

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



Projet de Fin d'Etudes

Dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275

« Un diplôme, une startup / micro entreprise »

Pour l'obtention du diplôme de Licence/Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Technologie agroalimentaire et control de qualité

Etude de la qualité hygiénique et nutritionnelle de l'œuf

Projet STARTUP : Lyophilisation des œufs « A&A Egg's Powder »

Présenté Par :

1/ BENZAOUZ Abderrahmane

M2 Département Agroalimentaire

Devant le jury composé de :

=

Dr DERRAG Zaineb

MCA U.Ain Témouchent Présidente

Dr RAHMANI Khaled

MCB U.Ain Témouchent Examineur

Dr ZITOUNI Amel

MCB U.Ain Témouchent Encadrant (e)

Dr KHALFA Ali

MCB U.Ain Témouchent Co-Encadrant(e)

Dr BENZAZZA Baghdadadi

MCA U.Ain Témouchent Représentant de l'incubateur

Dr MOUSSAOUI Said

U.Ain Témouchent Partenaire socioéconomique

Année Universitaire 2022/2023

Dédicace

Je dédie ce modeste travail, à:

Mes très chers parents

Qui ont couverts ma vie d'un grand amour et d'une tendresse infinie

Qui ont guidé mes pas tout au long de mes études. Que dieu, tout puissant, les garde pour moi, afin qu'ils soient toujours à mes côtés

Sans vous, rien n'aurait été. Vous êtes toujours battue pour la réussite de tes enfants. Ce jour est celui du couronnement de tes sacrifices.

Votre présence en ces lieux suffit amplement à mon bonheur. Que Dieu vous garde et te protège pour nous.

Dieu m'a donné deux mères

*Je tiens à dédier ces quelques mots à ma deuxième mère « **H** »*

Ma qui occupe une place si spéciale dans ma vie. Ma chère tante, tu as toujours été bien plus qu'une simple tante pour moi. Tu as été une figure maternelle aimante et dévouée, une présence constante dans ma vie depuis mon enfance. Aujourd'hui, je souhaite te rendre hommage et exprimer ma profonde gratitude pour tout ce que tu as fait

Tu as été là pour moi à chaque étape de ma vie, prête à m'écouter, me conseiller et me reconforter. Tu as été un soutien inconditionnel, m'encourageant à poursuivre mes rêves et m'inspirant à devenir la meilleure version de moi-même. Tu as su me guider avec sagesse, partager tes expériences et m'offrir des conseils précieux qui ont façonné la personne que je suis aujourd'hui.

Tu resteras à jamais gravée dans mon cœur comme une figure maternelle.

REMERCIEMENTS

En guise de reconnaissance, nous voulons remercier toutes les personnes qui, par leurs conseils, leur collaboration ou leur soutien et leur amitié, ont contribué à la réalisation et à l'achèvement de ce travail

*Je souhaite dédier ces mots à mon encadrant Mme **ZITOUNI Amel**, MCB au département Agroalimentaire, Université d'Ain Témouchent qui a joué un rôle fondamental dans mon parcours académique et personnel. Je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour votre soutien inconditionnel et votre dévouement, votre disponibilité et votre volonté de consacrer du temps pour discuter de mes idées, répondre à mes questions et me guider ont été d'une valeur inestimable.*

*Je tiens à exprimer mes sincères reconnaissances à Monsieur **KHALFA Ali**, MCB au département Agroalimentaire, Université d'Ain Témouchent qui m'a donné la chance de travailler sous sa direction, dont les encouragements et les conseils qui m'ont permis de réaliser ce travail.*

Nous tenons à remercier les membres du jury :

*Mme **DERRAG Zaineb**, MCA au département Agroalimentaire, Université d'Ain Témouchent qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.*

*Monsieur **RAHMANI Khaled** MCB au département Agroalimentaire, Université d'Ain Témouchent qui a accepté de faire des efforts en examinant ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont aussi à Mme **BELHACINI Fatima** et Mr **BENAZZA Baghdadi**, membres de l'incubateur et MCA à l'université d'Ain Témouchent pour avoir accepté d'examiner et enrichir ce travail.*

*Je souhaite également remercier le partenaire socio-économique Mr **MOUSSAOUI Saïd** d'avoir accepté notre invitation .Votre présence a été un véritable honneur.*

Sommaire

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Résumé

Introduction..... 1

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : STRUCTURE ET CARACTERESTIQUE DES ŒUFS DE CONSOMMATION

1.1.– Généralité sue les œufs	2
1.1.1- Définition	2
1.1.2-Formation de l'œuf	2
1.1.3- Structure interne de l'œuf.....	3
1.1. 4.- Composition de l'œuf	6
1.2. -Inspection et contrôle des œufs	8
1.2.1. -La qualité de l'œuf de consommation	8
1.2.2. -Méthode d'estimation de la qualité des œufs de la consommation	9
1.3. -Importance nutritionnel et économique de l'œuf	12
1.4. -La contamination par les bactéries	14
1.4.1. -Contamination par les salmonelles.....	14
1.4.2. -Pouvoir pathogène	15
1.4.3. -Recommandation pour la prévention du Salmonellose	15

CHAPITRE II LA LYOPHILISATION

1. La lyophilisation, généralités	18
1.1. -Principe de la lyophilisation	19
1.2. -Procédé de lyophilisation	20
1.3. -Le fonctionnement d'un lyophilisateur	23
1.4. -Appareil de la lyophilisation	24
1.5. -Application de la lyophilisation	25
1.6. -Avantage de lyophilisation	26
Conclusion.....	28

Références bibliographiques

Deuxième partie. BMC DU PROJET

Liste des figures

Figure 1 : Schéma descriptif de différentes étapes de formation de l'œuf	2
Figure 2 : Schéma récapitulatif de la structure de l'œuf	4
Figure 3 : La présence de bactérie Pseudomonas dans l'œuf	14
Figure 4 : Représentation schématique du procédé de lyophilisation	20
Figure 5 : Mise en évidence du phénomène de surfusion	21
Figure 6 : Schéma simplifié du cycle de lyophilisation	22
Figure 7 : Principe de fonctionnement d'un lyophilisateur	23
Figure 8 : Représentation schématique d'un lyophilisateur	24

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition moyenne de l'œuf (par 100g ; œuf sans coquille) 7

Tableau 02 : Comparaison de la valeur biologique de quelque aliment avec l'œuf ...13

Tableau 03 : Exemples des produits lyophilisés 19

Résumé

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

En effet, grâce à sa composition riche et variée, ce produit a pris un tel essor qu'il devient impératif de fournir des œufs de bonne qualité exempts de toute bactérie pathogène pouvant conduire à des toxi-infections alimentaires collectives. La garantie sanitaire est donc une préoccupation majeure de la filière œufs et ovo produits. Bien connaître les microorganismes contaminants, leur origine, leur comportement dans les différentes parties de l'œuf et dans les ovo produits, ainsi, la qualité des œufs n'est pas uniforme, et plusieurs facteurs peuvent l'influencer.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de nouveaux projets STARTUP. Ainsi, la première partie est une contribution à l'étude de la qualité nutritionnelle et hygiénique de l'œuf, et la deuxième partie vise à réaliser un essai de fabrication de la poudre d'œuf par la méthode de lyophilisation.

Ce projet a pour objectif d'une part, de prolonger la durée de conservation des œufs tout en préservant leurs qualités nutritionnelles, et d'autre part, de répondre aux besoins croissants du marché en offrant une solution pratique et polyvalente aux consommateurs.

Mots clés : *Œuf ; Lyophilisation ; Qualité nutritionnelle ; Qualité hygiénique.*

Cv= Le coefficient de variation

ANC= active noise control

CUD = Coefficients d'utilisation digestive des principaux constituants organiques et minéraux

Abstract

Eggs have always been known as a highly nutritious, easily digestible foodstuff, and are widely used in human dietetics. It is therefore appropriate to present what has been learned about eggs in terms of both production and consumption.

Indeed, thanks to its rich and varied composition, this product has taken off to such an extent that it has become imperative to supply good quality eggs free from any pathogenic bacteria that could lead to collective food poisoning. Health guarantees are therefore a major concern for the egg and egg product industry. A good knowledge of the contaminating microorganisms, their origin and their behavior in the different parts of the egg and in the egg products is essential, so egg quality is not uniform, and several factors can influence it.

The present work is part of a new STARTUP project. Thus, the first part is a contribution to the study of the nutritional and hygienic quality of eggs, and the second part aims to carry out a trial on the manufacture of egg powder using the freeze-drying method.

The aim of this project is, on the one hand, to extend the shelf life of eggs while preserving their nutritional qualities, and on the other, to meet the growing needs of the market by offering consumers a practical and versatile solution.

Key words: *Egg; Freeze-drying; Nutritional quality; Hygienic quality.*

Cv= The coefficient of variation

ANC= active noise control

CUD = Digestive utilization coefficients of the main organic and mineral constituents

ملخص

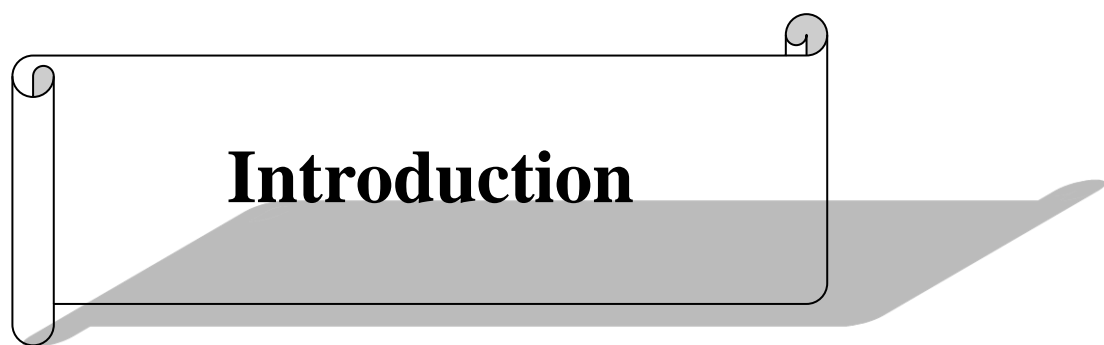
لطالما عُرفت البيضة بأنها غذاء ذو قيمة غذائية كبيرة، سهل الهضم، ويستخدم على نطاق واسع في النظم الغذائية للإنسان؛ لذلك من المناسب تقديم المعرفة المكتسبة عن البيضة سواء من حيث الإنتاج أو من حيث الاستهلاك. في الواقع، بفضل تركيبته الغنية والمتنوعة، حقق هذا المنتج طفرة كبيرة حيث أصبح من الضروري توفير بيض جيد الجودة خالٍ من أي بكتيريا مسببة للأمراض يمكن أن تؤدي إلى تسمم غذائي جماعي. لذلك فإن الضمان الصحي هو مصدر قلق كبير لقطاع منتجات البيض، معرفة الكائنات الدقيقة الملوثة جيداً، ومنشأها، وسلوكها في الأجزاء المختلفة من البيضة وفي منتجات البيضة، وبالتالي، فإن جودة البيض ليست موحدة، ويمكن أن تؤثر عدة عوامل عليها. هذا العمل هو جزء من مشاريع STARTUP الجديدة. وبالتالي، فإن الجزء الأول هو مساهمة في دراسة الجودة الغذائية والصحية للبيض، والجزء الثاني يهدف إلى إجراء اختبار لتصنيع مسحوق البيض بطريقة التجفيف بالتجميد. يهدف هذا المشروع، من ناحية، إلى إطالة العمر الافتراضي للبيض مع الحفاظ على صفاته الغذائية، ومن ناحية أخرى، لتلبية الاحتياجات المتزايدة للسوق من خلال تقديم حل عملي ومتعدد الاستخدامات للمستهلكين.

