

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2022



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Sciences Biotechnologique

Spécialité : Biotechnologie microbienne

Présenté par :

TALI Rima & KOHIL Imane

Thème

Effets biologique des extraits des graines et des feuilles de Myrté cummun et l'incorporation de leurs poudres dans un produit laitier

Soutenu le: 07 /07/2022

Devant le jury composé de :

| Nom et Prénom | Grade | | |
|------------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| Mlle. BEN SMAIL Souhila | MCB | Univ. de Bouira | Présidente |
| Mme. DJOUAHRA Fahem Djamilia | MCB | Univ. de Bouira | Promotrice |
| Mme. MESSAD Sarah | MCB | Univ. de Bouira | Examinatrice |

Année Universitaire : 2021/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et le miséricordieux, qui nous a aidé et nous a donné la force, le courage et la patience pour accomplir ce modeste travail.

En préambule à ce mémoire, nos remerciements les plus sincères sont adressés aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Nos remerciements pour Dr. Djouahra djamila, notre promotrice, pour son soutien, son encadrement et ses conseils.

Nous tenons à remercier également les membres du jury, Madame BEN SMAIL SOUHILA qui a honoré de sa présence notre soutenance et Madame MESSAD SARAH qui a consacré tout son temps pour examiner et évaluer notre manuscrit.

Nos remerciements pour La Laiterie-Fromagerie de Boudouaou (L.F.B)

Nous tenons à remercier spécialement nos amies pour leur amitié et pour tous les moments de folie que nous avons passés ensemble.

Nous remercions tous les membres de nos familles qui occupent chacun une place unique dans nos cœurs.

Merci

Dédicaces

Je dédie ce travail

A la plus belle créature que Dieu à créer sur terre, à la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, ma grand-mère « **Fatma** » que j'adore.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon précieux offre du Dieu, qui doit ma vie, ma réussite et toute mon respect, mon grand-père « **Hebchi** » que je l'aime.

A mon père « Imhamed », tous les mots ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance pour ton dévouement et tes sacrifices, tu as toujours été à mes côtés pour me setenir et m'épauler.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, ma mère « Souad ».

A ma grand-mère maternelle pour tous le douaa, à la mémoire de mon grand-père « Mohamed », que Dieu lui garde dans son vaste paradis.

A ma sœur et mon frère « Hadjer » et « Sliman » pour tous l'amour et la joie.

A mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

Rima

Dédicaces

*Au nom de l'amour et le respect, je dédie ce modeste travail à la lumière de
mes jour, la source de mes efforts, à ma famille surtout mon père
«MESSOUADE» et ma mère «REBIHA» qui ont sacrifié pour mon éducation
et ma réussite*

A mon frère : Saifou

à mes chères sœurs: nassima ; narimen et maroua

à tous les personnes qui me sont très chères

à toute la famille kohil

à mes chères amies

à tous mes camarades

*Enfin je remercie tous ce qui m'ont aidé et donné l'envie
de réussir*

IMEN

Table des matières

| | |
|---|----|
| Liste des abréviations | |
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Introduction | 1 |
| Synthèse bibliographique | |
| I. le lait : | 3 |
| I.1. Définition du lait : | 3 |
| I.2. Composition du lait : | 3 |
| I.3. Les caractéristiques du lait | 4 |
| I.3.1. Caractéristiques organoleptiques du lait (Sousa et Malcata. 2002). | 4 |
| I.3.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait : | 5 |
| I.2. Microbiologie du lait..... | 6 |
| I.2.1 Flore originelle | 6 |
| I.2.2 Flore de contamination..... | 6 |
| I.2.2.1 Flore d'altération | 6 |
| I.2.2.2 Flore pathogène | 7 |
| II. Le fromage..... | 7 |
| II.1. Généralité..... | 7 |
| II.1.2. Définition | 7 |
| II.1.3. Classification de fromage | 8 |
| II.1.4. Technologie des fromages | 8 |
| II.2.1. Différents types de fromages | 9 |
| III. Le fromage fondu | 10 |
| III.1. Définition | 10 |
| III.2. Les différents types des fromages fondus | 10 |
| III.3. Composition et valeur énergétique..... | 11 |
| III.4. Fabrication des fromages fondus..... | 11 |
| III.4.1. Préparation des matières premières | 11 |
| III.4.2. Coupage et broyage des fromages | 11 |
| III.4.3. Mélange, cuisson et fonte | 12 |
| III.4.4. Stabilisation thermique de la pâte..... | 12 |

| | |
|---|----|
| III.4.5. Crémage..... | 12 |
| III.4.6. Homogénéisation..... | 12 |
| III.4.7. Conditionnement du fromage fondu..... | 12 |
| III.4.8. Refroidissement du produit fini..... | 13 |
| III.4.9. Etiquetage..... | 13 |
| III.4.10. Stockage du produit..... | 13 |
| III.5. Défauts de fabrication de fromage fondu..... | 13 |
| II. Myrte commun L..... | 15 |
| II.1 Description botanique..... | 15 |
| II.2 Nomenclature et classification..... | 16 |
| II.3 Distribution..... | 17 |
| II.4 Utilisation..... | 18 |
| II.5 Métabolites secondaires..... | 19 |
| II.5.1 Composition chimique polyphénols de <i>M. communis</i> | 19 |
| II.5.2. Composition chimique de l'huile essentielle de <i>M. communis</i> | 20 |
| II.6 Propriétés biologiques..... | 20 |
| II.6.1 Propriétés antimicrobiennes :..... | 20 |
| II.6.2. Activité antioxydante..... | 21 |
| II.6.3. Activité antifongique..... | 21 |
| II.6.4. Activité anticancéreuse..... | 21 |
| II.6.5. Activité antidiabétique..... | 21 |
| II.6.6 Activité anti-inflammatoire..... | 21 |

Partie expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthodes

| | |
|---|----|
| I.1. Matériel..... | 22 |
| I.1.1 Matériel non biologique..... | 22 |
| I.1.2. Matériel biologique..... | 22 |
| I.1.2.1. Matières végétales..... | 22 |
| I.1.2.2 Les souches bactériennes..... | 23 |
| I.2.Méthodes..... | 23 |
| I.2.1. Préparation de la poudre végétale..... | 23 |
| I.2.2. Préparation des extraits par macération..... | 23 |
| I.2.3. Screening phytochimique..... | 24 |

| | |
|---|----|
| I.2.3.1. préparation de l'infusé..... | 24 |
| 1. Identification des tanins catéchiqes | 24 |
| 2. Recherche des polyphénols | 24 |
| 3. Recherche des terpénoïdes..... | 24 |
| 4. Test d'anthocyanes | 24 |
| 5. Test de mucilages | 25 |
| 6. Test des saponosides..... | 25 |
| I.2.4. Evaluation des taux en composés phénoliques | 25 |
| I.2.4.1. Dosages des polyphénols totaux | 25 |
| I.2.4.2. Dosage des flavonoïdes | 26 |
| I.2.5. Activité antioxydante | 27 |
| I.2.6. Activité antimicrobienne | 29 |
| I.3. Le processus de fabrication d'un fromage fondu | 30 |
| I.4. Analyses microbiologiques | 31 |
| I.4.1. Préparation de la solution mère et des dilutions..... | 31 |
| I.5. Analyses physico-chimiques..... | 33 |
| I.5.1 Préparations des solutions mères à partir des produits solides..... | 33 |
| I.5.1.1. Préparation de la solution du lait..... | 33 |
| I.5.1.2 Préparation de la solution des sels de fonte..... | 33 |
| I.6. Les analyses sensorielles..... | 35 |

Chapitre II: Résultats et discussion

| | |
|--|----|
| II. Résultats et discussions | 36 |
| II.1. Etude phytochimique | 36 |
| II.2. Rendement d'extraction | 37 |
| II.2. Teneur en polyphénols totaux..... | 38 |
| IV.3. Teneurs en flavonoïdes | 40 |
| II.4. Activité anti-oxydante | 41 |
| II.5. Evaluation de l'activité antibactérienne | 43 |
| II.6. Analyses relatives au fromage fondu..... | 46 |
| II.6.1 Matières premières pour la fabrication | 46 |
| II.6.2 Les analyses des fromages fondus, à base des extraits du <i>Myrte</i> | 49 |
| II.6.3 Les analyses sensorielles..... | 50 |
| Conclusion et perspectives | 53 |

Références bibliographiques.....57

Annexes

Liste des abréviations

Abs : Absorbance

AFNOR : Association Française de Normalisation.

ATB : Antibiotique.

ATCC : American type culture collection.

BCPL D/C : Bouillon lactose au Bromocrésole pourpre simple concentration.

BCPL : Bouillon lactose au Bromocrésole pourpre.

C.Fécaux : Coliformes fécaux

D° : degré dornic

Do : Densité optique.

EST : Extrait sec total.

FCR : *Folin Ciocalteu Reagent*

h : heure

H : Humidité.

H₃PMO₁₂O₄₀ : Acide phosphomolybdique.

H₃PW₁₂O₄₀ : Acide phosphotungstique

I% : Pourcentage d'inhibition.

L.F.B: Laiterie-Fromagerie de Boudouaou.

MO₈O₂₃ : Molybdène.

MG : Matière grasse.

mgEq AG/g : Milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme.

mgEq Q/g : Milligrammes d'équivalent de quercétine par gramme.

pH : Potentiel d'hydrogène.

PMA : Plantes médicinales et aromatiques.

SFB : *Selenite F Broth*.

UFC/ml : Unité formant de colonie

VF: Viande-foie gelose.

VRBG : *Violet Red Bile Glucose*.

W₈O₂₃ : Oxydes bleus de Tungstène.

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Principales familles de plantes médicinales utilisées..... | 15 |
| Figure 2 : Les feuilles et les fruits de <i>Myrtus communis L.</i> | 16 |
| Figure 3 : La distribution de <i>M.communis L</i> dans le monde | 18 |
| Figure 4 : Les principaux composants polyphénolique de <i>M.communis L.</i> | 20 |
| Figure 5 : Aspect des feuilles et des graines de <i>M.communis L</i> | 22 |
| Figure 6 : Préparation de l'extrait éthanolique. | 24 |
| Figure 7 : Forme oxydée et réduite du radical DPPH | 28 |
| Figure 8 : Préparation de la solution mère à partir des produits solides. | 32 |
| Figure 9 : Teneur en polyphénols totaux dans les deux extraits (feuilles et graines) de <i>M.communis L.</i> | 39 |
| Figure 10 : Teneur en flavonoïde dans les deux extraits (feuilles et graines) de <i>M.communis L</i> | 40 |
| Figure 11 : pourcentage d'inhibition des extraits (graines et feuilles) de <i>M.communis L</i> et de l'acide ascorbique..... | 42 |
| Figure 12 : Les valeurs IC50 de l'acide ascorbique et des extraits éthanoliques de <i>M.communis L.</i> | 43 |
| Figure 13 : Fromage fondu fabriqués à base de poudre des feuilles et des grains de <i>M.communis L</i> à différentes concentrations..... | 51 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Composition moyenne du lait des différentes espèces..... | 4 |
| Tableau 2 : Différents types de fromages | 9 |
| Tableau 3: Composition du fromage fondu | 11 |
| Tableau 4: Défauts de fabrication de fromage fondu au moment de la fonte | 14 |
| Tableau 5: Les souches bactériennes étudiées. | 23 |
| Tableau 6: Les analyses microbiologique de Cheddar, et produit fini..... | 31 |
| Tableau 7: Analyse microbiologique des matières premières et des fromages fabriqués..... | 32 |
| Tableau 8: méthodes d'analyse physicochimique des matières premières et des fromages fabriqués | 34 |
| Tableau 9 : screening phytochimique des différentes parties (feuilles et graines) de <i>M. communis L.</i> | 36 |
| Tableau 10: Rendement en extraits obtenus à partir des deux parties (feuilles et graines) de <i>M.communis L</i> | 38 |
| Tableau 11 : Zones d'inhibition des deux extraits (feuilles, graines) de <i>M.communis.L</i> vis-à-vis des bactéries étudiées..... | 44 |
| Tableau 12: Les résultats des analyses physicochimiques des matières premières. | 46 |
| Tableau 13: Résultats des analyses microbiologiques des matières premières..... | 48 |
| Tableau 14: Analyses physicochimiques des produits finis..... | 49 |
| Tableau 15: Résultats des analyses microbiologiques des produits finis exprimées en UFC/ml | 50 |
| Tableau 16: Résultats des analyses sensorielles des produits finis (fromage à base de poudre des feuilles et graines de <i>M.communis</i> et fromage sans incorporation des produits)..... | 51 |

Introduction

Introduction

Introduction

Le lait est un des produits de base de l'alimentation humaine. Il est comme la plupart des matières premières d'origine biologique, très périssable : il s'altère rapidement par voies microbienne et enzymatique. Sa forte dégradabilité naturelle, a contraint l'homme à inventer des moyens de différer son altération. Ainsi plusieurs procédés de transformation du lait en produits dérivés (fromages, laits fermentés, laits en poudre) sont connus depuis des siècles. **(Ould Eleya, 1996).**

Le fromage fut à son origine, un mode de conservation du lait ou du moins des éléments susceptibles d'être conservés, au prix de fermentations que l'Homme a appris à diriger **(Eck et Gillis, 2006)**. Il constitue un élément important dans l'alimentation humaine. Ses taux élevés en lactose, lipides et en protéines en font de lui un aliment nutritif, riche en énergie **(Walther et al., 2008)**. Le fromage fondu est l'une des préparations qui a permis une stabilisation bien plus poussée des protéines lactières **(Meyer, 1973)**. Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé les plantes rencontrées dans la nature pour traiter et soigner des maladies, mais également pour s'alimenter. L'utilisation des plantes sauvages dans la plupart des sociétés fait partie du système et des pratiques de savoirs indigènes pendant de nombreuses générations. La consommation de ces plantes fournit aux populations rurales la plupart de leurs besoins quotidiens en vitamines et minéraux essentiels, en particulier en acide folique, et en vitamines A, B complexe, E et C et, dans bien des cas, ont des propriétés médicinales **(Fanzo et al., 2013)**.

Aujourd'hui, le secteur des plantes médicinales et aromatiques (PMA) concerne la majorité des marchés tels que la cosmétique, la parfumerie, et l'agroalimentaire et il est en constante progression.

Le Myrte (*Myrtus communis* L.) est une plante aromatique et médicinale appartenant à la famille des Myrtacées qui a été utilisée dans le monde entier en médecine traditionnelle. Elle est connue en Algérie sous les noms de «rihan» en arabe et «Mersin» en berbère **(Beloued, 2005)**. Sa composition riche, complexe et variée a fait le sujet d'un grand nombre d'études, exposé par **Alipour et al. 2014**. L'espèce *M. communis* L. est connue par ces propriétés antiseptiques désinfectantes et astringentes (diarrhées, dysenterie), ainsi par son effet

Introduction

hypoglycémique. Elle est reconnue également dans le traitement des maladies des voies urinaires et respiratoires (Baba Aissa, 1999 ; Mimica-Dukic *et al.*, 2010).

On fait que le consommateur d'aujourd'hui est conscient de l'intérêt de consommation d'aliments riches en antioxydants bénéfiques à la santé, ce qui incite ainsi les industriels à la diversification des produits mis sur le marché. C'est dans ce sens que s'inscrit notre étude dont l'objectif consiste à mettre à profit dans l'industrie agro-alimentaire les effets biologiques du *M. communis* et ce, par son incorporation dans l'élaboration d'un fromage fondu. C'est pourquoi nous sommes intéressées à faire une étude phytochimique de la plante *Myrtus* et tester son activité antioxydante et activité antibactérienne. afin de l'incorporer dans un produit alimentaire.

Trois objectifs ont été tracés durant notre étude

- Le premier est basé sur l'étude phytochimique de *M. communis* L.
- Le second s'intéresse à l'évaluation du pouvoir antioxydant et antibactérien des extraits éthanoliques issus à partir des feuilles et des graines de cette plante.
- Le troisième est l'incorporation des deux constituants de la plante dans un produit laitier (fromage).

Synthèse bibliographique

I. le lait :

I.1. Définition du lait :

Le lait a été défini en 1908 lors du Congrès International contre la Fraude à Genève comme le produit complet permettant la traite complète et ininterrompue de vaches femelles en bonne santé, d'une nutrition adéquate et non surmenées. Le lait doit être collecté proprement et ne doit pas contenir de clostrum (**Alaise, 1975**).

Le lait est un liquide blanc opaque au goût légèrement sucré qui est un aliment complet et équilibré sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes (**Alais, 1984**).

Selon la réglementation algérienne, la dénomination (lait) est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis un traitement thermique (**Jouve, 1993**).

I.2. Composition du lait :

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon **Pougheon et Goursaud (2001)** sont:

- L'eau, très majoritaire.
- Les glucides principalement représentés par le lactose.
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire.
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments (Tableau1).

Tableau 1: Composition moyenne du lait de différentes espèces (Lebeuf et al., 2002)

| Animaux | Eau (%) | Protéines (%) | Matières grasses (%) | Glucides (%) | Minéraux |
|----------------|----------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------|
| Vache | 87,5 | 3,3 | 3,3 | 4,7 | 0,7 |
| Chèvre | 87,0 | 2,9 | 3,8 | 4,4 | 0,9 |
| Brebis | 81,5 | 5,3 | 7,4 | 4,8 | 1,0 |
| Chamelle | 87,6 | 3,0 | 5,4 | 3,3 | 0,7 |
| Jument | 88,9 | 2,5 | 1,9 | 6,2 | 0,5 |

I.3. Les caractéristiques du lait

I.3.1. Caractéristiques organoleptiques du lait (Sousa et Malcata. 2002).

➤ **La couleur**

Le lait est un liquide blanc mat, opaque à cause des micelles de caséinates, ou parfois bleuté ou jaunâtre du fait du bêta carotène ou de la lactoflavine contenue dans la matière grasse

➤ **L'odeur**

Toujours faible et variable en fonction de l'alimentation de la femelle productrice.

➤ **La saveur**

Elle est douceâtre, faiblement sucrée, en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose.

➤ **La viscosité**

La viscosité en fonction de l'espèce, on distingue : un lait visqueux chez les monogastriques (jument, ânesse, carnivores, et femme), on parle de lait albumineux. Un lait moins visqueux chez les herbivores (lait de brebis plus visqueux que celui de la vache), ce lait est dit caséineux.

I.3.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait :

➤ **La densité**

Elle est fluctuée entre 1028 et 1030, et doit être supérieure ou égale à 1028 à 20°C, La densité des laits écrémés est supérieure à 1035. Un lait à la fois écrémé et mouillé peut avoir une densité normale (**Vierling, 2008**).

➤ **L'acidité de titration ou acidité Dornic**

L'acidité de titration globale mesure à la fois le pH initial du lait et l'acidité développée après la traite par la fermentation lactique qui diminue le pH jusqu'à 4 ou 5. L'acidité de titration indique donc le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Le degré Dornic est le nombre de dixième de millilitre de soude utilisé pour titrer dix millilitres du lait en présence de phénolphtaléine (**Amarglio, 1986**).

➤ **Le point de congélation**

Il est de -0,5550°C avec des variations normales entre 0,530 et - 0,5750°C en fonction du climat (**Aliais, 1984**), De légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache et à la région de production sont observées. D'une manière générale, tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (**Ghaoues, 2011**).

➤ **Le point d'ébullition**

L'ébullition propre du lait a lieu à 100°C ; cependant, lorsqu'on porte le lait sur le feu, à une température voisine de 80 à 90°C, il y a une montée du lait, c'est-à-dire formation d'une membrane protéinocalcaire ou peau du lait (frangipane) qui gêne l'ébullition du lait (**Boivert, 1980**). Pour bouillir le lait, il faut donc éliminer cette peau de lait. Le test à l'ébullition permet d'anticiper le comportement du lait à la stérilisation.

➤ **Le pH**

Le pH du lait n'est pas une valeur constante, il est de l'ordre de 6,6 et 6.8. Il peut se varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Le pH représente l'acidité actuelle du lait, c'est de celle-ci que dépendent ses propriétés importantes comme la

stabilité de la caséine. Il permet de déterminer le vieillissement du lait (**Vetier et al., 2000 in Beka, 2011**).

I.2. Microbiologie du lait

Le lait contient un nombre variable de cellules ; celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène que sont la plupart des microorganismes contaminants (**Gripon et al., 1975**).

I.2.1 Flore originelle

La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs. Le lait qui sort du pis de la vache est pratiquement stérile. Les genres dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles. Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles (**Vinola, 2002**).

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml et moins de 1 coliformes/ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes : microcoques, streptocoques lactiques et lactobacilles (**Larpen, 1997**).

I.2.2 Flore de contamination

La flore contaminant est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération et d'une flore pathogène (**Vignola, 2002**).

I.2.2.1 Flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels du goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablette du produit laitier. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas* sp, *Proteus* sp, les coliformes soit principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telle que *Bacillus* sp. et *Clostridium* sp. et certaines levures et moisissures (**Vignola, 2002**).

I.2.2.2 Flore pathogène

La présence de microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme. Les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yarcinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (**Vignola, 2002**).

