



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 محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون
قسم العلوم البيولوجية
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master II

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème

*Effet de la température et les conditions d'entreposage sur la
qualité des œufs de consommation*

Présenté par : MOUHOUBI Souria
SAHLI Fawzia

Devant le jury :

President: M^r BELHADJ Med Tayeb MAA Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA
Promotrice: M^{me} MOHAMMEDI Saliha MAA Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA
Examineur 1: M^{me} HIHAT Soraya MAA Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA

Année universitaire : 2017/2018

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Résumé	
Introduction-----	1

Synthèse bibliographique

I. Structure et caractéristique des œufs de consommation-----	2
I.1. Structure de l'œuf-----	2
I.1.1. Le vitellus ou jaune-----	3
I.1.2. Le blanc ou albumen-----	3
I.1.3. La chambre à aire-----	3
I.1.4. La coquille-----	3
I.1.5. Les membranes coquillières-----	4
I.1.6. la cuticule-----	4
I.2. Caractères physique-----	4
I.2.1. Poids-----	4
I.2.2. Couleur de la coquille-----	4
I.3. Caractéristiques chimiques-----	5
II. Les facteurs influence sur la qualité des œufs-----	5
II.1. Effet de L'alimentation des poules -----	5
II.1. Effet de L'alimentation des poules -----	5
II.2. Effet de l'âge de la poule -----	6
II.3. Effets de l'origine génétique des animaux et de la sélection-----	7
II.4. Effet de l'élevage-----	7
II.5. Effet de la température-----	7
III. Évolution de l'œuf après la ponte-----	7
III.1. Évolution aseptique ou vieillissement-----	7
III.1.1. Perte d'eau par évaporation-----	8
III.1.2. Echanges osmotiques entre l'albumen et le vitellus -----	8
III.1.3. Réactions enzymatiques-----	8
III.2. Evolution septique-----	8

III.3. Facteurs accélérant l'évolution de l'œuf-----	9
IV.1. Le mirage-----	9
IV.2. Le calibrage des œufs-----	9
IV.2.1. Le poids à maturité-----	9
VI.2.2. La maturation sexuelle-----	9
VI.2.3. La nutrition-----	10
VI.3. Estimation de la qualité de la coquille-----	10
VI.4. Estimation de la qualité de l'albumen -----	10
VI.5. Estimation de la qualité du vitellus -----	10
VI.6. Estimation des inclusions-----	10
V. Conservation des œufs de consommation -----	10
V.1. A la température ambiante -----	11
V.2. Par réfrigération-----	11
V.3. Par congélation-----	11
V.4. Par des produits chimiques-----	11
V.4.1. Pâte de silicate au de sodium-----	11
V.4.1. Pâte de silicate au de sodium-----	11
V.4.3. Enrobage d'huile-----	11
V.4.4. Riz cuit salé-----	12
IV. Les Critères de classification des œufs de table-----	12
IV.1. Classification par catégorie -----	12
IV.2. Classification selon le poids-----	12
IV.3. Classification en fonction es mode d'élevage-----	12

Matériel et méthode

I.1. Matériel biologique : les œufs -----	13
I.2. Matériel technique-----	14
I.2.1. Matériel de mensuration-----	14
I.2.2. Matériel de pesée -----	14
I.2.3. Matériel de cassage-----	15
I.2.5. Matériel de mesure de pH-----	15
I.2.6. Matériel de mesure de viscosité-----	15
I.2.7. Matériel de stockages-----	15
II. Méthodes-----	15

II.1. Pesée de l'œuf entier avant et après stockage-----	16
II.2.Mesure de perte de poids -----	16
II.3.Mesure du pH des milieux de l'œuf -----	16
II.3.Mesure du pH des milieux de l'œuf -----	16
II.4.Mesure de l'indice vitellinique-----	16
II.5. Mesure des unités de Haugh-----	17
II.6.Mesure de viscosité-----	17
II.7. Détermination de l'acide Thiobarbiturique (TBA) -----	18
III. Les analyses statistiques-----	19

Résultats et discussion

I. Les œufs frais -----	20
I.1. Le poids entier et le poids sans coquille-----	21
I.2. Indice vitellinique -----	21
I.3.Unité de Haugh-----	22
II. Résultat des paramètres des œufs après le stockage-----	23
-	23
II.1. Perte de poids-----	24
II.2. pH du jaune -----	24
II.3. pH de l'albumen -----	25
II.4. Indice vitellinique-----	25
II.5. Unités de Haugh-----	28
I.6. La viscosité -----	30
I.7.Taux de T BARS-----	31
Conclusion-----	32
Les références	
Les annexes	



REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail nous nous remercions "Allah" le tout puissant d'avoir nous donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail.

*Nous adressons nos sincères remerciements à **Mme MOHAMMEDI Saliha** notre promotrice, qui nous a offert par ses compétences scientifiques et pédagogiques et ses qualités humaines, les moyens de mener à bien ce travail. Nous tenons également à la remercier pour la confiance et le soutien permanent.*

*Nous remercions Mr **BELHADJ Mohamed Tayeb** et Mme **HIHAT Soraya** d'avoir accepté d'être membres de ce jury et pour l'intérêt porté à ce travail. Veuillez trouver l'assurance de notre profond respect.*

*Nous tenons également à rendre hommage à tous les enseignants qui vouent leur vie à transmettre un savoir qui les passionne et pour qui le plus important est la réussite de leurs étudiants. Avec une pensée toute particulière pour **Mr BENSOUILAH Taqiyeddine**.*

Nous adressons tous nos remerciements aussi à tous nos amis qui ont su nous apporter les moments de bonheur nécessaires.

Finalement, nous remercions tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.



DEDICACE

Grasse a Allah

Je dédie ce travail

*A ma mère que ce travail soit pour toi pour ton aide précieux pendant toutes
ces années*

*A mon très cher père qui m'a tout appris, pour toutes les peines et les
sacrifices qu'il s'est donné pour me voir réussir dans la vie*

A mes frères «othmen et Ramzi »

Ma sœur «»

A mes nièces «Maram, Aya» que j'aime beaucoup

A mes cousins et mes cousines

*A toutes mes amies en particulier mon binôme «Souria MOUHOUBI» et mon
amie Wahiba.*

A tous ceux qui m'ont aidé dans mes études.

****MERCI A TOUS****

FAWZIA



DEDICACE

Grasse a Allah

Je dédie ce travail

*A ma mère que ce travail soit pour toi pour ton aide précieux pendant toutes
ces années*

*A mon très cher père qui m'a tout appris, pour toutes les peines et les
sacrifices qu'il s'est donné pour me voir réussir dans la vie*

A mes frères «Ahmed et Rodwan »

Ma sœur «Warda, Amel et Imen»

A mes nièces «Walide et Tasnime» que j'aime beaucoup

A mes cousins et mes cousines

A toutes mes amies en particulier mon binôme «Fawzia SAHLI»

A tous ceux qui m'ont aidé dans mes études.

****MERCI A TOUS****

SOURIA

Tableau 1: Les dimensions moyennes de l'œuf de poule-----	4
Tableau 2: Composition centésimale du vitellus -----	5
Tableau 3: Composition des parties comestibles des protéines de l'albumen-----	5
Tableau 4 : Evolution du poids de l'œuf et des différents compartiments de l'œuf au cours de l'année de production-----	7
Tableau 5: Les Caractéristiques des échantillons-----	13
Tableau 6: La perte de poids en fonction de la température du stockage et l'enrobage-	23
Tableau 7: Les variation pH du jaune en fonction de la température du stockage et l'enrobage-----	24
Tableau 8: Les variations du pH de l'albumen en fonction de la température et l'enrobage -----	26
Tableau 9: l'indice vetillinique en fonction wde la température du stockage et de l'enrobage-----	27
Tableau 10 : Unité de Haugh en fonction de la température du stockage et l'enrobage-	28
Tableau 11 : Corrélation entre les paramètres-----	29
Tableau 12 : variation de la viscosité-----	30
Tableau 13 : Taux de Malondialdéhyde-----	31

Figure 1 : schéma de la structure de l'œuf.....	2
Figure 2 : Conception du protocole expérimental.....	14
Figure 3 : Comparaison du poids entier entre les deux souches.....	22
Figure 4 : Comparaison du poids sans coquille de deux souches.....	23
Figure 5 : Comparaison de l'indice vetillinique entre les deux souches.....	24
Figure 6 : Comparaison de l'unité de Haugh entre les deux souches.....	24
Figure 7 : Pourcentage de la perte de poids des deux variétés.....	26
Figure 8 : Comparaison du pH du jaune entre les deux souches	26
Figure 9 : Comparaison du pH du de l'albumen entre les deux souches	27
Figure 10 : Comparaison de l'indice vetillinique entre deux souches.....	27
Figure 11 : Comparaison de l'unité de Haugh entre les deux souches.....	29
Figure 12 : variation de la viscosité en fonction de la température	30
Photo 1 : Pesé de l'œuf entier sans coquille	17
Photo 2 : Mesure de la largeur et la hauteur de vitellus	18
Photo 3 : Mesure de la hauteur de l'albumen	19
Photo 4 : Mesure de la viscosité	19

Liste des abréviations

M : œufs bruns

B : œufs blancs

MDA : malondialdéhyde

TBARS : Thiobarbituric réactive species

Résumé

La qualité de 240 œufs frais issus de deux souches ISA Brown et Hy line a été étudiée pendant 30 jours de stockage à trois différentes températures 4° C, 18 °C et 30 associée à l'application d'un revêtement alimentaire (gélatine, amidon et glycérol). Les paramètres mesurés sont le poids, le pH de l'albumen et de vitellus, l'indice vitellinique et la viscosité et la peroxydation des lipides. Cette étude a confirmé que les caractéristiques de qualité interne et externes des œufs n'ont pas été affectés lorsque les œufs ont été stockés à 4° C, mais les températures ambiantes ont influencé significativement la qualité des œufs en augmentant la perte de poids, le pH de l'albumen, la diminution de l'unité de Haugh et en accélérant l'oxydation des lipides pendant le stockage.

Mots-clés: œuf, unité de Haugh, pH, température, stockage, qualité

Abstract

The quality of 240 fresh eggs from two strains ISA Brown and Hy line was studied during 30 days of storage at three different temperatures 4 ° C, 18 ° C and 30 associated with the application of food-grade coating (gelatin, starch and glycerol) .The measured parameters are weight, pH of the albumen and yolk, the yolk index and the viscosity and yolk lipids oxidation. This study has confirmed that external and internal egg quality were not affected when eggs were stored at 4 °C, but ambient temperatures have significantly influenced egg quality by increasing weight loss, pH of albumen, decreasing Haugh unit and accelerating lipid oxidation during storage.. It has been concluded that the egg should be kept in the refrigerator.

Keywords: eggs, Haugh unit, pH, temperature, storage, quality

تلخيص:

نوعية 240 من البيض الطازج من سلالتين ازا براون و هاي لين تمت دراستها لمدة 30 يوماً تحت عامل التخزين على ثلاث درجات حرارة مختلفة 4 درجات مئوية و 18 درجة مئوية و 30 درجة يجمع مع تطبيق طلاء الطعام (الجيلاتين والنشا والجليسيرول). المعلمات المقاسة هي الوزن ، ودرجة الحموضة من الزلال والصفار واللزوجة ، ومؤشر لصفار و بيروكسيد الدهنيات. أكدت هذه الدراسة أن خصائص الجودة الداخلية والخارجية للبيض لم تتأثر عندما تم تخزين البيض عند 4 درجات مئوية، ولكن درجات الحرارة المحيطة أثرت بشكل كبير على جودة البيض من خلال زيادة فقدان الوزن ، درجة الحموضة الزلالية ، انخفاض وحدة هوج ، وتسريع أكسدة الدهون أثناء التخزين.

