الـجمهورية الـجزائرية الـديمقراطية الـشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعـة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الغذائية

Département des Sciences Alimentaires

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275 « un diplôme, une Startup »

Domaine des sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème

Elaboration d'un produit alimentaire naturel à base de fruit d'avocat

Présenté par :

BENOUADAH Wafa & BOUCHAMA Dina

Soutenu le 19/06/2024, Devant le Jury :

Président : M. ALILI Dahmane	MCB	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA
Encadrant 1 : M. SEDRATI Tahar	MCB	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA
Encadrant 2 : M. SID Nassim	MCA	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA
Examinateur : Mme. Hihat Soraya	MCB	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA
Incubateur : M. Boungab Adel	Membre de l'incubateur	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Avant toute chose, **nous remercions Dieu Tout-Puissant**, Le Miséricordieux, pour nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance tout au long de ce parcours académique, et pour avoir guidé nos efforts vers l'aboutissement de ce mémoire.

Nous exprimons notre profonde gratitude à **Dr. Sedrati Tahar**, notre encadreur principal, pour son accompagnement rigoureux, ses conseils précieux et sa grande disponibilité tout au long de ce travail. Sa vision et son exigence ont fortement contribué à la qualité de ce mémoire.

Nos remerciements les plus sincères vont également à **Dr. Sid Nassim**, notre encadrant, pour son engagement remarquable, sa générosité intellectuelle et son accompagnement attentif à chaque étape. Ses orientations claires, ses encouragements constants et ses suggestions pertinentes ont été d'un soutien décisif dans notre démarche.

Nous tenons aussi à remercier **Monsieur Makhoukh Naceredine**, notre deuxième coencadrant, responsable des laboratoires pédagogiques.

Nos remerciements vont également à **Monsieur Alili Dahmane**, président du jury, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant d'évaluer ce mémoire, ainsi qu'à **Dr. Hihat Soraya**, examinatrice, pour l'attention portée à notre travail, ainsi que ses observations pertinentes et enrichissantes.

Nous adressons également notre reconnaissance à **l'équipe de l'incubateur de l'université de Bordj Bou Arreridj (BBA)** pour leur accueil, leur appui, leurs conseils et les ressources mises à notre disposition. Leur soutien a été un pilier fondamental dans la réalisation de notre projet.

Nos remerciements s'étendent à **l'ensemble de nos enseignants** pour leur transmission de savoir et leur encadrement tout au long de notre cursus.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce travail.

Merci

Dédicace

*À **mes chers parents**,*

Les piliers de ma vie, les sources inépuisables d'amour, de courage et de bénédictions.
À vous, qui avez toujours été là, dans les moments d'incertitude comme dans les moments de joie, qui avez cru en moi même lorsque je doutais de moi-même.
À vous, qui avez fait tant de sacrifices pour me permettre d'aller au bout de mes rêves.
Ce mémoire, ce parcours, ces efforts… tout cela est en grande partie le fruit de votre soutien indéfectible.
Merci de m'avoir donné des racines solides et des ailes pour voler.

*À **mon père**,*

Ton calme, ta sagesse et ta force tranquille ont été pour moi une source de stabilité.
Tu m'as transmis le goût de l'effort et l'importance de la dignité dans le travail. Ton regard fier est ma plus belle récompense.

*À **ma mère**,*

Ma lumière, mon refuge, ma première enseignante. Ton amour inconditionnel, ta tendresse et ton énergie m'ont portée jusqu'ici.
Tu es le cœur battant de tous mes succès, la plus belle motivation de ma vie. Rien ne saurait exprimer toute ma gratitude envers toi.

*À **mon grand frère**,*

Loin par la distance mais toujours si proche par le cœur.
Ton soutien moral constant, tes messages encourageants et ta présence même à distance ont été d'un grand réconfort durant cette période.
Merci d'être un modèle de détermination et de bienveillance.

*À **mon petit frère**,*

Ta joie de vivre, ta spontanéité et tes gestes d'attention m'ont souvent redonné le sourire dans les moments les plus stressants.
Ta présence discrète mais réconfortante m'a fait du bien plus que tu ne peux l'imaginer.

*À **Wafa**,*

Mon amie précieuse, mon binôme de toujours.
Nous avons traversé ensemble les épreuves de ce parcours, les nuits blanches, les doutes, les rires, les larmes et les réussites.
Ton soutien quotidien, ta loyauté, ta force et ta gentillesse m'ont permis d'avancer sans jamais perdre espoir.
Je ne pouvais rêver d'une meilleure partenaire dans cette aventure humaine et scientifique.

*À **Zineb**,*

Mon amie chère au cœur généreux et à la présence rassurante.
Merci d'avoir été un rayon de soleil dans les moments gris.

Dina

Dédicace

*À **mon cher père** et **ma chère mère**, les*
deux êtres les plus précieux de ma vie,
Vous qui avez toujours été à mes côtés avec amour, patience et foi, vous qui avez sacrifié tant pour que je puisse avancer sereinement dans mes études. Ce travail est avant tout le vôtre, fruit de vos prières, de vos encouragements et de votre soutien inconditionnel.
Merci pour tout ce que vous êtes.

*À **mes deux sœurs** et **mes deux frères**,*
Merci pour votre affection, vos mots d'encouragement et votre présence,
qui m'ont réconfortée et motivée tout au long de ce parcours.
Votre fierté est ma plus belle récompense.

*À **Dina**, mon binôme et mon amie chère à mon cœur,*
nous avons traversé ensemble les hauts et les bas de cette aventure universitaire.
Ta force, ta solidarité, ton engagement et ta gentillesse ont été des piliers essentiels.
Merci pour ta loyauté, ton écoute, ton humour, et surtout ta présence à chaque étape.
Ce mémoire est aussi le reflet de notre belle collaboration.

*À **Meriem**, la microbiologiste passionnée et généreuse du laboratoire,*
ta bienveillance, ta disponibilité et ton accompagnement attentif ont été d'une aide précieuse.
Merci pour ton professionnalisme, tes conseils scientifiques et ton soutien humain tout au long de ce travail.

Wafa

Table des matières

Remerciements et dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviation

Introduction 1

Chapitre I : MATERIEL ET METHODES **6**

1. Objectif : 6

2. Présentation du laboratoire de contrôle de qualité et répression des fraudes 6

3. Préparation de la mayonnaise 7

3.1.Matériels 7

3.2.Méthodes 8

4. Analyses appliquées 8

4.1.Analyses microbiologiques 9

4.1.1. Matériels et matières utilisés……9

4.1.2 Méthode 9

4.1.3. Préparation des milieux de culture……..10

4.1.4. Préparation de diluant…… 11

5. Préparation des échantillons 12

6. Ensemencement 12

7. Incubation 13

8. Dénombrement des colonies 14

9. Escherichia coli..... 14

9.1.Préparation gélose Tryptone-Bile -Glucuronate (TBX) 15

9.2.Ensemencement en profondeur 15

9.3.Incubation 15

9.4. Dénombrement des colonies 16

4.2.Analyses physicochimiques …….. 17

4.2.1 Matériels et matières utilisés……17

4.2.2 Méthode …… 17

4.2.2.1. Détermination du PH ……..……17
4.2.2.1. Détermination du PH……....…17
4.2.2.2. Détermination de l'acidité …….... .18
4.2.2.3. Teneur en matière sèche…….... 19
4.2.2.4. Teneur en matière grasse……..…….20
Chapitre 2 : Résultats et discussion 22
I. Résultats d'analyses microbiologiques 22
I.1. Germes aérobies 22
I.2. Levures et moisissures 23
I.3.Escherichia Coli : 24
II. Résultats d'analyses physicochimiques 26
III. Discussion…….26
Conclusion 29
Références bibliographiques
Résumé
Abstract
ملخص

Listes des tableaux

Tableau I : Équipement et ingrédients de préparation de la mayonnaise à base de l'avocat. **7**

Tableau II : Matériels et matières utilisées dans l'analyse microbiologique. **9**

Tableau III : Matériels et matières utilisées dans l'analyse physicochimique. **17**

Tableau IV : Résultats de dénombrements des colonies des germe aérobies. **22**

Tableau V : Résultat de dénombrement des colonies des levures et moisissures. **23**

Tableau II : Résultat de dénombrement des colonies des levures et moisissures……..… **26**

Liste des figures

Figure 1 : Laboratoire de contrôle de qualité et répression des fraudes de Sétif. 6

Figure 2 : Certificat d'accréditation du laboratoire. 7

Figure 3 : Les composants de l'avocat. 8

Figure 4 : Préparation de la mayonnaise à base de l'avocat. 8

Figure 5 : Préparation des cinq échantillons de mayonnaise. 9

Figure 6 : Milieux de cultures de dénombrement " PCA "et " DG18". 11

Figure 7 : Le diluant TSE. 11

Figure 8 : Étape de dilution des cinq échantillons. 12

Figure 9 : Ensemencement des échantillons préparés. 13

Figure 10 : Les boites pétri pendant l'incubation. 14

Figure 11 : Comptage des colonies de la boit pétri après l'incubation. 14

Figure 12 : Ensemencement en profondeur d'E. Coli. 15

Figure 13 : Les boites pétri pendant l'incubation. 16

Figure 14 : Les boites pétri après l'incubation. 16

Figure 15 : PH mètre. 17

Figure 16 : Détermination de l'acidité par titrage. 17

Figure 17 : L'échantillon pendant l'étuvage. 20

Figure 18 : L'échantillon après le séchage…….. 20

Figure 19 : L'extraction de la matière grasse par l'appareil de Soxhlet……...21

Figure 20 : Filtration de la matière grasse……...21

Figure 21 : Germe aérobie après 72h d'incubation……..23

Figure 22 : Levures et moisissures après 5 jours d'incubation……..24

Figure 23 : Escherichia coli 24 d'incubation……25

Figure 24 : Critères microbiologiques de la mayonnaise régis par l'Arret interministériel du Muharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires (J.O N° 39 de 2 Juillet 2017)……...25

Figure 25 : Escherichia coli après 24 d'incubation……..26

Liste d'abréviation

LCQRF : Laboratoire de contrôle de qualité et répression des fraudes.