الكلمات الرئيسية: البيضة ; التجفيف ; الجودة الغذائية ; الجودة الصحية.

Cv = معامل الاختلاف

ANC = التحكم النشط في الضوضاء

CUD = معاملات استخدام الجهاز الهضمي للمكونات العضوية والمعدنية الرئيسية



Introduction

L'œuf est l'un des aliments les plus polyvalents et largement consommés à travers le monde. Il est apprécié non seulement pour sa polyvalence culinaire, mais aussi pour sa richesse nutritionnelle. En effet, l'œuf est considéré comme une source de protéines de haute qualité et contient une multitude de vitamines, de minéraux et d'autres nutriments essentiels (Sow, 2008).

Toutefois, au-delà de sa composition nutritionnelle, l'œuf possède également une dimension sensorielle captivante qui contribue à son attrait culinaire (Pilarczyk *et al.*, 2018).

Cette étude vise, dans sa première partie, à approfondir notre compréhension de l'œuf en explorant à la fois ses aspects organoleptiques et nutritionnels, ces caractéristiques physicochimiques et microbiologiques (Sow, 2008).

Au cours de cette étude, nous chercherons à répondre à plusieurs questions clés en fournissant des informations précieuses pour le développement de produits alimentaires innovants et pour promouvoir une alimentation saine et équilibrée :

Quelles sont les principales caractéristiques organoleptiques de l'œuf et comment varient-elles en fonction des différentes variables ? Quels sont les facteurs qui influencent la qualité de l'œuf ? Quelles sont les techniques qui peuvent prolonger la durée de conservation de l'œuf ?

La deuxième partie de notre étude s'inscrit dans le cadre de nouveaux projets STARTUP. Elle vise à réaliser un essai de fabrication de la poudre d'œuf par la méthode de lyophilisation. Ce projet a pour objectif d'une part, de prolonger la durée de conservation des œufs tout en préservant leurs qualités nutritionnelles, et d'autre part, de répondre aux besoins croissants du marché en offrant une solution pratique et polyvalente aux consommateurs (Sow, 2008).

Ce projet de fabrication de poudre d'œuf est, donc une initiative novatrice visant à transformer les œufs frais en une forme pratique et polyvalente. L'objectif sera de collecter des œufs frais provenant de fermes locales, les soumettre à un processus de pasteurisation minutieux pour garantir la sécurité alimentaire. Ce projet s'inscrit dans une démarche de durabilité en utilisant les surplus d'œufs pour éviter le gaspillage alimentaire; tout en offrant une solution pratique aux consommateurs soucieux de la praticité et de la qualité des aliments.



**Synthèse
bibliographique**

1. Généralités sur l'œuf

1.1. Définition

L'œuf est un corps organique plus au moins gros, dur et arrondi. Il est protégé par une mince coquille calcaire et dans laquelle peut éventuellement se développer et se nourrir un embryon jusqu'à l'éclosion (Mzoyer *et al.*, 2002).

1.2. Formation de l'œuf

Dès l'âge adulte, la poule pond pratiquement un œuf chaque jour. La poule libère un ovocyte (jaune d'œuf) dans l'oviducte, l'œuf va acquérir successivement ses autres compartiments, s'entourant d'abord d'un blanc d'œuf très gélifié et des membranes coquillères pendant près de 4 heures (**fig. 1**). Puis, il s'hydrate et prend sa forme ovoïde qui sera fixée par calcification de la coquille dans l'utérus (Inzerillo, 2013).

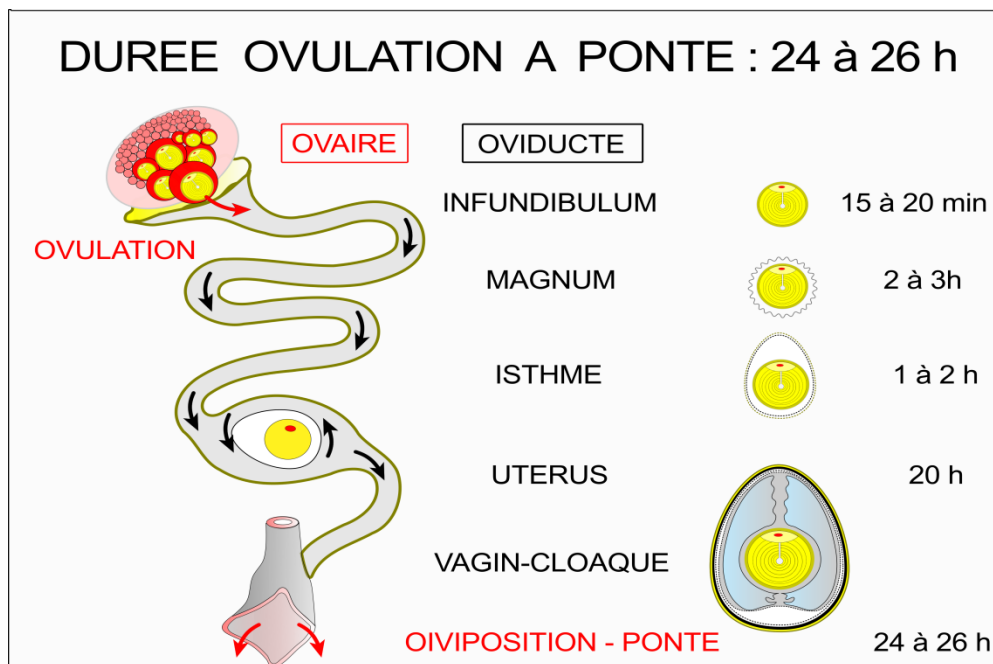


Figure 1. Schéma descriptif de différentes étapes de formation de l'œuf (Inzerillo, 2013)

1.3. Structure interne de l'œuf

L'œuf se caractérise par l'abondance des éléments de réserve ; les jaunes s'élaborent au niveau de l'ovaire et le blanc et la coquille se forment autour de l'œuf pendant le passage dans l'oviducte. L'accroissement de l'ovocyte est rapide, en effet une semaine avant l'ovulation chez la poule, son poids passe de 0.2 g à près de 16 g, le diamètre augmente chaque jour de 4 mm La croissance est continue ; pendant la nuit le vitellus contenant d'avantage de protéines et d'eau que de lipides forme des couches minces de vitellus clair ; dans la journée l'alimentation apportant des lipides et des pigments caroténoïdes ; il se dépose alors des couches épaisses de vitellus jaune (**Crimail, 1981**). Dans la partie centrale où se trouvait la vésicule germinative, le premier vitellus clair élaboré forme la latebra. La vésicule germinative entourée d'un peu de cytoplasme pur étant plus légère glisse vers la surface de l'œuf et l'ensemble constituera la cicatricule ou disque germinatif, la trace de ce déplacement est marquée par une traînée depuis la latebra jusqu'à un épaississement : le noyau de Pander (**Crimail, 1981**).

Les principales parties de l'œuf sont dans l'ordre de leur dépôt (**Figure2**).

(De l'intérieur vers l'extérieur) sont:

- * le vitellus (ou "jaune").
- *l'albumen (ou "blanc").
- *les membranes coquillières.
- * la coquille

Les parts pondérales relatives de ces constituants de l'œuf de poule sont : coquille 9,5 %, albumen 61,5 %, vitellus 29 % (**Sauveur, 1988**).

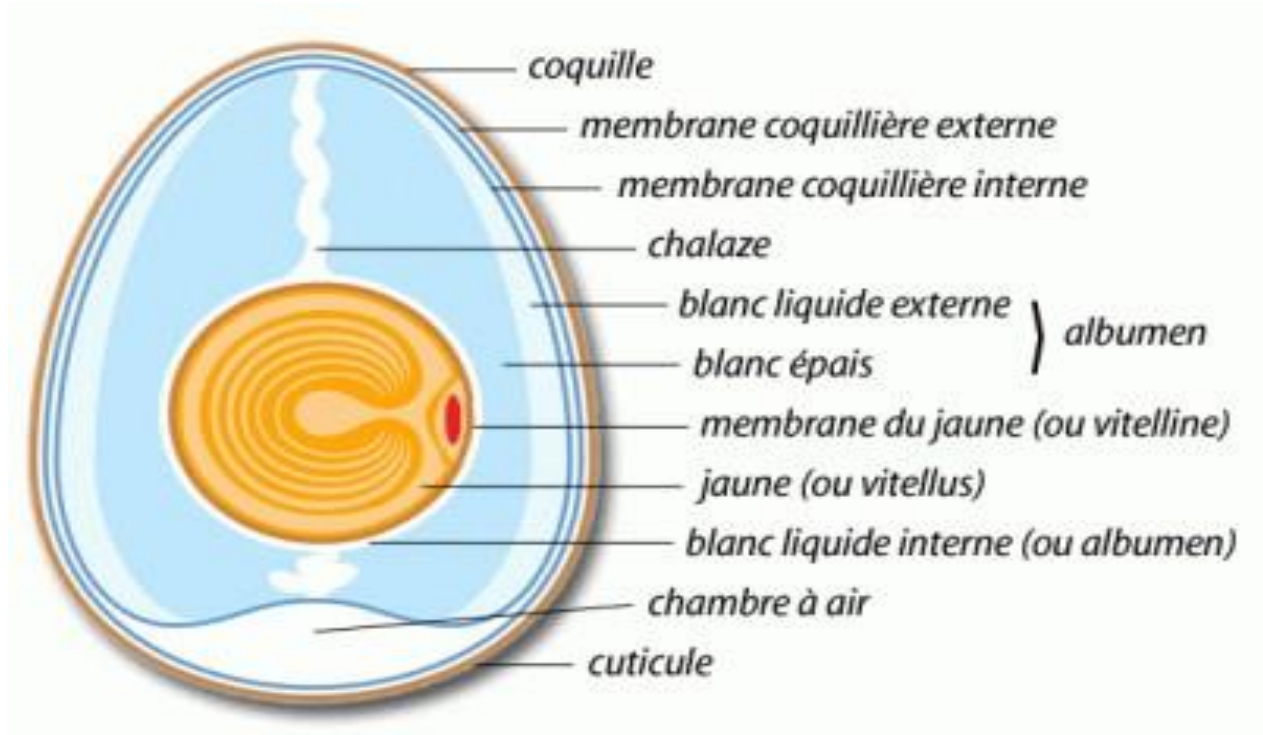


Figure 02. Schéma récapitulatif de la structure de l'œuf.

a. Le vitellus

Le vitellus ou "jaune "est constitué d'environ 50 % d'eau et 50 % de solide dont 99 % sont des protéines et des lipides. Les 3/5 de ces protéines sont des lipo- et phosphoprotéines. Le vitellus est également très riche en cholestérol. Son origine hépatique explique l'importance de l'alimentation tant pour la qualité et la quantité que pour la couleur du vitellus (**Rangel, et al., 2017**).