II. Le fromage

Le lait étant très périssable, le fromage a été l'un des premiers moyens de sa conservation. Cependant, même le fromage n'offre qu'une stabilité relative et variable (**Richonnet, 2016**).

II.1. Généralité

La fabrication du fromage est apparue il y a 8000 ans, peu après la domestication des animaux. A l'origine, l'intérêt majeur de la transformation du lait en fromage était la conservation des principaux constituants du lait. De nos jours, il s'agit plutôt d'un aliment, possédant des qualités nutritionnelles indéniables (**Fredot, 2005**).

Les fromages sont des formes de conservation et de stockage ancestrales de la matière utile du lait dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées (**Jeantet et al., 2007**).

Après la phase de coagulation du lait, la fabrication fromagère est constituée de plusieurs étapes (égouttage, salage et affinage) qui, par la variété de leur mode de conduite, ont rendu possible la grande diversité fromagère que nous connaissons actuellement (**Jeantet et al., 2007**).

II.1.2. Définition

Dans la conception traditionnelle, le fromage est les résultats de la coagulation du lait par un ensemble d'enzymes coagulantes, connu sous le nom de présure, suivi de l'élimination partielle du lactosérum (l'égouttage), ce qui laisse subsister un caillé, lequel est à l'origine du fromage (**Eck et Gillis, 1997**).

Le fromage selon la norme codex, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum, caséines ne dépasse pas celui de lait (**Vignola, 2002**).

II.1.3. Classification de fromage

Il existe de nombreuses méthodes de classification des fromages qui diffèrent entre elles selon le type de critère retenu : le type du lait utilisé, le pays d'origine, la technique de fabrication, le mode d'affinage, l'aspect extérieur, la teneur en eau. Parmi ces classifications, celle de Steven Jenkins basée sur les caractéristiques généraux du fromage (apparence, mode de production...) et qui décrit huit familles de fromage dont le fromage frais, fromage à croûte soit naturelle, fleuré ou lavée, fromage bleu veiné, fromage non cuit à pâte pressée, fromage cuit et pressé, et enfin le fromage fondu (**Katz et Weaver, 2003 ; Pradal, 2012**).

II.1.4. Technologie des fromages

Selon **Brule et al. (1997)**, la transformation du lait en fromage comporte en général trois étapes :

- ✚ **La coagulation** : correspond à des modifications physicochimiques des micelles de caséines sous l'action d'enzymes protéolytiques et (ou) d'acide lactique. Elles entraînent la formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel. La coagulation peut être réalisée soit par acidification ou action des enzymes.
- ✚ **L'égouttage** : se traduit macroscopiquement par une élimination progressive de lactosérum qui s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement corrélatif du gel (**Ramet, 1997**). Malgré son apparente simplicité, l'égouttage est un phénomène complexe dont les mécanismes sont encore peu connus. Il est admis généralement que le phénomène dans sa globalité résulte à la fois d'un processus actif appelé synérèse et de l'aptitude du gel à évacuer le lactosérum occlus. L'égouttage n'est pas une simple déshydratation, la plus grande partie des éléments solubles du lait (lactose, sels minéraux) et quelques fractions insolubles mineures (azote, matière grasse) sont en effet expulsées du gel conjointement à l'eau (**Ramet et Scher, 1997**).
- ✚ **Salage** : Il est réalisé soit par l'ajout direct et mélange de cristaux de sel sec à des morceaux de caillé brisés ou broyés à la fin de la fabrication (salage à sec) ou par immersion du caillé

dans de la saumure (salage en saumure). Le sel en fromagerie joue deux rôles principaux, à savoir agit comme conservateur et contribue directement à la saveur et à la qualité du fromage. Il affecte également la microbiologie du fromage en augmentant la pression osmotique de sa phase aqueuse, provoquant la déshydratation des cellules bactériennes, soit en les inactivant, soit en empêchant leur croissance (**Kapoor et Metzger, 2004 ; Mcsweeney, 2007**).

- ✚ **L'affinage** : se caractérise par des transformations biochimiques des constituants du caillé sous l'action des enzymes, pour la plupart d'origine microbienne (**Eck et Gillis, 1997**).

Selon **Choisy et al. (1997)**, le processus d'affinage correspond à une phase de digestion de composants du caillé. La coagulation et l'égouttage ont assuré la préparation d'un substrat, essentiellement constitué de caséines, de matière grasse et de lactose, en partie converti en lactate. Ce substrat est peuplé des micro-organismes et, au cours de l'affinage, ses constituants seront transformés sous l'action d'enzymes présentes à l'origine dans le caillé ou élaborées au cours même de l'affinage par synthèse microbiennes.

II.2.1. Différents types de fromages

Tableau 2 : Différents types de fromages selon **Sonago, (1994)** et **Kora, (2005)**.

| Types de fromages | Caractéristiques | Exemples |
|-------------------------------------|---|---|
| Fromages frais | Egouttage peu poussé, humidité importante sans affinage | <i>Petit suisse, chèvre frais, minas, waragashi</i> |
| Fromages affinés | Affinage | <i>Crème de Gruyère, crème de Roquefort</i> |
| Fromages à pâtes molles | Pas de pressage | <i>Camembert, Féta, waragashi</i> |
| Fromages à pâtes pressés non cuites | Caillé mixte, pressage | <i>Saint-Paulin, Téléme</i> |
| Fromages à pâtes pressés cuites | Caillé présure, brassage et chauffage du caillé. | <i>Gruyère, waragashi affiné</i> |
| Fromages à pâtes filées | Filetage du caillé | <i>Oaxaca</i> |
| Fromages très sec | Déshydratation poussée | <i>Chèvre sec, fromage du pourtour du Sahara.</i> |
| Fromages fondus | Fusion du fromage | <i>Cancoillotte, fromage tartiner.</i> |

III. Le fromage fondu

C'est à deux industriels suisses, Walter Gerber et Fritz Stetter, que peut être attribuée en 1911 la paternité de la fabrication industrielle du fromage fondu à Thun (canton de Berne) à partir de citrate de sodium et d'emmental (**Roustel, 2014**). Cependant, les premiers essais de fonte, en vue d'obtenir un fromage de longue conservation ont eu lieu en Allemagne en 1890 à partir de fromages à pâte molle. La technique de fonte a ensuite été perfectionnée pour être applicable aux fromages à pâte pressée et en 1911, la société Gerber commercialisa en Suisse le premier fromage fondu à base d'emmental. Les dernières années de la 1ère grande Guerre marquent le début de l'industrialisation des fromages fondus et la première usine européenne fut montée à Dôle en 1917 (**Richonnet, 2016**).

III.1. Définition

Le fromage fondu est un produit moderne obtenu par le mélange de fromage de différentes origines et à différents stades d'affinage, avec des sels de fonte. Ce mélange est broyé puis chauffé sous vide partiel et agitation constante jusqu'à l'obtention d'une masse homogène qui est conditionnée dans un emballage protecteur. Il présente plusieurs avantages parmi lequel ; c'est un produit stable par traitement thermique, ceci lui confère d'excellente qualité de conservation et une bonne commercialisation, qui est assurée même dans les zones à climat chaud (**Andre et Gilis 1997**).

III.2. Les différents types des fromages fondus

- **Fromage fondu de type « bloc »**

Il est sous forme de tranche, avec une teneur en humidité faible (40%), et un pH élevée (5.7-6.3) (**Ranken et al., 1997**).

- **Fromage fondu type « coupe »**
- **Fromage fondu tartinable**
- **Fromage fondu pour la refonte**
- **Fromage fondu thermostable**

III.3. Composition et valeur énergétique

Le fromage fondu se compose de plusieurs éléments cités dans le tableau 03

Tableau 3: Composition du fromage fondu (Feinberg et al., 1987).

| Éléments constitutifs du fromage fondu | Composition moyenne |
|--|---------------------|
| Eau (g/kg) | 32 |
| Glucides (g/kg) | 18.3 |
| Energie (kcal) | 292 |
| Lipides (g/kg) | 25.4 |
| Protéines (g/kg) | 38 |
| Calcium (g/kg) | 940 |
| Phosphates (mg/kg) | 1170 |
| Magnésium (mg/kg) | 25 |
| Potassium (mg/kg) | 760 |
| Sodium (mg/kg) | 1600 |

III.4. Fabrication des fromages fondus

III.4.1. Préparation des matières premières

Cette étape consiste au nettoyage des fromages éventuellement souillés en surface ou pour lesquels la croûte est considérée comme indésirable. En effet, dans certains cas, la dureté de celle-ci peut entraîner des difficultés de fonte et la présence dans le produit fini de particules infondues. Cet écroûtage peut se faire par raclage, par abrasion ou encore par jets d'eau ou de vapeur sous pression (Boutonnier, 2000; Richonnet, 2016)

III.4.2. Coupage et broyage des fromages

Les fromages de fonte doivent subir un broyage. Cette technique s'effectue à l'aide de machine spéciale «broyeur». Le fromage sort du broyeur sous forme de long spaghettis (Luquet, 1985).

III.4.3. Mélange, cuisson et fonte

Le plus souvent, le mélange est effectué dans plusieurs pré-mélangeurs fonctionnant de manière décalée afin d'assurer un fonctionnement continu de la ligne de fabrication. L'homogénéité du mélange est fondamentale pour assurer une bonne qualité du produit fini elle est notamment fonction du matériel, de l'intensité des forces de cisaillement générées par les systèmes d'agitation, ainsi que de la durée du traitement. Deux paramètres sont fondamentaux : la température et le temps de fonte (**Roustel et Boutonnier, 2015**).

III.4.4. Stabilisation thermique de la pâte

Deux possibilités s'offrent aux industriels : une pasteurisation, ou une stérilisation. Le choix s'effectue en fonction de la qualité bactériologique des fromages mis en œuvre, du matériel à disposition et du type de produit fini. En pratique, les températures rencontrées s'échelonnent de 70°C pour des produits finis à pouvoir de refonte élevé, jusqu'à 140°C, voire 145°C, pour des fromages fondus tartinables (**Oliveira et al., 2016**).

III.4.5. Crémage

Le crémage est un phénomène physico-chimique caractérisé par l'absorption d'une quantité d'eau au niveau de chaque particule protéique, provoquant le gonflement et l'épaississement de la pâte et une modification de liaison chimique qui a lieu pendant le chauffage, le cambrage, le refroidissement et le stockage (**Luquet, 1987**).

III.4.6. Homogénéisation

L'homogénéisation améliore la stabilité de l'émulsion de la matière grasse en diminuant la taille des globules gras. Elle améliore également la consistance, la structure, l'apparence et l'onctuosité des fromages fondu (**Mayer, 1973**).

III.4.7. Conditionnement du fromage fondu

Le conditionnement du fromage fondu doit faire l'objet d'une attention particulière pour plusieurs raisons: présentation extérieure du produit, assurance d'une fermeture étanche garantissant au fromage fondu le statut de semi-conserve. Le conditionnement est généralement réalisé de manière entièrement automatique, à des cadences relativement rapides, le tout avec une grande sécurité hygiénique (**Oliveira et al., 2016**).

III.4.8. Refroidissement du produit fini

Dans la majorité des cas, le fromage fondu conditionné à chaud doit être refroidi rapidement afin d'éviter les risques de brunissement non enzymatique de la pâte. Cette vitesse de refroidissement varie avec la taille du produit et son système d'emballage (**Boutonnier, 2000**).

III.4.9. Etiquetage

Cette étape est nécessaire, elle vient directement après l'étape de refroidissement. Selon (**Luquet, 1986**), plusieurs notions doivent être mentionnées sur l'étiquetage. Le nom du produit doit être «Fromage fondu», déclaration de la teneur en matière grasse laitière, déclaration de la teneur en fromage, déclaration de la teneur en protéines du lait.

III.4.10. Stockage du produit

Les produits finis mis en carton sont stockés dans des entrepôts dont la température se situe autour de 10 à 15°C et la durée de conservation peut être estimée entre 6 à 12 mois si les conditions optimales au cours de différentes étapes de fabrication sont bien respectées. A des températures de stockage comprises entre 30 et 35°C, une contamination par les moisissures, les levures et *Clostridium botulinum* pourra survenir ce qui peut mener à une sécrétion des toxines (**Eckner et al., 1994**).

III.5. Défauts de fabrication de fromage fondu

Les défauts de fabrication au moment de la fonte sont présentés dans le tableau 04

Tableau 4: Défauts de fabrication de fromage fondu au moment de la fonte (**Berger et al., 1989**).

| Aspect de la pâte | Origine possible |
|-------------------------------|---|
| La pâte n'est pas homogène | -Le pH est faible, et sa valeur dépend de la matière première employée. Exemple l'emmental nécessite un pH plus élevé que le cheddar. -La teneur en sel est faible. Le temps de cuisson est court. |
| Le fromage fondu trop liquide | -La matière première utilisée n'est pas affinée n'arrive pas à crémier ou à l'inverse, est trop vieille et ne gonfle pas -Le sel de fonte employé n'était pas crémant Le mélange contient une quantité élevée d'eau |
| La pâte forme des fils | -Mauvaise crémage -Temps de fonte court -Dose de sel de fonte n'est pas exacte -Brassoir à une vitesse faible |

Il y a longtemps, les plantes ont été utilisées pour se nourrir et même pour se soigner ; La richesse des plantes aromatiques et médicinales en composés chimiques et en métabolites secondaires tels que les polyphénols, leur confère des propriétés biologiques importantes (**Kanoun, 2011**). Ces substances particulières, se libèrent progressivement dans l'organisme, de sorte que l'effet thérapeutique se prolonge dans le temps (**Andreta, 1969**), La figure 01 résume les principales familles des plantes médicinales utilisées.

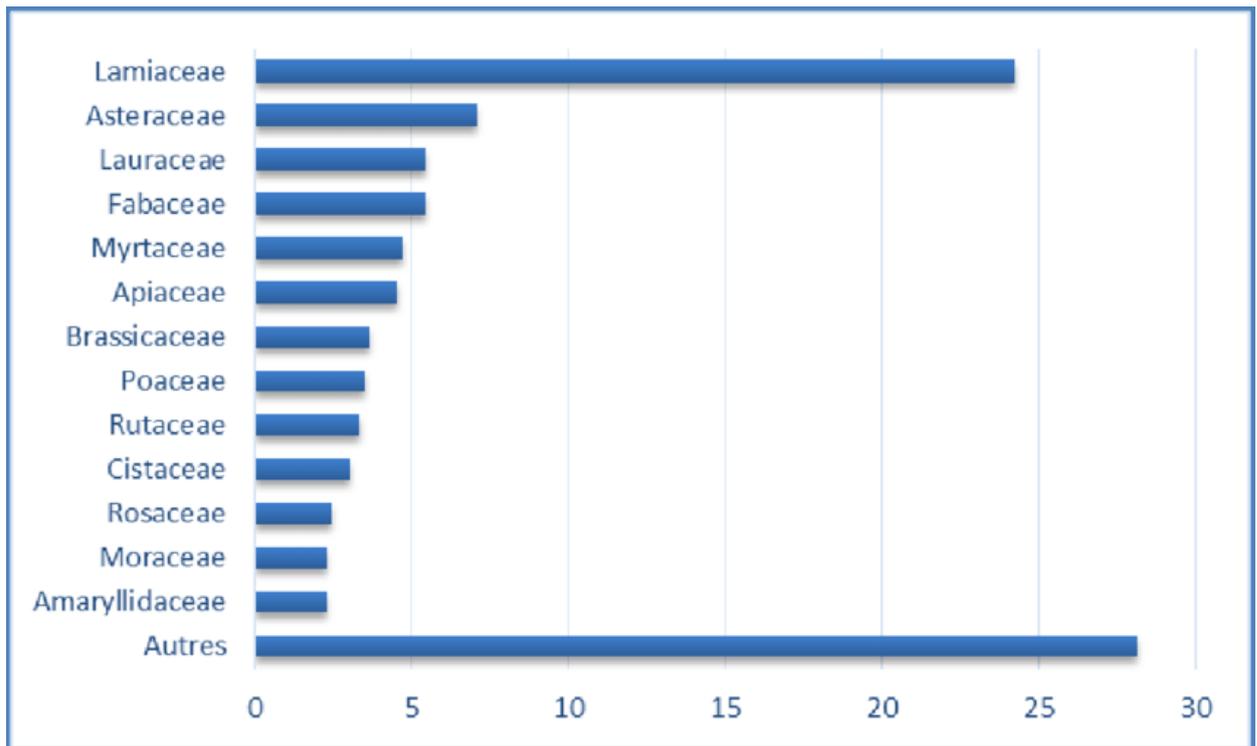


Figure 1 : Principales familles de plantes médicinales utilisées

II. Myrte commun L

Il appartient à la famille des myrtacées, qui est une famille de plantes dicotylédones comprenant plus de 5650 espèces, réparties en environ 48 à 134 genres. Ce sont des arbres et des arbustes (**Govaerts et al, 2008**).

II.1 Description botanique

Le Myrte est un petit arbuste sempervirent de 2 à 3 mètres de haut. Les petites feuilles de myrte sont opposées, ovales et lancéolées à extrémité pointue. Elles sont persistantes,

lisses, coriaces et de couleur verte foncée et brillante. Elles sont aromatiques grâce à l'huile essentielle qu'elles renferment.

Les fleurs de myrte, odorantes et de couleur blanche, poussent à l'aisselle des feuilles, florissant en été (juin à août), parfumées, visitées par les abeilles. A l'aisselle des feuilles minuscules des fleurs solitaires, étoilées au calice tubulaire à 5 sépales soudés, corolle en coupe formée de 5 pétales, de très nombreuses étamines entourant un style.

Le fruit de myrte est une baie oblongue de couleur blanche, étamines jaunes de la taille d'un pois, et au goût astringent et à croissance lent plantation en printemps multiplication : semis, bouture en début d'été, marcottage en début d'automne (Mimica-Dukic, 2010).



Figure 2: les feuilles et les fruits de Myrtus communis L.

II.2 Nomenclature et classification

Le *Myrte* commun est connu sous différentes dénominations selon les pays (Goetz et Ghedira, 2012).

- **Français** : Myrte commun.
- **Anglais** : Common myrtle, Greek myrtle, myrtle, sweet myrtle.
- **Arabe**: Arrayan, *A'as*, *rihan* أس, الريحان
- **Berbère**: *Tarihant*, *chlmoune*.
- **Corse**: Morta, mortula
- **Espagnol**: Arrayan, mirto, mortella, mortin.
- **Latin** : *Myrtus communis* [Carl von Linné (1707-1778)]

La classification botanique de *Myrtus communis* est la suivante selon **Goetz et Ghedira, (2012)**.

| | |
|-------------|--------------------------|
| Règne | <i>Plantae</i> |
| Sous- règne | Tracheobionta |
| Division | Magnoliophyta |
| Classe | Dicotylédones |
| Ordre | <i>Myrtales</i> |
| Famille | <i>Myrtaceae</i> |
| Genre | <i>Myrtus</i> |
| Espèce | <i>Myrtus communis</i> L |

II.3 Distribution

Le myrte commun pousse dans les climats semi-humides, humides et hyperhumides sur un substrat siliceux et calcaires les plus courants, avec des variations chaudes à tempérées. (**Wahid, 2013**). Le Myrte pousse généralement dans les zones situées entre 500 et 600 m au-dessus du niveau de la mer.

Concernant sa distribution dans le monde, il est considérée comme une plante méditerranéenne, qui pousse dans plusieurs régions : la Macaronésie, l'Iran et l'Afghanistan, l'Asie du Sud-Est, l'Australie du Nord-Est, la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande (**Migliore et al., 2012 ; Vasconcelos et al., 2017**). Il se trouve en particulier dans les forêts de pins et les berges des montagnes du Taurus en Turquie (**Aydın et Özcan, 2007**).

EN ALGÉRIE on le rencontre en l'Atlas tellien, les régions côtière d'Alger et de Constantine (**Quézel et al., 1962**) dans les maquis et les forêts du littoral (Figure 3) (**Kaddem., 1990**).

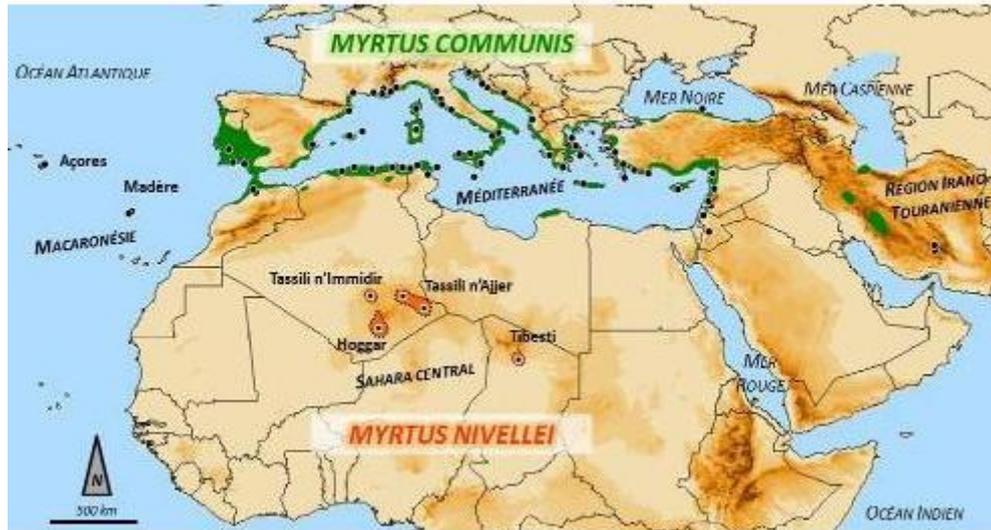


Figure 3: distribution de Myrtus dans le monde (Migliore., 2011)

II.4 Utilisation

Il devint le symbole de la beauté (les fleuristes l'incluaient dans les bouquets des mariées et dans les décorations florales). Le feuillage peut être utilisé comme le thym pour aromatiser les braises et les aliments et les baies vertes séchées, sont utilisés comme condiment pour les farces, gibiers et viandes. Le *Myrte* entre dans la confection d'apéritifs, vins, bières et spiritueux, de vinaigre aromatisé (Mulas *et al*, 2002), des gelées et des confitures (Couplan, 2009).

