

Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

*Etude comparative de la qualité de la
mayonnaise à base de jaune d'œuf industriel et
de jaune d'œuf de ferme sur le plan physico-
chimique, microbiologique et sensoriel.*

Présenté par:

Aimene Farah & Ait Abbas Yasmine

Soutenu le : **27 Septembre 2021**

Devant le jury composé de :

M ^r Kati Djamel-Edine	Professeur	Président
Mme Hamitri Guerfi Fatiha	MCA	Encadreur
M ^r Bettache Azzedine	Professeur	Examineur
M ^r Hadjal Samir	Invité	
Mme Ouatah Siham	Invitée	
M ^r Alloui Adel	Invité	

Année universitaire : 2020/ 2021

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier «DIEU» tout puissant qui nous a donné la force à achever ce modeste travail.

Nous remercions Mme Guerfi -Hamitri Fatiha d'avoir accepté de nous encadrer d'avoir apporté son aide et ses conseils précieux, ses compétences, ses qualités scientifiques et ses encouragements tout au long de ce travail.

Nous sommes reconnaissants envers les membres du Jury qui ont accepté d'évaluer ce travail, Mr Kati-Djamel-Eddine et Mr Bettache Azzedine qui nous ont fait honneur d'accepter d'être rapporteurs de ce mémoire de fin de cycle.

Les mots ne seront jamais assez forts pour exprimer toute notre gratitude à Monsieur Hadjal S directeur du laboratoire Recherches et développement – Cevital- qui a su nous accompagner, nous encourager, nous guider tout au long de ce travail et pour son encadrement dans le sens strict de terme. Ses compétences, Son aide précieuse, Sa patience, ses qualités humaines et sa gentillesse nous ont permis de mener à bien ce projet, qui s'est révélé être une véritable collaboration.

Nous tenons également à remercier Mme Ouattah S, responsable qualité –Cevital unité Tchina - pour nous avoir accueillie au sein de leurs structures. Pour sa gentillesse, sa bonté, sa disponibilité et son soutien.

Nos remerciements vont aussi à Mr Alloui A, pour ses conseils, son soutien, ses compétences, sa disponibilité et le temps passé à l'analyse microbiologique.

Nous remercions également Mme Sebihi – Khelifi Ounissa pour sa collaboration qui nous a permis de mener à bien notre partie expérimentale

Nous remercions également l'équipe de la R&D et Cevital El-kseur pour leurs aides précieuses.

Dédicaces

Avec un grand honneur je dédie cet humble mémoire

A toi ma chère maman Houria,

Toi qui as illuminé ma vie, tu as toujours été là pour me soutenir, m'orienter, m'encourager et m'épauler. Tu représentes pour moi le symbole de la réussite par excellence, la source de tendresse, de courage et l'exemple du dévouement.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices, tu m'as assumé depuis ma naissance, mon enfance et même à l'âge adulte. Je suis très fière d'être ta fille et de pouvoir enfin réaliser ce que tu as tant espéré de moi.

A ma seule et unique sœur adorée « Camélia » qui a toujours été là pour me soutenir, m'orienter et me conseiller .

A ma petite sœur de cœur chérie « Lyna » et à sa maman que j'adore.

A ma famille maternelle « KHERIBECHE », en particulier à ma tante Wawy et à mon cousin Yacine.

A ma famille Paternelle « AIMENE »

A ma belle-famille

A ma tata Djazia adorée

A mes loulous d'amour « Sido, Leatitia, Randa et Loula » à qui je souhaite beaucoup de succès et de réussite.

A mes chères amies ASMA B et Yousra .

A ma binôme et sœur de cœur « Yasmine » avec qui j'ai partagé mon cursus universitaire , pour son sérieux , son humour , sa patience , sa générosité et pour tout l'amour qu'elle me transmet .

A la mémoire de ma cousine « Malia » , Mes grands-parents « Salah , Krenflah et Yahia » , Ma tante chérie « Fadila » n Mon oncle « Djelloul » et Mon chouchou « Rayane »

Farah

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quel que soit le terme embrassé, je n'arriverai jamais à leurs exprimer mon amour sincère.

- ❖ *Aun trésor qui doit m'avie, maréussite, et mon respect; un papa unique qui a sacrifié toutes ses forces pour assurer mon confort et ma victoire. Que dieu te procure bonne santé et longue vie mon amour Rabah.*

- ❖ *A la mémoire de ma très chère maman Louisa qui nous a quitté malheureusement tôt, une brave femme qui s'est donnée à fond pour ses enfants jusqu'à son dernier souffle.*

- ❖ *A mes chers frères Hocine, Yacine et à mes chères sœurs Zouina, Kouka, Nassima et Meriem, A ma belle-sœur Kamelia et à ma belle-mère Fatima, qui n'ont pas cessé de me conseiller, m'encourager et de me soutenir toute au long de mes études. Que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

- ❖ *A mon cher fiancé qui a toujours été à mes côtés, un homme parfait qui n'a pas cessé de m'orienter et de m'encourager. Qu'Allah te protège de tout mal.*

- ❖ *A mes adorables neveux Chahinez, Rayane, Malak, Lilia, Ghilas, Islam et Syphax qui savent toujours comment procurer la joie et le sourire pour toute la famille.*

- ❖ *A mes chers beaux-frères que j'apprécie beaucoup.*

- ❖ *A ma belle-famille que j'apprécie énormément. Qu'Allah vous préserve pour nous.*

- ❖ *A mes chers cousins et cousines, mes oncles et tantes.*

- ❖ *A ma très chère amie Chadia que j'aime beaucoup.*

- ❖ *Sans oublier mon cher binôme « Farah » pour son soutien moral, sa patience, ses encouragements et surtout pour les bons moments qu'on a passés ensemble durant notre parcours universitaire. Qu'Allah t'accorde bonheur et santé. Tu resteras toujours une sœur très chère à mes yeux.*

Yasmine

Liste des abréviations

ABS : Absence

AGS : Acide gras saturé

ARS : rien à signaler

aw : Activité de l'eau

DLC : Date limite de consommation.

FTAM : Flore Aérobie Mésophile Totale

H/E : Huile dans l'eau

IAA : Industrie agro-alimentaire

IND : indénombrable

ISO : Organisation internationale de normalisation

JFF : Jaune d'œuf de ferme

JI : Jaune d'œuf industriel

MJF : Mayonnaise jaune d'œuf de ferme

MJI : Mayonnaise jaune d'œuf industriel

MS : Matière sèche

TAG : Triglycéride

pH : Potentiel d'hydrogène

Ufc : Unité formant colonie

Liste des figures

Figure 1: Structure et composition de l'œuf(Sauveur,1988).....	6
Figure 2: Représentation des structures interne du jaune d'œuf (Antonetal.,2013).....	9
Figure 3: Représentation des structures de HDL, LDL et phospholipides	10
Figure 4: Mécanisme d'émulsification(Amrouche,2019)	13
Figure 5: Les types d'émulsions(Amrouche,2019).....	14
Figure 6: Photographie du parcours en élevage plein air	21
Figure 7: Photographie de la description de la méthode de mesure de la hauteur et de la largeur du vitellus.	22
Figure 8: Photographie de la séparation et de la pesée du jaune d'œuf	22
Figure 9: Photographie de la pesée des coquilles séchées	23
Figure 10: Evolution du pH du JFF au cours de l'entreposage.	37
Figure 11: La variation d' a_w du JFF au cours de l'entreposage.....	37
Figure 12: Image microscopique du diamètre des gouttelettes de la mayonnaise à base de jaune d'œuf de ferme.	41
Figure 13: Image microscopique du diamètre des gouttelettes de la mayonnaise à base de jaune d'œuf industriel.....	41
Figure 14: Pouvoir discriminant par descripteur	43
Figure 15: Coefficient de modèle de l'échantillon 958.....	44
Figure 16: Coefficient de modèle de l'échantillon 123.....	44
Figure 17: Corrélation entre les variables et les facteurs.	45
Figure 18: Carte PREFMAF pour les mayonnaises	46
Figure 19: Photographie de présentation des échantillons	52
Figure 20: Résultats des analyses microbiologiques du JFF.....	53
Figure 21: Résultats des analyses microbiologiques des mayonnaises.	54

Liste des tableaux

Tableau I: Composition du jaune d'œuf de poule (Nau et al., 2010)	11
Tableau II: Valeurs obtenus de la caractérisation des œufs de ferme et des œufs commerciaux.	31
Tableau III: Résultats des paramètres physico-chimiques des jaunes d'œufs.....	34
Tableau IV: Résultats de l'analyse microbiologique du jaune d'œuf frais au cours du stockage.....	38
Tableau V: Résultats des analyses microbiologiques des mayonnaises produites	42
Tableau VI: Résultats des analyses microbiologiques du suivi de la stabilité de la mayonnaise à base de jaune d'œuf de ferme frais.	47

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale.....	1
Chapitre I.....	3
I.1 Introduction	3
I.2 Races de poules.....	3
I.3 Mode d'élevage des poules	3
I.4 Alimentation.....	4
Chapitre II : Œuf & jaune d'œuf.....	6
II.1 Introduction	6
II.2 Œuf.....	6
II.2.1 Structure et composition de l'œuf.....	6
II.2.2 Valeur nutritionnelle de l'œuf.....	7
II.2.3 Conservation des œufs.....	7
II.2.4 Evolution de la composition de l'œuf au cours de sa conservation	8
II.3 Jaune d'œuf.....	9
II.3.1 Définition.....	9
II.3.2 Constituants majeurs du jaune d'œuf.....	9
II.3.3 La composition biochimique globale du jaune d'œuf.....	11
II.3.4 Conservation du jaune d'œuf liquide.....	11
Chapitre III : Emulsion type mayonnaise.....	13
III.1 Introduction	13
III.2 Emulsion.....	13
III.2.1 Définition.....	13
III.2.2 Types d'émulsions	14
III.2.3 Techniques d'études des émulsions	14
III.2.4 Emulsifiant.....	14
III.2.5 Emulsion à base de jaune d'œuf	15
III.3 Mayonnaise	16

III.1.1 Définition.....	16
III.1.2 Ingrédients de base delamayonnaise.....	16
III.1.3 Processus de production delamayonnaise.....	18
III.1.4 Texture delamayonnaise.....	18
III.2 Analysesensorielle.....	18
III.3 Date limite deconsommation(DLC).....	19
Chapitre IV : Matériel et méthode	20
IV.1 Préparationdeséchantillons.....	20
IV.1.1 Caractérisationdesœufs.....	21
IV.1.1.1 Peséedes œufs.....	21
IV.1.1.2 Cassage desœufs.....	21
IV.1.1.3 Séparation dujauned'œuf.....	22
IV.1.1.4 Poids de lacoquille.....	23
IV.1.1.5 Indexedeforme.....	23
IV.1.2 Caractérisation internedel'œuf.....	24
IV.1.2.1 Mesure d'unitédeHaugh.....	24
IV.1.2.2 Pourcentage duvitellus.....	24
IV.1.2.3 Rapport jaune/blanc.....	24
IV.1.2.4 Indexvitellinique.....	25
IV.2 Analyse dujauned'œuf.....	25
IV.2.1 Analyse physico-chimique du jauned'œuf.....	25
IV.2.1.1 Détermination dupotentiel d'hydrogène.....	25
IV.2.1.2 Activitédel'eau.....	25
IV.2.1.3 Extraitsec.....	25
IV.2.2 Analyse microbiologique dujauned'œuf.....	26
IV.2.3 Suivi de la qualité du jaune d'œuf au coursdutemps.....	26
IV.3 Analyse delaMayonnaise.....	26
IV.3.1 Analyse physico-chimique delamayonnaise.....	26
IV.3.1.1 Potentiield'Hydrogène.....	26
IV.3.1.2 Acidité.....	27
IV.3.1.3 Teneuren sel.....	27
IV.3.1.4 Consistance.....	28
IV.3.1.5 Diamètre des gouttelettes.....	28
IV.3.2 Analyse microbiologique delaMayonnaise.....	28
IV.4 Analysesensorielle.....	28

IV.5 Suivi de la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle de la mayonnaise au cours du temps.....	29
V. Chapitre V : résultat et discussion	30
V.1 Introduction	30
V.1.1 Caractériser des œufs de ferme.....	30
V.1.1.1 Lepoids	31
V.1.1.2 L'indice de forme	32
V.1.1.3 Poids de la coquille	32
V.1.1.4 Poids du vitellus.....	32
V.1.1.5 Index vitellinique.....	33
V.1.1.6 Rapport Jaune/Blanc.....	33
V.1.1.7 Unité de Haugh	34
V.1.2 Analyses physico-chimiques du jaune d'œuf.....	34
V.1.2.1 pH.....	35
V.1.2.2 Activité de l'eau	35
V.1.2.3 Extrait sec.....	35
V.1.3 Analyse microbiologique du jaune d'œuf de ferme frais et industriel.....	35
V.1.4 Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique du jaune d'œuf de ferme au cours du stockage	36
V.2 Introduction	39
V.2.1 Analyse physicochimique de la mayonnaise.....	39
V.2.1.1 Potentiel d'Hydrogène	39
V.2.1.2 L'acidité	39
V.2.1.3 Teneur en sel.....	39
V.2.1.4 Consistance	39
V.2.1.5 Diamètre des gouttelettes	40
V.2.2 Analyse microbiologique de la mayonnaise	42
V.2.3 Analyse Sensorielle des mayonnaises élaborées.....	43
V.2.3.1 Test triangulaire	43
V.2.3.2 Analyse Sensorielle des mayonnaises élaborées par un jury expert.....	43
V.2.4 Suivi de la stabilité de la mayonnaise	46
VI. Conclusion.....	49
Références bibliographiques	
Annexe.....	52

Le domaine agroalimentaire est l'un des secteurs qui évolue progressivement dans l'innovation alimentaire. Son défi est l'industrialisation des recettes traditionnelles et l'optimisation des procédés de formulation. Parmi ces formulations, *la mayonnaise*.

Au cours des cent dernières années, la mayonnaise est considérée comme la sauce la plus préférées par les différentes populations du monde, elle est ajoutée à presque toutes les collations dans les plats principaux et d'accompagnements en raison de sa sensation en bouche crémeuse et de sa saveur particulière (Mirzanajafi *etal.*,2019).

Selon plusieurs auteurs, la mayonnaise est devenue l'un des produits alimentaires qui a une demande notable sur le marché (Alvarez-Sabatel et *al.*, 2018; Chivéro et al., 2016). Les opportunités du marché pour ce segment sont en hausse et devraient croître de 2.6 par an de 2018 à 2021 (Tavakoli et *al.*, 2021).

Depuis les années 70 une croissance importante de l'industrie des ovo-produits a été enregistrée pour répondre aux contraintes d'application auxquelles ils sont destinés, en raison de l'orientation du consommateur de plus en plus vers l'utilisation des produits transformés et fabriqués par les industries agroalimentaires (Besboy et *al.*, 2016, Anton et *al.*, 2010).

L'industrie agro-alimentaire utilise largement le jaune d'œuf jaune-séparé ou d'un œuf entier sous forme liquide, congelée et/ou séché comme ingrédient principal incorporé dans de nombreux produits alimentaires grâce à ses propriétés nutritionnelles, gustatives et ses caractéristiques techno-unique : fonctionnelles exceptionnelles (émulsifiantes) (Bringe et Cheng ,1995).

L'ovoproduit s'est historiquement imposé dans l'univers des sauces et il demeure l'émulsifiant de référence ainsi qu'un ingrédient indispensable à la fabrication de différents types d'émulsions froides tel que la mayonnaise (Harrison et Cunningham, 1983; Galet et *al.*, 2010).

Introduction générale

La mayonnaise est une émulsion semi-solide d'huile dans l'eau faite de jaune d'œuf, d'huile végétale raffinées et désodorisées, de stabilisants, d'épaississants, d'arômes et d'épices (Harrison et Cunningham, 1983; Miedvedieva, 2016).

Cette émulsion crèmeuse est industrialisée. Sa structure, son onctuosité, son aspect, son comportement rhéologique et ses paramètres de stabilité sont d'une grande importance pour ses propriétés sensorielles, sa texture et donc pour le choix et la satisfaction du consommateur qui est considéré pour l'entreprise « Cevital » l'œil de l'entreprise. Etant donné qu'aujourd'hui, les consommateurs s'intéressent de plus en plus à la composition des différents aliments et surtout à l'origine des différents constituants et de leurs effets sur la santé.

L'objectif de ce travail, s'agit de définir l'impact du changement d'un ingrédient dans la formulation de la mayonnaise et de caractériser les œufs de poule de ferme. Cependant, des procédures de préparation de deux mayonnaises à base du jaune d'œuf de ferme et d'un jaune d'œuf industriel ont été réalisées dans le laboratoire de recherche et développement (R&D) de l'entreprise « Cevital ». Ces produits finis ont été soumis à un suivi physico-chimique, microbiologique et à une évaluation sensorielle.

Dans l'objet de répondre à cette problématique, nous avons élaboré ce travail sur une base structurée comme suit:

- Une partie bibliographique où nous énonçons des généralités sur la poule, l'œuf et la mayonnaise.
- Une partie pratique où nous avons détaillé la méthodologie suivie pour notre étude ainsi que les résultats obtenus.
- Une conclusion générale dans laquelle nous élaborons une synthèse de toute notre étude, de nos résultats, et nous proposons quelques perspectives.

Chapitre I:

La poule

I.1 Introduction

Les poules domestiques ont fait leur apparition il y a plus de huit mille ans (8 000 ans) en Asie du Sud-est et ont été introduites dans le reste du monde par des marins et des négociants. Aujourd'hui, ils constituent de loin les espèces de volaille les plus importantes à l'échelle de la planète (FAO, 2021).

II.1 Races de poules

Dans le monde, il existe plus de 300 races des espèces de poule « *Gallus domesticus* » connues actuellement. On distingue principalement trois grandes catégories de races de poules : des races locales, races purement commerciales et races hybrides (FAO, 2021).

La race locale est très rustique, cette qualité lui permet de survivre dans les villages sans aucun soin, elles sont résistantes aux maladies, elles vivent en divagation avec des infrastructures de logement, alimentation ou abreuvement de fortune. Elles s'adaptent à leurs environnements, elles sont capables de trouver leur nourriture seule et sont en mesure d'échapper aux prédateurs en raison de leur agilité et rapidité, mais également en raison de la couleur et des formes de leurs plumages qui leur procurent une tenue de camouflage naturelle (FAO, 2021).

En l'absence de tout programme de sélection, ces populations restent caractérisées par une diversité génétique considérable mais avec de faibles performances zootechniques. Toutefois, ces performances demeurent généralement inférieures à celles des souches commerciales (FAO, 2021).

Les espèces purement commerciales de poules à haut rendement ont été développées afin de répondre à la demande mondiale accrue d'aliments d'origine animale. Ces poules sont élevées spécifiquement pour la production de viande ou d'œufs et nécessitent une gestion nutritionnelle et sanitaire intensive pour leur permettre d'exprimer leur plein potentiel génétique. Ces espèces sont utilisées par la plupart de grandes entreprises (FAO, 2021).