DGCC : Direction général de la concurrence de la consommation.

DGSA : Direction général de la sécurité alimentaire.

DGPC : Direction général de la protection des consol consommateurs.

ISO : Organisation international de normalisation.

ALGERAC : Organisme Algérien d'accréditation.

PCA : Standard méthode agar.

DG18 : Dichloran glycérol.

TSE : Tryptone sel eau.

AFNOR : Association française de normalisation.

E. coli : Escherichia Coli.

TBX : Gélose Tryptone-Bile -Glucuronate.

EPI : Équipements de protection individuelle.

OMS : L'organisation mondiale de la santé.

Introduction

Introduction

Les émulsions alimentaires telles que le lait, une émulsion naturelle de type *huiledans-eau*, constituent depuis longtemps un élément nutritif essentiel de l'alimentation humaine (Graf et Bauer, 1976). Par la suite, grâce aux travaux des scientifiques en science alimentaire, des émulsions synthétiques ont émergé, notamment dans des produits tels que les pâtes à gâteau, les crèmes glacées, la margarine, et les produits carnés. Parmi ces émulsions synthétiques, la mayonnaise s'est particulièrement distinguée par une augmentation rapide de sa production et de sa consommation **(Harrison et Cunningham, 1985).**

La mayonnaise est probablement l'une des sauces ou condiments les plus utilisés au monde. Bien que son origine exacte soit controversée, elle existe depuis des siècles. C'est cependant au début des années 1900 qu'elle a été commercialisée**,** avant de se populariser en Amérique entre 1917 et 1927 **(Harrison et Cunningham, 1985).** Au Japon, selon une étude de **Brabant (1992),** ses ventes ont augmenté de 21 % entre 1987 et 1990.

L'origine du mot « mayonnaise » reste controversée et fait l'objet de plusieurs hypothèses. La première affirme que le terme proviendrait de *Mahon*, capitale de Minorque (îles Baléares) **(Anonyme, 2012).** Selon cette légende, le cuisinier de l'amiral Richelieu aurait proposé cette recette, élaborée avec les deux seuls ingrédients disponibles : l'œuf et l'huile. La seconde théorie suggère une origine linguistique, dérivant de termes comme *« magnonnaise »* (lié au verbe *manier*), *« moyennaise »*, ou encore du mot *« moyen »* (désignant le jaune d'œuf en ancien français) **(Littré, 1873).** Bien que ces théories coexistent, aucune n'a été définitivement prouvée.

Robinson (1924) a analysé les mythes entourant la création de la mayonnaise. Bien que ses origines fassent débat, cette sauce est consommée depuis plusieurs siècles. Parallèlement**,** l'essor industriel et économique aux États-Unis entre 1917 et 1927 a transformé les pratiques alimentaires : la mayonnaise est devenue un produit omniprésent, fabriqué à grande échelle **(Epstein, 1937).**

Selon **Finberg (1955)**, près de 39 millions de gallons de mayonnaise et de vinaigrette ont été produits en 1938. En 1953, ce volume avait augmenté à plus de 100 millions de gallons**.** D'après **Preston (1983),** la production de mayonnaise s'élevait à 175 686 000 gallons**,** tandis que celle de vinaigrette atteignait 62 469 000 gallons**,** pour un total dépassant 238 millions de gallons**.**

Actuellement, les formulateurs de mayonnaise se concentrent de plus en plus sur le développement de substituts exempts d'œufs et d'huiles raffinées. Alors que la mayonnaise traditionnelle est fabriquée à partir d'œufs et d'huile raffinée, des alternatives innovantes émergent, reposant sur des matrices végétales (protéines de légumineuses, émulsifiants d'origine végétale, etc.). Ces substituts présentent des qualités nutritionnelles et fonctionnelles supérieures**,** répondant à une demande croissante dans l'industrie agroalimentaire, en raison de la popularisation de produits alternatifs plus sains à base de végétaux **(Rose Carla Ferreira de Menezes et *al*., 2022).**

La consommation de produits alimentaires industriels est de plus en plus contestée en raison de leurs impacts sanitaires et environnementaux. L'industrie agroalimentaire, notamment celle de la mayonnaise, est régulièrement critiquée pour la teneur élevée en acides gras saturés, colorants et additifs artificiels de ses produits **(Dupont, 2018)**. Face à ces enjeux, nous avons développé une mayonnaise naturelle à base d'avocat, riche en acides gras oméga-3, vitamines (A, E, K) et antioxydants. Cette innovation s'inspire à la fois des vertus nutritionnelles de l'avocat, reconnu pour ses bénéfices cardiovasculaires, et de la demande croissante des consommateurs pour des alternatives saines, bio et minimalement transformées.

La mayonnaise naturelle offre de multiples bienfaits nutritionnels. Riche en acides gras oméga-3 **(Williams et Wilkins, 2018)**, ces lipides, issus principalement de l'huile d'olive et de l'avocat, contribuent à la santé cérébrale et cardiovasculaire. L'ail, quant à lui, possède des propriétés anti-inflammatoires démontrées **(Williams et Wilkins, 2018)**, tandis que les antioxydants naturels du citron, de la menthe et du persil protègent contre les maladies chroniques et le stress oxydatif **(Williams et Wilkins, 2018).** Enfin, cette mayonnaise est pauvre en graisses saturées et faible en calories, ce qui en fait un choix équilibré pour une alimentation saine.

L'avocat est le fruit d'un arbre originaire d'Amérique centrale et du Sud, prisé pour sa chair tendre et onctueuse, comparable à du beurre. Véritable ingrédient polyvalent pour les hors-d'œuvre et les entrées, il se prête à de multiples préparations : en salade, avec une vinaigrette, en mousse, farci ou dans le traditionnel guacamole. L'avocat peut également constituer une garniture à sandwich à la fois délicieuse et originale. Bien qu'il soit réputé pour sa teneur élevée en matières grasses, il contient également une très grande variété de vitamines et de minéraux **(Catherine, 2024).**

L'avocat présente de multiples avantages nutritionnels. Il est riche en antioxydants, notamment en zinc, qui protègent les cellules des radicaux libres, réduisant ainsi le risque de troubles cardiovasculaires et de certains types de cancer. Contenant 3,6 g de fibres pour 100 g,

l'avocat stimule également la digestion et favorise la sensation de satiété, ce qui pourrait contribuer à diminuer le risque de développer un cancer du côlon. Ce fruit est essentiellement composé d'acides gras monoinsaturés, qui participent au maintien d'un bon profil lipidique sanguin sans altérer le cholestérol HDL (positif). L'avocat constitue également une excellente source de vitamine B5 (acide pantothénique), essentielle à la production d'énergie à partir des aliments, et de vitamine B6 (pyridoxine), fondamentale pour les processus métaboliques et la production des globules rouges. De plus, il fournit une quantité significative de vitamine K, cruciale pour la coagulation sanguine et la santé osseuse, ainsi que des minéraux comme le phosphore, le magnésium et le potassium, qui contribuent à la santé des os, à la contraction musculaire et à l'équilibre acido-basique **(Catherine, 2024).**

L'huile d'olive est le produit méditerranéen par excellence, dont la présence est attestée à travers l'histoire, de la civilisation grecque à nos jours. Elle constitue la principale source de matières grasses du régime crétois ou méditerranéen, tous deux reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. L'intérêt nutritionnel de l'huile d'olive réside avant tout dans sa composition en acides gras. En effet, elle est majoritairement composée d'acides gras insaturés et contient une proportion non négligeable d'acides gras essentiels. Outre cette composition lipidique particulière, l'huile d'olive est surtout remarquable pour ses composés minoritaires, notamment les polyphénols. L'intérêt nutritionnel de ces composés phénoliques réside dans leur forte capacité antioxydante, susceptible de prévenir ou de ralentir l'apparition de certaines maladies dégénératives ainsi que les maladies cardiovasculaires. Optimiser leur concentration dans l'huile d'olive représente donc un enjeu majeur en santé publique **(Noémie, 2024).**

Le citron, fruit aux multiples propriétés bénéfiques, est une source importante de vitamine C et d'antioxydants. Il peut contribuer à renforcer le système immunitaire, à optimiser la digestion et à réduire le stress. Grâce à ses vertus antioxydantes, le citron peut également offrir une protection contre certaines pathologies chroniques, telles que les affections cardiovasculaires et divers types de cancer. Par ailleurs, il est susceptible de favoriser la perte de poids en augmentant la sensation de satiété et en stimulant le métabolisme **(Camille, 2024).**

Le persil renferme divers flavonoïdes, tels que l'apigénine, la lutéoline et la quercétine. Ces substances sont réputées pour leurs puissantes capacités anti-inflammatoires et antioxydantes. Le persil est également une source abondante de vitamines A, C et K, ainsi que d'acide folique et de fer. Il contient aussi d'autres composés phytochimiques importants, comme les caroténoïdes (par exemple, le bêta-carotène) et les coumarines. Le persil présente des propriétés anti-inflammatoires notables, principalement attribuables à sa teneur en flavonoïdes et en huiles essentielles. Ces composés contribuent à réduire les niveaux de marqueurs

inflammatoires tels que le facteur de nécrose tumorale-alpha et l'interleukine-1 bêta **(Sami, 2024).**

La menthe est une plante herbacée aromatique de la famille des Lamiacées. Elle pousse généralement dans les endroits humides tels que les prés, les champs cultivés, les fossés et les bords de route **(Mélusine, 2024).**

