

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ de BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département de Génie des Procédés



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER PROFESSIONNEL EN GÉNIE DES PROCÉDÉS

Spécialité : Pharmacie Industrielle

Intitulé du mémoire

**Valorisation pharmacologique d'une
formulation à base d'huiles de *Pistacia
Lentiscus et Myrtus Communis***

Présenté par :

M^{elle} Benkaddour Fatima

M^{elle} Bougressi Sabrina

Encadré par :

Mr Boutoumi Houcine

Année universitaire : 2018/2019

Dédicace

Je dédie ce travail :

- *A toi mon papa chéri, ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation, ton départ est si difficile à accepter, j'aurais tellement aimé te voir à mes côtés et que tu sois fier de moi, mais le destin a décidé autrement. Que Dieu t'accueille dans son vaste paradis.*

« Je t'aime Papa »

- *A toi ma maman chérie, merci pour tout ton amour et ton soutien. Les mots sont faibles pour exprimer la force de mes sentiments et la reconnaissance que je te porte. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour pour toi.*

« Je t'aime Maman, que Dieu te garde et t'accorde longue vie, santé et bonheur »

*A toi ma sœur, mon amie, ma moitié **SABRINA**, en témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je te dédie ce travail et je te souhaite une vie pleine de santé et de bonheur, je t'aime ma sœur de cœur.*

- *A mes très chers frères Abdelkader et Tahar.*
- *A mes chères neveux et nièce Zinou, Amir, Fatima et le futur petit benkaddour.*
- *A ma chère cousine Yasmine.*
- *A toute la famille Benkaddour et Khelouf.*
- *A toute la famille Bougressi.*

Benkaddour Fatima

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

- *A ceux que j'aime du fond de mon cœur mes très chers parents pour leurs amours, leurs prières, leurs soutiens, leurs sacrifices et leurs encouragements et sans qui je ne serais pas là aujourd'hui.*
- *A mes frères : Mounir, Samir, Sofiane, Maamar et Sidali.*
- *A ma sœur: Faty je suis très fière de t'avoir dans ma vie.*
- *A ma meilleure amie ma sœur et ma binôme SARAH Fatima pour sa compréhension et sa patience merci ma chérie que dieu nous garde pour toujours « **je t'aime ma sœur** ».*
- *A mes belles sœurs.*
- *A mon chère cousin : Mohammed.*
- *A ma chère cousine : Biba.*
- *A ma maîtresse que j'aime M^{me} Ouahiba Khelouf.*

Que ce travail soit le témoignage sincère et affectueux

De ma profonde reconnaissance pour tout ce que vous avez fait pour moi.

✚ *A mes nièces : Israa , Nouha , Hadil et ma future princesse.*

✚ *A mes neveux : Moad , Abd Rahim , Adem et Anes.*

A ma grande famille Bougressi et Merdj, mes amies et tous ceux et toutes celles que j'ai involontairement omis de citer et qui n'en demeurent pas moins chers.

Bougressi Sabrina

Remerciements

Tout d'abord, On tient à remercier notre Dieu Miséricordieux de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour de mener à bien ce modeste travail.

On remercie tout particulièrement et de témoigner toute nos reconnaissance au Professeur Mr Boutoumi Yacine, pour sa disponibilité, son écoute, ses conseils avisés, son soutien, son expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'il nous a fait vivre durant ces quelques mois pour nous permettre de mieux cerner le travail à réaliser tout au long de ce mémoire.

On remercie également tous l'ensemble des enseignants qui ont contribués à notre formation en pharmacie industrielle.

Notre reconnaissance également envers toute l'équipe du laboratoire d'hygiène « Blida », pour leur accueil chaleureux et leur professionnalisme.

Que monsieur le président et les membres de jurys trouvent ici l'expression de notre profond respect, pour avoir fait l'honneur d'examiner ce modeste travail.

Enfin, nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Une pensée spéciale, a toute notre promotion de Pharmacie industrielle Master 2 de l'université Saad Dahleb « BLIDA ».

ملخص

استند هذا العمل إلى استخراج الزيوت النباتية من كلا النباتين (طريقة الضغط البارد لاستخلاص زيت الضرو و طريقة الصكصلي لاستخلاص زيت الريحان)

تم صناعة مرهم زيتي على اساس اثنين من الزيوت باستخدام طريقة المزج و الذوبان. تم اجراء سلسلة من التحليلات على الزيتين و على المرهم من اجل معرفة خصائصهم الفيزيائية و الكيميائية بشكل افضل. استكملت دراستنا بتحليلات بيولوجية و هذا لإظهار أن هذا الأخير له نشاط مضاد للجراثيم و مضاد للفطريات الفعالة.

كلمات الدالة: الضرو الريحان الزيت مرهم مضاد للجراثيم مضاد للفطريات .

Résumé

Ce travail s'est basé sur l'extraction des huiles végétales des deux plantes (méthode de presse à froid pour Pistacia lentiscus et extraction au soxhlet pour Myrtus Communis). Une pommade dermique a été formulée à base de ses deux huiles en utilisant la méthode de mélange par fusion.

Une série d'analyses ont été effectuées sur les deux huiles et sur la pommade formulée afin de connaître mieux leurs caractéristiques physicochimiques, et pour compléter leurs caractérisations des études biologiques sont venue compléter notre étude et cela afin de montrer que cette dernière possède une activité antibactérienne et antifongique efficace.

Mots clés : Pistacia Lentiscus, Myrtus communis, huiles, pommade, antibactérienne, activité antifongique.

Abstract

This work was based on the extraction of vegetable oils from both plants (cold pressing method for lentisk and Soxhlet extraction for myrtle). A hydrophobic ointment was formulated based on its two oils using the fusion mixing method.

A series of analyses were carried out on the two oils and on the formulated ointment in order to better understand their physicochemical characteristics, and to complete their characterizations, biological studies were added to our study in order to show that the latter has an effective antibacterial and antifungal activity.

Keywords: lentisk, Myrtle, oil, ointment, antibacterial , antifungal activity.

TABLE DES MATIERES

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : ETUDE BOTANIQUE DES DEUX PLANTES PISTACIA LENTISCUS ET MYRTUS COMMUNIS

Introduction	01
I.1. Pistacia lentiscus.....	04
I.1.1. Descriptif de la plante.....	04
I.1.2. Dénomination international du Pistacia lentiscus.....	05
I.1.3. Taxonomie de Pistacia lentiscus.....	06
I.1.4. Répartition géographique de Pistacia lentiscus.....	06
I.1.5 L'huile végétale de Pistacia lentiscus.....	06
I.1.6 Aspect pharmacologique et effet thérapeutique.....	07
I.2. MyrtusCommunis.....	08
I.2.1. Descriptif de la plante.....	08
I.2.2. Dénomination internationale du myrtus communis.....	09
I.2.3. Taxonomie du myrtus communis.....	09
I.2.4. Répartition géographique de Myrtus Communis.....	10
I.2.5. Les huiles végétales de Myrtus Communis.....	10
I.2.6. Aspect pharmacologique et effet thérapeutique.....	10
I.3. L'activité antimicrobienne du Pistacia lentiscus et le Myrtus communis.....	11