II.2 Mode d'élevage des poules

Le bien être des volailles est important pour des raisons tant éthiques que pratiques. D'un point de vue éthique, les volailles ont un degré suffisant de conscience et de « sensation » pour ressentir la douleur si leur santé est mauvaise, ou la privation, ils sont logés de façon précaire (FAO, 2021).

Chapitre I : La poule

Selon Kouba et *al.*, (2010), il existe 04 catégories d'élevage :

- L'élevage dit « standard ou en cage»
- L'élevage « au sol ou en bâtiment»
- L'élevage dit « plein air ou traditionnel»
- L'élevage « biologique » (proche de l'élevage traditionnel avec le respect des normes et des exigences d'agriculture biologique est impératif dans cet élevage)

Certains pays interdisent (ou ont l'intention d'interdire) les systèmes de logement tels que les cages conventionnelles pour les poules pondeuses et encouragent l'aviculture extensive (FAO, 2021).

L'aviculture extensive est le mode d'élevage le plus recommandé pour le bien-être de la poule, car il nécessite peu d'investissement financier et peu de travail. Le meilleur exemple est celui des races indigènes mixtes, poules vivant dans les zones rurales et périurbaines, en liberté dans la cour de la ferme. Traditionnellement les poules vivent en liberté autour de la maison, vont elles-mêmes à la recherche de leur nourriture elles seraient considérées comme improductives dans les exploitations commerciales. Ce type d'aviculture exige peu de travail et permet le recyclage des résidus de cuisine. Les frais bas compensent la production basse (FAO, 2021).

II.3 Alimentation

Selon Periquet, (2004) l'alimentation est considérée comme un facteur essentiel dans la croissance de la poulette, dans la production des œufs de consommation. Elle y contribue indirectement en influençant sa maturité sexuelle, son poids vif, sa viabilité, sa composition corporelle et sur le poids de l'œuf lors de l'entrée en production (Bouvarel et *al.*, 2010).

Afin d'optimiser la productivité tout en maintenant les volailles en bonne santé, la poule a besoin d'un apport constant en énergie, protéines, acides aminés essentiels, minéraux, vitamines et en eau (FAO, 2021).

Selon la réglementation européenne constituée du règlement de la commission (CE) 889/2008 qui entrera en vigueur en 2021, Les régimes alimentaires des volailles sont élaborés en pratique à partir d'un mélange d'ingrédients comprenant des céréales, des sous-produits céréaliers, des graisses, des sources de protéines végétales, des suppléments vitaminiques et

Chapitre I : La poule

minéraux, des acides aminés cristallins et des additifs alimentaires et des restes ménagés (FAO, 2021).

Les Aliments doivent être accessibles avec une qualité nutritionnelle et hygiénique irréprochable en quantité suffisante afin de satisfaire les besoins d'entretien de la poule et ceux de production d'œuf (Nau et *al.*, 2010).

Actuellement il est nécessaire d'améliorer et de fortifier les poules par une alimentation enrichie avec des cratons à base d'insectes, des déchets alimentaires, des restes ménagés sains et des sous-produits agro-industriels afin de minimiser le taux de pollution et d'alléger les coûts (Anton et *al.*, 2010 ; De Marco et *al.*, 2016 ; Khan *et al.*, 2020).

Chapitre II:

Œuf & jaune d'œuf

III.1 Introduction

L'œuf de poule a été qualifié par Baldwin, (1986) d'ingrédient polyfonctionnel, tant il est vrai qu'il peut remplir simultanément plusieurs fonctions technologiques dans un même produit alimentaire formulé. Ses propriétés émulsifiantes, foisonnantes, gélifiantes, épaississantes, colorantes et aromatiques en font encore aujourd'hui un ingrédient de base universel de la cuisine domestique et de l'agroalimentaire.

III.2 Œuf

Les œufs sont considérés comme ingrédient de premier plan en raison de leurs hautes valeurs nutritionnelles et de leurs propriétés multifonctionnelles, notamment l'émulsion, la coagulation, le moussage et la saveur (Yang et Baldwin, 1995).

III.2.1 Structure et composition de l'œuf

Les principales parties de l'œuf sont dans l'ordre de leur dépôt **figure n°1** (de l'intérieur vers l'extérieur)

- Jaune ou vitellus représente 30% du poids de l'œuf
- Albumen ou blanc, (60% de son poids)
- Membranes coquillères
- Coquille (10 % de son poids)

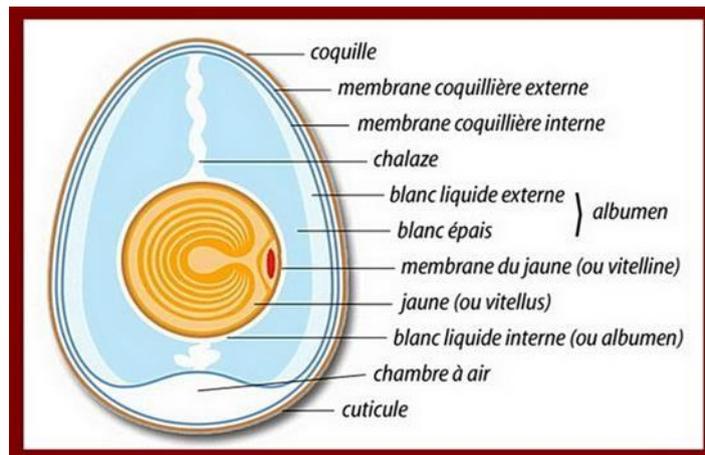


Figure 1: Structure et composition de l'œuf (Sauveur, 1988).

Les proportions relatives de chacune de ces parties varient en fonction de certains facteurs zootechniques ; l'origine génétique de l'animal, le poids de l'œuf, l'âge de la poule, les conditions et de durée de conservation des œufs (Nau et al., 2010).

III.2.2 Valeur nutritionnelle de l'œuf

L'œuf de poule est faiblement calorique mais doté d'une grande valeur nutritive car il renferme tous les nutriments nécessaires au développement du corps humain ; protéines, lipides, minéraux et de vitamines.

D'après Nau et *al.*, (2010) Les protéines de l'œuf sont considérées comme protéine de référence chez l'homme. Elles sont dites complètes car elles renferment les acides aminés essentiels dans des proportions équilibrées, c'est pour cette raison que l'œuf est considéré comme une excellente source de protéine de haute qualité (Sauveur, 1988).

L'œuf ne contient pas des acides gras nuisibles à la santé humaine (acides gras Trans saturés ou hydrogénés), 75% de la matière grasse présente dans l'œuf est sous forme d'acide gras mono et polyinsaturés et 25% d'acides gras saturés Anonyme2.

Les lipides du vitellus ont une digestibilité élevée chez l'homme (94 à 96%) grâce à leur état émulsionné, cette digestibilité est plus forte pour les TAG (98%) fraction la plus riche en AGS, elle atteint encore 90% pour les phospholipides. La composition en acides gras contenu dans l'œuf ainsi que la couleur du jaune dépendent presque entièrement du régime alimentaire ainsi que du mode d'élevage (Sauveur, 1988).

L'œuf entier constitue une source intéressante de plusieurs vitamines hydrosolubles du groupe B et liposolubles A, D, E, K.

Les caroténoïdes de l'œuf sont principalement deux pigments xanthophylles : lutéine et zéaxanthine qui ne peuvent être synthétisés par l'organisme. Ils assurent un rôle de colorant du jaune d'œuf et des préventions anti-carcinogène, anti-athérosclérose et immunostimulante et réduisent le risque de dégénérescence maculaire liée à l'âge (Nau et *al.*, 2010 ; Travel et *al.*, 2010).

III.2.3 Conservation des œufs

Le stockage des œufs coquille dans de bonnes conditions est essentielle pour sauvegarder la qualité microbiologique Anonyme 3.

Selon plusieurs auteurs, La réfrigération est considérée comme le moyen le mieux indiqué pour la conservation des œufs en coquilles car ils gardent la fraîcheur du premier jour pour une durée minimale d'un mois. Alors que l'entreposage à température ambiante ne laisse les œufs frais que pour une durée d'une semaine (Sauveur, 1988 ; Jones et Musgrove, 2005 ; Nau et *al.*, 2010)

Il est nécessaire de stocker les œufs par réfrigération à 4°C dès possible après la ponte pour limiter la perte de poids de l'œuf et cette dernière joue un rôle important sur le plan microbiologique, (un effet bactériostatique est observé à 4°C avec un ralentissement de la croissance de la population en quelques jours (Sauveur, 1988 ; Nau et al., 2010)).

III.2.4 Evolution de la composition de l'œuf au cours de sa conservation

Durant la période qui s'écoule entre la ponte et la consommation de l'œuf, celui-ci subit une série de modifications qui vont concerner les propriétés physico-chimiques et la qualité bactériologique du produit, les caractéristiques nutritionnelles sont très peu altérées (Sauveur, 1988).

III.2.4.1 Dégradation de la qualité interne

La dégradation de la qualité interne se traduit par :

- Des modifications au niveau de la coquille qui peut être de couleur plus claire si les œufs sont exposés à une lumière naturelle, ou tachetée s'il y a répartition inégale d'humidité (Protais, 1988).
- Une perte d'eau par évaporation à travers les pores de la coquille qui va engendrer une perte de poids de l'œuf et une augmentation de la hauteur de la chambre à air, cette perte de poids peut être estimée à 2.7 % à 18 °C et 60% d'humidité relative (Protais, 1988).
- L'apparition d'odeurs due aux mauvaises conditions de stockage (devant désinfectants, nourriture...).
- Une dégradation de l'albumen par modification du complexe ovomucine-lysozyme, les unités Haugh diminuent au fur et à mesure que la température de stockage augmente, cette dégradation se traduit par un aplatissement du blanc dense et une liquéfaction progressive de l'ensemble (Protais, 1988).
- Une dégradation du vitellus liée au transfert d'eau entre l'albumen et le vitellus, de minéraux et d'acides aminés libres, elle se traduit par un aplatissement du vitellus et une altération de la membrane vitelline (Protais, 1988).

III.2.4.2 Dégradation de la qualité bactériologique

L'albumen contrairement au vitellus est un milieu défavorable au développement des bactéries du fait de sa composition protéique et sa richesse en substances actives. Malgré toutes les barrières (coquille, cuticule, membranes coquillières), qui peuvent empêcher la pénétration

Chapitre II : L'œuf et le jaune d'œuf

de certains microorganismes à l'intérieur de l'œuf, des bactéries, des champignons et des levures ont déjà été identifiés dans ce produit. Pour éviter tous ces problèmes, un certain nombre de paramètres sont à respecter au niveau des locaux de stockage :

- La température
- L'humidité relative doit être comprise entre 80 et 85% pour ne pas affecter l'évaporation.
- La ventilation est très importante pour éviter les condensations sur les œufs, source de croissance microbienne. Toutes ces précautions doivent être complétées par un ramassage quotidien des œufs, et surtout ne jamais pratiquer de nettoyage humide ou à sec sur des coquilles car ceci favoriserait la pénétration et même le développement de microorganismes à l'intérieur de l'œuf (Protais, 1988).

III.3 Jaune d'œuf

III.3.1 Définition

Le jaune d'œuf ou vitellus, désigne le contenu du sac vitellin présent dans l'œuf. Il est considéré comme source de nutriments assez intéressante pour l'homme. C'est une dispersion de granules dans une phase aqueuse continue (**figure n°2**). Les protéines sont associées aux lipides, glucides et minéraux. Les lipides sont presque tous sous la forme de lipoprotéine, ce qui leur confère un caractère hydrophile ce qui les maintient en solution (Nathier Dufour, 2005).



Figure 2: Représentation des structures interne du jaune d'œuf (Anton et al., 2013).

III.3.2 Constituants majeurs du jaune d'œuf

Les constituants du Jaune d'Œuf peuvent être séparés en fractions par centrifugation.

- **Lipoprotéine de faible densité (LDL)**

Les LDL sont des nano-émulsion naturel très stable dans le temps (Nau et al., 2010). Ils présentent les constituants majeurs du vitellus doté d'une structure classique des

lipoprotéines : un noyau lipidique entouré par une monocouche de phospholipide et de protéine en contact avec la phase aqueuse (LeGrand, 2013).

- **Lipoprotéine de haute densité (HDL)**

Les HDL sont des fractions sous forme de granules contiennent toutes la phosphovitine et lipoprotéine. Elles renferment 1/6 de la MS du jaune d'œuf et 18% des lipides (Sauveur, 1988).

- **Phosvitine**

C'est une phosphoglycoprotéine riche en phosphore dépourvue de lipide. Elle représente environ 3% de la MS du jaune d'œuf et 11-12% de ses protéines totales.

- **Livétines**

Protéine sanguine globulaire hydrosoluble non liée à des lipides présente dans le plasma.

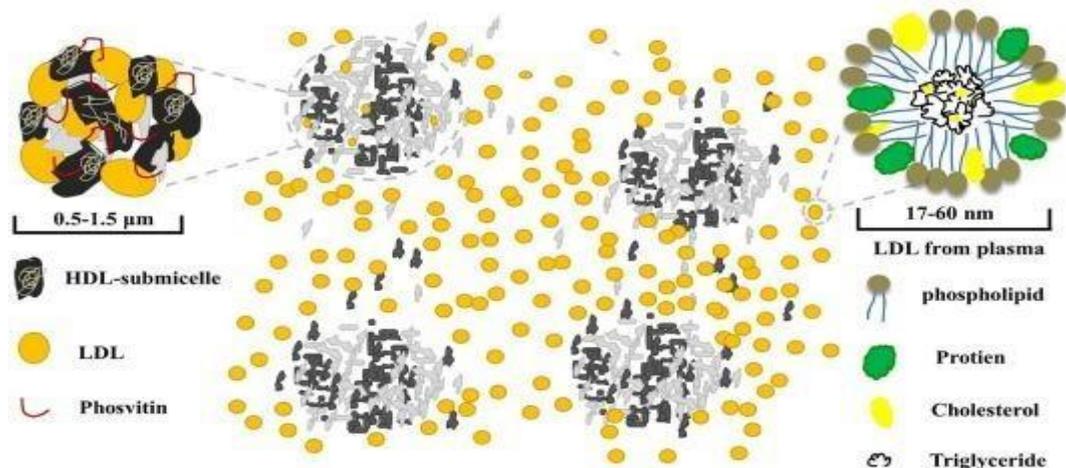


Figure 3: Représentation des structures de HDL, LDL et phosvitines (Anton et al., 2013).

III.3.3 La composition biochimique globale du jaune d'œuf

La composition globale du jaune d'œuf varie de manière importante selon les espèces. C'est une source de nutriments intéressante pour l'homme (Nau et al., 2010).

Tableau I: Composition du jaune d'œuf de poule (Nau et al., 2010).

Composants	Teneur des composants du jaune d'œuf liquide exprimé en pourcentage (%)
Eau	51.1
Protéines	16.0
Lipides	30.6
Glucides	0.6
Cendres	1.7
Vitamines	A, D, E, B1, B3, Biotine, B6, B12

III.3.4 Conservation du jaune d'œuf liquide

Les produits alimentaires consommés qu'ils soient d'origine animale ou végétale subissent, naturellement au cours de leur stockage, des altérations d'origine microbiologiques ou enzymatiques les rendant très vite impropres à la consommation en leur faisant perdre leur qualité nutritionnelle et organoleptique. Les caractéristiques d'un aliment influent sur son aptitude à la conservation. Ces dernières sont soit intrinsèques (inhérentes à l'aliment) soit extrinsèques (propriétés de l'environnement). Ainsi, pour préserver la qualité des aliments et prolonger leur durée de vie, il est impératif de les stabiliser. Cette démarche nécessite l'application aux aliments de traitements de conservation basés sur des procédés chimiques ou physiques.

Les techniques de conservation des aliments reposent sur la connaissance des conditions du développement des micro-organismes: ils seront donc soit détruits par traitement thermique (pasteurisation, stérilisation, tyndallisation) soit soumis à des conditions défavorables à leur développement (action du froid, élimination d'eau, absence d'oxygène, présence de conservateur).

Chapitre 1 : L'œuf et le jaune d'œuf

Dans l'industrie des ovo produits, la destruction des micro-organismes est essentiellement réalisée par traitement thermique (pasteurisation), il est important de comprendre qu'une destruction totale n'est jamais possible et que le nombre de micro-organismes survivants dépend directement de la charge initiale. C'est pour cela qu'il est nécessaire de jumeler le traitement précédent à une réfrigération (0 à 4°C) qui permet de ralentir simultanément la cinétique de croissance des micro-organismes et la production de toxines par les bactéries pathogènes (Nau et *al.*, 2010).

Chapitre III

Emulsion type

Mayonnaise

IV.1 Introduction

La mayonnaise est une sauce condimentaire obtenue en émulsionnant une ou plusieurs huiles alimentaires dans une phase aqueuse. L'émulsion huile dans l'eau est produite en utilisant du jaune d'œuf Anonyme4.

IV.2 Emulsions

IV.2.1 Définition

Une émulsion est une dispersion de deux liquides non miscibles l'un dans l'autre. L'un forme la phase dispersée (discontinue), l'autre forme la phase dispersante (continue). La zone de séparation, ou de contact entre la phase dispersée et la phase dispersante constitue l'interface. Il peut s'agir d'une dispersion de gouttelettes d'eau dans l'huile, dans ce cas il s'agit d'une émulsion eau dans l'huile ou d'une dispersion de gouttelettes d'huile dans l'eau, l'émulsion est alors appelée huile dans l'eau. La surface de contact entre ces deux liquides est appelée «interface». Une émulsion se compose de trois régions ayant des propriétés physico-chimiques différentes: une phase discontinue, une phase continue, et l'interface entre les deux phases (Legrand, 2013).

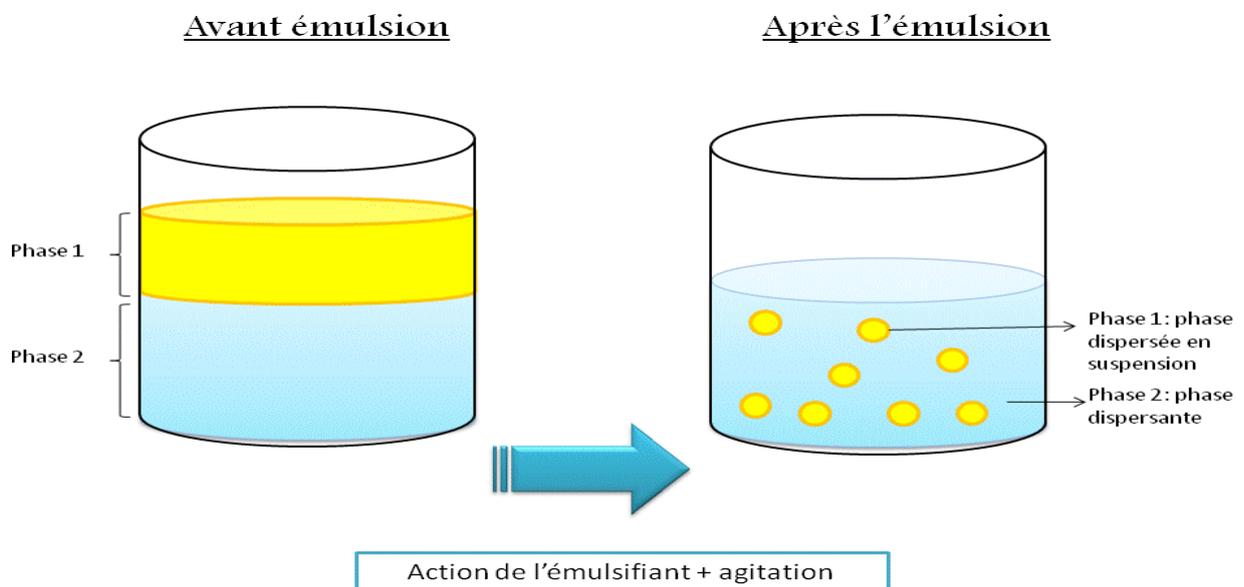


Figure 4: Mécanisme d'émulsification (Amrouche ,2019).