الكلمات المفتاحية : بيض. وحدة هوج. حموضة. حرارة. تخزين. نوعية.

Produit de base d'excellente valeur alimentaire pour l'ensemble des populations, l'œuf est depuis toujours, l'un des aliments d'origine animale les plus utilisés dans le monde (plus de 2 milles milliards d'œufs) (FAO, 2012) .Sa composition, remarquablement stable et indépendante des conditions d'élevage et d'alimentation pour ses constituants majeurs peut être enrichie en nutriments, actuellement très recherchés en nutrition humaine tels que les acides gras essentiels, les antioxydants et les vitamines(Nys et Sauveur, 2004). Les œufs ont également beaucoup de différentes propriétés fonctionnelles qui les rendent utiles dans diverses nourritures (Xu et al., 2017).

L'œuf est le seul aliment d'origine animale capable d'être conservé à l'état cru pendant une période notable à température ambiante(Nys et Sauveur, 2004).L'œufs possède plusieurs mécanismes de défense et d'excellentes barrières naturelles contre l'invasion des microbes; la coquille et le blanc d'œufs qui possède un arsenal de protéines antibactériennes , en particulier le lysozyme et l'ovotransferrine extrêmement efficace et variée (Anton et al., 2013).

La fraîcheur est l'une des principales qualité de l'œuf ,sa très bonne durée de conservation qui est garantie en le gardant au réfrigérateur ou dans un endroit frais à l'abri de l'humidité. Jusque 9 jours après la ponte, l'œuf est considéré comme extrafrais; puis, il est qualifié frais jusqu'à 28 jours (Anton et al., 2013).Cependant, le processus de vieillissement commence juste après la ponte et pourrait changer ses propriétés chimiques, physiques, et fonctionnelles. En conséquence, plusieurs modifications sont produites pendant le stockage, en particulier la diminution du poids, la détérioration de la qualité intérieure, la contamination microbienne et l'oxydation des lipides (Xu et al., 2017).

La présente étude a été entreprise pour évaluer l'effet combiné de la température et la durée du stockage et sur quelques paramètres physicochimiques sur les œufs commercialisés au niveau de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

I. Structure et caractéristiques des œufs de consommation

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 par ailleurs les œufs propres à la consommation humaine, donc commercialisable et garantissant la totale innocuité quel que soit le mode de cuisson (Sauveur, 1988).

I.1. Structure de l'œuf

Les principales parties de l'œuf sont le jaune ou vitellus, le blanc ou albumen, les membranes coquillières qui délimitent la chambre à air, et la coquille recouverte d'une cuticule (Figure 1).

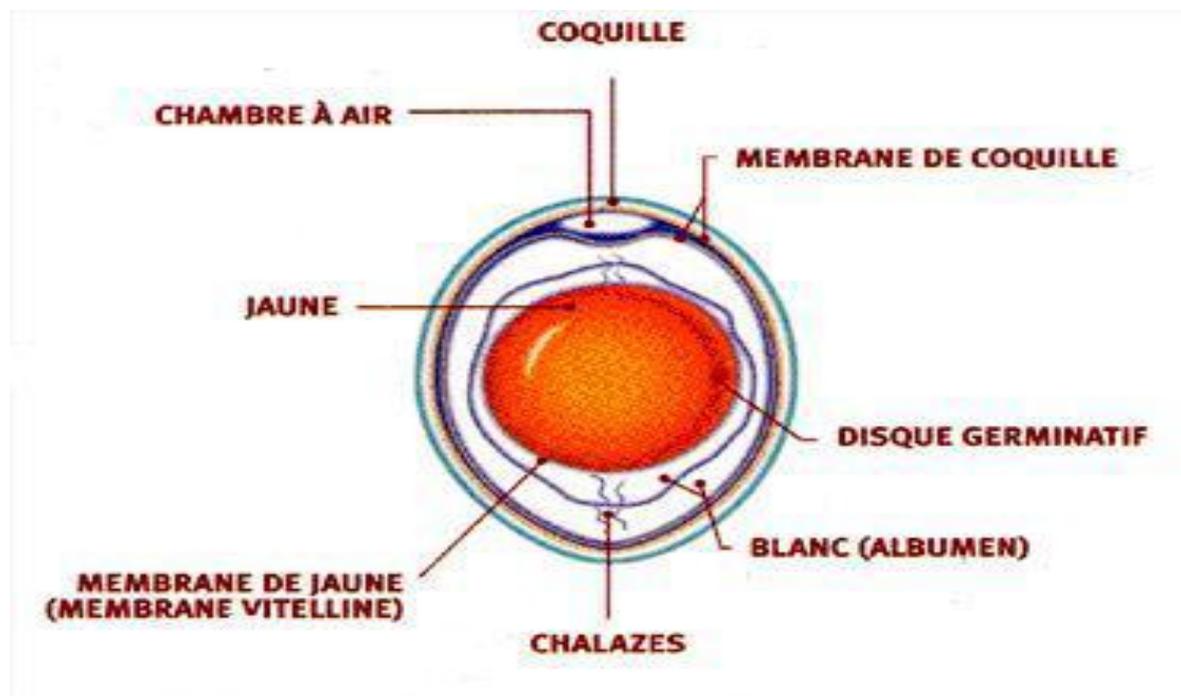


Figure 1 : Schéma de la structure de l'œuf (Sauveur, 1988).

I.1.1. Le vitellus ou jaune

Le jaune d'œuf est une dispersion de granules dans une phase aqueuse continue ou plasma (Nathier-Dufour., 2005). La coloration du jaune est directement liée à l'alimentation de la poule ; plus l'aliment est riche en caroténoïdes ou de la quantité de caroténoïde consommée est plus grande plus le jaune sera foncé pouvant aller jusqu'au rouge (Nau et al., 2010). Il est constitué de nombreux globules lipidiques. Il est contenu à l'intérieur d'une très fine membrane appelée membrane vitelline (Sauveur, 1988). Il est composé des protéines, des glucides et des minéraux,

lipides (sous forme lipoprotéine) .Le pH du jaune d'œuf est inférieur ou égale à 6 (Nathier-Dufour, 2005).

I.1.2. Le blanc ou l'albumen

Le blanc d'œuf n'est pas un milieu homogène mais résulte de la juxtaposition de quatre zones distinctes physiquement (Sauveur, 1988) :

- Le blanc liquide externe (23 % du blanc total), qui est au contact des membranes coquillières, il constitue la zone qui s'étale rapidement lorsque l'œuf est cassé sur une surface plane;
- Le blanc épais (57 % soit 20 g du blanc total), qui se présente sous forme de gel attaché aux deux extrémités de l'œuf ;
- le blanc liquide interne (17 % ou 6 g du blanc total), qui est au contact du jaune et entouré du blanc épais ;
- les chalazes : sont des sortes de filaments spiralés allant du jaune vers les deux extrémités de l'œuf à travers le blanc épais et qui assurent la suspension du jaune dans la position centrale de l'œuf, leur rupture conduit à une adhérence du jaune aux membranes coquillières (Sauveur, 1988).

L'albumen est une solution aqueuse de protéines, de sucres et de sels minéraux. Il est quasiment dépourvu de lipides que l'on retrouve seulement à l'état de traces (Sauveur, 1988). Le blanc d'œuf contient du gaz carbonique qui joue un rôle fondamental en contrôlant le pH.

I.1.3. La chambre à air

Ces dimensions évoluent avec l'âge des œufs, la chambre à l'air est représentée par l'espace qui existe au gros pôle de l'œuf entre les deux lames de membrane coquillière qui tapisse intérieurement la coquille (Dupin, 1992).

I.1.4. La coquille

La coquille agit comme un emballage naturel, composé de 1.6 % d'eau, 95.1% de minéraux et 3.3 / de matière organique (Nau et al., 2010) facilitant le transport de son contenu fluide nutritif et le protégeant d'une pénétration de bactéries pathogènes (Mertens et al., 2010).

I.1.5. Les membranes coquillières

Les membranes coquillières constituent les couches les plus internes de la coquille. Elles sont au nombre de deux et entièrement constituées de matière organique. La membrane coquillière interne d'environ 20 μm d'épaisseur, se suit au contact du blanc d'œuf. C'est à partir de la membrane coquillière externe environ 50 μm que la minéralisation de la coquille est initiée (Nau et al., 2010).

I.1.6. la cuticule

Est la couche la plus externe de l'œuf, elle est constituée de matière organique. Elle bouche les pores et empêche ainsi la pénétration des bactéries à l'intérieur de l'œuf (Nau et al., 2010).

I.2. Les caractéristiques physiques

I.2.1. Le poids

Le poids de l'œuf varie principalement avec l'âge et secondairement avec le croisement commercial de la poule la race, l'alimentation (Travel et al., 2010). Les proportions des différentes parties de l'œuf de poule sont exprimées dans le (Tableau 1).

Tableau 1 : Les dimensions moyennes de l'œuf de poule.

Poids	Grand axe	petit axe	grand circ	petite circ	Volume	Surface
60 g	5,8 cm	4,2 cm	16 cm	13 cm	55 cm ³	70 cm ²

I.2.2. La couleur de la coquille

La couleur de la coquille n'a aucune influence sur la valeur nutritive de l'œuf (Mertens et al., 2010). La coquille des œufs de table peut être brune foncée, blanche ou intermédiaire entre ces deux extrêmes (Nau et al., 2010). Elle dépend uniquement de la race de la poule et non pas de son alimentation (Périquet, 2017).

I.3. Les caractéristiques chimiques

La composition chimique des principales parties de l'œuf sont exprimées dans les tableaux suivants :

Tableau 2 : Composition centésimale du vitellus (en % de MS)

<i>Eléments</i>	<i>Pourcentage</i> (en % de MS)
<i>Glucose libre</i>	0,4
<i>Minéraux</i>	2,1
<i>Vitamines</i>	1,5
<i>Lipides</i>	63
<i>Protéines</i>	33
<i>Livétines</i>	4 à 10
<i>Phosvitine</i>	5 à 10
<i>Vitelline</i>	4 à 15
<i>Vitellénine</i>	8 à 9

Tableau 3 : Composition des partie comestibles des protéines de l'albumen (en % de MS)

(Sauveur,

1988).

<i>Protéines</i>	<i>% (en fonction de la MS)</i>
<i>Ovalbumines</i>	54
<i>Conalbumines</i>	13
<i>Ovomucoïdes</i>	11
<i>Ovoglobuline</i>	8
<i>Lysozyme</i>	3,5
<i>Ovomucines</i>	1,5
<i>Flavoprotéines</i>	0,8
<i>Avidine</i>	0,05
<i>Autres protéines</i>	8,15

II. Les facteurs influençant la qualité

La qualité des œufs subit l'influence de nombreux facteurs dont les plus importants sont: l'hérédité, la gestion, la santé, le milieu ambiant et l'âge de la poule et la nutrition.

II.1. Effet de L'alimentation des poules

L'alimentation des poulettes puis des poules influence notablement la masse d'œuf globale *via* le nombre ou le poids des œufs mais ne peut pas affecter la composition des constituants majeurs de l'œuf. Le maïs, le blé et le tourteau de soja sont les principales matières premières utilisées pour l'alimentation des poules pondeuses, certains constituants des aliments

influencent directement leur teneur dans l'œufs : c'est le cas des acides gras et des nutriments présents en quantité mineure tels que les vitamines ou les oligo-éléments mais aussi de caroténoïdes du jaune, la modification du mode de distribution ou de la composition de l'aliment au cours de la journée peut affecter la production et la qualité de l'œufs (**Bouvarel et al., 2010**).

Ainsi, la coloration du jaune est directement liée à l'alimentation de la poule puisque due aux pigments caroténoïdes ou de la quantité de caroténoïde consommée par la poule (**Sauveur, 1991**).