CHAPITRE II : LES HUILES VEGETALES ET MÉTHODES D'EXTRACTION

II.1. Généralité sur les huiles végétales.....	13
II.2. Définition des huiles végétales.....	13
II.3. Composition chimique des huiles végétales.....	13
II.3.1 Constituants majeurs.....	14
II.3.2.Constituants mineurs.....	15
II.4. Méthodes d'extractions des huiles végétales.....	15

II.4.1. Techniques conventionnelles.....	16
II.4.1.1. Extraction artisanale.....	16
II.4.1.2.Extraction par presse a froid.....	16
II.4.1.3. Extraction par Soxhlet.....	16

CHAPITRE III : LA FORME PHARMACEUTIQUE SEMI SOLIDE

III.1. La peau.....	17
III.2. Absorption cutanée.....	17
III.3. Préparations semi-solides pour application cutanée.....	18
III.3.1. Les pommades.....	18
III.3.2. Types de pommades.....	19
III.3.3. Procédé général de préparation des pommades.....	20

PARTIE EXPERIMENTATLE

CHAPITRE IV: MATERIEL ET METHODES

IV.1. Matériels utilisés.....	22
IV.1 .1. Matière végétales.....	22
IV.1 .2. Produits chimiques utilisés.....	23
IV.1.3. Matière biologique.....	24
IV.1.4. Matériel utilisé dans notre formulation.....	24
IV .2. Méthodes utilisés.....	24
IV.2.1. Extraction de l’huile de Pistacia lentiscus.....	24
IV.2.2 Extraction de l’huile de myrtus communis.....	25
IV.2.3. Elimination du solvant volatil par l’évaporateur rotatif.....	26
IV.2.4. Caractérisation physico-chimique de l’huile de lentisque.....	28
a. Caractérisation physique.....	28
a.1. Densité relative (20°C/eau à 20°C).....	28
a.2. Indice de réfraction.....	28
b. Caractérisation chimique.....	29
b.1. Acidité et Indice d’acide.....	29

b.2. Indice de peroxyde.....	30
b.3. Indice de saponification.....	31
b.4. Indice d'ester.....	32
IV.2.5. Les techniques d'analyses spectroscopiques.....	32
1. L'analyse UV-Visible.....	32
2. Spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier.....	33
IV.2.6. Elaboration d'une pommade a base d'huile de Pistacia lentiscus et Myrtus communis.....	34
a. Composition des pommades.....	34
b. Etape de pré formulation.....	35
c. Protocole de préparation de la pommade.....	36
d. Les analyses physico-chimiques des pommades.....	36
• Mesure du pH.....	36
• Analyse sensorielle des pommades.....	36
• Test d'homogénéité.....	37
• Analyse microscopique.....	37
• Test de rhéologie.....	37
IV.2.6.5. Evaluation de l'activité antimicrobienne des huiles.....	38
IV.2.6.6. Evaluation de l'activité antimicrobienne de la pommade.....	39
 CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION	
V .1. Cinétique d'extraction.....	40
V.1.1. Analyse ultra violet UV des extraits de myrte.....	40
V.2. Le rendement d'extraction de l'huile de Myrtus communis.....	43
V.3. Caractérisation physico-chimiques de l'huile de lentisque	44
V.3.1. Caractérisations physiques.....	44
V.3.2. Caractérisations chimiques	44
V.4. Analyse infrarouge de l'huile de lentisque et l'huile de myrte et la concrète.....	46

V.5. Caractérisation des pommades obtenues.....	48
V.6. La formulation finale de la pommade.....	51
V.7. Evaluation de l'activité antimicrobienne des deux huiles.....	52
V.8. Evaluation de l'activité antimicrobienne de La pommade.....	55

/

Liste des figures

Figure I.1 : Arbuste du lentisque pistachier.....	04
Figure I.2 : les parties essentielles du lentisque pistachier.....	05
Figure I.3 : la distribution géographique du Pistacia est démontrée par la couleur violette.....	06
Figure I.4: Photo de Myrtus communis	08
Figure I.5: les parties essentielles du Myrtus communis.....	09
Figure I.6: Répartition géographique de myrtus communis.....	14
Figure II.1 : Composition générale d'un triglycéride.....	11
Figure III.1: Structure de la peau.....	17
Figure III.2 : Logigramme de fabrication d'une pommade.....	21
Figure IV.1 : L'origine géographique des deux plantes.....	19
Figure IV.2 : Photo du montage d'extraction avec soxhlet.....	26
Figure IV.3 : Photo de L'évaporateur rotatif.....	27
Figure V.1 : Spectres d'absorption de l'extrait de myrte par l'éther de pétrole.....	40
Figure V.2 : Courbe de l'absorbance en fonction de nombre de siphonage.....	40
Figure V.3 : Cinétique d'extraction de l'extrait de myrte par l'éther de pétrole.....	41
Figure V.4 : Spectres d'absorption de l'extrait de myrte par le méthanol.....	42
Figure V.5 : Courbe de l'absorbance en fonction de nombre de siphonage.....	42
Figure V.6 : Cinétique d'extraction de l'extrait de myrte par le méthanol.....	42
Figure V.7 : Spectre FTIR de l'huile pure de Pistacia lentiscus.....	46
Figure V.8 : Spectre FTIR de l'huile de Myrtus communis.....	47
Figure V.9 : Spectre FTIR de concrète de Myrtus communis.....	47
Figure V.10 : Courbe d'écoulement des quatre pommades, la viscosité (η) en fonction du taux de cisaillement ($\dot{\gamma}$).....	49
Figure V.11: Courbe du comportement viscoélastique, module de conservation e G' et le module de perte G'' des pommades en fonction de la tension %.....	50
Figure V.12: Image microscopiques des quatre pommades.....	50
Figure V.13 : Les caractéristiques de la pommade finale (F3).....	51
Figure V.14 : Effet de l'H.V des fruits de lentisque sur la croissance de Staphylococcus.....	52
Figure V.15: Effet de l'H.V des fruits de lentisque sur la croissance d'Escherichia coli.....	52
Figure V.16 : Effet de l'H.V des fruits de lentisque sur la croissance d'Aspergillus Niger	52

Figure V. 17 : Effet de l'Concrète des fruits de myrte sur la croissance de Staphylococcus...	54
Figure V.18 : Effet de concrète des fruits de myrte sur la croissance d'Escherichia coli	54
Figure V.19: Effet de Concrète des fruits de myrte sur la croissance d'Aspergillus Niger	54
Figure V.20 : Effet de la pommade sur la croissance de Staphylococcus aureus et d'E coli...	55
Figure V.21 : Effet de la pommade sur la croissance d'aspergillus Niger	56

Liste des tableaux

Tableau 1.1: Noms vernaculaires de Pistacia lentiscus.....	05
Tableau 1.2 : La systématique du Pistacia lentiscus	06
Tableau 1.3: Noms vernaculaires de Myrtus communis.....	09
Tableau 1.4 : La systématique du Myrtus communis.....	09
Tableau 4.1 : les produits utilisés.....	23
Tableau 4.2 : Appareillages utilisés.....	24
Tableau 4.3: Les différents excipients utilisés dans la pommade.....	35
Tableau 5.1 : les variations des absorbances maximales par unité de temps.....	41
Tableau 5.2 : les variations des absorbances maximales par unité de temps.....	43
Tableau 5.3: Résultats du pH des quatres pommades.....	48
Tableau 5.7: Zone d'inhibition en mm provoqué par l'huile concrète de myrte commun....	55
Tableau 5.8 : Zone d'inhibition en mm provoqué par la pommade.....	56

LISTE DES ABRIVIATIONS

OMS : Organisation mondiale de santé.

