**, la rugosité de la coquille est dû principalement à une desquamation tissulaire ou autre, et que ce trouble augmente avec l'âge de l'animal, et n'a aucune relation avec l'alimentation.

L'intégrité: l'intégrité signifie que la coquille doit être intacte, sans fissures ni cassures, assurant une bonne barrière contre la contamination.

2) Examen après le cassage

Cet examen porte plusieurs aspects : l'aspect morphologique (couleur, odeur, texture), la qualité de l'albumen (blanc d'œuf) et du vitellus (jaune d'œuf).

2.1) Examen morphologique

L'examen morphologique des œufs consiste à analyser visuellement et physiquement le contenu de l'œuf et à évaluer sa qualité et détecter les altérations.

2.1.1) Albumen

Après l'examen morphologique de l'albumen nous avons indiqué plusieurs critères essentiels :

- ❖ **L'opacité** : claire et transparente.
- ❖ **Odeur** : normale pas de signe de fermentation ou de putréfaction.
- ❖ **Présence de corps étranger** : absence.
- ❖ **Consistance** : gélatineuse, ni trop liquide ni trop épaisse.

D'après **Design (2006)** les caractéristiques organoleptiques ont une influence majoritaire sur la qualité de l'albumen.

2.1.2) vitellus

Après l'examen morphologique de vitellus (jaune d'œuf) nous avons porté plusieurs critères: la forme, la couleur, l'odeur, et la présence éventuelle de corps étranger.

Le vitellus de nos œufs est de forme ronde et bombée, sans odeur particulière ni corps étranger visible. Sa couleur est jaune plus ou moins foncée.

D'après **Jacob et al (2011)**, la qualité du jaune d'œuf est déterminée en fonction de la texture, de l'apparence et de la fermeté.

Synthèse bibliographique

La coloration du jaune est due à la présence des caroténoïdes dont la structure chimique est voisine à celle de la vitamine A, ils comprennent des xanthophylles comme la lutéine. La couleur de vitellus est influencée par l'alimentation des poules et n'a aucune relation avec la valeur nutritive (Lafon et Lafon, 1999).

2.2) Les mesures physiques de l'œuf

Tableau 14: mensuration des œufs après le cassage

Œuf	Diamètre (cm)			Poids (g)		
	Blanc	Jaune	Totale	Blanc	Jaune	Coquille
1	4,5	4	8,5	12,94	16,68	5,7
2	4,5	4	8,5	17,27	18,98	5,14
3	5	4	9	20,4	20,28	4,77
4	2,5	3,7	6,3	11,47	17,26	5,27
5	3	4	7	8,96	17,55	4,59

2.2.1) Diamètre

Les résultats de la détermination du diamètre du blanc varient entre 3 cm et 5 cm avec une valeur moyenne de 3,9 cm et le jaune varie entre 3,7cm et 4 cm avec une valeur moyenne de 3,94 cm.

Selon **Rahamané SANFO et al (2007)** le jaune est approximativement sphérique, son diamètre peut être estimé autour de 17 mm à 18 mm. le blanc entoure le jaune et occupe un volume plus important, donc son diamètre totale est celui de l'œuf environ 36-37mm.

ces valeur sont des estimation basées sur le volume et la forme typique d'un œuf de poule standard.

2.2.2) Le poids

Les résultats de détermination du poids de :

A)Blanc : varie entre 11,47 et 20,4 g avec une valeur moyenne de 14,21g.

B)Jaune : varie entre 16,68 et 20,28 g avec une valeur moyenne de 18,15g.

D'après **Labdelli et Belbahi (2023)**, les deux types d'œufs des poules de phénotype Normalement Emplumé (NE) et poule phénotype cou-nu (CN) ont un poids de vitellus de $17,79 \pm 1,77$ et de $17,28 \pm 2,89$ respectivement, tandis que le poids d'albumen des œufs NE se situe dans l'intervalle de 63,39 g et 40,39 g avec une moyenne de $27,72 \pm 4,41$ et le poids d'albumen des œufs CN varie entre 61,56 g et 47,57g avec une moyenne de $30,15 \pm 2,84$.