II.2. Effet de l'âge de la poule

La qualité des œufs de consommation va dépendre dans un premier temps du poids des volailles atteint à la fin de la période d'élevage, et surtout de l'uniformité du troupeau de pondeuses. Un élevage de poules pondeuses arrivé en période de maturité sexuelle en même temps va donner des œufs d'une qualité constante. Ainsi, il est important que l'uniformité individuelle des volailles s'approche du poids moyen du troupeau et il est souhaitable que 80% des poules aient un poids individuel qui ne s'écarte pas du poids moyen du troupeau dans une proportion de 10% (**Anonyme, 2004**).

L'âge de la poule est le premier facteur de variation de qualité de la coquille, pour un poids de l'œuf donné; le poids de la coquille déposé diminue légèrement avec l'âge de l'animal (**Sauveur, 1988**). Le poids de l'œuf varie de 50 à 70 g (extrême de 45 à 75 g) principalement avec l'âge et secondairement avec le croisement commercial de la poule. Une étude menée par Travel et ses collaborateurs (2010) a montré que l'âge des poules modifie le pouvoir émulsifiant du jaune.

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

L'augmentation du poids de l'œuf au cours d'un cycle de ponte, liée au vieillissement de la poule, s'accompagne d'une augmentation de la part relative de jaune et d'une diminution de la part de la coquille (**Tableau 4**). Globalement, les proportions de jaune, de blanc et de coquille varient respectivement de 25 à 33%, de 57 à 65% et de 8,5 à 10,5%.

Tableau 4 : Evolution du poids de l'œuf et des différents compartiments de l'œuf au cours de l'année de production (valeurs moyenne arrondies de 900 œufs par groupes)

(Travail et al., 2010).

Age de poule (Semaine)	34/35		50/51		70/71	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Œuf	16		66		68	
Jaune	6,1	26	19	29	20	29
Coquille	39	10	6,6	19	6,7	9,85
Blanc	2,4	63	41	61	41	6,1
Rapport Blanc/ jaune	2,4		2,2		2,1	

II.3. Effets de l'origine génétique des animaux et de la sélection

Une sélection visant à augmenter le nombre d'œuf va se traduire par une légère diminution de la part du jaune et une légère augmentation de celle du blanc (Sauveur, 1988)

II.4. Effet de l'élevage

On désigne essentiellement ici par « mode d'élevage » le type de logement des poules. Il peut s'agir, dans tous les cas d'élevages rationnels :

- de cages placées dans un bâtiment muni ou non de fenêtres.
- d'un élevage au sol (habituellement sur litière et caillebotis ou sur litière seule) à l'intérieur d'un bâtiment.
- d'un élevage au sol avec parcours faisant appel à un bâtiment ouvert sur un parcours extérieur (Protais, 1988).

II.5. Effet de la température

Lorsque le poids de l'œuf diminue en réponse à une température supérieure à 28-30°C, cette réduction porte sur tous les compartiments de l'œuf et seul le pourcentage final de coquille est réellement réduit, les parts de blanc et de jaune sont assez peu modifiées, chacun contribuant à la réduction totale dans une proportion proche de sa part initiale (Sauveur, 1988).

III. Evolution de l'œuf après la ponte

III.1. Evolution aseptique ou vieillissement

Du fait de ses moyens de défense physiques (cuticule, coquille, membranes coquillières) et chimiques (facteurs anti-microbiens naturels de l'albumen), l'œuf se conserve très bien à l'état naturel (Bourgeois et al., 1988). L'évolution ou vieillissement de l'œuf est régie par quatre

principaux mécanismes qui sont l'évaporation, l'élimination du gaz carbonique, les échanges osmotiques entre l'albumen et le vitellus, ainsi que les réactions enzymatiques.

III.1.1. Perte d'eau par évaporation

Au cours du vieillissement de l'œuf, la cuticule recouvrant la coquille forme au niveau des pores des plaques parcourues de fissures qui s'élargissent permettant ainsi les échanges gazeux entre l'œuf et le milieu ambiant. Ce phénomène s'accélère en fonction de la dégradation de la cuticule. La perte d'eau par évaporation est fonction de la température, du degré hygrométrique et de la porosité de la coquille, ce qui se traduit par une perte de poids. Il s'en suit une augmentation de la concentration des milieux intérieurs de l'œuf (albumen surtout) et un agrandissement de la chambre à air, facilement appréciable au mirage. Il faut noter que les pertes de poids par évaporation au cours de la conservation sont proportionnellement plus importantes avec les petits œufs qu'avec les gros, car le rapport surface de la coquille /poids de l'œuf est plus grand chez les petits œufs (**Sauveur et Nys, 1994**).

III.1.2. Echanges osmotiques entre l'albumen et le vitellus

Il y a échange entre le blanc et le jaune du fait de leur différence de pression osmotique. Ainsi, on observe un transfert d'eau et des minéraux du blanc vers le jaune au cours de la conservation de l'œuf. Ce transfert est dû à une forte pression osmotique du jaune par rapport au blanc et une perte de l'intégrité de la membrane vitelline. En effet, les protéines du jaune sont peu hydratées et par conséquent elles attirent fortement l'eau du blanc, d'où un aplatissement du jaune (**Thapon, 1978**).

III.1.3. Réactions enzymatiques

Au cours de la conservation de l'œuf, il est possible d'avoir des anomalies de goût et de couleur dues à un dégagement de gaz volatils à la suite de réactions d'hydrolyse de lipides par les lipases et les phosphatases. En outre, il peut apparaître des réactions anaphylactiques dues à la présence d'amines de décarboxylation (**Termolieres, 1996**).

III.2. Evolution septique

Les mécanismes de vieillissement entraînent des conséquences diverses qui peuvent se trouver sur l'ensemble de l'œuf, sur le vitellus, sur l'albumen ou sur la coquille et la chambre à air. Cependant, l'œuf peut subir des contaminations lors de son entreposage et, dans ce cas, l'évolution sera septique. L'évolution septique n'apparaît qu'en cas de rupture ou d'atteinte des défenses naturelles de l'œuf. Elle dépend alors des conditions d'élevage. Au cas où elles sont

mauvaises, une microfêlure de la coquille ou une absence de la cuticule facilite la contamination microbienne, tandis que si la coquille est intacte, les micro-organismes ne peuvent pénétrer dans l'œuf que par les pores (**Tremolieres, 1996**).

III.3. Facteurs accélérant l'évolution de l'œuf

Les fortes températures (25° à 30°C) accélèrent le vieillissement alors que les basses températures (voisines de 1°C) le ralentissent (**Thapon et Bourgeois, 1994**).

IV. Méthode d'estimation de la qualité des œufs de consommation

IV.1. Le mirage

Les œufs sont classés et commercialisés en fonction de leur qualité au mirage d'une part, et de leur poids d'autre part. Le mirage permet d'observer :

- Les fêlures, les micro- fêlures, ou toute rupture de la coquille.
- La localisation et la dimension de la chambre à air.
- L'aspect du vitellus, de l'albumen, et des chalazes.

La présence de grosses inclusions (taches de sang et/ou de viande). Durant cette manipulation, les œufs présentant des coquilles fêlées, tachées de sang ou de déjections seront déclassés ou écartés et destinés aux caisseries (**Protais, 1988**).

IV.2. Le calibrage des œufs

C'est la génétique qui généralement détermine le poids d'un œuf, cependant on peut dans une certaine mesure agir sur le poids de l'œuf pour répondre aux besoins particuliers du marché. Ainsi, certains éléments de contrôle méritent une attention particulière :

IV.2.1. Le poids à maturité

Plus la poule est lourde à la ponte de son premier œuf, plus les œufs seront gros durant toute sa vie. Afin d'optimiser le poids des œufs, il ne faut jamais stimuler le lot avant que le poids de la poule n'atteigne 1550-1600 g (**Anonyme, 2004**).

VI.2.2. La maturation sexuelle

Le poids moyen de l'œuf augmente lorsqu'on retarde la maturation sexuelle. On peut se servir de l'éclairage pour agir sur la maturation sexuelle, en effet une diminution progressive de l'éclairage durant la croissance retardera le processus de maturité et augmentera en moyenne la grosseur de l'œuf (**Anonyme, 2004**).

VI.2.3. La nutrition

Le poids de l'œuf est grandement influencé par la consommation de protéines brutes, d'acides aminés spécifiques tels que la méthionine et la cystine, d'énergie, et des acides gras essentiels tels que l'acide linoléique (**Anonyme, 2004**).

VI.3. Estimation de la qualité de la coquille

Quatre paramètres permettent d'apprécier la qualité de la coquille, ce sont la propreté, la couleur, la solidité et la forme :

La propreté est mesurée par le pourcentage d'œufs sales c'est à dire présentant des souillures d'origine intestinale (fèces), génitale (taches de sang) ou poussières, La couleur de la coquille est appréciée au gros bout de l'œuf à l'aide d'un réflectomètre .La forme de la coquille est représentée par un indice de forme qui correspond au rapport largeur/longueur, il varie entre 65 pour un œuf allongé et 82 pour un œuf arrondi (**Protais, 1988**).La solidité de la coquille peut être appréciée soit en exerçant une force ne provoquant pas la rupture de la coquille (méthode indirecte), soit en exerçant une force entraînant la fracture de la coquille (méthode directe). Les méthodes non destructives sont les plus employées (**Hamilton, 1982**).

VI.4. Estimation de la qualité de l'albumen

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

VI.5. Estimation de la qualité du vitellus

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

V. Conservation des œufs de consommation

Pour améliorer simultanément la qualité bactériologique de l'œuf, le maintien de son poids initial et de sa qualité interne, il faut refroidir l'œuf dès que possible après la ponte puis, le maintenir à une température constante. Ceci sous-entend que les œufs doivent être retirés du local de production le plus souvent possible (plusieurs fois par jour en été), et transportés dans un local propre et tempéré, régulièrement désinfecté (**Sauveur, 1988**).

V.1. A la température ambiante

Le moyen de loin le plus sûr de réduire au minimum la détérioration de la qualité des œufs propres consiste à les maintenir à une température inférieure à 15°C. Il ne faut à aucun prix laisser les œufs en permanence au soleil ou dans une pièce exposée à la chaleur diurne; on doit les transporter aussi rapidement que possible dans des locaux ombragés et bien aérés. Les œufs emmagasinés pendant 8 à 10 jours, à une température de 27 à 29°C subissent des modifications comparables à celle qu'ils subiraient au bout de plusieurs mois d'emmagasinage à -1° C et 85% d'humidité relative. Il faut de 3 à 4 semaines à 24°C ou de 6 à 7 semaines à 10°C pour qu'une modification de l'odeur et de la saveur soient perçue (Stewart et al., 1982).

V.2. Par réfrigération

La température de réfrigération pour la conservation des œufs doit se situer entre 0 et +8°C. Si la durée de stockage des œufs avant cassage est inférieure à 7 jours, il convient de maintenir à 3°C ; au-delà de cette durée, la température 7°C est recommandée (Bijve, 2006).

V.3. Par congélation

Les œufs crus peuvent être congelés à -18°C et doivent être utilisés dans les 4 mois (1)

V.4. Par des produits chimiques

V.4.1. Pâte de silicate au de sodium

Il s'agit d'une pâte ou onguent de sodium mélangé avec de l'eau. L'opérateur s'en frotte les mains pour rouler ensuite les œufs entre les paumes afin de transférer une couche protectrice de pâte sur les coquilles (Sonaiya et al., 2004).

V.4.2. Solution de silicate de sodium

Un demi-litre de la pâte ci-dessus est mélangée à 5,3 litres d'eau préalablement bouillie puis refroidie; 100 œufs sont versés dans un pot ou une jarre de 25 litres et recouverts de cette solution. Le pot est recouvert et gardé dans un endroit frais et ombragé. Les œufs peuvent être ainsi conservés de un à six mois (Sonaiya et al., 2004).