Le vitellus est limité par la membrane plasmique de l'ovocyte, lui-même contenu à l'intérieur d'une très fine membrane acellulaire transparente appelée membrane vitelline. Elle est très résistante et perméable à l'eau et aux sels. Elle est composée de 4 couches successives dont les deux plus internes sont d'origine ovarienne et les deux plus externes synthétisées par l'infundibulum. A la surface du vitellus est visible un petit disque blanc : le blastodisque; lieu de division des cellules embryonnaires. Lorsque l'œuf est fécondé le blastodisque porte le nom de blastoderme Le reste de la surface du jaune présente normalement une couleur jaune - orange sans tâche visible. Au centre se trouve la petite masse sphérique du vitellus blanc (centre de la latébra) réunie par une mince colonne (col de la latébra) à un disque conique

(disque de la latébra) situé sous le blastodisque. C'est la trace de la migration du noyau de l'ovocyte (**Rangel, et al., 2017**).

b. L'albumen

L'albumen ou le blanc d'œuf (59 % du volume total) est composé en quasi-totalité d'eau et de protéines, avec quelques minéraux, ce qui représente une grande originalité pour produit d'origine animale. Il renferme aussi du glucose libre qui constitue la première source d'énergie utilisable par l'embryon. Les protéines sont toutes des glycoprotéines riches en acide aminé soufrés (**Nathier-Dufour, 2005**).

Le blanc d'œuf contient du gaz carbonique qui joue un rôle fondamental en contrôle de pH. Comme le CO₂ diffuse rapidement à travers la coquille, aussitôt après la ponte, le gaz carbonique dissous s'échappe par les pores de la coquille, et au bout de quelques jours, le pH ce stabilise autour de 9 (**Nathier-Dufour, 2005**). En effet, l'albumen contient quatre zones (fig.2), qui sont présentés comme suit :

-L'albumen liquide externe

Il représente 23 % du volume total et se trouve au contact de la membrane coquillière interne, c'est la portion qui s'étale rapidement lorsque l'œuf est cassé.

-L'albumen épais ou dense

Il représente 57 % du volume total. Il est attaché aux deux extrémités de l'œuf et se présente sous la forme d'un gel. Cet albumen épais a tendance à perdre sa structure au cours du temps ; un œuf frais pondu (quelques jours) s'étalera moins lorsqu'il est cassé qu'un œuf pondu quelques semaines auparavant.

-L'albumen liquide interne

Il représente 17 % du volume total, il est enfermé entre le blanc épais et le vitellus (**Arzour, 2009**).

c. Les chalazes

Ils représentent 3% du volume total, ce sont des sortes de filaments spiralés rattachant le vitellus aux deux extrémités de l'œuf. Ils assurent la suspension du vitellus au centre de la

Coquille. Leur aspect torsadé provient de la progression en spirale de l'œuf dans le tractus génital et leur rupture conduit à des adhérences du vitellus à la membrane coquillière interne (Arzour, 2009).

d. Les membranes coquillères

D'une épaisseur totale de 70 μm (fig.2), sont fortement adhérente l'une à l'autre sauf au niveau de la chambre d'aire (Saveur & Reviers, 1988).

e. La coquille

La coquille a une épaisseur comprise entre 300 et 400 μm . Elle est composée d'une trame protéique sur laquelle se déposent des cristaux de carbonate de calcium (CaCO_3). Cette trame protéique est synthétisée par l'utérus et comprend deux zones (Rangel, et al., 2017). Elle renferme 1.6 % d'eau et 3.3 % de protéines qui constituent sa trame, la partie minérale qui représente 95.1% est essentiellement composée de carbonate de calcium (93.6 %) sous forme de calcite ainsi que du carbonate de magnésium et du phosphate tricalcique (0.8 % chacun).

Elle est constituée de 3 couches ; mamillaire, spongieuse et la cuticule (Nimalaratne, 2015).

f. Cuticule

La cuticule organique de l'œuf sécrété par l'utérus possède une épaisseur de moins de 10 μm qui limite les pertes de l'eau de l'œuf (fig.2). Le lavage entraîne une destruction de la cuticule, libère les pores de la coquille (6 à 8000 pertuis de 20 à 45 μm de diamètre) qui peuvent être traversés par les bactéries et les moisissures, surtout si la coquille est humide ou encore si l'œuf est soumis à des variations de température.

1.4. Composition de l'œuf

La composition moyenne de l'œuf est indiquée dans le **tableau 1**, rapportée à 100 g de produit frais consommable.

Tableau 01: Composition moyenne de l'œuf (par 100 g; œuf sans coquille) (Gittins & Overfield, 1988).

Nutriments	Blanc	Jaune	Œuf (1)	CV(2) (%)	ANC(3) 1	100 g œuf % ANC
Proportion par comestible (4)	60	30.7	90.7			
Eau (g)	88.6	49	74.4	1.2		
Calories (kcal)	47	364	154		2700	6
Calories (kcal)	10.6	16.1	12.3	4.7	42	29
Glucides (g)	0.8	0.5	0.7			
0.5C0.7endres (g)	0.5	1.6	0.9	4.6		
Lipides (g)	0.1	34.5	11.9	6.9		
Acides gras insaturés (g)		20.7	7.0		49.5	14
16:1-acide palmitoléique		1.1	0.4	30.8		
18:1-acide oléique		12	4.1	18		
18:2-acide linoléique (n-6)		3.6	1.25	40	10	12.5
18:3-acide linoléique (n-3)		0.12	0.04		2	2
20:4- acide arachidonique (n- 6, AA)		0.6	0.2		0.12	125
Cholestérol (g)	0	1.2	0.42	9.5		

(1) Œuf sans coquille, (2) Coefficient de variation,

(3) ANC, recommandations journalières pour l'homme adulte, mâle de 70 kg.

(4) Par rapport à l'œuf entier (avec coquille).

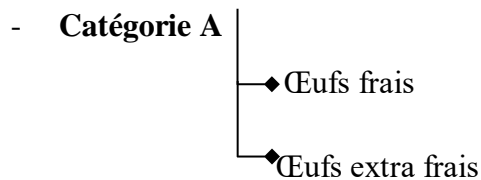
2. Inspection et contrôle des œufs

2.1. La qualité de l'œuf de consommation

L'œuf, comme tout autre aliment qu'il soit d'origine animale ou végétale, doit être exempt d'agents microbiens nuisibles ou de métabolites toxiques (antibiotiques) capables d'engendrer des maladies chez le consommateur. Il faut rappeler que les œufs sont de bonne qualité microbiologique tant que la coquille est préservée (**Gueye, 1999**).

Selon **Dupin et al (1992)**, les œufs sont classés en :

A. Œufs propres à la consommation en nature, en coquille : On a



Ces œufs n'ont subi aucun procédé de conservation. Ils ont une coquille intacte, pour l'œuf (non nettoyé).

La chambre à air doit avoir 6 mm pour l'œuf frais et 4 mm pour l'œuf extra frais.

L'œuf extra frais doit être mis en vente dans un délai maximum de sept (07) jours après la date de mise en emballage.

La température de stockage de ces œufs est inférieure à (8°C).

Le blanc doit être clair, limpide, gélatineux et sans corps étrangers. Le jaune présente une ombre au mirage qui est en position centrale sans corps étrangers « c'est le germe ».

Le germe est imperceptible et il n'a pas d'odeur.

- **Catégorie B**

Œufs ni réfrigérés ni conservés :

La coquille doit être intacte, la chambre à air inférieur à 9 mm, Le blanc doit être clair, limpide, sans corps étrangers.

Le jaune présente une ombre au mirage sans corps étrangers. (Le germe est imperceptible et il n'a pas d'odeur).

- **Œufs réfrigérés** : Présente les mêmes caractères mais ces œufs sont maintenus à une température inférieure à (8°C)
- **Œufs conservés** : Ce sont les œufs qui ont été conservés avec l'un des procédés de conservation avec ou sans réfrigération.

- - **Catégorie C**

Les œufs de la catégorie C ne doivent pas être vendus dans le commerce du détail.

Ce sont des œufs orientés vers l'industrie alimentaire. On trouve :

Les œufs en coquille mais altérés (non conformes). Ils sont automatiquement déclassés et lavés.

Les œufs incubés dont l'incubation n'a pas dépassé six (06) jours car impropres à la consommation et leur chambre à air n'a pas dépassé les neuf (09) mm de hauteur et qu'ils n'aient pas subi de traitement d'ATB et d'ATS. Ces œufs doivent être acheminés vers l'industrie alimentaire.

1.2.2. Méthodes d'estimation de la qualité des œufs de consommation

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 n'écarte pas du poids moyen du troupeau dans une proportion de 10 % (**Nimalaratne, 2015**).

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 ont subi au cours de stockage. Les altérations portent soit sur l'ensemble de l'œuf, soit sur la face interne de la membrane coquillière ou alors sur l'albumen (**Jirvu et al., 2005**).

Parmi ces méthodes on peut citer :

a. 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 casseries (**Protais, 1988**).

b. 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

c. Le poids à la 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 (**Nimalaratne, C. 2015**).

d. 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 (Nimalaratne, 2015).

e. La nutrition

Le poids de l'œuf est grandement influencé par la consommation de protéines brutes, d'acides aminés spécifiques tels que la méthionine et la cystine, d'énergie, et des acides gras essentiels tels que l'acide linoléique. On augmentera en conséquent la quantité de ces éléments nutritifs afin d'améliorer le poids des œufs pondus précocement (Nimalaratne, 2015).

f. Estimation de la qualité de la coquille

Quatre (4) 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 réfractomètre.
- La forme de la coquille est représentée par un indice de forme qui correspond au rapport (largeur/longueur) $\times 100$, il varie entre 65 pour un œuf allongé et 82 pour un œuf arrondi (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, mais dans les 02 cas on cherche à évaluer le taux de casse des œufs (Protais, 1988).

g. 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 (**Protais, 1988**).

h. 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**)

i. Conduite du vétérinaire

Le vétérinaire saisit et détruit les œufs ou les oriente vers l'industrie alimentaire (traitement thermique d'assainissement).