AG : Acide gras.

P .lentiscus : Pistacia lentiscus.

M.comminus : Myrtus comminus .

PA : Principe actif.

TE : Taux d'extraction.

IR : Indice de réfraction.

IA : Indice d'acidité.

IP : Indice de peroxyde.

IS : Indice de saponification.

IE : Indice d'ester.

IRTF : Infrarouge à transformée de Fourier.

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

ATCC : American Type Culture Collection.

E.coli : Escherichia coli.

Staph : staphylococcus aureus.

DMSO : diméthylsulfoxyde.

OGA : Oxytétracycline gélose agar .

MH : Milieu Mueller Hinton.

INTRODUCTION

Les végétaux constituent une fonction nutritionnelle, elles servaient d'alimentation aux animaux et aux hommes peuplant la terre. Mais le plus important l'homme a recherché dans son environnement de quoi soulager ses maux ou traiter ses maladies et il découvre que les plantes possèdent une autre fonction qui est le pouvoir de guérison.

A travers les continents, les hommes ont su acquérir la connaissance des plantes et de leurs propriétés thérapeutiques, ainsi les médecines traditionnelles (chinoise, indienne, sud-américaine, africaine...) sont riches d'une expérience accumulée depuis les temps les plus anciens.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'environ 80% des habitants de la planète ont recours aux médecines traditionnelles à base de plantes en tant que soins de santé primaire [1-2].

En Afrique, plus de 50% de la population utilise la Médecine traditionnelle pour se soigner. Cette utilisation largement répandue s'explique par l'accessibilité et la disponibilité de cette médecine dans les pays en voie de développement d'une part, et la nocivité des effets secondaires des médicaments de synthèse d'autre part. D'où l'engouement actuellement noté pour l'étude, la valorisation et l'exploitation des richesses de la dite médecine.

À l'origine, ces ressources étaient employées sous leur forme brute, puis au fil du temps, les différentes préparations d'extraits et de concentrés ont permis d'intensifier l'effet médicinal des plantes [3].

Aujourd'hui, l'efficacité de la médecine « par les plantes » est reconnue et démontrée scientifiquement. Ses bienfaits incontestables pour notre santé et sa dimension naturelle ont permis à la phytothérapie d'entrer dans notre vie, elle est donc certainement la meilleure approche pour prévenir mais aussi pour soigner la majorité de nos maux du quotidien.

Actuellement, la population algérienne utilise un bon nombre de plantes médicinales endémiques, on trouve parmi elles le *Pistacia lentiscus* et le *Myrtus communis*.

Pistacia lentiscus est un arbrisseau appartenant à la famille des Anacardiaceae [4], c'est une espèce médicinale qui se développe sur tout type de sol, dans l'Algérie subhumide et semi-aride. La vaste utilisation de cette plante de la pharmacopée arabe et européenne

depuis les anciens temps en médecine traditionnelle (soigner quelques irritations de la peau, la chute de cheveux et certains maux de ventre) est justifiée par sa richesse en composants chimiques [5].

L'huile de lentisque est extraite à partir de baies. Cette espèce est très utilisée, seule ou additionnée à d'autres huiles ou composants dans la médecine traditionnelle pour le traitement des blessures et brûlures.

Myrtus communis, communément appelé Myrte, est un arbuste aromatique de la famille des Myrtacées, répandu tout autour du bassin méditerranéen. L'huile de myrte est extraite par les fruits de myrte, ces baies ont une longue histoire d'application. Elles sont utilisées pour leurs effets positifs sur la santé humaine, comme antiseptique, analgésique, cardiotonique, diurétique, anti-inflammatoire, et antidiabétique [6].

Malgré leur large utilisation en médecine traditionnelle, peu de travaux scientifiques ont été réalisés pour valoriser le lentisque pistachier et le myrte communs. Ceci, nous a poussé à les incorporer dans une préparation galénique (pommade) afin d'améliorer leur pouvoir d'adsorption relativement faible sous forme brute.

D'autre part, il nous paraissait donc intéressant d'explorer la piste d'une possible synergie entre l'huile de lentisque pistachier et l'huile de myrte commun.

Le but de notre travail est de démontrer qu'une association entre l'huile de *Pistacia lentiscus* et celle du *Myrtus communis* pourrait potentialiser les effets antimicrobiens.

La présente étude est axée sur trois principaux objectifs :

- 1- L'extraction de l'huile de *Myrtus communis* à partir des baies.
- 2- Formulation d'une pommade à base des deux huiles végétales de *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis*.
- 3- Détermination de l'activité antimicrobienne de la pommade.

Le mémoire est structuré en deux parties réparties en cinq chapitres :

- 1- La première partie présente l'étude bibliographique subdivisée en trois chapitres:
 - Chapitre I : Présente une étude caractéristique des familles et des genres des deux espèces de *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis*.
 - Chapitre II : Présente une étude sur les huiles végétales et leurs méthodes d'extraction.

- Chapitre III : Ce chapitre présente la forme pharmaceutique « Pommade ».
- 2- La seconde partie traite la phase expérimentale et comporte deux chapitres :
 - Chapitre IV : Porte sur le matériel et les méthodes utilisés.
 - Chapitre V : Est consacré à la description et la discussion des résultats obtenus.

Des références bibliographiques et des annexes viennent compléter le texte élaboré en mémoire inauguré par une introduction générale et clôturé par une conclusion et les perspectives.



Etude

Bibliographique

CHAPITRE I : ETUDE BOTANIQUE DES DEUX PLANTES PISTACIA LENTISCUS ET MYRTUS COMMUNIS

I.1. Pistacia lentiscus

I.1.1. Descriptif de la plante

Le lentisque pistachier « Pistacia Lentiscus», couramment appelé «Edharw الضرو» en arabe local est une espèce qui appartient à la famille des Anacardiacees qui comprend environ 70 genres et plus de 600 espèces [7].

Il pousse dans les garrigues et surtout les maquis des climats méditerranéens, c'est un arbrisseau dioïque thermophile de 1 à 3 mètres, à odeur résineuse forte (Fig. I.1) [8].



Figure I.1 : Arbuste du Pistacia lentiscus.

Selon *More et White* il est caractérisé par (Fig I.2):

- Une écorce rougeâtre sur les jeunes branches et vire au gris avec le temps.
- Des branches tortueuses et pressées, forment une masse serrée.
- Des feuilles persistantes, coriaces et on trouve des pieds mâles et femelles distincts (espèce Dioïque) qui fleurissent en grappes denses en mois de Mai.
- Des fleurs, unisexuées d'environ trois mm de large se présentent sous forme de grappe, elles apparaissent au printemps et sont très aromatiques (la distinction entre les fleurs mâles et femelles peut se faire par rapport à leur couleur, vert jaunâtre pour les femelles et rouge foncé pour les mâles).