V.4.3. Enrobage d'huile

Une fine pellicule d'huile bouche les pores de la coquille et réduit ainsi l'évaporation et la souillure du contenu de l'œuf. Les œufs sont plongés dans un panier métallique, contenant de l'huile faiblement chauffée à environ 11°C. Des huiles minérales à faible viscosité, sans odeur ni couleur sont utilisées. Les œufs ainsi huilés peuvent être conservés au moins trois semaines, plus longtemps à moins de 10°C, et moins longtemps à plus de 21°C. Pour les conserver à forte chaleur, les œufs seront traités dans les quatre à six heures après la ponte (Sonaiya et al., 2004).

V.4.4. Riz cuit salé

C'est également une méthode pratiquée depuis longtemps en Chine qui permet de conserver les œufs pendant six mois (Sonaiya et al., 2004).

IV. Les Critères de classification des œufs de table

IV.1. Classification par catégorie

- **Catégorie A ou œufs frais :**

L'œuf doit avoir une belle apparence, à l'intérieure blanc et jaune doit être d'une qualité irréprochable, la fraîcheur doit être garantie (taille de la chambre d'air inférieure à 6mm), extra frais (chambre d'air inférieures à 4mm), moins de 9 jours après la ponte, vendus aux plus tard 21 jours après le ponte.

- **Catégorie B ou seconde catégorie :**

sont exclusivement utilisés dans l'industrie des ovoproduits, après le cassage et élimination des coquilles, le blanc et le jaune d'œuf et l'œuf entier constituent les ovoproduits qui sont pasteurisés et éventuellement congelés ou sèches (la chambre d'air inférieures à 9mm (Nau et al., 2010).

IV.2. Classification selon le poids

Les œufs de catégorie A ne sont ni lavés ni nettoyés, ni avant ni après le classement, seul les œufs de catégorie A sont distingué aux consommateurs, Ils sont classés selon la fonction du poids (CEE, 2008) :

XL: très gros poids supérieur ou égal à 73 g.

L : gros poids supérieur ou égal à 63 g et inférieur à 73 g.

M : moyen poids supérieur ou égal à 53 g et inférieur à 63 g.

S : petit poids inférieur à 53 g.

La plupart des œufs commercialisés en coquille appartiennent aux catégories M et L

IV.3. Classification en fonction de mode d'élevage

Les œufs peuvent être classés en (Nau et al., 2010) :

- Œufs de poules élevées En cage
- Œufs de poules élevées au sol
- Œufs de poules élevées En plein air
- Œufs biologique

I.1. Matériel biologique : les œufs

Notre étude a porté sur un total de 240 œufs frais prélevés (120 œufs à coquille brune et 120 œufs à coquille blanche) à partir de deux poulaillers situés en niveau de la wilaya de Bordj Bou Arreridj dont leurs caractéristiques sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Les Caractéristiques des échantillons

Caractéristiques	bâtiment d'élevage 1	bâtiment d'élevage 2
Localisation	Bir kasdali	El Hammadia
Souche	Isa Brown	Hy Line
Densité	1200 poules	1500 poules
Age	30 semaines	36 semaines
Type d'élevage	En cage	En cage

Pour étudier l'évolution de la qualité des œufs des deux variétés ainsi que l'effet de l'application d'un revêtement de qualité alimentaire ; composé de gélatine, d'amidon soluble et du glycérol (**voire l'annexe 1**), à différentes température du stockage pendant 30 jours à différentes température du stockage. Nous avons procédé comme suit :

- 30 œufs frais issus sont analysés directement
- 30 œufs sont stockés à 4 °C : dont un enrobage est appliqué sur 15 œufs et les 15 œufs sont laissés sans enrobage
- 30 œufs sont stockés à 18 °C : dont un enrobage est appliqué sur 15 œufs et les 15 œufs sont laissés sans enrobage
- 30 œufs sont stockés à 30 °C : dont l'enrobage est appliqué sur 15 œufs et les 15 œufs sont laissés sans enrobage

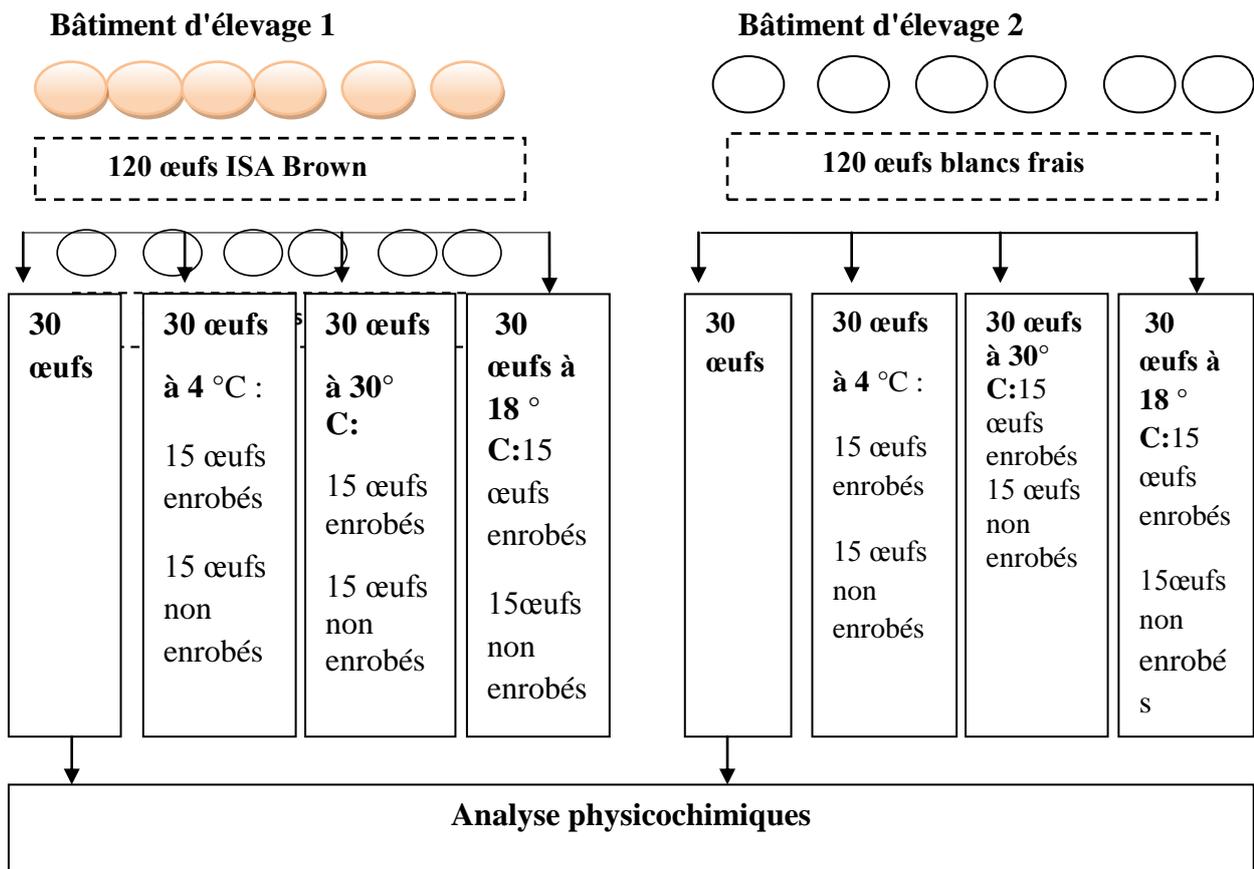


Figure 2 : Conception du protocole expérimental

Les paramètres mesurés sont :

- Le poids frais
- Le poids après stockage
- Le poids sans coquille
- Le pH de l'albumen
- Le pH de vitellus
- La viscosité
- L'indice vitellinique
- L'unité de Haugh
- TBARS

I.2. Matériel technique

I.2.1. Matériel de mensuration

- Un pied à coulisse digital.

I.2.2. Matériel de pesée

- Une balance analytique ($\pm 0,01$ g)

I.2.3. Matériel de cassage

- Une boîte pétrie pour la réception des milieux internes de l'œuf.

I.2.5. Matériel de mesure de pH

- Un pH mètre.

I.2.6. Matériel de mesure de viscosité

- Un viscosimètre.

I.2.7. Matériel de stockages

- Réfrigérateur.
- Étuve à 30°C.

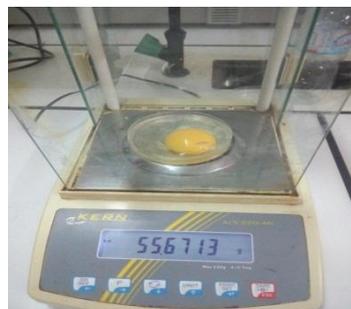
I.2.8. Matériel de détermination de l'acide Thiobarbiturique

- Centrifugeuse.
- Bain marie.
- Spectrophotomètre.
- Pipette de 1 ml et 5 ml.
- des tubes à vis.
- Fioles jaugées de 100 ml et de 250 ml.
- Agitateur.

II. Méthodes

II.1. Pesée de l'œuf entier avant et après stockage

Après identification, la pesée individuelle de tous les œufs entiers et les œufs sans coquille et a été effectué pour déterminer le poids initial et le poids après le stockage à l'aide d'une balance analytique ($\pm 0,01$ g).



Photos 1: Pesé de l'œuf entier sans coquille (Original 2018).

II.2. Mesure de perte de poids

La perte de poids d'œufs est calculée en pourcentage comme suit :

$$\text{Perte de poids (\%)} = \frac{\text{Poids initial} - \text{poids final}}{\text{Poids initial}} \times 100$$

II.3. Mesure du pH des milieux de l'œuf

L'albumen est transvasé de la cupule de pesée dans un tube en verre à l'aide d'un petit entonnoir en verre, puis homogénéisé.

Le vitellus est transvasé de la cupule de pesée dans un tube à essais à l'aide d'une seringue, le prélèvement étant effectué par perforation de la membrane vitelline avec l'embout de la seringue.

La mesure de pH est effectuée, à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné, successivement pour l'albumen et pour le vitellus par immersion de l'électrode dans le tube correspondant. L'électrode est lavée à l'eau distillée et essuyée à l'aide d'un papier après chaque manipulation.

II.4. Mesure de l'indice vitellinique

La mesure de la hauteur était faite par une piqûre verticale au milieu du vitellus, à l'aide d'un pied à coulisse digital (**photo 2**).



Photos 2 : Mesure de la largeur et la hauteur de vitellus (Original 2018).

L'intérêt de la mesure de l'indice vitellinique. Se situe dans le fait qu'il permet de juger de l'état physique du vitellus, ce qui donne une idée quant au vieillissement de l'œuf. Il correspond au rapport entre la hauteur du vitellus et le diamètre du vitellus :

$$\text{Indice Vitellinique} = \frac{\text{Hauteur du Vitellus}}{\text{Diamètre du Vitellus}}$$

II.5. Mesure des unités de Haugh

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

$$UH=100 \log (H-1.7w^{0.37}+7.6).$$

Où:

H : Hauteur de l'albumen dense (mm). **W**: poids d'œuf entier (g).

La mesure de H se fait à l'aide d'un pied à coulisse digital piqué verticalement dans le blanc dense à 1 cm du vitellus (**photo3**)

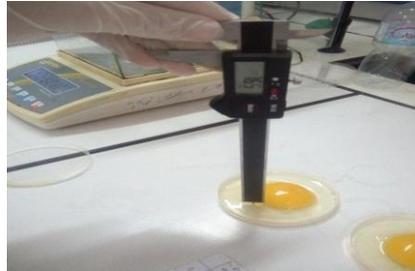


Photo 3 : Mesure de la hauteur de l'albumen (Original 2018)

II.6. Mesure de viscosité

La viscosité du blanc d'œufs est déterminée par un viscosimètre (photo 4).