- Cas où les œufs sont saisis et détruits :

Les œufs sont saisis et détruits lorsqu'ils sont dangereux (cas des œufs putréfiés, œufs pourris noirs ; œufs pourris rouges ; œufs souillés par les insecticides, œufs présentant une coloration anormale surtout lorsque la poule ingère des produits toxiques, œufs ayant une odeur désagréable : œufs embryonnés (7 à 8 à 10 jours) ; œufs présentant des caillots de sang importants ; œufs présentant des germes pathogènes ; œufs cassés ; œufs moisis).

- Cas où les œufs sont orientés vers l'industrie alimentaire humaine :

Ces œufs subissent un traitement thermique d'assainissement et seront utilisés dans l'industrie alimentaire humaine (biscuiterie par exemple) sous couvert d'un laisser passer.

Ce sont les œufs rebuts (œufs tachés de rouge avec de petits vaisseaux sanguins, œufs tachés de noir, tachés de vert). Œufs âgés, œufs gelés, œufs faiblement parasités. Les œufs souillés par les poules surtout ceux des catégories A et B (**Habamenshi, 1994**).

3. Importance nutritionnelle et économique de l'œuf

Un œuf est riche en protéines (7 g.) et en lipides (7 g.) équivalent à 77 k. calories. Cet aliment constitue une source nutritionnelle importante et économique (**Bibbal, 2012**).

_. Source de protéines très équilibrée, contient tous les acides aminés essentiels (Valeur Biologique proche de 100)

_. Source de vitamine (A, B et D) surtout dans le jaune d'œuf.

Source de magnésium et de fer et de phosphore (phosphoprotéines)

_. Teneur en cholestérol considérée à tort comme gênante: la cholestérolémie n'est pas liée au cholestérol ingéré, mais à l'ingestion de graisses saturées, et à la synthèse hépatique (hypercholestérolémies familiales)

Dans le **tableau 2**, sont présentées les valeurs biologiques de quelques aliments en comparaison avec celui de l'œuf.

Tableau 2 : Comparaison de la valeur biologique de quelques aliments avec l'œuf (**Blum & Sauveur, 1996**).

Aliments	Acides aminés (AA) Limitant	Valeur biologique en (CUD)
Poisson	aa soufrés	23
Viande de bœuf	Méthionine	76
mRiz	Lysine	75
Blé	Lysine	67
Œuf entier	Néant	96
Lait de vache	aa soufrés	90

4. Contamination des œufs par les bactéries

La contamination bactérienne induit des pourritures dont l'aspect et l'odeur sont assez caractéristiques du germe en cause ; ainsi *Pseudomonas* et *Proteus* sont responsables d'une pourriture rouge avec production de gaz sulfurés. Ces pourritures se caractérisent par une liquéfaction du blanc, souvent un durcissement déformé du jaune. Il est à souligner que les œufs pourris sont répulsifs par leur aspect, odeur et couleur. Ils sont assez toxiques par les produits de décomposition, en particulier les amines de décarboxylation des acides aminés. Au bout de quelques jours de stockage, le jaune d'œuf a tendance à se déplacer vers la périphérie ; sa contamination est ainsi facilitée (Vierling, 2008).



Figure 3. La présence de bactéries *Pseudomonas* dans l'œuf (Vierling, 2008)

4.1. Contamination par les Salmonelles

L'œuf possède une protection naturelle, à la fois physique et chimique, contre la pénétration et la croissance bactériennes (Burley, 1990). C'est la seule source de protéines animales qui puisse se conserver plusieurs semaines à une température ambiante non excessive, sans altération notable de sa qualité organoleptique et hygiénique.

L'œuf est utilisé cru dans certaines préparations culinaires, ce qui supprime toute possibilité de stérilisation par la cuisson. La présence de salmonelles dans l'œuf avant la ponte est extrêmement rare et le niveau initial de contamination est alors très faible. Néanmoins, depuis une quinzaine d'années, l'œuf est devenu un des aliments le plus souvent incriminés dans les toxi-infections alimentaires liées à *Salmonella Enteritidis* en Europe (Cavitte, 2003) mais également aux Etats-Unis (Guard-Petter, 2001).

La multiplication des salmonelles dans l'œuf est minime à faible température mais rapide à température élevée si elles pénètrent dans le jaune qui est un milieu de culture idéal. En pratique, les œufs consommés doivent donc être irréprochables. Pour éviter tout risque, il est important de n'utiliser que des œufs extra-frais (< 8 jours) dans les préparations à base d'œufs à l'état cru et d'appliquer la cuisson la plus longue (œufs cuits durs) aux œufs les plus âgés. Il faut proscrire un stockage prolongé des œufs à température élevée (> 20°C) et éviter des variations importantes de températures qui peuvent être à l'origine de condensations sur l'œuf, favorables à la pénétration bactérienne (Guard-Petter, 2001).

4.2. Pouvoir pathogène

Chez l'homme, les salmonelles sont responsables d'après (Pilet *et al.*, 1983) de:

- La fièvre typhoïde due à *Salmonella typhi*, ou de fièvre paratyphoïdes généralement provoquées par *Salmonella para typhi* A, B, et rarement C.
- Les gastro-entérites à *Salmonella* dues à des sérotypes autres que ceux cités précédemment, dont il s'agit le plus souvent de *Salmonella typhimurium* et *S. enteritidis* qui occupent la première place dans l'étiologie des toxi-infections alimentaires collectives.

4.3. Recommandations pour la prévention de la salmonellose

Pour la prévention, voici les recommandations donnés par (Beaudoin *et al.*, 1997).

- . La consommation d'œufs crus ou insuffisamment cuits devrait être évitée, particulièrement pour les personnes immuno-compromises (allergiques).
- . Dans les centres hospitaliers, et les établissements de restauration, les œufs pasteurisés devraient remplacer les œufs en coquille dans les plats à base d'œufs crus ou insuffisamment cuits ;

- Les œufs devraient être cuits à 63° C. et plus, pendant plus de 15 secondes (jusqu'à ce que le blanc soit complètement cuit et que le jaune commence à épaissir) et devraient être mangés immédiatement après la cuisson ;
- Les mains, les ustensiles et les surfaces de travail devraient être lavés avec de l'eau et du savon après un contact avec des œufs crus ;
- Les œufs devraient être réfrigérés à 5° C. et moins, en tout temps.

CHAPITRE II :
LA LYOPHILISATION

1. La lyophilisation;

Généralités:

La lyophilisation, anciennement appelée cryodessiccation, consiste à retirer le solvant d'un échantillon pour en améliorer la stabilité et la durée de conservation. Cette méthode permet de mieux conserver différents types de matériaux, que ce soit des petites quantités de produits chimiques ou des substances de plus grande taille où il est important de garder intacte la structure tridimensionnelle du matériau (**Ritz *et al.*, 2002**).

Les applications principales de la lyophilisation sont:

- La chimie fine, les médicaments et les réactifs de laboratoire où elle prolonge la durée de conservation et aide à gérer les propriétés labiles ou réactives de la molécule,
- Les enzymes thérapeutiques et industrielles et les agents biologiques, par exemple les protéines et l'ADN, où elle aide à conserver l'activité biologique,
- Pour conserver les cellules au lieu d'utiliser de l'azote liquide ou des congélateurs,
- Les tissus comme le sang, les os et les tendons, dans les domaines de la recherche et de la médecine,
- Les aliments car elle permet de réduire les frais de transport en prolongeant leur durée de conservation et elle en améliore le goût et la valeur nutritionnelle,
- La conservation et la restauration d'objets rares, précieux ou ayant une valeur sentimentale, par exemple des livres mouillés, des bouquets de mariée ou des objets archéologiques.

Le tableau 3 présente quelques exemples d'aliments lyophilisés.

Tableau 3: Exemples de quelques produits alimentaires lyophilisés.

	Hauteur totale (liquide +mousse) (cm)	Hauteur de mousse (mm)	Pourcentage (%) de mousse
Blanc d'œuf 25 bars	3.96	2.69	6.79
Jus orange 10 bars	3.34	1.18	3.53
Jus d'orange 50 bars	4.63	17.3	37.36
Lait 10 bars	3.27	2.29	7.00
Lait 50 bars	3.07	6.39	20.81

2.1. Principe de la lyophilisation

La lyophilisation consiste en l'élimination progressive de l'eau du produit préalablement congelé (phase solide) par passage à la phase vapeur, sans passer par la phase liquide. Ce changement d'état s'appelle la sublimation.

La lyophilisation consiste aussi à ôter l'eau d'un produit liquide, pâteux ou solide, à l'aide de la surgélation puis une évaporation sous vide de la glace sans la faire fondre. Le principe de base est que lorsqu'on réchauffe de l'eau à l'état solide à très basse pression, l'eau se sublime, c'est-à-dire qu'elle passe directement de l'état solide à l'état gazeux.

La vapeur d'eau (ou de tout autre solvant) quitte le produit et on la capture par congélation à l'aide d'un condenseur, ou piège froid. Cette technique permet de conserver à la fois le volume, l'aspect et les propriétés du produit traité. Elle peut avoir lieu naturellement (séchage en montagne), ou plus rapidement, dans un lyophilisateur (**Ritz *et al.*, 2002**).

Le phénomène peut être schématisé de la façon suivante :

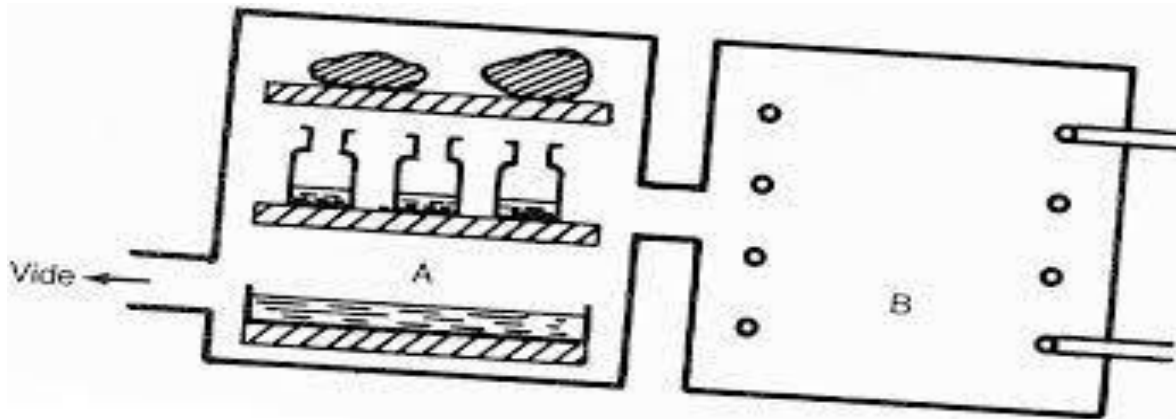


Figure. 4. Représentation schématique du procédé de lyophilisation (Searles *et al.*, 2001).

