

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES
ET TECHNIQUES

ECOLE INTER-ETATS DES
SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR



Année 2007

N° : 9

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION DES ŒUFS DE CONSOMMATION EN FONCTION DES CONDITIONS DE STOCKAGE

MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES DE PRODUCTIONS ANIMALES

Présenté et soutenu publiquement le 26 Décembre 2007 à 09h à l'EISMV

Par

Olivier KAMANA

Né le 15 Octobre 1982 à Ruliba (RWANDA)

MEMBRES DU JURY

PRESIDENT :

M. Louis Joseph PANGUI

Professeur à l'EISMV de Dakar

MEMBRES :

M. Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur à la FST (UCAD)

M. Malang SEYDI

Professeur à l'EISMV de Dakar

Dédicaces et Remerciements

Par la Grâce de Dieu, je dédie ce travail à la mémoire de mes parents

Protais KAMANA et Léoncie MUJAWAMARIYA

Nous tenons à exprimer notre gratitude à l'endroit de :

Monsieur le Professeur Malang SEYDI notre Directeur de mémoire
Dr Khalifa Babacar SYLLA, responsable qualité du laboratoire
d'HIDAOA

Tout le personnel du laboratoire d'HIDAOA

Monsieur Aliou NACRO, Agent comptable de l'EISMV

Dr Abdoul Karim ISSA IBRAHIM

Monsieur Thaddée KABANDA, PhD

Tous ceux qui, de près ou de loin, ont rendu ce travail possible

HOMMAGES A NOS MAITRES ET JUGES

A notre président de jury, Monsieur Louis Joseph PANGUI, Professeur à L'EISMV de Dakar. Vous nous faites l'insigne honneur, malgré vos multiples occupations de présider ce jury. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde et sincère gratitude.

A notre Directeur de Mémoire, Monsieur Malang SEYDI, Professeur à L'EISMV de Dakar. Vous avez accepté d'encadrer et de diriger ce travail avec rigueur scientifique et pragmatisme. Nous avons été fasciné par votre abord facile et votre simplicité. Vos qualités scientifiques et humaines nous ont profondément marqué. Trouvez ici l'assurance de notre profonde gratitude.

A notre Maître et Juge, Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE, Professeur à la FST (UCAD). Votre rigueur d'homme de sciences et vos qualités humaines nous ont beaucoup marqué. Trouvez ici notre sincère reconnaissance.

LISTE DES ABREVIATIONS

Cm : Centimètre

E.I.S.M.V. : Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires

F.A.O.: Food and agriculture organisation

gr : gramme

H.I.D.A.O.A. : Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale

IV : Index vitellinique

MS : Matière sèche

mm: millimètre

UH : Unités de HAUGH

°C : degré Celsius

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau I</u> : Composition centésimale du vitellus (en % de MS).....	4
<u>Tableau II</u> : Composition centésimale de l'albumen (en % de MS).....	5
<u>Tableau III</u> : Densité des œufs en fonction du moyen de stockage et de la solution utilisée.....	19

LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Structure interne de l'œuf.....	3
<u>Figure 2</u> : Moyennes des températures et de l'hygrométrie.....	17
<u>Figure 3</u> : Evolution des moyennes du poids.....	18
<u>Figure 4</u> : Evolution du pH vitellinique moyen.....	20
<u>Figure 5</u> : Evolution du pH moyen de l'albumen.....	21
<u>Figure 6</u> : Evolution de l'index vitellinique moyen.....	21
<u>Figure 7</u> : Evolution moyenne des unités de HAUGH.....	22

LISTE DES PHOTOS

<u>Photo 1</u> : Mirage de l'œuf.....	14
<u>Photo 2</u> : Etalement de l'œuf après cassage.....	15

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LES ŒUFS DE CONSOMMATION.....	3
CHAPITRE I : STRUCTURE ET CARACTERISTIQUE DES ŒUFS DE CONSOMMATION....	3
I.1. STRUCTURE DE L'ŒUF	3
I.1.1. Le vitellus ou jaune	4
I.1.2. Le blanc ou albumen.....	4
I.1.3 Les membranes coquillières.....	5
I.1.4. La chambre à air.....	5
I.1.5. La coquille	5
I.1.6. La cuticule	6
I.2. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'ŒUF	6
CHAPITRE II : PLACE DES ŒUFS DE CONSOMMATION DANS L'ALIMENTATION ET L'ECONOMIE SENEGALAISE	7
II.1. IMPORTANCE NUTRITIONNELLE ET HYGIENIQUE.....	7
II.2. IMPORTANCE TECHNOLOGIQUE : LES OVOPRODUITS	7
II.3. IMPORTANCE DANS L'ECONOMIE AU SENEGAL	8
CHAPITRE III : EVOLUTION DE L'ŒUF APRES LA PONTE.....	9
III.1. EVOLUTION ASEPTIQUE OU VIEILLISSEMENT.....	9
III.1.1. Perte d'eau par évaporation	9
III.1.2. Elimination du gaz carbonique.....	9
III.1.3. Echanges osmotiques entre l'albumen et le vitellus.....	10
III.1.4. Réactions enzymatiques	10
III.2. EVOLUTION SEPTIQUE.....	10
III.3. FACTEURS ACCELERANT L'EVOLUTION DE L'ŒUF.....	10
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE.....	12
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES.....	12
I.1.MATERIEL	12
I.1.1. Matériel biologique : les œufs	12
I.1.2. Matériel technique	12
I.2. METHODES	13
I.2.1.Relevés de la température et de l'hygrométrie.....	14
I.2.2. Examen avant cassage de l'œuf	14
I.2.2.1. Examen visuel de la coquille	14
I.2.2.2. Mirage de l'œuf	14
I.2.2.3. Pesée de l'œuf	14
I.2.2.4. Densimétrie.....	14
I.2.3. Examen après cassage de l'œuf.....	15
I.2.3.1. Examen visuel des milieux internes de l'œuf	15
I.2.3.2. Mesure du pH.....	15
I.2.3.3. Mesure de l'index vitellinique.....	16
I.2.3.4. Mesure des unités de HAUGH.....	16
I.2.4. Analyses statistiques	16
CHAPITRE II : RESULTATS	17
II.1. RELEVES DE LA TEMPERATURE ET DE L'HYGROMETRIE	17

II.2. EXAMEN AVANT CASSAGE DE L'ŒUF	17
II.2.1. Examen visuel de la coquille	17
II.2.2. Mirage de l'œuf	18
II.2.3. Pesée de l'œuf	18
II.2.4. Densimétrie	19
II.3. EXAMEN APRES CASSAGE DE L'ŒUF	19
II.3.1. Examen visuel des milieux internes de l'œuf	19
II.3.2. Mesure du pH	20
II.3.2.1. Mesure du pH du vitellus	20
II.3.2.2. Mesure du pH de l'albumen	21
II.3.3. Mesure de l'index vitellinique	21
II.3.4. Mesure des unités de HAUGH	22
CHAPITRE III : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS	23
III.1. DISCUSSION	23
III.1.1. Examen avant cassage de l'œuf	23
III.1.1.1. Examen visuel de la coquille	23
II.2.2. Mirage de l'œuf	23
II.2.3. Pesée de l'œuf	23
II.2.4. Densimétrie	24
II.3. EXAMEN APRES CASSAGE DE L'ŒUF	25
II.3.1. Examen visuel des milieux internes de l'œuf	25
II.3.2. Mesure du pH	25
II.3.3. Mesure de l'index vitellinique	26
II.3.4. Mesure des unités de HAUGH	26
III.2. RECOMMANDATIONS	26
III.2.1. Recommandations aux producteurs et commerçants	26
III.2.2. Recommandations aux consommateurs	27
<u>CONCLUSION</u>	28
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	29

INTRODUCTION

Bien que l'opinion internationale soit aujourd'hui tournée vers les changements climatiques comme défi à relever pour le troisième millénaire, la démographie galopante à l'échelle mondiale constitue aussi un problème majeur, car l'augmentation de la population mondiale n'est pas en adéquation avec les productions alimentaires.

En Afrique en général et au Sénégal en particulier, face à une forte pression démographique, les ressources en protéines animales sont devenues de plus en plus insuffisantes, et diminuent depuis le début des années 1980 [13]. L'aviculture se présente comme étant une solution intéressante pour la couverture des besoins de la population en protéines d'origine animale, à travers les œufs de consommation.

En effet, l'œuf de consommation a une valeur nutritionnelle assez élevée, dans la mesure où deux œufs et demi équivalent à cent grammes de viande ou de poisson [2]. Il est aussi sans facteurs limitants, riche en vitamines et très digeste [28]. C'est pour cette raison que le Sénégal s'est engagé de façon considérable dans la promotion de la production d'œufs de consommation. Celle-ci est en nette progression, particulièrement dans la région de Dakar.

La consommation d'œufs a évidemment connu une remarquable augmentation, car elle est passée de 25 par habitant et par an en 1998 [4], à 67 par habitant et par an en 2005 [13].

Cependant, l'augmentation de la production et de la consommation d'œufs doit aller de pair avec une maîtrise de la qualité de ces derniers. L'œuf est une denrée alimentaire périssable qui connaît une évolution septique ou aseptique au cours de son entreposage.

Ainsi, les producteurs et consommateurs sont concernés par la maîtrise de la qualité des œufs, à travers leur conservation. Les premiers font face à des conditions climatiques qui sont par moments défavorables, et il s'en suit un arrêt de production qui occasionne un grand manque à gagner. Il serait judicieux d'intensifier la production pendant les conditions climatiques favorables et conserver la production excédentaire, en vue d'assurer un approvisionnement continu sur le marché. Par ailleurs, les producteurs ont l'obligation de présenter à leurs clients des produits de bonne qualité. Quant aux consommateurs, ils sont exposés à des contraintes hygiéniques en cas de mauvaise conservation.