La menthe possède des racines rampantes et fibreuses, ce qui contribue à sa capacité à couvrir de larges surfaces. Ses feuilles et ses tiges dégagent une odeur fraîche et mentholée, attribuable à la présence de menthol et d'autres composés terpéniques, tels que la menthone et l'acétate de menthyle, dans ses huiles essentielles. Au goût, la Mentha pulegium est caractérisée par une saveur mentholée et rafraîchissante. Cette plante est également présente *dans de nombreuses autres régions du monde, où elle se développe dans des habitats variés* comme les prairies, les champs, les lisières de bois et les lieux humides. Elle préfère les sols frais, légèrement acides à neutres **(Cédric et *al*., 2019).**

La menthe démontre également des propriétés anti-inflammatoires, ce qui la rend utile dans le traitement de troubles tels que l'arthrite, et des effets analgésiques pour soulager la douleur. Son activité antibactérienne en fait un remède potentiel contre certaines infections. Elle est aussi reconnue pour ses propriétés digestives et antispasmodiques, grâce à son action relaxante sur les muscles lisses du système digestif, ce qui la rend efficace contre les ballonnements, les flatulences, les crampes abdominales et les spasmes intestinaux **(Jang et *al*., 2018).**

L'ail (Allium sativum) est une plante herbacée de la famille des Amaryllidacées (anciennement Liliacées), caractérisée par la présence d'un bulbe principal et de plusieurs bulbilles (caïeux) à l'intérieur. Sa culture est originaire d'Asie centrale, d'où elle s'est répandue dans d'autres régions du monde. Depuis l'Antiquité, l'ail est utilisé à la fois comme aliment et comme remède **(Fonseca et *al*., 2014).**

L'ail contient des composés phénoliques, présents notamment dans son bulbe. Cependant, ses propriétés antioxydantes et antibactériennes spécifiques, notamment celles de ses extraits, n'ont pas toujours été pleinement évaluées. Ainsi, une évaluation approfondie du potentiel antimicrobien et antioxydant de l'extrait d'ail pourrait révéler son intérêt pour l'industrie pharmaceutique ou alimentaire. Cet extrait pourrait alors être utilisé comme additif alimentaire, offrant de nombreux avantages tant aux consommateurs qu'aux producteurs **(Kallel et *al*., 2014).**

Notre mayonnaise Naturelle à base de fruit d’avocat est une proposition innovante.

Étant dévouée à offrir une option communément favorite, tout en garantissant une alternative saine et délicieuse à la mayonnaise traditionnelle. A base d'avocat frais, d'huile d'olive, de jus de citron, de feuilles de menthe, d'ail et de persil, ce produit allie saveurs et bienfaits.

De plus, notre produit ne contient pas de conservateurs ni d'additifs d'origine synthétique, ce qui en fait la solution idéale pour les consommateurs soucieux de leur santé et utilisant des produits bio. La mayonnaise naturelle qui est également végétale est parfaitement adaptée aux végétariens et aux véganes désireux de découvrir ses saveurs et convient aux personnes allergiques aux œufs ; et qui suivent un régime spécial (diabétiques, sportifs, malades, etc.)

Riche en nutriments essentiels et au goût unique, notre Mayonnaise à base de l'avocat est la solution de choix pour une alimentation saine, savoureuse et responsable.

Dans quelle mesure une mayonnaise végétale formulée à partir d'avocat peut-elle répondre aux critères de qualité nutritionnelle (équilibre lipidique, absence d'additifs), d'acceptabilité sensorielle (texture, goût) et de durabilité environnementale (empreinte carbone, circularité), tout en s'inscrivant dans les tendances actuelles de consommation responsable ?

Notre étude a pour objectifs :

- Réaliser des analyses physico-chimiques.
- Effectuer des analyses microbiologiques pour évaluer la stabilité et la sécurité du produit.
- Mesurer la perception du goût, de la texture et de l'arôme via des tests de dégustation.
- Analyser les contraintes réglementaires (normes sanitaires, étiquetage, ...).

Le présent travail est structuré comme suit :

Une introduction générale est consacrée à un rappel sur la mayonnaise traditionnelle et sur les composants de notre mayonnaise ainsi que leurs bienfaits. La deuxième partie décrit le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation du travail expérimental. La troisième partie de ce mémoire expose l'ensemble des résultats obtenus et leur discussion. L'ensemble est clôturé par une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE 1 :

MATERIEL

ET

Méthodes

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1. Objectif :

L'étude qui a été menée avait pour but d'évaluer de manière complète une mayonnaise végétale en menant des analyses physico-chimiques et microbiologiques afin d'assurer sa qualité, stabilité et sécurité. Parallèlement, des tests sensoriels et des enquêtes qualitatives permettront de mesurer la perception gustative et de comparer les préférences des consommateurs entre la version végétale et la mayonnaise classique. Enfin, une analyse des contraintes réglementaires garantira la conformité du produit aux normes sanitaires et d'étiquetage.

2. Présentation du laboratoire de contrôle de qualité et répression des fraudes

Le Laboratoire de Contrôle de Qualité et Répression des Fraudes de Sétif, Algérie, est un organisme qui s'occupe de l'analyse de la qualité des produits alimentaires et s'assure de la conformité à la loi algérienne et internationale et de la protection des consommateurs contre les fraudes et la concurrence déloyale. Ainsi, le LCQRF dispose de moyens d'analyse chimique, biologique et physicochimique et est spécialisé dans le domaine de l'analyse chimique et biologique, la microbiologie, la toxicologie, la nutrition, et la sécurité alimentaires. Il travaille intimement avec les organismes de lutte contre la fraude, en l'occurrence, la Direction Générale de la Concurrence et de la Consommation (DGCC), la Direction Générale de la Sécurité Alimentaire (DGSA), la Direction Générale de la Protection des Consommateurs (DGPC).



Figure 1 : Laboratoire de contrôle de qualité et répression des fraudes de Sétif.

Le LCQRF, qui compte des experts qualifiés notamment des chimistes, biologistes, microbiologistes et techniciens de laboratoire, qui s'appuie sur des outils et des méthodes d'analyse confirmée, est certifié et accrédité selon les normes ISO 17025, ISO 9001 et ALGERAC.



Figure 2 : Certificat d'accréditation du laboratoire.

.

3. Préparation de la mayonnaise

3.1. Matériels

Le tableau ci-dessous présente les équipements et les ingrédients utilisés pour la préparation de la mayonnaise.

Tableau II : Equipement et ingrédients de préparation de la mayonnaise à base de l'avocat.

Équipement de préparation	Ingrédients de préparation
Bec benzène	Fruit d'avocat
Couteau	Huile d'olive
Bras mixeur	Menthe
Spatule	Persil
Flacons	Citron
Balance	Ail
Poche à douille	Sel

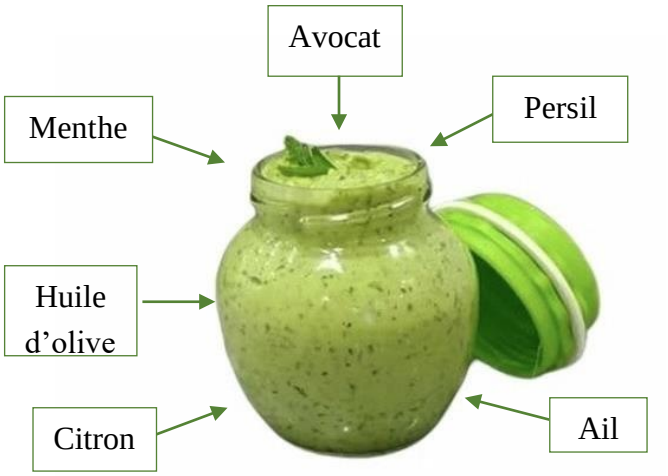


Figure 3 : Les composants de la mayonnaise à base d'avocat.

3.2. Méthodes

La préparation de notre mayonnaise consiste à mixer une combinaison d'avocat, d'huile d'olive, de jus de citron, d'ail, de persil, de menthe et de sel, jusqu'à obtention d'une texture homogène. Le mélange est ensuite conditionné dans des pots stériles et conservé au froid.

4. Analyses appliquées

Pour déterminer la conformité de la mayonnaise naturelle à base de fruit d'avocat, une démarche expérimentale a été mise en œuvre, impliquant la préparation de cinq échantillons du produit **(figure 5).** Ces échantillons ont ensuite été soumis à une double évaluation par le biais d'analyses microbiologiques et physicochimiques.



Figure 5 : Préparation des cinq échantillons de mayonnaise.

4.1. Analyses microbiologiques

4.1.1. Matériels et matières utilisés

Le tableau ci-dessous présente les matériels et matières utilisés dans les analyses microbiologiques.

Tableau III : Matériels et matières utilisées dans l'analyse microbiologique.

Appareillages et verreries	Matières
-Flacons. -Balance. -Bec benzène. Spatule. -Boîtes de Petri -Agitateur magnétique. -Tubes à essai. -Pipettes graduées. -Pipettes Pasteur. -Pipeteur électronique. -Etaleur. -Autoclave. -Four Pasteur. -Pissette.	-Eau distillée. -Alcool. -Gélose PCA. -Gélose DG18. -Diluant TSE.

4.1.2. Méthode

D'après le journal officiel de la république Algérienne N°39, dans la catégorie des denrées alimentaires spécifiquement la mayonnaise non stabilisée, deux paramètres sont recommandés : « Les germes aérobies à 30 °C » et « Levures et moisissures ».