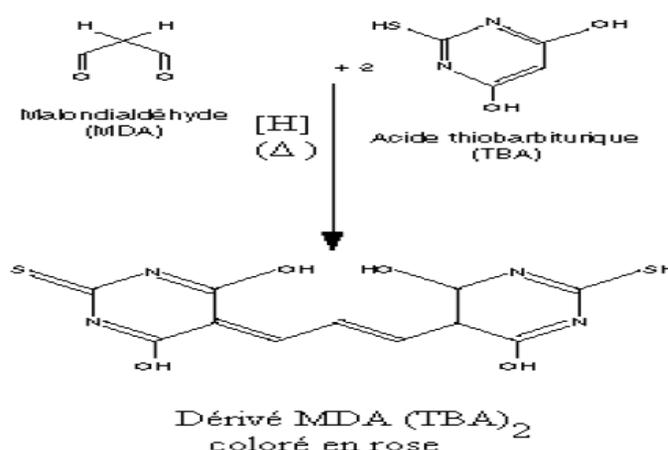


Photo 4: Mesure de la viscosité (Original 2018)

II.7. Détermination de l'acide Thio barbiturique (TBA)

Le niveau de peroxydation lipidique a été évalué en mesurant le malondialdéhyde (MDA) avec le test TBARS (Thiobarbituric réactive species) selon la méthode décrite par la méthode de **Botsoglou et al** (1994), Le test TBARS est le test le plus couramment utilisé pour déterminer indirectement la peroxydation des lipides, en mesurant le MDA.

Le principe de ce dosage est basé sur la condensation de MDA en milieu acide et à chaud avec l'acide thiobarbiturique. La réaction entraîne la formation d'un complexe de couleur rose entre deux molécules d'acide thiobarbiturique qui peut être donc mesuré par spectrophotométrie d'absorption à 532 nm



Transfer 2 g (provient d'un mélange de 6 jaunes d'œuf) dans un tube à centrifuger de 25 ml, et des volumes d'aqueux ou TCA de 5% (8ml) et de BHT de 0.8 % en hexane (5ml) ont été successivement ajoutés. le contenu du tube homogénéiser pendant 30s puis centrifuger 3000 t à 3, et la couche supérieure d'hexane est jetée.

la couche aqueuse est compléter à 10 ml de volume avec l'acide trichloracétique 5%, et une partie aliquote de 2,5 ml a été introduite à la pipette dans un tube à vis couvert auquel un volume (1,5) de 0.8 % TBA aqueux est également additionné, après incubation à 70°C minute 30, le tube a été refroidi sous l'eau du robinet, mesure de l'absorbance à 532 nm. La concentration est mesurée en utilisant le coefficient d'extinction molaire du complexe MDA-TBA : $1,56 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ($155 \text{ m M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) par la loi de B er Lambert:

$$A = \epsilon l C$$

Avec : **A** : absorbance, ϵ : le coefficient d'absorption molaire en $L.mol^{-1}.cm^{-1}$, **I** : la largeur de cuve en cm et **C**: la concentration de la solution en mol/L.

III. Les analyses statistiques

Les statistiques descriptives (moyenne ; SD) ont été calculé pour chaque variable. Les tests de signification ont été effectués par l'analyse de variance (ANOVA) par le logiciel SPSS version 23. Les différences considérées significatives au seuil de probabilité $p \leq 0,05$.

I. Les œufs frais

I.1. Le poids entier et le poids sans coquille

Les résultats ont montré que le poids entier 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 comme le montre la (**Figure 3**).

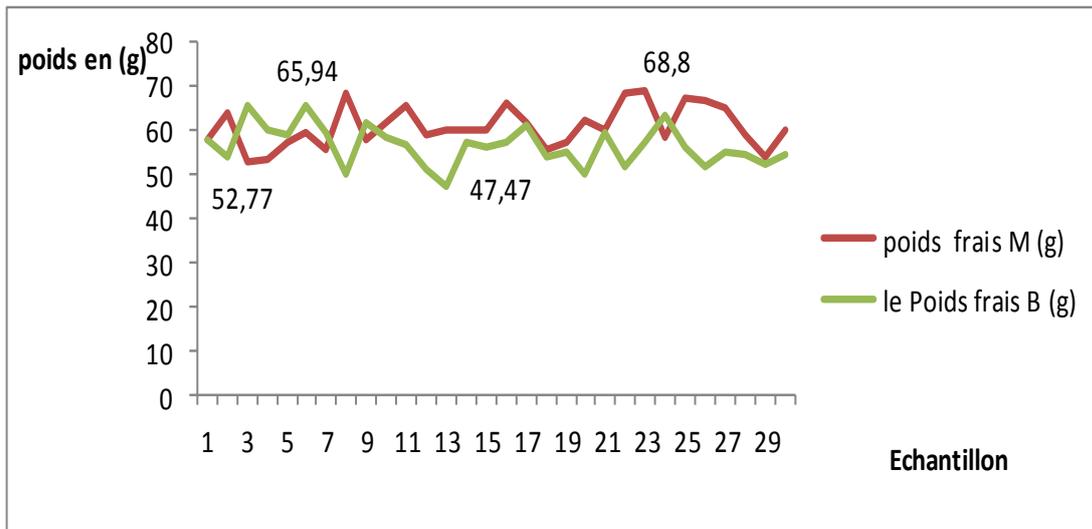


Figure 3 : Comparaison du poids entier entre les deux souches.

Nos résultats sont légèrement inférieurs par rapport à ceux d'Akouango (2014) qui a rapporté un poids de 63.5 g pour les œufs issus des poules la souche Isa Brown de 6 semaines au Congo cependant Eke et ses collaborateurs (2013) ont enregistré un poids initial situé entre 60 et 69 g au Nigéria.

Nos résultats se rapprochent de ceux rapportés par Scott et Silversides (2000) et Gboko Brou et ses collaborateurs (2012) en Côte-d'Ivoire qui ont enregistré un poids moyen égal à 58.50 et 56 g respectivement pour des œufs frais issus de la souche ISA Brown de 31 semaines d'âge.

Les résultats du poids moyen sans coquille (**Figure 4**) des 30 œufs frais issus de la souche Isa Brown sont nettement supérieurs aux œufs frais de la souche américaine Hy-LINE.

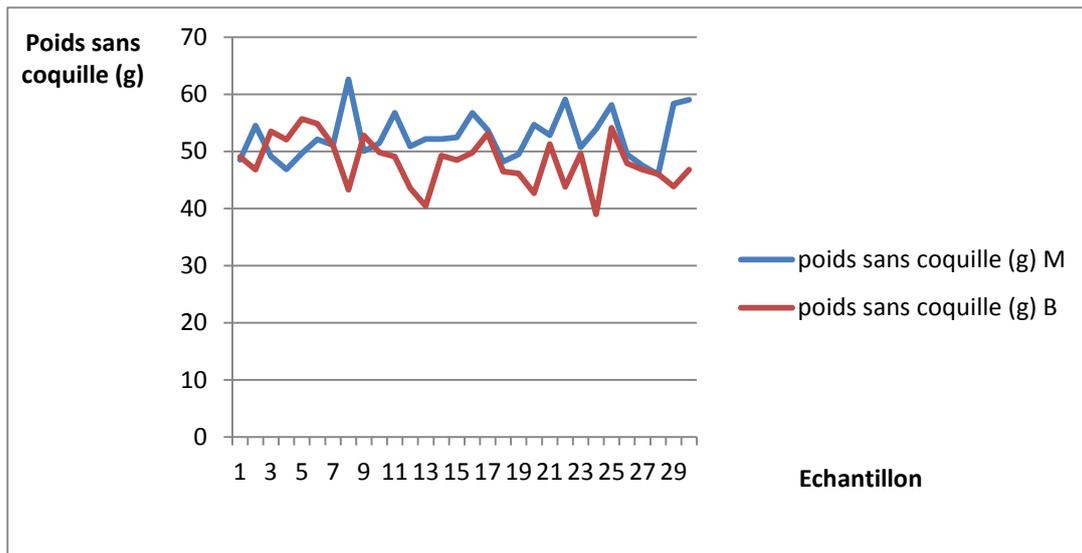


Figure 4 : Comparaison du poids sans coquille de deux souches

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**). d'autre part, la variabilité du poids pourrait être attribué à l'âge et la souche des poules, la densité et le type d'élevage (cages vs plancher), état de santé, stress environnemental et apport alimentaire comme atteste plusieurs études (**Attia et al., 1994; Zita et al., 2009; Ahmadi and Rahimi, 2011; Goldberg et al., 2012; Alsaffar et al., 2013; Bovera et al., 2014**).

I.2. Indice vetillinique

Comme est illustré dans la (**Figure 5**), l'indice vetillinique des œufs bruns varie entre 0.42 et 0.49 avec une moyenne 0.45 ± 0.02 tandis qu'il se situe dans l'intervalle de 0.31 et 0.46 avec une moyenne de 0.38 ± 0.03 .

Keener et collaborateurs (2006) ont signalé un indice vetillinique de 0.46 pour des œufs issus des poules âgées de 36 semaines de la race Hyaline en USA et (**Eke et al., 2013**) ont rapporté une valeur de 0.47 pour les œufs frais issus d'Isa Brown. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Sauveur (1988) et Aygün et Nariç (2017) en Turquie.

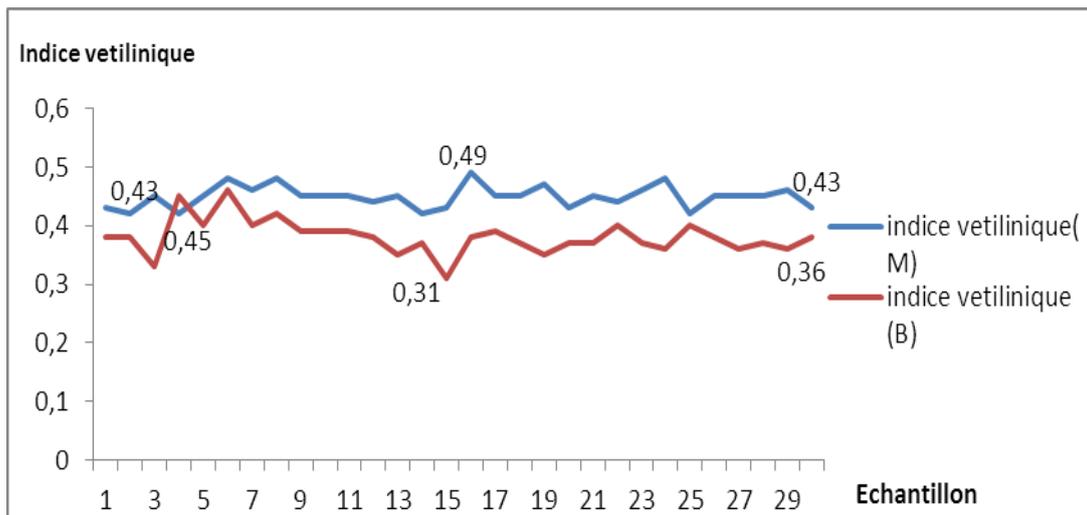


Figure 5 : Comparaison de l'indice vetilinique entre les deux souches.

I.3. Unité de Haugh

Les résultats des unités de Haugh présentées dans la (Figure 6) ont montré que l'unité de Haugh varie entre 90.90 et 100.27 avec une moyenne de 96.46 ± 2.49 pour les œufs à coquille brune, et pour les œufs à coquille blanche, les valeurs sont comprises entre 86.85 et 99.56 avec une moyenne de 92.29 ± 3.72 .