IV.2.2 Types d'émulsions

On différencie deux types d'émulsions selon la répartition des différentes phases employées.

- Une émulsion est dite **directe** Huile dans l'eau (notée H/E pour Huile dans Eau) lorsque la phase dispersante est hydrophile et que la phase dispersée est lipophile (Laurine, 2018).
- Une émulsion **inverse** (notée E/H pour Eau dans Huile) se caractérise par une phase dispersante lipophile et une phase dispersée hydrophile (Laurine, 2018).

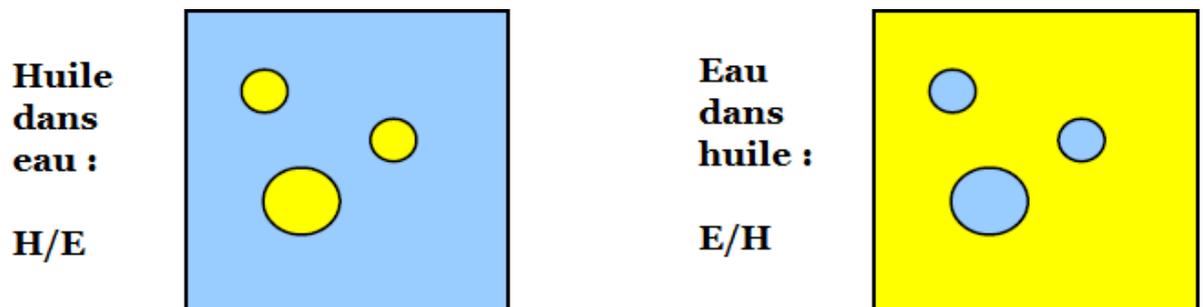


Figure 5: Les types d'émulsions (Amrouche, 2019)

IV.2.3 Techniques d'études des émulsions

La caractérisation des émulsions concerne principalement la taille des gouttelettes obtenues, la rhéologie de l'émulsion et la stabilité physique au cours du temps. Par ailleurs, l'observation en microscopie optique permet d'avoir une mesure complémentaire d'appréciation de la structure des émulsions (Nau et *al.*, 2010 ; El-ketroussi, 2018).

IV.2.4 Emulsifiant

L'emulsifiant (tensioactif) est une molécule modifiant la tension inter-faciale entre deux phases non-miscibles, elle possède à la fois une partie hydrophile polaire et une autre partie hydrophobe apolaire (Laurine, 2018). L'emulsifiant remplit deux fonctions essentielles : d'une part, il diminue la tension inter-faciale entre l'huile et l'eau, réduisant ainsi l'instabilité thermodynamique du système, et d'autre part, il forme un film inter-facial entre l'huile et l'eau, ce qui assure la stabilité physique des gouttelettes. Ces deux fonctions sont remplies grâce à la capacité qu'ont les émulsifiants à s'adsorber entre l'huile et l'eau (Legrand, 2013).

Cette propriété de s'adsorber est due au caractère amphiphile des émulsifiants qui leur permet de s'ancrer littéralement à l'interface entre l'huile et l'eau en déployant les segments hydrophobes dans la phase lipidique et les segments hydrophile dans la phase aqueuse. Du fait

Chapitre III : Emulsion type mayonnaise

de cette amphiphilie, les émulsifiants ne sont préférentiellement solubles ni dans la phase dispersée ni dans la phase continue. Dans cet état d'adsorption, ils possèdent une grande stabilité thermodynamique, ce qui leur permet de diminuer la tension inter-facial entre l'huile et l'eau. L'agent de surface a une influence majeure sur la texture du produit final (Legrand, 2013).

IV.2.5 Emulsion à base de jauned'œuf

La lécithine du jauned'œuf est un molécule tensio-active amphiphile. Elle permet à l'eau et l'huile de se disperser finement l'une dans l'autre et favorise une émulsion stable.

Grâce à la composition du jauned'œuf en lécithine qui possède naturellement le pouvoir de diminuer la tension inter-facial ; il participe à la formation et à la stabilisation des émulsions en constituant un film inter-facial entre l'huile et l'eau très résistants à la coalescence (Legrand, 2013).

IV.3 Mayonnaise

IV.3.1 Définition

La mayonnaise est une sorte d'émulsion huile (phase discontinue) dans l'eau (phase continue). Elle présente des propriétés viscoélastiques dues au réseau formé par les lipoprotéines adsorbées autour des gouttes d'huile avoisinantes (Ma et Canovas, 1995).

Depointdevuecolloïdalelamayonnaiseestuneémulsionhuiledansl'eauàfaiblepH, caractérisée par une teneur très élevée en huile allant de 65 à 85% selon formulation (Mattia et *al.*, 2015).

En raison de son pH faible et de sa teneur élevée en graisse, elle est relativement résistante à la détérioration microbienne. Bien que les levures et les moisissures puissent causer des dommages, relativement peu d'autres organismes ont été isolés de la mayonnaise (Fabian et Wetherington, 1950).

IV.3.2 Ingrédients de base de la mayonnaise

La mayonnaise est une émulsion semi-solide (H/E). La phase aqueuse comprend principalement tous les ingrédients vinaigre, sucre, sel moutarde, jaune d'œuf, épices à l'exception d'huile. Cependant, les mayonnaises du monde entier peuvent avoir des ingrédients différents selon le pays d'origine, les différences peuvent être observées dans le choix du type d'huile ou d'émulsifiant (Cedergårdh, 2014).

Le type d'huile peut être modifié pour des raisons économiques, tandis que différentes épices peuvent être utilisées pour refléter la culture. L'émulsifiant utilisé peut varier entre l'œuf entier (courant aux États-Unis), le jaune d'œuf liquide (courant en Europe) et le jaune d'œuf séché par pulvérisation (courant en Russie) (Cedergårdh, 2014).

- **Huile**

L'huile végétal est le principal ingrédient de la mayonnaise qui présente une grande influence sur la qualité du produit final. La quantité d'huile dispersée dans la mayonnaise contribue au comportement viscoélastique, à la haute viscosité du produit (McClements et Demetriades, 1998) et à la stabilité oxydative de la mayonnaise (l'émulsion de manière très spécifique) (Moslavac et *al.*, 2012). Elle a également un impact sur les propriétés organoleptiques en apportant de l'onctuosité et de la saveur à la mayonnaise. Il est donc important d'utiliser une huile au goût neutre, comme l'huile de colza, de tournesol ou de pépins

Chapitre III : Emulsion type mayonnaise

de raisin. La texture lisse et l'apparence dépendent également de la quantité d'huile présente dans le produit (McClements et Demetriades, 1998).

- **Sel**

Le sel contribue à la saveur et la stabilité de la mayonnaise. Il améliore le goût de la mayonnaise et agit comme un conservateur. Comme le sel n'est dissous que dans la phase aqueuse, qui est beaucoup plus réduite que la phase huileuse, il finit par avoir une concentration élevée, ce qui entrave la croissance microbienne (Gomes et *al.*, 2017).

- **Sucre**

Le sucre contribue à la saveur de la mayonnaise et est ajouté principalement pour neutraliser la saveur du vinaigre (Widerström et Öhman, 2017).

- **Le vinaigre**

Le vinaigre est un agent acidifiant ajouté à la phase continue de la mayonnaise. Il donne à la fois des arômes caractéristiques, et une diminution du pH (Dickinson, 2003).

Le vinaigre est l'un des ingrédients les plus souvent utilisés pour former une barrière antimicrobienne. C'est l'acide le plus couramment utilisé dans la conservation de la mayonnaise car il a une valeur antiseptique et contribue également à prévenir la détérioration et le rancissement (Jaeger, 2012).

- **Les émulsifiants**

Les premiers ingrédients entrant en jeu dans la stabilité de la mayonnaise sont les émulsifiants ils contiennent une tête hydrophile (soluble dans l'eau) et une queue hydrophobe (soluble dans l'huile) c'est le cas de la lécithine extraite du jaune d'œuf. Elle évite que les gouttes d'huile fusionnent ensemble pour former une plus grosse goutte en conduisant à la formation d'une couche d'huile uniforme au-dessus de la phase aqueuse et non à une émulsion, le jaune d'œuf contribue à la saveur, l'apparence, la texture et la durée de conservation de l'émulsion (Anton et Axelos, 2010).

- **Les hydrocolloïdes**

Les hydro colloïdes (amidon, gomme, cellulose) sont des ingrédients fonctionnels et sont souvent ajoutés pour donner de la texture aux aliments. Leur ajout augmente de manière significative la stabilité d'une émulsion (Dickinson, 2003).

Chapitre III : Emulsion type mayonnaise

IV.3.3 Processus de production de lamayonnaise

Etant une émulsion deux phases sont nécessaires pour la fabrication de la mayonnaise : une phase aqueuse et une phase grasse. Toutes les opérations de fabrication (mélange des ingrédients, formation d'émulsion pendant l'homogénéisation, conditionnement) sont effectuées à froid.

- **Phasegrasse**

La phase grasse est constituée de l'huile dans les proportions définies selon la recette ainsi que des auxiliaires de fabrication qui sont solubles tels que : l'émulsifiant, les vitamines, les arômes. La préparation proprement dite de la phase grasse consiste à dissoudre les additifs dans l'huile. Le liquide limpide ainsi obtenu constitue la phase grasse complète (Kone, 2001).

- **Phaseaqueuse**

La phase aqueuse est constituée de l'eau et du vinaigre ainsi que des additifs qui y sont solubles tels que : le sel, le sucre, les arômes, les conservateurs, etc. Elle se déroule de la manière suivante sous vide :

- Introduire la phase aqueuse et le jaune d'œuf dans la cuve.
- Mettre en marche le broyeur colloïdal avec retour dans la cuve.
- Introduire, en petites quantités au départ, la phase huileuse.
- Augmenter progressivement la quantité de la phase huileuse à ajouter à mesure que l'émulsion commence à devenir visqueuse.

IV.3.4 Texture de lamayonnaise

La texture de la mayonnaise est un critère essentiel. Les caractéristiques rhéologiques de la mayonnaise dépendent en premier lieu du diamètre des gouttelettes d'huile. L'évolution récente des dispositifs de cisaillement a permis d'obtenir, pour une formulation donnée, des gouttelettes de plus en plus fines avec une faible dispersion de taille (El ketroussi, 2018).

IV.4 Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle représente l'ensemble des méthodes, des outils et des instruments qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les caractéristiques faisant intervenir les organes des sens de l'être humain : le goût, l'odorat, la vue, le toucher et l'ouïe.

Chapitre III : Emulsion type mayonnaise

La tâche essentielle de l'analyse sensorielle est d'aider à traduire les désirs et préférences des consommateurs, mais également de décrire et de quantifier de manière systématique l'ensemble des perceptions humaines (Bassereau, 2003).

En comparant et analysant les caractéristiques des produits que les consommateurs aiment ou n'aiment pas, l'analyse sensorielle contribue à saisir les aspects positifs et négatifs et à les adapter pour mieux répondre aux goûts des consommateurs. Une telle connaissance est vitale pour toute entreprise qui veut rester compétitive sur le marché (Depledge, 1998).

IV.5 Date limite de consommation (DLC)

La date limite de consommation (DLC) indique une limite impérative. Elle s'applique à des denrées microbiologiquement très périssables, et qui de ce fait sont susceptibles après une courte période de présenter un danger immédiat pour la santé humaine Anonyme 5. La détermination de la date limite de consommation (DLC) est effectuée en se reposant sur le principe de la microbiologie prévisionnelle. Ainsi, il faut noter que dans un denrée alimentaire comme dans un milieu de culture, la croissance microbienne suit une cinétique de croissance (Roussel, 2011). Elle est fixée sous la responsabilité des professionnels au terme d'essais de vieillissement. Les denrées assorties d'une DLC se conservent au réfrigérateur. Leur sécurité au bout de la DLC n'est garantie que si les conditions de conservation sont respectées Anonyme 5.

Chapitre IV

Matériel & Méthode

Chapitre IV : Matériel et méthode

Le travail a été réalisé au sein des laboratoires de l'industrie agro-alimentaire Cevital (Bejaia et El-kseur) pendant une durée de trois (03) mois. Le travail réalisé a porté sur la caractérisation des œufs de poules issus d'élevage traditionnel et commercial et sur la formulation de deux mayonnaises.

Pour ce faire, nous avons pris l'initiative d'effectuer une étude comparative entre la mayonnaise fabriquée à base des jaunes d'œufs industriels et la mayonnaise fabriquée à base des jaunes d'œufs de ferme, sur le plan qualitatif, physico-chimique, sensoriel et microbiologique, afin de définir l'impact de la qualité du jaune d'œuf sur la qualité de la mayonnaise.

Notre partie expérimentale est articulée autour de deux principaux axes.

- Un premier axe qui traite la caractérisation interne et externe de l'œuf de ferme et commercial, une étude physico-chimique et microbiologique des jaunes d'œufs, ainsi qu'un suivi de la qualité du jaune d'œuf de ferme au cours dutemps.
- Un deuxième axe basé principalement sur la production de la mayonnaise, le suivi de ses paramètres physico-chimique, microbiologique etsensoriel.

Dans ce travail nous avons élaboré deux mayonnaises en respectant la même recette, deux matrices de jaune d'œuf différentes sont incorporées ; une première à l'aide d'un jaune d'œuf de ferme frais (MJF) et une deuxième à l'aide d'un jaune d'œuf industriel pasteurisé (MJI).

Comme le but de cette étude est d'élaborer une mayonnaise en maintenant la même recette, le choix s'est porté sur l'impact de l'origine et la nature du jaune d'œuf (frais et industriel), qui nous permettra en premier lieu d'évaluer l'influence de ces propriétés sur le produit fini et d'aboutir à la détermination de leurs valeurs optimales.

V.1 Préparation des échantillons

L'étude a été menée au niveau de la ferme d'une particulière volontaire sis à El-kseur wilaya de Bejaia, dont la superficie est de 500 m². L'essai a été porté sur un élevage de poule de ferme à l'air libre dont le nombre est de 8 poules pondeuses, 5 poules jeunes et deux coqs. L'âge des poules pondeuses varie de 15 à 36 mois.

Nos poules n'ont pas été soumise à un traitement hormonal ni à un traitement antiseptique, elles présentent un état sanitaire irréprochable d'où leur bien-être a été notre priorité.

Chapitre IV : Matériel et méthode

Le régime alimentaire attribué aux poules a été élaboré en se référant aux résultats de notre recherche bibliographique et validé par un médecin vétérinaire de la région d'une manière à assurer leur besoin nutritionnel et éliminer tout risque de carences. Le suivi des poules a été maintenu sur une durée de cinq (05) mois fondé sur plusieurs axes à savoir l'état physique, l'activité, la durée de ponte ainsi que le taux de ponte.

La collecte des œufs de ferme a été effectuée régulièrement juste après la ponte en suivant une procédure planifiée recommandée par plusieurs auteurs. Les œufs sont conservés par réfrigération à 4°C.



Figure 6: Photographie du parcours en élevage plein air.

V.1.1 Caractérisation des œufs

La caractérisation des œufs consiste à peser l'œuf entier ainsi que les différentes parties qualitatives (coquille, jaune, blanc).

V.1.1.1 Pesée des œufs

- Le poids des œufs est mesuré au moyen d'une balance analytique avec une précision de $\pm 0,001$ g.

V.1.1.2 Cassage des œufs

- Un cassage des œufs collectés est effectué individuellement sur une assiette plate, après leurs lavages.
- Sans séparation préalable la mesure de la hauteur d'albumen épais a été réalisée avec une règle propre en respectant une distance d'un (1) cm du jaune (Mertens et *al.*, 2010).
- La hauteur du jaune est définie en plaçant la règle verticalement derrière celui-ci.
- Un pied à coulisse a été utilisé pour mesurer la largeur du vitellus.

Chapitre IV : Matériel et méthode

La technique utilisée pour déterminer ces mesures est décrite dans la figure suivante.



Figure 7: Photographie de la description de la méthode de mesure de la hauteur et de la largeur du vitellus.

V.1.1.3 Séparation du jauned'œuf

- A l'aide d'un séparateur préalablement séché à 100°C, le jaune est séparé du blanc tout en prenant la précaution d'enlever les chalazes. Puis pesés en utilisant une balance analytique avec une précision de $\pm 0,001\text{g}$ (figure n°8).
- Les jaunes d'œufs sont transférés dans un flacon en verre préalablement stérilisé puis homogénéisés manuellement.



Figure 8: Photographie de la séparation et de la pesée du jaune d'œuf.

Chapitre IV : Matériel et méthode

V.1.1.4 Poids de lacoquille

Les coquilles sont lavées soigneusement avec de l'eau, séchées à température ambiante puis à 100 °C pendant 4 heures à l'étuve, les coquilles sont pesées par une balance analytique avec une précision de $\pm 0,001$ g. selon la méthode décrite par Silversides et Budgell (2004).



Figure 9: Photographie de la pesée des coquilles séchées.

V.1.1.5 Index de forme

L'index de forme est une caractéristique physique ayant pour objectif la caractérisation de la géométrie de l'œuf (Nys, 2010).

L'index de forme de chaque œuf a été calculé en utilisant la largeur et la longueur de l'œuf à l'aide de la formule telle que décrite ci-dessous (Monira et *al.*, 2003 ; Anderson et *al.*, 2004 ; Egahi et *al.*, 2013 ; Xiao et *al.*, 2014 ; Hanusová et *al.*, 2015).

$$\mathbf{IF} = \mathbf{D/L}$$

IF = index de forme.

D = largeur de l'œuf (diamètre petit axe : mesuré à l'équateur) (mm).

L = longueur de l'œuf (grand axe) (mm).

Les mesures sont effectuées à l'aide d'un pied à coulisse.

Chapitre IV : Matériel et méthode

V.1.2 Caractérisation interne de l'œuf

La caractérisation interne de l'œuf consiste à calculer ou à estimer l'unité de Haugh, le pourcentage du vitellus, le rapport jaune sur blanc et l'index vitellinique.