Le Myrte est couramment utilisé en phytothérapie, aromathérapie, parfumerie et cosmétologie. Il entre dans la confection de collutoires, dentifrices, savons, shampoings, après-rasages et d'autres produits cosmétiques pour ses propriétés astringentes, régénérantes, rafraîchissantes et stimulantes (Mulas *et al.*, 2002).

Pour les feuilles, elles sont utilisées pour traiter les paralysies, le diabète et les affections de la prostate (Bulut et Tuzlaci, 2013 ; Sargin *et al.*, 2013) problèmes gynécologiques (Mosaddegh *et al.*, 2012) Tonique pour l'estomac, Collyres (De Feo et Senatore, 2013) décongestionnants, Anti-inflammatoires, l'hypertension artérielle (Boudjelal *et al.*, 2013) diabète.

Pour les grains, traiter les aphtes (Bellakhdar, 1997) ; le diabète ; la diarrhée (Beloued A, 2003) ; hypoglycémiant ; les hémorragies ; soulager l'ulcère (Boukef M. K., 1986) ; douleurs gastrique gingivites.

II.5 Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont généralement présents dans toutes les plantes à des quantités et qualités différentes (**Castellanos et al., 1997**). On les retrouve dans des compartiments particuliers et à des moments précis de la vie de la plante, ou ils participent à des rôles très variés. Ils peuvent servir de défense immunitaire, ou attirer des rôles qui lui sont bénéfiques (pollinisateurs) (**Bouzabata et al., 2015**).

Les principaux métabolites secondaires de *Myrtus communis* L. sont les polyphénols et les huiles essentielles. Des espèces de *Myrtus* ont été signalées comme contenant des huiles non volatiles très riches (**Satrani et al., 2006; Tuberoso et al., 2006**), des acides phénoliques (**Romani et al., 1999**), des flavonoïdes (**Joseph et al. 1987 ; Romani et et al., 1999**), des tanins (**Diaz et Abeger, 1986**), des pigments anthocyaniques (**Romani et al., 1999**).

II.5.1 Composition chimique polyphénols de *M. communis*

Le *Myrtus communis* L. renferme plusieurs composés polyphénoliques, qui sont regroupés en trois grandes classes chimiques: les acides phénoliques, les tanins et les flavonoïdes (**Montoro et al., 2006; Tuberoso et al., 2010**). D'après **Amensour et al. (2009)**, il était montré que les extraits de feuilles contiennent une quantité significativement plus élevée de composés phénoliques totaux que les extraits de baies les composés polyphénoliques isolé à partir de *Myrtus communis* L sont résumé dans la figure 04.

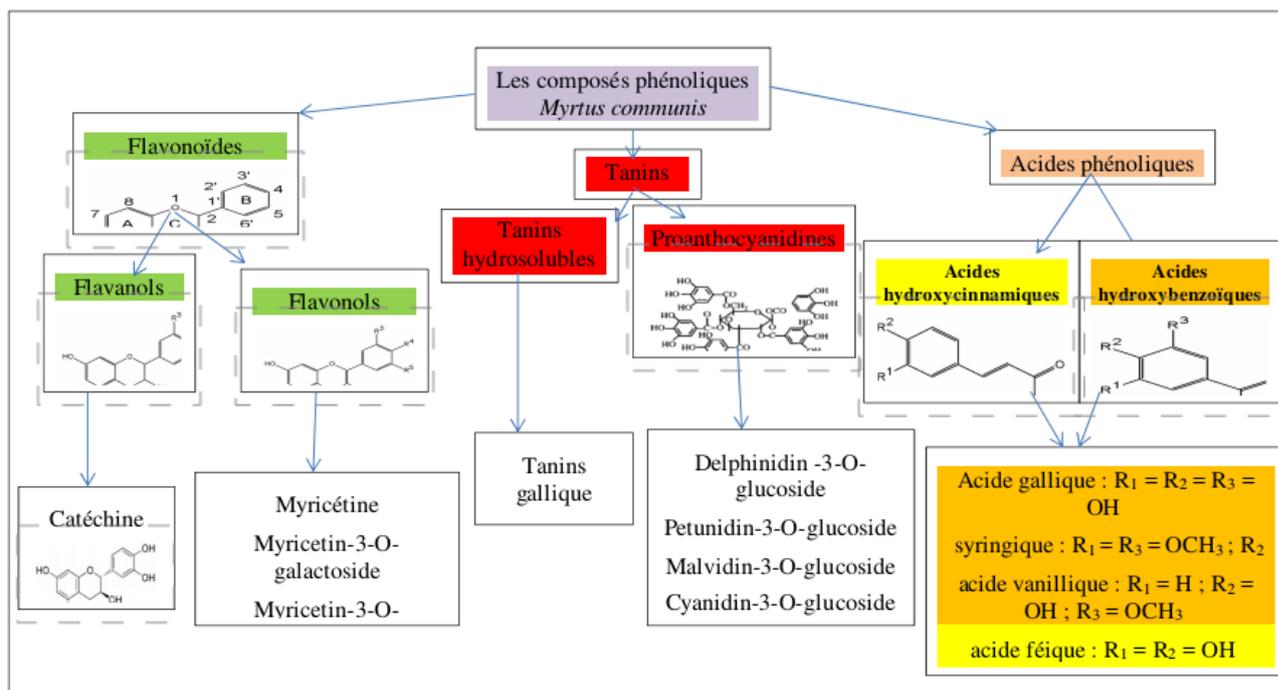


Figure 4: Les principaux composants polyphénoliques du *M. communis* L. (Aleksic et Knezevic, 2014) et structures chimiques (Heim et al., 2002).

II.5.2. Composition chimique de l'huile essentielle de *M. communis*

La composition chimique de l'huile essentielle de *M. communis* L. a fait l'objet de nombreuses études recensées par Lawrence (1977-2007). Les composés majoritaires des huiles essentielles de feuilles de myrte sont le 1,8- cinéole, l' α -pinène, le limonène, le linalol et parfois l'acétate de myrtényle. Ces huiles essentielles d'origines diverses ont été classées en deux groupes en fonction de leur teneur en α -pinène: supérieure à 50% (Corse et Tunisie), inférieure à 35% (Maroc, Liban, Yougoslavie) (Chalchat et al., 1998).

II.6 Propriétés biologiques

II.6.1 Propriétés antimicrobiennes :

L'extrait de myrte exerce une activité antibactérienne en affectant la perméabilité des parois cellulaires bactériennes et des membranes cellulaires, favorisant ainsi la libération de leur contenu cellulaire (Amensour et al., 2010). Les extraits de feuilles de myrte et des grains ont montré un effet antibactérien contre différentes bactéries Gram-positives et Gram-négatives (Mansouri et al., 2001).

II.6.2. Activité antioxydante

Le Myrtus est une source d'antioxydants naturels grâce à l'activité des métabolites secondaires qu'elle renferme, comme les phénylpropanoïdes, et selon **Montoro et al. (2006)** les anthocyanes et les flavonols des extraits éthanoliques des grains du myrte considérés comme responsables de l'activité antioxydante. Cependant, plusieurs études décrivent les activités antioxydantes de différents extraits obtenus à partir de feuilles de myrte (**Romani et al., 2004 ; Kanoun, 2011**).

II.6.3. Activité antifongique

L'activité antifongique du myrte est liée à la présence de monoterpènes oxygénés et de polyphénols capables d'affecter de manière irréversible les membranes cellulaires favorisant la libération de matériaux cellulaires et la mort du microorganisme, comme cela s'est produit avec les bactéries (**Cox et al., 2001**). Il a été rapporté que des dérivées de myrte inhibent la croissance de 19 champignons phytopathogènes comme "*Rhizoctonia solani*, *Fusarium tabacinum*, *Cladosporium*" (**Kordali, S et al., 2016**). Les feuilles de Myrte ont exercé des effets antifongiques contre différentes souches de *Candida* (**Cannas et al., 2013**).

II.6.4. Activité anticancéreuse

Le *M. communis* L induit l'apoptose dans les lignées cellulaires cancéreuses, avec une cytotoxicité marginale pour les cellules non transformées via le cytochrome mitochondrial (**Franceschini, 2016**).

II.6.5. Activité antidiabétique

Le Myrte est utilisé comme un agent antidiabétique dans la médecine populaire, d'après **Sepici et al. (2004)**.

II.6.6 Activité anti-inflammatoire

Les feuilles de *M. communis* L. ont un potentiel anti-inflammatoire en réduisant fortement la biosynthèse des eicosanoïdes par l'inhibition directe, *in vitro* et *in vivo*, de la cyclooxygénase-1 et la 5-lipoxygénase (**Feisst et al., 2005**).

Al Hindawi et al. (1989) a mis en évidence les propriétés anti-inflammatoires de *M. communis in vivo* les feuilles et les grains du myrte pourraient posséder un potentiel anti-inflammatoire, suggérant leur utilisation thérapeutique pour le traitement des maladies liées à l'inflammation et à l'allergie.

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériel et méthodes

La partie expérimentale a été effectuée au sein du laboratoire de microbiologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre à l'université Akli Mohand Oulhadj de Bouira, ensuite complétée pendant une période d'un Mois (Juin 2022) au niveau de La Laiterie-Fromagerie de Boudouaou (L.F.B) afin de préparer un fromage fondu incorporé avec la poudre des feuilles et des grains de *M. communis* L.

Le travail comporte quatre parties :

- Préparation des extraits éthanoliques à partir des feuilles et des graines de *M. communis* par la méthode de macération puis, dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes, de ces extraits ;
- Evaluation de l'activité antioxydante de ces extraits par le teste de DPPH.
- Test de l'activité antibactérienne par la méthode des puits ;
- L'incorporation des deux constituants de la plante dans un produit laitier (fromage fondu).

I.1. Matériel

I.1.1 Matériel non biologique

La verrerie, les produits et les appareils utilisés durant notre travail sont résumé en **Annexe 1** Et Les matières premières utilisées dans la fabrication du fromage sont résumés en **Annexe 2**.

I.1.2. Matériel biologique

I.1.2.1. Matières végétales

Les organes (feuilles, graines) du *M. communis* L. ont été acheté sous la forme séchée chez un herboriste de la willaya de bouira.



Figure 5: Aspect des feuilles et des graines de *M. communis* L.

I.1.2.2 Les souches bactériennes

Tableau 5: les souches bactériennes étudiés.

| Souches | Référence | groupe |
|--|-------------------------|--------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> d'origine alimentaire | ATCC 6538 | Gram+ |
| <i>Bacillus subtilis</i> | ATCC 6633 | Gram+ |
| SARM | ATCC 43300 | Gram+ |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i> | Laboratory strains, 3BS | Gram- |
| <i>Pseudomonas aérogenosa</i> | ATCC 27853 | Gram- |
| <i>Enterobacter</i> | Laboratory strain, 3 BS | Gram+ |

I.2.Méthodes

I.2.1. Préparation de la poudre végétale

Les feuilles et les graines de *Myrtus communis* ont été broyées séparément à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre ainsi obtenue a été tamisée, ensuite conservée dans des flacons en verre, à l'abri de la lumière et de l'humidité.

I.2.2. Préparation des extraits par macération

Dans un Erlenmeyer, 30 g de chaque poudre de *Myrtus communis* ont été ajoutées à 100 ml d'éthanol et laissées agiter pendant 72 h dans l'obscurité. Après filtration avec du coton puis avec du papier filtre Wattman n01, Le filtrat obtenu a été évaporé pour éliminer l'éthanol en utilisant un évaporateur rotatif à une température de 40°C. L'extrait obtenu a été conservé dans des flacons pour séchage à l'air libre. Le rendement d'extraction a été calculé comme suivant :

$$R (\%) = (M1-M0 / M) \times 100$$

R (%) : Rendement en %.

M0 : Masse du bécher vide (g).

M1 : Masse du bécher après évaporation (g).

M : Masse de matière sèche (g).



Figure 6: Préparation de l'extrait éthanolique.

I.2.3. Screening phytochimique

Le but de ces tests est la mise en évidence de la présence ou de l'absence des principaux métabolites secondaire dans les plantes.

I.2.3.1. préparation de l'infusé

Pour la préparation de l'infusé, 5g de chaque poudre de *M. Communis* ont été trompé dans 100 ml d'eau distillée bouillante pendant 30 min. La solution obtenue a été ensuite filtrés.

1. Identification des tanins catéchiques

À 15 ml d'infusé, rajouter 3 à 5 gouttes d'une solution de chlorure de FeCl_3 à 5%. La réaction donne une coloration bleue noire en présence des tanins catéchiques (**Hamidi, 2013**).

2. Recherche des polyphénols

Pour la recherche et la caractérisation des composés appartenant au groupe des polyphénols, 0,5 ml de la solution de FeCl_3 (p/v) ont été ajouté à 2 ml de solution d'essai, la formation d'une couleur rouge intense indique la présence de polyphénols (**Hamidi, 2013**).

3. Recherche des terpénoïdes

A 2.5 ml de chaque infusé, 1 ml de chloroforme a été ajouté Après une homogénéisation, 1ml de H_2SO_4 concentré a été ajouté. Une coloration orange indique la présence de terpénoïde (**Pooja et Vidyasagar, 2016**).

4. Test d'anthocyanes

Rajouter 3 à 5 gouttes d'acides chlorhydrique concentré à 5ml d'infusé à 5%. La réaction donne une coloration rouge en présence d'anthocyanes (**Hamidi, 2013**).

5. Test de mucilages

On introduit 1ml de l'infusé dans un tube et on lui ajoute 5ml d'éthanol absolu. L'Obtention d'une précipitation des flocons indique la présence des mucilages (**Hamidi, 2013**).

6. Test des saponosides

Les saponosides sont caractérisés par un indice de mousse. Leur détection est réalisée en ajoutant un peu d'eau à 2ml de l'extrait aqueux après l'agitation puis agiter. Le mélange est abandonné pendant 20 min et la teneur en saponosides est évaluée comme suite d'après **Trease & Evans (1987)**

- Pas de mousse : test négatif
- Mousse moins de 1 cm : test faiblement positif.
- Mousse de 1 à 2 cm : test positif.
- Mousse plus de 2 cm : test très positif.

I.2.4. Evaluation des taux en composés phénoliques

I.2.4.1. Dosages des polyphénols totaux

➤ Principe

En raison de l'hétérogénéité des composés phénoliques naturels et leur possible interférence avec d'autres substances facilement oxydées dans les matières végétales, plusieurs méthodes sont utilisées pour la détermination des teneurs en phénoliques totaux mais aucune n'est parfaite (**Kahkonen et al., 1999**).

Les polyphénols ont été dosés par spectrophotométrie selon la méthode de Folin-Ciocalteu décrite par **Singleton et Rossi (1965)**. Le réactif de Folin-Ciocalteu, mélange de l'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$), a été réduit en présence de polyphénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de

molybdène (MO_8O_{23}) (**Ribéreau-Gayon, 1968**). La coloration produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présente dans les extraits végétaux (**Boizot et Charpentier, 2006**).

➤ Mode opératoire

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé suivant le protocole appliqué par **Wong et al. (2006)**.

Un volume de 50 μl d'extrait végétal a été mélangé avec 5,5 ml de réactif de folin Ciocalteu (FCR) dilué 10 fois dans de l'eau distillée. Le mélange est incubé pendant 3 à 4 mn. 0,5 ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) (20 g/l) ont été ajoutés. Le mélange a été incubé pendant 1h à température ambiante et à l'obscurité. L'absorbance est lue à 765 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre (SpectroScan UV Visible). Les concentrations en composés phénoliques de l'extrait sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (**Annexe 3**).

Les essais sont reproduit trois fois et la teneur en composés phénoliques des échantillons analysés est calculée par la formule :

$$\text{TCP} = \text{C} \cdot \text{V} / \text{m}$$

TCP : teneur en composés polyphénols.

C : concentration de l'extrait mg EAG /g.

V : volume du solvant utilisé pour l'extrait (ml).

M : Masse en grammes de la prise d'essai (g).

I.2.4.2. Dosage des flavonoïdes

➤ Principe

Le dosage des flavonoïdes totaux est basé sur un test colorimétrique utilisant le trichlorure d'aluminium (AlCl_3) avec lequel ils forment des complexes acides stables soit avec le carbonyle ($\text{C}=\text{O}$) en position C-4, soit avec le groupe hydroxyle en C-3 ou C-5 des flavones et des flavonols. Par ailleurs, le AlCl_3 peut également former des complexes acides labiles avec les groupements orthodihydroxyles éventuellement présents sur le noyau A et/ou B des flavonoïdes (**Chang et al., 2002**).

➤ Mode opératoire

La méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) citée par **Chang *et al.*, (2002)** et **Djeridane *et al.*, (2006)** est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans notre extrait. Le protocole de dosage est le suivant:

1 mg de chaque extrait (feuilles et graines de *M. communis*) a été dilué dans 9 ml d'éthanol. Un volume de 0.5 ml de chaque extrait a été ajouté à 0,5 ml d' AlCl_3 à 2 %. Le mélange est incubé à l'ombre à la température ambiante pendant 10 min, l'absorbance a été lue à 430 nm par rapport au blanc préparé sans l'extrait.

La quantification des flavonoïdes se fait en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un flavonoïde standard (la quercétine) (**Annexe 3**). La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme de poids sec de la plante (mg EQ/g Ps).

Les essais sont reproduite trois fois et la teneur en composés flavonoïdes des échantillons analysés est calculée par cette formule :

$$\text{TCF} = \text{C} \cdot \text{V} / \text{m}$$

TCF : teneur en composés flavonoïques.

C : concentration de l'extrait mg (EAG /g).

V : volume de solvant utilisé pour l'extrait (ml).

M : Masse en grammes de la prise d'essai (g).

I.2.5. Activité antioxydante

De nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques purs ou sous forme des extraits. Ces méthodes sont basées sur la coloration ou la décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel. Dans notre étude, nous avons utilisé le piégeage du radical libre DPPH (2,2- diphényl-1-picrylhydrazin).

➤ Principe

Le radical a une couleur violette en raison de l'électron non apparié d'azote et, après réaction avec l'atome d'oxygène d'un piègeur de radicaux de la réduction de DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazin) de couleur violette se réduit en (2,2- diphényl-1-picrylhydrazin) de couleur jaune (Figure 7) (Villano *et al.*, 2007). Le changement de couleur peut être suivie par spectrophotométrie à 517 nm et de cette façon le potentiel antioxydant d'une substance ou un extrait de plante peut être déterminé (Cristina, P., 2009; Molyneux, P., 2004).

L'avantage de cette méthode est que le radical libre de DPPH peut rester lentement en contact avec la totalité de l'échantillon, ce qui lui permettant ainsi de réagir même avec des antioxydants faibles (Prakash, 2001).

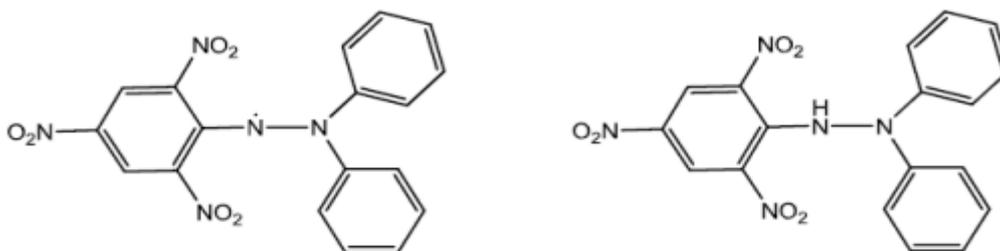


Figure 7: Forme oxydée et réduite du radical DPPH (Molyneux, 2004).