C'est pour ces raisons que nous avons choisi de traiter ce sujet intitulé : « Contribution à l'étude de l'évolution des œufs de consommation en fonction des conditions de stockage ».

L'objectif principal est d'étudier l'évolution des paramètres déterminant la qualité des œufs de consommation selon les conditions d'entreposage. Spécifiquement, il s'agit d'étudier l'impact de la température ambiante, de la couverture d'un film plastique à température ambiante, et de la réfrigération avec et sans couverture de film plastique, sur l'évolution des paramètres déterminant la qualité des œufs de consommation stockés.

Ce travail est divisé en deux parties :

- ❖ la première est une synthèse bibliographique, elle présente successivement la structure et les caractéristiques des œufs de consommation, la place des œufs de consommation dans l'alimentation et l'économie sénégalaise, et en dernier lieu l'évolution de l'œuf après la ponte ;
- ❖ la deuxième partie rapporte l'étude expérimentale à travers le matériel et la méthodologie utilisés, les résultats, la discussion, et formule des recommandations.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LES ŒUFS DE CONSOMMATION

CHAPITRE I : STRUCTURE ET CARACTERISTIQUE 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 commercialisables et garantissant la totale innocuité quel que soit le mode de cuisson [23].

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).

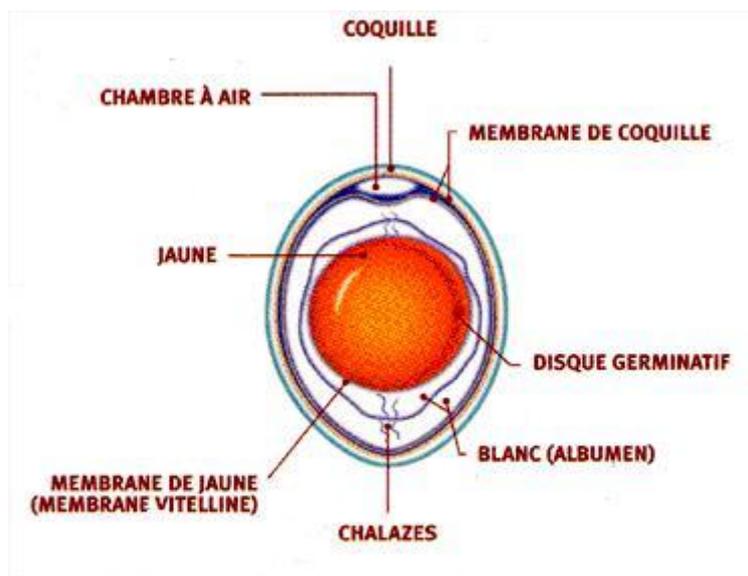


Figure 1 : Structure interne de l'œuf

Source : [7]

I.1.1. Le vitellus ou jaune

Le vitellus est une masse visqueuse, de couleur jaune orangé uniforme, constituée de nombreux globules lipidiques. Il est contenu à l'intérieur d'une très fine membrane appelée membrane vitelline. Celle-ci contient à sa surface des fibres connectées à la couche chalazifère. Au cours de la conservation, on note la disparition rapide de ces connexions. La masse totale du vitellus est composée de couches alternativement blanches et jaunes. Elles ont pour origine les variations de disponibilité des pigments xanthophylles contenus dans l'alimentation des poules [24]. La composition centésimale du vitellus est consignée dans le tableau I.

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

Eléments	%
<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

Source : [10]

I.1.2. Le blanc ou albumen

L'albumen est un milieu non homogène, divisé en quatre couches ayant chacune des propriétés spécifiques [29] :

- ❖ 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% du blanc total), qui se présente sous forme de gel attaché aux deux extrémités de l'œuf ;
- ❖ le blanc liquide interne (17% du blanc total), qui est au contact du jaune et entouré du blanc épais ;
- ❖ les chalazes (3% du blanc total), qui 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.

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 [24]. Les principales protéines de l'albumen en pourcentage par rapport à la matière sèche sont données dans le tableau II.

Tableau II : Composition centésimale des protéines de l'albumen (en % de MS)

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

Source : [10]

I.1.3 Les membranes coquillières

Les membranes coquillières sont au nombre de deux : une interne et une autre externe. Elles sont fortement adhérentes l'une à l'autre sauf au niveau du gros bout de l'œuf où elles s'écartent pour former la chambre à air. Elles sont constituées de fibres protéiques entrecroisées et constituent les barrières de protection contre les agents microbiens tels que les bactéries et les moisissures [12].

I.1.4. La chambre à air

La chambre à air n'existe pas au moment de la ponte de l'œuf, mais apparaît immédiatement après le refroidissement entraînant une légère contraction de son contenu. Le volume de la chambre à air augmente avec la durée et les conditions de conservation [13].

I.1.5. La coquille

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

I.1.6. La cuticule

La cuticule est une couche brillante de nature protéique d'environ 0,01 mm qui recouvre la coquille. Elle empêche la pénétration des agents pathogènes à l'intérieur de l'œuf par obturation des pores de la coquille.

I.2. Caractéristiques physico-chimiques de l'œuf

L'œuf est normalement ovoïde, mais il existe des œufs globuleux et des œufs allongés. La couleur de la coquille est soit blanche soit rousse. On estime qu'environ 60% de la production mondiale des œufs sont assurés par des souches de poule à coquille colorée [26]. La longueur de l'œuf, qui est la distance entre les deux bouts ou pôles, est en moyenne de 5,7 cm. La largeur, qui est la distance au niveau du plus grand diamètre, est de l'ordre de 4,2 cm en moyenne [13]. Quant au poids moyen, il est de 58 gr avec des extrêmes allant de 43 gr à 74 gr [18]. Les œufs de consommation ont une densité d'environ 1,063.

L'œuf est un produit très riche en constituants chimiques. Il est composé de 75,7% d'eau, de 14,1% de protéines, de 12,9% de lipides, de 0,5% de glucides, de minéraux (Fer, Phosphore, Soufre, Calcium) et de vitamines avec en particulier les vitamines A, D, E, B2, B12 ; et d'acides folique et pantothénique [28].

Grâce à ses caractéristiques et propriétés ainsi présentées, l'œuf revêt une importance considérable aussi bien dans l'alimentation que dans l'économie sénégalaise.

CHAPITRE II : PLACE DES ŒUFS DE CONSOMMATION DANS L'ALIMENTATION ET L'ECONOMIE SENEGALAISE

Les œufs de consommation occupent une place de choix du point de vue nutritionnel, hygiénique et technologique. Il en est de même sur le plan économique.

II.1. Importance nutritionnelle et hygiénique

L'importance nutritionnelle des œufs de consommation réside dans le fait qu'ils sont riches en protéines de haute valeur biologique et en acides aminés essentiels. Toutefois, l'œuf est déficient en glucides, Calcium et Vitamine C.

Les œufs de consommation ont une importance hygiénique en raison des conséquences pathologiques qu'ils entraînent chez le consommateur [8]. Au cours du stockage, les œufs peuvent subir des altérations soit sur l'ensemble de l'œuf, soit sur la face interne de la membrane coquillière, soit sur l'albumen ou le vitellus [6]. Les altérations les plus fréquemment rencontrées sont des pourritures d'origine microbienne. Les pourritures de couleur verte sont attribuées à *Pseudomonas fluorescens*, celles de couleur noire attribuées à *Proteus hauseri*, et celles de couleur rouge attribuées à *Serratia marcescens* [10]. Ces altérations surviennent après rupture du système protecteur de l'œuf.

Il convient de signaler que l'œuf, même frais et non contaminé, peut être également responsable d'intolérances post-prandiales, d'allergies, d'insuffisances et de cirrhoses hépatiques.

A côté de cette importance nutritionnelle et hygiénique, l'œuf revêt une importance technologique.

II.2. Importance technologique : les ovoproduits

L'importance technologique des œufs de consommation est matérialisée par les ovoproduits qui sont des denrées constituées par les milieux internes de l'œuf, soit en totalité, soit après séparation du blanc et du jaune, éventuellement débarrassés de certains de leurs constituants mineurs et additionnés de divers ingrédients [29]. Les ovoproduits connaissent plusieurs types de préparations et leurs nombreuses propriétés sont mises à profit dans l'industrie agroalimentaire.

II.3. Importance dans l'économie au Sénégal

La consommation d'œufs peut être assimilée à la quantité d'œufs produite par le secteur moderne puisque les importations d'œufs de consommation sont négligeables, voire inexistantes et que la production du secteur traditionnel est presque nulle [13]. La consommation d'œufs est en nette progression au Sénégal. En 1995, la consommation d'œufs estimée était de 19, 64 œufs par habitant et par an. En 1998, elle s'élevait à 25 œufs par habitant et par an [4]. Pour ce qui est de la ville de Dakar, la consommation d'œufs y est particulièrement élevée par rapport au reste du Sénégal. Elle a été estimée à 67 par habitant et par an en 2005 [13]. Ceci s'explique par le fait que les habitudes alimentaires des villes accordent beaucoup plus d'importance aux œufs de consommation.

Cette augmentation de la consommation d'œufs va de pair avec l'augmentation des activités liées à leur production, distribution et commercialisation, avec un réel impact sur l'économie nationale sénégalaise. La production nationale sénégalaise a atteint 200 millions d'œufs en 1997, soit un chiffre d'affaires de 12,4 milliards de francs CFA [25].

Toutefois, les pertes de production d'œufs de consommation proviennent des conditions d'élevage, mais aussi du déclassement des œufs en raison des altérations qu'ils subissent au cours du stockage.