V.1.2.1 Mesure d'unité de Haugh

C'est un critère qui permet d'apprécier la fraîcheur des œufs (Buffet, 2010). Ce paramètre dépend de l'âge de l'animal et des conditions de stockage. Pour calculer les unités de Haugh, chaque œuf doit être cassé individuellement sur une assiette plate, puis la hauteur d'albumen épais est mesurée à l'aide d'une règle propre.

Les unités Haugh sont calculées en appliquant la formule donnée ci-dessous rapporté par Silversides, (1994) :

$$\text{Unités Haugh (UH)} = 100 \log (\text{H} - 1,7 * \text{P}^{0,37} + 7,57)$$

P : le poids de l'œuf (g).

H : la hauteur de l'albumen (mm).

V.1.2.2 Pourcentage du vitellus:

Le pourcentage du vitellus est déterminé en appliquant la formule donnée par Silversides et Scott (2001) ; Çağlayan et al., (2009):

$$\text{Pourcentage du vitellus (\%)} = (\text{poids de vitellus} / \text{poids d'œuf}) \times 100$$

V.1.2.3 Rapport jaune /blanc

Le calcul de ce rapport permet d'évaluer la variation de la composition des œufs dont il s'agit essentiellement de la variation des deux compartiments respectifs du jaune et du blanc (Sauveur, 1988, 1994) ; (Nys, 2010).

Le poids d'albumen est calculé indirectement par la différence entre le poids de l'œuf, le poids du vitellus et le poids de la coquille.

Ce rapport est calculé en utilisant la formule suivante (Çağlayan et al., 2009) :

$$\text{Jaune/blanc} = (\text{poids du jaune} / \text{poids d'albumen}) \times 100$$

Chapitre IV : Matériel et méthode

V.1.2.4 Index vitellinique

La qualité physique du jaune d'œuf peut être évaluée à travers l'index du jaune, défini par le rapport entre la hauteur et la largeur du jaune (Mertens et *al.*, 2010).

Il est mesuré sans séparation préalable du blanc et du jaune selon la méthode décrite par Mertens et *al.*, (2010). La hauteur du jaune est déterminée en plaçant la règle verticalement derrière celui-ci (Angrand, 1986) et la largeur du vitellus est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse. L'index du vitellus est calculé selon la formule citée par Çağlayan et *al.*, (2009); Mertens et *al.*, (2010):

$$\text{Index du vitellus} = [\text{hauteur du vitellus (mm)} / \text{largeur du vitellus (mm)}] \times 100$$

V.2 Analyse du jauned'œuf

V.2.1 Analyse physico-chimique du jauned'œuf

L'analyse physico chimique du jaune d'œuf est déterminée par les paramètres suivants:

V.2.1.1 Détermination du potentiel d'hydrogène

Le potentiel d'hydrogène est une expression globale de l'acidité d'un produit, il est directement mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

Dans notre étude, la mesure du pH est réalisée avec un pH-mètre préalablement étalonné, en introduisant la sonde à l'intérieur de l'échantillon. Le résultat est directement lu sur l'écran de l'appareil (AFNOR, 1982).

V.2.1.2 Activité de l'eau

La mesure de l'activité de l'eau est un élément clé pour le contrôle de la qualité des produits sensibles à l'humidité.

- Placer la capsule contenant l'échantillon dans l'hygromètre et lire la valeur affichée sur l'écran.

V.2.1.3 Extrait sec

Le taux de l'extrait sec est obtenu par élimination complète de l'eau dans un produit (évaporation), la mesure s'effectue par dessiccateur.

- Poser une coupelle bien sèche sur le dessiccateur et tarer le poids.

Chapitre IV : Matériel et méthode

- Etaler une fine couche de l'échantillon à analyser sur la coupelle, Déposer la dans le dessiccateur et rabattre le couvercle.
- Lire le résultat affiché sur l'écran de l'appareil

V.2.2 Analyse microbiologique du jaune d'œuf

Les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'unité Tchina El-kseur, dans l'objectif est de garantir une qualité hygiénique et un niveau organoleptique déterminé d'un produit (Bourgeois et Cleret, 1991).

Les tests auxquels sont soumis les jaunes d'œufs destinés à la production de la mayonnaise sont fixés par JORA n°39, (2017) et l'entreprise.

- Recherche de la FTAM
- Recherche des coliformes totaux.
- Recherche des coliformes fécaux.
- Recherche des staphylocoques à coagulase positive.
- Recherche des salmonelles.

V.2.3 Suivi de la qualité du jaune d'œuf au cours du temps

Des échantillons de Jaune d'œuf de ferme frais sont conservés dans des tubes stériles à 4°C. L'étude de DLC a été effectuée en temps réel, des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées régulièrement.

V.3 Analyse de la Mayonnaise

V.3.1 Analyse physico-chimique de la mayonnaise

L'analyse physico-chimique est effectuée afin de juger le contenu des produits alimentaires : la quantité de certaines substances (le pH, l'acidité, la teneur en sel et la consistance).

V.3.1.1 Potentiel d'Hydrogène

Le pH est une valeur qui traduit l'acidité ou la basicité d'une solution ou d'un produit. Ce paramètre définit la concentration des ions hydrogènes dans une solution. Il joue un rôle non négligeable dans l'appréciation de la qualité organoleptique des produits.

Chapitre IV : Matériel et méthode

Cette mesure est effectuée à l'aide d'un pH mètre en suivant la méthode décrite en page précédente.

V.3.1.2 Acidité

L'acidité correspond principalement à la présence des acides organiques et minéraux utilisés dans un produit ; son principe est basé sur le titrage de l'acidité par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH(0.1N) par une solution alcaline en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (Turkmen et Eksi, 2011).

- Peser une quantité de 10g d'échantillon dans l'Erlen-Mayer dilué avec eau distillée.
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine et agiter jusqu'à la dissolution.
- Titrer avec NaOH jusqu'à apparition d'une coloration rose clair persistante, et lire le volume de chute sur la burette.
- Calculer l'acidité selon la formule suivante

$$AC = \frac{V(ml) \times M \times N}{PE}$$

V : Volume de chute de burette en ml

PE : Masse de la prise d'essai

M : Masse molaire de NaOH 64g/Mol

N : Normalité à 0.1N

V.3.1.3 Teneur en sel

La présente méthode de détermination de la teneur en chlorure de sodium est applicable à tous les corps gras.

Son Principe est basé sur la dissolution d'une prise d'essai de la mayonnaise dans de l'eau bouillie, les chlorures du mélange sont titrés avec une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) (0.1N), en présence du chromate de potassium (K_2CrO_4) comme indicateur coloré, selon la méthode de MOHR.

- Peser l'échantillon dans un Erlen-Mayer.
- Ajouter une quantité d'eau distillée chauffer au bain marie à 50 degrés approximativement afin de bien dissoudre.
- Ajouter 2ml du chromate de potassium puis titrer avec du AgNO_3 jusqu'à apparition d'une coloration rouge brique.
- Calcul la concentration de Cl^- (%).

Chapitre IV : Matériel et méthode

$$Cl^- = \frac{V(\text{ml})}{PE}$$

V : volume chute de la burette (ml)

PE : prise d'essai (g)

V.3.1.4 Consistance

La consistance est représentée par la distance en centimètre (cm) parcourue par l'échantillon en 30 secondes (s) tout au long d'un canal sous l'effet de la gravité.

- Remplir le bostwick avec le produit à analyser, actionner le chronomètre une fois qu'on lâche le crochet du bostwick.
- Au bout de 30s, lire la valeur affichée sur la graduation du bostwick.

V.3.1.5 Diamètre des gouttelettes

La dispersion de l'émulsion et la taille des gouttelettes sont observées sous microscope optique.

V.3.2 Analyse microbiologique de la Mayonnaise

Les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'unité Tchina El-kseur.

Les tests auxquels sont soumises les mayonnaises destinées à la consommation humaine sont :

- Recherche de la FTAM.
- Recherche des coliformes totaux.
- Recherche des coliformes fécaux.
- Recherche des Staphylocoques à coagulase positive.
- Recherche des levures et moisissures.
- Recherche des salmonelles.

V.4 Analyse sensorielle

Une évaluation sensorielle des mayonnaises a été réalisée pour simuler l'acceptation des panélistes.

Dans le but de déterminer les propriétés organoleptiques de nos deux mayonnaises MJF et MJI codées, nous avons effectué un test discriminatif (triangulaire) et un test descriptif en fixant les critères suivants : couleur, goût et texture.

Chapitre IV : Matériel et méthode

- **Déroulement de l'analyse sensorielle**

Le panel sensoriel est composé de 10 dégustateurs experts. La séance de dégustation a eu lieu au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle de l'Université où l'ambiance générale du local (aération, température et silence), les installations et le matériel utilisés pour l'évaluation sensorielle sont contrôlés et préparés (Annexe II).

V.5 Suivi de la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle de la mayonnaise au cours du temps

Des échantillons de mayonnaise à base de jaune d'œuf de ferme frais sont soumis à un vieillissement accéléré, des analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles sont réalisées à une fréquence régulière.

Chapitre V

Résultat et discussion

VI.1 Introduction

Dans l'objectif de révéler la différence entre mayonnaise produite à base du jaune d'œuf de ferme et une mayonnaise produite à base du jaune d'œuf industriel une étude a été menée et prescrite en deux (02) parties.

La première partie concerne la caractérisation de l'œuf et du jaune d'œuf qui traite les résultats obtenus lors de l'étude comparative entre les œufs de ferme et commerciaux.

La deuxième partie comporte les données et les résultats de l'étude comparative entre les deux mayonnaises élaborées, Mayonnaise jaune de ferme frais (MJF) et Mayonnaise industrielle (MJI) sur le plan physicochimique, microbiologique et sensoriel.

Partie 1 : Œufs et Jaune d'œuf

A/Œuf

VI.1.1 Caractériser des œufs de ferme

Un total de 220 œufs répartis en 110 œufs issus d'élevages de ferme collectés régulièrement et 110 œufs de différents calibres issus d'élevages industriels sachetés ont été analysés afin de mettre en relief les caractéristiques de la qualité interne et externe des œufs issus de deux différents modes d'élevage (plein air et standard).

Les résultats de mesure des paramètres caractéristiques des œufs commerciaux et de ferme sont présentés dans le tableau ci-dessous :

hapitre V : Résultat et discussion

Tableau II: Valeurs obtenus de la caractérisation des œufs de ferme et des œufs commerciaux.

Paramètres	Œufs de ferme N= 110	Œufs commerciaux N=110	Norme
Poids (g)	57.64±0.97	52.98±0.5	50-70 (Nys et al., 2008)
Indice de forme	0.75±0.004	0.74±0.006	0.70 et 0.75 (Nau et al., 2010)
Poids de la coquille (g)	5.25±0.17	6.45±0.98	
Poids du vitellus (g)	17.67±0.41	14.86±1.12	
% vitellus	30.56±0.23	27.98±0.620	
Index vitellinique	43.98±1.93	36.42±2.03	40 et 45 (Protais, 1988)
Jaune/Blanc (%)	51.29±1.15	46±2.01	
Unité de Haugh	80.48±1.51	55.1±1.31	UH≥79 Excellent 55≤UH≤78 Bon 31≤UH≤51 Médiocre (Sauveur , 1988)

VI.1.1.1 Lepoids

Selon Nys et al. (2008), le poids de l'œuf de la poule pondeuse varie de 50 à 70 g. D'après nos résultats, nous constatons que le poids moyen des œufs de poule de ferme est plus élevé que celui des œufs du commerce. Selon (Baaziz et El-Hadi, 2017) qui ont rapporté un poids moyen des œufs ruraux de (46.99 g) nous pouvons dire déjà que les œufs de ferme sont intéressants de point de vue poids.

L'étude statistique a montré une différence significative ($P < 0.05$) du poids des deux types d'œufs. Cette différence s'explique essentiellement par le mode d'élevage et le type d'alimentation, étant donné que plusieurs auteurs ont montré qu'en plus de l'origine génétique et l'âge, il y a l'alimentation de la poule. Cependant la surconsommation des aliments les plus caloriques et la sous-consommation des aliments les moins énergétiques par la poule engendrent des conséquences sur le poids de l'œuf (Bouvarel et al., 2010).

hapitre V : Résultat et discussion

VI.1.1.2 L'indice deforme

La géométrie de l'œuf est caractérisée par un indice de forme qui varie le plus souvent entre 0.70 et 0.75 (Nau et al., 2010). L'indice de forme de notre échantillon de ferme est légèrement supérieur (0.75) à celui des échantillons du commerce (0.74).

L'étude statistique a montré qu'il n'y a pas une différence significative ($P < 0.05$) de l'indice de forme des deux types d'œufs. Toutefois, plusieurs auteurs ont constaté que l'indice de forme augmente avec l'âge des poules pondeuses et qu'au début de production, les œufs sont plutôt une forme ronde qui tend progressivement à s'allonger au cours de l'année de ponte. Cette modification de la forme de l'œuf résulte d'un affaiblissement de la tonicité musculaire de la glande coquillière chez les poules âgées (Romanoff et Romanoff, 1949 ; Travel et al., 2010).

VI.1.1.3 Poids de la coquille

Les résultats de la mesure du poids moyen de la coquille révèlent que le poids de la coquille des œufs de ferme est nettement inférieur aux poids des coquilles des œufs du commerce. En comparant nos résultats par rapport à ceux rapportés par (Veena et al., 2015) 4,19 g et 4,51g chez la coquille des œufs commerciaux de la région de Bejaia.

L'étude statistique a montré qu'il y a une différence significative ($P < 0.05$) du poids de la coquille des deux types d'œufs. Nos résultats sont en concordance avec ceux donnés par (Sauveur, 1988; Curtis et al., 2005). Ces derniers expliquent la corrélation existante entre le poids de l'œuf et le poids de la coquille. Bien que, le poids de l'œuf augmente avec l'âge de la poule, le poids de coquille s'accroît aussi moins vite que celui de l'œuf, ce qui se traduit par une baisse du pourcentage de coquille où la gravité de l'œuf est relativement rapide en début de ponte et qui se ralentit par la suite.

VI.1.1.4 Poids du vitellus

Notre échantillon de ferme rapporte un poids vitellinique moyen de $17.67g \pm 0.41$ avec un pourcentage vitellinique de 30.56 %, alors que l'échantillon commercial possède un poids vitellinique inférieur qui est de $14.86 g \pm 1.12$, avec un pourcentage vitellinique de 27.98%.

Les résultats obtenus sont en corrélation avec ceux de Ternes et al., (1994) et de Benabdeldjalilet Mérat., (1995) qui rapportent respectivement un poids du vitellus qui varie de 16 à 20g avec un pourcentage vitellinique de 26.7% et 32.8% chez les souches ISABrown.

Selon Leclerq et al., (1970), la quantité d'aliments déposée dans l'œuf au niveau de l'oviducte est sensiblement proportionnelle à la taille du vitellus. Cette proportion

hapitre V : Résultat et discussion

caractéristiquedelapouleévolueavecl'âgedel'animalaplacedel'œuf.Cesmêmesauteurs démontrentclairementquelescomposantsmajeursdurégimealimentairestelsquelesgraisses et les acides aminés sont capables de changer le poids du jaune d'œuf.

VI.1.1.5 Index vitellinique

L'index vitellinique est un indicateur pertinent de la qualité de la membrane vitelline qui entoure le jaune d'œuf (EFSA, 2014).

La résistance de la membrane vitelline peut être considérée comme une mesure de fraîcheur de l'œuf. Pendant le processus de cassage des œufs, la membrane vitelline doit rester intacte pour permettre une séparation efficace du blanc et du jaune d'œuf. Sa résistance est un paramètre crucial pour améliorer la qualité des ovoproduits (EFSA,2014).

Les index vitelliniques des échantillons issus d'élevage de ferme et commercial sont respectivement de 43.98 et de 36.42. Néanmoins l'index vitellinique des œufs de ferme est en accordaveclesrésultatsobtenusparProtais(1988),quisituel'indexvitelleniqueentre40et45 pour un œuffrais.

Au cours du stockage les œufs vieillissent, l'eau migre de l'albumen vers le vitellus. Selon Staldelman et Cotteril., (2007), la dégradation de l'acide carbonique rend l'albumen aqueux.Lejauned'œufabsorbel'eaudublancd'œufàtraverslamembranovitellinepour tenter d'égaliser la concentration (pression) entre les deux phases ceci entraîne le gonflement du vitellus qui exerce à son tour une pression sur la membrane vitelline. Cette pression fait passer le jaune d'œuf d'une forme sphéroïde à une masse ronde et flasque (Watkins,2007).

VI.1.1.6 Rapport Jaune/Blanc

Les œufs de ferme manifestent leur supériorité pour le caractère J/B avec un rapport de 51.29% et 46% pour les œufs commerciaux, Nos résultats rejoignent ceux de Moula et *al.*, (2009)rapportantquelesraceslocalesbelges(ArdennaiseetFamennoise)présententdesratios plus élevés que celui de la souche Lohmann (53,94et 48,92% contre43,13%).

L'évolution des proportions de jaune et d'albumen est liée principalement à l'origine génétique, à l'âge de la poule et au poids de l'œuf. La valeur nutritionnelle globale de l'œuf dépend essentiellement de la proportion relative de blanc et de jaune, plus la poule prend de l'âge plus l'œuf contient plus de jaune (Zita et *al.*, 2009).

hapitre V : Résultat et discussion

VI.1.1.7 Unité deHaugh

Selon Sauveur (1988), l'unité de Haugh est une méthode de mesure de la qualité de l'œuf en termes de fraîcheur. Les œufs dont l'unité de Haugh est de 79 (AA) sont considérés comme « excellent », une valeur comprise entre 55 et 78 (A) signifie que l'œuf est bon. Une valeur de 31 à 51 (B) signifie que l'œuf est de qualité médiocre (Sauveur, 1988). Selon nos résultats(voir tableau II) . Les œufs des deux échantillons expérimentaux sont classés dans la classe AA et A soient 80.48 pour les œufs de fermes et 55.1 pour les œufs commerciaux.

Les œufs de fermes sont d'une excellente qualité selon le barème établi par Sauveur (1988), ceci revient aux conditions de conservation et l'application des bonnes pratiques d'hygiène. Ces derniers ont été conservés par réfrigération à 4°C juste après la ponte ce qui permet aux œufs de garder leur fraîcheur du premier jour pour une longue durée et retarde la diminution des unités de HAUGH, contrairement aux œufs commerciaux qui étaient à température ambiante.

Il a été confirmé qu'au cours du stockage des œufs à température ambiante, l'unité de Haugh diminue, cette dernière est due et s'explique par la dégradation d'acide carbonique du blanc d'œuf. Laproductiondu dioxydedecarboneetdel'eau enconséquence l'évaporationdu dioxyde de carbone et l'eau à travers les pores de la coquille de l'œuf engendre une augmentation du pH de l'albumen, et une altération de la structure du blanc d'œuf dont la structuredublanc d'œufchangesastructuredugeletversunaspectaqueux,cequientraîneune perte de l'unité Haugh des œufs (Anurdha et *al.*,2020).