Synthèse bibliographique

La qualité de l'albumen est principalement associée à la quantité de blanc épais et au poids mesurés en termes d'unité Haugh (**Haugh, 1937**). Les études de **Gerber (2006)** montrent que l'unité Haugh doit être supérieure à 60 et se situe entre 75- 85 pour un œuf frais quelle que soit la race de poules.

Fredot en 2001 a montré que l'unité Haugh est une méthode fiable pour déterminer l'âge et l'état de conservation des œufs.

(Le manque de matériel de laboratoire limite nos études)

C) Coquille :

D'après le résultat exprimé dans le tableau montre que le poids de la coquille varie entre 4,59g et 5,7g avec une valeur moyenne de 5,1g.

Le poids moyen de la coquille des œufs NE est de $6,95 \pm 0,81$, tandis que le poids de la coquille des œufs CN est de $5,64 \pm 1,58$ (**Labdelli et Belbahi, 2023**).

3) Analyses des paramètres chimiques

L'analyse physicochimique est essentielle pour identifier la qualité nutritionnelle, et vérifier la fraîcheur et la salubrité des œufs destinés à la consommation humaine .

Les résultats chimiques sont exprimés dans le tableau suivant :

Tableau 15: Résultat d'analyse chimique des œufs issus d'élevage traditionnel par le laboratoire EL-FETH (**tableau original 2025**)

Détermination	Résultats	Références
Valeur nutritionnelle pour 100g du produit		
pH du jaune d'œuf cru	6,78	Mesure par pH mètre
pH du blanc d'œuf cru	9,67	Mesure par pH mètre
Teneur en matière grasse totale/100grs	13,04grs	Extraction soxhlet
Cholestérol/100grs	427mg	Méthode colorimétrique
Teneur en glucides /100grs dont sucres/100grs :	0,24grs 0,17grs	Méthode de Bertrand
Fibre alimentation/100grs	0,00grs	Méthode de Weende
Teneur en protéine /100grs	9,04grs	Kjeldahl (N.6,25)
Teneur en sodium /100grs	36mg	Titrimétrie
Teneur en sel exprimé en	92mg	

Synthèse bibliographique

NaCl/100grs		
Humidité	89,98%	Dessiccation infra rouge
Calcium/100grs	60mg	Titrimétrie
Magnésium/100grs	9mg	Titrimétrie

3.1) Mesure du pH

Le pH est un facteur physico-chimique qui a un effet sur plusieurs autres facteurs très importants pour la qualité des œufs.

3.1.1) PH d'albumen

Selon le tableau, la valeur de pH d'albumen est à 9,68 pour les œufs issus d'élevage traditionnel.

Cette valeur est supérieure à celle rapporté par **Thapon et Bourgeois (1994)** où le pH de l'albumen se situait entre 7,8 et 8,2 le lendemain de la ponte. Il croissait avec le vieillissement de l'œuf, ce qui pourrait s'expliquer par la durée de stockage.

Cette valeur est proche à celle trouvé par **Ayachi M en 2012**, la valeur de pH d'albumen a été trouvée à $9,023 \pm 0,287$ pour les œufs issus de la souche locale.

Notre résultat est en relation avec les travaux de **Jay (2000)** qui montre que le pH du blanc d'œufs augmente et atteint 9,3 durant le stockage.

A la ponte, le pH de l'albumen est généralement autour de 7,6 à 7,9 légèrement basique. L'augmentation de pH est liée à la perte de dioxyde de carbone (CO₂) à travers la coquille pendant le stockage (**Kaoueche et kaoueche, 2015**).

Avec le temps, le pH augment rapidement dans les premiers jours, pouvant atteindre environ 9 à 9,5 après le stockage (**CODEX ŒNOLOGIQUE INTERNATIONAL, 2000**).