2.2. Procédé de la lyophilisation

La lyophilisation, aussi appelée séchage à froid, est un procédé qui consiste à retirer l'eau d'un produit afin de le rendre stable à la température ambiante et de faciliter sa conservation. On distingue trois phases majeures dans un cycle de lyophilisation (Searles *et al.*, 2001).

a. La congélation

La première étape du processus de lyophilisation est la congélation. La façon dont on congèle le produit est très importante car elle aura un impact sur le séchage. La solution se comportera différemment suivant sa composition et la concentration des solutés présents, et son comportement sera affecté par la façon dont la structure de glace se formera.

On doit donc choisir minutieusement les meilleurs paramètres de congélation possible pour protéger l'échantillon et produire un lyophilisat dont les caractéristiques seront adéquates. Dans les produits dont le soluté se cristallise facilement, la congélation produira un mélange complet de glace et de cristaux de solutés. C'est ce qu'on appelle une « congélation eutectique » (Pikal, 2002).

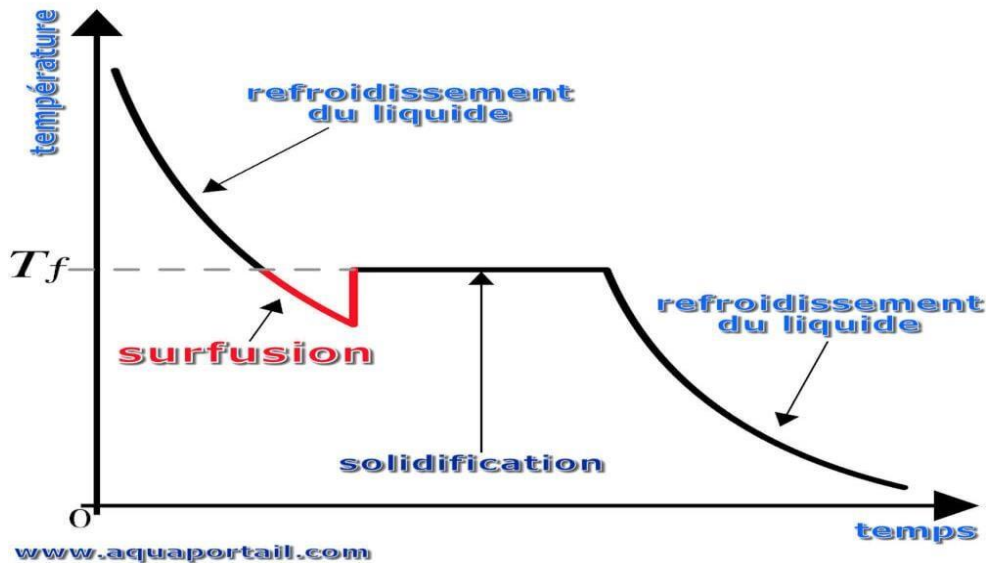


Figure 5. Mise en évidence du phénomène de surfusion (Pikal, 2002).

b. La dessiccation primaire

Après la congélation le matériau est séché par « sublimation ». La température du produit est maintenue en-dessous de sa température critique (température de transition vitreuse ou point d'eutexie) et le produit est mis sous vide jusqu'à ce que l'on obtienne un équilibre pression/température tel que la glace se sublime directement en vapeur sans fondre et donc sans passer par la phase liquide.

C'est la phase la plus critique car il ne faut pas que le produit fonde ou s'effondre (collapse). La sublimation entraîne un refroidissement par évaporation, qui baisse la température du produit. Pour maintenir une température constante, il faut donc réchauffer le produit pour compenser le refroidissement de la sublimation (Andrieu & Vessot, 2018).

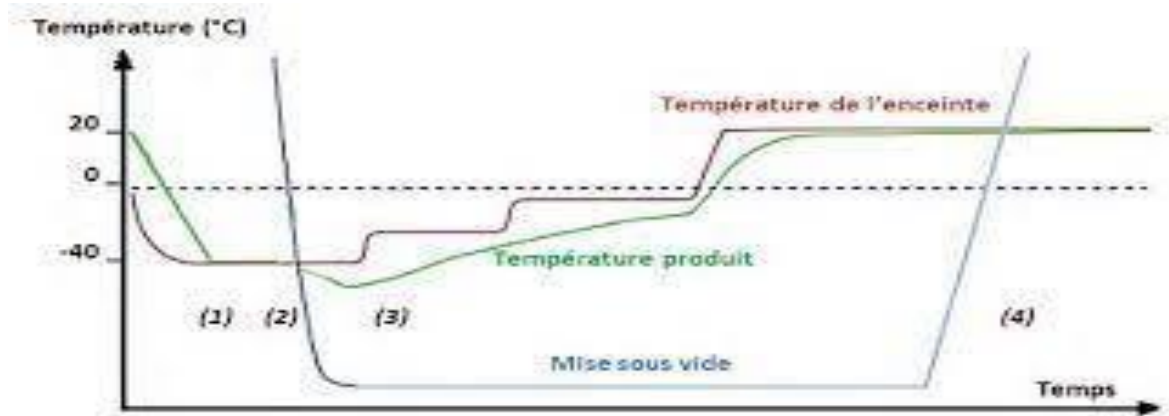


Figure 6. Schéma simplifié du cycle de lyophilisation (Andrieu & Vessot, 2018).

Si l'apport de chaleur est insuffisant, le produit se refroidit et le processus est ralenti. À l'inverse, si l'apport de chaleur est trop important, il risque de faire fondre ou même d'effondrer la structure de glace. Le transfert d'énergie au cours de la sublimation doit donc être minutieusement équilibré, pour que la masse du produit reste congelée mais pour qu'il y ait quand même suffisamment de chaleur pour le passage direct de l'état solide à l'état gazeux.

On peut lyophiliser sous pression ambiante au moyen d'un courant d'air sec, mais c'est une technique difficile à contrôler et qui prend beaucoup de temps (Andrieu & Vessot, 2018).

c. La dessiccation secondaire

Il n'est pas toujours évident de savoir exactement quand la dessiccation primaire finit et quand la dessiccation secondaire commence.

Pour simplifier, on peut dire que pendant la phase de dessiccation primaire la glace est présente dans le produit mais que pendant la dessiccation secondaire il ne reste plus de glace. La dessiccation secondaire consiste à enlever l'eau du produit par désorption, lorsque l'eau résiduelle est piégée dans le produit. Elle a lieu quand le produit ne risque plus de fondre et quand il est relativement stable (Searles *et al.*, 2001).

Le degré d'eau résiduelle au début de cette étape est d'environ 5 à 10 %. Suivant le pourcentage d'humidité résiduelle désiré, la dessiccation secondaire peut durer plus ou moins longtemps, mais c'est en général une étape lente qui prend beaucoup de temps.

2.3. Le fonctionnement d'un lyophilisateur

Le principe de fonctionnement d'un lyophilisateur peut être schématisé comme suit (figure 7) :

Soit deux enceintes A qui est la chambre de sublimation (vaporisateur) et B qui est le condensateur relié par un large tubulaire où passe la vapeur. L'enceinte A est refroidie à une température T_A de telle sorte que le produit à dessécher soit congelé. B est amené à une température T_B encore plus basse (Oetjen & Haseley, 2002).

$T_B < T_A \rightarrow$ la tension de vapeur B < la tension de vapeur de A $\rightarrow P_B < P_A$

Cette différence de tension de vapeur entre les deux enceintes est le moteur de lyophilisation. Elle provoque le déplacement de la vapeur de A vers B où elle se transforme en glace. Ceci jusqu'à ce que toute la glace de A se retrouve en B en ne laissant qu'un résidu sec en A. L'ensemble peut être mis sous vide ce qui facilite le déplacement de la vapeur.

En A, il y a sublimation de la glace : c'est l'enceinte de sublimation ou évaporateur. En B il y a le condenseur de la vapeur en glace qui joue le rôle de piège à vapeur

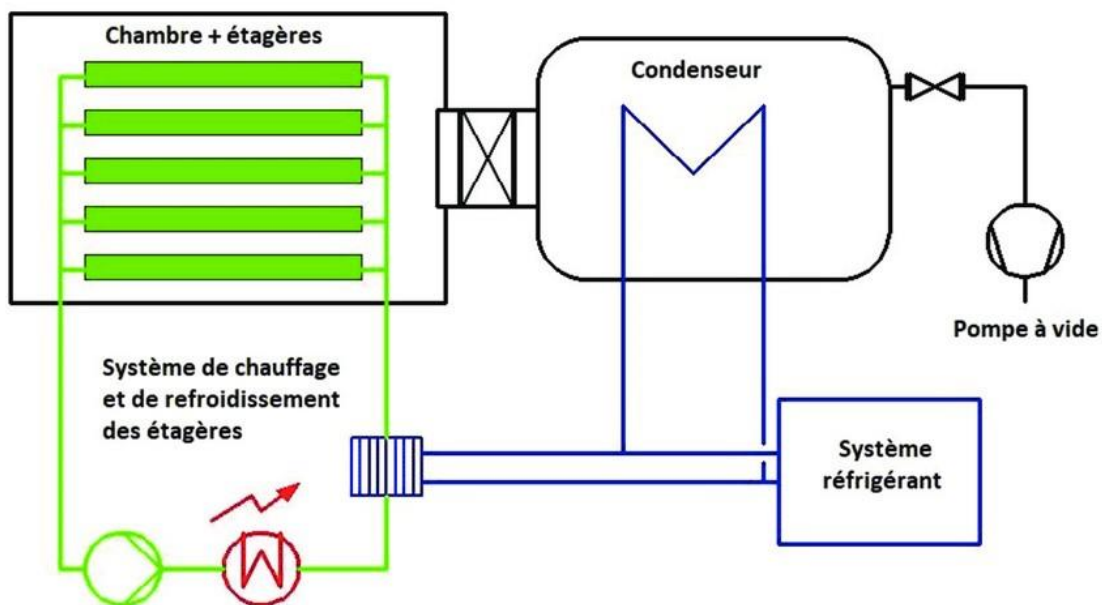


Figure 7. Principe de fonctionnement d'un lyophilisateur (Oetjen & Haseley, 2004).

2.4. Appareils de la lyophilisation

La lyophilisation est à la fois une technique de conservation alimentaire et une technique de laboratoire et de pharmacie. Il existe par conséquent deux sortes d'équipements :

Dans les industries chimiques et pharmaceutiques, les quantités à traiter sont minimes et les appareils sont donc de petite taille (une fraction de m³ de plateau). Les considérations du coût étant souvent secondaires. Tandis que dans l'industrie alimentaire, les quantités à traiter sont beaucoup plus importantes, et les appareils sont donc de grande taille, avec une qualité comparable mais des prix bien modiques (Crowe *et al.*, 1990).