CHAPITRE III : EVOLUTION DE L'ŒUF APRES LA PONTE

L'œuf subit une évolution après la ponte. Celle-ci peut être septique ou aseptique.

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 [14].

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 [27].

III.1.2. Elimination du gaz carbonique

Le gaz carbonique contenu dans le vitellus au moment de la ponte est sous deux formes : la forme dissoute (4 à 5 mg), et la forme combinée, sous forme de bicarbonate (100 mg) [30]. Plus les jours passent, plus le CO₂ se dégage et franchit les pores de la coquille. Cela est fonction de la solubilité du CO₂ dans le vitellus. Ainsi, si la solubilité est faible, les pertes en CO₂ sont plus rapides. Ces pertes occasionnent une augmentation du pH du vitellus.

III.1.3. 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 [28].

III.1.4. 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 [30].

Ainsi, au cours de la conservation de l'œuf, 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.

III.2. Evolution 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 [30].

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

L'évolution de l'oeuf est accélérée principalement par deux facteurs qui sont la température et le degré hygrométrique de l'air. La température et le degré hygrométrique agissent en indépendance sur le vieillissement de l'œuf par le fait qu'ils induisent la perte d'eau par évaporation et par conséquent les pertes de poids. De ce fait, on constate que la perte de poids varie exponentiellement avec la température pour une humidité relative donnée [29]. Les fortes températures (25° à 30°C) accélèrent le vieillissement alors que les basses températures (voisines de 1°C) le ralentissent [28].

Quand l'humidité est forte, il peut y avoir un développement de moisissures à la surface de la coquille entraînant par hydrolyse la destruction de la cuticule et l'agrandissement des pores. Ces deux facteurs facilitent l'entrée des bactéries dans le milieu intérieur de l'œuf, provoquant une altération de la qualité de l'œuf et un risque pour le consommateur [30].

Bon nombre de méthodes sont utilisées pour conserver les œufs, dans le souci d'offrir au consommateur la meilleure qualité. Nous pouvons citer à ce titre l'humidification, la ventilation, la réfrigération, l'évaporation et bien d'autres. Au Sénégal, les œufs sont entreposés à température ambiante dans les poulaillers et au niveau des marchés traditionnels, tandis qu'ils sont couverts d'un mince film plastique et /ou réfrigérés au niveau des supermarchés [16].

Toutes ces méthodes de stockage sont convenables certes, mais la méthode permettant de garantir au mieux la fraîcheur de l'œuf n'est pas connue avec précision. C'est pour cette raison que nous avons mené une étude comparative de l'évolution des œufs dans différents milieux. Le fruit de cette étude est détaillé dans la seconde partie du présent document.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I.1. Matériel

Notre matériel était constitué par le matériel biologique (les œufs) d'une part, et le matériel technique d'autre part.

I.1.1. Matériel biologique : les œufs

Nous avons utilisé 1080 œufs, livrés en 36 plateaux de 30 œufs chacun. Ces œufs étaient pondus le même jour, autrement dit pondus dans les 24 heures précédant la livraison. Ces œufs étaient issus d'une même ferme avicole gérée par un professionnel de la santé animale et respectant les mesures de prophylaxie sanitaire et médicale.

Les œufs ont été par la suite groupés en quatre lots de 270 œufs (9 plateaux) chacun. Nous les avons entreposés dans quatre conditions différentes, au laboratoire d'H.I.D.A.O.A. de l' E.I.S.M.V. de Dakar :

- ❖ le premier lot a été entreposé dans les conditions naturelles, c'est-à-dire à température ambiante, dans une salle de 4 m de largeur, 6 m de longueur et 3 m de hauteur, appelée communément « salle des travaux pratiques » ;
- ❖ le deuxième lot a été entreposé dans la même salle, mais couvert de film plastique étanche ;
- ❖ le troisième lot a été entreposé dans un réfrigérateur placé dans la « salle d'inspection » dudit laboratoire ;
- ❖ le quatrième lot a été entreposé dans le même réfrigérateur et couvert de film plastique étanche.

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

I.1.2. Matériel technique

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

- ❖ matériel de pesée constitué par une balance de marque SARTORIUS de précision 0,01 grammes ;

- ❖ matériel de prise de température et d'hygrométrie constitué de thermomètres électroniques de marque THERMO-METER, pouvant aussi prendre l'hygrométrie ;
- ❖ matériel de densimétrie constitué de deux béchers en plastique, dont un contenant de l'eau de robinet et un autre contenant une solution de chlorure de sodium à 12% ;
- ❖ matériel de cassage constitué par un couteau et une plaque en verre rectangulaire de 48 cm de longueur sur 34 cm de largeur pour la réception des milieux internes de l'œuf ;
- ❖ matériel de mesure de l'index vitellinique constitué par un papier millimétré placé sous la plaque en verre permettant la lecture du diamètre du vitellus ; des cure-dents pour piquer verticalement le vitellus et mesurer sa hauteur et une règle plate graduée en millimètres permettant de mesurer la hauteur du vitellus ;
- ❖ matériel de mesure du pH constitué par un pH-mètre de marque HANNA ;
- ❖ matériel de mesure des unités de HAUGH constitué par des cure-dents permettant de piquer verticalement dans l'albumen épais à 1 cm du vitellus, et une règle graduée en millimètres permettant la mesure de cette hauteur ;
- ❖ matériel de réfrigération constitué par un réfrigérateur ;
- ❖ matériel de conditionnement constitué par un film plastique étirable de marque HUISSHUFDOLIE.

I.2. Méthodes

Nous avons mené notre étude entre le 1^{er} Novembre 2007 et le 1^{er} Décembre 2007. Nos expérimentations ont été effectuées quotidiennement, sans interruption. Tous nos travaux se sont déroulés au laboratoire d'H.I.D.A.O.A. de l'E.I.S.M.V. Afin de bien mener notre travail, nous avons adopté une méthodologie qui consistait d'emblée à relever la température et l'hygrométrie, procéder ensuite à un examen de l'œuf avant cassage et terminer par un examen de l'œuf après cassage.

I.2.1. Relevés de la température et de l'hygrométrie

Tous les jours d'expérimentation, nous avons relevé la température et l'hygrométrie de la salle d'une part, et du réfrigérateur d'autre part. Les résultats étaient lus sur l'écran du thermomètre électronique.

I.2.2. Examen avant cassage de l'œuf

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

I.2.2.1. Examen visuel de la coquille

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

I.2.2.2. Mirage de l'œuf

Le mirage est une transillumination de l'œuf, qui consiste à examiner l'œuf à travers une source de lumière, dans le but de détecter d'éventuelles défauts tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'œuf (Photo 1).

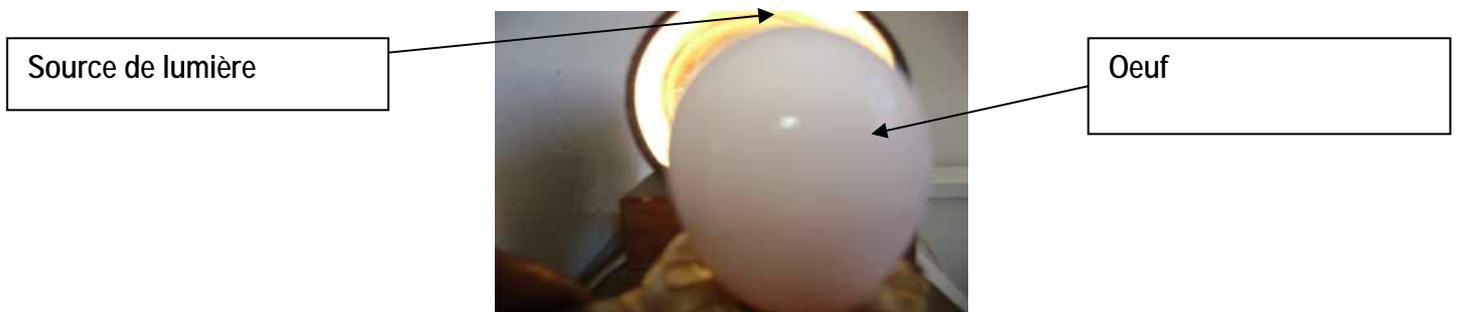


Photo 1 : Mirage de l'œuf

I.2.2.3. Pesée de l'œuf

Après le mirage, nous procédions à la pesée des œufs. Ces pesées ont été effectuées dans le but de suivre l'évolution du poids en fonction des méthodes de conservation.

I.2.2.4. Densimétrie

Le dernier examen des œufs avant cassage consistait à examiner la densité des œufs dans l'eau salée à 12% d'une part et dans l'eau ordinaire d'autre part. La densité d'un œuf frais pondu étant légèrement supérieure à 1, celui-ci ne flotte pas dans l'eau ordinaire, de même que dans l'eau salée.

Un œuf frais adopte une position horizontale au fond du bécher dans l'eau ordinaire et une position verticale dans l'eau salée à 12%. Le vieillissement de l'œuf s'accompagne d'une augmentation du volume de la chambre à air, ce qui implique une diminution de la densité de l'œuf. Ainsi, l'œuf connaît des changements progressifs de positions dans l'eau ordinaire ou salée, jusqu'à flotter totalement.

Chaque œuf était plongé simultanément dans l'eau ordinaire et dans l'eau salée. Différentes positions ont été observées en fonction du milieu d'immersion. Notre objectif était donc de déterminer les différentes positions des œufs tout au long de l'entreposage, et en fonction du moyen de stockage utilisé.

Après la densimétrie, nous procédions au cassage de l'œuf pour l'examen des milieux internes.

I.2.3. Examen après cassage de l'œuf

L'examen après cassage consistait en un examen visuel des milieux internes de l'œuf, des mesures de pH, de l'index vitellinique et des unités de HAUGH.