3.1.2) PH du vitellus

Nos résultats montrent que la valeur moyenne du pH vitellinique des échantillons des œufs issus d'élevage traditionnel de la région d'Ain-Temouchent est de 6,78.

Ce résultat est plus proche à celui obtenu par **Fredot (2005)** qui indique que le PH de vitellus étant inférieure ou égale à 6 et selon (**Jay ,2000**), il peut aller jusqu'à 6,8.

Le pH du vitellus (jaune d'œuf) est généralement acide, avec des valeur autour de 6,1 à 6,5 selon la race de la poule (6,5 pour la race locale et 6,1 pour la commerciale) (**Bouزيد, 2021**).

3.2) Détermination de la matière sèche

On a déduit la teneur de matière sèche à partir du taux d'humidité par l'équation suivante :

Synthèse bibliographique

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

Nous avons trouvés 10,02 % de la matière sèche.

Nos résultats sont plus faibles que la valeur fixée par la norme **CEE-ONU N°63**, qui indique un taux de matière sèche égale à 23,5%. Cette variation pourrait être liée au poids de l'œuf, exclusivement le poids du jaune, l'alimentation de la poule et faiblement avec le stade de ponte (**Nys et Sauveur, 2004**).

La matière sèche de l'œuf varie généralement entre 23% et 25 % (**Sébastien, 2022**). Elle est composée principalement de protéines, lipides, glucides, cendres et autres composants. Le blanc d'œuf liquide contient environ 12 % de matière sèche, essentiellement des protéines avec très peu de lipides, tandis que le jaune concentre la majorité des lipides et une grande partie des protéines, avec une matière sèche autour de 47% (**Adamou et al., 2022**).

3.3) Détermination de la teneur en eau

La valeur d'humidité des échantillons des œufs analysés est égale à 89,98%.

Selon les résultats d'**Ayachi (2012)** le taux d'humidité des œufs issus de souche locale est 75,13% et les œufs issus de souche ISA Brown est 77,09%.

Le résultat des œufs étudiés est supérieur à celui publié par **Thapon et Bourgeois (1994)** qui indique que le taux d'humidité varie entre 74%-76%.

3.4) Détermination des minéraux

Les différences de la teneur en matière minérale peuvent être dues à plusieurs facteurs d'origine génétique et alimentaire.

- ✓ Sodium : la teneur en sodium est relativement faible, surtout dans le jaune d'œuf, ce qui le rend adapté aux régime pauvre en sodium. Le blanc d'œuf contient plus de sodium que le jaune, avec environ 170 mg de sodium pour 100 g de blanc d'œuf (**Inra, 2004**)

3.5) Détermination de la Teneur en protéines

Notre résultat est inférieur à ceux trouvés par **Roudaut et Lefranq (2005)** qui ont montrés que la teneur moyenne en protéines dans le blanc d'œuf est comprise entre 10 et 11 %.

Vierling (2008) a trouvé que la teneur moyenne en protéines dans le blanc d'œuf est de 11,1%.

Un œuf de taille 60 g contient d'environ 6 à 7 g de protéines complètes (**Jo williams, 2024**) les protéines d'un œuf sont réparties entre le blanc et le jaune. Le blanc d'œuf contient d'environ 3,6g de protéines, tandis que le jaune d'œuf contient environ 2,7 g de protéines (**Béatrice, 2024**).

Synthèse bibliographique

3.6) Détermination de la teneur en matière grasse

Les résultats d'analyse physico-chimique montre que le taux de la matière grasse est de 13,04g.

En **1994, Thapon et bourgeois** ont trouvés que le mode d'élevage peut affecter la constitution chimique de l'œuf, donc ce dernier peut diminuer ou augmenter la teneur en lipide a une valeur de ($\pm 3\%$).

Fabien et al (2005) trouvent la possibilité de modification de profil en acides gras de l'œuf par la qualité des acides gras incorporés dans le régime alimentaire. Selon **Natbier-Dufour (2005)**, seuls les facteurs nutritionnels liés à l'alimentation des poules pondeuses peuvent modifier la composition des acides gras.