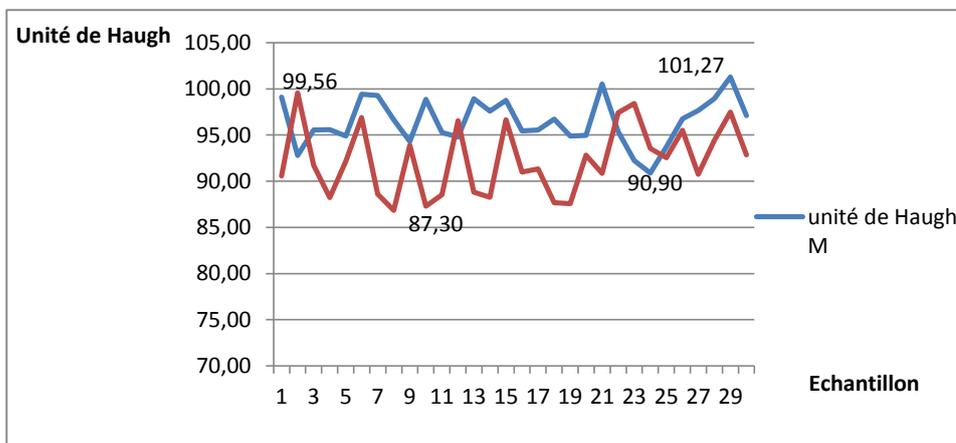


Figure 6 : Comparaison de l'unité de Haugh entre les deux souches.

Nos résultats sont similaires aux résultats rapportés par (Bourtov et al., 1990) qui ont signalé un score de 72-100 pour les œufs frais. Puisque la qualité de l'albumen est en général estimée par les unités Haugh qui traduisent la relation existant entre l'albumen dense et la qualité du

blanc; nos résultats affirment la fraîcheur des œufs des deux variétés d'œufs (Environ 15 heures après ponte) et leurs qualité supérieur.

II. Résultat des paramètres des œufs après le stockage

II.1. Perte de poids

Les résultats de la perte d'eau sont donnés dans le (Tableau 6 et Figure 7) pour les deux variétés d'œufs étudiées.

La perte de poids des œufs bruns enrobés varie entre 2.39 %, 5.15 % et 8.08 % tandis qu'elle varie entre 2.50 %, 6.15% et 9.02 % pour les œufs non enrobés à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement. De même, la perte de poids des œufs enrobés à coquille blanche varie entre 2.71 %, 5.30 % et 6.91 tandis qu'elle varie entre 4.59 %, 6.02 % et 9.15 % à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement.

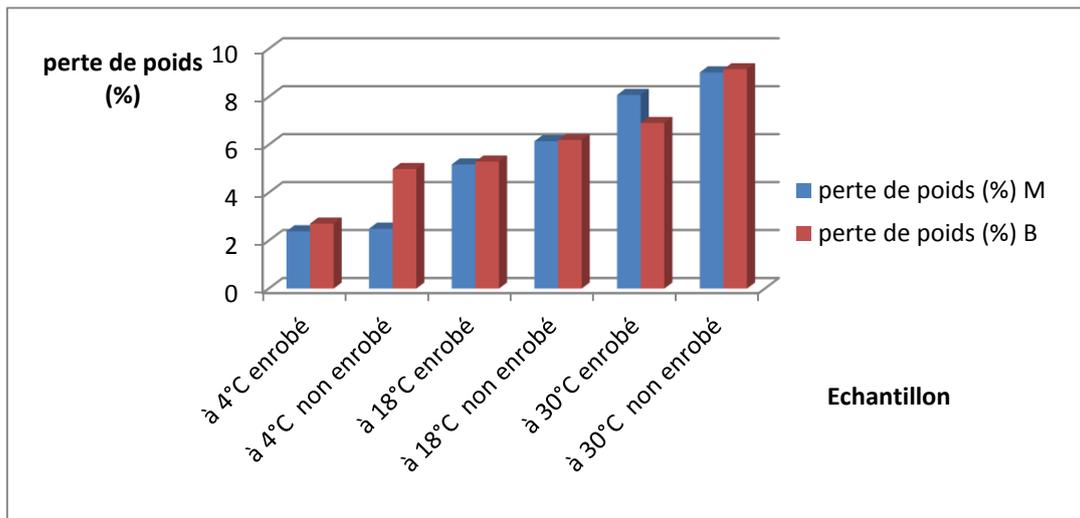


Figure 7 : Pourcentage de la perte de poids des deux variétés.

Tableau 6 : La perte de poids en fonction de la température du stockage et l'enrobage

	4°C		18°C		30°C	
	enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés
œufs bruns	2,39*±0,81	2,50*±1,32	5,15*±1,73	6,15*±3,60	8,08*±1,06	9,02*±1,42
œufs blanc	2,71*±1,27	4,99*±3,95	5,30*±2,21	6,20*±4,62	6,91*±1,57	9,15*±1,91

* ($p \leq 0,05$)

La perte d'eau est le phénomène le mieux connu et qui dépend avant tout de l'état de la cuticule de l'œuf; il s'accélère avec le temps car la cuticule se dégrade. Il est responsable de la perte de poids de l'œuf et de l'augmentation du volume de la chambre à air au cours de la conservation.

Les pourcentages de perte de poids des deux variétés enrobées ont montré des variations significatives ($p \leq 0,05$) pendant le stockage.

II.2. pH du jaune

Les résultats de pH du jaune sont donnés dans le (Tableau 7 et Figure 8) pour les deux variétés d'œufs étudiées. Les œufs bruns et blancs ont un moyen de 6.45, 6.19 respectivement.

Le pH du jaune des œufs bruns enrobés ou non enrobés varie entre 6.6, 6.89 et 6.93 tandis qu'elle les œufs non enrobés varié entre 6.58, 6.91 et à +4° C, +18° C + 30° C respectivement.

De même, le pH du jaune d'œuf enrobés à coquille blanche varie entre 6.68, 6.78 et 6.94 tandis qu'elle les œufs non enrobés varie entre 6.40, 6.84 et 6.95 à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement.

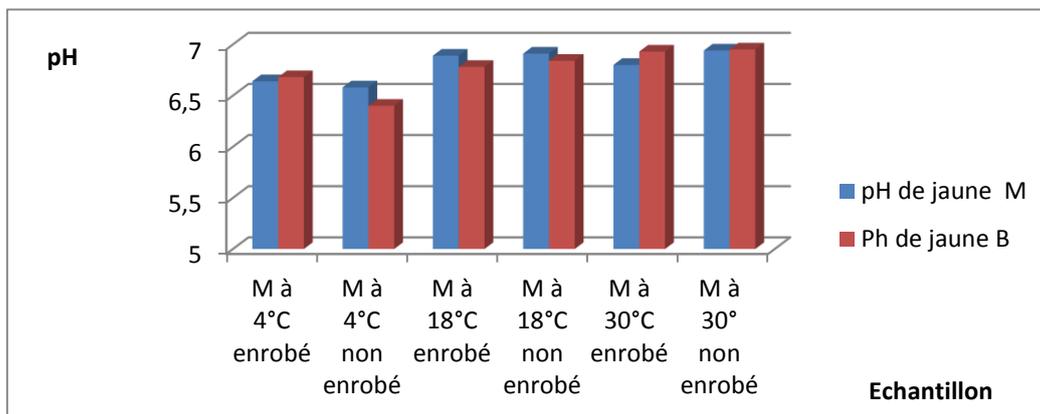


Figure 8 : Comparaison du pH du jaune entre les deux souches.

Tableau 7 : Le pH du jaune en fonction de la température du stockage et l'enrobage.

	œufs frais	4°C		18°C		30°C	
		enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés
œufs bruns	6,45±0,31	6,64±0,28	6,58±0,44	6,89±0,34	6,91±0,16	6,93±0,22	6,93±0,82
œufs blanc	6,19±0,37	6,68±0,54	6,40±0,3	6,78±0,46	6,84±0,25	6,94 ±0,26	6,95±0,19

Une légère augmentation du pH des œufs réfrigérés à 4°C enrobés et non enrobés par rapport aux œufs frais. De même, les œufs stockés à 18°C enrobés ou non enrobés ont un pH moyen supérieur à celui du frais et réfrigéré. Et Pour les œufs stockés à 30°C enrobés ou non enrobés ont un moyen supérieur de pH du jaune des œufs frais et réfrigérés.

Aucun différence significative ($\alpha \geq 0.05$) a été observée entre le pH des œufs enrobés ou non enrobés.

Nos résultats sont en accord avec les résultats de (Akter et al., 2014) qui ont montré une légère augmentation du pH après le stockage, et (Wolfe et Simt, 1996) qui ont enregistré un pH de 6.0 du jaune frais et pH de 6.4 et 6.9 aux cours du stockage.

II.3. pH de l'albumen

Les résultats relatifs d'albumen sont données dans le (Tableau 8 et Figure 9) pour les deux variétés d'œufs étudiées. Les œufs frais bruns et blancs ont un pH de l'albumen moyen de 8.02, 8.28 respectivement.

Le pH de l'albumen des œufs bruns enrobés varie entre 8.04, 8.62 et 8.98 tandis qu'il varie entre 8.02, 9.11 et 9.10 pour les œufs non enrobés à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement. De même, le pH de l'albumen des œufs enrobés à coquille blanche varie entre 8.34, 8.81 et 9.20 tandis qu'il varie entre 8.40, 9.15 et 9.20 à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement.

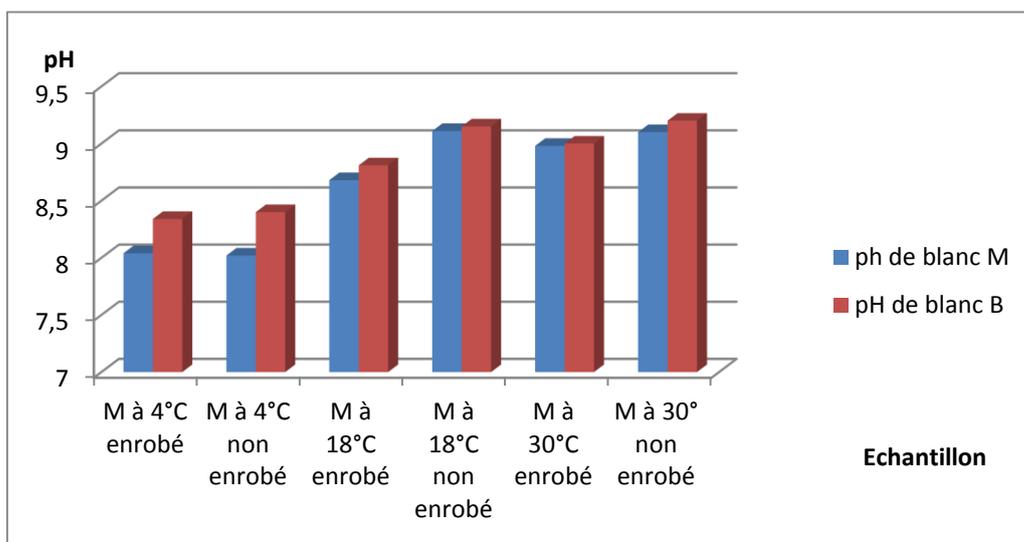


Figure 9 : Comparaison du pH du l'albumen entre deux souches

Tableau 8 : Les variations du pH de l'albumen en fonction de la température et de l'enrobage

		4°C		18°C		30°C	
	œufs frais	enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés
œufs bruns	8,02±0,32	8,04*±0,35	8,02*±0,39	8,62*±0,47	9,11*±0,33	8,98*±0,37	9,10*±0,39
œufs blanc	8,28±0,34	8,34*±0,37	8,40*±0,4	8,81*±0,53	9,15*±0,32	9*±0,46	9,20*±0,42

*($p \leq 0.05$)

Ceci résulte du fait que de nombreuses modifications physico-chimiques ; notamment la perte de gaz carbonique qui entraînent une élévation du pH du blanc. Nos résultats se rapprochent avec plusieurs auteurs (**Bijve Yatua, 2006 ; Akter et al., 2014**).