- Les fruits sont des petites drupes sèches de 4mm de long d'abord rouges qui deviennent noirs à maturation .Les baies sont essentiellement utilisées pour extraire une huile de couleur verte dont nous verrons plus loin les différentes étapes de fabrication.
- La résine est connue sous le nom de mastic, c'est le produit le plus connu de cette plante ; il s'agit d'une substance aromatique et résineuse qui suinte du tronc et des branches principales [9].



Figure I.2 : Les parties essentielles du *Pistacia lentiscus*.

I.1.2. Dénomination international du *Pistacia lentiscus*

Tableau 1.1 : Noms vernaculaires de *Pistacia lentiscus* [10].

Langue	Noms
Arabe	Edharw الضرو, Sareys
Français	Arbre au mastic, Pistachier lentisque, Resringe, Lentisque d'Espagne
Anglais	Mastic ou mastick tree
Espagnol	Lentisco, Charneca comun
Allemand	Mastix baum
Italien	Lentischio, Sondrio

I.1.3. Taxonomie de Pistacia lentiscus

Tableau 1.2 : La systématique du Pistacia lentiscus [8].

Règne	PLANTAE
Classe	MAGNOLIOPSIDA
Sous-classe	ROSIDAE
Ordre	SAPINDALES
Famille	ANACARDIACEAE
Genre	PISTACIA L. – pistache
Espèce	PISTACIA LENTISCUS L. – Arbre de mastic

I.1.4. Répartition géographique de Pistacia lentiscus

Pistacia lentiscus est un arbrisseau que l'on trouve en sites arides Asie et région Méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique jusqu'aux Canaries [11].

On le retrouve sur tout type de sol, dans l'Algérie subhumide et semi-aride [12], Plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (Fig I.3) [13].

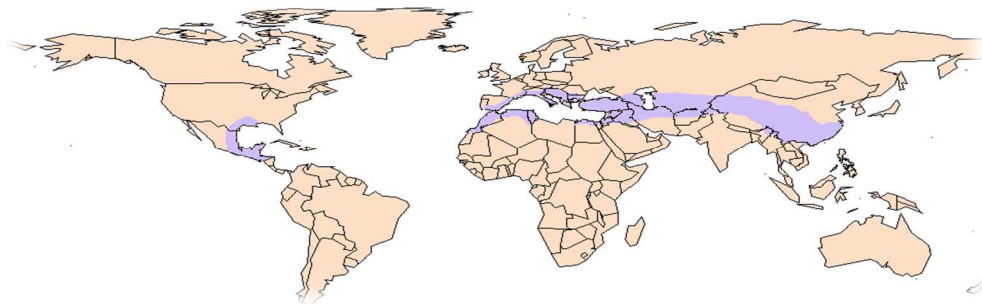


Figure I.3 : La distribution géographique du Pistacia est démontrée par la couleur violette.

[14]

I.1.5 L'huile végétale de Pistacia lentiscus

L'huile de lentisque (elle contient 53% d'acide gras mono insaturé) est de couleur verte foncée ; elle n'est entièrement liquide qu'à la température de 32 et 34 C°; au-dessous elle laisse déposer une matière blanche, susceptible de cristallisation, qui bientôt envahit la totalité de l'huile et la solidifie complètement [15].

Concernant la teneur en huile des différentes parties constitutives du fruit : la pulpe montre la plus grande quantité d'huile, quelque soit le stade de maturité ; alors que la plus faible teneur en huile est obtenue à partir des graines 4,37%,9,66% et 14,84% respectivement pour les stades immatures, mûrs ou trop mûrs [16].

Le rendement en huile varie de 11,95% (fruits non mûres) à 45,97% (fruits trop mûrs) ; une différence liée à une augmentation progressive de la teneur en huile des fruits de *Pistacia lentiscus* au cours du processus de maturation du fruit.

Dans leurs études, *Mezni et al* ont trouvé comme principal acide gras l'acide oléique avec plus de 56% du total des acides gras, suivie par l'acide palmitique et l'acide linoléique avec des taux respectifs de 27 et 16%.

Les acides gras insaturés (correspondant à l'acide oléique, l'acide linoléique et l'acide palmitique) représentent plus de 70% du total des acides gras. Le rapport entre acides gras saturés / insaturés était presque 0,4[17].

La prédominance des acides gras mono insaturés et les teneurs élevées en acides gras essentiels, attribuent une grande valeur alimentaire à cette huile [18].

I.1.6 Aspect pharmacologique et effet thérapeutique

Pistacia lentiscus occupe une place appréciable dans la médecine traditionnelle et pharmaceutique. Les qualités thérapeutiques de cette espèce sont connues depuis l'antiquité [19]. Il a plusieurs vertus dans le traitement des ulcères, l'hypertension, la toux, les maux de gorge, l'eczéma, des calculs rénaux et la jaunisse [20].

La partie aérienne de *Pistacia lentiscus* est traditionnellement utilisée dans le traitement de l'hypertension et possède un stimulant et propriétés diurétiques [21], aussi cette partie possède des propriétés antifongiques et antibactériennes appréciables [20 ,22].

Le mastic de *Pistacia* a été utilisé par les guérisseurs traditionnels pour le soulagement des douleurs abdominales, des maux d'estomac, la dyspepsie et l'ulcère gastroduodéal [23].

Aussi, le fruit du lentisque transformé en huile est utilisé comme un remède d'application externe locale sous forme d'onguent pour soigner les brûlures ou les douleurs dorsales [24].

I.2. Myrtus communis

I.2.1. Descriptif de la plante

Le myrte commun « *Myrtus communis* », couramment appelé « Arrayhan الريحان » en arabe local est une espèce qui appartient à la famille des Myrtaceae, la huitième plus grande famille de plantes à fleurs, en comptant plus de 140 genres et environ 5 600 espèces (Fig I.5).



Figure I.4 : Photo de *Myrtus communis*.

Le myrte est un arbuste sempervirent de 1 à 3 mètres de haut caractériser par des branches rougeâtres qui sont très ramifiées et ses petites feuilles d'un vert brillant sont opposées, très rapprochées, ovales-lancéolées aiguës, entières, coriaccées, persistantes mesurant 20-24 × 4-11 mm.

La floraison peut débuter à partir de mai- juin et s'étale jusqu'en août sous la forme de fleurs blanches, odorantes, aux pétales d'un blanc éclatant ou taché de rose.

Les fleurs sont solitaires, jusqu'à 3 cm de diamètre, isolées à l'aisselle des feuilles et portées par de longs pédoncules.

Le fruit de *Myrtus communis* est une baie ovale (7-10 × 6-8 mm), et de couleur noir bleuâtre, quelque fois verte.

La pleine maturité de ces fruits est atteinte au mois de novembre. Sous la peau bleu foncé, la chair blanche est plus ou moins épaisse, parfois presque entièrement résorbée, de saveur âpre, résineuse.