➤ Mode opératoire

La méthode suivie durant notre travail est celle décrite par Dangles *et al.* (1999). Pour la préparation de DPPH 1,96 mg de ce réactif ont été dissoute dans 50 ml d'éthanol.

et pour la préparation des échantillons 1 mg de chaque extrait a été dissout dans 1ml d'éthanol, des concentrations croissantes ont été ensuite préparées (100 ; 150 ; 200 ; 250 ; 500 ; 750). Un volume de 50 µl de différentes concentrations de chaque extrait ont été ajoutées à 950 µl de la solution du DPPH. Les tubes ont été incubés à l'obscurité pendant 30 min à température ambiante et la lecture de l'absorbance a été faite contre un blanc et un contrôle à 517 nm. Les résultats de l'activité anti-radicalaire ou l'inhibition des radicaux libres ont été exprimés en pourcentage d'inhibition (I%) estimé selon l'équation ci-dessous :

$$\text{I\% d'inhibition} = [(\text{Abs contrôle} - \text{Abs test}) / \text{Abs contrôle}] \times 100$$

- **I %:** Pourcentage de l'activité anti-radicalaire

- **Abs Contrôle** : Absorbance de la solution du DPPH au temps 0
- **Abs test** : Absorbance de l'extrait

I.2.6. Activité antimicrobienne

➤ **Repiquage des espèces bactériennes**

Les différentes espèces bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées à 37°C afin d'obtenir des colonies isolées qui vont servir à la préparation de l'inoculum (**Fettah., 2019**).

➤ **Préparation de l'inoculum**

Pour préparer l'inoculum, 4 à 5 colonies bien isolées et parfaitement identiques, issues à partir d'une culture de 18h, ont été déchargées dans 9 ml de l'eau physiologique stérile. La suspension bactérienne obtenue a été ensuite homogénéisée. Une lecture de la densité optique de la suspension bactérienne a été effectuée à 625 nm. L'opacité de la solution doit être équivalente à 0,5 Mc Farland ou à une densité optique (DO) comprise entre 0.08 et 0.1, cette DO correspond à 10^8 bactéries /ml.

Cette suspension doit être diluée au $1/100^{\text{em}}$ pour avoir une concentration finale de 10^6 UFCe /ml, comme indiquée par le **Casfm, (2001)**.

➤ **Ensemencement et diffusion par puits**

La sensibilité des souches aux extraits de plantes a été réalisée par la technique de diffusion en milieu gélosé. Les milieux de Mueller Hinton ont été ensemencés par des stries serrés. A l'aide d'un embout stérile, 4 puits d'environ 6 mm de diamètre ont été perforés dans la gélose. Chaque puits a été rempli avec 50 µl de chaque extrait et à différentes concentrations. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 37°C pendant 18 à 24 h. La présence ou non d'une zone d'inhibition a été observée (**Bssaibis et al., 2009**). Les zones d'inhibition sont mesurées en millimètres et comparées avec celles de l'éthanol comme contrôle négatif et d'acide gallique comme contrôle positif.

➤ La lecture des résultats

La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre de la zone d'inhibition ou selon **Ponce *et al.* (2003)**.

- (-) souche résistante ($D < 8$ mm)
- (+) souche sensible ($9\text{mm} \leq D \leq 14\text{mm}$)
- (++) souche très sensible ($15\text{mm} \leq D \leq 19$ mm)
- (+++) souche excrément sensible ($D > 20$ mm)

I.3. Le processus de fabrication d'un fromage fondu

Nous avons suivi le même processus de production utilisé par la L.F.B , seulement nous avons ajouté la poudre des feuilles et des grains de *M. communis* L à des doses différentes afin d'obtenir un nouveaux produits (fromage fondu amélioré). Les étapes suivies sont résumées dans le diagramme suivant (**Luquet, 1990**)

Le Processus de fabrication est fait en plusieurs étapes (les détails sont donnés dans la partie théorique).

- Découpage et broyage du fromage de fonte ;
- Pesages et mélange des ingrédients ;
- Traitement thermique du mélange qui se fait dans des cuiseurs, avec un brassage simultané. Ces pétrins assurent un chauffage, réalisant ainsi une pasteurisation du fromage à 85-90°C pendant 5 à 10 min
- Crémage qui est caractérisé par une absorption d'une quantité d'eau par des particules protéiques provoquant ainsi le gonflement de la pâte ;
- Après le crémage, une quantité de fromage (700 g) a été exploitée pour nos expériences ;
- Après autoclavage des poudres de *M. communis*, différentes quantités de chaque échantillons ont été incorporées dans le fromage pour avoir des doses de 1%, 2,5% et 5% dans le produit fini.

- Les échantillons ont été conservés au réfrigérateur pendant 24h avant d'effectuer des analyses microbiologiques et les analyses physico-chimiques (avant et après le produit final)

I.4. Analyses microbiologiques

Le but de cette analyse est d'une part, vérifier l'absence des germes pathogènes et la présence de nombre limité de micro-organismes indicateurs d'hygiène. D'autre part, contrôler l'absence des germes d'incidences telle que des Staphylocoques et des Salmonelles (**Bourgeois et Levreau, 1990**). Les germes recherchés sont ceux qui sont indiqués dans le **journal officiel 2016- 2017**.

Tableau 6: Les analyses microbiologie de Cheddar et des produits finis.

| | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Cheddar et produit fini | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Salmonella</i> | <i>Les bactéries coliformes</i> | |
| la poudre du lait | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Salmonella</i> | <i>Les entérobactéries</i> | |
| L'eau | <i>Les bactéries coliformes</i> | <i>Salmonella</i> | <i>Germe totaux</i> | <i>Clostridium sulfito-réducteur</i> |

I.4.1. Préparation de la solution mère et des dilutions

La préparation de la solution mère et ses dilutions à partir des produits solides (cheddar, et produits finis) est réalisée comme démontré par la (Figure 08). Introduire 25 g du fromage dans un flacon contenant 225 ml d'eau peptonée tamponnée et bien homogénéiser ce mélange, pour obtenir une suspension mère. A partir de cette suspension, 1 ml est prélevé à l'aide d'une pipette graduée stérile puis introduite dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique stérile, c'est la dilution 10^{-1} . Après homogénéisation, De la même façon on obtient la dilution 10^{-2} . Alors que la solution mère de la poudre du lait a été préparée par la dissolution de 10 g de poudre dans 100 ml d'eau.

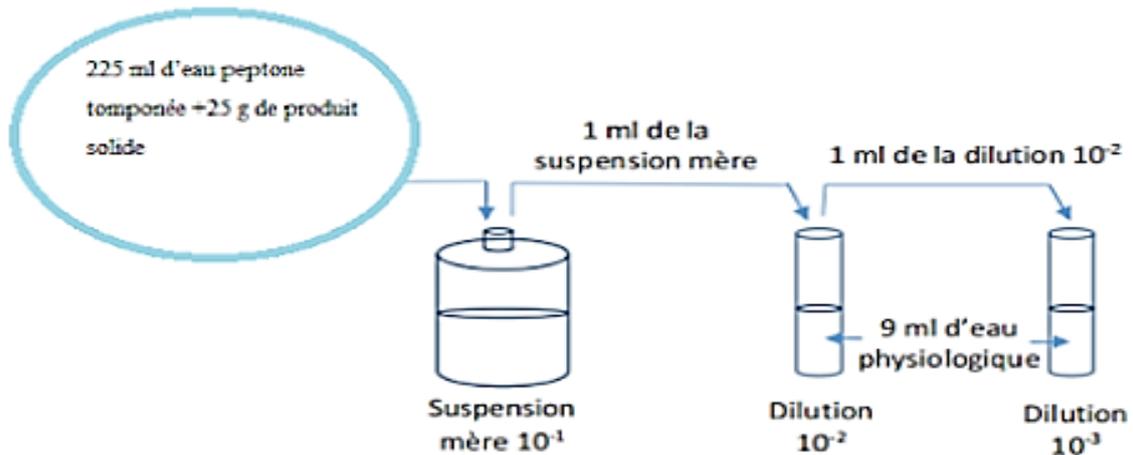


Figure 8: Préparation de la solution mère et des dilutions à partir des produits solides.

Le tableau 07 résume les microorganismes recherchés, leur milieu de culture et les résultats des cultures attendues.

Tableau 7: Analyses microbiologiques des matières premières et des fromages fabriqués.

| Micro-organisme | Milieu , température et la durée d'incubation | Aspect des germes | Référence |
|-----------------------|--|--|--|
| <i>Selmonelles</i> | <p>Pré enrichissement :</p> <p>Eau peptone tomponée à 37 °C pendant 24h.</p> <p>Enrichissement :</p> <p>SFB à 37°C pendant 24 h.</p> <p>Isolement :</p> <p>Milieu gélose Hektoen à 37°C pendant 24h</p> | Colonies bleu-vertes avec centre noir | (Bourgeois <i>et al.</i> , 1988). |
| <i>Les coliformes</i> | <p>gélose désoxycolate 44°C pendant 24h</p> <p>Milieu BCPL D/C</p> <p>Milieu BCPL S/C + Cloche 44°C pendant 24h</p> | <p>Colonies rouges en masse</p> <p>Dégagement gazeux et changement de couleur en jaune</p> | <p>(Lebres, 2006 Bourgeois et Leveau, 1980</p> <p>Mouffok, 2001 ; Lebres, 2002 ; Joffin et Joffin, 1999)</p> |

| | | | |
|-------------------------------------|--|--|---|
| <i>Germes totaux</i> | Gélose PCA 24h à 22°C et à 37°C | Présentent sous forme de colonies lenticulaires ; Dénombrer 15 à 300 colonies | (Lebres <i>et al.</i> , 2006 ; Reggam, 2015 ; Rejesk, 2002) |
| <i>Enterobacter</i> | VRBG À 37°C pendant 24h. | Colonies rouges avec halo rougeâtre | (J.O.R.A, 2017) |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Milieu Baird Parker 48h à 37°C. | Colonies noires entourées d'un halo clair | (Joffin et joffin, 2003) |
| <i>Clostridium sulfitoréducteur</i> | Gélose Viande-foie 37°C pendant 48h | | (Ayad, 2017; Raggam 2015 ; J.O.R-A., 2017) |

I.5. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur toutes les matières premières utilisées pour la fabrication du fromage fondu, ainsi que sur les produits finis. Selon le **journal officiel 2016-2017**

- Pour le cheddar et les produits finis ; les analyses effectuées sont : le ph, MG, Est
- Pour la poudre du lait, les analyses effectuées sont :le ph , MG , Humidité , Acidité et test d'antibiotique
- Et Pour l'eau et le sel de fonte on a recherché que le pH.

I.5.1 Préparations des solutions mères à partir des produits solides

I.5.1.1. Préparation de la solution du lait

On dissout 10 g de la poudre des lait dans 100 ml d'eau distillée et on homogénéise.

I.5.1.2 Préparation de la solution des sels de fonte

Renfermant 1 g de sel de fonte dans 100 ml d'eau distillée (Amargilios, 1986).

Tableau 8: Méthode d'analyse physicochimique des matières premières et des fromages fabriqués

| Paramètres | Méthode de réalisation | Lecture | Références |
|---|--|--|--|
| pH | La mesure du pH du produit consiste à introduire l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon | La lecture sur le pH-mètre | (J.O.R.A, 2016) |
| Matière grasse (butyrométrique de VAN GULIK) | 11 ml de la solution du lait et 3 g de fromage sont additionné avec l'acide sulfurique et 1 ml d'alcool isoamylique ; Les deux mélanges sont ensuite centrifugés | La lecture sur la butyrométrique de VAN GULIK | (Norme Algérienne : NA N° 10.96.14). |
| Extrait sec total (matière sèche) (EST) | La détermination de l'extrait sec total est reposée sur la dessiccation par l'évaporation totale de l'eau (3 ml pour la solution du lait à 90°C et 1,2 g pour le fromage et à 80°C | La lecture directe sur le dessiccateur | (Croguenec <i>et al.</i> 2008) (Amargilios, 1986) |
| Acidité | Titration du lait par une solution de NaOH à 0,1% en présence de phénolphthaléine. | La lecture se fait directement. L'acidité du lait est égale au volume de la solution titrée (coloration rose pâle) | (Norme Algérienne : NA N° 10.96.14) |
| Humidité | $H = 100 - EST$ H : Humidité. EST : Extrait sec total | Des calculs | (J.O.R.A, 2016) |
| Test d'antibiotique | mettre 1ml du la solution de lait de poudre, ajouter la bande d'antibiotique suivi d'incubation pendant 5 mn. | La lecture directement l'apparition de 4 bande indique l'absence des antibiotique. | journal officiel 2017 |

I.6. Les analyses sensorielles

L'analyse sensorielle permet de définir, mesurer et analyser les caractéristiques d'un produit fini par l'intermédiaire des organes des sens. Les différentes sensibilités ont été appréciées selon les informations apportées dans la fiche du test sensoriel (**Annexe 4**)

- La sensibilité visuelle renseigne sur la couleur, l'aspect et la structure ;
- La sensibilité gustative renseigne sur la saveur ;
- La sensibilité olfactive sur l'odeur (**Loisel *et al.*, 2006**) ;
- La texture résistance à la mastication (**Bourgeois et Levreau, 1990**) ;

Chapitre II

Résultats et discussion

II. Résultats et discussions

II.1. Etude phytochimique

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur différents poudres préparés à partir des feuilles et des graines de *M. communis L.*, en utilisant des solvants de polarité différente et des réactifs spécifiques de révélation, qui donnent des couleurs et des précipitations spécifiques, indiquant la présence ou non de ces constituants.

Le screening phytochimique nous a permis de mettre en évidence la présence de métabolites secondaires au niveau des tissus végétaux de notre plante. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 9

Tableau 9 : Screening phytochimique des différentes parties (feuilles et graines) de la plante *M. communis L.*

| Composé Phytochimique | Réaction | Résultats obtenu | |
|--------------------------|---|------------------|---------|
| | | Feuilles | Graines |
| Tanins catéchiqes | une coloration bleue noire indique la présence des tanins catéchiqes | +++ | ++ |
| Polyphénols | Formation d'une couleur rouge indique la présence de polyphénols | +++ | ++ |
| Trépénoïde | une coloration orange indique la présence des terpénoïdes | +++ | ++ |
| Anthocyanes | Formation d'une couleur rouge Indique la présence d'anthocyanes | ++ | + |
| Mucilages | Obtention d'une précipitation de flocons | - | - |
| Las saponosides | formation de mousse | - | - |

+ : Présence ; - : Absence

On remarque dans nos résultats, que les métabolites secondaires présents dans les feuilles et les graines sont identiques mais avec des intensités variables.

Les composants majoritaires présents chez les feuilles et les graines de *M. communis* L sont les tanins catéchiques, les polyphénols, les terpénoïdes et Les anthocyanes. Ces composants sont présents dans les feuilles avec une quantité importante. Cependant, les mucilages et les saponosides sont complètement absents aussi bien dans les feuilles que dans les graines.

Nos résultats diffèrent de ceux obtenus par **Dallaoui et al., (2018)**, qui ont travaillé sur le myrte récolté à l'état frais dans les zones montagneuses de Chreaa. Dans cette étude, la présence des saponosides a été révélée, tandis que les anthocyanes sont absents.

Nos résultats sont en accord avec **Bouchenak et al. (2020)**, qui ont montré dans leur étude que les feuilles et les graines de *M. communis*, récoltées au mois de mars au niveau de la région de Boudouau et de Bordj Menail (Wilaya de Boumerdes), sont fortement riches en tanins totaux et catéchiques, anthocyanes, saponosides et en polyphénols.

En effet, les tests phytochimiques sont des tests qualitatifs variables en fonction de la méthode d'extraction, le solvant utilisé, la partie de la plante étudiée, la région et la saison de récolte (**Serce et al., 2009**).

II.2. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction est le rapport de la quantité de substances naturelles extraites par l'action extractive d'un solvant à la quantité de ces substances contenues dans la matière végétale. Il est dépendant de plusieurs paramètres tels que: le solvant, la température, le temps d'extraction et la composition de l'échantillon (**Do et al., 2014**), de la durée du stockage et de la période de la récolte (**Haddouchi et al., 2016**), ces facteurs, peuvent conduire à une réduction très significative de certaines molécules (**Ouédraogo et al., 2018**). Dans cette étude, le rendement a été déterminé par rapport à 30 g de la matière végétale. Les résultats sont résumés dans le tableau 10.

Tableau 10: Rendement en extraits obtenus à partir des deux parties (feuilles et graines) de *M. communis* L.

| organe | Rendement % |
|----------|-------------|
| Feuilles | 2.46% |
| graines | 2.6% |

On remarque que le rendement le plus élevé est celui de l'extrait brut des graines de *Myrtus communis* L, (2,6 %) comparativement à celui des feuilles (2,46 %).

Cependant, par comparaison avec d'autres études, nous constatons un rendement faible par rapport à celui obtenu par **Hosseinzadeh et al. (2011)** et qui est de 24,50% **Wang et al., (2008)** rapportent dans leur étude sur des herbes chinoises que le rendement d'extraction dépend du processus utilisé, car les constituants des cellules se libèrent par rupture des parois cellulaires vers le solvant organique, un phénomène qui s'intensifie par l'usage d'un solvant polaire (**Li et al., 2012**). La taille des particules végétales joue un rôle important dans l'extraction des composés phénoliques. Il est généralement admis que sous une forme broyée, la matière végétale présentera une plus grande surface de contact avec le solvant, permettant ainsi d'accélérer sa solubilité (**Bonnaillie et al., 2012**).

D'après **Bruneton, (1999)**, la variation des résultats d'un extrait à l'autre est due principalement aux solvants d'extraction utilisés, dont les solvants polaires montrent un meilleur rendement d'extraction par rapport aux solvants moins polaires. La différence de polarité des solvants utilisés permet l'extraction d'une large gamme de métabolites secondaire (**Green, 2004**). Ainsi, le pH, la température, le temps d'extraction et la composition phytochimique de l'échantillon influe d'une façon significative sur le rendement d'extraction (**Do et al., 2013**).

II.2. Teneur en polyphénols totaux

La figure (9) illustre les résultats pour la teneur totale en polyphénols des extraits éthanoliques des feuilles et des graines de *M. communis*.

Les résultats obtenus montrent une teneur en polyphénols de $124,36 \pm 0,026$ mg EAG/g MS pour l'extrait des feuilles de *M. communis* et de $53,85 \pm 0,08$ mg EAG/g MS pour l'extrait des graines (Figure 9).

L'analyse statistique montre une différence significative ($0.02 < 0.05$) entre les teneurs en composés phénoliques des deux extraits.

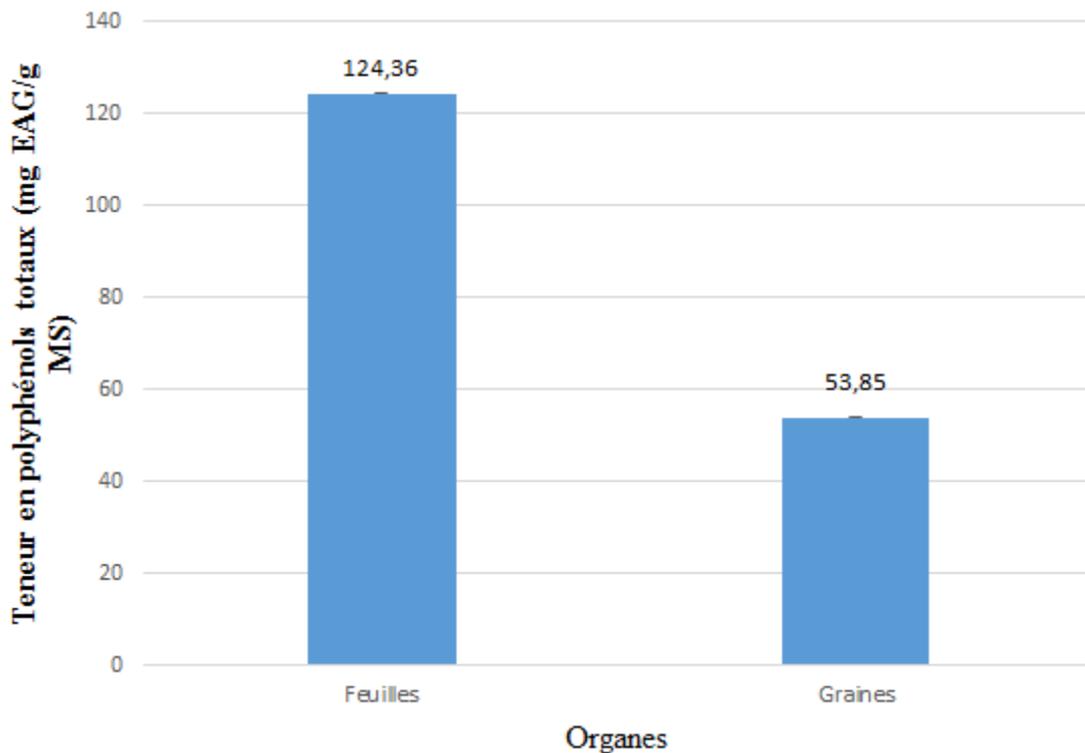


Figure 9: Teneur en polyphénols totaux dans les deux extraits ; feuilles et graines de *M. communis* L

Comparativement à d'autres études, les valeurs des polyphénols totaux de notre étude sont supérieures à celles rapportées par **Wannes *et al.* (2010)** où la teneur totale en composés phénoliques était de 33,67 mg EAG/g E dans l'extrait méthanolique des feuilles et de 15,70 mg EAG/g E dans l'extrait de graines. Cette étude a été menée sur les différentes parties du myrte collectées au stade de floraison en Juillet à Jbal Stara dans le nord-est de la Tunisie.