B/-Jaune d'œuf

VI.1.2 Analyses physico-chimiques du jauned'œuf

Les résultats des analyses physico-chimiques des jaunes d'œuf sont illustrés dans le **tableau n° III**.

Tableau III: Résultats des paramètres physico-chimiques des jaunes d'œufs.

	JF	JI	Valeur de référence
pH	6.33	7.2	≥5.9 (CEE-ONU, 2010)
Aw	0.882	0.871	0.82 (Makhlouf, 1983)
Extrait sec %	53.45	49	≥43 (CEE-ONU, 2010)

VI.1.2.1 pH

Le pH du jaune d'œuf de ferme frais est de 6.33, celui-ci est inférieur à celui du jaune d'œuf industriel qui est de 7.2.

Selon Anton et *al.*, (2010), le pH du jaune d'œuf soumis à un traitement thermique est de 6.1 tandis que celui du jaune d'œuf de ferme frais est de 6.5. Les résultats obtenus ne sont pas en total corrélation avec ceux de cet auteur.

VI.1.2.2 Activité del'eau

L'aw du jaune d'œuf industriel est de 0.871, celle-ci est inférieure à celle du jaune d'œuf frais qui est de 0.882.

La pasteurisation a eu un effet positif sur l'échantillon pasteurisé, ceci entraîne la prolongation de sa durée de conservation. Ces valeurs trouvées correspondent aux valeurs de Makhlof, (1983), qui dicte que l'aw du jaune d'œuf est de 0.82.

Selon Anton et *al.*, (2010), La concentration de l'œuf entier par un facteur (soit environ 48% d'extrait sec final) associée à un ajout de sucre à 50% ou de sel à 9% permet en effet d'atteindre des aw respectivement de 0,80 et 0,85.

VI.1.2.3 Extraitsec

Les extraits secs des jaunes d'œufs industriel et frais sont respectivement de 49 et de 53.45. Nos résultats sont en accord avec ceux de Kiosseoglou, (1989) et de Thaponet Bourgeois (1994) et Li-Chan et *al.*, (1995) qui qualifient que l'extrait sec du jaune d'œuf est proche de 50%.

Anton et *al.*, (2010) jugent que l'extrait sec du jaune d'œuf varie de 42 à 45%, Ces variations sont essentiellement liées aux performances du matériel (qualité de la séparation blanc-jaune).

VI.1.3 Analyse microbiologique du jaune d'œuf de ferme frais et industriel

Le risque de contamination par les microorganismes et notamment par Salmonella, est une préoccupation majeure de la filière œufs et ovoproduits.

Bien que le contenu de l'œuf provenant d'un élevage sain soit en général stérile, le cassage entraîne systématiquement la contamination du blanc et du jaune par contact avec les coquilles souillées, conduisant ainsi à des ovoproduits très périssables. De nombreux microorganismes peuvent ainsi contaminer les ovoproduits. La maîtrise de leur qualité microbiologique est un impératif.

hapitre V : Résultat et discussion

Le cassage de l'œuf entraîne une contamination systématique du contenu de l'œuf qu'une fois cassé, perd une grande partie de ses défenses antimicrobiennes naturelles, l'entier et le jaune sont en effet des milieux parfaitement adaptés au développement des microorganismes, pour la destruction des microorganismes est essentiellement réalisé par traitement thermique de l'ordre de 65 à 68°C pendant 5 à 6 min pour l'entier et le jaune associé à une réfrigération. Ces barèmes permettent des niveaux de destruction satisfaisants pour les flores végétatives, mais sont inefficaces sur les flores thermorésistantes et notamment les formes sporulées (Baron et Jan, 2010).

Avant toute commercialisation des ovoproduits, il est nécessaire d'assurer la qualité microbiologique des ovoproduits. La réglementation algérienne exige la recherche et le dénombrement des germes suivants : germe aérobic, coliforme totaux, coliforme fécaux, staphylocoques et lessalmonelles (JORAN°39, 2 juillet 2017). L'industrie effectue uniquement la recherche des germes, la présence des germes dans un seuil supérieur à la norme, le produit est dit non conforme.

En se référant au journal officiel algérien N°39, (2017), les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les deux types de jaune d'œuf (de ferme frais et industriel) sont d'une qualité satisfaisante d'où l'absence de tous les germes réglementés (Annexe III)

Selon CEE-ONU (2017), La température interne de l'ovoproduit doit être maintenue à $\geq 0^\circ$ et $\leq +4^\circ$ C en tout temps après l'emballage et la réfrigération ultérieure. Le stockage des œufs à 4°C a un impact significatif sur la sécurité tribale des œufs, la réfrigération retarde le processus de vieillissement des œufs en préservant ses propriétés antimicrobiennes du blanc (Chen et al., 2005).

VI.1.4 Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique du jaune d'œuf de ferme au cours du stockage

Un échantillon de jaune d'œuf a été préparé pour effectuer le suivi du jaune d'œuf stocké à 4°C au cours du temps.

Des mesures physico-chimiques (pH, aw) et microbiologiques ont été effectuées pour étudier le comportement du jaune d'œuf de ferme liquide frais (JFF) au cours du stockage par réfrigération à 4°C pendant une (1) semaine.

hapitre V : Résultat et discussion

Les résultats montrent que le pH varie généralement de 6.33 à 6.46. Pendant le stockage, une légère diminution des valeurs du pH de l'échantillon est enregistrée et mentionnée dans la figure ci-dessous.

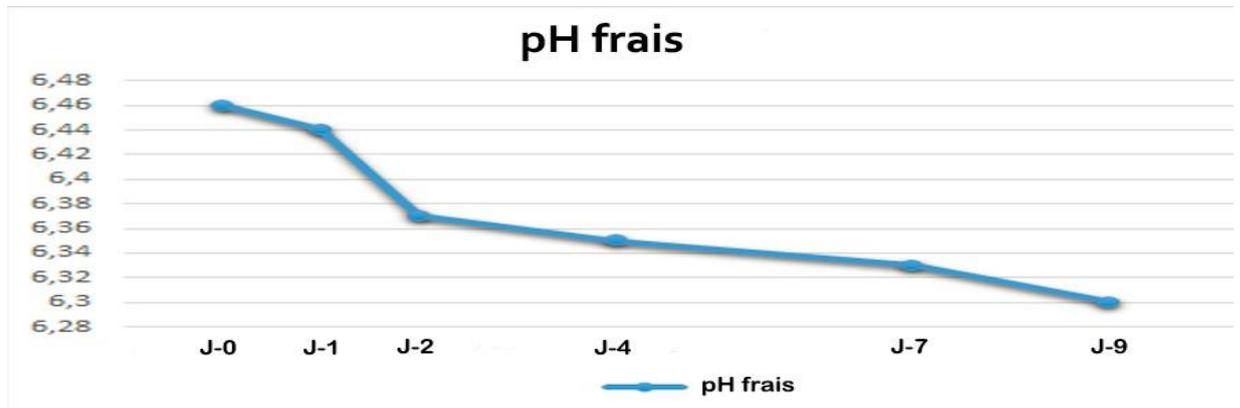


Figure 10: Evolution du pH du JFF au cours de l'entreposage.

Nos résultats sont conformes aux normes citées dans le CEE-ONU, (2010) où le pH minimal du jaune d'œuf liquide est de 5.9.

L'activité de l'eau (a_w) représente une mesure indirecte de la quantité d'eau libre présente dans une matrice (Baron et Jan, 2010).

Les valeurs de l'activité de l'eau du JFF résumées dans la figure n°11 varient de 0.84 à 0.974. Une augmentation significative d' a_w est notée. En revanche, l'augmentation d' a_w favorise le développement bactérien à un seuil supérieur à 0.91 (Baron et Jan, 2010).

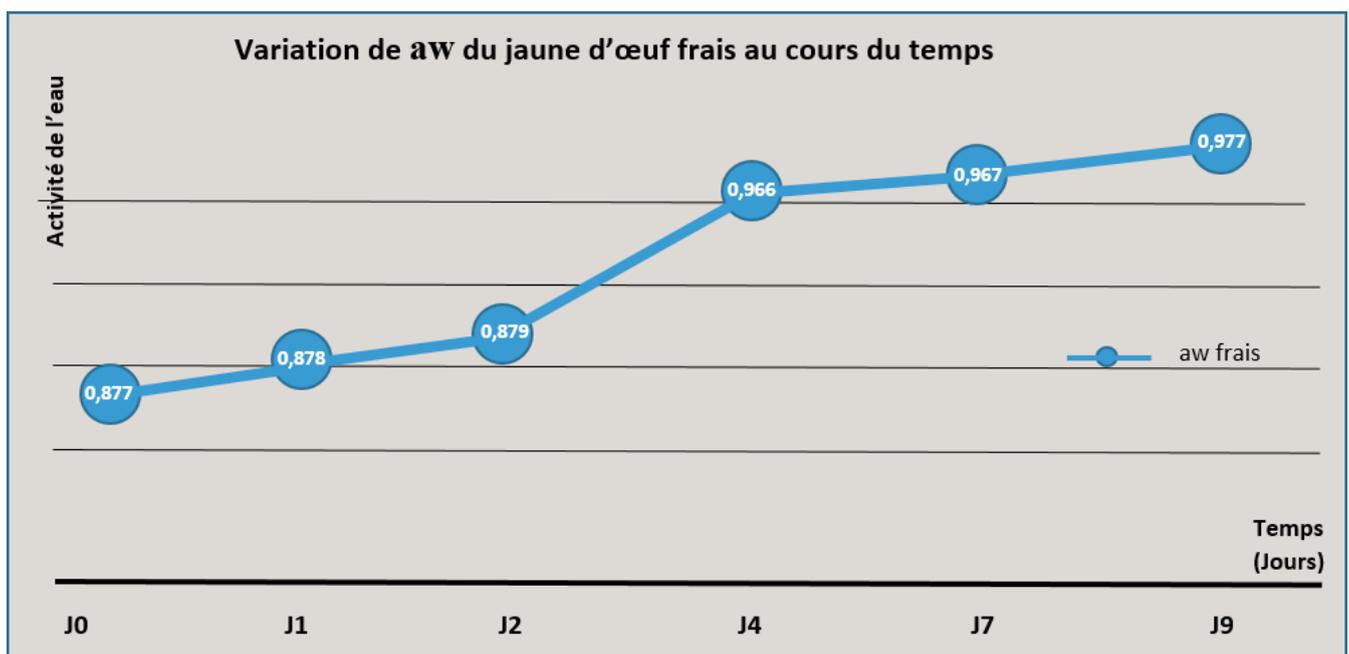


Figure 11: La variation d' a_w du JFF au cours de l'entreposage.

hapitre V : Résultat et discussion

Tableau IV: Résultats de l'analyse microbiologique du jaune d'œuf frais au cours du stockage.

Temps / Jours	Jaune d'œuf de ferme frais						Norme
	J1	J2	T3	T ₃	T7	T ₈	
Germe aérobie UFC/g	ARS	ARS	ARS	ARS	ARS	ARS	10 ⁵
Coliformes Fécaux UFC/g	ARS	ARS	ARS	ARS	ARS	ARS	10 ²
Coliforme Totaux UFC/g	ARS	ARS	ARS	ARS	900	IND	10 ²
Staphylocoques UFC/g	ARS	ARS	ARS	ARS	ARS	ARS	10 ²
Salmonelle UFC/25g	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	Absence dans 25g
Interprétation	Qualité satisfaisante	Qualité satisfaisante	Qualité satisfaisante	Qualité satisfaisante	Qualité non satisfaisante	Qualité non satisfaisante	

ARS : rien à signaler, IND : indénombrable, UFC : unité formant colonie, g : gramme

Partie 2 : Mayonnaise

VI.2 Introduction

Dans cette partie, nous nous sommes intéressées aux résultats de l'analyse physico-chimique des deux (02) mayonnaises élaborées Mayonnaise avec jaune de ferme frais (MJF) et Mayonnaise avec jaune d'œuf industriel (MJI).

VI.2.1 Analyse physicochimique de la mayonnaise

VI.2.1.1 Potentiel d'Hydrogène

Selon Synder, (2008), le pH de la mayonnaise doit se situer dans la fourchette de 4.1 ou moins.

Le pH de la mayonnaise MJF corrobore avec le pH de la MJI et en corrélation absolue avec la norme interne de l'entreprise ainsi qu'au résultat de Ferial et *al.*, (2008) d'où le pH de son produit est situé entre 3.59 ± 0.01 et 3.63 ± 0.01 .

VI.2.1.2 L'acidité

L'acidité de la MJF est en accord avec celle de la MJI. L'acidité des deux mayonnaises est conforme aux normes internes de l'entreprise ainsi qu'à ceux de Miedviedieva, (2016) d'où l'intervalle est situé entre 0.18 et 0.51. En revanche, l'acidité dépend principalement de la recette, de la préférence et de la culture de la population destinées.

VI.2.1.3 Teneur en sel

Le sel est un exhausteur de goût et un composant important de la mayonnaise, il est utilisé à une dose précise car il contribue à la fois comme élément de la saveur, pour favoriser la stabilisation de la mayonnaise. Son ajout vient de la nécessité d'améliorer la sapidité à la consommation, il permet également de ralentir le développement de certains micro-organismes et aide à l'amélioration de la durée de conservation (Depree et Savage, 2001).

La teneur en sel des mayonnaises produites est conforme à la norme interne de l'entreprise et en accord avec les résultats obtenus par Khadijeh et *al.*, (2021), d'où la teneur en sel de leur produit est comprise entre (1.47-1.7).

VI.2.1.4 Consistance

La consistance des deux mayonnaises (MJI et MJF) est conforme à la norme interne de l'entreprise, cependant la MJF est plus consistante que la MJI ce qui peut être relié à la composition du jaune d'œuf notamment à la teneur en phospholipides, à la capacité émulsifiante du jaune d'œuf de ferme utilisé et/ou au traitement thermique effectué sur le jaune d'œuf industriel.

hapitre V : Résultat et discussion

La détermination de la capacité émulsifiante des deux jaunes d'œufs utilisés à leur état frais et pasteurisé est nécessaire car selon Bengoechea et *al.*, (2012), la présence d'un jaune d'œuf pasteurisé dans la mayonnaise conduit à un indice de consistance plus élevé que celui obtenu avec le jaune d'œuf frais.

VI.2.1.5 Diamètre des gouttelettes

La distribution de la taille des gouttelettes d'huile dispersée dans la mayonnaise influence le goût, la texture, la viscosité, l'apparence et la stabilité de l'émulsion les petites gouttelettes ont une pression inter-faciale plus grande et une pression interne plus élevée que les grosses gouttelettes ce qui entraîne une viscosité, une limite d'élasticité et une texture plus élevée. L'huile est présente sous forme de gouttelettes dispersées (Anonyme5, 2021).

Une observation microscopique est effectuée pour caractériser la structure de l'émulsion. La photographie de l'émulsion de la MJF et de la MJI (H/E) sont présentées dans les figures 12 et 13.

La photographie microscopique de la MJF nous montre la bonne dispersion des gouttelettes d'huile dans la phase aqueuse. Leurs diamètres varient de 3 à 10 microns avec une valeur moyenne de 5 microns, l'émulsion est dite fine et homogène. Tandis que la photographie de la MJI indique un diamètre 3 à 15 microns dont la valeur moyenne est de 5 microns. Cette variation est probablement liée au processus de production, au débit d'ajout d'huile, au temps et à la vitesse de son cisaillement.

Selon Harrison et Cunningham, (1985), L'apparence de l'émulsion est principalement influencée par la taille des particules de la phase dispersée. Une taille de particule de 0,5 à 5 microns donne une émulsion opaque.

Les petites gouttelettes d'huile réfractent la lumière différemment des grosses gouttelettes, produisant une mayonnaise plus blanche (Anonyme5, 2021).

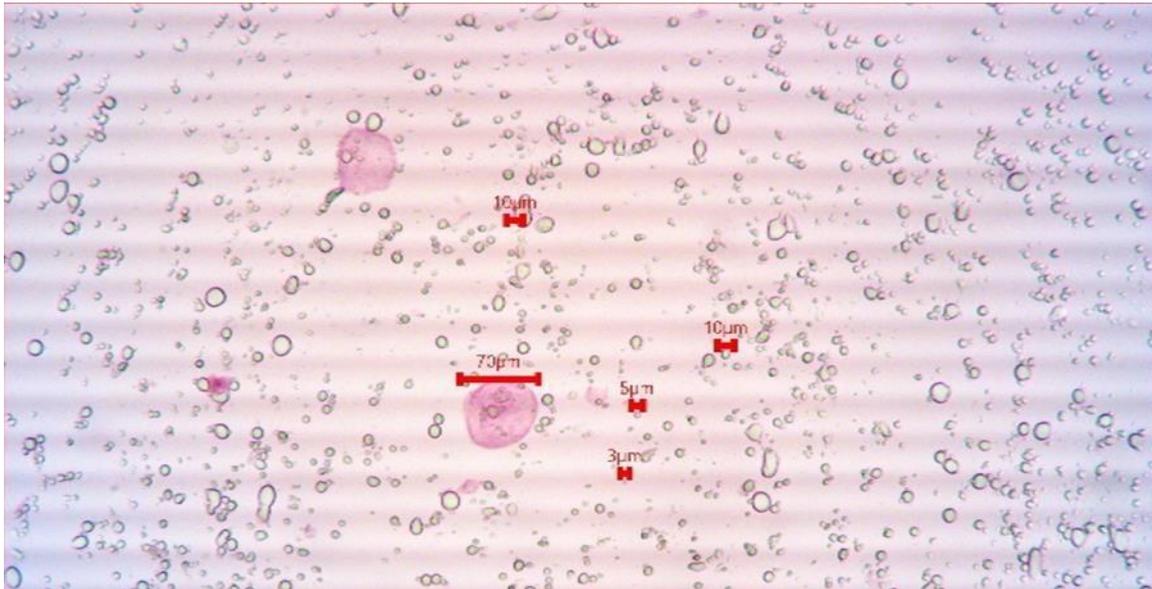


Figure 12:Image microscopique du diamètre des gouttelettes de la mayonnaise à base de jaune d'œuf de ferme.