I.2.3.1. Examen visuel des milieux internes de l'œuf

Le cassage de l'œuf s'effectuait en faisant un trou tout au long du petit bout, à l'aide d'un couteau en dents de scie. Le contenu de l'œuf était ensuite versé sur une plaque en verre, puis examiné (Photo 2). L'examen visuel consistait à observer la couleur, la forme, ainsi que la présence ou non d'éventuels corps étrangers, pour chaque milieu interne de l'œuf. Ceci était complété par l'examen de l'odeur.

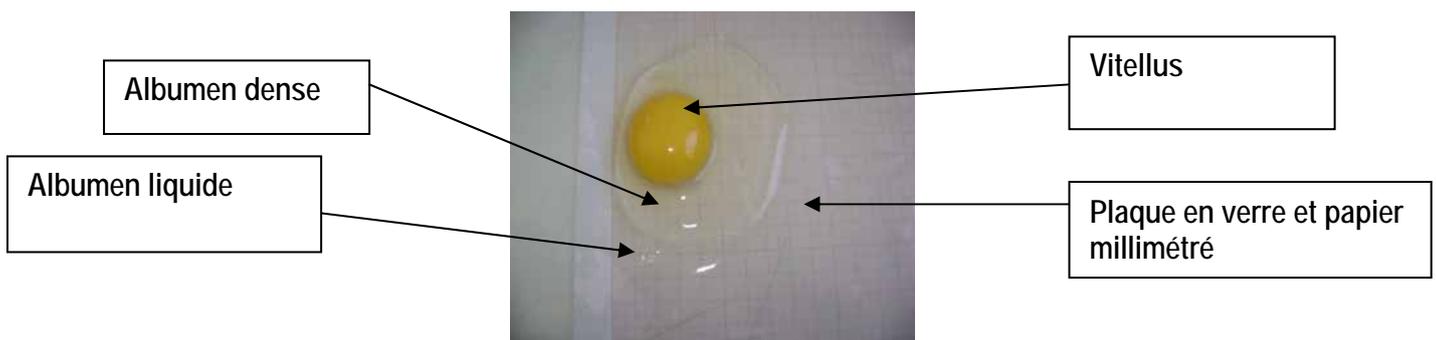


Photo 2 : Etalement de l'œuf après cassage

I.2.3.2. Mesure du pH

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

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

I.2.3.3. Mesure de l'index vitellinique

L'index vitellinique, autrement appelé indice vitellinique, est le rapport entre la hauteur et le diamètre du vitellus. Il est donné par la formule suivante :

$$\text{Index vitellinique (I.V.)} = \frac{\text{Hauteur vitellinique (H.V.)}}{\text{Diamètre vitellinique (D.V.)}}$$

La mesure de la hauteur était faite par une piqûre verticale au milieu du vitellus, à l'aide d'un cure-dent et sa lecture par comparaison de cette hauteur sur une règle graduée. Quant à la mesure du diamètre, elle était immédiatement lue sur le papier millimétré au travers de la plaque de verre. L'intérêt de la mesure de l'I.V. 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.

I.2.3.4. 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 :

$$UH = 100 \log \left[H - \frac{\sqrt{G (30 P^{0,37} - 100)}}{100} \right]$$

H : Hauteur de l'albumen dense

G = 9,81 m/s²

P : poids de l'œuf

La mesure de H se faisait à l'aide d'un cure-dent piqué verticalement dans le blanc dense, à 1 cm du vitellus. Sa lecture se faisait par comparaison de cette hauteur sur une règle graduée en millimètres.

I.2.4. Analyses statistiques

Les données recueillies ont été saisies sur le tableur Excel puis analysés avec le logiciel Epi Info. Nous avons utilisé l'analyse de la variance pour déterminer le degré de signification de la différence entre les résultats au seuil p=5%.

CHAPITRE II : RESULTATS

II.1. Relevés de la température et de l'hygrométrie

Les températures ont été relevées au niveau de la « salle des travaux pratiques » et au niveau du réfrigérateur. Dans le premier cas, la moyenne est de 28,82 °C avec comme extrêmes 24,5°C et 31,7 °C. Au niveau de réfrigérateur la moyenne de la température est de 4,86°C avec comme extrêmes 8°C et 2,9°C.

Quant à l'hygrométrie, la moyenne est de 64,76% au niveau de la salle des travaux pratiques, avec comme extrêmes 72% et 35%. L'hygrométrie relevée au niveau du réfrigérateur est de 80,03% en moyenne, avec comme extrêmes 89% et 67%. Les moyennes des relevés de température et d'hygrométrie sont consignées dans la figure 2.

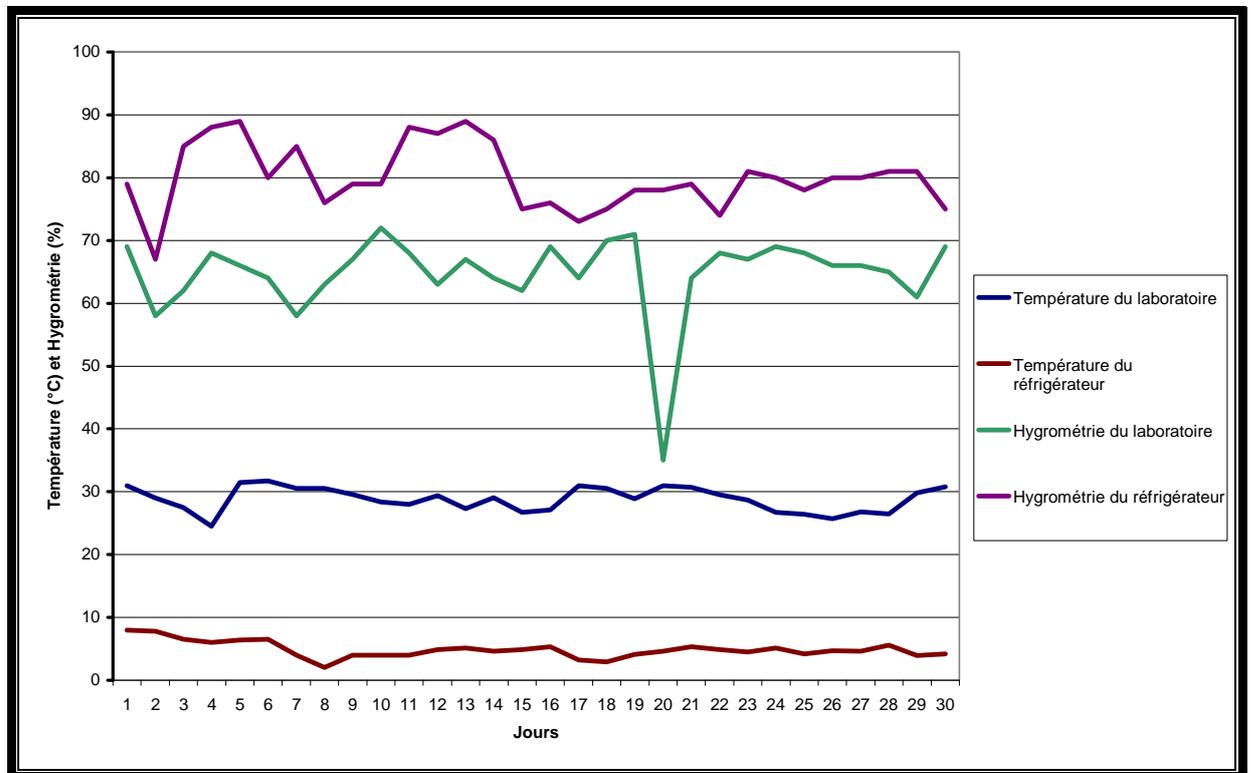


Figure 2 : Moyennes des températures et de l'hygrométrie

II.2. Examen avant cassage de l'œuf

II.2.1. Examen visuel de la coquille

L'examen visuel de la coquille a permis de déceler des défauts d'intégrité. Ces défauts sont des fêlures, et ont été observés chez 0,37% des œufs gardés à température ambiante sans couverture de film plastique, de 0,74% des œufs conservés à température ambiante avec couverture de film plastique, et de 1,11% des œufs stockés au réfrigérateur avec couverture de film plastique.

Aucun défaut d'intégrité n'a été décelé avec les œufs entreposés au réfrigérateur sans couverture de film plastique.

II.2.2. Mirage de l'œuf

Hormis l'évolution de l'agrandissement de la chambre à air des œufs stockés dans les conditions naturelles, le mirage n'a détecté aucune altération.

II.2.3. Pesée de l'œuf

Les pesées des œufs nous ont permis de suivre l'évolution du poids tout au long du stockage. A la réception, le poids moyen des œufs était de 60,24 gr. Les œufs ont ensuite connu des modifications de leurs poids en fonction de leur lieu d'entreposage, tel qu'il est montré par la figure 3.