- **Germes aérobies :** Micro-organismes, de taille microscopique, comprenant les bactéries, les champignons (levures et moisissures), les protozoaires et les virus ***(*Arrêté du 19 Chaoual 1436 correspondant au 4 août 2015 rendant obligatoire la méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies dans les produits dont l'activité de l'eau est inférieure ou égale à 0,95. Journal Officiel de la République Algérienne).**

-Levures : Micro-organisme aérobie, mésophile qui, à 25°C et en utilisant un milieu gélosé dans les conditions décrites dans la présente méthode, se développe à la surface du milieu en formant des colonies présentant le plus souvent un contour régulier et une surface plus au moins convexe **(Arrêté du 19 Chaoual 1436 correspondant au 4 août 2015 rendant obligatoire la méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures par comptage des**

colonies dans les produits dont l'activité de l'eau est inférieure ou égale à 0,95. Journal Officiel de la République Algérienne).

-Moisissures : Micro-organisme aérobie, mésophile filamenteux qui, à la surface d'un milieu gélosé et dans les conditions décrites dans la présente méthode, développe habituellement des propagules ou des germes plats ou duveteux ou des colonies présentant souvent des fructifications colorées et des formes de sporulation **(Arrêté du 19 Chaoual 1436 correspondant au 4 août 2015 rendant obligatoire la méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies dans les produits dont l'activité de l'eau est inférieure ou égale à 0,95. Journal Officiel de la République Algérienne).**

4.1.3. Préparation des milieux de culture

- **PCA (Standard Methods Agar) :** milieu sélectif pour le dénombrement des germes aérobies (Condalab, Espange).

- **Mode opératoire** : Mettre en suspension 20.5 g de milieu PCA dans 1litre d'eau distillée. Le milieu est porté lentement à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution. La répartition en flacons. Après la stérilisation à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes **(Figure 6).**

- **DG18 (Dichloran-Glycérol)** : milieu sélectif pour le dénombrement des levures et moisissures (Condalab, Espagne).

- **Mode opératoire :** Mettre en suspension 31,7 g de milieu DG18 dans 1litre d'eau distillée. Après l'ajout de 220 g de glycérol. Le milieu est porté lentement à ébullition sous agitation constante et le maintenir à ébullition durant le temps nécessaire à sa dissolution. La répartition en flacons. Après la stérilisation à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes **(Figure 6).**



Figure 6 : Milieux de cultures de dénombrement " PCA "et " DG18".

4.1.4. Préparation de diluant :

TSE (Tryptone sel eau)

- **Mode opératoire :** Dissoudre 8,5 g chlorure de sodium (NaCl) dans 1litre d'eau distillée et 1g de caséine peptone dans 1litre d'eau distillée. Le mélange est agité pendant 5 minutes. La répartition en flacons. Après la stérilisation à l'autoclave à 121° pendant 30 min **(Figure 7).**



Figure 7 : Le diluant TSE.
Figure 7 : Le diluant TSE.

5. Préparation des échantillons

Etape consiste à prélever 10g de chaque échantillon préparé dans des flacons, puis à y ajouter 90 ml de diluant TSE. Après l'homogénéisation du mélange **(Figure 8).**



Figure 8 : Etape de dilution des cinq échantillons.

6. Ensemencement

Les échantillons de mayonnaise à ensemencer ont été traités conformément au Journal Officiel

(Journal officiel, 2019) qui rend obligatoire de suivre des étapes précises d'ensemencement dans l'analyse microbiologique de la mayonnaise non stabilisée **(Figure 9).**

Dilution 10^{-1} :

- Prendre 05 boîtes de Petri stérile pour les germes aérobies et 05 boîtes de Petri pour les levures et moisissures et deux boite pétri témoins qui contient juste la gélose.
- Verser dans chaque boîte de Petri, 15 ml de gélose « DG18 » pour les germes aérobies et « PCA » pour les levures et moisissures, laisser le milieu de culture se solidifier en posant les boîtes de Petri sur une surface horizontale et froide.
- Après la solidification au moyen d'une pipette stérile, transférer dans les 05 boîtes de Petri des levures et moisissures trois goutes de l'échantillon préparé (dilution 10^{-1}) et dans les autres 05 boîtes de Petri des germes aérobies 1 ml de la suspension mère (dilution 10^{-1}).
- Etaler la suspension mère sur la surface des boîtes de gélose avec un étaleur stérile jusqu'à ce que le liquide soit entièrement absorbé par les milieux.
- Retourner les boites ainsi préparées et faire mouvement circulaire en forme de 8 pour homogénéiser le contenu des boîtes de Petri.

Dilution 10^{-2} :

- Dans des tubes à essai mettre 9 ml de diluant TSE et dans chaque tube ajouter 1 ml de l'échantillon préparé puis l'agitation.
- Prendre 05 boîtes de Petri stérile pour les germes aérobies et 05 boîtes de Petri pour les levures et moisissures.
- Au moyen d'une pipette stérile, transférer dans les 05 boîtes de Petri des levures et moisissures trois goutes de mélange de tube à essai (dilution 10^{-2}) et dans les autres
- 05 boîtes de Petri des germes aérobies 1 ml le même mélange (dilution 10^{-2}).
- Etaler le mélange sur la surface des boîtes avec un étaleur stérile jusqu'à ce que le liquide soit entièrement absorbé par les milieux.
- Retourner les boîtes ainsi préparées et faire mouvement circulaire en forme de 8 pour homogénéiser le contenu boîtes de Petri.

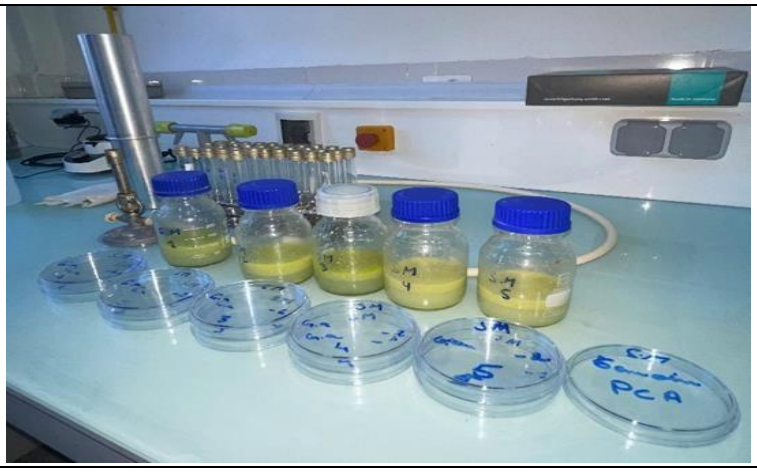


Figure 9 : Ensemencement des échantillons préparés.

Figure 9 : Ensemencement des échantillons préparés.

7. Incubation

Les boîtes de Petri ensemencées sont placées dans une étuve réglée à 30 °C. L'incubation dure 72 heures pour les germes aérobies et cinq jours pour les levures et moisissures, suivie de la lecture des résultats **(Figure 10).**



Figure 10 : Les boîtes de Pe tri pendant l'incubation.
Figure 10 : Les boites pétri pendant l'incubation.

8. Dénombrement des colonies

Après la période d'incubation spécifié en choisir les boites géloses comportant moins de 300 colonies. Compter toutes les colonies sur les boites, à l'aide d'un appareil de comptage, si nécessaire. Examiner les boites sous une lumière diffuse **(Figure 11).**

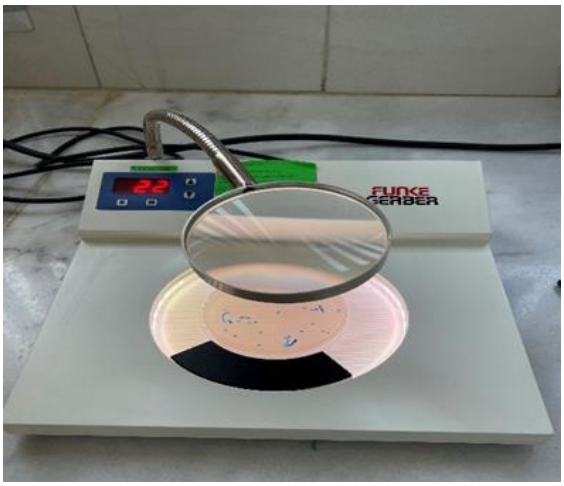


Figure 11 : Comptage des colonies de la boîtes de Petri après l'incubation.

9. Recherche et dénombrement de l'espèce *Escherichia coli*

Escherichia coli (E. coli) est une bactérie que l'on trouve couramment dans le tube digestif de l'être humain et des organismes à sang chaud. La plupart des souches sont inoffensives. Certaines en revanche peuvent provoquer une intoxication alimentaire grave. Pouvant provoquer une maladie grave d'origine alimentaire **(OMS, 2018).**

9.1. Préparation gélose Tryptone-Bile -Glucuronate (TBX)

La gélose TBX est un milieu sélectif destiné au dénombrement des *Escherichia coli* β-D-glucuronidase positive dans les produits alimentaires et les échantillons de l'environnement de production **(NF ISO 16649-2).**

Mode opératoire

- ✦ Mettre en suspension 30,6 g de milieu déshydraté (BK146) dans 1 litre d'eau ✦ Distillée ou déminéralisée.
- ✦ Porter lentement le milieu à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution complète.
- ✦ Répartir en tubes ou en flacons.
- ✦ Stériliser à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes. ✦ Refroidir et maintenir à 47-50 °C.