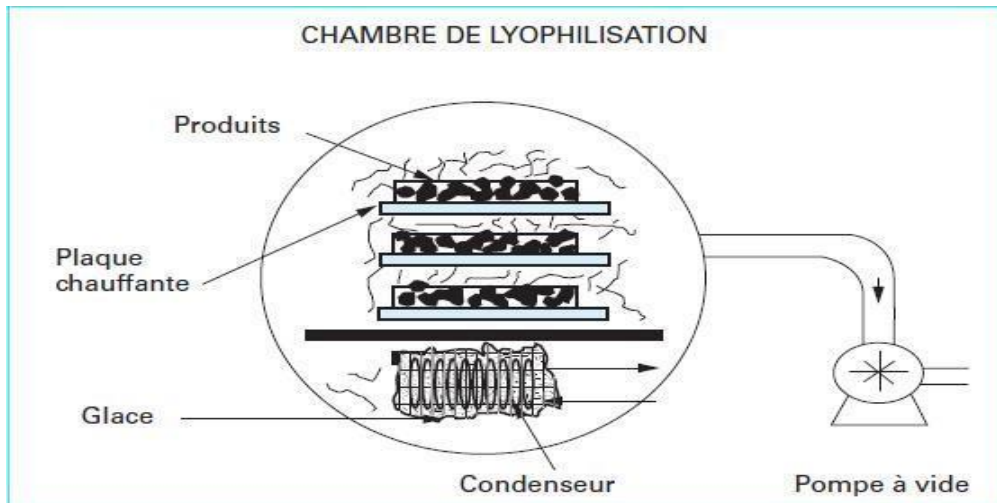


Figure 8. Représentation schématique d'un lyophilisateur (Crowe *et al.*, 1990).

2.5. Applications de la lyophilisation

Les applications de la lyophilisation sont très nombreuses, on peut citer d'après (Haseley, 2018) :

1. La conservation des substances médicamenteuses fragiles ; à savoir :

*Produits d'origine biologique : les protéines, sucres, protides et colloïdes ;

*Produits d'origine humaine : le plasma humaine, produits de fractionnement du sang ;

*Produits d'origine animale : les sérums, de nombreux antigènes, des enzymes...etc. ;

*Produits d'origine végétale : extrait de plantes médicinales, vitamines, sucres de fruits.

2. La conservation des greffons d'origine humaine ou animale tels que l'os, les fragments de peau, la cornée, les cartilages et les artères.

3. La conservation de la matière vivante : pour le moment la conservation d'organisme vivant à l'état lyophilisé est limitée aux microorganismes, bactérie et virus, certains vaccins, ainsi que les ferments lactiques délivrés en poudres ;

4. L'application à la technologie pharmaceutique pour :

*Assurer la conservation d'un produit qui serait instable en solution;

*Dessécher sans les faire fondre, les produits dont le point de fusion est très bas;

*Avoir un produit poreux facile à remettre en solution ou en suspension

5. La conservation des produits alimentaires tels que le café, les légumes et le potage

2.6. Les avantages de la lyophilisation

D'après (Ger & Santivarangkna, 2015), la lyophilisation est une méthode remarquable aux avantages multiples :

- Le lyophilisat peut se conserver à des températures plus élevées que le matériau d'origine, souvent même à température ambiante, sans se dégrader. Plus besoin d'installations cryogéniques ni de congélateurs. Le coût en énergie est considérablement réduit et on ne risque plus de perdre le produit à cause d'une panne d'électricité.
- L'environnement dans lequel on lyophilise est mieux contrôlé que celui des autres méthodes de séchage, il y a donc beaucoup moins de risque de contamination.
- On peut plus ou moins prolonger la période de séchage pour atteindre exactement le taux d'humidité résiduelle requis, qu'il s'agisse de 5 % ou de 0,1 %.
- Comme le séchage se fait à des températures peu élevées, on arrive à traiter et à conserver, sans perte d'activité, les protéines et autres substances fragiles qui peuvent se dénaturer à la chaleur.
- Les produits lyophilisés ont une très grande surface de contact, ce qui leur permet de se reconstituer très rapidement. C'est un avantage non négligeable quand il s'agit de vaccins et d'anticorps que l'on doit administrer en urgence et le plus vite possible. Dans la vie de tous les jours, il est aussi bien pratique de pouvoir reconstituer rapidement soupes, cafés instantanés et laits en poudre.
- Les flacons peuvent être scellés sous vide ou dans un gaz inerte, ce qui permet de conserver les produits sensibles à l'oxygène. On peut lyophiliser dans des flacons ou des ampoules, et obtenir des doses précises.
- Les produits sont plus légers après la lyophilisation ce qui réduit les frais de transport.



Conclusion

Conclusion

Conclusion

Il s'est avéré que la combinaison de la qualité nutritionnelle de l'œuf et de la technique de la lyophilisation offre des perspectives intéressantes pour l'industrie alimentaire et la santé humaine. L'œuf est une source naturelle de nutriments essentiels tels que les protéines, les vitamines et les minéraux, qui jouent un rôle crucial dans notre alimentation quotidienne.

La lyophilisation est une méthode de séchage qui permet de préserver les propriétés nutritionnelles des aliments en éliminant l'eau sans altérer leur composition chimique. Cette technique est particulièrement bénéfique pour les œufs, car elle permet de conserver leur teneur en nutriments tout en prolongeant leur durée de conservation.

Lorsque l'œuf est lyophilisé, il devient plus léger, compact et facile à transporter. Cela en fait une option intéressante pour les situations où l'accès à une alimentation fraîche et nutritive, comme les voyages spatiaux, les expéditions en milieu isolé ou les secours d'urgence.

De plus, la lyophilisation préserve la qualité et la saveur de l'œuf, ce qui permet de l'utiliser dans une variété de plats et de produits alimentaires. Les œufs lyophilisés peuvent être utilisés dans la préparation de repas prêts à consommer ou encore d'ingrédients pour des produits de boulangerie et de confiserie.

En conclusion, la lyophilisation offre une solution prometteuse pour préserver la qualité nutritionnelle des œufs tout en améliorant leur durée de conservation. Cette combinaison ouvre de nouvelles possibilités dans le domaine de l'alimentation et de la santé, offrant des options pratiques et nutritives pour les consommateurs, où qu'ils se trouvent.



Références bibliographiques

- **Andrieu, J., Vessot, S., 2018.** A review on experimental determination and optimization of cycles. *Dry. Technol.* 36, 129–145.
- **Arzour, LN. 2006.** Appréciation des risques bactériologiques dans les œufs et les ovo produits. Mémoire de magister, Université Mentouri-Constantine, en Algérie 197.
- **Barbosa, J., Borges, S., Amorim, M., Pereira, M.J., Oliveira, A., Pintado, M.E., Teixeira, P., (2015).** Comparison of spray drying, freeze drying and convective hot air drying for the production of a probiotic orange powder. *J. Funct. Foods* 17, 340–351. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.001>
- **Beaudoin, A., Collard, S., Rivet, R. et Vallée, C. 1997** - L'œuf pasteurisé est ce mieux ? Faculté de Médecine Vétérinaire de Sherbrooke, Site : [http:// www. rrss16 .gouv](http://www.rrss16.gouv).
- **Bibbal, D. 2012** - Œuf et Ovoproduits, Travaux dirigés hygiène et industrie des aliments. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse ENVT HIDAOA. <http://Corpet.net/Denis>, pp. 12-23. Blum J.C. et Sauveur B. 1996 - Caractéristiques et qualité de l'œuf de poule, p. 369.
- **Burley, R.W ., 1990.** The hen's egg as a model for food technology. *CSIRO Food Res. Quart.*, 50, 42-47
- **Burley, R.W., Evans, A.J., Pearson J.A., 1993.** Molecular aspects of the synthesis and deposition of hens' egg yolk with special reference to low density lipoprotein. *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 72, 850-855
- **Cavitte, J. Ch., 2003.** Present and future control of Food borne pathogens in poultry: revision of the European community legislation on zoonoses. Proceeding of the XVI European symposium on the quality of poultry meat and X European Symposium on the quality of eggs and egg products. vol I, Saint Briec, France, Salvat G., Nys Y.

Baeza E. (eds), WPSA, 1, 46-58.

- **Crimail P, 1981.** La grande Encyclopédie Larousse, Œuf, 14, 8732-8736.
- **Crowe, J.H., Carpenter, J.F., Crowe, L.M., Anchoroguy, T.J., (1990).** Are freezing and dehydration similar stress vectors? A comparison of modes of interaction of stabilizing solutes with biomolecules. *Cryobiology* 27, 219–231.
[https://doi.org/10.1016/0011-2240\(90\)90023-W](https://doi.org/10.1016/0011-2240(90)90023-W).
- **Ger, P., Santivarangkna, C., (2015).** *Advances in Probiotic Technology*. CRC Press.
- **Dupin, H., Cuq J.L., Malewiak M.L., Leynaud R.C. et Berthier A.M. 1992 -** *Nutrition et alimentation humaine*. Ed. ESF, France, 834 p.
- **Habamenshi P.E. 1994 -** Contribution à l'étude des circuits de commercialisation du poulet de chair au Sénégal, cas de la région de Dakar. Thèse médecine vétérinaire, Dakar, n°12.
- **Guard-Petter J., 2001.** The chicken, the egg and salmonella enteritidis. *Environmental Microbiology*, 3, 421-430
- **Gueye , L. 1999 -** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des œufs de consommation de la région de Dakar. Ecole Inter-états des sciences et médecine vétérinaires, 119 p.
- **Inzerillo, P. 2013 -** INRA Micom. L'œuf aux trésors, Dossier de presse. Ed. Science et impact, Paris, 16 p.

- **Joffin, C. et Joffin, J.N. 2010** - Microbiologie alimentaire, collection biologie technique. Ed. CRDP d'Aquitaine.
- **Mzoyer,, M., Aubineau M., Bermond, A., Bougler, J., Ney, B. et Estrade, R. 2002** - Larousse Agricole, le monde agricole au XXIe siècle
- **Nathier-Dufour N. 2005** - Les œufs et les ovoproduits. Ed. Educagri, Dijon, pp. 19-28.
- **Nimalaratne, C, Wu J (2015)**. Hen egg as an antioxidant food commodity: a review. *Nutrients*, 7(11), 8274-8293.
- **Oetjen G.W.** Freeze drying. Wiley- VCH, Weinheim, ISBN: 3-527-29571-2 (1999).
- **Oetjen, G.W., Haseley P.** Freeze drying. Wiley- VCH, ISBN: 3-527-30620-X (rel) (2004).
- **Peter, Haseley et Georg-Wilhelm Oetjen, *Freeze-Drying*, 2018**
- **Pikal, M.J. Freeze Drying. (2002)**In: Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, Marcel Dekker, New York, pp.1299-1326
- **Protais, J, 1988** La qualité de l'œuf de consommation L'aviculture Française, Editions Rosset, 761- 772
- **Rangel, AH. Silva PMS, Colombo GA, et al. (2017)**. Nutritional value of egg yolk lipid components and their role in human health. *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 868874.