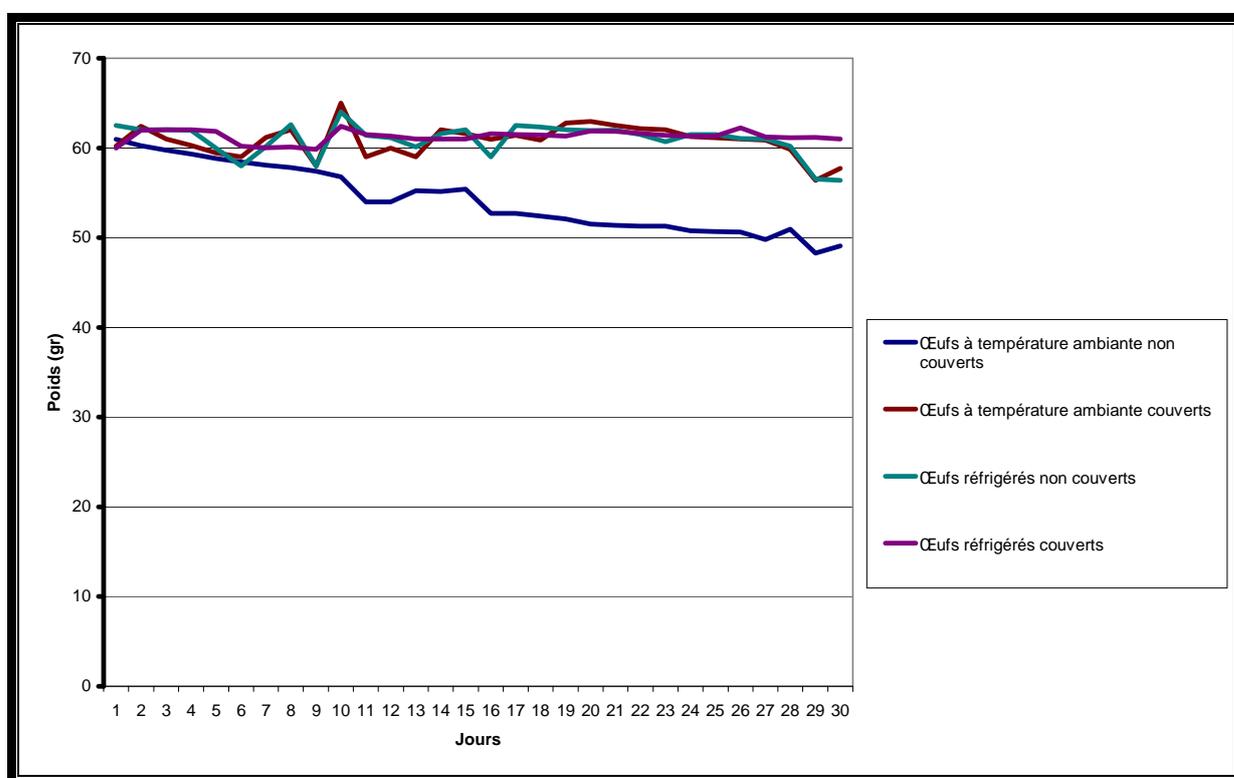


Figure 3 : Evolution du poids moyen des oeufs

Il ressort de ces résultats que les œufs entreposés à température ambiante sans couverture de film plastique connaissent une perte de poids plus que les autres. Les œufs entreposés au réfrigérateur et ceux stockés à température ambiante avec une couverture de film plastique connaissent des pertes de poids certes, mais ces derniers sont négligeables.

Les moyennes journalières du poids ainsi que celles des autres paramètres quantitatifs étudiés (pH, IV et UH) sont consignées dans l'annexe I.

II.2.4. Densimétrie

La densimétrie a permis de déterminer, à travers les positions adoptées par les œufs immergés dans l'eau ordinaire et dans l'eau salée à 12%, l'état de l'évolution des œufs.

Les positions adoptées par les œufs dans ces solutions sont consignées dans le tableau III.

Tableau III : Résultats de la densimétrie en fonction du moyen de stockage et de la solution utilisée

Solution	Position	Œufs à température ambiante	Œufs à température ambiante non couverts	Œufs au réfrigérateur non couverts	Œufs au réfrigérateur couverts
Eau ordinaire	Position horizontale au fond	1-8 jours	1-10 jours	1-16 jours	1-30 jours
	Angle de 30%	9-14 jours	11-17 jours	17-23 jours	-
	Angle de 45%	15-21 jours	18- 23 jours	24-28 jours	-
	Angle de 90%	21-24 jours	24- 27 jours	28- 30 jours	-
	Entre deux eaux	24-25 jours	28-29 jours	-	-
Eau salée à 12%	En surface	26-30 jours	>30 jours	-	-
	Position verticale	1-8 jours	1-10 jours	1-15 jours	1-26 jours
	Position détachée	9-12 jours	11-15 jours	16-18 jours	27-30jours
	Entre deux eaux	13-17 jours	16-18 jours	19-220 jours	-
	Sous l'eau	18-20 jours	19-22 jours	21-24 jours	-
	En surface	21-30 jours	23-30 jours	25-30 jours	-

Il ressort de ce tableau que le moyen d'entreposage influence la densimétrie.

II.3. Examen après cassage de l'œuf

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

Après cassage de l'œuf, les milieux internes étaient récoltés et examinés. Nous avons constaté que le milieu de stockage influence la structure des milieux internes de l'œuf. Ceci se matérialise par le fait que pour les œufs placés à température ambiante avec et sans couverture de film plastique manifestent des signes de vieillissement dès le 8^{ème} jour, alors que les œufs stockés au réfrigérateur demeurent visuellement frais pendant 30 jours.

Les signes de vieillissement décelés sont le changement d'odeur, qui devient rance, ainsi que la perte de la consistance du vitellus et de l'albumen. Celle-ci se manifeste par une augmentation de la taille du vitellus, qui s'étale sur la plaque en verre. L'albumen épais devient plus liquide et devient difficilement séparable de l'albumen liquide.

Ces signes de vieillissement deviennent plus importants après 21 jours, et à partir du 28^{ème} jour les œufs ont une odeur nauséabonde et les milieux internes deviennent difficilement séparables.

L'examen du pH, de l'index vitellinique et des unités de HAUGH permet de mieux expliquer ces observations.

II.3.2. Mesure du pH

II.3.2.1. Mesure du pH du vitellus

L'évolution du pH du vitellus tout au long du stockage et en fonction des moyens utilisés est représentée dans la figure 4.

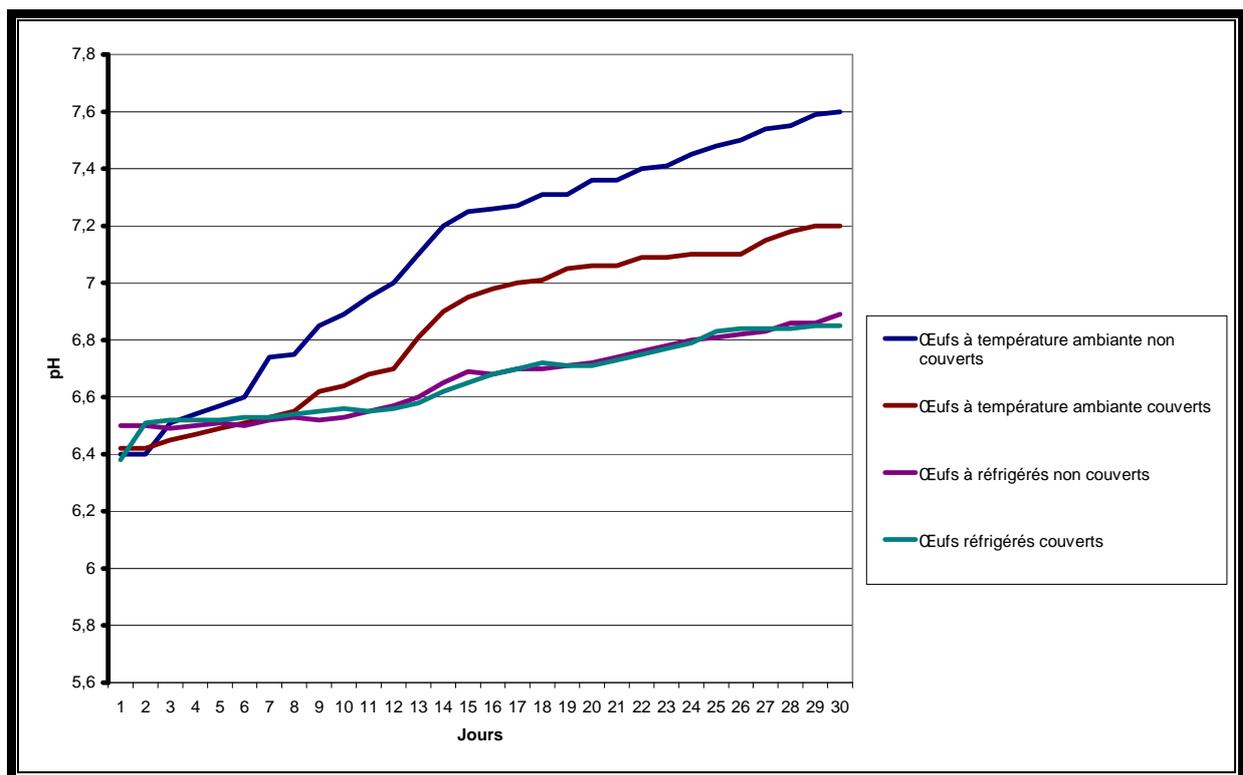


Figure 4 : Evolution du pH vitellinique moyen

On remarque que les œufs entreposés à température ambiante connaissent une remarquable augmentation du pH, contrairement aux œufs réfrigérés.

II.3.2.2. Mesure du pH de l'albumen

L'évolution du pH de l'albumen selon les milieux de conservations est illustrée par la figure 5.