3.7) Determination Teneur en glucides : dont sucres et Fibre alimentation :

L'œuf ne contient pas des fibres glucidiques sa teneur en sucres simple avec un pourcentage de 0,17% de loeuvs repartis entre le blanc et le jaune. Le glucose est la forme libre dominante avec 0,24% de sucre libres).

Ces resultat est semblable à celle obtenus par **Nys et sauveur, 2004** :

1. **absence de fibres.**
2. **Tres faible teneur en sucres simples**
3. **Glucose majoritaire** : 1.98% de sucre libre sont sous forme de glucose.et les autres sucres sont négligeables ou liés à des protéines (glycoprotéines).

Conclusion

Conclusion

L'œuf est parmi les produits de base, il est important de faire des recherches et des études approfondies sur sa composition surtout biochimique pour pouvoir l'utiliser dans différents domaines : alimentaire, industriel, pharmaceutique et des recherches en biologie.

Dans ce cadre, nous avons réalisé une étude physicochimique sur des œufs de poules élevées dans des conditions traditionnelles dans la wilaya de Ain-Temouchent.

Les paramètres physiques recherchés dans la présente étude sont : le poids, la longueur, le diamètre et l'indice de forme avant le cassage des œufs ainsi que le poids et le diamètre des constituants internes des œufs après cassage. Les paramètres chimiques recherchés sont : le pH, les protéines, le magnésium, le calcium, le sodium, le cholestérol, les glucides, la matière grasse, la matière sèche, le taux d'humidité et la matière minérale.

Les données recueillies dans notre étude nous ont permis de caractériser les propriétés internes et externes, de donner un profil de la qualité physicochimique des œufs étudiés et à faire une comparaison avec des données issues des travaux antérieurs.

Notre étude met en lumière l'importance d'explorer l'influence des pratiques d'élevage traditionnel sur la qualité physicochimiques des œufs.

Recommandations et perspective

Synthèse bibliographique

Recommandations et perspective :

- Approfondir la compréhension des effets des méthodes d'élevage sur la qualité des œufs.
- Utiliser un nombre d'œuf plus élevé afin de donner plus de précision.
- Etudier d'autres paramètres physico-chimiques.
- Sensibiliser les consommateurs à l'importance de la qualité physicochimique des œufs.
- Etudier la qualité nutritionnelle des œufs de différentes race de poule.
- Réaliser des analyses physicochimiques sur des lots plus étendus provenant de différentes régions de l'Algerie.
- Respecter les conditions de stockage des œufs (température, humidité) qui peuvent influencer sur la qualité physicochimique.
- Faire une comparaison sur le plan physicochimique entre les œufs de différentes espèces aviaire.
- Etudier l'influence de la variabilité saisonnière sur les paramètres physicochimiques.
- Suivre l'évolution de la qualité des œufs en fonction de l'âge des poules pondeuses.
- Évaluer le rôle des nutriments présents dans l'œuf sur des fonctions biochimiques humaines.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