- **Règlement (CE) n° 589/2008.** 2008. Les normes de commercialisation applicables aux œufs. Commission du 23 juin modifié portant modalités d'application du règlement (CE) n° 1234/2007 du Conseil.
- **Ritz, M et Federighi, B. Petit, (2002)** ° Nouveaux traitements physiques de conservation des aliments : Revue
- **Saveur, B. et Reviere, M. 1988** - Reproduction des volailles et production d'œufs, INRA, Station de recherche avicoles, centre de Tours-Nouzilly. Ed. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, pp. 347-431.
- **Searles, J.A., Carpenter J.F., Randolph T.W.** The Ice Nucleation Temperature Determines the Primary Drying Rate of Lyophilization for Samples Frozen on a Temperature-Controlled Shelf. *J. Pharm. Sci.*, Vol. 90, No. 7, pp. 860-871 (2001).
- **Sow, F., 2008** - La qualité Microbiologique et chimique des œufs de poule produits dans la localité de Malika, Dakar-Sénégal. Thèse Doctorat, Univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, 105 p.
- **Vierling, E. 2008** - Aliments et boissons ; filière et produits, science des aliments, (VI)
: Les Œufs et Les Ovoproduits, série dirigée par Guy Leyral. Ed. CRDP, Aquitaine, P : 120-121.
- **Pilarczyk, B., Pilarczyk, R., Kapelański, W., et al. (2018).** Nutritional Value of Eggs - Current Knowledge and Recent Advances. *Food/Nahrung*, 62(7-8), 1700364. doi: 10.1002/food.201700364



Annexe BMC



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
حاضنة الأعمال عين تموشنت



Lannexe

ملحق نموذج العمل التجاري

Fiche technique du projet

Votre prénom et nom	BENAZZOUZ ABDERRAHMAN ALA-EDDINE ABDELDJELIL
Initiation de votre vote projet	A&A Egg Powder
Votre numéro de téléphone	07-92-52-40-49
Votre adresse e-mail	benazzabderrahmane@gmail.com
Votre ville ou commune d'activité	Ain-Témouchent

Nature du projet

Le projet de fabrication de poudre d'œuf vise à offrir une alternative pratique et une longue conservation aux œufs frais tout en conservant leurs propriétés hygiéniques, sanitaires et nutritives

Ce projet consiste à transformer des œufs frais en une forme déshydratée ou une poudre.

Problématique

Lorsque les clients utilisent des œufs ils peuvent rencontrer différents problèmes ou considérations. Voici quelques-uns des problèmes courants auxquels les clients peuvent être confrontés lorsqu'ils utilisent des œufs frais :

Durée de conservation : Les œufs frais ont une durée de conservation limitée, cela peut poser un problème si les clients ont besoin d'utiliser des œufs sur une plus longue période, ou s'ils veulent stocker des œufs pour une utilisation future.

Stockage : Les œufs frais nécessitent un stockage adéquat au réfrigérateur, et ils peuvent occuper beaucoup d'espace. Certains clients peuvent avoir des problèmes de stockage limité dans leur réfrigérateur.

Manipulation et préparation: Casser des œufs frais peut être délicat, et certains clients peuvent avoir des problèmes avec la manipulation des œufs crus. De plus, la séparation des blancs d'œufs et des jaunes peut être fastidieuse dans certaines recettes

Risques alimentaires: Les œufs frais peuvent présenter un risque de contamination par des bactéries telles que la salmonelle, surtout s'ils sont mal manipulés ou mal cuits. Certains clients, ayant un système immunitaire affaibli, peuvent être plus vulnérables à ces risques

La réalisation d'une enquête auprès des consommateurs sur notre produit cible nous permet d'obtenir des informations sur les besoins, les préférences et les opinions des consommateurs.

On a créé un questionnaire structuré qui comprend des questions ouvertes (pour obtenir des réponses détaillées), et des questions fermées (pour des réponses plus spécifiques).

On a analysé les réponses recueillies utilisant des méthodes statistiques. On a identifié les tendances, les préférences et les points faibles relevés par les participants.

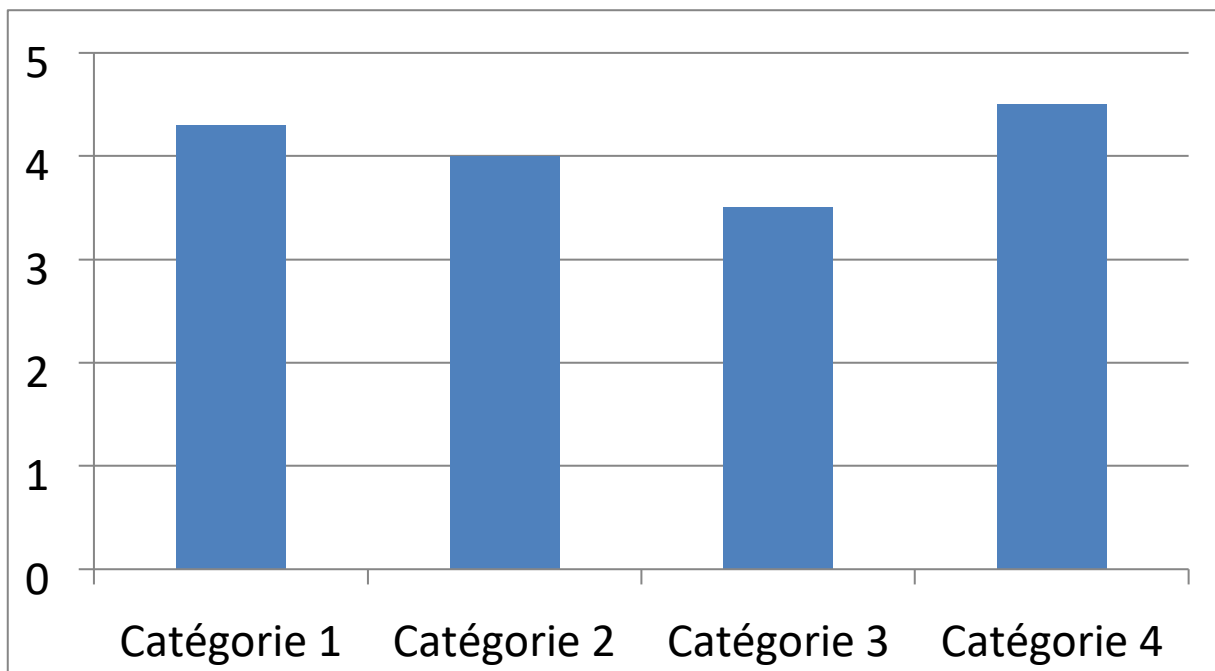


Figure 1. Eléments de la problématique

Catégorie 1: Problème de conservation

Catégorie 2: Problème de stockage

Catégorie 3: Problème de manipulation

Catégorie 4: Problème d'altération

1- Valeur proposée



1/1- La valeur que nous offrons au client

La poudre d'œuf offre plusieurs avantages et une valeur ajoutée aux clients

Commodité: La poudre d'œuf est pratique et facile à stocker, car elle a une durée de conservation plus longue que les œufs frais. Les clients peuvent la garder et l'utiliser lorsque nécessaire, sans avoir à se soucier de la date d'expiration.

Polyvalence: La poudre d'œuf peut être utilisée de nombreuses manières différentes en cuisine. Elle peut être utilisée pour préparer des gâteaux, des crêpes, des biscuits et d'autres plats. Elle peut également être utilisée comme ingrédient pour lier les mélanges de pain ou de pâtisserie.

Conservation: La poudre d'œuf permet de conserver les œufs sur une plus longue période sans qu'ils ne se gâtent. Cela peut être particulièrement utile dans les endroits où les œufs frais ne sont pas facilement disponibles ou pour les personnes qui ont une consommation d'œufs moins fréquente.

Sécurité alimentaire: La poudre d'œuf est pasteurisée, ce qui réduit le risque de contamination par des bactéries telles que la salmonelle. Cela peut être une préoccupation pour certaines personnes, en particulier les jeunes enfants, les personnes âgées ou les personnes dont le système immunitaire est affaibli.

Economie: La poudre d'œuf peut être moins chère que les œufs frais, ce qui peut représenter une économie pour les clients. Elle permet également de réduire le gaspillage alimentaire, car elle peut être utilisée en petites quantités, évitant ainsi le gaspillage d'œufs entiers.

2/1-Les autres projets ciblent le même problème qui a été mis en place

En Algérie, il y a un nombre limité d'entreprises spécialisées dans la production de produits dérivés de l'œuf, notamment de la poudre d'œuf.

L'importation de poudre d'œuf est autorisée en Algérie, ce qui signifie que les entreprises algériennes peuvent avoir à faire face à la concurrence des entreprises étrangères.



2- Segment clientèle

Le segment de clientèle pour la fabrication de poudre d'œuf peut varier en fonction de l'utilisation spécifique de la poudre d'œuf et des besoins du marché

Industrie alimentaire:

Les fabricants d'aliments transformés et préparés peuvent être des clients importants de la poudre d'œuf. Ils peuvent utiliser la poudre d'œuf comme ingrédient pour la production d'aliments tels que les pâtes, les sauces, les pâtisseries, les produits de boulangerie, les produits de confiserie, les produits de restauration rapide, etc.

Pâtisseries et boulangeries:

Les entreprises de pâtisserie et de boulangerie qui produisent une grande quantité de produits nécessitant des œufs peuvent être des clients réguliers de la poudre d'œuf. La poudre d'œuf leur offre la commodité d'un ingrédient facile à stocker et à utiliser dans leurs recettes.

Restauration commerciale:

Les restaurants, les hôtels, les cafétérias et autres établissements de restauration peuvent également être des clients potentiels de la poudre d'œuf. Ils peuvent l'utiliser pour préparer divers plats, y compris les omelettes, les crêpes, les quiches, les sauces et les desserts

Industrie des aliments pour animaux:

Les fabricants d'aliments pour animaux peuvent utiliser la poudre d'œuf dans la production de nourriture pour animaux domestiques, tels que les aliments pour chiens, les aliments pour oiseaux ou les aliments pour reptiles. La poudre d'œuf peut apporter des avantages

nutritionnels aux produits alimentaires pour animaux.