9.2. Ensemencement en profondeur (NF EN ISO 16649-2)

- ✦ Transférer 1 ml de la suspension et de ses dilutions décimales successives (-1 et -2) dans des boîtes de Petri stériles.
- ✦ Couler environ 15 ml de milieu maintenu à 44-47 °C, par boîte.
- ✦ Homogénéiser parfaitement et laisser solidifier sur une surface froide **(Figure 12).**

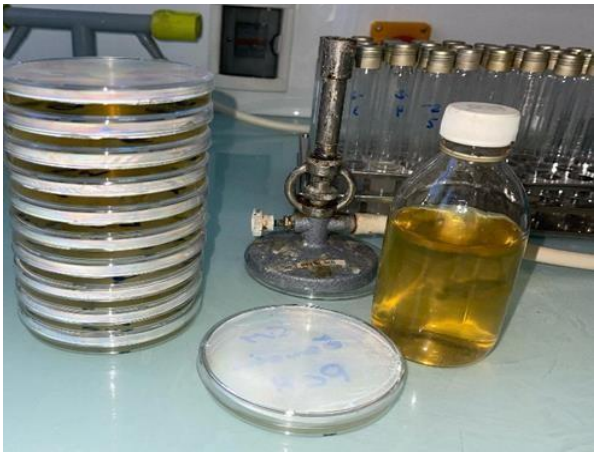


Figure 12 : Ensemencement en profondeur d'*E.coli*.

9.3. Incubation

Les boîtes de Petri ont été Incubées à 44 ± 1 °C pendant 18 à 24 heures maximum **(Figure 13).**



Figure 13 : Les boîtes de Petri pendant l'incubation.

9.4. Dénombrement des colonies

Une fois la période d'incubation achevée, les boîtes présentant moins de 150 colonies caractéristiques et un dénombrement total inférieur à 300 colonies sont sélectionnées pour l'analyse (les colonies caractéristiques se distinguent par une coloration bleue à bleu-vert) **(Figure 14).**

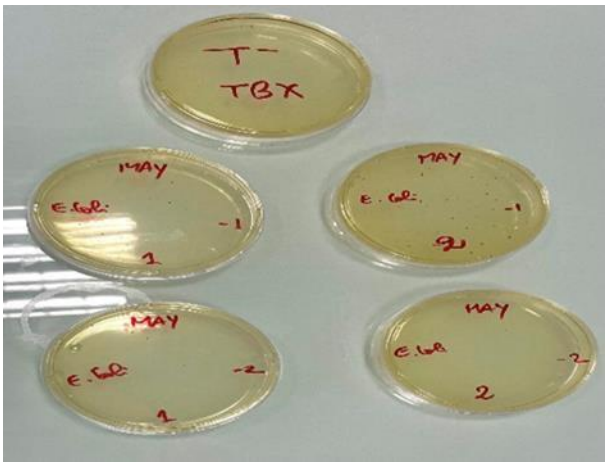


Figure 14 : Les boîtes de Petri après l'incubation.

4.2. Analyses physicochimiques

4.2.1 Matériels et matières utilisés

Le tableau ci-dessous présente les matériels et matières utilisés dans les analyses physicochimiques.

Tableau IV : Matériels et matières utilisées dans l'analyse physicochimique.

Appareillages et verreries	Matières
1. Capsule. 2. Bécher. 3. Ballon à fond rond. 4. Cartouches d'extraction. 5. Balance de précision. 6. Spatule. 7. Papier filtre. 8. Erlenmeyer 9. Pissette. 10. Entonnoir. 11. Crucible tongs. 12. PH mètre. 13. Appareil de soxhlet. 14. Hotte. 15. Dessiccateur. 16. Agitateur magnétique. 17. Etuve. 18. Plaque chauffante.	1. Eau distillée. 2. Alcool. 3. Hcl. 4. NaOH 5. Phénolphtaléine.

4.2.2 Méthode

Des paramètres ont été effectuées dans les analyses physicochimiques sont les suivants :

- Le PH.
- L'acidité.
- La teneur en matière sèche.
- La teneur en matière grasse.

4.2.2.1. Détermination du PH

Consiste à la mesure de l'acidité ou l'alcalinité d'un produit. Dans notre étude, la mesure du PH est réalisée avec un PH-mètre en introduisant la sonde à l'intérieure de l'échantillon. Le résultat est directement lu sur l'écran de l'appareil « inoLab 7310 », décrit par **AFNOR (1982) (Figure 15).**



Figure 15 : pH mètre.

.

4.2.2.2. Détermination de l'acidité

Principe :

La présence d'acides gras libres confère à la mayonnaise son acidité, qui peut être quantifiée par le biais de la méthode de titrage utilisant la phénolphtaléine **AFNOR (1974).**

Mode opératoire :

- Prendre 25g de l'échantillon, après ajouter un solvant 50 ml d'éthanol neutre à 95% puis l'agitation pendant 2 min.
- Prendre 20 ml de l'échantillon agité en ajoutant des gouttes d'indicateur de couleur (Phénolphtaléine). Dans la burette graduée de l'appareil de titrage, mettre NaOH jusqu'à 0 ml.
- Commencer à faire des gouttes de NaOH sur l'échantillon en agitant et observant la couleur jusqu'à ce que devienne rose et stable, ce qui indique le point d'équivalence **(Figure 16).**

Méthode de calcul

Décrit par ISO (1998), exprimée par pourcentage % :

$$\mathbf{A=} \quad \frac{\mathbf{Diluant}}{\mathbf{m}} \times \boldsymbol{V1} \times \boldsymbol{C} \times \frac{\mathbf{100}}{\mathbf{V0}}$$

- Diluant : Eau distillé.
- m : La masse de l'échantillon.
- V1 : Volume de NaOH.
- C : Concentration de NaOH.
- V0 : Volume de l'échantillon agité.



Figure 16 : Évaluation de l'acidité par titrage

4.2.2.3. Teneur en matière sèche

Principe :

La méthode utilisée pour estimer la teneur en humidité est la méthode de dessiccation par l'étuve à 105°C, décrite par AFNOR (1982). Les matières sèches sont le résidu sec des produits alimentaires après l'évaporation de leur humidité qui sera la différence entre la masse initiale et la masse finale du produit **(Figure 17, Figure 18).**

Mode opératoire :

- Prendre une capsule en verre vide dans le four pasteur pour la stérilisation à 105° pendant 30 min.
- Déplacer la capsule dans le dessiccateur pendant 30 min pour le refroidissement.
- Peser le poids vide de la capsule (70,9829 g).
- Mettre (5,6861 g) de l'échantillon dans la capsule. Le poids final est (75,4213 g).
- Mettre la capsule dans l'étuve pendant 1h pour le séchage.
- Refroidir l'échantillon dans le dessiccateur pendant 30 min.
- Remettre la capsule l'étuve pendant 1h.
- Peser finalement l'échantillon (68,7066 g).



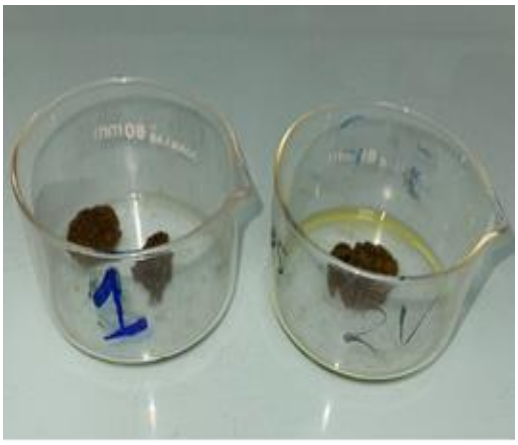


Figure 17 : L'échantillon pendant l'étuvage. **Figure 18 :** L'échantillon après le séchage.

Méthode de calcul :

Exprimé par pourcentage % :

100 – Le poids séché

4.2.2.4. Teneur en matière grasse :

Principe :

La technique de Soxhlet permet d'évaluer la quantité de graisses contenue dans un échantillon en recourant à un solvant organique pour l'extraction des graisses, suivie d'une pesée de cette matière grasse extraite pour déterminer le taux en pourcentage **(ISO 1444) (Figure 19, Figure 20).**

Mode opératoire :

Avant l'extraction, l'échantillon a été préalablement séché afin d'éliminer l'humidité susceptible d'interférer avec l'analyse. Une fois sec, 3,59 g de l'échantillon ont été pesés avec précision, puis introduits dans une cartouche d'extraction. La cartouche a ensuite été placée dans un appareil Soxhlet, dans lequel un solvant organique (éther de pétrole) a été ajouté pour l'extraction de la matière grasse. Le solvant a circulé à travers l'échantillon pendant environ 4 heures, assurant une extraction efficace. À la fin de l'extraction, le contenu a été transféré dans un papier filtre et rincé à plusieurs reprises (environ 10 fois) avec de l'eau distillée chauffée, afin de récupérer la matière grasse qui s'est déposée sur les parois du filtre. Enfin, la matière grasse extraite a été soigneusement pesée pour permettre le calcul de la teneur en matière grasse.

Méthode de calcul :

Exprimé en pourcentage % :

$$G = \left(\frac{m_1 - m_0}{\text{Prise d'essai}}\right) \times 100$$

* M0 : La masse initiale de l'échantillon.

* M1 : La masse finale de la matière grasse extraite.



Figure 19 : L'extraction de la matière grasse.



Figure 20 : Filtration de la matière grasse.

CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre 2 : Résultats et discussion

I. Résultats d'analyses microbiologiques

I.1. Germes aérobies

La lecture a été faite après 72 heures **(Figure 21),** Les résultats suivants ont été obtenus en fonction de la formule suivante selon **(NF EN ISO 4833).**

$$N = \frac{\Sigma n}{v \times 1{,}1 \times D}$$

- N : est le nombre de colonies de germes aérobies par gramme.
- n : est le nombre de colonies comptées sur la plaque de culture.
- V : est le volume d'échantillon prélevé en millilitres (1 ml).
- D : est le facteur de dilution.
- Unité : CFU/g.

Ces résultats ont été enregistrés dans le tableau ci-dessous (Tableau **VI**).

M

Tableau VI : Résultats de dénombrements des colonies des germes aérobies.