Une augmentation du pH de l'albumen des œufs réfrigérés à 4°C enrobés ou non enrobés par rapport aux œufs frais. Les œufs stockés à 18°C enrobés ou non enrobés ont un pH moyen supérieur à celui des œufs frais et réfrigérés, Et pour les œufs stockés à 30°C enrobés ou non enrobés ont un pH moyen supérieur aux œufs frais et réfrigérés.

Les résultats montrent que le pH d'albumen augmente de façon significative ($\alpha \leq 0.05$) après 30 jours de stockage. Ainsi il y a des différences significatives entre l'applications ou non de l'enrobage.

II.4. Indice vetillinique

Les résultats de l'indice vetillinique sont donnés dans le (**Tableau 9 et Figure 10**) pour les deux variétés. Les œufs frais bruns et blancs ont un d'indice vetillinique moyen de 0.45, 0.38 respectivement.

L'indice vetillinique des œufs bruns enrobés varie entre 0.43, 0.31 et 0.20 tandis qu'il varie entre 0.40, 0.27 et 0.20 pour les œufs non enrobés à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement.

De même, L'indice vetillinique des œufs enrobés à coquille blanche varie entre 0.38, 0.25 et 0.17 tandis qu'il varie entre 0.40, 0.23 et 0.17 des œufs non enrobés à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement.

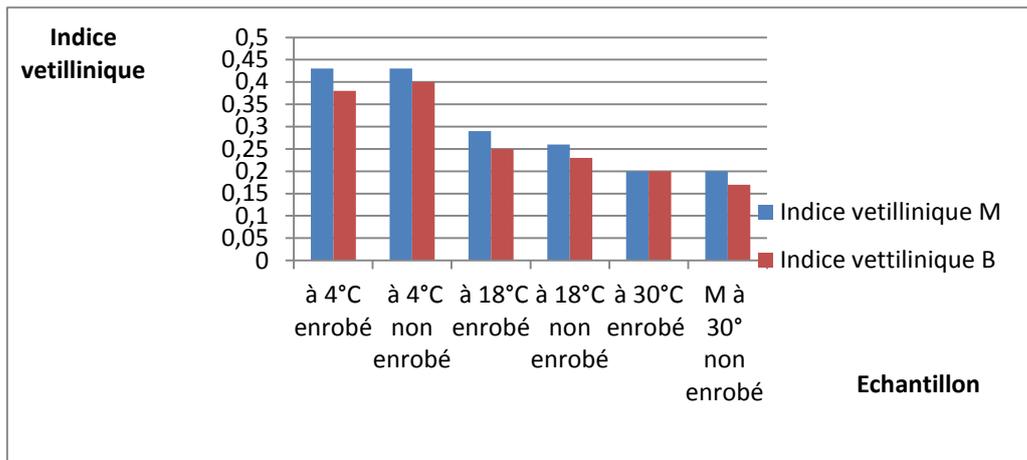


Figure 10 : Comparaison de l'indice vetillinique entre deux souches

Tableau 9: l'indice vetillinique en fonction de la température du stockage et de l'enrobage.

	œufs frais	4°C		18°C		30°C	
		enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés
œufs bruns	0,45±0,02	0,43±0,02	0,43*±0,01	0,31±0,01	0,27*±0,01	0,20 ± 0,2	0,20*±0,2
œufs blancs	0,38±0,03	0,38±0,02	0,40*±0,0	0,25±0,18	0,23*±0,03	0,17 ± 0,02	0,17*±0,02

*($\alpha \leq 0.05$)

Les résultats ne montrent aucune diminution de l'indice vitellinique par rapport aux œufs frais pour les œufs réfrigéré à 4°C enrobés ou non enrobés .Les œufs stockés à 18°C enrobé ou non enrobé ont un moyenne indice vitellinique inferieur de l'indice vitellinique des œufs frais et réfrigérés. Les œufs stockés à 30°C enrobés ou non enrobés ont indice vitellinique inferieur de l'indice vitellinique des œufs frais et réfrigéré et à température ambiante.

Il y'a une déference significatif ($\alpha \leq 0.05$) a été observé entre l'indice vitellinique entre les et après le stockage à des déférentes températures et entre les deux souches pendant 30 jours, Et aucune déference significatifs entre les œufs enrobés et non enrobés.

L'indice vitellinique décroît tout au long du stockage, cette diminution de l'indice vitellinique due à la diminution de la force de la membrane de vitelline et rend le jaune plus susceptible de la rupture Il décroît jusqu'à 0.15 à température à 30°C d'après les résultats de (Eke et al., 2013).

II.5. Unités de Haugh

Les résultats de l'unité de Haugh sont donnés dans le (tableau 10 et figure 11) pour les deux variétés étudiées.

Les œufs frais bruns et blancs ont une moyenne d'unités de Haugh de 96.46, 92.29 respectivement.

Unité de Haugh des œufs bruns enrobés varie entre 96.32, 96.32 et 57.56 tandis qu'elle les œufs non enrobés varie entre 94.53, 64.23 et 55,08 à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement.

De même, Unité de Haugh des œufs enrobés à coquille blanche varie entre 88.02, 60.75 et 54.46 tandis qu'elle les œufs non enrobés varie entre 88.59, 62,41 et 54,73 à +4 °C, +18 °C + 30 °C respectivement.

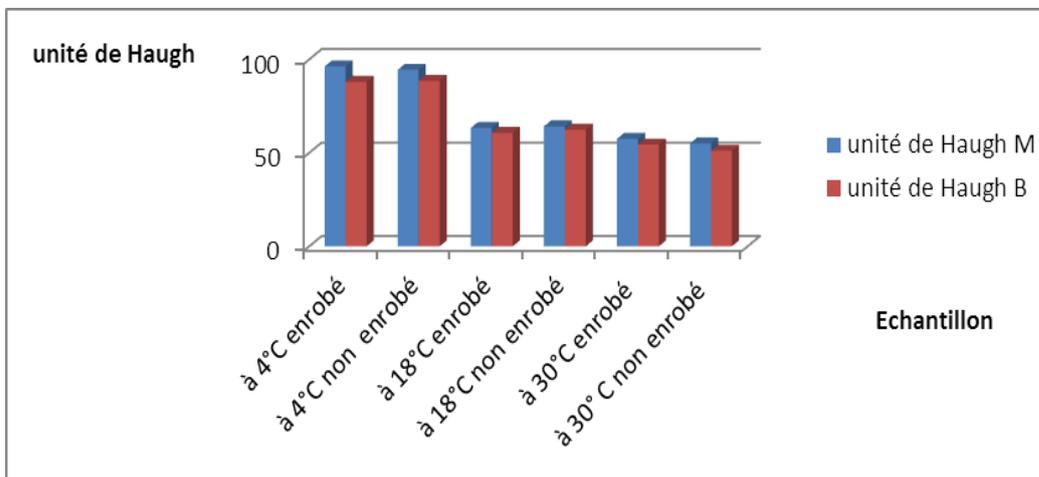


Figure 11 : Comparaison de l'unité de Haugh entre les deux souches.

Tableau 10 : l'unité de Haugh en fonction de la température du stockage et l'enrobage.

	œufs frais	4°C		18°C		30°C	
		enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés	enrobés	non enrobés
œufs bruns	96,46±2,49	96,32*±2,32	94,53±2,10	61,73*±5,09	64,23±8,16	57,56*±6,41	55,08±7,99
œufs blanc	92,29±3,72	89,02*±3,97	88,59±3,75	60,75*±7,86	62,41±7,47	54,46*±8,34	54,73±5,20

($\alpha \leq 0.05$)

Le résultat montre que les œufs réfrigérés à 4°C enrobés et non enrobés qui sont inférieurs par rapport aux œufs frais. De même Les œufs stockés à 18°C enrobés ou non enrobés sont inférieurs de d'unité de Haugh des œufs frais et réfrigéré.

Les œufs stockés à 30°C enrobés ou non enrobés ont le moyen d'unité de Haugh inférieur à celui des œufs frais et réfrigérés et à température ambiante.

Il y a une différence significative ($\alpha \leq 0.05$) a été observée entre l'unité de Haugh avant et après le stockage à des températures différentes et entre les deux souches pendant 30 jours.

Les unités de Haugh ont permis d'apprécier la consistance de l'albumen, tout comme dans les cas précédents, nous avons constaté que l'influence de la réfrigération est considérable. En effet, pour les œufs entreposés à température ambiante et à 30°C les unités de Haugh diminuent progressivement, contrairement aux œufs réfrigérés, ceci vient du fait que la hauteur de l'albumen des premiers diminue en raison de sa liquéfaction. Par contre le froid retarde considérablement la liquéfaction de l'albumen, ce qui fait que les unités de Haugh ne connaissent pas de diminution.

Nos résultats sont en accord avec les résultats (Akter et al. 2014), et d'après (Akouango Parisse, 2014). Les œufs dont l'unité de Haugh indique plus de 70 sont considérés comme excellents œufs, entre 60 et 70 sont acceptables, tandis que ceux qui indiquent une Unité de Haugh inférieure à 60 sont des œufs de mauvaise qualité.

II.6. La corrélation entre les paramètres

Les corrélations entre les paramètres illustrés dans le (Tableau 11)

Tableau 11 : Corrélation entre les paramètres

corrélations de signification						
	poids sans coquille (g)	indice vitellinique	pH du jaune	pH de l'albumen	unité de Haugh	perte de poids(%)
poids sans coquille (g)	1	0,0398	-0,212	-0,221	0,254	0,334
indice vitellinique	0,398	1	-0,206	-0,512	0,303	-0,436
pH du jaune	-0,212	-0,206	1	0,338	-0,137	0,166
pH de l'albumen	-0,221	-0,512	0,338	1	-0,374	0,435
unité de Haugh	0,254	0,303	-0,137	-0,374	1	-0,15
perte de poids(%)	0,334	-0,436	0,166	0,435	-0,15	1

I.7. La viscosité

(Tableau 12 et la Figure 12) présentent la variation de la viscosité de l'albumen en fonction de la température du stockage. La viscosité des œufs fraîchement pondus est nettement supérieure, et une faible diminution de la viscosité des œufs réfrigérés par rapport à ceux stockés à 18°C et à 30°C.

La viscosité du blanc frais est attribuée à la présence de l'ovo mucine et plus particulièrement au complexe quelle forme avec le lysozyme par des liaisons électrostatiques; elle est corrélée positivement avec l'unité de Haugh.

Elle dépend de nombreux facteurs : zootechniques (l'âge et l'alimentation des poules, la durée et la température du stockage).

Nos résultats sont en accord avec **Acker and Ternes (1994)** qui ont observé une réduction de la viscosité d'albumen.

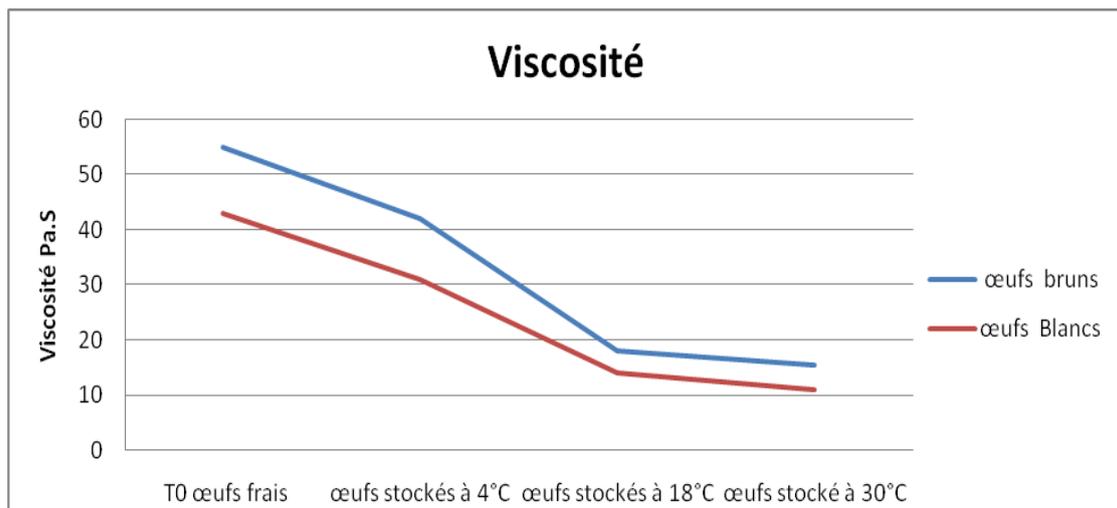


Figure 12 : variation de la viscosité en fonction de la température

Tableau 12 : variation de la viscosité.