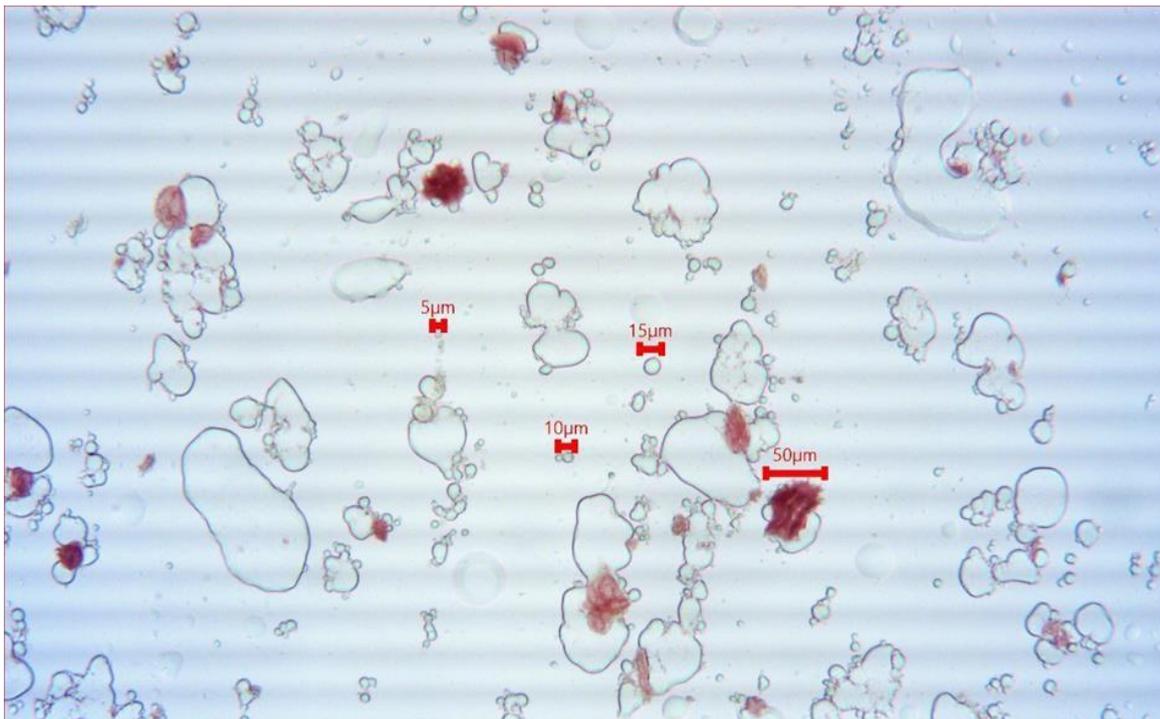


Figure 13:Image microscopique du diamètre des gouttelettes de la mayonnaise à base de jaune d'œuf industriel.

hapitre V : Résultat et discussion

VI.2.2 Analyse microbiologique de lamayonnaise

La préoccupation concernant les bactéries dans la mayonnaise est principalement enracinée dans le fait que la mayonnaise est faite avec du jaune d'œuf cru c'est pourquoi que l'analyse microbiologique du produit est indispensable afin d'assurer la sécurité du consommateur.

Les résultats de l'analyse microbiologique des deux mayonnaises élaborées sont mentionnés dans le tableau suivant.

Tableau V: Résultats microbiologique des mayonnaises produites.

	MJF	MJI	Norme
Germe aérobie (UFC/g)	20	20	10 ⁵
Coliforme totaux (UFC/g)	ARS	ARS	10 ²
Coliforme fécaux (UFC/g)	ARS	ARS	10 ²
Staphylocoque (UFC/g)	ARS	ARS	10 ³
Levures et moisissures (UFC/g)	ARS	ARS	10 ³
Salmonelles (UFC/25g)	ABS	ABS	ABS dans 25g
Interprétation	Qualité satisfaisante	Qualité satisfaisante	

ARS : rien à signaler, UFC : Unités Formant Colonies, ABS : Absence

Qualité satisfaisante : produit de qualité microbiologique satisfaisante.

En se référant à la réglementation algérienne, les résultats des analyses microbiologiques effectués sur les deux échantillons de mayonnaises sont fournis dans le tableau ci-dessus.

Les analyses microbiologiques révèlent que les deux (02) produits élaborés sont conformes et de qualité satisfaisante. La présence des germes aérobies n'influe pas la qualité microbiologique des produits car elle est inférieure au seuil de tolérance qui est de 10⁵ UFC/g (JORA N°39 du 11juillet 2017).

hapitre V : Résultat et discussion

VI.2.3 Analyse Sensorielle des mayonnaises élaborées

L'analyse sensorielle a été effectuée par deux tests : un test triangulaire réalisé dans le but de déterminer s'il y a des différences perceptibles entre la mayonnaise à base de jaune d'œuf de ferme et la mayonnaise à base de jaune d'œuf industriel.

VI.2.3.1 Test triangulaire

D'après les résultats du test triangulaire, le nombre de réponses total est de 10 et le nombre de réponses juste est de 7.

En utilisant la table du test triangulaire et en se basant sur la loi binomiale, il existe une différence significative entre les deux mayonnaises au seuil de 5%.

VI.2.3.2 Analyse Sensorielle des mayonnaises élaborées par un jury expert

- **Caractérisation du produit**

La couleur est la caractéristique qui varie le plus entre les deux échantillons de mayonnaises, elle possède le pouvoir discriminatif le plus élevé. En revanche, le goût et la texture ont un pouvoir discriminatif le plus faible, leurs intensités ne varient pas significativement entre les échantillons (figure n°14).

➤ **Pouvoir discriminant par descripteur**

D'après les résultats représentés dans la figure n° 14, les deux échantillons de mayonnaises diffèrent essentiellement de point de vue couleur, cependant il n'y a pas de différence flagrante pour les paramètres goût et texture. La couleur possède le pouvoir discriminatif le plus élevé.

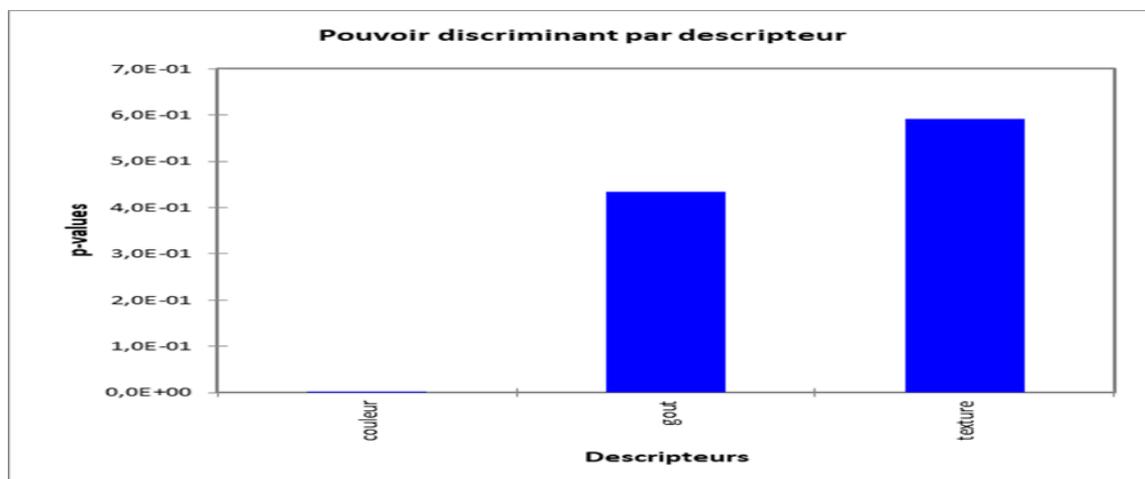


Figure 14: Pouvoir discriminant par descripteur.

hapitre V : Résultat et discussion

➤ Coefficient demodèle

D'après les histogrammes représentés dans les figures n°15 et 16, le produit industriel (123) est caractérisé par une faible intensité de couleur en le comparant à la MJF (958).

Lesdeuxproduitssontdifférentsdepointdevuecouleur,tandisquelegoûtetlatexture sont proche de lamoyenne.

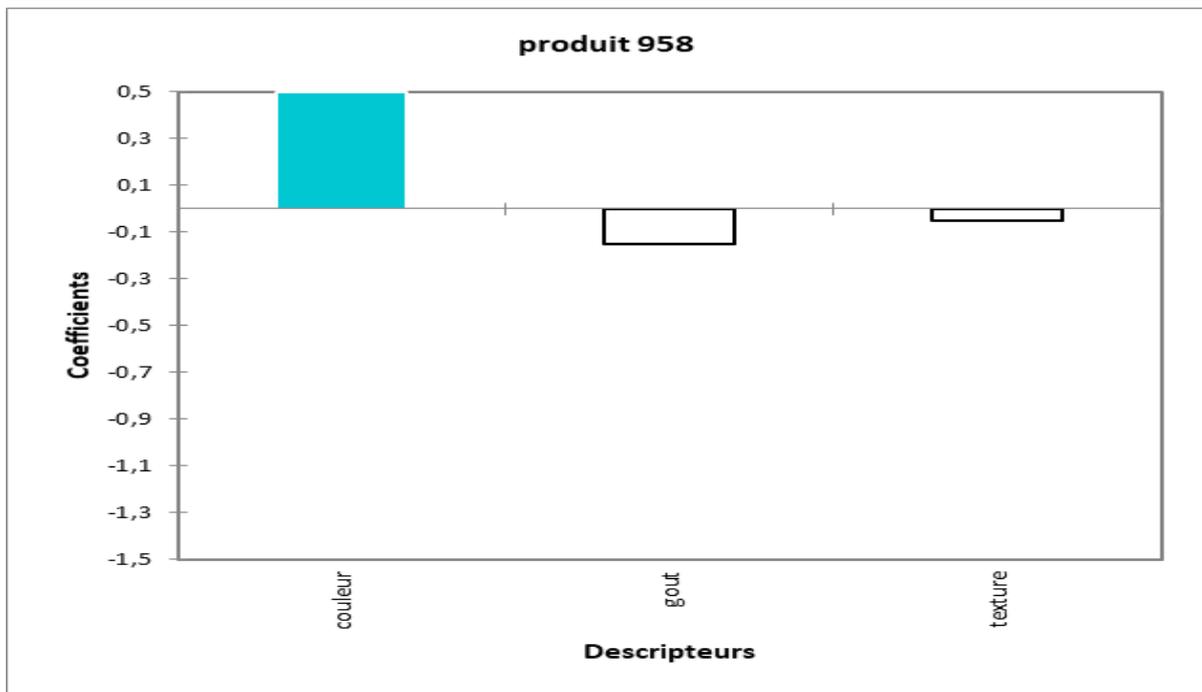


Figure 15: Coefficient de modèle de l'échantillon 958.

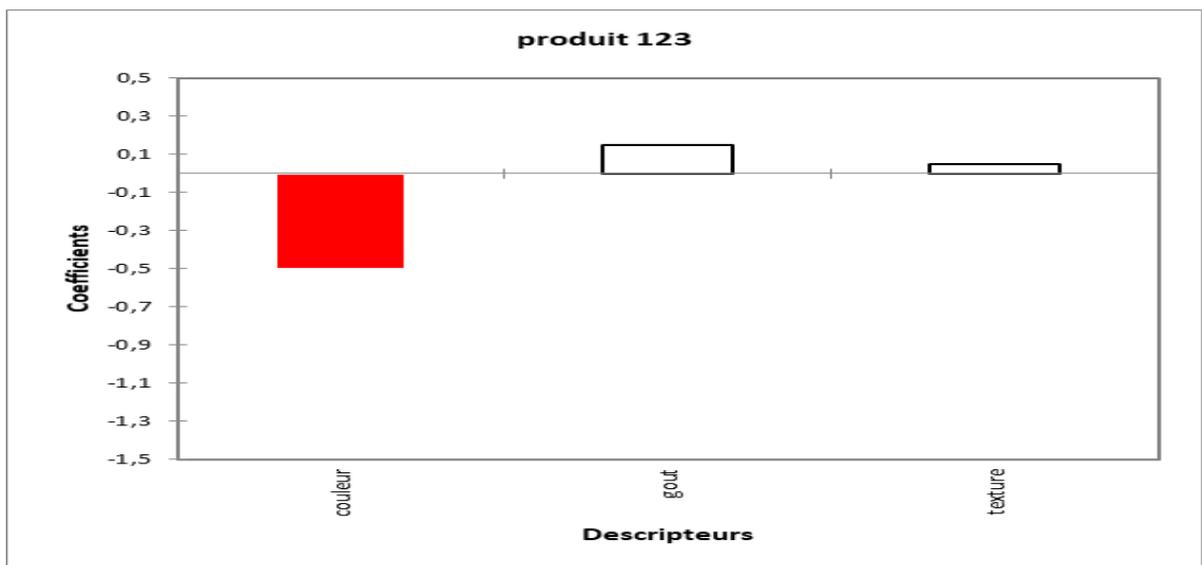


Figure 16: Coefficient de modèle de l'échantillon 123.

➤ Analyse en composante principale (ACP)

hapitre V : Résultat et discussion

D'après les résultats représentés dans la figure n°17, la texture et le goût sont en corrélation. En revanche la couleur est indépendante des caractéristiques citées précédemment.

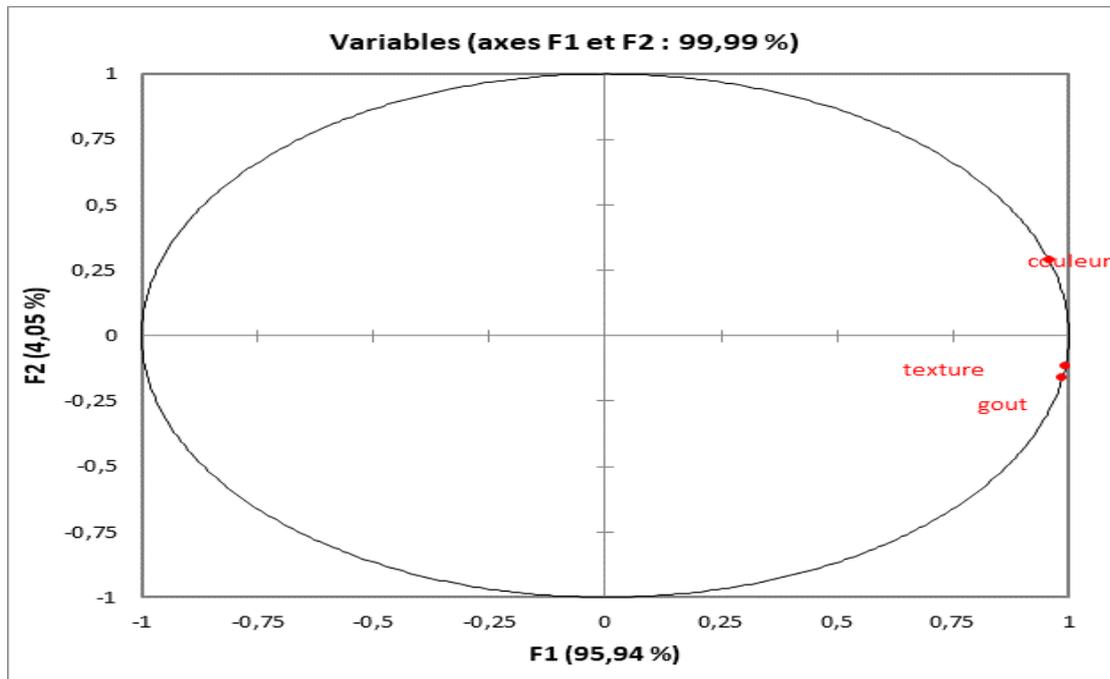
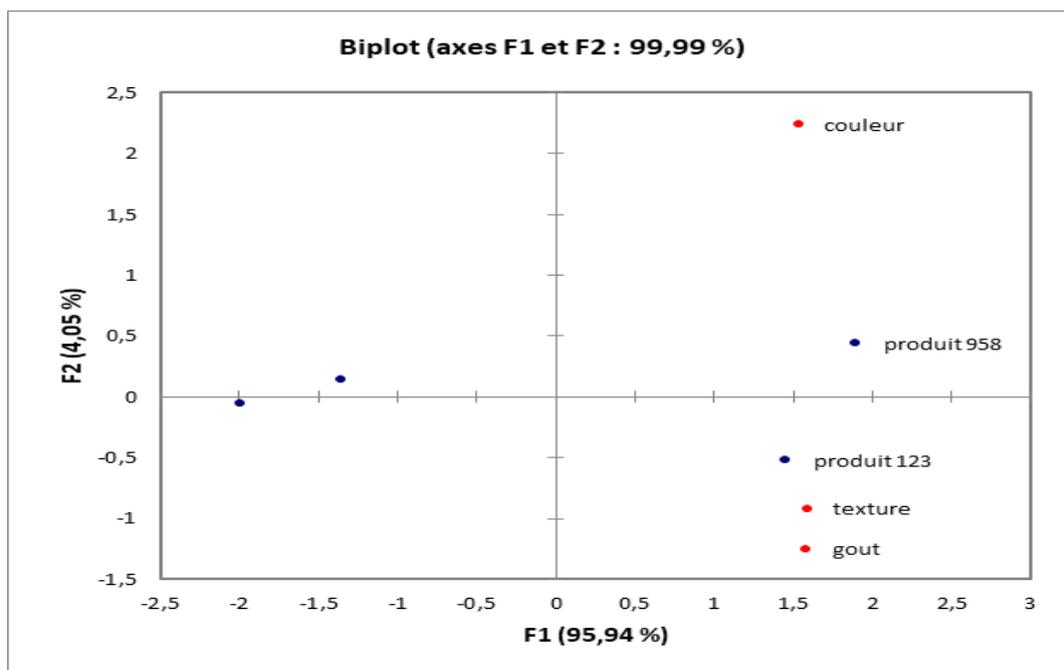


Figure 17: Corrélation entre les variables et les facteurs.

➤ Carte PREFMAP pour lesmayonnaises.

Les résultats de la carte PREFMAP sont donnés dans la figure suivante.



hapitre V : Résultat et discussion

Figure 18: Carte PREFMAF pour les mayonnaises.

D'après la carte PREKMAF l'échantillon de la mayonnaise MJF est plus apprécié par les évaluateurs de point de vue couleur.

La mayonnaise MJI est un peu plus appréciée par les évaluateurs, elle est caractérisée par une texture en bouche plus lisse et une consistance plus faible que la MJF.

VI.2.4 Suivi de la stabilité de lamayonnaise

La sécurité des aliments constitue l'une des préoccupations majeures des entreprises agroalimentaires et des consommateurs, pour cela un délai de conservation doit être déterminé.

Dans un premier temps le délai de conservation est déterminé par un test de vieillissement accéléré qui consiste à vieillir les produits de façon prématurée, il permet de simuler rapidement l'évolution du produit en le conditionnant dans un environnement spécifique et/ou en lui soumettant des contraintes particulières. Par conséquent, le test de vieillissement permet d'obtenir des résultats dans un laps de temps plus court ce qui constitue un avantage considérable notamment pour réduire les temps dans le cadre de projets d'innovation (Andrianina, 2018).

L'échantillon MJF est mis en étuve à une température donnée pendant une durée de 3 mois, au bout de laquelle l'ensemble de ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielle sont contrôlés.

- **pH et acidité**

Le pH de la mayonnaise à faible acidité varie de 3,6 à 4,0. La meilleure viscoélasticité et la meilleure stabilité sont observées lorsque le pH est proche du point isoélectrique du jaune d'œuf (Depree et *al.*, 2001).

La surveillance du pH est essentielle pour garantir la qualité de la mayonnaise, car une diminution du pH peut avoir un effet pro-oxydant (Acobsen et *al.*, 2001).