Germes aérobies	Témoin	1	2	3	4	5
10^{-1}	0	35	22	100	200	220
10^{-2}	0	10	5	10	50	30
Résultat	0	$4{,}1 \times 10^{-2}$ CFU/g	$2{,}5 \times 10^{-2}$ CFU/g	10^3 CFU/g	2,3 ×10^3 CFU/g	2,3 ×10^3 CFU/g

- **Interprétation :**

- Le témoin est négatif**,** ce qui valide les conditions de l'analyse.
- Les échantillons 1 et 2 sont d'excellente qualité microbiologique.
- Les échantillons 3, 4 et 5 montrent une charge plus importante :

Cela peut être dû à une **v**ariation dans les lots**,** un contact avec l'air**,** un emballage mal fermé, ou une contamination durant la préparation**.**

- Les valeurs restent généralement inférieures au seuil critique de 10^4 CFU/g**.**

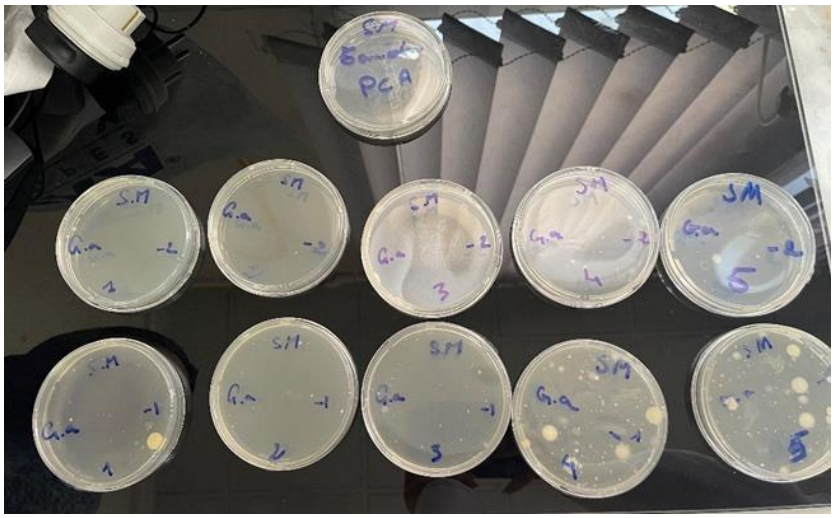


Figure 21 : Germe aérobie après 72h d'incubation.

I.2. Levures et moisissures

La lecture a été faite après 72 heures **(Figure 22),** Les résultats suivants ont été obtenus en fonction de la formule suivante selon (NF EN ISO 21569).

$$N = \frac{\Sigma n}{v \times 0{,}1 \times D}$$

Ces résultats ont été enregistrés dans le tableau ci-dessous (Tableau **IX**).

Tableau IX : Résultat de dénombrement des colonies des levures et moisissures.

Levures et moisissures	Témoin	1	2	3	4	5
10^{-1}	0	2	1	1	2	1
10^{-2}	0	0	0	0	0	0
Résultat	0	$1{,}8 \times 10^{-2}$ CFU/g	91 CFU/g	91 CFU/g	$1{,}8 \times 10^{-2}$ CFU/g	91 CFU/g

- **Interprétation :**

- Le témoin est resté stérile, ce qui confirme la validité des conditions expérimentales et l'absence de contamination durant l'analyse.
- Les cinq échantillons montrent une qualité microbiologique excellente, avec une très faible présence de levures et moisissures.
- Les valeurs restent généralement inférieures au seuil critique de 10^2 CFU/g**.**

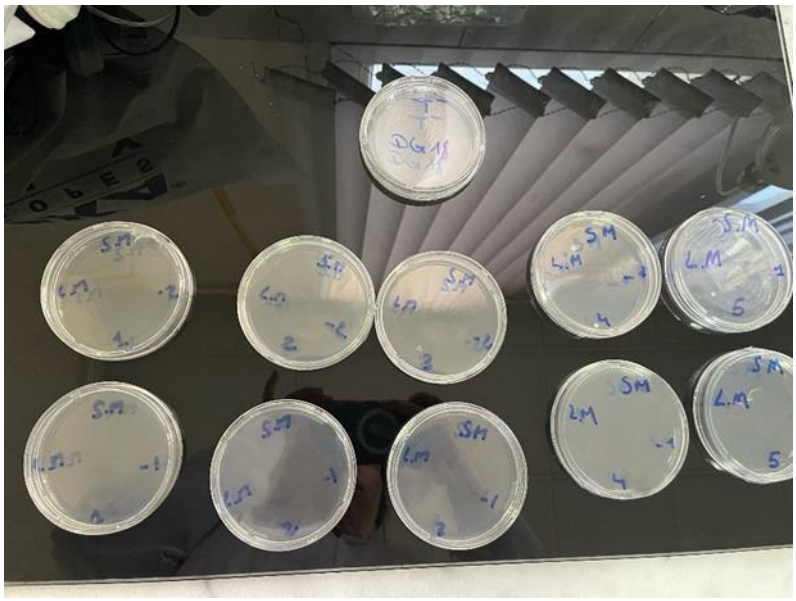


Figure 22 : Résultats de la recherche des Levures et moisissures après 5 jours d'incubation.

I. 3.*Escherichia Coli* :

La lecture a été faite après 24 heures, on remarque l'absence des colonies bleues à bleu-vert **(Figure 23).**

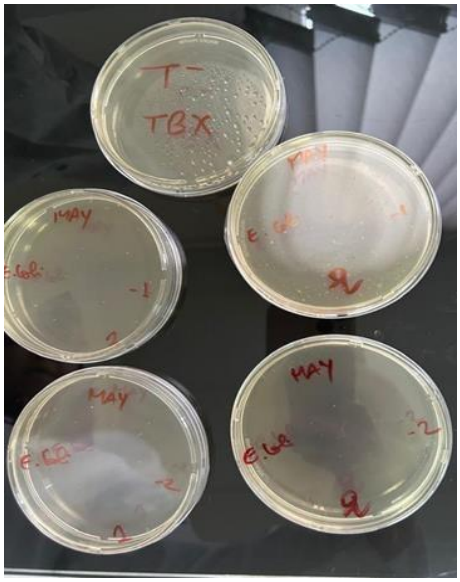


Figure 23 : Résultats de la recherche des *E.coli* après 24h d'incubation.

15- Autres denrées alimentaires (suite)

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Mayonnaise non stabilisée	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10^4	10^5
	Levures et moisissures	5	2	10^2	10^3
	Escherichia coli	5	2	10	10^2
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10^2	10^3
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g	
Mayonnaise stabilisée et autres sauces condimentaires	Levures et moisissures	5	2	10	10^2
	Escherichia coli	5	2	4	40
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10^2
	Salmonella	5	0	Absence dans 25 g	
Miel	Levures et moisissures	5	1	10^2	10^3
Vinaigre	Germes aérobies à 30 °C	5	1	30	10^2

Figure 24 : Critères microbiologiques de la mayonnaise, régis par l'arrêté interministériel de Muharram 1438, correspondant au 4 octobre 2016, fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires (J.O. n° 39 du 2 juillet 2017).

Selon le Journal Officiel n° 39 du 8 Chaoual 1438, correspondant au 2 juillet 2017, et en se référant à la catégorie de la mayonnaise non stabilisée, la comparaison avec nos recherches et analyses microbiologiques, effectuées au laboratoire de contrôle de qualité et de répression des fraudes, permet de conclure que les résultats obtenus sont conformes aux normes

II. Résultats des analyses physicochimiques

Les résultats des analyses physicochimiques sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tab Tableau XI).

Tableau XI : Résultats des analyses physicochimiques.

Paramètres	**pH**	**Acidité**	**Matière sèche**	**Matière grasse**
Résultats	3.91	4.99	31.2934	28.8



Figure 25 : Résultat de pH de la mayonnaise.

III. Discussion :

Cette étude avait pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique d'une mayonnaise naturelle à base d'avocat, dans le cadre d'une démarche de valorisation de produits fonctionnels, artisanaux et sains. En intégrant des ingrédients naturels comme l'avocat, l'huile d'olive, le citron, l'ail, la menthe et le persil, la formulation développée s'inscrit dans la tendance actuelle de l'alimentation santé, caractérisée par une réduction des additifs, des graisses saturées et des conservateurs chimiques.

Ce produit se veut une alternative aux mayonnaises industrielles classiques, souvent pointées du doigt pour leur forte teneur en lipides (60–70 %) et en additifs (Benjakul et al., 2020). L'objectif

principal était donc de démontrer qu'une mayonnaise à base végétale, formulée de manière artisanale, peut répondre aux normes de sécurité alimentaire, tout en maintenant une stabilité technologique et une valeur nutritionnelle élevée.

Les analyses ont porté principalement sur la recherche de levures et moisissures, ainsi que sur la détection d'*Escherichia coli,* afin d'évaluer l'hygiène globale du produit et les risques de contamination.

Les résultats montrent une absence totale de *E. coli* dans tous les échantillons testés, ce qui reflète une bonne qualité hygiénique, en lien avec un protocole de fabrication maîtrisé. Ce constat est en accord avec les observations de Cherif et al. (2019), qui ont montré que l'absence de coliformes fécaux dans les sauces artisanales est fortement corrélée à la rigueur des conditions de préparation et d'hygiène.

Par ailleurs, les levures et moisissures ont été détectées à des niveaux inférieurs aux seuils réglementaires établis par le Codex Alimentarius (FAO/OMS, 2022), confirmant la bonne stabilité microbiologique du produit. Cette maîtrise est remarquable, notamment dans un contexte où l'utilisation d'ingrédients végétaux frais augmente le risque de contamination fongique (SanchezZapata et al., 2013). Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Djellouli et al. (2021), qui ont observé de faibles charges microbiennes dans des sauces végétales artisanales bien acidifiées (pH < 4,0).