Le fruit est divisé intérieurement en trois loges qui renferment des graines nombreuses courbées en croissant.

Les graines sont nombreuses avec des irrégularités de formes et de tailles. Elles sont réniformes, luisantes, couleur ivoire (Fig I.6) [25].



Figure I.5: Les parties essentielles du Myrtus communis.

I.2.2. Dénomination internationale du Myrtus communis

Tableau 1.3: Noms vernaculaires de myrtus communis [26].

Langue	Noms
Arabe	Arrayhan, , A'as, الریحان
Français	Herbe du Lagui, myrte commun.
Anglais	Common myrtle, Greek myrtle, myrtle
Espagnol	Arrayán, mirto, murta, murt.
Allemand	Braut-Myrte, Brautmyrte, Gewöhnliche Myrte.
Italien	Mirtella , mirto , mortella .

I.2.3. Taxonomie du Myrtus communis

Selon (*Grêté*), la taxonomie du Myrtus communis est donnée dans le tableau ci-dessous

Tableau 1.4 : La systématique du Myrte commun [27].

Règne	PLANTAE
Classe	Dicotylédonae
Sous-classe	ROSIDAE
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceaes
Genre	Myrtus
Espèce	Myrtus communis L

I.2.4. Répartition géographique de *Myrtus communis*

Le myrte est un représentant typique de la flore méditerranéenne, qui pousse dans les forêts du pin et dans plusieurs régions situées à 600 m d'altitude [28]. Cette plante aromatique, très odorante, est également présente dans l'Asie occidentale, Amérique du Sud et l'Australie (Fig I.7) [29].

Il pousse sauvagement dans les régions côtières, les collines internes et les zones forestières du Nord de la Tunisie [30].

En Turquie, le myrte se trouve dans les forêts de pins et des rives, en particulier dans les montagnes du Taurus, juste au-dessus de 500-600 m d'altitude [31]. Il pousse spontanément sur l'Atlas tellien et les régions côtières d'Alger et de Constantine [32].



Figure I.6: Répartition géographique du *Myrtus communis*.

I.2.5. Les huiles végétales de *Myrtus communis*

Des études sur l'analyse des acides gras des fruits de myrte ont montré que les acides gras prédominants sont les acides : oléique, linoléique, palmitique et de l'acide stéarique [33-34].

Selon **Sedat Serce et al**, l'analyse des acides gras a montré que les fruits du myrte étudiés de la région méditerranéenne de la Turquie contenaient 14 acides gras. L'acide oléique a été trouvé pour être l'acide gras dominant (67,07%) suivi de l'acide palmitique (10,24%) et acide stéarique (8,19%) [35].

I.2.6. Aspect pharmacologique et effet thérapeutique

Le myrtus communis occupe une place importante dans l'histoire, il était réputé pour son action antiseptique. Les feuilles du myrte commun ont été traditionnellement utilisées

sous forme d'infusion, pour lutter contre les inflammations de la gorge et les douleurs abdominales.

Il est utilisé aussi pour lutter contre les bronchites et les dilatations bronchiques, les catarrhes muco-purulentes des voies respiratoires et urinaires, la tuberculose pulmonaire, la rhinorrhées, la sinusite, les otites, les diarrhées, les prostatites, et les hémorroïdes.

Il y a de nombreuses activités biologiques importantes de *M. communis* qui peuvent être sous-classifiées comme des effets biochimiques c'est-à-dire pharmacologiques, y compris les effets anti-inflammatoires, antidiabétique, anti-muta génique, pro-apoptique dans les cellules cancéreuses, antiathérogène, anti ischémique hépatique, aussi bien qu'insecticide, et anti protozoaire.

En Algérie, les feuilles du myrtus communis sont utilisées comme remède contre les affections des voies respiratoires.

Ses fruits sont aussi utilisés comme remède, consommés naturellement ou préparés sous forme d'infusion [36].

Le myrte est considéré comme élément préventif contre les maladies liées au stress oxydatif, pour sa richesse en composés phénoliques et en huiles essentielles [37].

Des études rapportées par *Onal et al*, ont montré que le myrte présente un grand potentiel comme plante médicinale, ayant une activité hypoglycémique [38].

I.3. L'activité antimicrobienne du *Pistacia lentiscus* et le *Myrtus communis*

De nombreux auteurs ont rapporté que les extraits d'herbes ont des composés chimiques capables d'avoir une activité antimicrobienne [39]. Les constituants des extraits sont actifs contre une large gamme de bactéries levures et champignons.

L'activité antimicrobienne se divise en plusieurs types à savoir :

1- L'activité antibactérienne

Les plantes n'ont pas un système immunitaire proprement dit qui peut identifier une infection spécifique, leur propriété antimicrobiennes sont généralement efficaces contre une large gamme de micro-organisme. Ces propriétés sont utiles pour les infections chez les humains [40-41].

2- L'activité antifongique

Le pouvoir antifongique des plantes aromatiques a été mis en évidence par de nombreux auteurs contre les moisissures allergisantes [42].

Et contre les dermatophytes et les champignons pathogènes et opportunistes tels que *Candida albicans* (levure).

Pour le lentisque pistachier, plusieurs études ont signalé que des parties aériennes de *Pistacia lentiscus* possède des propriétés antifongiques et antibactériennes appréciables [20 ; 22 ; 43].

Le myrte commun a des propriétés désinfectantes et antiseptiques [44], et plusieurs études ont montré que le myrte commun possède des propriétés antimicrobiennes remarquables [45-46].

Dans ce qui va suivre, l'activité antimicrobienne de ses deux plantes est abordée de manière plus approfondie.

CHAPITRE II : LES HUILES VEGETALES ET MÉTHODES D'EXTRACTIONS

II.1. Généralité sur les huiles végétales

Les corps gras sont des esters naturels, formés à partir d'acides gras et de glycérol.

C'est une classe essentielle de notre alimentation, comprenant les huiles et les graisses qui s'accumulent dans certains tissus animaux et végétaux. Ce sont des biomolécules caractérisées par leur insolubilité dans l'eau et solubilité dans les solvants organiques (éthers, hexane, benzène) et leur touché onctueux [47].

II.2. Définition des huiles végétales

En général, les huiles végétales proviennent de la substance dure et ligneuse des graines ou du noyau et se trouvent enfermées dans les cellules oléifères sous forme de petites gouttes.

Retrouvées dans l'enveloppe charnue du fruit, ces huiles sont présentes dans plusieurs plantes notamment des fruits du palmier et de l'olivier, du coprah, de l'arachide, des fleurs de tournesol, de colza ou encore du coton et du soja. Au-delà du secteur agro-alimentaire, les huiles végétales sont utilisées dans différents domaines de l'industrie tels que les secteurs cosmétique, pharmaceutique ou chimique.

On les différencie généralement par leur point de fusion. En effet, les huiles sont des corps gras liquides à la température de 15°C, alors que les graisses sont plus ou moins solides à cette température [48].