6

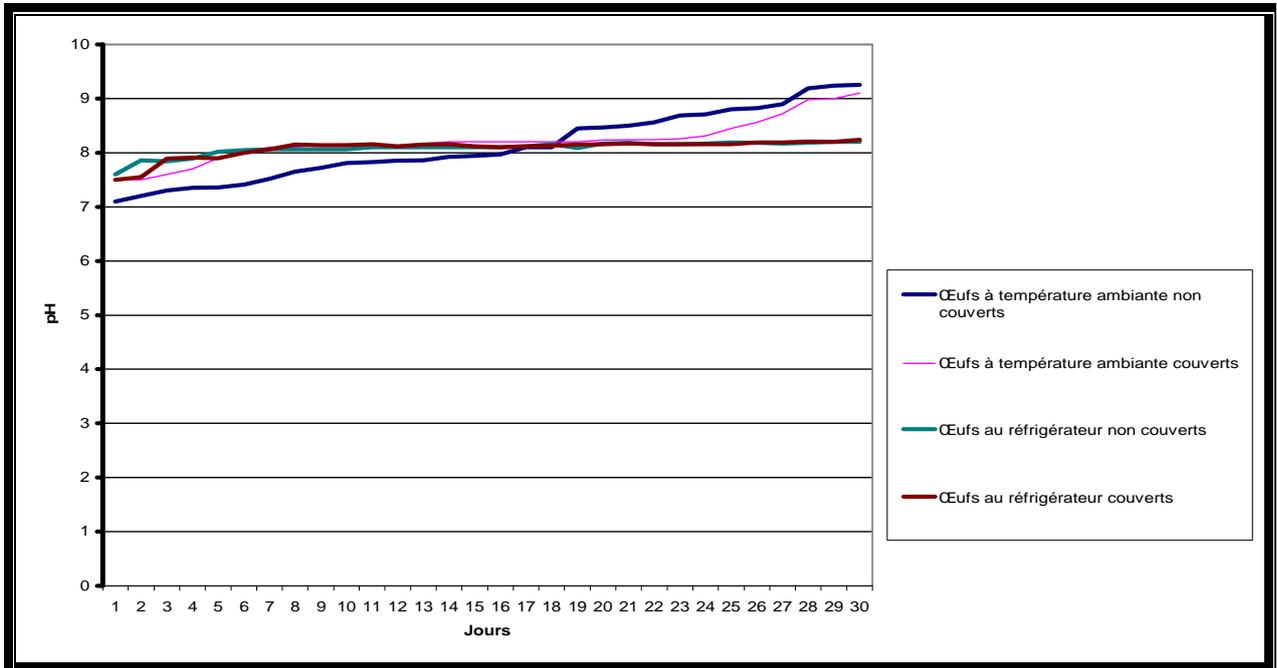


Figure 5 : Evolution du pH moyen de l'albumen

Le pH de l'albumen augmente pour les œufs à température ambiante, alors que les œufs réfrigérés ne connaissent pratiquement pas de hausse de pH.

II.3.3. Mesure de l'index vitellinique

L'index vitellinique varie tout au long du stockage en fonction du milieu de conservation, tel qu'il est illustré par la figure 6.

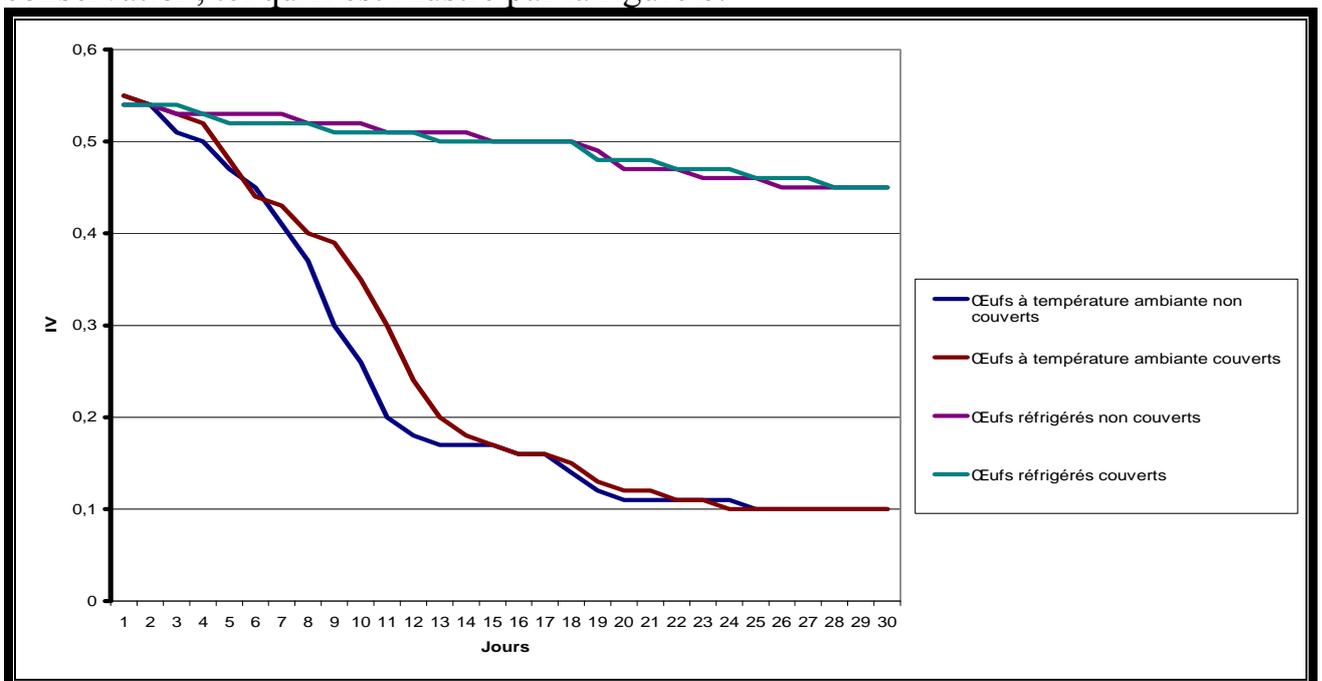


Figure 6 : Evolution de l'index vitellinique moyen

On remarque une nette différence entre les œufs réfrigérés et ceux conservés à la température ambiante.

II.3.4. Mesure des unités de HAUGH

La consistance de l'albumen a été évaluée à travers le calcul des unités de HAUGH. Les résultats sont illustrés par la figure 7.

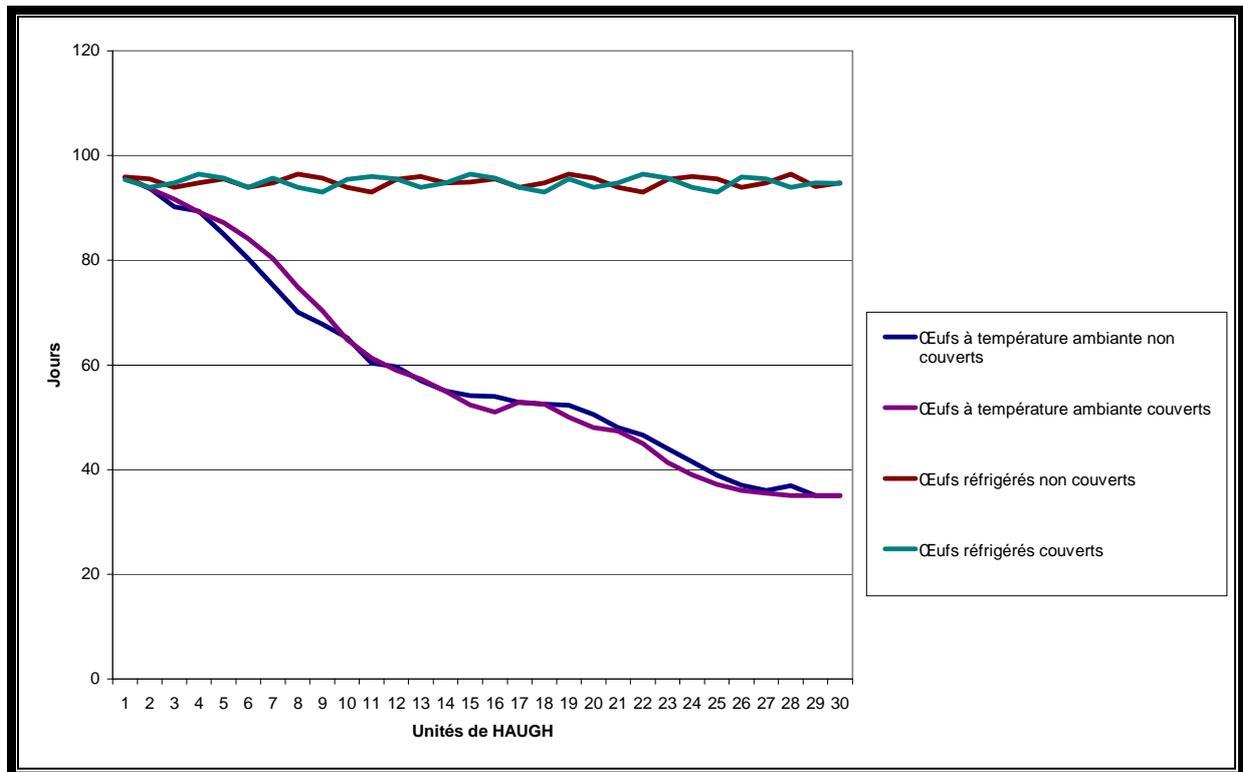


Figure 7 : Evolution moyenne des unités de HAUGH

Il ressort de ces résultats que la réfrigération des œufs empêche la diminution des unités de HAUGH. Les œufs non réfrigérés connaissent une diminution continue des unités de HAUGH.

CHAPITRE III : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

III.1. Discussion

III.1.1. Examen avant cassage de l'œuf

III.1.1.1. Examen visuel de la coquille

Nous avons obtenu de faibles pourcentages d'œufs avec défaut d'intégrité (0,37%, 0,74% et 1,11%). L'examen visuel de l'intégrité de la coquille a montré qu'il n'y a pas d'influence du moyen de stockage des œufs sur celui-ci. Nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par BIJVE YATUA [5] au Sénégal (3,33% et 6,33%), SAIDOU ALZOUMA [22] au Niger (2,5%) et au Nigeria (1,25%), ainsi que ATHIAS [3] en Côte d'Ivoire (2,2%). Ils sont en revanche légèrement supérieurs à ceux trouvés par SAIDOU ALZOUMA [22] au Ghana (0%).