Particuliers:

Les consommateurs individuels peuvent également être des clients de la poudre d'œuf, surtout s'ils ont besoin d'une alternative pratique aux œufs frais ou s'ils souhaitent prolonger la durée de conservation des œufs. Les particuliers peuvent l'utiliser pour la cuisson à domicile, en particulier lorsque les œufs frais ne sont pas facilement disponibles ou dans le cadre de régimes spécifiques.

3- Relation client



Pour attirer l'attention des clients sur les produits de poudre d'œuf et les inciter à les acheter :

Stratégies de marketing et de communication :

Utilise des stratégies de marketing ciblées pour promouvoir les avantages et les utilisations de la poudre d'œuf. Cela peut inclure la création de publicités attrayantes, la diffusion d'informations sur les médias sociaux, la participation à des salons professionnels ou l'envoi d'échantillons gratuits aux clients potentiels.

Démonstrations et dégustations:

Organise des démonstrations ou des dégustations de plats préparés avec de la poudre d'œuf dans les magasins d'alimentation ou lors d'événements culinaires. Cela permet aux clients de découvrir le goût et la polyvalence de la poudre d'œuf, ce qui peut les inciter à l'acheter.

Témoignages et recommandations:

Mette en avant les témoignages positifs de clients satisfaits qui ont utilisé la poudre d'œuf. Les recommandations de clients influents peuvent être particulièrement persuasives et encourager d'autres clients à essayer le produit.

Packaging attrayant et informations claires:

Assure que l'emballage de la poudre d'œuf est attrayant et met en évidence les avantages et les utilisations du produit. Fournissez également des informations claires sur les instructions d'utilisation, les valeurs nutritionnelles et les certifications de qualité.

En ce qui concerne le service après-vente de la poudre d'œuf, voici quelques méthodes courantes utilisées.

Support client:

Assure d'avoir un service client réactif et accessible pour répondre aux questions des clients, fournir des conseils sur l'utilisation du produit et résoudre les problèmes éventuels.

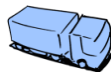
Programme de fidélité:

Mettez en place un programme de fidélité pour récompenser les clients réguliers. Cela peut inclure des réductions, des offres spéciales ou des avantages exclusifs pour les clients fidèles.

Suivi de la satisfaction client:

Envoyez des enquêtes ou des questionnaires aux clients pour recueillir leurs commentaires sur le produit et le service. Utilisez ces informations pour améliorer continuellement la qualité de la poudre d'œuf et le service après-vente.

4- Canaux



La poudre d'œuf peut être distribuée à travers différents canaux en fonction du marché cible et des préférences des clients.

Vente en gros:

L'industrie de la poudre d'œuf peut vendre directement en gros aux distributeurs, aux détaillants et aux entreprises alimentaires qui utilisent la poudre d'œuf comme ingrédient dans leurs produits finis. Ces acheteurs en gros peuvent ensuite distribuer la poudre d'œuf à d'autres acteurs de l'industrie alimentaire.

Commerce électronique:

Les sites de commerce électronique offrent une plateforme pratique pour vendre la poudre d'œuf directement aux consommateurs.

Ventes-en vrac:

Certains clients, tels que les restaurants, les hôtels ou les institutions, peuvent préférer acheter la poudre d'œuf en vrac plutôt que dans des emballages de taille individuelle. Dans ce cas, nous pouvons proposer des options d'achat en gros, soit directement aux clients, soit par l'intermédiaire de distributeurs.

5- Partenaire Clé



Dans la fabrication de la poudre d'œuf, il existe plusieurs partenaires clés qui jouent un rôle important dans la chaîne d'approvisionnement et la production.

Fournisseurs d'œufs:

Ces fournisseurs peuvent être des exploitations agricoles, des élevages de volaille ou des coopératives d'œufs.

Distributeurs et grossistes:

Les distributeurs et grossistes jouent un rôle important dans la distribution de la poudre d'œuf aux clients. Ils assurent la disponibilité et la livraison des produits sur le marché.

Partenaires logistiques:

Les partenaires logistiques, tels que les transporteurs et les sociétés de logistique, sont essentiels pour le transport et la livraison efficace de la poudre d'œuf du fabricant aux clients finaux. Ils garantissent que les produits sont acheminés de manière sûre et dans les délais impartis.

6- Activités Clé



6/1 Les principales étapes

Dans la fabrication de la poudre d'œuf, certaines activités clés sont essentielles pour assurer un processus de production efficace et de haute qualité.

Collecte et réception des œufs :

Cette activité implique la collecte des œufs frais auprès des fournisseurs et leur réception dans l'usine de transformation. Les œufs doivent être manipulés avec soin pour préserver leur qualité et leur intégrité.

Préparation des œufs:

Les œufs sont ensuite préparés en vue de leur transformation en poudre d'œuf. Cela peut inclure le nettoyage, le triage, la casse des œufs et la séparation des blancs d'œufs des jaunes.

Processus de pasteurisation:

La pasteurisation est une étape importante pour éliminer les bactéries et réduire les risques de contamination. Les œufs sont chauffés à une température spécifique pour garantir leur sécurité alimentaire.

Séchage des œufs:

Les œufs liquides pasteurisés sont ensuite séchés pour les transformer en poudre. Le séchage peut être réalisé par des méthodes telles que le séchage par atomisation ou le séchage au lit fluidisé. Cette étape permet de retirer l'humidité des œufs et de les transformer en poudre.

Broyage et tamisage:

Une fois séchés, les œufs en poudre sont broyés et tamisés pour obtenir une texture fine et homogène. Cela facilite leur dissolution et leur utilisation dans diverses applications culinaires.

Conditionnement et stockage :

La poudre d'œuf est ensuite conditionnée dans des emballages appropriés, tels que des sacs ou des boîtes, et étiquetée avec les informations nécessaires. Les produits finis sont ensuite stockés dans des conditions appropriées pour préserver leur qualité jusqu'à leur distribution.



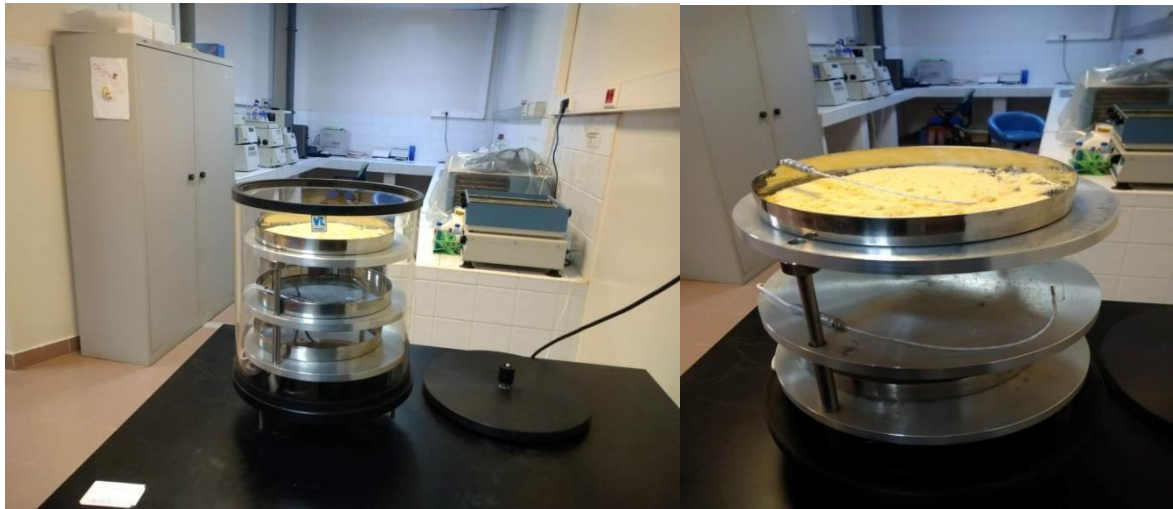


Figure 02. Photos de l'équipement de lyophilisation des œufs (notre prototype)

6/2-Activités secondaires

Contrôle qualité :

Tout au long du processus de fabrication, des contrôles qualité sont effectués pour s'assurer que les normes de sécurité alimentaire et de qualité sont respectées. Cela peut inclure des tests microbiologiques, des analyses chimiques et des évaluations sensorielles.

Gestion de la chaîne d'approvisionnement:

La gestion efficace de la chaîne d'approvisionnement est également une activité clé dans la fabrication de la poudre d'œuf. Cela comprend la coordination des fournisseurs, la gestion des stocks, la planification de la production et la distribution des produits finis.

7- Les ressources Clé



7/1- Ressource matérielle

Besoins en Equipment

Besoins en Equipements	
Désignation	Quantité
Chambres froides positives	1
Chariot élévateur et transpalettes	1
Chaudière	1
Compresseur	1
Balances de pesage	1

7/2- Ressource Humaine

Besoins en Equipements

Polarisation	Nombre
Casseuses d'œuf	1
Centrifugeuse	1
Unité de filtration / tamisage	1
Unité de pasteurisation	1
Unité de séparation de phases avec scanner performant	1
Transformateur	1
Bacs de réception	2
Convoyeurs	1

Besoins en personnel

Taches / Equipements	Nombre
Ingénieur qualité	1
financier	1
Agent de contrôle	1
Gardien / Aide à la production	2
techniciens	1
ouvriers	4
Total Besoin en Personnel	10

7/3- Ressource Financières

Ressource financière	Besoin
Terrain / Génie civile	800 m2
Equipement informatique	Logiciel / Ordinateur
Electricité / Eaux	

8- Cout de structure

Schéma d'Investissements et de financement			
Investissements	Montants	Financement	Montant
Terrain	4000000		2500000
Génie Civil			1500000
Aménagement	2000000		
Equipment industriels	20000000		
Bureautique /Equipements informatiques	600000		
Installation et entretien	1000000		
Total :	000		000

Catégorie	Tâche	N	Salaire mensuel	Salaire annuel
Ingénieur qualité	Analyse et assure la conformité	1	40 000	480 000
financier	Gérer la trésorerie	1	30 000	360 000
Agent de contrôle	Assure le bon fonctionnement	1	30 000	360 000

-Charge d'exploitation

Gardien / Aide à la production	Gardiennage de l'installation	1	20 000	240 000
technicien	L'entretien des machines	1	35 000	420 000
ouvriers	Agent polyvalents	4	27 000	1 286 000
Total		10	263 000	3 145 000

9- Source de revenu

Déclaration	La valeur
Le nombre d'unité produite	400
Prix de ventes	2500
Nombre d'unité produite× Prix de ventes (Annuel)	5100 000

9/2- Source de revenu :

La fabrication de la poudre d'œuf peut générer des revenus à partir de différentes sources.

-Ventes de poudre d'œuf :

La vente directe de la poudre d'œuf.

-Produits dérivés :

Développer et vendre des produits dérivés, tels que des mélanges à gâteaux, des préparations pour pâtisseries ou des suppléments protéinés à base de poudre d'œuf. Ces produits offrent des options supplémentaires aux clients et peuvent générer des revenus supplémentaires.