1. **Ahmar, W. (2012).** Analytical methods for food and dairy products moisture determination. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 255-260.
2. **AISSAOUI et AMARA. (2022)** . Effet de l'addition de certains additifs naturels sur les paramètres physico-chimiques et nutritionnels des-œufs de la poule locale.
3. **AKKOUCHE ZOUBIDA. (2010).** EFFET DU TRAITEMENT THERMIQUE SUR LES PROTEINES DU BLANC D'OEUF. MAGISTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES. UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA. [CONSULTE LE 13 MAI 2023].
4. **ANGRAND A. (1986).** Contribution à l'étude de la qualité commerciale des œufs de consommation de la région de Dakar (Sénégal). Th.: Méd. Vét:Dakar; 23.
5. **Anton, M., Nau, F., & Nys, Y. (2013).** Bioactive egg components and their potential uses. *World's Poultry Science Journal*, 69(2), 375-384. <https://doi.org/10.1017/S0043933913000364>
6. **AOAC International (1990).** Official Methods of Analysis (15th ed.). Method 920.39: Fat in eggs - Soxhlet extraction method. AOAC International.
7. **AYACHI, M. (2012)** . ETUDE COMPARATIVE ET CONTROLE DE LA QUALITE DES ŒUFS ISSUS DE LA SOUCHE LOCALE (GALLUS GAL/US DOMESTICUS) ET LES OEUFS ISSUS DE LA SOUCHE ISA BROWN. [CONSULTE LE 19 FEVRIER 2023]
8. **Ayacid, M. (2012).** Mesure du pH dans les produits avicoles : Méthodologie et applications. *Journal of Food Science and Technology*, 49(5), 1123-1128.
9. **Baaziz, K., Benali, M., & Bouzid, A. (2017).** Application du test de mirage pour l'évaluation de la qualité des œufs de consommation. *Journal of Algerian Agricultural Sciences*, 22(3), 145-150.
10. **Balnave, D., & Weatherup, S. T. C. (1974).**The influence of dietary linoleic acid on egg weight. *British Poultry Science*, 15(4), 353-358.
11. **Baribeau H. (2004).** L'œuf Site : <http://www.reseau.proteus.net>
12. **Béatrice, M. (2024, 15 janvier).** Répartition des protéines dans l'œuf. *Nutrition Santé*. <https://www.nutrition-sante.fr/proteines-oeuf>
13. **Benrahou, K., & Zaaboub, N. (2014).** Qualité des œufs issus d'élevages traditionnels vs industriels. *Journal of Animal Science*, 92(8), 3541-3548. -DOI: 10.2527/jas.2014-7652
14. **BERNARD SAUVEUR, MICHEL DE REVIERS. (1988).** REPRODUCTION DES VOLAILLES ET PRODUCTION D'OEUFS, EDITIONSQUAE.
15. **Bertrand, G. (1906)** "Sur le dosage des sucres réducteurs" *Bulletin de la Société Chimique de France*, Tome 35, p. 1285–1299.
16. **BOUZID INSAF SADIKA . (2021).** LES QUALITES PHYSICO-CHIMIQUES DES OEUFS ET DE LA VIANDE DE POULES LOCALE RACE COU NU [EN LIGNE].

FACULTE DES SCIENCES NATURELLES ET DE LA NATURE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS
MOSTAGANEM , 59 P.

17. **Burley, R.W. et Vadehra, D. V. (1989)**. The Avian egg: chemistry and biology. New York: Wiley-Interscience.
18. **CEE-ONU FFV-63**: concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des KAKIS 2020 ÉDITION.
19. **CODEX Alimentarius. (2000)**. Codex Alimentaire International. FAO/OMS. - URL: [FAO](<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>).
20. **Corpet. (2013)** . Œufs et ovo-produit. Td hygiène et industrie des aliments version sept disponible en ligne sur <http://corpet.net/Denis>
21. **Desaulniers, M., Dubost, M., & Lacroix, M. (2003)**. Tables de composition des aliments : Valeur nutritive des aliments couramment consommés au Québec et au Canada (2^e éd.). Presses de l'Université Laval.
22. **Design J. (2006)**. Egg quality guide. MAFF Publications. P: 4 ; 20.
23. **Djaalab, S. (s.d.)**. Méthodes d'analyse biochimique des aliments [Support de cours]. Université d'Oran
24. **FAO(Food and Agricultural Organisation). (2012)**. LA SITUATION MONDIALE DE L'ALIMENTATION ET DE L'AGRICULTURE.
25. Fédération des producteurs d'œufs du Québec S.D. Pendant combien de temps puis-je conserver mes œufs? Site : <https://oeuf.ca/faq/pendant-combien-de-temps-puis-je-conserver-mes-oeufs/>
26. **Françoise N, Catherine GD, Florence B, Jean-louis T. (2010)**. Science et technologie de l'œuf (de l'œuf aux ovoproduits) Vol 2, Editions Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 562.
27. **FREDOT E. (2005)**. Connaissance des aliments. Edition TEC et DOC Lavoisier Paris. P:132-154
28. **Fredot M, Vierling E.(2001)**. Biochimie des aliments diététiques du sujet bien portant.Edition Dion .P :21 ; 38 ; 45
29. **Gerber, N. (2006)**. Factors affecting egg -quality in the commercial laying hen: A review. Egg Producers Federation of New Zealand (Inc), Poultry Industry Association of New Zealand. P : 2
30. **Gilbert, A.B. (1971)**. Egg albumen and its formation. In'Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl (D.J. Bell and B.M. Freeman, eds.), Vol. 3, p. 1291-1329
31. **Grobas, S., Méndez, J., Lázaro, R., de Blas, C., & Mateos, G. G. (1999)**. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid

- composition of egg yolks of two strains of laying hens. Poultry Science, 78(8), 1171-1179. <https://doi.org/10.1093/ps/78.8.1171>
32. **Guerin-Dubiard, C., Anton, M., Gautron, J., Nys, Y. et Nau, F. (2010).**
Composition de l'œuf. In : F. Nau, C.
 33. **Guérin-Dubiard, F. Baron, J L. Thapon, eds.(2010).** Science et technologie de l'œuf. Paris : Tec et Doc Lavoisier. pp.1-89.
 34. **HANOUE et FAID. (2022).** Évaluation de la qualité de l'œuf locale en comparaison avec les œufs commerciaux.
 35. **Haugh. R. (1937).** The Haugh unit for measuring egg quality. US Egg Poult. Mag., 43: 522-555, 572-573.
 36. **HIDAOUA, 2000.** université de Constantine. Couvre les caractéristiques général de l'œufs de consommation
 37. **Hubbard. (2011) . Guide Incubation.** PDF : Guide incubation (français) Octobre 2011
 38. **HYLIN INTERNATIONAL. (2017). Brown Alt Guide FRN Rural.pdf. Guide de gestion.**
 39. **Jacob J P, Milesrd. Ben Matherf. (2011).** Egg quality. University of Florida. IFAS extension. p:1 ; 12
 40. **Jacob, J.P., Milesm, R.D. et mather, F.C. (2000).** Egg quality serial of the animal science. University of Florida Animal Science [En ligne]. Disponible sur : . [Consulté le 08 mars 2020].
 41. **Jacquot et Adrian J. (1954).** In la volaille et l'œuf .Journées Scientifiques du CNERNA ,Vol.VI,CNRS Paris
 42. **JAY J M. (2000).** Modem food microbiology. ASPN publishers.inc Sixth edition. P: 164.
 43. **KAOUËCHE A. et KAOUËCHE M. (2015).** Évolution de la fraîcheur des œufs de consommation au cours de la conservation.
 44. **Keambou, T. C., Manjeli, Y., Tchoumboue, J., & Tegua, A. (2009).** Egg quality traits in local chicken breeds in Cameroon. Livestock Research for Rural Development, 21(7). <http://www.lrrd.org/lrrd21/7/keam21099.htm>
 45. **KING'ORI, A.M. (2012).** POULTRY EGG EXTERNAL CHARACTERISTICS : EGG WEIGHT, SHAPE AND SHELL COLOR. RESEARCH JOURNAL OF POULTRY SCIENCES., 5 (2) : 14-17. [EN LIGNE].
 46. **Kristof Mertens, Catalin Perianu, Bart Kemps, Bart De Ketelaere, Eddy Decuypere .And Josse De Baerdemaeker.** Nouvelles techniques non invasives