En effet, les œufs fêlés l'ont été à cause des secousses antérieures au stockage. Ces secousses peuvent avoir comme source le ramassage au niveau du poulailler, le transport, et particulièrement les opérations de couverture par le film plastique. Nos œufs sont moins fêlés car ils n'ont pas subi les mêmes secousses que ceux qui ont fait l'objet de recherches par ces auteurs ci haut cités.

II.2.2. Mirage de l'œuf

Le mirage des œufs a permis de suivre l'évolution des œufs stockés à travers la visualisation de la chambre à air. En effet, aucun défaut n'a été décelé lors du mirage. Ceci s'explique par le fait que nos œufs étaient issus d'un poulailler respectant les mesures de prophylaxie sanitaire et médicale, et ont été entreposés dans de bonnes conditions d'hygiène.

II.2.3. Pesée de l'œuf

La pesée a permis d'apprécier l'évolution du poids des œufs tout au long du stockage, en fonction des conditions d'entreposage. Il a été constaté que les œufs à température ambiante non couverts de film plastique connaissent une perte de poids progressive et remarquable, contrairement aux autres. En effet, le poids moyen des œufs était de 62,04 gr au premier jour, et la perte quotidienne de poids a été évaluée à 0,42 gr pour les œufs stockés à température ambiante sans couverture de film plastique. Nos résultats sont inférieurs à ceux de BIJVE YATUA [5] qui a trouvé des pertes de poids quotidiennes de 1,99 gr et 1,73 gr, mais se rapprochent de ceux de THAPON et BOURGEOIS [28] qui sont de 0,35 gr à 0,5 gr. Ceci s'explique que les œufs ayant fait l'objet des expérimentations de BIJVE YATUA [5] étaient d'un poids moyen faible (50,56%) et 57,74 gr.

Quant aux résultats de THAPON et BOURGEOIS [28], leurs œufs ont connu une plus faible perte de poids suite aux conditions de température qui étaient relativement basses (20°C).

Par ailleurs, les œufs laissés à la température ambiante avec une couverture de film plastique ne connaissent pas de perte de poids significatif. Ceci s'explique par le fait que ces œufs étaient conservés sous une enveloppe étanche ne permettant pas les échanges avec le milieu extérieur, et par conséquent la perte de poids par évaporation a été inhibée.

Quant aux œufs réfrigérés, leur poids est resté stable. Ceci corrobore les résultats de OUATTARA [17] ainsi que JONES et MUSGROVE [11].

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

II.2.4. Densimétrie

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

Le comportement des œufs dans ces milieux étant tributaire de l'état de la chambre à air, il est évident de constater que les œufs à température ambiante sans couverture flottent plus rapidement que les autres, et que les œufs réfrigérés, flottent assez tardivement. Pour ces derniers, notre étude qui s'est étendue sur 30 jours n'a pas pu déceler le moment de leur flottaison.

Nos résultats se rapprochent de ceux de BIJVE YATUA [5], qui a montré que pour les œufs entreposés à température ambiante, la flottaison survient au bout d'une semaine environ.

Concernant l'effet de la température de conservation, nos résultats sont en accord avec ceux de OUATTARA [17], JONES et MUSGROVE [11], ainsi que ALTAN *et al.* [9], qui ont montré que les températures basses retardent le vieillissement de l'œuf, en même tant que sa flottaison.

II.3. Examen après cassage de l'œuf

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

L'examen visuel des milieux internes de l'œuf a montré qu'au bout d'une semaine de conservation à température ambiante, les œufs connaissent des changements attestant un état de vieillesse.

Ceci corrobore les résultats de SAIDOU ALZOUMA [22] sur les œufs du Niger et du Ghana, et de GUEYE [10] et ANGRAND [2] obtenus avec des œufs du Sénégal.

Quant aux œufs réfrigérés, ils gardent intacte leur fraîcheur du premier jour tout au long de la conservation, ce qui est en accord avec les résultats de OUATTARA [17] qui a constaté que la réfrigération garde la fraîcheur des œufs intacte pour une durée minimale de 45 jours. Il en est de même pour les résultats de ALTAN *et al.* ainsi que JONES et MUSGROVE [11] pour lesquels la réfrigération garde les œufs frais pour une durée de 11 et 10 semaines respectivement.

Par ailleurs, nous n'avons pas trouvé de taches blanches, contrairement à SAIDOU ALZOUMA [22], BIJVE [5] et NGOUYAMSA [16].

Ceci s'explique par le fait que nos œufs étaient entreposés dans de bonnes conditions hygiéniques, contrairement aux œufs qui ont fait l'objet de recherches par ces auteurs.

On remarque que la couverture d'œufs par un film plastique n'a pas d'influence sur la préservation de la fraîcheur des œufs.

II.3.2. Mesure du pH

Le pH du vitellus et de l'albumen a été étudié, et les résultats montrent que le pH connaît une augmentation tout au long du stockage. Ceci résulte du fait que de nombreuses modifications physico-chimiques, avec notamment une perte de gaz carbonique, entraînent une élévation du pH. Néanmoins, cette élévation n'est pas prononcée pour les œufs entreposés à température ambiante avec couverture de film plastique et est moindre pour les œufs réfrigérés. Pour les œufs à température ambiante, le pH moyen au 30^{ème} jour est de 9,25 et 9,1 respectivement pour les œufs non couverts et couverts. Il est de 8,2 pour les œufs réfrigérés non couverts et de 8,24 pour les œufs réfrigérés couverts.

Nos résultats sont légèrement supérieurs à ceux de BIJVE YATUA [5], qui a constaté une augmentation du pH lors de la conservation des œufs à température ambiante certes, mais pour lui la moyenne du pH après 30 jours de stockage était de 8,95 et 9 pour l'albumen, avec 6,55 et 6,75 pour le vitellus.

Cette différence résulte du fait que nous avons utilisé un moyen de mesure (pH-mètre électronique) plus précis que le sien (bandelettes de papier pH-mètre).

II.3.3. Mesure de l'index vitellinique

La mesure de l'index vitellinique a permis de constater que l'index vitellinique décroît tout au long du stockage, pour des œufs à température ambiante, contrairement aux œufs réfrigérés.

Nos résultats renforcent ceux de OUATTARA [17], ALTAN *et al.* [1] ainsi que JONES et MUSGROVE [11] qui ont constaté que la réfrigération permet de retarder, voire même empêcher la chute de l'index vitellinique. Nos résultats sont inférieurs à ceux de BIJVE YATUA [5], qui a montré que l'index vitellinique décroît dans les conditions naturelles de stockage, et est, en moyenne, de 0,28 après 30 jours. La relative différence des conditions de température et d'hygrométrie explique ce fait.

II.3.4. Mesure des unités de HAUGH

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 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 corroborent ceux de GLOOR *et al.* [9] et OUATTARA [17], ALTAN *et al.* [1] ainsi que JONES et MUSGROVE [11]. Tous ces auteurs sont unanimes sur le fait que la réfrigération retarde considérablement la perte de consistance de l'albumen, gardant ainsi les unités de HAUGH élevées.

III.2. Recommandations

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

III.2.1. Recommandations aux producteurs et commerçants

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

Notre pierre à l'édifice, grâce à se travail, recommande ce qui suit :

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

III.2.2. Recommandations aux consommateurs

Aux consommateurs, nous recommandons ce qui suit :

- ❖ la réfrigération doit être poursuivie pour les œufs achetés au supermarché, par ailleurs il est utopique de les laisser entreposés sous film plastique sans réfrigération ;
- ❖ les œufs doivent être gardés dans un endroit propre, exempt de souillures et à une température basse ;
- ❖ les œufs entreposés à température ambiante ont une fraîcheur maximale pendant une semaine, et leur vieillissement est remarquable au huitième jour. Ils restent consommables au-delà du huitième jour, mais leur état d'évolution allant de pair avec la dégradation de la composition interne, les qualités nutritives et organoleptiques diminuent. C'est à partir du 21^{ème} jour que nous avons constaté qu'un œuf entreposé à température ambiante ne peut plus être consommé car ses qualités organoleptiques (l'odeur en particulier) ne répondent plus aux critères de qualité.

CONCLUSION

La sécurité alimentaire des pays africains subsahariens reste préoccupante, et l'explosion démographique accentue le manque criard en protéines animales. L'aviculture, par ses produits, s'avère une solution intéressante. Le Sénégal s'est engagé dans sa promotion depuis quelques années. La consommation d'œufs a également connu une importante augmentation, surtout dans la région de Dakar où elle a quasiment triplé en dix ans.

L'augmentation de la quantité d'œufs produits doit aller de pair avec la qualité de ces derniers, car l'œuf est une denrée alimentaire périssable. Il incombe aux producteurs, commerçants et consommateurs d'être imprégnés des notions de base en rapport avec la qualité des œufs. Celles-ci s'articulent autour de la conservation.

Au Sénégal, les œufs de consommation sont stockés soit à température ambiante au niveau des sites de production et des marchés traditionnels, soit réfrigérés avec ou sans couverture de film plastique dans les supermarchés. Nous avons mené une étude, afin d'identifier l'évolution des paramètres régissant la qualité des œufs dans chacun de ces milieux. L'objectif était donc de voir l'impact de chaque milieu sur l'évolution des œufs. Ainsi, nous avons, spécifiquement analysé l'évolution des œufs dans chaque moyen de stockage et examiné les paramètres régissant la qualité des œufs à savoir densité, la perte de poids, le pH du vitellus et de l'albumen, l'index vitellinique et les unités de HAUGH.