Malgré un meilleur goût, la mayonnaise à faible acidité, se dégrade rapidement à faible pH (Jaeger et *al.*, 2012). Le principal risque d'un pH bas est la multiplication des Salmonelles, car le jaune d'œuf est un milieu de culture naturel, facilitant la survie de l'agent pathogène (Kishk et *al.*, 2013).

hapitre V : Résultat et discussion

Aucoursdel'entreposage, lesrésultatsobtenusmontrentunestabilitédel'aciditéetdu pHdelamayonnaise(MJF)jusqu'àT₂.MalgrélastabilitédupHaucoursdel'entreposageune augmentation de l'acidité est notée à T₃, celle-ci peut être attribuée principalement à l'activité des micro-organismes tolérants aux acides, tels que les bactéries lactiques présentes dans la phase aqueuse de la mayonnaise. En outre, les augmentations de l'acidité peuvent être causées par l'activité des enzymes hydrolytiques et oxydatives présentes dans les œufs (Kishk et *al.*, 2013).

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur la MJF sont fournis dans le **tableau n°VI**.

Tableau VI: Résultats microbiologiques du suivie de la stabilité de la mayonnaise à base du jaune d'œuf de ferme frais.

	Mayonnaise jaune d'œuf de ferme frais				Norme
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
Germe aérobie UFC/g	ARS	ARS	ARS	ARS	10 ⁵
Coliforme fécaux UFC/g	ARS	ARS	ARS	ARS	10 ²
Staphylocoque UFC/g	ARS	ARS	ARS	ARS	10 ³
Levure et moisissure UFC/g	ARS	ARS	ARS	ARS	10 ³
Salmonelle UFC/25g	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS dans 25g
Interprétation	Qualité satisfaisante	Qualité satisfaisante	Qualité satisfaisante	Qualité satisfaisante	

ARS : rien à signaler, ABS : absence, UFC : unité formant colonie

En se référant au JORA 2019 n°39, la MJF a maintenu sa qualité microbiologique satisfaisante jusqu'à T₃. Ceci peut revenir à la stabilité du pH du produit.

hapitre V : Résultat et discussion

Malgré l'absence des germes recherchés, une acidification du milieu de la MJF est apparue à T₃, ceci peut probablement être lié au développement des germes acidophiles telque les bactéries lactiques et/ou lesentérobactéries.

D'un point de vue sensorielle l'échantillon MJF a maintenu ses propriétés organoleptiquesjusqu'àT₂àsavoirle goût,l'odeur,latextureetlacouleur. AT₃unealtération desparamètressensorielsduproduitestapparue:dégradationdecouleur,développementd'un gout de rance et dégagement d'une odeur désagréable ceci est probablement due à l'oxydation des lipides accélérée par la température d'incubation.

L'altération de la texture peut être liée à l'hydrolyse des hydro-colloïdes par des enzymes hydrolytiques présentes naturellement dans lejauned'œufdefermenon pasteuriséou synthétisées par desmicroorganismes.

L'exposition de l'échantillon stocké dans un flacon en Plastique à des températures sévères provoque une interaction contenu-contenant qui peut être l'une des causes majeures d'altération du produit.

Conclusion

Conclusion

A travers notre objectif de formulation d'un nouveau produit naturel à l'échelle industrielle, nous avons pu mettre en pratique des méthodes de caractérisation recommandées et exigées par la réglementation européenne et de construire une base de données préliminaire de l'identification de la qualité des œufs et des ovo-produits nécessaires dans le cadre de la sécurité alimentaire.

Les résultats de la caractérisation interne et externe des œufs étudiés confirment leurs qualités et leurs classifications selon la réglementation européenne CE/889/2008. Cependant, les œufs de ferme sont d'une excellente qualité en raison de la valeur élevée de l'index vitellinique et de l'unité de Haugh qui est estimée à 82.94 ± 4.64 , tandis que, les œufs locaux sont d'une bonne qualité avec une valeur de l'unité de Haugh nettement inférieure estimée à 59.37 ± 4.18 .

Nous confirmons que les œufs de ferme contiennent plus de vitellus et moins d'albumen que les œufs industriels.

Les résultats de la caractérisation physico-chimique des mayonnaises fabriquées confirment qu'elles sont conformes aux normes internes de l'entreprise. Et les résultats des analyses microbiologiques ont révélé l'absence totale des germes notifiés par la réglementation Algérienne.

L'application du test triangulaire dans l'analyse sensorielle des mayonnaises formulées a distingué la mayonnaise à base de jaune de ferme ceci s'explique essentiellement par la teneur remarquable de matière sèche du jaune d'œuf de ferme qui est de 53.45 du rapport jaune/blanc qui est 45.77 ± 9.03 et bien évidemment du pourcentage du vitellus qui est 30.56 ± 0.23 . Les œufs de ferme contiennent plus de vitellus et moins d'albumen que les œufs industriels.

L'étude de la stabilité de la mayonnaise et du jaune d'œuf de ferme est plus courte par rapport à celle de la mayonnaise industrielle ce qui fait de la mayonnaise à base de jaune d'œuf de ferme un produit de terroir du marché noble.

Pour conclure, l'intensification de la concurrence internationale, les résultats obtenus sont encourageants dans la mesure où ils permettent non seulement le développement de produits alimentaires locaux de qualité mais aussi une meilleure valorisation des espèces avicoles locales.

Conclusion

Cette étude nécessite d'être complétée par un certain nombre de travaux tels que :

- ✓ La compréhension des propriétés des émulsions préparées à partir de jaune d'œuf à travers la détermination de sa composition lipidique, ses propriétés technofonctionnelles et le suivi des propriétés émulsifiantes du jaune d'œuf au cours de l'entreposage.
- ✓ Etude de stabilité de la mayonnaise jaune d'œuf de ferme en temps réel.
- ✓ Etude comparative entre des œufs issus de poule jeune et des œufs de poule âgée.
- ✓ Recherche de la flore de contamination dans l'œuf et la mayonnaise au cours du stockage.
- ✓ Formulation de la mayonnaise à base de colorant et antioxydants naturels.
- ✓ Effet du traitement thermique sur les propriétés du jaune d'œuf de ferme.
- ✓ Etude du comportement rhéologique de la mayonnaise au cours de l'entreposage

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abu-Salem, F. M. et Abou-Arab, A.A. (2008). Chemical microbiological and sensory evaluation of mayonnaise prepared from ostrich eggs. *Grasas Y Aceites*, 59(4), 352-360

<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/download/529/544>

AFNOR. (1982). Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Paris, France : AFNOR.

Akouango, F., Mouango, F. et Ganongo, G. (2004). Phénotypes et performances d'élevage chez des populations locales de volailles à Brazzaville. *Cahiers Agriculture*, 13(3), 257- 262.

Alves Gomes, I., Gomes, F., Freitas-Silva, O. et Lima da Silva, J.P. (2017). Ingredients of mayonnaise: Future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts.

Anderson, K., Thamington, J., Curits, P. et Jones, F. (2004). Shell Characteristics of Eggs from Historic Strains of Single Comb White Leghorn Chickens and the Relationship of Egg Shape to Shell Strength. *International Journal of Poultry Science*, 3(1), 17-19.

Andrianina, H. M. (2018). *Méthodologie de tests de vieillissement accélérés et évaluation de la qualité des produits finis Cas de la Société JB Amboditsiry–Antananarivo* [Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome et du grade master. École supérieure des sciences agronomiques d'Antananarivo].

http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/andrianinaHanitriniainaM_AGRO_MAST_18.pdf

Angrand, A. (1986). *Contribution à l'étude de la qualité commerciale des œufs de consommation de la région de Dakar (Sénégal)*. [Thèse de doctorat. École inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires (EISMV)]. <http://www.beep.ird.fr>.

Anton, M., Belhomme, C., Sirvente, H., Beaumal, V. et David-Briand, E. (2009). What are the key points to understand the physicochemical and biological activities of egg compounds ? 215-224.

Anton, M. et Axelos, M. (2010). La construction des aliments : une question pour la chimie. 978-2-7598-0562-4, (171).

Anton, M., Nau, F., Lechevalier, V., Guerin-Dubiard, C. et Croguenne, C. (2010). Les ovoproduits : des ingrédients fonctionnels pour des matrices complexes. *INRA Prod. Anim.*, 23(2), 215-224.

Références bibliographiques

Anton, M. (2013). Egg yolk: structures, functionalities and processes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (12), 2871-2880.

Araújo JMA. Química de Alimentos :Teoria e Prática. (1995). Viçosa-MG :Imprensa Universitária.

Baldwin R, E. (1986). Functional properties of egg in food. In: *Egg science and technology*.

Baaziz, K. et El-hadi, A. (2017). Estimation de la qualité des œufs vendus à Bordj Bou Arreridj et effet de la température et la durée de stockage. [Mémoire de master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A –Algérie]. <http://dspace.univ-bba.dz/xmlui/handle/123456789/197>

Baldwin R, E. (1986). Functional properties of eggs in food. In: *Egg science and technology*. 345-383.

Baron, F. et Jan, S. (2011). Microbiologie de l'œuf et des ovo-produits. *INRA Productions Animales*, 23(2), 193–204.

Bassereau, J. F (2003). *Innovation et conception de produit, 10^{ème} Séminaire CONFERE* Belfort – France, pp. 3-1.

Benabdeljelil, K. et Mérat, P. (1995). Comparaison de types génétiques de poules pour une production d'œufs locale : F1 (Fayoumi x Leghorn) et croisement terminal ISA au Maroc. *Annales de zootechnie*, 44(3), 313-318.

Bengoechea, C., López, M.L., Cordobés, F. et Guerrero, A. (2012). Influence of Semicontinuous Processing on the Rheology and Droplet Size Distribution of Mayonnaise-like Emulsions. *Food Science and Technology International*, 15(4), 367-373

Bijve, Y. (2006). Étude de l'évolution des œufs de consommation dans les conditions de stockage naturelles. [Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta DIOP de DAKAR]. <http://www.beep.ird.fr>

Bouvarel, I., Nys, Y., Panheleux, M. et Lescoat, P. (2010). Comment l'alimentation des poules influence la qualité des œufs ? *Inra Productions Animales*, 23(2), 167-182.

Bringe, N. et Cheng, J . (1995). Low-fat, low cholesterol egg yolk in food applications. *Food Technol*, 49, 94-106.

Références bibliographiques

- Buffet, E. (2010).** Conditionnement et emballage des œufs de consommation. In :**Nau, F., Guérin-Dubiard, C. Baron, F. et Thaphon, J.L. (2010).** *Science et technologie de l'œuf*. 251- 263.
- Campbell, L., Raikos, V. et Euston, SR. (2005).** Heat stability and emulsifying ability of whole egg and egg yolk as related to heat treatment. *Food Hydrocolloid*, 19(3), 533-539.
- Cedergård, F. (2014).** *Characterization of Commercial mayonnaise product—texture, viscosity and droplet size*. [Master's Degree Lund University] .<https://lup.lub.lu.se>
- Curtis, P., A, Kerth., L.K. et Anderson K.E. (2005).** *Quality and compositional characteristics of layer hens as affected by bird age*. Doorwerth, The Netherlands, 214-219.
- Çağlayan, T., Alaşahan, S., Kırıkçı, K. et Günlü, A. (2009).** Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poultry Science*, 88(3), 1330-1333
- Dafaalla, MM., Ibrahim, A Y., Kheir, MA., Jin-yu, W. et Hussein, HM. (2005).** Comparison of the Egg Characteristics of Different Sudanese Indigenous Chicken Types. *Int. J. Poult. Sci*, 4(7), 455-457.
- Dahloum, L., Halbouche, M. et Arabi A. (2015).** Évaluation de la qualité des œufs chez deux phénotypes de poules locales : cou nu- frisées et normalement emplumées. Comparaison avec les œufs de souche commerciale. *Revue Agriculture*, 09(10).
- Depre, J. et Savage, G. (2001).** Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & Technology*, 12(5-6), 157-163.
- Depledge, F. (1998).** Evaluation sensorielle, manuel méthodologique. *Edition Lavoisier*, 1998, 9, 106.
- Dickinson, E. (2003).** Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, 17(1), 25-39.
- Doumbia. (1991).** *Contrôle de qualité dans les industries agroalimentaires du district de BAMAKO et ENVIRON*. [Thèse de doctorat (diplôme d'État), Ecole nationale de médecine et de pharmacie du Mali].
- EFSA (2014).** Scientific Opinion on the public health risks of table eggs due to deterioration and development of pathogens. 12(7), 3782-3790.

Références bibliographiques

Egahi, JO., Dim, NI. et Momoh OM. (2013). The effect of plumage modifier genes on eggquality indices of the Nigerian local chicken. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2(2), 04-06.

El-Ketroussi, M.A. (2018). *Effet du type de jaune d'œuf sur la qualité organoleptique et microbiologique de la mayonnaise.* [Mémoire de Master, Université de Mostaganem].
<http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/4439/memoire%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO. (2021). *Passerelle sur l'aviculture et les produits avicoles.* Consulté le 15 juin 2021 sur <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/especes-de-volaille/poules/fr/>

Fabian, F.W. et Wetherington, M. C. (1950). Spoilage in salad and French dressing due to yeasts. *Food Research*, 15(2), 135-137.

Fabian, F.W. et Wetherington, M.C. (1950). Bacteriological and chemical analysis of mayonnaise, salad dressing and related products. *Food Research*, 15(2), 138-145.

Feriel, M., Abu-Salem. et Azza A. Abou-Arab. (2008). Chemical microbiological and sensory evaluation of mayonnaise prepared from ostrich eggs.

Fotsa, J.C. (2008). *Caractérisation des populations de poules locales (Gallus gallus) au Cameroun.* [Thèse de doctorat. INA- Paris-Grignon]. <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00004904/document>

Hanusová, E., Hrnčár, C., Hanus, A. et Oravcová, M. (2015). Effect of breed on some parameters of eggquality in laying hens. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 18(1), 20-24.

Harrison, L.J. et Cunningham, F. E. (1983). Factors influencing the quality of mayonnaise. *Journal of Food Quality*, 8(1), 1-20.

Hirose, M. (2003). Globular proteins. *Progress in Biotechnology. Elsevier Science B.V*, 23

ISO 885 1.02.2004

Legrand, J. (2013). Emulsions alimentaires et foisonnement. Lavoisier.

Jacobsen, C., Timm, M. et Meyer, A. S. (2001). Oxidation in fish oil enriched mayonnaise : Ascorbic Acid and Low pH Increase Oxidative Deterioration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(8), 3947-3956

Références bibliographiques

Jaeger J. Produção de Maionese. (2012). Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Curso de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

Jones, D. et Musgrove M. (2005). Effects of extended storage on egg quality.

Bassereau, J.F. (2003) .10ème Séminaire CONFERE, 3-4 Juille, Belfort – France, 3-1.

Kamana, O. (2007). *Contribution à l'étude de l'évolution des œufs de consommation en fonction des conditions de stockage.* [Mémoire de diplôme d'études. Université Cheikh ANTADIOP DE DAKAR].

Keambou, TC., Boukila, B., Moussounda, G. et Manjeli, Y. (2009). Comparaison de la qualité des Œufs et des performances de croissance des poussins locaux des zones urbaines et rurales de l'Ouest- Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3(3): 457-465.

Kiosseoglou, V.D. (1989). Egg yolk. In: Food emulsifiers: chemistry, technology, functional properties and applications, Charalambous G., Doxastakis G. (Eds). *Elsevier*, London, 63-85.

Kishk, YFM. et Elsheshetawy, HE. (2013). Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Ann Agric Sci*; 58 (2): 213-220.

Khadijeh, K., Paliz, K., Rozita, K., Sara, S., Kianoush, K., Mehrdad, M., Hadiseh, Z., Elmira, T., Mahdied, S., Ghazaleh, B. et Zahra, V. (2021). Comparative study of salt, total fat and sugar contents of mayonnaise and salad dressings from the Iranian market. *Eastern Mediterranean Health Journal*.

Kones (2001). Fabrication artisanale de la mayonnaise. *Infogate*.

Kouba, M., Joly, P. et Baron, F. (2010). Elevage des poules pondeuses. In: F. Nau, C. Guérin Dubiard, F. Baron, J. L. Thapon, eds. Science Et technologie de l'œuf. Paris : *Tec et Doc. Lavoisier*. 75-142.

Laurine, C., Alexandra, D., Geoffrey, K., Margaux, R. et Marie, S. (2018). Projet professionnel. Les émulsions alimentaires et cosmétiques.

Leclercq, B. et Marie-Rosé, Salichon. (1970). Facteurs nutritionnels modifiant le poids de l'œuf et de ses constituants. *Annales de biologie animale biochimie biophysique*. 10(2) :239-252

Références bibliographiques

Lock, J.L. et Board, R.G. (1992). Persistence of contamination of hens' egg albumen in vitro with Salmonella serotypes. *Epidemiol. Infect.* 108, 389-396

MA, L. et Barbosa-Canovas, G. V. (1995). Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. *J. Food Eng.* 25 (3), 409-425.

McClements, D. et Demetriades, K. (1998). An Integrated Approach to the Development of Reduced-Fat Food Emulsions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 38 (6), 511-536.

Mahdaoui, A. et Bouhadache, R. (2016). Breeding charecterization of local poultry in the region of Aures. *World'Poultry Science Journal*, 72(1), 1.

Mertens, K., Bain, M., Perianu, C., De Baerdemaeker, J. et Decuyper, E. (2010). Qualité physico-chimique de l'œuf de consommation.

Mine, Y. (2008). Egg Bioscience and Biotechnology. Department of Food Science. University of Guelph. *Willy –Interscience.* ISBN: 978-0-470-03998-4.

Mimoune, M. (2016). Contribution à l'étude du contrôle de la conformité des différents produits alimentaires importés au niveau des frontières. [Mémoire de master. Université de Tlemcen, Algérie].

Mirzanajafi-Zanjani, M., Yousefi, M. et Ehsanicorresponding, A. (2019). Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. *Food SciNutr.* Aug; 7(8): 2471–2484.

Monira, K.N., Salahuddin, M. et Miah, G. (2003). Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *International Journal of Poultry Science*, 2(4), 261-263.

Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., AitKaki, A., Farnir, F. et Leroy P. (2012). Comparaison de la qualité des œufs de la race de poule locale Kabyle et de son croisement avec la souche industrielle Isa-Brown. *10ème Journées des Sciences Vétérinaires* : ENSV, Alger, Algérie.

Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Decypere, E., Farnir, F., Mertens, K., De Baerdemaeker, J. et Leroy, P. (2010). Comparative study of egg quality traits in two Belgian local breeds and two commercial lines of chickens. *Arch. Geflugekd.*, 74 (3), 164–171.

Nathier Dufour, N. (2005). Les œufs et les ovoproduits. *Educagri* Edition. 78 p.

Références bibliographiques

Nau, F., Marc, A. et Yves, N. (2003). L'œuf de poule : une mine de molécules à activité biologique. *Cinquième Journée de la Recherche Avicole*, Tours.

Nau, F., Guérin-Dubiard, C., Baron, F. et Thapon, J.L. (2010). Science et technologie de l'œuf. Paris : *Tec Et Doc Lavoisier*. Volum II. Qualité microbiologique des ovo-produits. Lavoisier. Paris : 325 -329.