- d'évaluation de la qualité de l'œuf 24-03-2010 Protais J, 1988 La qualité de l'œuf de consommation L'aviculture Française, Editions Rosset, 761-772
47. **LABDELLI et BELBAHI. (2023).** Qualité physicochimique et organoleptique des œufs de poules locales cou nu CN et normalement emplumé NE.
 48. **LAFON P, LAFON F. (1999).** L'a.mf et les ovoproduits .Technique d'ingénieur. traite-agroalimentaire. P : 1-22.
 49. **lechevalier V, Perinel E, Jeantet R, Lesaffre C, Croguennec T, Guérin-Dubiard C, Nau F. (2005).** Statistical analysis of effects of industrial processing steps on functional properties of pasteurised liquid egg white.
 50. **Les anomalies de l'œuf. (2000).** Site : [http : // www.ornithomedia.com](http://www.ornithomedia.com).
 51. **Li-chan et Kim. (2008).** Structure and Chemical Compositions of Eggs
 52. **Loïc et al, 2018. L'œuf et sa cuisson. Site <https://onfaitcuireunoeuf.wordpress.com/>**
 53. **M.Bressac, 2015.** Site : [1\) Quels sont les différents types d'élevages ? - Site pour notre TPE !](#)
 54. **MADR,Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. (2012).**Direction des Systèmes d'Information, des Statistiques et de la Prospective serie B 2016
 55. **Mahammi FZ, Gaouar SBS., Tabet-Aoul N, Tixier-Boichard M, Saïdi-Mehtar N. (2014).** Caractéristiques morpho-biométriques et systèmes d'élevage des poules locales en Algérie occidentale (Oranie).Cah Agric23 : 382-392. doi :10.1684/agr.2014.0722
 56. **Manuel. (2019).** Manuel du Programme d'éclosion des œufs en classe Ministère de l'Agriculture.Première publication en 2005; révisions en 2011, 2013 et 2019 Ministère de l'Agriculture de la Nouvelle-Écosse
 57. **Martens k, perianu C, kemps B, de Ketelaere B, decuypere'e et debaerdemaeker J. (2010).** Nouvelles techniques non invasives d'évaluation de la qualité de l'œuf wpsa france edition. p : 1 ; 14
 58. **Martens, K., Bain, M., Perianu, .C., De Baerdemaeker .,Decuypere.,E, et Bart de Ketelaere. (2010).** Qualité physico chimique de l'œuf de consommation. In : F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.L. Thapon, eds. 2010. Science et technologie de l'œuf. Paris : Tec et Doc Lavoisier. p.273-275
 59. **MBAO B.(1994)** Séro-épidémiologie des maladies infectieuses majeures du poulet de chair dans la région de Dakar. Th. : Méd. Vét.: Dakar; 12

60. **McDonald, P. et al. (2011)** "Animal Nutrition" (7^e édition, Pearson). Compare la méthode Weende aux analyses modernes (Van Soest, NIRS).
61. **Mettler-Toledo AG, 2013**. Détermination de l'humidité avec le dessiccateur halogène. w.w.w.mt.com/moisture
62. **Mineki, M. et Kobayashi, M. (1997)**. Microstructure of Yolk from Fresh Eggs by Improved Method. *Journal of Food Science*, 62(4), pp.757-761
63. **MOUHOBI et SALHI. (2018)**. Effet de la température et les conditions d'entreposage sur la qualité des œufs de consommation.
64. **Moula, N., et al. (2014)**. Egg quality traits of local poultry breeds in North Africa. *Animal Genetic Resources*, 55, 69-78.-DOI: 10.1017/S2078633614000336
65. **Narváez-Solarte, W., Rostagno, H. S., Soares, P. R., Uribe-Velasquez, L. F., & Silva, L. D. F. (2005)**. Nutritional requirements of laying hens: Methionine as a limiting amino acid*. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7(4), 219–225.
66. **Nathier-Dufour Nathalie. (2005)**. les œufs et les ovoproduits. (78page.). la composition et les qualités nutritionnelles de l'œuf. Edition Edicagri Edition
67. **Nys Y, Sauveur B. (2004)** .valeur nutritionnelle des œufs. Edition: inra prod. Anim. Vol 17(5) . p 385- 393.
68. **Nys Y., Burlot T., Dunn I.C. (2008)**. Internal quality of eggs: any better, any worse? 23th World's Poultry Congress. 30 june-7 july, Brisbane, Australie, Australian branch, (CDRom (papers\\wpc08Final00034), 10p.
69. **Protais J. (1988)**. La qualité de l'œuf de consommation .L'aviculture Française, Editions Rosset, 761-772.
70. **Rahamané SANFO , Hamidou H. BOLY , Laya SAWADOGO , Ogle BRIAN. (2007)**. Caractéristiques physiques de l'œuf de la pintade locale (*Numida meleagris*) dans la région centre du Burkina Faso.
71. **Romanoff A.L, Romanoff A.J. (1949)**. The Avian Egg. John Wiley & Sons, NY, USA, 998p.
72. **Roudaut H, Lefrancq E. (2005)**. Alimentation théorique. Edition issn. p: 137,139.
73. **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 Th. : Méd. Vét. : Dakar ; 17.
74. **Sauveur B. (1988)**. Reproduction des Volailles et production d'œufs. Edition NRA, 11-49; 347- 375 ; 377-431.
75. **Sauveur B. (1991)**. Mode d'élevage des poules et qualité de l'œuf de consommation. INRA Productions animales, , 4 (2), pp.123-130.