II.3. Composition chimique des huiles végétales

Les huiles végétales comme les huiles d'origine animale sont constituées de 98% de triglycérides. Ces derniers sont des triesters d'acides gras et de glycérol. Cela ne signifie pas que seuls les triglycérides composent les huiles, d'autres constituants mineurs sont observés. Il s'agit entre autres, d'acides gras libres, de stérides ou de triglycérides partiels. Les triglycérides dont l'hydrolyse permet d'obtenir le glycérol et des acides gras, sont souvent présents dans les huiles brutes ou raffinées [49].

II.3.1 Constituants majeurs

Les triglycérides représentent 90 à 99% de lipides simples apolaires, ce sont des triples esters d'acide gras (AG) et de glycérol (Fig II.1) [50].

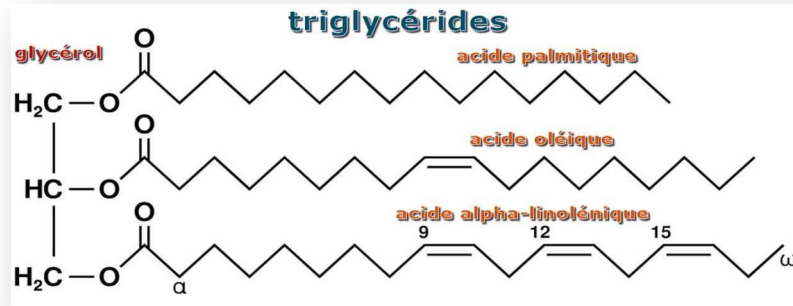


Figure II.1 : Composition générale d'un triglycéride.

II.3.1.1. Acide gras

Tous les acides gras (AG) sont constitués d'une chaîne hydrocarbonée comprenant un groupement méthyle (CH₃-) à l'une de ses extrémités et un groupement carboxyle (-COOH) à l'autre extrémité [51].

Ils se caractérisent par une structure spécifique sous forme de monoacides carboxyliques possédant un nombre pair d'atome de carbone (de 10 à 40 atomes), une chaîne non ramifiée et non substituée et ils sont saturés ou non.

On parlera d'acides gras saturés lorsqu'il y a absence de double liaison dans la chaîne hydrocarbonée et sa formule est de type (C_nH_{2n}O₂) ; les acides gras sont dit insaturés lorsqu'il y a présence d'une double liaison (mono-insaturés) ou de plusieurs (polyinsaturés).

- Les trois acides gras prédominant sont :

1- L'acide oléique

L'acide oléique est le plus abondant des acides gras à chaîne longue dans notre organisme. On le symbolise par les nombres 18:1 pour indiquer qu'il a 18 carbones et une liaison éthylénique. L'acide oléique est un acide gras insaturé, plus précisément mono-insaturé, son nom vient de l'huile d'olive, mais il est abondant dans toutes les huiles animales ou végétales.

2- L'acide palmitique

C'est un acide gras à chaîne longue, le principal produit de la synthèse des lipides dans nos cellules. On le symbolise souvent par les nombres 16:0 pour indiquer qu'il a 16 carbones : c'est acide gras saturé. Son nom vient de l'huile de palme, mais il est abondant dans toutes les graisses et huiles animales ou végétales.

3- L'acide linoléique

C'est un acide gras à chaîne longue qu'on trouve dans les huiles végétales. On le symbolise par les nombres 18:2 pour indiquer qu'il a 18 carbones et deux liaisons éthyléniques : c'est un acide gras insaturé, et même polyinsaturé. Son nom vient de l'huile de lin, mais il est abondant dans toutes les huiles végétales [52].

II.3.2. Constituants mineurs

Les composants mineurs dans les huiles végétales représentent 1 à 5 %. Ils sont constitués d'éléments très variés [53]. Ces composés, bien que mineurs quantitativement, ils jouent un rôle nutritionnel de première importance.

Les composés mineurs sont constitués de deux fractions : la fraction insaponifiable et la fraction soluble. Les tocophérols, stérols et caroténoïdes appartiennent à la fraction insaponifiable car elle ne peut pas réagir avec une base pour donner du savon.

Les composés mineurs de la fraction soluble sont innombrables et sont responsables, non seulement d'une partie des propriétés des huiles, mais également de leur goût et de leur trouble. Parmi les constituants mineurs qui occupent une grande importance selon les chercheurs on trouve les poly-phénols.

II.4. Méthodes d'extractions des huiles végétales

Le procédé d'extraction est basé sur la différence de solubilités des composés d'un mélange dans un solvant. Le mélange peut être solide ou liquide et le solvant liquide ou fluide supercritique.

Il existe plusieurs techniques d'extraction des produits de haute valeur ajoutée présents dans les plantes. Ces techniques peuvent être dites conventionnelles (utilisées depuis longtemps) et nouvelles (développées plus récemment).

II.4.1. Techniques conventionnelles

II.4.1.1. Extraction artisanale

La préparation traditionnelle de l'huile végétale nécessite de longues heures de travail physique pénible et assuré par les femmes. Seule la collecte des fruits est une tâche familiale. Après avoir une grande quantité de fruits matures. Un séchage de 7 jours ou non du fruit est assuré, le broyage est réalisé dans un plan en terre ou dans des récipients de cuisine. Un chauffage répété est appliqué durant ce procédé [54].

II.4.1.2. Extraction par presse a froid

L'extraction de différentes huiles végétales de première pression à froid, avec une presse, est encore une technique empirique puisqu'on agit sur des produits vivants d'une grande diversité de genres et de qualités. Le principe de l'extraction d'huile, qui est en fait une séparation liquide/solide, doit remplir les conditions citées ci –dessous afin d'obtenir une huile et un tourteau de qualité :

- ✓ Etre en capacité de presser des graines de différentes qualités ou maturité dont le taux d'humidité peut varier. La machine doit donc avoir une certaine polyvalence.
- ✓ Assurer une pression progressive, contrôlée dans le temps, sans effet de trituration qui aide à la libération de principes amers ou de phospholipides en grande quantité. Pour la même raison, limiter l'élévation de la température consécutive à la pression.
- ✓ Assurer une certaine pression pour obtenir un taux d'extraction satisfaisant pour des raisons de rentabilité [55].

II.4.1.3. Extraction par Soxhlet

L'appareillage Soxhlet permet l'extraction aux solvants « en continu » d'espèces chimiques contenues dans une matrice solide. L'échantillon, placé dans une cartouche poreuse à l'intérieur de l'extracteur, est traversé par les vapeurs de solvant. Celles-ci passent du ballon chauffé au tube adducteur puis se condensent dans le réfrigérant. Le condensat s'accumule dans le corps de l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du siphon, entraînant alors le retour du liquide dans le ballon. Au fil des cycles, le solvant s'enrichit en substances extraites jusqu'à épuisement de l'échantillon en substances d'intérêt. Par comparaison avec les macérations classiques, cette technique permet de réduire le temps d'extraction, d'une part, et requiert nettement moins de solvant et d'échantillon pour une efficacité d'extraction supérieure, d'autre part [56-57].