La stabilité microbiologique observée est donc attribuée à plusieurs facteurs :

- L'acidité du produit (pH < 4),
- L'effet antimicrobien de certains ingrédients (citron, ail, huile d'olive),
- Et les conditions hygiéniques rigoureuses lors de la préparation.

Les paramètres physico-chimiques analysés sont essentiels pour caractériser la qualité technologique et nutritionnelle du produit.

- pH : Le produit présente un pH de 3,9, ce qui est idéal pour inhiber la croissance de pathogènes comme *Salmonella spp.* et *Listeria monocytogenes* (FAO, 2019). Des valeurs similaires ont été rapportées par Bouzidi et al. (2020) dans des mayonnaises naturelles contenant des extraits de citron et d'herbes aromatiques.
- Acidité totale : La valeur de 4,99 % est également favorable à la conservation microbiologique et à la stabilité de l'émulsion. Elle reste dans les fourchettes recommandées pour les sauces vinaigrées naturelles (3–5 %, selon Codex Alimentarius).

• Teneur en matières grasses : À 31 %, cette mayonnaise peut être classée comme semiallégée, ce qui représente un avantage nutritionnel majeur par rapport aux produits industriels (60– 70 % de MG). Une étude similaire menée par Tarakçi et al. (2015) sur des mayonnaises à base de yaourt a montré que des produits contenant 30–35 % de lipides peuvent maintenir une bonne onctuosité et une stabilité satisfaisante, tout en réduisant l'apport en graisses saturées.

• Matières sèches : Le taux de 28 % indique une formulation bien concentrée, favorisant une texture homogène. Une teneur élevée en matière sèche est également un bon indicateur de la qualité des ingrédients utilisés et de la tenue de l'émulsion (Silva et al., 2020).

Ces résultats confirment que la formulation développée est non seulement technologiquement stable, mais aussi nutritivement équilibrée, grâce à l'apport en acides gras insaturés (provenant de l'avocat et de l'huile d'olive), en fibres végétales, et en composés bioactifs (antioxydants, polyphénols, etc.).

L'ensemble des résultats microbiologiques et physico-chimiques montre que la mayonnaise naturelle à base d'avocat élaborée dans cette étude répond aux normes de qualité sanitaire et nutritionnelle. Elle constitue une alternative prometteuse aux mayonnaises industrielles, en particulier pour les consommateurs soucieux de leur santé.

Ces résultats corroborent ceux de plusieurs études antérieures, notamment Sanchez-Zapata et al. (2013) et Bouzidi et al. (2020), qui ont démontré l'intérêt technologique et nutritionnel des ingrédients végétaux dans les sauces émulsionnées. Ils confirment également que la fabrication artisanale, lorsqu'elle est encadrée par de bonnes pratiques, peut conduire à des produits sûrs, stables et commercialisables.

Conclusion

Conclusion :

Les travaux réalisés autour du développement d'une mayonnaise naturelle à base d'avocat ont permis de démontrer la faisabilité technologique, microbiologique et nutritionnelle de ce produit.

Cette formulation innovante s'inscrit pleinement dans les tendances actuelles de l'alimentation santé, privilégiant les ingrédients naturels, fonctionnels et peu transformés.

L'avocat, ingrédient principal, s'est révélé être une excellente alternative à l'huile traditionnelle, grâce à sa teneur élevée en acides gras insaturés, ses fibres alimentaires, ses antioxydants naturels (vitamine E, caroténoïdes) ainsi que sa texture crémeuse, facilitant la création d'une émulsion stable.

En plus de ses atouts nutritionnels, il contribue à l'élaboration d'un produit au goût subtil et authentique, susceptible de séduire une large catégorie de consommateurs à la recherche de produits à la fois sains, savoureux et innovants.

Les résultats analytiques obtenus, tant sur le plan microbiologique (absence de pathogènes, faibles charges en levures et moisissures) que physico-chimique (pH acide, teneur modérée en matières grasses, bonne stabilité de l'émulsion), confirment la qualité globale de cette mayonnaise.

Une optimisation rigoureuse de la formulation a permis d'atteindre un bon équilibre entre goût, texture et conservation, tout en garantissant la sécurité alimentaire du produit.

Cette mayonnaise à base d'avocat représente donc une opportunité prometteuse pour l'industrie agroalimentaire, notamment dans les segments dédiés aux produits sains, naturels, végétariens ou véganes. Elle se distingue par son positionnement « clean label », sans additifs ni conservateurs chimiques, et répond aux attentes croissantes des consommateurs en matière de transparence, durabilité et bien-être nutritionnel.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

AFNOR. (1974). *Produits dérivés des corps gras – Détermination de l'indice d'acidité (NF T 60-204).* Association Française de Normalisation.

AFNOR. (1982). *Produits alimentaires – Détermination de la teneur en eau – Méthode par dessiccation à 105°C (NF V 03-707).* Association Française de Normalisation.

AFNOR. (1982). *Qualité de l'eau – Détermination du pH – Méthode électrométrique (NF T 90-008).* Association Française de Normalisation.

ALGERAC. (n.d.). *L'accréditation*. Organisme Algérien d'Accréditation.

Anonyme. (2012). *La mayonnaise, une histoire controversée*. Club-Sandwich.net.

Aroma-Zone. (2023, 15 mars). *Le citron : tous ses bienfaits et utilisations au quotidien.*

Benjakul, S., et al. (2020). Application of plant-based emulsifiers in food systems. *Food Hydrocolloids, 108,* 106028.

Bouzidi, L., Benali, M., & Zerrouki, N. (2020). Évaluation de la qualité microbiologique et physico-chimique de mayonnaises artisanales à base d'ingrédients naturels. *Revue Algérienne de Technologie Alimentaire, 4(2)*, 45–53.

Bouzidi, M., et al. (2020). Étude de la stabilité physico-chimique de sauces émulsionnées à base d'ingrédients naturels. *Revue Algérienne des Sciences Alimentaires, 12(2),* 77-84.

Brabant, L. E. (1992). Please squeeze the dressings: New sales opportunities in Japan. *AgExporter, 4,* 12–13.

Cherif, M., et al. (2019). Qualité hygiénique des sauces artisanales vendues dans les marchés algériens. *Journal Algérien de Microbiologie Appliquée, 8(1)*, 45-52.

De Menezes, R. C. F., de Carvalho Gomes, Q. C., de Almeida, B. S., Rebelo de Matos, M. F., & Pinto, L. C. (2022). Plant-based mayonnaise : Trending ingredients for innovative products. *International Journal of Gastronomy and Food Science, 29,* 100599.

Djellouli, H., Benali, M., & Zerrouki, N. (2021). Évaluation de la qualité microbiologique et physico-chimique de sauces végétales artisanales : Impact des conditions de conservation sur la charge fongique. *Revue Algérienne de Technologie Alimentaire, 5(1),* 25–33.

Djellouli, L., et al. (2021). Caractérisation microbiologique des sauces végétales traditionnelles. *Revue des Sciences Biologiques, 17(3),* 65-72.

Dupont, J. (2018). *Les dangers cachés des aliments transformés*. Paris : Éditions Santé Publique.

FAO. (2019). *Foodborne pathogens and food safety guidelines*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2019). *Microbiological hazards in mayonnaise and mayonnaise-based sauces. FAO Food Safety Technical Report No.*

FAO/OMS. (2022). *Codex Alimentarius : Guidelines on Microbiological Criteria for Foods*.
Geneva.

Finberg, H. (1955). The development of the salad dressing industry. *Journal of Food Distribution Research, 26(3),* 45–49.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Microbiological hazards in mayonnaise and mayonnaise-based sauces. FAO Food Safety Technical Report No.*

Graf, E., & Bauer, H. (1976). Emulsions in food technology. In S. Friberg (Ed.), *Food Emulsions* (pp. 235–276). Marcel Dekker.

Harrison, L. J., & Cunningham, F. E. (1985). Factors influencing the quality of mayonnaise. *Journal of Food Quality, 8(1),* 1–20.

Harrison, L. J., & Cunningham, F. E. (1985). Factors influencing the quality of mayonnaise : A review. *Journal of Food Quality, 8(1),* 1–20.

Healthline. (2019, 14 décembre). *7 Potential Health Benefits of Avocado*.

ISO. (1996). *Viandes et produits à base de viande – Détermination de la teneur en matière grasse totale – Méthode par extraction au solvant (ISO 1444 :1996)*. Organisation internationale de normalisation.

ISO. (1998). *Produits dérivés des corps gras – Détermination de l'indice d'acidité et de l'indice de saponification – Méthodes par titrage (ISO 660 :1996, version française)*.
Organisation internationale de normalisation.

ISO. (2001). *Microbiologie des aliments – Dénombrement des Escherichia coli β-Dglucuronidase positifs – Partie 2 : Technique de comptage des colonies à 44 °C à l'aide de milieux TBX (ISO 16649-2 :2001)*. Organisation internationale de normalisation.

ISO. (2008). *Microbiologie des aliments — Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures — Partie 1 : Technique par comptage des colonies dans les produits ayant une activité de l'eau supérieure à 0,95 (ISO 21527-1 :2008)*. Organisation internationale de normalisation.

ISO. (2013). *Microbiologie de la chaîne alimentaire – Dénombrement des micro-organismes*
– Partie 1 : Méthode de comptage des colonies à 30 °C par la technique d'ensemencement en profondeur (NF EN ISO 4833-1 :2013). Organisation internationale de normalisation.

ISO. (n.d.). *ISO/IEC 17025 — Laboratoires d'étalonnages et d'essais*.

Kallel, F., Driss, D., Chaari, F., Belghith, L., Bouaziz, F., Ghorbel, R., & Chaabouni, S. E. (2014). Garlic (Allium sativum L.) husk waste as a

potential source of phenolic compounds : Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. *Industrial Crops and Products, 62*, 34–41.