Selon les travaux dirigés par **Gardeli *et al.* (2008)** la teneur des extraits en polyphénols chez *M. communis* L. varie entre 352 et 373 mg EAG/g ES et il atteint un maximum durant la période de pleine floraison. Cependant à la même période de pleine floraison, **Ammar *et al.* (2005)** rapportent que sa teneur avoisine les 227 mg EAG/g ES.

Par contre la teneur des phénols totaux des feuilles de la même plante d'origine Grèce est nettement supérieure par rapport à celle obtenue durant notre étude, elle est de l'ordre de 373 mg GAE/g MS (**Chryssavgi *et al.*, 2008**). La même constatation a été observée durant les études de **Yangui *et al.* (2021)** et qui est de l'ordre de 219,33 mg EAG/g MS. La

concentration des composés phénoliques dans les extraits dépend de la polarité du solvant et la méthode utilisée pour l'extraction (**Herzi, 2013**). Elle peut dépendre aussi de l'origine de la plante (**Ebrahimzadeh et al., 2008**), des conditions climatiques, de la localisation géographique, de la période de récolte et des facteurs génétiques (**Bouchenak et al., 2020**). Du même, les différentes maladies, la maturité et même la partie de la plante étudiée, sont des facteurs déterminants (**Park & Cha, 2010**).

IV.3. Teneurs en flavonoïdes

La teneur totale en flavonoïdes de l'extrait ethanologique a été déterminée par la méthode au chlorure d'aluminium basée sur une courbe d'étalonnage obtenu avec différentes concentrations de la quercitrine. Les résultats sont récapitulés dans l'histogramme suivant (Figure 10).

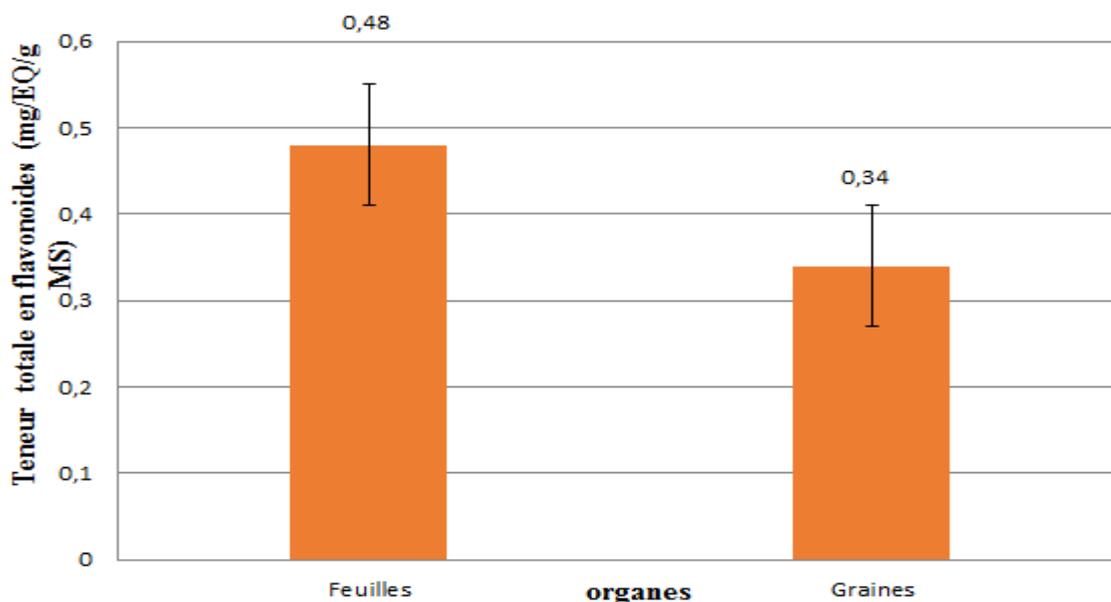


Figure 10: Teneur en flavonoïdes dans les deux extraits (feuilles et graines) de *M. communis* L

Les résultats du dosage quantitatif des flavonoïdes (**Figure 10**) montrent que l'extrait des feuilles de *M. communis* L représente une teneur plus élevée de l'ordre de $0,48 \pm 0,07$ mg EQ/g d'extrait, tandis que la teneur obtenue avec l'extrait des graines de l'ordre de $0,34 \pm 0,12$ mg EQ/g d'extrait.

Nous avons remarqué que les feuilles renferment plus des flavonoïdes que les graines.

L'étude statistique ne présente pas une différence significative ($P= 0,06 > 0,05$) entre les différents extraits. Les résultats trouvés dans les travaux de **Wannes *et al.* (2010)** ont montré que la teneur des flavonoïdes dans les graines et les feuilles de *M. communis* est de l'ordre 1,99 et 1,22 mg EQ/g ES, respectivement. Ces teneurs apparaissent supérieures par rapport à nos résultats.

Il est difficile de comparer nos résultats avec ceux de la bibliographie, à cause de plusieurs facteurs qui peuvent influencer sur la répartition qualitative et quantitative des composés phénoliques dans nos extraits : les facteurs climatiques et environnementaux (**Ebrahimi *et al.*, 2008**), la période de récolte et de conservation (**Miliauskas *et al.*, 2004**), ainsi que, la méthode d'extraction et de quantification, et aussi la sélectivité du solvant utilisé (**Lee *et al.*, 2003**).

II.4. Activité anti-oxydante

L'activité antioxydante des extraits de feuilles et des graines de *M.communis* et de l'antioxydant standard (Acide ascorbique) vis-à-vis du radical DPPH ont été évaluée en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH) à la couleur jaune (DPPH-H).

A partir des valeurs obtenues, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition en utilisant la formule donnée auparavant. Les valeurs obtenues ont permis de tracer les courbes (**Figure 11**), qui représentent la variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations des différents extraits de la plante.

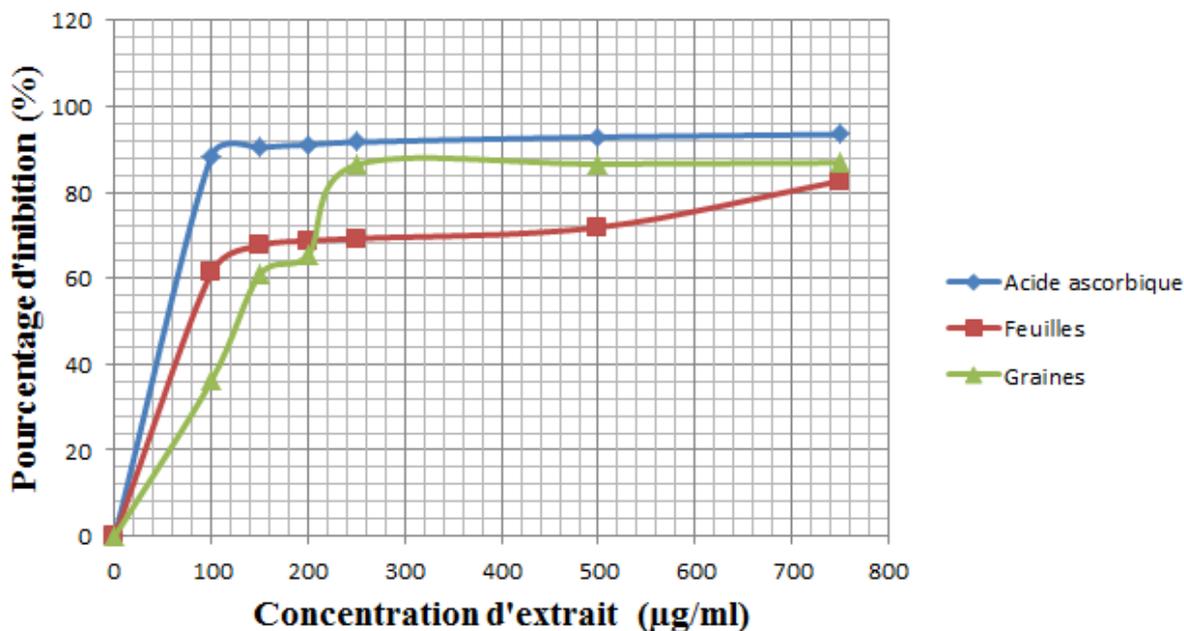


Figure 6: Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'extrait de *M. communis* (graines et feuilles) et de l'acide ascorbique

Les résultats montrent que les extraits de *M. communis* et de l'acide ascorbique réduisent d'une manière dose-dépendante le radical DPPH, c'est à dire le pourcentage de réduction (ou d'inhibition) du DPPH augmente avec la concentration des extraits. Les valeurs ont permis donc, de tracer des courbes qui présentent une allure exponentielle avec la présence d'une phase stationnaire qui signifie la réduction presque totale du DPPH en sa forme non radicalaire. L'extrait des graines présente un bon pouvoir antioxydant (86,9%), suivie de l'extrait des feuilles (82,64%) mais ils restent d'une efficacité moindre par rapport à celle exprimée par l'acide ascorbique (93,50%). Cependant, l'analyse statistique ne montre pas une différence significative ($P= 0,33 > 0,05$) entre les pourcentages d'inhibition des différents extraits.

La capacité antioxydante des différents extraits a été déterminée à partir des IC_{50} , c'est la concentration nécessaire pour réduire 50% du radical DPPH. Plus la valeur d' IC_{50} est petite, plus l'activité de l'extrait testé est grande (**Pokorny et al, 2001**).

Selon les résultats montrés dans la figure, les extraits de feuilles et des graines sont dotés d'un pouvoir antioxydant, avec des IC_{50} respectives de 80 et 130 µg/ml, qui sont relativement supérieures à celle de l'acide ascorbique dont la valeur est de 58 µg/ml.

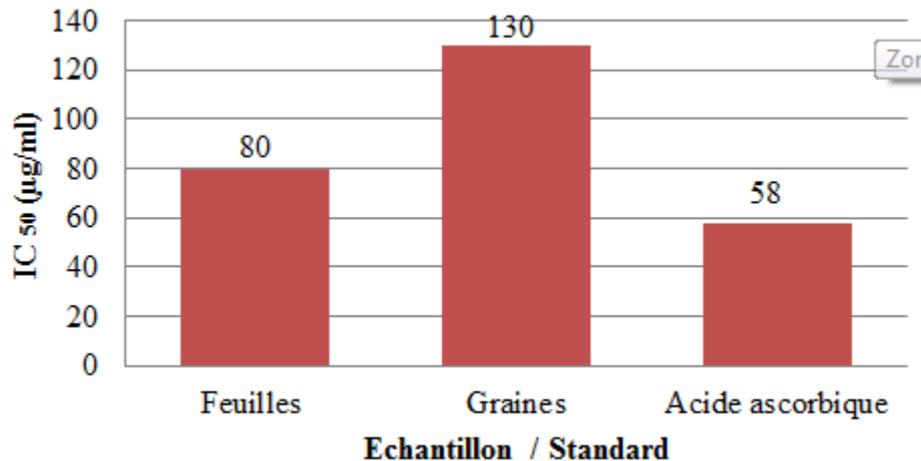


Figure 7: les valeurs des IC₅₀ de l'acide ascorbique et des extraits éthanoliques, de *M. communis*.

Selon **Gardeli et al. (2008)**, l'extrait de *M. communis* a présenté de très bonne activité de piégeage des radicaux avec des valeurs de l'IC₅₀ qui se situaient entre 9,54 et 17,1 µg/ml ces résultats sont inférieurs à notre étude.

D'après l'étude de **Wannes et al. (2010)**, l'extrait de différentes parties du myrte présentent une activité de piégeage des radicaux avec des valeurs IC₅₀ = 8 µg/ml pour la feuille, IC₅₀ = 3 µg/ml pour les graines, ces valeurs sont inférieurs par rapport à notre étude. La même constatation a été observée avec les résultats de **Snoussi et al. (2012)** qui ont montré que la capacité de piégeage des radicaux DPPH dépend à la fois de la partie utilisée de la plante et de la méthode d'extraction. Ils ont détecté dans l'extrait des graines une IC₅₀ égale à 42 µg/ml et dans les feuilles IC₅₀ égale à 73 µg/ml. Ces résultats sont inférieurs à notre étude. Différentes origines ont conduit à différentes activités, par exemple, la capacité de piégeage des radicaux libres DPPH par des échantillons provenant du Yémen, Italie, Maroc, Iran, ou Tunisie étaient sensiblement inférieures à celles de la Turquie ou l'Algérie.

II.5. Evaluation de l'activité antibactérienne

La méthode de diffusion des puits (Antibiogramme) nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien des extraits éthanoliques des feuilles et des graines de *M. communis* L. vis-à-vis de six bactéries. Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau 11 et sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition.

Tableau 11 : Zones d'inhibition en mm des deux extraits (feuilles, graines) vis-à-vis des bactéries testés.

| Extraits | Souches bactériennes | Les concentrations en mg/mL des extraits | | | | | |
|----------|--|--|-------------|------|------|------|------|
| | | Témoin (Eth) | Témoin (AG) | 1 | 0,5 | 0,5 | 0.25 |
| feuilles | - <i>S. alimentarius</i> | 0 | 10 | 10 | 7 | 0 | 0 |
| | - <i>B. subtilis</i> | 0 | 7 | 11 | 9 | 9 | 9 |
| | <i>S. aureus</i> résistante à la méthicilline | 0 | 12 mm | 8 mm | 8 mm | 8 mm | 7 mm |
| | - <i>K. pneumoniae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - <i>P. aeruginosa</i> | 0 | 8 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| | - <i>Enterobacter</i> | 0 | 0 | 8 | 6 | 0 | 0 |
| Graines | - <i>S. alimentarius</i> | 0 | 20 | 15 | 5 | 0 | 0 |
| | - <i>B. subtilis</i> | 0 | 0 | 15 | 12 | 7 | 6 |
| | - <i>S. aureus</i> résistante à la méthicilline) | 0 | 12 | 9 | 8 | 7 | 7 |
| | - <i>K. pneumoniae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - <i>P. aeruginosa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | - <i>E. fecalis</i> | 0 | 0 | 9 | 9 | 0 | 0 |

Les souches à Gram positif testées ont été sensibles à tous les extraits, tandis que les souches à Gram négatif l'efficacité a été observée dans l'extrait des feuilles et seulement avec la souche *P. aeruginosa*.

B. Subtilis est la souche la plus sensible, elle représente des zones d'inhibition de 15 mm et 12 mm, respectivement pour les doses 1 mg/ml et 0,5 mg/ml obtenue à partir de l'extraction éthanoïque des graines, tandis que pour les feuilles on a obtenu une zone de 11 mm avec la concentration 1 mg/ml et 9 mm avec les autres concentrations

La souche de *Staphylococcus alimentarius* a marqué une sensibilité plus importante avec l'extrait des graines que l'extrait des feuilles avec des zones respectives de 15 mm et de 10 mm pour la dose 1 mg/ml.

La souche *SARM* a révélé une légère sensibilité à la dose la plus élevée 1 mg/ml pour les deux extraits avec des zones d'inhibition de 9 mm pour les graines et 8 mm pour les feuilles. La même observation a été constatée avec la souche d'*Enterobacter faecalis*.

Pour les souches à Gram négatif, le seul cas de sensibilité a été observé avec la souche *P. aerogenosa* avec l'extrait des feuilles. La zone d'inhibition était de 8 mm à 1 mg/ml. Cependant *k. pneumoniae*, a été résistante à tous les extraits testés.

Les travaux effectués par **Hennia. (2019)** montrent que *P. aerogenosa* a été résistante à toutes les doses testées des extraits de *M. communis*. Alors que, **Raeiszadeh et al. (2018)** ont montré que l'extrait éthanolique de *M. communis* a un effet inhibiteur potentiel contre *B. subtilis* et *S. aureus*.

L'activité antibactérienne d'une molécule est entièrement associée aux composés qui tuent les bactéries ou ralentissent leur taux de croissance, sans être très toxiques pour les tissus voisins. Les agents antimicrobiens les plus récemment découverts sont des composés naturels modifiés et cette modification se fait par voie chimique (**Singh et al., 2019**).

La méthode de diffusion sur gélose a révélé que l'effet antimicrobien des différents extraits de la plante médicinale de *Myrtus communis* diffère d'une souche à une autre. Les bactéries à Gram négatif se sont avérées les plus résistantes alors que les bactéries à Gram positif sont les plus sensibles. Ces résultats sont en accord avec plusieurs publications concernant les extraits de plantes médicinales ou les bactéries à Gram négatif dévoilent une

forte résistance aux extraits de plantes que les bactéries à Gram positif (**Perry *et al.*, 2004; Murray *et al.*, 2009 ; Athamina *et al.*, 2010**).

La grande sensibilité des bactéries à Gram+ contre les extraits pourrait être due à la structure de la membrane et de la paroi cellulaire externe (**Raeiszadeh *et al.*, 2018**)

Selon **Abdallah *et al* (2019)**, l'absence de la membrane extérieure qui entoure la paroi des bactéries Gram (+) permet le contact direct des constituants des composés phénoliques isolés avec les phospholipides de la bicouche de la membrane cellulaire, ce qui provoque une augmentation de la perméabilité aux ions et le passage des constituants ou une altération des systèmes enzymatiques bactériens intracellulaires vitaux. Les bactéries à Gram positif sont plus sensibles aux agents antibactériens car elles possèdent uniquement le peptidoglycane qui ne constitue pas une véritable barrière sélective à ces composés (**Arias *et al.*, 2004**).

II.6. Analyses relatives au fromage fondu

II.6.1 Matières premières pour la fabrication

II.6.1.1 Analyses physicochimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait en poudre, fromage cheddar et l'eau du process sont représentés dans le tableau 12.

Tableau 12: Les résultats des analyses physicochimiques des matières premières.

| Échantillon | Paramètres physicochimiques | Valeurs obtenues | Norme AFNOR 1986 |
|--------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| Poudre du lait | pH | 6,72 | 6,6 – 6.75 |
| | EST (%) | 96,2 | 96 |
| | Mg(%) | 26 | 26 - 27 |
| | H (%) | 3,8 | 4 |
| | °D | 14 | 15 |
| | Residus d'antibiotiques | Abs | Abs |
| fromage de fonte Cheddar | pH | 5,08 | 5 – 5,5 |
| | EST % | 66 | 61 – 69 |
| | Mg% | 36% | 30 - 38 |
| | MG/MS % | 54,54 | 50 |
| eau de process | pH | 6,83 | 6.5 – 8,5 |

Les résultats des analyses physico-chimiques (le pH, la teneur en matière grasse, la teneur en extrait sec, le rapport matière grasse sur la matière sèche...) obtenus pour les différentes matières premières utilisées dans ce processus de fabrication ont été conformes aux normes d'AFNOR (1986). En plus de ces paramètres et pour la poudre du lait, on a constaté un taux d'humidité qui est dans les normes (3.8 %), ce qui nous permet de déduire qu'elle a été bien stockée, comme elle est caractérisée par une absence totale des résidus d'antibiotiques. donc, ces résultats assurent la conformité de ce lait pour la production du fromage fondu.

II.6.1.2 Analyses microbiologique des matières

Le tableau ci-dessus représente les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur la poudre du lait, le fromage du fonte et l'eau de process.

Tableau 13: Résultats des analyses microbiologiques des matières premières.

| Echantillon | Germes Recherchés / g | Valeurs obtenues | Normes* |
|-----------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| Poudre du lait | <i>Salmonelles</i> | Abs | Abs |
| | <i>S. aureus</i> | Abs | Abs |
| | <i>ENTB</i> | 0 | 10 mmax |
| Fromage de fonte Cheddar | <i>Coliformes totaux</i> | 0 | 10 ² |
| | <i>C. Fécaux</i> | Abs | 10 |
| | <i>S. aureus</i> | Abs | Abs |
| | <i>Salmonelles</i> | Abs | Abs |
| Eau de process | <i>Coliformes totaux</i> | Abs | Abs |
| | <i>Gérme totaux</i> | Abs | Abs |
| | <i>C.S.R</i> | 0 | ≤ 5 |
| | <i>Salmonelles</i> | Abs | Abs |
| | <i>S. aureus</i> | Abs | Abs |

* :Journal officiel de 27 mai 1998 (N°35).

Selon les résultats on remarque l'absence de tous les germes recherchés dans la poudre du lait, ce qui cofirme que cette matière première de fabrication est de bonne qualité bactériologique. Cela peut être justifié par le fait qu'elle a subit un bon traitement thermique, ainsi que sa nature physique (déshydratée), ne qui favorise pas la prolifération des microorganismes. Ces résultats concordent avec ceux de **Traore et Lameche. (2002)**.

Pour le Cheddar, on remarque l'absence des coliformes totaux.et fécaux, D'après **Bachtarzi et al. (2015)**, les mains en contact avec l'environnement sont le support des microorganismes. Ils sont en général plus concentrés au bout des doigts, sous les angles et entre les doigts.

En ce qui concerne les germes pathogènes (*Selmenalles* et *Staphylococcus aureus*), il y a absence de ces derniers dans l'échantillon analysé.

De même, l'analyse de l'eau utilisée dans la fabrication du fromage, nous montre l'absence totale de tous les germes recherchés. Ce qui nous laisse dire que ces matières premières sont saines et peuvent être utilisées pour la fabrication de notre fromage.