CHAPITRE III : LA FORME PHARMACEUTIQUE SEMI SOLIDE

III.1. La peau

La peau est à l'interface entre l'organisme et son environnement, elle représente l'organe le plus important en poids, mais aussi, après la surface totale des alvéoles pulmonaires, l'organe le plus étalé en contact avec le milieu extérieur [58].

La peau est un organe à part entière, qui remplit de nombreuses fonctions essentielles à la vie de l'homme.

Les recherches effectuées durant les 20 dernières années dans les domaines de la dermatologie et de la biologie cutanée ont profondément enrichi les connaissances sur ses mécanismes physiologiques et modifié la perception de cet organe. La peau est la première ligne de défense vis-à-vis du monde extérieur mais permet en même temps d'entretenir des relations avec celui-ci. Son intégrité est nécessaire à la vie tant pour son incidence sur la santé de l'individu que pour son bien-être (Fig III.1).

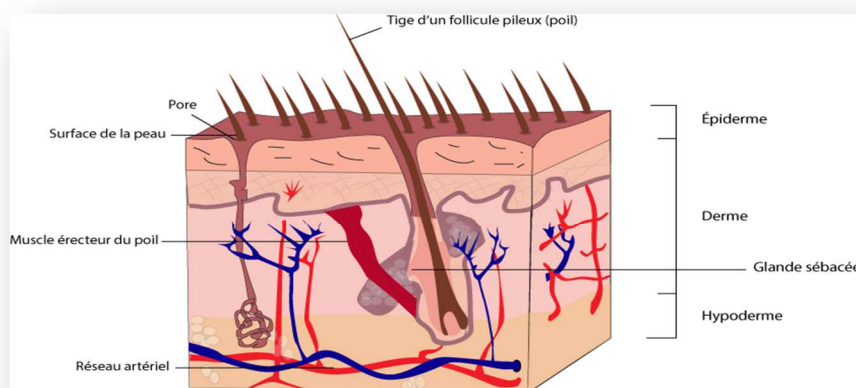


Figure III.1: Structure de la peau

III.2. Absorption cutanée

La voie cutanée est très largement utilisée pour l'administration de médicaments. En effet, elle offre la possibilité de pouvoir cibler les différentes couches de la peau (administration percutanée) ou bien la voie sanguine pour une administration systémique du principe actif (voie transcutanée). Le devenir du principe actif dans la peau dépend des propriétés de celle-ci (intégrité, âge...), mais aussi des caractéristiques physico-chimiques

du principe actif (taille, forme, structure et propriétés chimiques de la molécule), de la forme galénique choisie et des excipients [59-61].

III.3. Préparations semi-solides pour application cutanée

Les préparations semi-solides pour application cutanée sont formulées en vue d'une libération locale ou transdermique de substances actives, ou pour leur action émolliente ou Protectrice, elles présentent un aspect homogène.

Les préparations semi-solides pour application cutanée sont constituées d'un excipient, simple ou composé, dans lequel sont habituellement dissous ou dispersés 1 ou plusieurs substances actives. Selon sa composition, cet excipient peut avoir une influence sur l'activité de la préparation.

Les excipients utilisés peuvent être des substances d'origine naturelle ou synthétique, et peuvent être monophasés ou multi phases et selon la nature de l'excipient, la préparation peut avoir des propriétés hydrophiles ou hydrophobes.

La préparation peut également contenir d'autres excipients appropriés tels que des agents antimicrobiens, des antioxydants, des agents stabilisants, des émulsifiants, des épaississants et des agents de pénétration [62].

Plusieurs catégories de préparations semi-solides pour application cutanée peuvent être distinguées :

1. Les pommades (hydrophobes, absorbant l'eau, ou hydrophiles).
2. Les crèmes hydrophobes ou hydrophiles.
3. Les gels hydrophobes ou hydrophiles.
4. Les pâtes.
5. Les cataplasmes [63].

Dans ce qui suit, l'accent est mis sur la forme semi-solide la plus connue à savoir, la pommade.

III.3.1. Les pommades

- Historique

La pommade tire de son nom de l'usage depuis le Moyen Age de pulpe de pomme de sa composition, parmi les plus célèbres : le cérat de Galien.

Leur succès tient au fait qu'ils sont faciles à fabriquer, il suffit d'un simple mélange dans un mortier, les excipients les plus utilisés sont la cire blanche, l'axonge, le suif puis la vaseline et lanoline.

- Définition

Les pommades, d'aspect homogène, sont principalement composées d'une masse grasse dans laquelle est dispersée et/ ou dissoute la matière active [64]. Leurs fonctions émoullientes et protectrices dues à leur nature hautement occlusive sont importantes.

Elles préviennent la perte en eau de la surface, ce qui induit une augmentation de l'hydratation de la peau et une augmentation significative de perméabilité du principe actif [65].

Selon la nature chimique des matières premières, les pommades peuvent être hydrophiles. Elles sont alors formées d'excipients miscibles à l'eau, se liquéfient à la surface de la peau et sont aisément éliminées par lavage [66].

III.3.2. Types de pommades

- Pommades hydrophobes ou lipophile

Les pommades hydrophobes ne peuvent absorber que de petites quantités d'eau. Les excipients les plus communément employés pour la formulation de telles pommades sont la paraffine solide, la paraffine liquide, la paraffine liquide légère, les huiles végétales, les graisses animales, les glycérides synthétiques, les cires et les poly alkyl siloxanes liquides.

- Pommades absorbant l'eau

Ces pommades peuvent absorber des quantités plus importantes d'eau et conduire par conséquent à l'obtention d'émulsions eau-dans-huile ou huile-dans-eau selon la nature des agents émulsifiants. Des agents émulsifiants eau-dans-huile tels que des alcools de graisse de laine, des esters de sorbitan, des mono glycérides, des alcools gras, ou des agents émulsifiants huile-dans-eau tels que des alcools gras sulfatés, des polysorbates, l'éther cétostéarylique de macrogol ou des esters d'acides gras et de macrogols peuvent être utilisés dans ce but. Les excipients utilisés sont ceux d'une pommade hydrophobe.

- Pommades hydrophiles

Les pommades hydrophiles sont des préparations dont l'excipient est miscible à l'eau. Cet excipient est habituellement constitué de mélanges de macrogols (polyéthylène glycols) liquides et solides. Il peut contenir des quantités appropriées d'eau [62].

III.3.3. Procédé général de préparation des pommades

- Selon la pharmacopée française, les pommades doivent être homogènes.
- Il faut donc préparer un mélange onctueux facilement applicable dans lequel les composants solubles ou insolubles sont parfaitement dispersés et non visibles à l'application.
- D'une façon générale la préparation des pommades s'effectue en deux temps :
- le mélange des excipients qui se fait le plus souvent en commençant par celui qui a le point de fusion le plus élevé, soit dans l'ordre des quantités croissantes; l'addition des principes actifs solides ou liquides qui s'effectue en fonction de leur solubilité et de leur état solide insoluble ou liquide.
- La préparation des pommades s'effectue généralement par mélange par fusion [67].

III.3.3.1. Mélange par fusion

Fusion sur un bain-marie dans un mortier en acier (meilleure transmission de chaleur) ou en porcelaine (moins d'interactions).