Kim, S.-Y., Han, S.-D., Kim, M., Mony, T. J., Lee, E.-S., Kim, K.-M., Choi, S.-H., Hong,

S. H., Choi, J. W., & Park, S. J. (2021). Mentha arvensis Essential Oil Exerts AntiInflammatory in LPS-Stimulated Inflammatory Responses via Inhibition of ERK/NF-κB

Signaling Pathway and Anti-Atopic Dermatitis-like Effects in 2,4-DinitrochlorobenzeneInduced BALB/c Mice. *Antioxidants, 10(12)*, 1941.

Littré, É. (1873). *Dictionnaire de la langue française* (Vol. 4). Hachette.

Ministère de la Santé. (2015, 30 septembre). *Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures.... Journal Officiel de la République Algérienne, (52)*, 22–26.

Ministère de la Santé. (2019, 20 novembre). *Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes.... Journal Officiel de la République Algérienne, (71)*, 18–22.

National Institutes of Health. (2024). *Renal health benefits and therapeutic effects of parsley*.

Noémie Nutrition. (2020, 3 février). *Quelle huile pour cuisiner tes petits plats*.

Preston, R. (1983). Trends in mayonnaise and salad dressing production. *Food Industry Journal, 12(4)*, 22–27.

République Algérienne Démocratique et Populaire. (2017). *Arrêté interministériel du 4 octobre 2016.... Journal Officiel de la République Algérienne, N°39 du 2 juillet 2017*.

République Algérienne Démocratique et Populaire. (2017). *Journal officiel N°39 du 2 juillet 2017.... Journal Officiel de la République Algérienne*.

Sanchez-Zapata, E., et al. (2013). Development of healthy mayonnaise with omega-3 enriched oils: technological and sensory aspects. *Food Chemistry, 141(4)*, 1306-1313.

Silva, T. A., et al. (2020). Emulsion stability and textural properties of avocado-based dressings. *International Journal of Gastronomy and Food Science, 21*, 100233.

Williams, K., & Wilkins, R. (2018). *Nutrition et santé : Les bienfaits des aliments naturels*.
Montréal : Éditions Santé et Bien-être.

Annexes

Annexe 1

A. Questionnaire test de dégustation

Dans le cadre d'une enquête pour l'analyse sensorielle d'une mayonnaise naturel à base de l'avocat. Nous vous proposons notre produit, pour évaluer chacun des descripteurs pour ces formulations à l'aide de l'échelle d'intensité allant de 1à 4. Merci de répondre à ce questionnaire.

Rincez-vous bien la bouche avant de déguster.

*** Comment trouver-vous ce produit ?**

- **La couleur**

Très mauvaise ☐

Mauvaise ☐

Moyenne ☐

Très bonne ☐

- **La consistance**

Très liquide ☐

Liquide ☐

Consistant ☐

Très consistant ☐

- **L'odeur**

Agréable ☐

Moins agréable ☐

Plus en mois agréable ☐

Très agréable ☐

- **Le goût**

Très bon

Bon

Moyen

Mauvais

- **Le goût (acidité)**

Très acide

Moyennement acide

Peu acide

Très peu acide

- **Amertume**

Non amer

Peu amer

Amer

Très amer

- **Pouvez-vous acheter ce produit ultérieurement ?**

Oui

Non

- **Est-ce que vous pouvez remplacer la mayonnaise quotidienne avec ce produit ?**

Oui

Non

B. Résultats de l’évaluation de la crème active

1. La couleur

Très mauvaise	Mauvaise	Moyenne	Très bonne
0/58	0/58	28/58	30/58

2. La consistance

Très liquide	Liquide	Consistant	Très consistant
0/58	3/58	52/58	3/58

3. L’odeur

Agréable	Moins agréable	Plus en moins agréable	Très agréable
30/58	12/58	1/58	15/58

4. Le gout

Très bon	Bon	Moyen	Mauvais
15/58	25/58	12/58	6/58

5. Le gout (acidité)

Très acide	Moyennement acide	Peu acide	Très peu acide

0/58	9/58	39/58	10/58

6. Amertume

Non amer	Peu amer	Amer	Très amer
53/58	4/58	1/58	0/58

7. Pouvez-vous acheter ce produit ultérieurement ?

Oui	Non
40/58	18/58

8. Est-ce que vous pouvez replacer la mayonnaise quotidienne avec ce produit ?

Oui	Non
38/58	20/58



Figure 01 : journée dégustation.

Annexes 2



Figure 02 : Un pot de mayonnaise.



Figure 03 : Les milieux de cultures.



Figure 04 : Dessiccateur.



Figure 05 : Four pasteur.



Figure 06 : Les cartouches d'extraction.



Figure 07 : Agitateur.

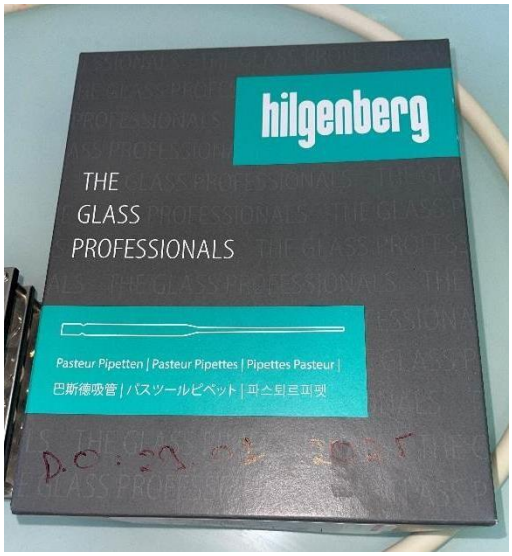
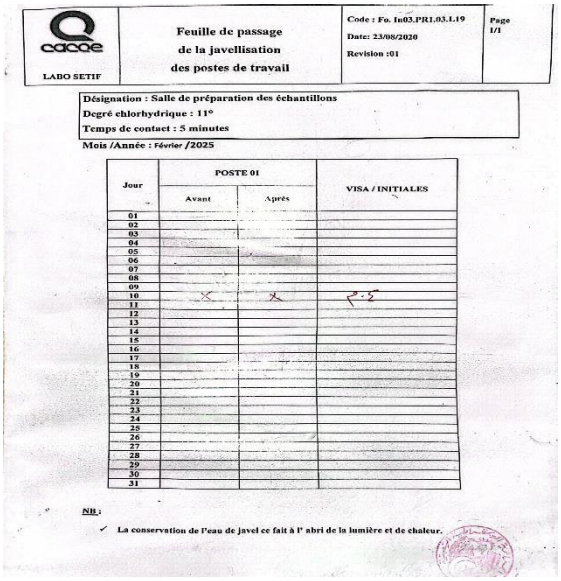


Figure 08 : Les pipettes pasteur.



cacae — LABO SETIF

Feuille de passage de la javellisation des postes de travail

Code : Fo. In03.PR1.03.I.19 | Date: 23/08/2020 | Revision :01 | Page I/1

Désignation : Salle de préparation des échantillons
Degré chlorhydrique : 11°
Temps de contact : 5 minutes
Mois /Année : Février /2025

Jour	POSTE 01		VISA / INITIALES
	Avant	Après	
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10	X	X	P.S
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			

NB :
✓ La conservation de l'eau de javel ce fait à l' abri de la lumière et de chaleur.

Figure 09 : Feuille de passage de la javellisation.



Figure 10 : Les flacons.



Figures 11 : Etaleur.

Résumé

Résumé

Ce mémoire porte sur la formulation et la caractérisation d'une mayonnaise alternative à base d'avocat, dans le but de proposer un produit plus sain, naturel et adapté aux attentes nutritionnelles actuelles. Grâce à sa richesse en acides gras insaturés, en fibres et en antioxydants, l'avocat est utilisé comme substitut partiel ou total de l'huile conventionnelle. L'étude évalue les propriétés physico-chimiques (pH, stabilité, texture) et sensorielles du produit, en testant plusieurs formulations. Les résultats révèlent une mayonnaise stable, à la texture onctueuse et bien acceptée sensoriellement, avec un profil nutritionnel amélioré. Cette recherche contribue à l'innovation dans le domaine des condiments à base d'ingrédients naturels.

Mots clés : mayonnaise, avocat, aliment sain, émulsion, analyse sensorielle.

Abstract

This thesis focuses on the formulation and characterization of an avocado-based alternative mayonnaise, aiming to offer a healthier and more natural product aligned with current dietary trends. Due to its richness in unsaturated fats, fiber, and antioxidants, avocado is used as a partial or complete substitute for conventional oil. The study assesses the physicochemical (pH, stability, texture) and **sensory** properties of the product across various formulations. The results demonstrate a stable, creamy mayonnaise with favorable sensory acceptance and improved nutritional profile.
This work contributes to the innovation of natural, functional condiment products.

Keywords : avocado, mayonnaise, healthy food, emulsion, sensory analysis.

الملخص

يركز هذا البحث على تركيب وتوصيف مايونيز بديل مصنوع من الأفوكادو، بهدف تقديم منتج صحي وطبيعي يتماشى مع التوجهات الغذائية الحديثة. وبفضل غناه بـ الدهون غير المشبعة، والألياف، ومضادات الأكسدة، يُستخدم الأفوكادو كبديل جزئي أو كلي للزيت التقليدي. تناولت الدراسة الخصائص الفيزيائية-الكيميائية) مثل الحموضة والثبات والملمس (والخصائص الحسية للمنتج في صيغ مختلفة. أظهرت النتائج أن المايونيز المحضر يتميز بثبات جيد وملمس كريمي وقبول حسي مرضٍ، إضافة إلى قيمة غذائية محسّنة. يساهم هذا العمل في تطوير منتجات توابل طبيعية وصحية.

الكلمات المفتاحية: مايونيز، أفوكادو، غذاء صحي، مستحلب، تحليل حسي.