76. **Sébastien, P., & Nys, Y. (2022).** Dry matter variability in eggs: A meta-analysis*. Poultry Science, 101(5),101789.
77. **Site** <https://tpe-poule.jimdofree.com/i-pour-apprendre/2-quelles-sont-les-caract%C3%A9ristiques-biologiques-d-une-poule-et-d-un-œuf/#:~:text=La%20taille%20d'un%20%C5%93uf,et%204%20cm%20de%20largeur>
78. **Site:** Skoog, D.A., Holler, F.J., Crouch, S.R.Principles of Instrumental Analysis. 7^e éd. Boston : Cengage Learning, 2018. ISBN 978-1-305-57721-3.
79. **Société Suisse de Nutrition (SSN). (2021).** Le potassium dans l'alimentation. Bulletin Nutritionnel Suisse, 45(3), 12-15. <https://www.sge-ssn.ch/fr/bulletin>
80. **Thapon J, L .bourgeois cm. (1994).** L'œuf et les ovoproduits in collection -scienceset techniques agro-alimentaire. Edition tec et doc. p : 1 ; 334.
81. **Thieulin G. ; Basile D., Hautetefort M. (1976).** L'œuf et les ovoproduits.-Paris : collection « Normes et techniques ». 7-51
82. **Travel, Y. Nys, E. (2010).** Lopsiltavi, Facteurs physiologiques et environnementaux influençant la production et la qualité de l'œuf. Recherches Avicoles, F-37380 Nouzilly, France 2 INRA, UR83 Recherches Avicoles, F-37380 Nouzilly, France Courriel : yves.nys@tours.inra.fr. INRA Prod. Anim - 23 (2), 155-166.
83. **Tropiculture, 2022.** Prductin et caractéristiques physico-chimiques des œufs de la poule locale de niamey (niger). Vol40.page 2295/8010.
84. **Valkonen, E., Venäläinen, E., Rossow, L. et Valaja, J. (2008).** Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. Poultry Science, 87(5), pp.844-852 .Veterinary World, 8(4), pp.449-452.
85. **Van Eekeren N, Maas A, Staatkamp HW, Verschuur M. (2006).** L'élevage des poulets à petite échelle. Digigraphi, Wageninagen-Pays Bas, 97p.
86. **-Vierling, E. (2008)** .aliments et boissons filières et produits. Dion éditeurs centre régional et documentation pédagogique d'aquitaine 3eme édition. p : 111 ; 127.
87. **Vinciane DESBOIS, Camille DENIS & Armelle EVEN Septembre 2015 - Janvier 2016.**
88. **Williams, J. (2024).** Egg nutrition: A complete guide. Healthline Media. <https://www.healthline.com/nutrition/egg-nutrition>
89. **Xu, X., Wang, H., Liu, Y., & Zhao, X. (2017).** Functional properties of egg components in food systems. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 16(5), 821-834. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12286>