II.6.2 Les analyses des fromages fondus, à base des extraits du *Myrte*

II.6.2.1 analyse physicochimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques des fromages fondus à base d'extraits de feuilles et des graines de myrte sont représentés dans le Tableau 14 :

Tableau 14: analyses physicochimique du produit fini.

| | Grains | | | Témoin sans poudre |
|---------|----------|---------|-------|--------------------|
| | E1 =1% | E2=2.5% | E3=5% | Témoin |
| pH | 5,55 | 5,48 | 5,44 | 5,60 |
| MG (%) | 15 | 15 | 15 | 15 |
| EST (%) | 45,15 | 45,36 | 45,76 | 41 |
| | Feuilles | | | Témoin sans poudre |
| | E1 =1% | E2=2.5% | E3=5% | Témoin |
| pH | 05,42 | 05,56 | 05,48 | 5,60 |
| MG (%) | 15 | 15 | 15 | 15 |
| EST (%) | 42 | 43,10 | 44,50 | 41 |

L'analyse physico-chimique est un outil important dans le processus qui consiste à mettre à la disposition du consommateur des produits sains et normalisés avec des pratiques loyales (Bachtarzi *et al.*, 2015).

Les résultats illustrés dans ce tableau montrent que par comparaison des fromages incorporés avec les poudres de *M. commuins* et le fromage témoin, il y a des changements légers dans les caractères physicochimiques, d'ailleurs pour le pH on a observé une diminution de sa valeur, donc l'acidité augmente avec l'augmentation de la concentration des poudres de la plante dans le fromage. Ceci est observé grossièrement aussi bien pour les feuilles que pour les graines. Cette augmentation a été aussi décelée avec l'extrait sec total (EST), tandis que pour la matière grasse, elle a été dans les normes par rapport au témoin

II.6.2.2 Analyses microbiologiques des produits finis

Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis (fromage fondus) à base de feuilles et des graines de *M.commuins* sont résumés dans le tableau 15.

Tableau 15: Résultats des analyses microbiologiques du produit fini exprimées en UFC/ml

| Germe Recherchés | Graines | | | Feuilles | | | Témoin sans poudre | Normes* |
|---------------------|-----------|---------|-------|-----------|---------|-------|--------------------------|-----------------|
| | E1 =1% | E2=2.5% | E3=5% | E1 =1% | E2=2.5% | E3=5% | Témoin | |
| <i>C. totaux</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 ² |
| <i>C. fécaux</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 ² |
| <i>S. aureus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Salmonelles | Abs | Abs | Abs | abs | Abs | Abs | Abs | Abs |

*Journal officiel Algérien 27 mai 1998(N° 35)

Les analyses microbiologiques effectuées sur les produits finis ont été révélés négatifs pour les trois doses utilisées, pour les feuilles et pour les grains et cela pour tous les germes recherchés. Cette absence est due à la sensibilité de ces germes aux traitements thermiques au cour de l'étape de la pasteurisation. Donc on peut conclure que les fromages fondus pasteurisés fabriqués à base des poudres de feuilles et de graines de *M. communis* sont de bonnes qualités microbiologiques.

II.6.3 Les analyses sensorielles

Les résultats des analyses sensorielles sont résumés dans le tableau 16 et illustrées dans la (figure 13)

Tableau 16: Résultats de l'analyse sensorielle des produits finis (fromage à base de feuilles et graines de *M.communis* et fromage sans incorporation des produits).

| Paramètre | Feuilles | | | Grains | | | Témoin |
|--|------------|-------------|----------------------|----------|-------------|---------------------|----------|
| | 1% | 2,5% | 5% | 1% | 2,5% | 5% | |
| Aspect | Vert clair | Vert foncé | Vert plus foncé | Beige | Maron clair | Maron | Blanc |
| Texture | Souple | Semi souple | Semi Dur | Souple | Semi dur | Dur | Souple |
| Gout | Agréable | Trés bon | Mangeable | Trés Bon | Bon | Amertume goût | Bon |
| Odeur | Lactique | Lactique | Les feuille de myrte | Lactique | Lactique | Les grains de myrte | Lactique |
| Nombre de dégustateurs qui aiment le fromage | 06 | 04 | 02 | 07 | 05 | 01 | 07 |

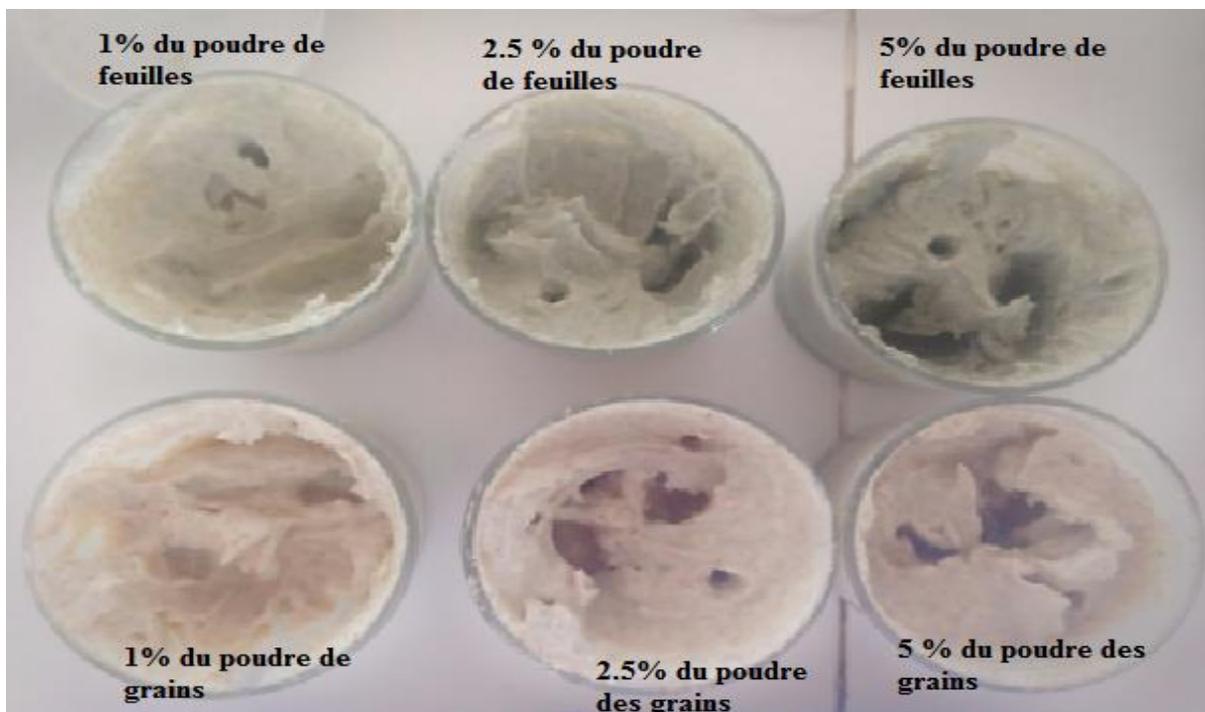


Figure13: Fromage fondus fabriqués à base des feuilles et des graines de *M. communis* à différentes concentrations.

D'après les résultats obtenus dans le tableau 16, on constate que la plupart de dégustateurs préfèrent le fromage incorporé à 1% des deux modèles (poudres des feuilles ou des grains), ils les trouvent parfaits avec un goût excellent et ils les classent en première position.

Cependant, le fromage de 2,5 % prend la deuxième classe avec un bon goût et en dernière classe celui à 5% avec un goût qui est acceptable par rapport au témoin.

Nous pouvons conclure que les produits à base de 1% et de 2,5 % ont donné des résultats satisfaisants et présentent une bonne qualité organoleptique.

Les analyses sensorielles réalisées par **Ozcan *et al.* (2017)** et qui portent sur l'évaluation de l'acceptabilité de consommateur de nouveaux fromages aux herbes de fait qu'il est habitué à la forme standard de fromage en termes de propriétés texturales et d'aspect. Il s'est avéré que l'ajout de la plante apporte une amélioration gustative et une appréciation remarquable.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Le fromage est l'un des produits fermentés le plus consommé dans le monde. Il a une place importante dans l'alimentation humaine de part, sa richesse en protéines, minéraux et surtout le calcium. Dans le contexte d'améliorer sa valeur nutritionnelle, on s'est proposé de formuler un fromage fondu additionné de *M. communis* L, une plante consommée traditionnellement et possédant des propriétés biologiques très intéressantes, lui valant des applications dans divers domaines, à savoir en médecine.

Le screening phytochimique des feuilles et des graines de *M. communis* L. a démontré sa richesse en tanins totaux, tanins catéchique, polyphénols, trépénoides et un anthocyanes. Cette plante montre par ailleurs une absence des mucilages et de saponosides. En outre, les feuilles et les graines de *M. communis* L. étudiées présentent une teneur en polyphénols de l'ordre de $124,36 \pm 0,026$ mg EAG/g et de $53,85 \pm 0,08$ mgEAG/g, respectivement, avec et une teneur en flavonoïdes respective de $0,48 \pm 0,07$ mg EQ/g pour l'extrait des feuilles et de $0,34 \pm 0,12$ mg EQ /g pour l'extrait des graines. Par ailleurs, l'évaluation de l'activité antioxydante par le test de DPPH a indiqué pour l'extrait de feuilles, une valeur d'IC₅₀ estimée à 80 ± 7 µg/ml et pour les graines une valeur d'IC₅₀ estimée à 130 ± 20.27 µg/ml.

L'étude de l'activité antibactérienne des extraits, réalisée sur six bactéries a montré des zones de sensibilité pour toute les bactéries à Gram+ testées (*Staphylococcus alimentarius*, *Baccillus subtilis*, *SARM*, *Enterobacter*) tandis que les bactéries à Gram- elles ont été résistantes à l'exception de *Pseudomonas aeruginosa* qui a présenté une légère sensibilité à l'extrait des feuilles à une concentration de 1 mg/ml.

Concernant les fromages fondus élaborés à base de poudres des feuilles et des graines de *M. communis* L. à différentes concentration (1%, 2,5%, 5%), ont présenté des caractéristiques physicochimiques légèrement différentes de celle du témoin surtout concernant le pH pour lequel on a observé une diminution. Cependant les analyses microbiologiques ont affirmé des produits de bonne qualité microbiologique. Concernant la qualité organoleptique des produits élaborés, les dégustateurs ont préféré les fromages incorporés à un 1% de poudre de graines et de poudre de feuilles, où ils les trouvent parfaits avec un goût excellent.

Conclusion et perspectives

De point de vue technologique globalement on peut dire que l'incorporation de la poudre des feuilles et des grains de notre plante peut améliorer la qualité nutritionnelle, organoleptique et sanitaire du fromage fondu.

Ce travail peut être considéré comme un point de départ pour d'autres recherches sur les effets bénéfiques de *M. communis* L. En effet, il serait intéressant d'approfondir ce travail par une étude phytochimique plus développée afin d'isoler et identifier les différents composés chimiques présents dans le myrte et les purifier en utilisant des techniques chromatographiques et spectroscopiques pour leurs identifications.

Il serait aussi intéressant de tester les différentes molécules isolées *in vivo* sur différents modèles biologiques, afin de trouver une application thérapeutique des molécules actives isolées. Aussi d'étudier l'effet synergique de ces extraits avec d'autres molécules.

Comme, il est souhaitable d'élargir cette étude par l'incorporation des poudres de *Myrte* dans d'autres produits alimentaires notamment le camembert et le yaourt afin d'améliorer leur valeur nutritionnelle et sanitaire.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Abbas, a., & Dobson, a. d. w. (2011). Yeasts and molds| *Penicillium camemberti*.

Abdallah, y., Ogunyemi, s. o., Abdelazez, a., Zhang, m., Hong, x., Ibrahim, e., ... & Chen, j. (2019). The green synthesis of MgO nano-flowers using *Rosmarinus officinalis* L (Rosemary) and the antibacterial activities against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *BioMed Research International*, 2019.

Adda, J., Gripon, J. C., & Vassal, L. (1982). The chemistry of flavour and texture generation in cheese. *Food Chemistry*, 9(1-2), 115-129.

Agabriel, C., Brunshwig, G., Sibra, C., Coulon, J. B., & Nafidi, C. (1995). Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations.

Al-Hindawi, M. K., Al-Deen, I. H., Nabi, M. H., & Ismail, M. A. (1989). Anti-inflammatory activity of some Iraqi plants using intact rats. *Journal of ethnopharmacology*, 26(2), 163-168.

Alais C. (1975). Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition Sepaic

Alais, C. (1984). Science du lait: principes des techniques laitières.

Amarglio, S. (1986). Contrôle de la qualité des produits laitiers: analyse physique et chimique, 3ème édition Paris: AFNOR. ITSV, 1030p.

Amhis, W., Benslimane, A., Tiouit, D., & Naim, M. (2001). Tests de sensibilité utile au traitement antibiotique. *Médecine du Maghreb*, 91, 22-5.

Ammar. H. Lopez, S et Gonzalez. J.S. (2005) Assessment of the digestibility of some mediterranean shrubs by in vitro techniques. *Animal feed science and technology*. 119: 323-331

Arias, M. E., Gomez, J. D., Cudmani, N. M., Vattuone, M. A., & Isla, M. I. (2004). Antibacterial activity of ethanolic and aqueous extracts of *Acacia aroma* Gill. ex Hook et Arn. *Life sciences*, 75(2), 191-202.

Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., & Khebri, S. (2010). Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese science journal*, 11(1), 69-81.

Référence bibliographique

Andreta. C. (1969) Les plantes médicinales. Diffusé en Suisse par édition Batelier, Paris,.

Aydın,C.,& Özcan, M.M.(2007).Determination of nutritional and physical properties of Myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*,79,453–458.

Aleksic V & Knezevic P. (2014). Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. *Microbiological Research*. 169, 240-254.

Amensour M., Sendra E., Abrini J., Bouhdid S., Pérez-Alvarez JA., Fernández-López J. (2009). Total phenolic content and antioxidant activity of myrtle (*Myrtus communis*) extracts. *Natural Product Communications* . 4(6), 819–24.

APG III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105-121.

Amensour, M., Bouhdid, S., Fernandez-Lopez, J., Idaomar, M., Senhaji, N. S., & Abrini,J.(2010).Antibacterial activity of extracts of *Myrtus communis* against food-borne pathogenic and spoilage bacteria. *International Journal of Food Properties*,13,1215–1224.

Bouzabata, A., Cabral, C., Gonçalves, M. J., Cruz, M. T., Bighelli, A., Cavaleiro, C., ... & Salgueiro, L. (2015). *Myrtus communis* L. as source of a bioactive and safe essential oil. *Food and Chemical Toxicology*, 75, 166-172.

Bssaibis, F., Gmira, N., & Meziane, M. (2009). Activité antibactérienne de *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter. *Rev Microbiol Ind San et Environn*, 3(1), 44-45.

Beloued. A. (2003). Plantes médicinales d'Algérie. Alger. Office des Publications Universitaires: 227.

Bellakhdar. J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. Paris, Ibis Press. : 764.

Boukef. M. K. (1986). Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne. Paris : Agence de coopération culturelle et technique: 320

Beta, T; Nam, S; Dexter, J.E; Sapirstein, H.D., (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled ulreat and roller – milled fractions, *Creal Chem*: 390 -393

Bahorun, T., (1997). Substances Naturelles actives: La flore mauricienne une source d'approvisionnement potentielle. Université de Maurice. AMAS, Food and Agricultural

Référence bibliographique

Research Council, Réduit, Mauritius , p 83

Bruneton, J., (1993). Pharmiognosie et phytochimie, plantes médicinales, Tec et Doc Lavoisier. Paris, p 278-279.

Bruneton, J., (1999). Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, p 1120.

Bulut G. t, Tuzlaci E. (2013). An ethnobotanical study of medicinal plants in Turgutlu. Manisa, Turkey. Journal of Ethnopharmacology 149, p633–647

Boudjelal A, Henchiri Ch , Madani S, Sarri Dj, Noui H, Benkhaled A, Giuseppe Ruberto (2013).HerbalistsandwildmedicinalplantsinM'Sila(NorthAlgeria):Anethnopharmacologysurvey. Journal of Ethnopharmacology 148, , p395

Bruneton J., (2009). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales (4ème édition) : 1288 pages.

Beka, R. G. (2011). Une alternative végétale en fromagerie: préparation d'un extrait coagulant à partir des fruits de *Balanites aegyptiaca*: étude biochimique et application technologique (Doctoral dissertation, Lille 1).

Berger, M. S., Kincaid, J., Ojemann, G. A., & Lettich, E. (1989). Brainmapping techniques to maximize resection, safety, and seizure control in children with brain tumors. *Neurosurgery*, 25(5), 786-792.

Boivert, C. O. C. (1980). Contribution à l'étude de la contamination du lait: mise en évidence de virus dans le lait cru par la microscopie électronique (Doctoral dissertation, Thèse: Méd. Vet.. Toulouse).

Boizot, N., & Charpentier, J. P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cahier des Techniques de l'INRA*, 79-82.

Bonnaillie, C., Salacs, M., Vassiliova, E., & Saykova, I. (2012). Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea* L.). *Revue de génie industriel*, 7, 35-45.

Bouchenak, o., yahiaoui, k., benhabyles, n., laoufi, r., toubal, s., el haddad, d., ... & arab, k. (2020). criblage phytochimique et évaluation du pouvoir antioxydant des feuilles de myrtus communis l. et rhamnus alaternus l. *revue agrobiologia*, 10, 1749-1761.

Référence bibliographique

Bourgeois, C. M., Larpent, J. P., & Accolas, J. (1996). Microbiologie alimentaire. Tome 2—Aliments fermentés et fermentations alimentaires. Collection Sciences et techniques agroalimentaires, Edition Lavoisier, Technique et Documentation, France.

Boutonnier, J. L. (2000). Fabrication du fromage fondu. Ed. Techniques Ingénieur.

Brule, G., Lenoir, G., Remeuf, F. (1997). La micelle de caséine et la coagulation du lait. In Le fromage. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Tec et DOC Lavoisier, Paris, pp 7-41

Bruneton, J. (1999). Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2^{ème} édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, p 1120.

Bourgeois c-m. levreau j-y. (1990). Technique d'analyse et de contrôle dans l'industrie agro-alimentaire, 2^{ème} éd, Lavoisier, Paris.

Bougeois. C.M, et Leveau. J.Y., (1980). Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. APRIA.331 p.

Branger a. roustel s. richer m. (2007). Microbiochimie et alimentation. Vol 1. Edition Educagri.

Brainer a. madeleine richer m. roustel. s. (2007). Alimentations et processus technologique. Sécurité et contrôle microbiologique, Edition Educagri.

Croguennec t. jeantet r. brule g. (2008). Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Edition Tec & Doc, Lavoisier. Paris.

Choisy, C., Desmazeaud, M.J., Gripon, J.C., Lambert, G., Lenoir, G. (1997). La biochimie de l'affinage. In Le fromage. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Lavoisier Paris, Tec et TOC. pp 87.

Coulon, J. B. (1991). Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. Productions animales, 4(4), 303-309.

Courtine, R. J. (1972). Dictionnaire des fromages: dictionnaires de l'homme du 20^e siècle. Librairie Larousse.

Chalchat, J. C., Garry, R. P., & Michet, A. (1998). Essential oils of myrtle (*Myrtus communis* L.) of the Mediterranean littoral. Journal of essential oil Research, 10(6), 613-617.

Castellanos, A., Pintado, B., Weruaga, E., Arevalo, R., Lopez, A., Orfao, A., & Sánchez-Garcia, I. (1997). A BCR-ABLp190 fusion gene made by homologous recombination causes

Référence bibliographique

B-cell acute lymphoblastic leukemias in chimeric mice with independence of the endogenous bcr product. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 90(6), 2168-2174.

Carl von Linné (1707-1778) botaniste-naturaliste suédois , auparavant Carl Linnæus à qui l'on doit la classification des végétaux, des minéraux et des animaux et la nomenclature ,Le fondateur de l'Académie des Sciences de Suède .

Couplan, F. (2009). Le régal végétal: Plantes sauvages comestibles, Edition sang de la terre: p 189. Cox, S.D.,Mann,C.M.,&Markham,J.L.(2001).Interactionsbetweencomponents of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Microbiology*,91,492–497.

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, 10(3).

Cannas, S., Molicotti, P., Ruggeri, M., Cubeddu, M., Sanguinetti, M., Marongiu B . , & Zanetti, S.(2013).Antimycotic activity of *Myrtus communis* L. towards *Candida* spp. from clinical isolates. *The Journal of Infection in Developing Countries*,7,295–298.

Dellaoui, H. (2021). Contribution à l'étude des effets de la plante médicinale *Myrtus communis* contre la toxicité du Cadmium chez le rat Wistar. Etudes biochimique et histologique (Doctoral dissertation, Université Dr Moulay Tahar de Saïda (Algérie)).

Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food chemistry*, 97(4), 654-660.

Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y. H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of food and drug analysis*, 22(3), 296-302.