	Viscosité en Pa .s œufs bruns	Viscosité en Pa .s œufs Blancs
T ₀ (œufs frais)	55	43
œufs stockés à 4°C	42	31
œufs stockés à 18°C	18	14
œufs stockés à 30°C	15,5	11

I.8. Taux de TBARS

Les valeurs de TBA ont été déterminées à la base de malondialdéhyde (MDA) formé dans des œufs, les résultats de taux des TBARS sont récapitulés dans le **(tableau 12)**.

Tableau 13 : Taux de Malondialdéhyde.

	Malondialdéhyde (MDA) (μ mol/g)
œufs blancs à 4°C (N=6)	8,14
œufs bruns à 4°C (N=6)	10,60
œufs blancs à 18°C (N=6)	12,87
œufs bruns à 18°C (N=6)	13,25
œufs blanc à 30°C (N=6)	16,4
œufs bruns à 30°C (N=6)	17,05

Les résultats obtenus montrent clairement que l'oxydation des lipides du jaune augmente pareillement avec l'augmentation de la température du stockage pour les deux variétés; ces résultats peuvent être expliqués à la diminution de l'activité antioxydante dans les œufs stockés en particulier à la réduction des œufs enrobés et non enrobés en raison de la quantité de vitamine E.

Au terme de cette étude, il ressort que les principaux facteurs influençant la qualité d'œuf sont la durée et la température de stockage, et il y a une interaction significative entre ces deux facteurs. Dans les 30 jours de stockage, les changements dans le poids de l'œuf, les unités Haugh et le pH de l'albumen ne sont pas critiques si les œufs sont conservés à 4 ° C, mais il y a une perte de qualité à des températures de 18 ° C et 30 ° C.

Ces résultats suggèrent que le traitement de revêtement, à base de gélatine et d'amidon et de glycérol associé à la réfrigération; peut être utilisé pour réduire la détérioration de la qualité en particulier : la perte de poids, le pH de l'albumen et les unités de Haugh pendant le stockage et peut contribuer ainsi au prolongement de la durée de conservation des œufs.

La qualité des œufs produits peut être améliorée si les conditions d'élevage sont respectées; l'œuf de consommation doit être pondue par des poules logées hygiéniquement et nourries rationnellement et par l'adopter d'un programme de vaccination et de prévention recommandé pour les poules pondeuses. Il doit être récolté propre, refroidi rapidement, conservé, transporté, stocké et distribué dans une ambiance optimale de 10°C et 70% d'humidité relative.

Par ailleurs, les œufs vendus doivent faire l'objet d'un contrôle rigoureux dans les fermes et pour améliorer la qualité des œufs vendus, il est nécessaire d'agir sur la durée du temps de transport, améliorer le conditionnement, les conditions de conservations et de transport.

- 1) **Akter Yeasmin, Kasim.,**2014.Received 10 March 2014, accepted 30 August 2014.Journal of Food, Agriculture &Environment Vol.12 (3 &4) : 8 7 - 9 2 . 2 0 1 4
- 2) **Alsaffar, A.A., Attia, Y.A., Mahmoud, M.B.,Zeweil, H.S., Bovera, F.,** 2013. Productiveand reproductive performance and eggquality of laying hens fed diets containingdifferent levels of date pits with enzymesupplementations. Trop. Anim. Health Pro.45:327-334.
- 3) **Anonyme, 2004** Hy-lin evarietybrown, guide d'élevage 2004.
- 4) **Anton.M , Réhault-Godbert.S , Bertin A, Lechevalier V, Ahmadi, F., Rahimi, F.,** 2011. Factors affectingquality and quantity of egg production inlaying hens a review. Available from:[http://idosi.org/wasj/wasj12\(3\)/21.pdf](http://idosi.org/wasj/wasj12(3)/21.pdf).
- 5) **Attia, Y.A., Burke, W.H., Yamani, K.A, 1994.**Response of broiler breeder hens to forced molting by hormonal and dietary manipulations. Poultry Sci. 73:245-258.
- 6) **Aygün Ali, Nariç Dogan. 2017.** Differences in internal egg quality characteristics between white and brown shell eggsAIP Conference Proceedings 1833, 020058 (2017); <https://doi.org/10.1063/1.4981706>
- 7) **Bijve Yatua, 2006.** Etude de l'évolution des oeufs de consommation dans les conditions de stockage naturelles. Th. Méd. Vét. : Dakar, 22
- 8) **Bourgeois C.M. Mescle J.I. et Zucca J.,** 1988 Aspect microbiologie de la sécurité et de la qualité alimentaire. Paris : Technique et Documentation. Lavoisier (419 p).
- 9) **Bourtov Y.Z. ; Goldin Y.S. ; Krivonichin I.P.** 1990.Incubation de l'oeuf. Agroizdat. 239p .ISBN5-10-0006900 B91).
- 10) **Bouvarel, Y. Nys, M. Panheleux , P. Lescoate . Itavi,** Comment l'alimentation des poules influence la qualité des œufs. Recherches Avicoles, F-37380 Nouzilly, France 2 INRA, UR83 Recherches Avicoles, F-37380 Nouzilly, France 3 CCPA, Parc d'activité du bois de Teillay, F-35150 Janzé, France Courriel : Bouvarel.itavi@tours.inra.fr Yves.Nys@tours.inra.fr. INRA Prod. Anim., 2010, 23 (2) 167-182
- 11) **Bovera, F., Iannaccone, F., Piccolo, G., Di Meo,C., Russo, F., Piscitelli, D., Hassan, S.S.,Attia, Y.A., Nizza, A., 2014.** Effect of groupsize on performance and egg quality of laying hens during 20 to 36 weeks of age. Ital.J. Anim. Sci. 13:3148.
- 12) **Catherine Guérin-Dubiard, Marc Anton,JoélGautron ,Yves Nys et Françoise Nau. Lavoisier, 2010.**Science et technologie de l'œuf, volume 2 : de l'œuf au ovoproduit. chapitre1 composition de l'œuf. (596 pages).

- 13) **Cherian.F.H. Wolfe, et Simt.J.S**, Volume 61, No. 1, 1996—Journal of food science —15
- 14) **Dupin Henri. 1992**. Alimentation et nutrition humaines ; 1533 p. Edition ESF.
- 15) Effect of Testing Temperature on Internal Egg Quality Measurements 2006 Poultry Science 85:550–555
- 16) **Eke, M.O., Olaitan, N.I. and Ochefu, J.H.**, 2013 Effect of Storage Conditions on the Quality Attributes of Shell (Table) Eggs NIFOJ Vol. 31 No. 2, pages 18 – 24, 2013
- 17) **Gboko Brou, Gatien Konan, Houndo Nougbo Frédéric Mankpondji, Boya ABOH André, Apollinaire Mensah Guy et Fantodji Agathe .2012** Effet de la variation temporelle de la température ambiante journalière sur le poids des œufs de poules
- 18) **Goldberg, E.M., Gakhar, N., Ryland, D., Aliani,M., Gibson, R.A., House, J.D., 2012**. Fattyacid profile and sensory characteristics of table eggs from laying hens fed hempseed and hempseed oil. J. Food. Sci. 77:153-160.
- 19) **Joseph-Pierre Guiraud 2003**. Microbiologie Alimentaire.
- 20) **Keener K. M., 1K. C. McAvoy, J. B. Foegeding, P. A. Curtis, K. E. Anderson, and J. A. Osborne (2006)**. poules pondeuses ISA Brown en Côte-d'Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(5): 2158-2169, October 2012://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i5.23
- 21) **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
- 22) **Leclercq B.** Ann, biol.anim.Bioch.Biophys., 1970. 10, 239-252. avec la collaboration technique de Marie-Rose Salichon Station de Recherches avicoles, Centre de Recherche de Tours, 37-Nouzilly Institut national de la Recherche agronomique.
- 23) L'œuf aux trésors, INRA Science et impact 2013.
- 24) **Nathier-Dufour Nathalie, 2005**. les œufs et les ovoproduits. (78page.). la composition et les qualités nutritionnelles de l'œuf. Edition Edicagri Edition
- 25) **Nys Y, Bain M, F Van Immerseel**-Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products_Volume 1_ Egg chemistry, production and consumption (Food Science, Technology and Nutrition) -WoodheadPublis
- 26) **périquet jean-claude. 2017**. le grand guide des poules et des coqs. Volume 1 (371p).edition Française

- 27) Réglementation (CE) No 589/2008 De la Commission Du 23 juin 2008 portant modalités d'application du règlement (CE) no 1234/2007 du Conseil en ce qui concerne les normes de commercialisation applicables aux œufs.
- 28) **Sauveur B, 1988.** Reproduction des volailles et production d'œufs - Paris: INRA, 1988. - 449 pages. Edition QUAE
- 29) **Sauveur B.** Mode d'élevage des poules et qualité de l'œuf de consommation. INRA Productions animales, 1991, 4 (2), pp.123-130. <hal-00895931>.
- 30) **Scott T. A, Silversides F. G. The Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality 2000** Poultry Science 79:1725–1729. DOI:10.1093/ps/79.12.1725
- 31) **Sonaiya E.B et S.E.J.Swam.,2004** production en aviculture familiale (un manuel technique) Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
- 32) **Stewart G.F., Abbot J.C., 1982** conservations Commercialisation des œufs et de la volaille ROME : F.A.O.-213 p.cité par **BijveYatua, 2006.** Etude de l'évolution des œufs de consommation dans les conditions de stockage naturelles. Th. Méd. Vét. : Dakar, 22.
- 33) **Thapon J.L. AuditotV , NYS , Protais J, Sauveur B., 1994** Présentation générale de l'œuf (1-108) in : L'œuf et les ovoproduits.-Paris Technique et Documentation Lavoisier.- 344 p.-(collection normes et techniques) cité in OLIVIER KAMANA ,2007.Contribution en fonction des conditions de stockage. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales.Université de Rwanda.
- 34) **Thapon L., Bourgeois C.M.** 1994 œufs et Ovoproduits. Sciences et Techniques agro-alimentaires (Collection) Paris : CDIUPA-344p.
- 35) **Travel, Y. Nys, E. 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 - 2010, 23 (2), 155-166
- 36) **Tremolieres F.** 1996 Toxi-infections alimentaires de la France métropolitaine. La revue du praticien (46) : 158-165.
- 37) **Youssef A. Attia, Mohammed A. Al-Harathi & Mohamed M. Shiboob (2014).** Evaluation of Quality and Nutrient Contents of Table Eggs from Different Sources in the Retail Market, Italian Journal of Animal Science, 13:2, 3294, DOI: 10.4081/ijas.2014.3294 To link to this article: <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3294>
- 38) **Zita, L., Tumova, E., Stolc, L., 2009.** Effects of genotype age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. Acta Vet. Brno 78:85-91

Web références

- 1) **Fédération des producteurs d'œufs du québec** .<http://oeuf.ca/faq/est-il-possible-de-congeler-les-ouefs/>
- 2) Egg-Grading Manual. Agricultural Handbook No. 75. Washington: USDA, July 2000. www.ams.usda.gov/poultry/pdfs/EggGrading%20manual.pdf.