Notre étude s'est étendue sur 30 jours et a montré que la réfrigération garantit la fraîcheur de l'œuf pour une durée minimale de 30 jours, alors que l'entreposage à température ambiante ne laisse les œufs frais que pour une durée d'une semaine. La couverture des œufs à température ambiante par un film plastique n'a d'utile que la préservation du poids. La couverture par le film plastique combinée à la réfrigération n'a pas montré de différence avec la réfrigération simple. Des études plus poussées sont souhaitables dans le but de déceler l'effet combiné de la réfrigération et de la couverture par un film plastique, pour une durée supérieure à 30 jours. Il en est de même pour l'évolution des propriétés nutritionnelles des œufs.

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

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1. ALTAN O., AKBAS Y., SEVGICAN F., ERKEK R., 2004**
Effects of Cold Storage on Egg Quality
[En ligne] : accès Internet : <http://mistug.tubitak.gov.tr/bdyim/abs>.
Consulté le 7 Novembre 2007
- 2. 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
- 3. ATHIAS A., 2003**
Contribution à l'étude comparative de la qualité commerciale des œufs du marché et des œufs des grandes surfaces : cas de la zone urbaine de la ville d'Abidjan. Th. :Méd. Vét : Dakar ; 5
- 4. BANKOLE A., 2000**
Contribution à l'étude des caractéristiques et des contraintes de la production des œufs de consommation dans la région de Dakar. Th : Méd. Vét : Dakar ; 13
- 5. BIJVE YATUA, 2006**
Etude de l'évolution des œufs de consommation dans les conditions de stockage naturelles. Th. Méd. Vét. : Dakar, 22
- 6. BOURGEOIS C.M.MESCLE J.I., ZUCCA J., 1988**
Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Paris : Technique et Documentation LAVOISIER-419 p.
- 7. FEDERATION DES AVICULTEURS DU QUEBEC, 2007**
Encyclopédie en ligne
[En ligne] Accès internet : www.oeufs.ca/oeufnatomie/oeufnatomie.png
Consultée le 30 Novembre 2007
- 8. FRANCE REPUBLIQUE, 1998**
Le praticien et les toxi-infections alimentaires collectives.
Paris : Direction générale de la santé
- 9. GLOOR J, AMMAM K, FISCHER B,**
Oeufs et Ovoproduits-Manuel Suisse des denrées alimentaires-
[En ligne] : Accès internet : www.slmb.bag.admin.ch/slmb/slmbarchiv/2003/
Consulté le 07 Novembre 2007
- 10. GUEYE L., 1999**
Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des œufs de consommation de la région de Dakar (Sénégal). Th.:Méd.Vét. : Dakar; 5
- 11. JONES D., MUSGROVE M., 2005**
Effects of extended storage on egg quality
En ligne, accès internet : <http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm>
Consulté le 10 Novembre 2007
- 12. LEDERER J., 1978**
Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire.-Paris : Maloine.-870 p.
- 13. MUSABIMANA K.F., 2005**
Consommation et commercialisation des œufs à Dakar (Sénégal).
Th: Méd.Vét. : Dakar; 36

14. MBAO B, 1994

Séro-épidémiologie des maladies infectieuses majeures du poulet de chair dans la région de Dakar.
Th. : Méd.Vét. Dakar.12

15. NDIAYE A., 2002

Contribution à l'étude de la qualité commerciale des œufs de consommation de la région de Dakar (Sénégal). Th. : Méd.Vét : Dakar ; 16

16. NGOUYAMSA S., 2007,

Contribution à l'étude comparative de la qualité commerciale des œufs de consommation du marché et des grandes surfaces : cas de la région de Dakar (Sénégal). Th. Méd.Vét. : Dakar, 15

17. OUATTARA B., Alternatives à la réfrigération des œufs dans les milieux tropicaux.

[En ligne]: Accès internet : www.cat.inst.fr

Consulté le 5 Novembre 2007

18. PROTAIS J., BOUGEON M., 1985

Deuxième étude relative à l'évolution de la qualité des oeufs au cours d'une saison de ponte. Bul. D'inf. Station Exp. D'aviculture de Ploufragan, 25, (1) ;63-83.

19. PROTAIS J., BOUGON M., LAUNAY M., CAMARD F. , 1985

Evolution du poids et de la densité de l'œuf au cours de trois semaines de stockage. Bul.d'inf.Station Exp.d'aviculture de PLOUFRAGAN, 25, (1) : 143-153

20. PROTAIS J. ; LAHELLEC ; LAUNAY M., 1981

Variations de la qualité interne de l'œuf avec la température de stockage. Bul.d'inf. Station exp.d'Aviculture de PLOUFRAGAN, 21 (1), 1981 : 39-41

21. RALANJANAHARY M.

Contribution à l'étude de l'approvisionnement en intrants de la filière avicole moderne au Sénégal : cas de la région de Dakar Th : Méd.Vét. : Dakar ; 38.

22. 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 T.Méd.Vét. : Dakar ; 17

23. SAUVEUR B. ,1978

La qualité des œufs objet de recherches françaises Ch.Nut.Diet., 13 : 35-45.

24. SAUVEUR B., 1988

Reproduction des volailles et production d'œufs.-Paris : INRA, 1988.-449p.

25. SENEGAL : MINISTERE DE L AGRICULTURE, 1998

Direction de l'élevage Actes des premières journées avicoles sénégalaises Dakar : DIREL

26. STEWART G.F., ABBOT J.C., 1982

Commercialisation des oeufs et de la volaille
- ROME : F.A.O.-213 p.

27. THAPON J.L. ; AUDITOT V ; 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)

28. THAPON L., BOURGEOIS .C.M. 1994

Œufs et Ovoproduits. Sciences et Techniques agro-alimentaires (Collection) Paris : CDIUPA-344p.

29. THIEULIN G. ; BASILE D., HAUTETEFORT M., 1976

L'œuf et les ovoproduits.-Paris : collection « Normes et techniques ». 7-51

30. TREMOLIERES F. ,1996 Toxi-infections alimentaires de la France métropolitaine. La revue du praticien (46) : 158-165.

<p align="center">CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION DES ŒUFS DE CONSOMMATION EN FONCTION DES CONDITIONS DE STOCKAGE</p>	<p align="center">CONTRIBUTION TO STUDY OF HEN EGGS EVOLUTION ACCORDING TO STORAGE CONDITIONS</p>
<p align="center">Olivier KAMANA Mémoire de Diplôme d'études approfondies de productions animales, Option Qualité des aliments</p>	<p align="center">Olivier KAMANA Masters memory of animal productions, Food safety and Quality Option</p>
<p align="center">Résumé</p>	<p align="center">Abstract</p>
<p>La production d'œufs de consommation s'avère une solution intéressante pour faire face au manque criard en protéines d'origine animale auquel le Sénégal fait face. Cependant, l'œuf est une denrée alimentaire périssable. Les producteurs, commerçants et consommateurs utilisent diverses méthodes de stockage. Nous avons mené une étude pour examiner l'évolution des œufs de consommation dans les conditions de stockage couramment utilisées au Sénégal. Notre étude a porté sur 1080 échantillons répartis en 4 lots de 270 œufs chacun :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ un lot entreposé à la température ambiante de 28,82°C en moyenne ❖ un lot entreposé à la température ambiante de 28,82°C en moyenne et couvert d'un film plastique étanche ❖ un lot stocké au réfrigérateur avec une température moyenne de 4,86°C ❖ un lot stocké au réfrigérateur avec une température moyenne de 4,86°C et couvert de film plastique étanche <p>La densimétrie, l'examen du pH de l'albumen et du vitellus, la mesure des unités de HAUGH et de l'index vitellinique ont été utilisés pour suivre l'évolution des œufs stockés, pendant 30 jours. Il ressort de cette étude que la réfrigération (avec ou sans couverture de film plastique) est le meilleur moyen de stockage des œufs, et la couverture d'un film plastique n'empêche pas le vieillissement des œufs à température ambiante ; mais retarde considérablement les pertes de poids. Les œufs entreposés à température ambiante, quant à eux, subissent une dégradation continue, remarquable au bout de 8 jours.</p> <p>Mots clés : Œufs de consommation-Evolution-Conditions de stockage-</p>	<p>Egg production proves to be a well-paid solution to face up to the lack of animal proteins Senegal is facing. However, eggs are perishable foodstuffs. Producers, merchants and customers use different storage methods. We led a study aiming to examine hen eggs development in different conditions of storage commonly in use in Senegal. Our study related to 1080 samples divided into 4 batches each of them made up of 270 eggs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ a batch stored at room temperature (28.82°C on average); ❖ a batch stored at room temperature (28. 82°C on average) and covered with a tight clingfilm; ❖ a batch kept refrigerated at 4.86°C on average; ❖ a batch kept refrigerated at 4.86°C on average and covered with a tight clingfilm. <p>Densitometry, pH test of albumin and yolk, the measurement of HAUGH units and yolk index were used to follow the development of stored eggs during a period of 30 days. It emerges from this study that refrigeration (with or without clingfilm) is the best mean to store eggs. The clingfilm does not protect eggs from ageing when they are stored at room temperature but delays significantly the loss of weight. As for eggs stored at room temperature, they are subject to continuous deterioration noticeable after 8 days.</p> <p>Key words: Egg- Evolution-Storage conditions-</p>
<p>Adresse : Olivier KAMANA TéL. 00 250 085 84 651 BP 121 MUSANZE-RWANDA E-mail : olivikam@yahoo.fr</p>	<p>Address: Olivier KAMANA Phone number : 00250 085 84 651 PO.BOX 121 MUSANZE RWANDA E-mail : olivikam@yahoo.fr</p>