De Feo V., Senatore F. (1993) Medicinal plants and phytotherapy in the Amalfitan Coast, Salerno Province, Campania, Southern Italy. *Journal of Ethnopharmacology* 39, p39-51

Delarras. C., (2003). Microbiologie de l'environnement avec législation. Travaux pratiques commentés, gaetanmorin éditeur. 223p

Delarras. C., (2008). Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux : Règlementation-prélèvements-analyses. Lavoisier : Tec& Doc. Paris. 476p.

Référence bibliographique

Diaz, A. M., & Abeger, A. (1986). Study of the polyphenolic compounds present in alcoholic extracts of *Myrtus communis* L. seeds. *An Real Acad Farm*, 52, 541-546.

Eck, A., & Gillis, J. C. (1997). Le Fromage de la science à l'assurance-qualité.

Eckner, K. F., Dustman, W. A., & Ryś-Rodriguez, A. A. (1994). Contribution of composition, physicochemical characteristics and polyphosphates to the microbial safety of pasteurized cheeses spreads. *Journal of food protection*, 57(4), 295-300.

Euzeby J. , (2009). Évaluation in vitro de la sensibilité des bactéries aux antibiotiques Dictionnaire de bactériologie vétérinaire.

Fettah, A. (2019). *Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante-antibactérienne) des extraits de la plante Teucrium polium L. sous espèce Thymoides de la région Beni Souik, Biskra* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA).

Feinberg M, Favier .j. Et Jreland T. R . (1987). Répertoire générale des aliments, table de composition des produits laitiers : vache, brebis, chèvre, Ed. Tec et Doc, Lavoisier, paris, T3, 442 p.

Fertout-Mouri, N., Latreche, A., Mehdadi, Z., & Bengherraz, Z. (2016). Activité antibactérienne de quatre extraits de *Teucrium polium* L. du mont de Tessala (Algérie occidentale). Antibacterial activity of four extracts of *Teucrium polium* L. of Tessalamount (western Algeria). *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*.

Fredot, E. (2005). Connaissance des aliments. Tec & Doc Lavoisier.

Flamini, G., Cioni, P. L., Morelli, I., Maccioni, S., & Baldini, R. (2004). Phytochemical typologies in some populations of *Myrtus communis* L. on Caprione Promontory (East Liguria, Italy). *Food chemistry*, 85(4), 599-604.

F. Guimpel dans "Dr. Friedrich Gottlob (1822), Hayne's Medical Botany" Berlin,

F. Feisst C., Franke L., Appendino G. & Werz O. (2005). Identification of molecular targets of the oligomeric nonprenylated acylphloroglucinols from *Myrtus communis* and their implication as anti-inflammatory compounds. *J Pharmacol Exp Ther*. 315, 389-396.

Franceschini P., (2016). *Myrtus communis* L. en Corse et en Méditerranée : De sa composition chimique jusqu'à ses utilisations thérapeutiques, thèse doctorat : sciences pharmaceutiques, Université Victor Segalen Bordeaux 2, 142 p.

Gaucheron f. (2003). Minéraux et produits laitiers. Tech & Doc, Lavoisier, paris.

Référence bibliographique

Govaerts, R., Sobral, M., Ashton, P., Barrie, F., Holst, B. K., Landrum, L. L., ... & Lucas, E. (2008). *World checklist of Myrtaceae*. Royal Botanic Gardens.

Grêté, P. (1965). Précis de botanique, Systématique des angiospermes. Tome II ; 2ème édition révisée, Faculté de Pharmacie de Paris – Masson: 429.

Goetz, P., & Ghedira, K. (2012). *Myrtus communis* L.(Myrtaceae): Myrte. In *Phytothérapie anti-infectieuse* (pp. 313-320). Springer, Paris.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4), 162-169.

Ghaoues, S. (2011). Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien.

Gravot, A., (2008). Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux. Equipe pédagogique Physiologie Végétale, UMR 118 APBV. Université de Rennes 1 – L2.

Gardeli, C., Vassiliki, P., Athanasios, M., Kibouris, T., & Komaitis, M. (2008). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food chemistry*, 107(3), 1120-1130.

Gripon, J. C., Desmazeaud, M. J., Le Bars, D., & Bergere, J. L. (1975). Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. II.-Influence de la présure commerciale. *Le lait*, 55(548), 502-516.

Haddouchi, F., Chaouche, T. M., & Halla, N. (2016). Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie. *Phytothérapie*, 1-9.

Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of nutritional biochemistry*, 13(10), 572-584.

al-Hindawi, m. k., al-deen, i. h., nabi, m. h., & ismail, m. a. (1989). Anti-inflammatory activity of some Iraqi plants using intact rats. *Journal of ethnopharmacology*, 26(2), 163-168.

Hardy, J. (1997). L'Activité de l'eau et le salage des fromages. In *Le fromage*. Ed., Eck A., 3ème édition Tec et DOC Lavoisier, Paris. pp 78.

Référence bibliographique

Herzi, N. (2013). Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse de doctorat Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse).

Hosseinzadeh, H., Khoshdel, M., & Ghorbani, M. (2011). Antinociceptive, anti-inflammatory effects and acute toxicity of aqueous and ethanolic extracts of *Myrtus communis* L. aerial parts in mice. *Journal of acupuncture and meridian studies*, 4(4), 242-247.

Institut de l'élevage. (2009). Traite des vaches laitière. Matériel. Installation. Entretien. 1ere Edition France Agricole. Produire mieux. pp :55-506.

Joffin c. joffin j-n. (2003). Microbiologie alimentaire. Biologie et Technique, 5ème édition, CRDP Aquitaine

Joffin. c, et joffin. j., (1999). Microbiologie alimentaire. CRDP d'Aquitaine, 5ème édition. Doin. France. 185p

Jouve, V. (1993). *La lecture* (p. 111). Paris: Hachette.

Jeanet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). Les produits laitiers (pp. 184-p). Editions Tec & Doc Lavoisier.

Kaddem, S-E. (1990). Les plantes médicinales en Algérie. Paris: Le monde pharmaciens. 113

Kanoun. kha (2011) Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine). Diplôme de Magister En Biologie. Université Aboubekr Belkaid , Tlemcen, 118p.

Kordali, S., Usanmaz, A., Cakir, A., Komaki, A., & Ercisli, S. (2016). Antifungal and herbicidal effects of fruit essential oils of four *Myrtus communis* genotypes. *Chemistry Biodiversity*, 13, 77–84.

Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F., & Brouillard, R. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64(5), 923-933.

Kerio, L. C., Wachira, F. N., Wanyoko, J. K., & Rotich, M. K. (2012). Characterization of anthocyanins in Kenyan teas: Extraction and identification. *Food Chemistry*, 131(1), 31-38.

Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(10), 3954-3962.

Référence bibliographique

- Kapoor, R., & Metzger, L. E. (2004).** Evaluation of salt whey as an ingredient in processed cheese. *Journal of dairy science*, 87(5), 1143-1150.
- Katz, h et weaver w.w. (2003).** Encyclopedia of food and culture. Volume 1: Acceptance to foodpolitics. Charles Scribner's Sons. New York, 718p.
- Kora, S. (2005).** Contribution à l'amélioration de la technologie de production du fromage peulh au Bénin. These d'ingénieur agronome. Bénin: Université d'Abomey-Calavi.
- Laurent s. federighi m. jouve j-l. (1998).** Manuel de bactériologie alimentaire, polytechnica, Paris
- Laithier, C. (2011).** Microflore du lait cru. Institut de l'Elevage, RMT filières fromagères valorisant leur terroir, 11p.
- Lapointe-Vignola, C. (2002).** Science et technologie du lait: transformation du lait. Presses inter Polytechnique.
- Larpent, J. P. (1997).** Microbiologie alimentaire.
- Lebeuf, Y., Michel, J. C., & Moineau, S. (2002).** Ingrédients laitiers. Science et technologie du lait.
- Lenoir, R. (1985).** L'effondrement des bases sociales du familialisme. Actes de la recherche en sciences sociales, 57(1), 69-88.
- Li, L., Zhang, X., Lei, J., He, J., Zhang, S., & Pan, F. (2012).** Adsorption and corrosion inhibition of Osmanthus fragranleavesextract on carbonsteel. *Corrosion Science*, 63, 82-90.7.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003).** Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(25), 7292-7295.
- Li, L., Zhang, X., Lei, J., He, J., Zhang, S., & Pan, F. (2012).** Adsorption and corrosion inhibition of Osmanthus fragran leaves extract on carbon steel. *Corrosion Science*, 63, 82-90.
- Luquet. f-m. (1990).**Lait et produits laitiers Vache, Brebis, Chèvre. Transformation et Technologies. Tome 2. Tech & doc. Lavoisier, paris.
- Luquet, F. M. (1987).** Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers.
- Luquet, F. M. (1986).** Lait et produits laitiers (vache, brebis, chèvre), T3. *Qualité, énergie et.*

Référence bibliographique

Loisel, P., Harmand, J., Zemb, O., Latrille, E., Lobry, C., Delgenès, J. P., & Godon, J. J. (2006). Denaturing gradient electrophoresis (DGE) and single-strand conformation polymorphism (SSCP) molecular fingerprintings revisited by simulation and used as a tool to measure microbial diversity. *Environmental microbiology*, 8(4), 720-731.

Lebres. E., (2002). Cours national d'hygiène et de micro-9 biologie des aliments. Institut Pasteur. 34 p.M

Lebres. E., (2006). Cours D'hygiène Et De Microbiologie Des Eaux (Manuel De Travaux Pratiques Des Eaux). Institut Pasteur d'Algérie. 60p

Mouffok. F., (2001). Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer, institut Pasteur d'alger. 40 p

Migliore, J.; Baumel, A.; Juin, M.; Médail, F. (2012) From Mediterranean shores to central Saharan mountains: Key phylogeographical insights from the genus *Myrtus*. *J. Biogeogr.*, 39, 942–956.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. sci. technol*, 26(2), 211-219.

Migliore, J. (2011). *Empreintes des changements environnementaux sur la phylogéographie du genre Myrtus en Méditerranée et au Sahara* (Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3).

Mulas. M; Francesconi. A. H. D; & Perinu. B. (2002). Myrtle (*Myrtus communis* L.) as a new aromatic crop: cultivar selection, *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 9: 127–131.

Mansouri, S., Foroumadi, A., Ghaneie, T., & Najar, A. G. (2001). Antibacterial activity of the crude extracts and fractionated constituents of *Myrtus communis*. *Pharmaceutical Biology*, 39, 399–401.

Montoro, P; Tuberoso, C.I.G; Piacente, S; Perrone, A; De Feo, V; Cabras, P; Pizza, C. (2006). Stability and antioxidant activity of polyphenols in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur, *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 41: 1614–1619.

Milane, H ; (2004). La quercétine et ses dérivés : molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres, études et applications thérapeutiques. Thèse en vue de l'obtention

Référence bibliographique

du grade de docteur en science. Université Louis Pasteur. Strasbourg.

Mosaddegh M. Naghibi F., Moazzeni H. Moazzeni, Pirari A., Esmaeili S. Ethnobotanical (2012) survey of herbal remedies traditionally used in Kohghiluyeh va Boyer Ahmad province of Iran. *Journal of Ethnopharmacology* 141, p80– 95

McSweeney, P. L. H. (2007). Conversion of milk to curd. In McSweeney, P. L. H. (ed.) *Cheese problems solved*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited & CRC Press LLC. (pp. 50-71)

Meyer, A. (1973). *Processed Cheese Manufacture*, Food Trade Press Ltd. London.

Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2020). *Medical microbiology* E-book. Elsevier Health Sciences.

Norme Algérienne : NA N°10.96.14 : Méthode détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage. Arrêté du 17 Octobre 2013 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage (JO N°67 /2014).

Norme Algérienne : NA N°10.96.25 : Méthode d'analyse pour détermination de la teneur en eau (méthode par étuvage). Ministère du commerce, CACQE (IDAQUALITEC).

Oliveira, R. B., Margalho, L. P., Nascimento, J. S., Costa, L. E., Portela, J. B., Cruz, A. G., & Sant'Ana, A. S. (2016). Processed cheese contamination by spore-forming bacteria: A review of sources, routes, fate during processing and control. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 11-19.

Ouchenak, o., yahiaoui, k., benhabyles, n., laoufi, r., toubal, s., el haddad, d., & arab, k. (2020). criblage phytochimique et évaluation du Pouvoir antioxydant des feuilles de myrtus communis l. et rhamnus alaternus l. *revue agrobiologia*, 10, 1749-1761.

Ouédraogo, J. C. W., Dicko, C., Kini, F. B., Bonzi-Coulibaly, Y. L., & Dey, E. S. (2018).. *The Journal of Supercritical Fluids*, 131, 66-71.

Özcan, E. C., Ünlüsoy, S., & Eren, T. (2017). A combined goal programming–AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 1410-1423.

Référence bibliographique

Philip Miller (1691-1771) le botaniste écossais, on lui doit la référence pour les jardiniers du 18ème siècle 'The Gardener's Dictionary' du jardin de Chelsea, édité à Londres 1755-1760, illustré de nombreuses gravures de Ehret, Lancake et John Miller.

Ponce, A. G., Fritz, R., Del Valle, C., & Roura, S. I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT-Food Science and Technology*, 36(7), 679-684.

Perret C., 2001. Analyses de tannins inhibiteurs de la stilbène oxydase produite par *Botrytis cygne Pers* : Fr. Thèse pour l'obtention du titre de Docteur en Sciences : Neuchâtel : Université de Neuchâtel- Institut de chimie, 1035–1042.

Park, H. J., & Cha, H. C. (2003). Flavonoids from leaves and exocarps of the grape *Kyoho*. *Korean Journal of Biological Sciences*, 7(4), 327-330.

Perry, J. J., & Staley, J. T. lory S., (2004). Microbiologie. Edition Dunod (France), 848.

Pooja, S., & Vidyasagar, G. M. (2016). Phytochemical screening for secondary metabolites of *Opuntia dillenii* Haw. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(5), 39-43.

Pougheon, S. (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières (Doctoral dissertation).

Pougheon, S., & Goursaud, J. (2001). Le lait: caractéristiques physicochimiques. *Lait, Nutrition, Santé*, 2-42.

Pougheon, S., & Goursaud, J. (2001). Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G. *Lait, nutrition et santé*, Tec et Doc, Paris, 6, 566.

Pradal, M. (2012). *La transformation fromagère caprine fermière: Bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre*. Lavoisier.

Quezel, P., Santa, S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Tome II Edition. CNRS. Paris.

Quézel P. et Santa S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Ed CNRS, Paris, France, p. 636.

Référence bibliographique

Romani, A., Mulinacci, N., Pinelli, P., Vincieri, F. F., & Cimato, A. (1999). Polyphenolic content in five tuscan cultivars of *Olea europaea* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 964-967.

Rodier. J., (2009). L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579 p.

Reggam. A., (2015). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimiques des eaux d'Oued Seybouse. Thèse de Doctorat. Université 8 mai 1945, Algérie, 131p.

Rodier. J, Bazin. C, Broutin. J, Chambon. P, Champsaur. H, et Rodil., (1996).

L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer .8ème Edition Dunod, Paris .1383p

Rodier. J, Legube. B, et Merlet. N., (2009). L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579p.

Rejesk. F., (2002). Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, Biologie technique CRDP d'aquitaine. 358 p.

Romani, A ; Coinu, R ; Carta, S ; Pinelli, P ; Galardi, C ; Vincieri, F ; et al., (2004).

Evaluation of Antioxidant effect of different extracts of *Myrtus communis* L, Free Radical Research, 38: 97–103.

Rasooli, I., Moosavi, M. L., Rezaee, M. B., & Jaimand, K. (2018). Susceptibility of microorganisms to *Myrtus communis* L. essential oil and its chemical composition.

Raeiszadeh, M., Esmaeili-Tarzi, M., Bahrampour-Juybari, K., Nematollahi-Mahani, S. N., Pardakhty, A., Nematollahi, M. H., & Mehrabani, M. (2018). Evaluation the effect of *Myrtus communis* L. extract on several underlying mechanisms involved in wound healing: An in vitro study. *South African journal of botany*, 118, 144-150.

Ramet, J. P. (1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Etude FAO production et santé animales 48, Rome, Italie.

Ramet, J.P. 1997. L'égouttage du coagulum. In *Le fromage*. Ed., Eck A., 3ème édition Tec et DOC Lavoisier, Paris. pp 43.

Référence bibliographique

Ramet, J.P., Scher, J. (1997). Propriétés physiques du coagulum. In *Le fromage*. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Tec et DOC Lavoisier, Paris. pp 331.

Ranken, M. D., Kill, R. C., & Baker, C. (1997). Fats and fattyfoods. In *Food industries manual* (pp. 272-315). Springer, Boston, MA.

Richonnet, C. (2016). Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. *Cahiers de nutrition et de diététique*, 51(1), 48-56.

Robinson, R. K. (Ed.). (2005). Dairy microbiology handbook: the microbiology of milk and milk products. John Wiley & Sons.

Roustel S. et Boutonnier J.L. (2015). Fromage fondu : Technologie de fabrication et contrôle qualité. *Techniques de l'ingénieur*, F6311: 1: 1-19.

ROUSTEL, S. (2014). Fromage fondu: physico-chimie du processus de fonte.

Ribéreau-Gayon, P. (1968). *Les Composés phénoliques des végétaux: par Pascal Ribéreau-Gayon...* Dunod.

Satrani, B., Farah, A., & Talbi, M. (2006). Effet de la distillation fractionnée sur la composition chimique et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles du Myrte (*Myrtus communis* L.) du Maroc. *Acta Botanica Gallica*, 153(2), 235-242.

Soltis, D., Smith, S. A., Cellinese, N., Wirdack, K. J., Tank, D. C., Brockington, S. F., et al. (2011). Angiosperm phylogeny: 17 genes, 640 taxa. *American Journal of Botany*, 98, 704-730

Sargın S, Akçicek E, Selvi S. (2013) An ethnobotanical study of medicinal plants used by the local people of Alaşehir (Manisa) in Turkey. *Journal of Ethnopharmacology* 150, 2013, p860–874

Sepici A., Gürbüz I., Çevvik C & Yesilada E., (2004). Hypoglycaemic effects of myrtle oil in normal and alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology*. 93, 311-318

Shipp, J., & Abdel-Aal, E. S. M. (2010). Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients. *The Open Food Science Journal*, 4(1).

Sanogo, M. (1994). Créer une petite fromagerie. Edition du GRET, 12-15.

Référence bibliographique

Singh, K., Mishra, A., Sharma, D., & Singh, K. (2019). Antiviral and antimicrobial potentiality of nano drugs. In Applications of targeted nano drugs and delivery systems (pp. 343-356). Elsevier.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

Sousa, M. J., & Malcata, F. X. (2002). Advances in the role of a plant coagulant (*Cynaracardunculus*) in vitro and during ripening of cheeses from several milk species. *Le Lait*, 82(2), 151-170.

St-Gelais, D., Tirard-Collet, P., Bélanger, G., Couture, R., & Drapeau, R. (2002). Fromage. *Science et technologie du lait: transformation du lait*, 349-415.

Trease, G. E., & Evans, W. C. (1987). *Pharmacognosy*, (ELBS) Volume 5 Baillieretindall.

Tuberoso, C. I., Barra, A., Angioni, A., Sarritzu, E., & Pirisi, F. M. (2006). Chemical composition of volatiles in Sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) alcoholic extracts and essential oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(4), 1420-1426.

Tuberoso C I G., Rosa A., Bifulco E., Melis M P., Atzeri A., Pirisi F M & Dessi M A. (2010). Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts. *Food chemistry*. 123, 1242-1251.

Terbeche. M., (2006). Tendances de la contamination bactériologique et métallique chez la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) exploitée dans la baie d'Oran. *Mémoire de Magister. Université ES SENIA, Oran.* 162 p.

Vasconcelos, T.N.C.; Proença, C.E.B.; Ahmad, B.; Aguilar, D.S.; Aguilar, R.; Amorim, B.S.; Campbell, K.; Costa, I.R.; de Carvalho, P.S.; Faria, J.E.Q.; et al. (2017) Myrteae phylogeny, calibration, biogeography and diversification patterns: Increased understanding in the most species rich tribe of Myrtaceae. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 109, 113–137.

Vierling, E. (2008). *Aliments et boissons filières et produits*. 3^{ème} édition Biosciences et techniques. *Paris. pp*, 15-16.

Veisseyre r. (1979). *Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait*. 3^{ème} édition. Edition la maison rustique, Paris.

Référence bibliographique

Weisseyre, R. (1975). Technologie du lait: constitution, recolte, traitement et transformation du lait 3.

Vétier, N., Banon, S., Ramet, J. P., & Hardy, J. (2000). Hydratation des micelles de caséine et structure fractale des agrégats et des gels de lait. *Le lait*, 80(2), 237-246.

Vierling, E. (2008). Aliments et boissons filières et produits. 3^{ème} édition Biosciences et techniques. Paris. pp, 15-16.

Vignola, C. L. (2002). Science et technologie du lait. Québec: Fondation de technologie laitière de Québec.-587 p.

Villaño, D., Fernández-Pachón, M. S., Moyá, M. L., Troncoso, A. M., & García-Parrilla, M. C. (2007). Radical scavenging ability of polyphenolic compound towards DPPH free radical. *Talanta*, 71(1), 230-235.