Nau, F., Guérin-Dubiard, C., Baron, F. et Thapon, J.L. (2010). Science et technologie de l'œuf. Paris : *Tec Et Doc Lavoisier*. Volume I. Composition de l'œuf. Lavoisier. Paris : 61-78.

Nau, F., Nys, Y., Yamakawa, Y. et Réhault-Golbert, S. (2010). Intérêt nutritionnel de l'œuf en alimentation humaine. *INRA. Productions animales*. Paris, 23 (2), 225-236.

NORME CEE-ONU. EGG-2. (2010). Concernant la certification et le contrôle de la qualité commerciale des ovoproduits. Edition 2010.

Nys, Y. et Sauveur, B. (2004). Valeur nutritionnelle des œufs. *INRA Prod. Anim* ,17(5): 385-393.

Nys, Y. (2010). Structure et formation de l'œuf. Science technologie. Volume 1 : *Production et qualité*. 164p.

Protais, J. (1988). La qualité de l'œuf de consommation. L'aviculture Française, Editions *Rosset*.761-772.

Poliana, M., de Souza, et Avelina, F. (2011). Effects of UV-C on physicochemical quality attributes and salmonella enteritidis inactivation in liquid egg products. *Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Spain*. 22(8), 1385-1392.

Romanoff, A.L. et Romanoff, A.J. (1949).The Avian Egg. Edition John Wiley & Sons, NY, USA, 998 p.

Rostand, R.R. (2011). *Étude de faisabilité technico-économique de production d'œufs entiers liquides dans la région d'Analmanga*. [Mémoire de fin d'études, Université d'Antananarivo].

Sauveur, B. (1988). Reproduction des volailles et production d'œuf. *INRA Editions*. Structure, composition et valeur nutritionnelle de l'œuf. Paris, France, 354p.

Sauveur, B. (1988a). Reproduction and egg production in poultry. Reproduction des volailles et production d'œufs, *INRA Editions*, Paris, France, 449p.

Références bibliographiques

Scientific Opinion on the public health risks of table eggs due to deterioration and development of pathogens. 2014. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ); 12(7):3782.

Scott, T.A. et Silversides, F.G. (2000). The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*. 79(12), 1725–1729.

Shen, R., Luo S. et Dong J. (2011). Application of oat dextrin for fat substitute in mayonnaise. *Food Chem.*, 126, 65-71.

Silversides, F.G. (1994). The Haugh unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. *The Journal of Applied Poultry Research*, 3(2), 120-126

Silversides, F.G. et Budgell, k. (2004). The Relationships Among Measures of Egg Albumen Height, pH, and Whipping Volume. *Poultry Science*. 83(10), 1619-1623.

Silversides, F.G. et Scott, T.A. (2001). Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*. 80(8), 1240-1245.

Stadelman W.J. et Cotterill O.J. The Haworth press. London. UK.

Stefanow, L. (1989). Changes in mayonnaise quality. *Lebensmittel industrie*. 36, 207-208.

Thapon, J., Bourgeois, L. (1994). L'œuf et les ovoproduits. In : collection science et techniques agroalimentaires. *Technique et documentation, Lavoisier*. ISBN : 2852069032. 1-344.

Travel, A., Nys, Y. et Lopes, E. (2011). Facteurs physiologiques et environnementaux influençant la production et la qualité de l'œuf. *INRA. Prod Anim.* 23 (2), 155-166.

Veena, D., Eswara Rao, B., Naga Mallika, E. et Azad, S.A.K. (2015). A study on quality traits of chicken eggs collected in and around Gannavaram, Krishn district in different seasons. *International Journal of Recent Scientific Research*. 6(9), 6487-6489

Widerström, E. et Öhman, R. (2017). *Mayonnaise: Quality and Catastrophic Phase Inversion*. [Thèse de doctorat, Lund university].

<https://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8916120>

Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S. et Jamnong, P. (2006). β -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food hydrocolloids*. 20, 68-78.

Références bibliographiques

Xiao, J.F.,Zhang, Y.N., Wu, S.G., Zhang, H. J., Yue, H.Y. et Qi, G.H. (2014).Manganese supplementation enhances the synthesis of glycosaminoglycan in eggshell membrane: A strategy to improve eggshell quality in laying hens. *Poultry Science*. 93(2), 380-388

Zita L., Tumova, E. et Stolc, L. (2009).Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno.*,78, 85-91.

Site web:

Anonyme1 (2021):<https://htgetrid.com/polza-i-vred-majoneza-dlya-zdorovya-cheloveka/>
consulté 05/07/2021

Anonyme2(2021):http://www.fisamaroc.org.ma/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=12.**consulté le 5/06/2021**

Anonyme 3 :Toxi-infections alimentaires de la France métropolitaine. La revue du praticien. (46) : 158 -165.

Anonyme4:<https://geniealimentaire.com/spip.php?article287#:~:text=R%C3%A9glementation%20europ%C3%A9enne,1.&text=La%20mayonnaise%20est%20une%20sauce%20condimentaire%20obtenue%20en%20%C3%A9mulsionnant%20une,jaune%20d'%C5%93uf%20de%20poule.&text=L'eau%20doit%20%C3%AAtre%20potable>.**Consulté 03/05/2021**

Anonyme 4 : [economie.gouv.fr/dgccrf/publications/vie-pratique/ Fiches pratiques/Date-limites –de –consommation](http://economie.gouv.fr/dgccrf/publications/vie-pratique/Fiches_pratiques/Date-limites_de_consommation...) Dlc economie.gouv.fr.**consulté le le 14/7/2021**

ANONYME 5 : organisme d'accueil cevital , www.cosob.org/les-emetteurs-notice-cevital.pdf,
consulté le 20/08/2021

Anonyme6 :<https://www.mesurez.com/Quest-ce-que-le-pH.ht> **consulté le 3 mars2021**

Annexe

Annexe I : Présentation de l'organisme d'accueil

CEVITAL abréviation de C'EST VITAL, a été créé en mai 1998. C'est une société par actions au capital privé de 68760 milliards de DA. Elle occupe une superficie de 45000 m² de la ville de Bejaïa. CEVITAL est l'un des fleurons de l'agroalimentaire en Algérie qui est constituée de plusieurs unités de production équipées de la dernière technologie et poursuit son développement par divers projets en cours de réalisation. Grâce à la bonne qualité de ses produits et à sa compétitivité, CEVITAL a réussi à s'imposer comme le numéro un sur le marché national et envisage d'atteindre le marché d'exportation (Anonyme6,2021).

La satisfaction du client est la devise de l'entreprise visant l'acquisition de la grande part du marché. Pour cela, elle essaie d'attirer l'attention du consommateur à l'aide du bon contrôle de la qualité de ses produits qui se traduit par l'engagement dans ces processus de la certification ISO 22000 version 2005, et d'équiper tous les laboratoires de chaque unité de production d'outils d'analyses très performants, ainsi qu'avec le meilleur conditionnement des produits (Anonyme6,2021)

Annexe II : Présentation des échantillons

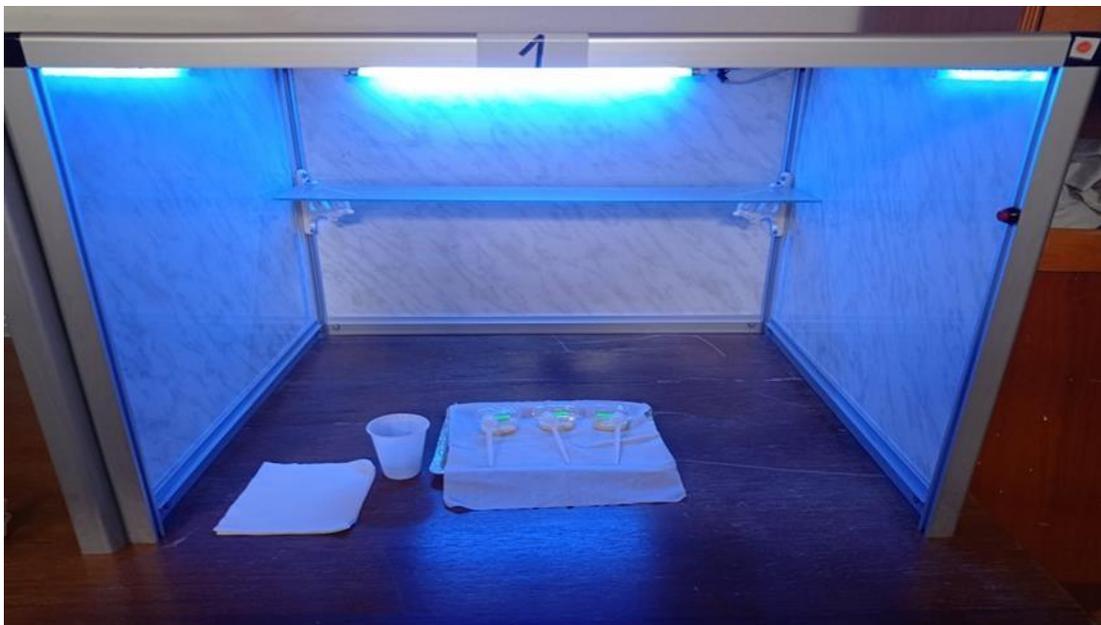


Figure 19 : Photographie de présentation des échantillons.

Annexe

Annexe III : Photographie des résultats des analyses microbiologique du JFF



Figure 20 : Résultats des analyses microbiologique du JFF.

Annexe IV : Photographie des résultats de l'analyse microbiologique des mayonnaises

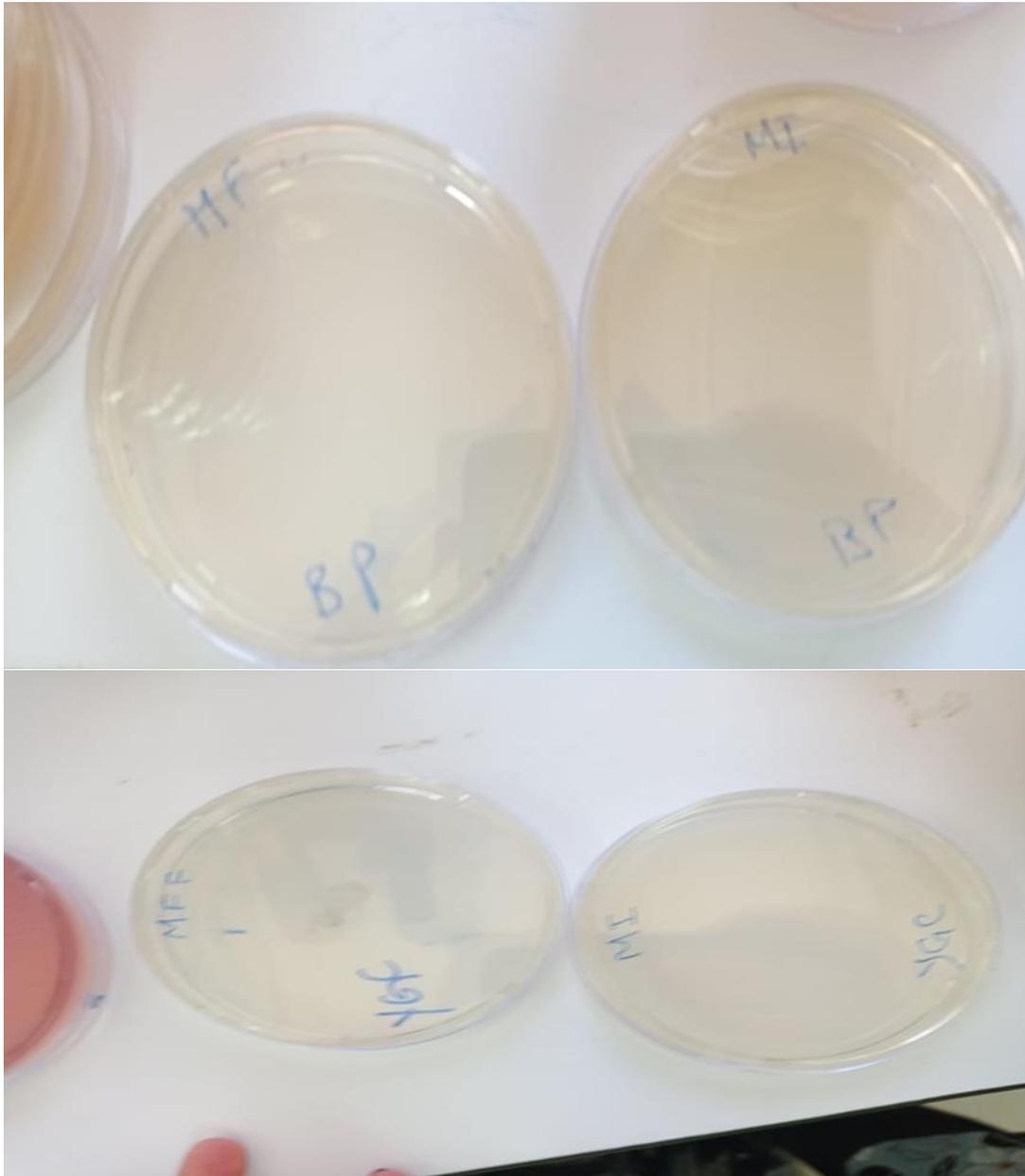


Figure 21 : Résultats microbiologiques des mayonnaises.

Annexe V : Questionnaire

Questionnaire d'Evaluation Sensorielle de la mayonnaise
Test Triangulaire

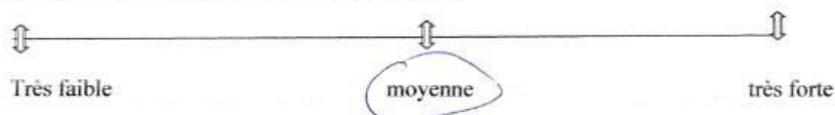
Date : 16/09/2021

Remarque : Le rinçage de bouche à chaque dégustation d'un échantillon est important.

Trois échantillons de mayonnaises codées vous sont présentés ; quel est l'échantillon différent des deux autres ?

Code	Indiquer l'échantillon différent
143	/
826	
452	

Indiquez maintenant l'intensité de la différence



Globalement, la différence est due :

➤ A la texture

oui	non
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

➤ A la couleur

oui	non
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

➤ Au gout

oui	non
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dans l'optique d'une caractérisation sensorielle de la mayonnaise, deux échantillons codés 958 et 123 vous ~~ont~~ ^{sont} présentés. Il vous est demandé de ~~l~~ ^{les} examiner et de ~~le~~ ^{les} goûter, puis répondre aux questions qui suivent en cochant sur la case correspondante à votre réponse :

Remarque : RINCEZ votre bouche avec de l'eau.

A/ Analyse sensorielle

1. Couleur

a. Selon l'intensité de la couleur jaune, attribuez une note de 1 à 5 sur l'échelle suivante :

- 1 → très faiblement intense
- 2 → faiblement intense
- 3 → moyennement intense
- 4 → fortement intense
- 5 → très fortement intense

	1	2	3	4	5
958			X		
123		X			

2. Gout

a. Selon l'intensité du goût, attribuez une note sur l'échelle suivante :

- 1 → Très désagréable
- 2 → Désagréable
- 3 → Ni agréable, ni désagréable
- 4 → Agréable
- 5 → Très agréable

	1	2	3	4	5
958			X		
123					X

3. Texture

a. Selon l'intensité de la texture, attribuez une note sur l'échelle suivante :

- 1 → Très granuleuse
- 2 → Granuleuse
- 3 → Moyenne
- 4 → Lisse
- 5 → Très lisse

	1	2	3	4	5
958				X	
123					X

« Merci pour votre Coopération »

Dégustateur : M^{me} KHERBACHI Naryma

Date : 16/09/2021

Observation : produit... très apprécié !

Résumé

Le présent travail a été entrepris au sein du complexe agroalimentaire « Cevital », dans le but de la formulation d'une mayonnaise à base du jaune d'oeuf de la poule de ferme et de la comparaison avec la mayonnaise industrielle. Les mayonnaises élaborées ont subi des analyses physico-chimiques (pH, acidité, teneur en sel et la consistance), microbiologiques recherche FTAM, coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoques et les salmonelles) et sensorielles. Un élevage de poule en nombre de huit a été effectué en plein air et la collecte des oeufs a été réalisée régulièrement juste après la ponte.

Les oeufs obtenus ont été caractérisés et comparés aux oeufs du commerce de point de vue le poids des constituants, l'index de forme, l'unité de Haugh et le contenu en vitellus. Des analyses physicochimiques (pH, activité d'eau, extrait sec) et microbiologiques (recherche FTAM, coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoques et les salmonelles) ont été effectués sur le jaune d'oeuf de ferme et du commerce.

Les analyses physico-chimiques ont montré que les oeufs de ferme sont de la catégorie « A » ayant une valeur de pH de 6.33 et extrait sec de 53.45, recommandé pour la formulation d'une mayonnaise et que la qualité interne et externe des oeufs de ferme est meilleure que les oeufs du commerce d'où l'intérêt de l'élevage en plein air. Le suivi de la qualité du jaune d'oeuf au cours du stockage a donné une durée de vie de 8 jours. La mayonnaise fabriquée à base de jaune d'oeuf de ferme est conforme aux normes internes de l'entreprise.

A travers le diamètre des gouttelettes d'huile dispersée dans la mayonnaise et les résultats de l'application du test triangulaire nous confirmons que la production de la mayonnaise à base des jaunes d'oeufs de poule d'élevage en plein air à l'échelle industrielle pourra répondre aux exigences réglementaires et aux besoins du consommateur.

Mots clés : Mayonnaise, Jaune d'oeuf de ferme, Qualité interne et externe de l'oeuf, Analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques, analyses sensorielles.

Abstract :

This work has been carried out at "Cevital" agrifood complex. It aims at formulating a recipe of mayonnaise based on egg yolks laid by farm hens and compare it with an industrial mayonnaise. These elaborated mayonnaise have undergone physicochemical (pH, acidity, salt content and consistency), microbiological (research FTAM, total coliforms, fecal coliforms, staphylococci, and salmonella) and sensory analyses. Eight hens were reared in the open air and their eggs were collected regularly just after being laid.

The obtained eggs were characterized and compared to commercial eggs in terms of the constituents' weight, shape index, Haugh unit and yolk content. Physicochemical (pH, water activity, dry extract) and microbiological (FTAM research, total coliforms, fecal coliforms, staphylococci, and salmonella) analyses were carried out on both farm and commercial egg yolks.

The physico-chemical analyses not only showed that farm eggs are of the "A" category with a pH value of 6.33 and dry extract of 53.45, recommended for the formulation of a mayonnaise but also that the internal and external quality of the farm eggs is better than the commercial eggs, this is where the interest of free-range farming came from. Monitoring the quality of the yolk during storage gave a shelf life of 8 days. So, the mayonnaise made from farm egg yolk complies with the company's internal standards.

The diameter of the oil droplets dispersed in the mayonnaise and the results of the triangular test confirm that the production of mayonnaise from free-range egg yolks on an industrial scale can meet regulatory requirements and consumer needs.

Keywords: Mayonnaise, farm egg yolk, internal and external quality of an egg, physio-chemical analyses, microbiological analyses, sensory analyses.