Wahid. N., (2013) Perspectives de la valorisation de l'usage et de la culture de *Myrtus Communis L.* au Maroc..

Wannes, W. A., Mhamdi, B., Sriti, J., Jemia, M. B., Ouchikh, O., Hamdaoui, G., ... & Marzouk, B. (2010). Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. *Food and chemical toxicology*, 48(5), 1362-1370.

Weyerstahl, P., Marschall, H., & Rustaiyan, A. (1994). Constituents of the essential oil of *Myrtus communis* L. from Iran. *Flavour and fragrance journal*, 9(6), 333-337.

Wong, S. P., Leong, L. P., & Koh, J. H. W. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food chemistry*, 99(4), 775-783.

Yangui, I., Younsi, F., Ghali, W., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2021). Phytochemicals, antioxidant and anti-proliferative activities of *Myrtus communis* L. genotypes from Tunisia. *South African Journal of Botany*, 137, 35-45.

Yadegarinia, D., Gachkar, L., Rezaei, M. B., Taghizadeh, M., Astaneh, S. A., & Rasooli, I. (2006). Biochemical activities of Iranian *Mentha piperita* L. and *Myrtus communis* L. essential oils. *Phytochemistry*, 67(12), 1249-1255.

Annexes

Annexe 1

Tableau 01 : Matériel de laboratoire utilisé.

| Matériels de laboratoire | | Réactifs utilisés : |
|--|---|--|
| Appareillage | Verreries et petit matériel | Acide sulfurique d = 1.522 pour le fromage Acide sulfurique concentré d = 1.82 ± 0.005 pour le lait Alcool isoamylique (Méthyle-3Butanol-1) d = 0.813 Phénolphaléine à 1 %. Solution Tampon de pH 4 et 7 Eau peptone tomponée Acide chlorhydrique : HCl Chloroforme CHCl ₃ Ethanol : C ₂ H ₅ OH Folin-Ciocalteu Hydroxyde de potassium : KOH Trichlorure Ferrique : FeCl ₃ Carbonat de sodium : Na ₂ CO ₃ Chlorure d'aluminium : AlCl ₃ 1-1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH) Acide gallique Acide ascorbique Chlorure de sodium (NaCl) |
| Dessiccateur Butyromètre à lait - Butyromètre à fromage Centrifugeuse Etuve d' incubation à 30 C°, 37 C°, 44 C° Coupelles aluminiums Lactodensimètre Bande d'antibiotique Agitateur magnétique. Balance analytique. Spectrophotomètre Broyeur électrique Réfrigérateur Bain-marie Bain marie avec support pour Butyromètre | Pance de platine. Bec benzine. Spatule. Eprouvette graduées de 100 ml et 250 ml Tube à essai Boite de Pétri Pipettes Pasteur "Autoclave (FUNKE-GERBER)" Flacon de verre de 500ml et de 250ml "La numération des colonies" pH mètre Bêchers Burette graduées Pipette graduées Seringue graduée Passoire Fiole de 250 et 500 ml Papier aluminium | Milieux de culture : SFB Gélose désoxycholate Milieu BP (Baird-Parker) |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Milieu Mueller-Hinton (MH) :</p> <p>Gélose nutritive</p> <p>gélose Hektoen</p> <p>Gélose PCA</p> <p>Gélose VF</p> <p>Gélose VRBG</p> |
|--|--|---|

Annexe 2

II. Présentation de l'unité L.F.B.

a) Description de l'unité

La Laiterie-Fromagerie de Boudouaou (L.F.B) appartient au groupe industriel pour la production du lait Cette unité a commencé sa production en 1978, sans une ancienne appellation ONALAIT elle est située à l'entrée de la ville de Boudouaou « Wilaya de Boumerdes » à environ 40 km d'Alger.

b) Production de l'unité

L'unité de L.F.B assure la production de :

-Lait de consommation

-Lait pasteurisé

-L'ben pasteurisé

-Produits laitiers

-Fromage fondu pasteurisé

- Fromage fondu en portion « boîtes de 8 ,16 et 24 portions »
- Fromage fondu en barre « 1 kg »
- Fromage type EDAM « boule de 1kg »

II. Matière première utilisée dans la fabrication du fromage fondu

➤ Le cheddar

Est une pâte de fromage destinée à la fonte Le pays producteur est la nouvelle Zélande. Il est importé sous forme de blocs conditionnés dans un emballage en plastique d'un poids net de 20 kg. Le cheddar est, placé dans une chambre froide à +4°C .

➤ Les sels de fonte

sont des ingrédients de base, qui rentrent dans la fabrication du fromage fondu. les sels de fontes sont autorisés et utilisés en faible quantité par rapport au fromage à raison de 3% du poids de la matière première. On a utilisé les sels de type «CORINO 92 BL » . Ces sels sont importés de THAILAND

La poudre de lait

C'est une poudre de lait entier à 26% de M,G et à 0%, importée de la Nouvelle Zélande. Elle est livrée à l'unité dans des sacs en papier de 25 Kg de poids net.

L'eau

L'eau intervient dans notre alimentation. Elle peut être utilisée en tant qu'un aliment de base ou comme ingrédient. L'eau consommée directement doit satisfaire des critères de potabilité assurant la protection du consommateur.

Annexe 3

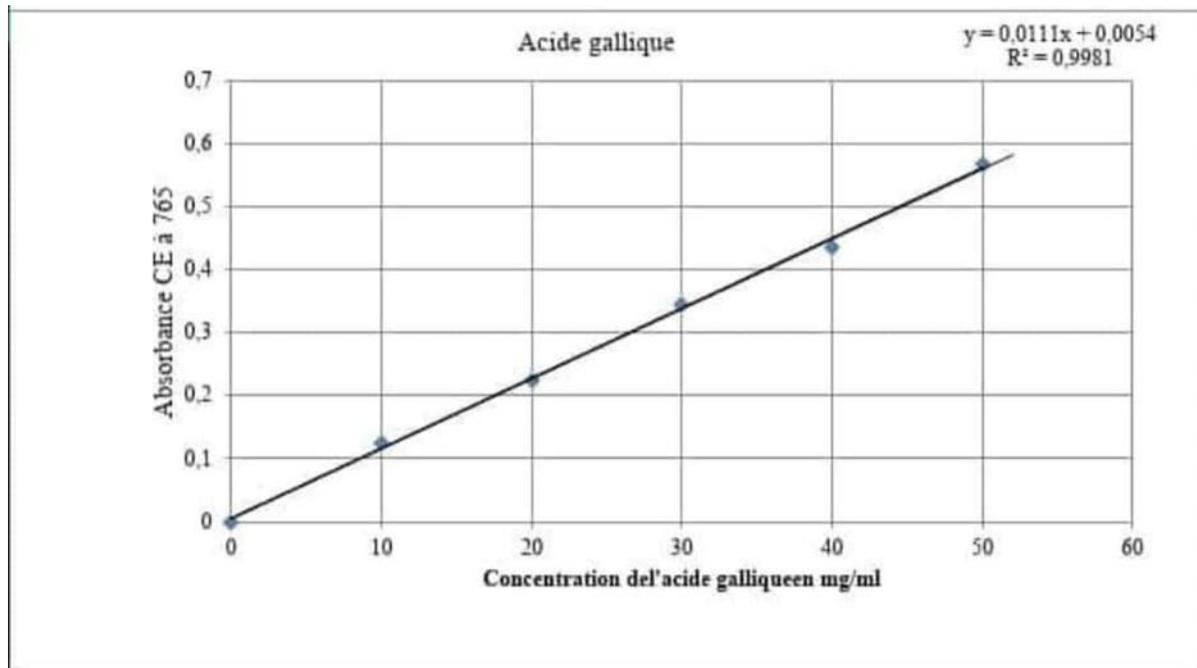


Figure 01 : Courbe d'étalonnage du standard acide gallique utilisé dans le dosage des polyphénols totaux.

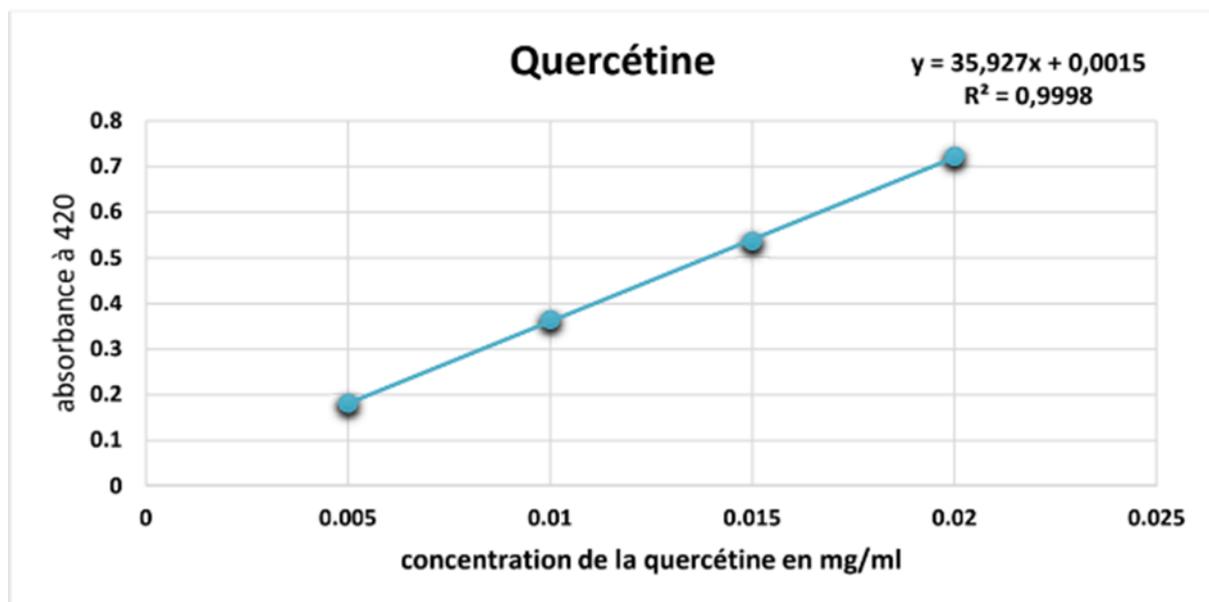
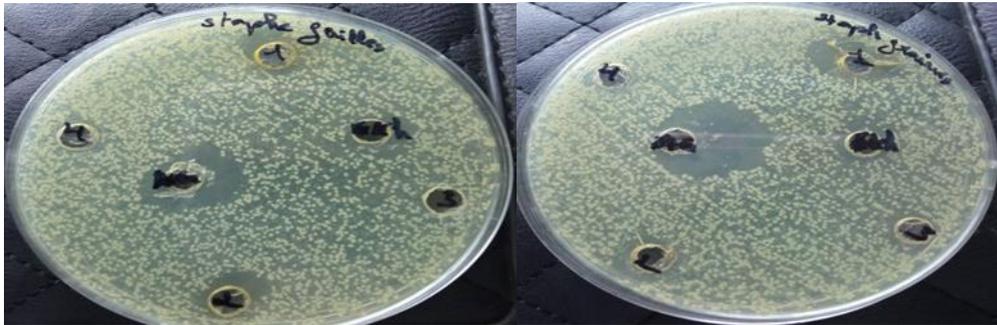


Figure 02 : Courbe d'étalonnage du standard Quercétine utilisé dans le dosage de flavonoïdes.

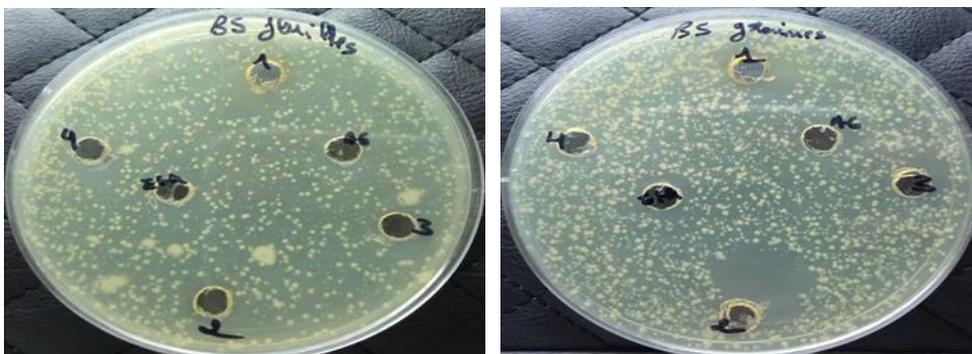
III. Résultats de l'activité antibactérienne

(A) feuilles

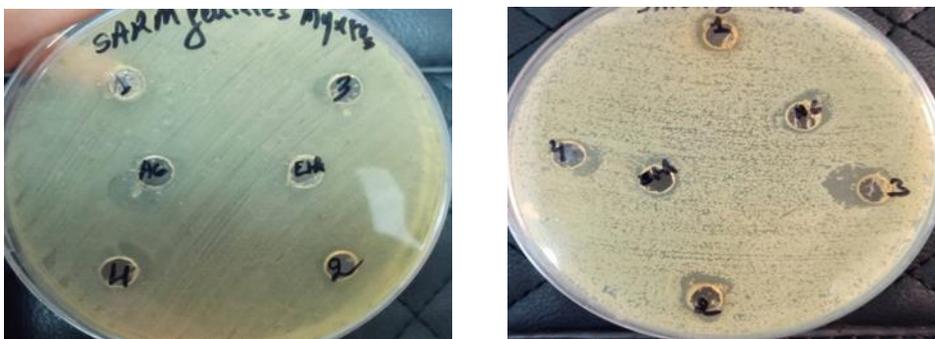
(B) Graines



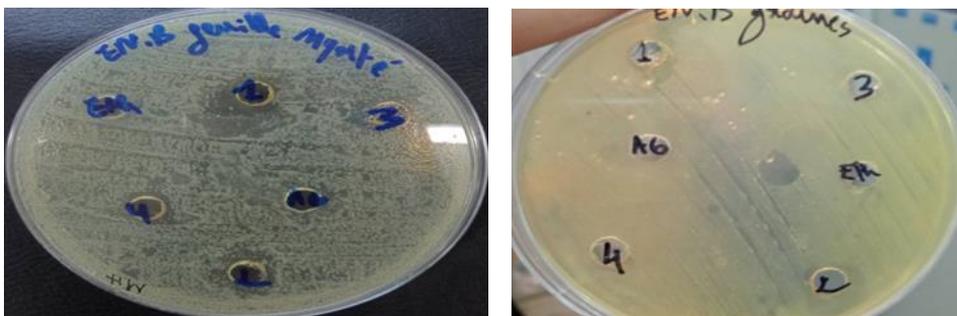
(1) *Staphylococcus aureus*



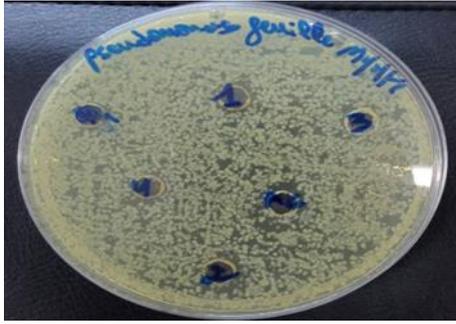
(2) *Bacillus subtilis*



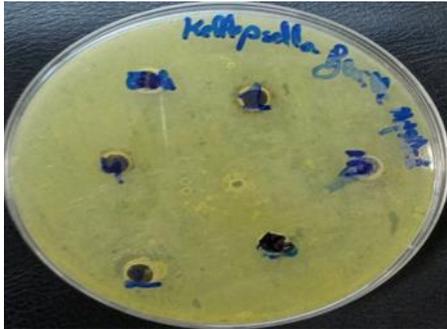
(3) SARM



(4) *E. fecalis*



(5) *Pseudomonas aeruginosa*



(6) *Klebsiella pneumoniae*

Annexe 4

Fiche des analyses sensorielles.

LAITERIE FROMAGERIE DE L.F.B

MASTER 2 BIOTECHNOLOGIE MICROBIENNE

NOM :

PRENOM :

DATE :

Examinez et goûtez chacun des six échantillons, puis remplir le tableau suivant.

N.B : Rincer la bouche ou boire de l'eau avant de passer d'un produit à l'autre s'il vous plait.

| Echantillons Caractères | A | | | B | | | Témoins |
|--|----|------|----|----|------|----|---------|
| | 1% | 2,5% | 5% | 1% | 2,5% | 5% | |
| Aspect | | | | | | | |
| Texteur | | | | | | | |
| Goût | | | | | | | |
| Odeur | | | | | | | |
| Les dégustateurs qui aiment le produit | | | | | | | |

Les sources : A : fromage fondu à base des feuilles de Myrtus.

B : fromage fondu à base des graines de Myrtus.

MERCI DE VOTRE PARTICIPATION

Résumé

Notre travail a porté sur une étude phytochimique et une évaluation des activités biologiques in-vitro des extraits des feuilles et des graines de la plante *Myrtus communis* L., ensuite l'incorporation dans l'élaboration d'un fromage fondu. Le screening phytochimique des deux parties de la plante a montré leur richesse en polyphénols, tanins catéchique, terpénoïdes et anthocyanes. La teneur en polyphénols totaux a été variable, l'extrait brut des feuilles a présenté 124,36 mg EAG/g MS, tandis que celui des graines est 53,85 mg EAG/g MS. Le dosage des flavonoïdes a donné des valeurs respectives de $0,48 \pm 0,07$ mg EQ/g MS et de $0,34 \pm 0,12$ mg EQ /g MS pour les feuilles et les graines. Les résultats de l'activité anti-oxydante ont été prometteuses IC₅₀ de l'ordre de 80 µg/ml a été révélés pour les feuilles contre une IC₅₀ de 58 µg/ml pour le témoin (acide ascorbique). L'activité antibactérienne a été testée sur six souches. L'extrait éthanolique des graines a montré la plus fort activité. *Staphyococcus alimentarius* et *Baccillus subtilis* ont été les plus sensible. Par ailleurs les résultats d'incorporation des poudres des deux parties de *M. communis* L. dans le fromage fondu ont montré un produit de bonne qualité microbiologique et organoleptique pour des concentration de 1 et 2,5%.

Les mots clé : *Myrtus communis* L, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, activité antibactérienne, fromage fondu.

Abstract

Our work focused on a phytochemical study and an evaluation in-vitro biological activities of the extracts of the leaves and seeds of the plant *Myrtus communis* L., then the incorporation in the elaboration of a processed cheese. The phytochemical screening of the two parts of the plant showed their richness in polyphenols, catechin tannins, terpenoids and anthocyanins. The content of total polyphenols was variable, the crude leaf extract presented 124.36 mg EAG/g DM, while that of the seeds was 53.85 mg EAG/g DM. The flavonoid assay gave respective values of 0.48 ± 0.07 mg EQ/g DM and 0.34 ± 0.12 mg EQ/g DM for leaves and seeds. The results of the antioxidant activity were promising. IC₅₀ of the order of 80 µg/ml was revealed for the leaves against an IC₅₀ of 58 µg/ml for the control (ascorbic acid). The antibacterial activity was tested on six strains. The ethanolic extract of the seeds showed the strongest activity. *Staphyococcus alimentarius* and *Baccillus subtilis* were the most sensitive. Furthermore, the results of incorporating the powders of the two parts of *M. communis* L. into the processed cheese showed a product of good microbiological and organoleptic quality for concentrations of 1 and 2.5%.

Key words: *Myrtus communis* L, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, antibacterial activity, processed cheese.

ملخص

ركز عملنا على دراسة كيميائية نباتية وتقييم الأنشطة البيولوجية المختبرية لمستخلصات أوراق وبذور نبات *Myrtus communis* L.، ثم دمجها في تحضير الجبن المطبوخ. أظهر الفحص الكيميائي النباتي لكلا الجزأين من النبات أنهما غنيان بالبوليفينول، بمضادات الأكسدة، التانينات، التربينويدات والأنثوسيانين. كان محتوى البوليفينول الكلي متغيراً، حيث قدم مستخلص الأوراق الخام 124.36 مجم / EAG جم DM، بينما كان محتوى البذور 53.85 مجم / EAG جم DM. أعطى اختبار الفلافونويد قيم 0.48 ± 0.07 مجم / EQ جم DM و 0.34 ± 0.12 مجم / EQ جم DM للأوراق والبذور. نتائج النشاط المضاد للأكسدة واعدة، حيث تم اكتشاف IC₅₀ بترتيب 80 ميكروغرام / مل للأوراق مقابل 58 ميكروغرام / مل للتحكم (حمض الأسكوربيك). (تم اختبار النشاط المضاد للبكتيريا على ستة سلالات. أظهر المستخلص الإيثانولي للبذور أقوى نشاط. وكانت *Staphyococcus alimentarius* و *Baccillus subtilis* هي الأكثر عرضة للإصابة. علاوة على ذلك، أظهرت نتائج دمج جزأين من مسحوق *M. communis* L. في الجبن المطبوخ منتجاً ذا جودة ميكروبيولوجية وحسية جيدة بتركيزات 1 و 2.5%.

الكلمات الأساسية : *Myrtus communis* L، polyphenol، flavonoid، نشاط مضاد للأكسدة، نشاط مضاد للبكتيريا، جبن مطبوخ.