Les constituants sont chauffés à une température plus élevée que le point de fusion de tous les matériaux, avant d'être refroidis. Une agitation constante pendant le refroidissement permet d'obtenir un produit plus homogène.

L'étape critique est le mode d'introduction du principe actif : si celui-ci est solide et soluble, il est ajouté à la base encore liquide à une température aussi basse que possible, c.à.d. il est dissous dans un excipient fondu. Il faut alors faire très attention aux produits volatils, au problème de recristallisation après refroidissement et à la stabilité des matières premières à différentes températures.

Si le principe actif est insoluble, il s'agit de pulvériser la matière première de façon très fine dans la base d'excipients. Le PA liquide est ajouté, juste au moment de l'épaississement de la pommade (Fig III.4).

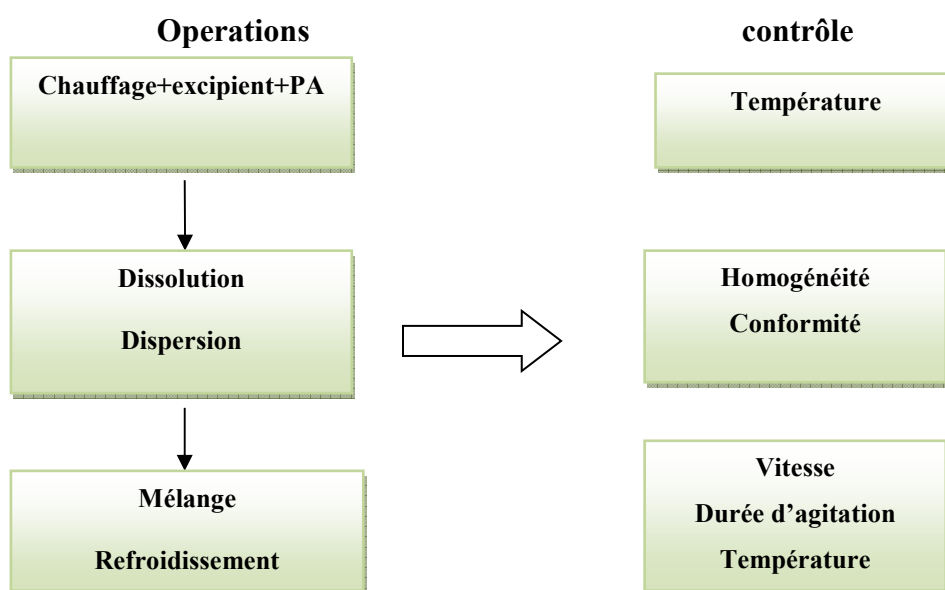


Figure III.2 : Logigramme de fabrication d'une pommade [68].



Matériel

Et Méthodes

CHAPITRE IV: MATERIELS ET METHODES

Le présent travail contribue à la valorisation de deux plantes médicinales endémiques anciennement, utilisées en médecine traditionnelle "Pistacia lentiscus et Myrtus communis". Afin de réaliser cette étude, les objectifs suivants ont été fixés :

- 1- Caractérisation physico-chimique de l'huile végétale de Pistacia lentiscus.
- 2- L'analyse spectroscopique par l'UV. Visible et Infrarouge des deux huiles.
- 3- La formulation d'une pommade hydrophobe, avec une activité antimicrobienne.

IV.1. Matériels utilisés

IV.1 .1. Matière végétale

Le pistacia lentiscus (Anacardiacees), est une plante spontanée très connue en Méditerranée. Elle a été extraite par la méthode mécanique (presse à froid) dans la région de Médéa (Boughar).

Le myrtus communis (Myrtacées), est un gommage à feuilles persistantes, typique du maquis méditerranéen, qui pousse spontanément dans beaucoup de pays tel que l'Algérie. Cette plante a été récoltée dans la période hivernale en décembre, dans la région de Chenoua wilaya de Tipaza (Fig IV.1).

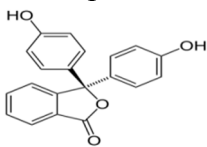
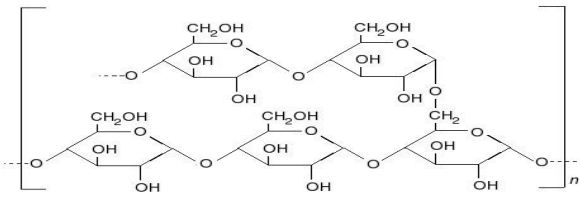


■ Myrte ■ Lentisque

Figure IV.1 : L'origine géographique des deux plantes.

IV.1 .2. Produits chimiques utilisés

Tableau 4.1 : les produits utilisés.

Produit	Marque	Pureté (%)
Ether de pétrole 40-60 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$	Panreac [®] (Espagne)	99
Ethanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	HONEYWELL [®] (BRAZIL)	96
Méthanol CH_3OH	SIGMA- ALDRICH [®] (Allemagne)	$\geq 99,9$
Sulfate de sodium anhydre Na_2SO_4	Panreac [®] (Espagne)	99
Ether di-éthylique $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	Biochem [®] Chemopharma (France)	96
Phénophtaléine 	Panreac [®] (Espagne)	99
Chloroforme CHCl_3	Biochem [®] Chemopharma (France)	$\geq 99,9$
Acide acétique CH_3COOH	Applichem Panreac [®]	99,5
Iodure de potassium KI	Panreac [®] (Espagne)	99
Thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Panreac [®] (Espagne)	$\geq 99,9$
Amidon 	Panreac [®] (Espagne)	/
Acide chlorhydrique $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}$	Biochem [®] Chemopharma (France)	37

IV.1.3. Matière biologique

L'activité antimicrobienne des pommades a été réalisée au niveau du laboratoire d'hygiène à Blida, vis-à-vis de deux souches bactériennes : *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (American Type Culture Collection) (Gram⁺) et *Escherichia coli* ATCC 25922 (Gram⁻), et une souche fongique : l'*Aspergillus Niger* 939N.

Ces microorganismes ont été choisis afin d'évaluer l'efficacité des deux huiles et pommade étudiées, aussi à cause des dégâts qui peuvent causer dans l'organisme humain.

IV.1.4. Matériel utilisé dans la formulation

Tableau 4.2 : Appareillages utilisés.

Matériel	Fabriquant
pH-mètre	HANNA HI 8424
Réfractomètre	Abbe Refraktometer Carl Zeiss 136355 (inkl. Thermometer)
Spectrophotomètre UV-VISIBLE	Spectrophotomètre à double faisceau Shimadzu UV-1800, contrôlée par un micro-ordinateur avec une cellule de 10 mm
Spectrophotomètre Infrarouge	Shimadzu FTIR- 8900
Rhéomètre	Rhéomètre (Physica MCR 302, Anton Paar, GmbH, Germany) in a plate-plate type
Microscope optique	Optika

IV .2. Méthodes utilisés

IV.2.1. Extraction de l'huile du *Pistacia lentiscus*

L'huile de lentisque a été achetée chez un herboriste à Médéa (Bouhar), dont l'extraction est faite par la méthode « presse à froid ».

Il s'agit d'une méthode naturelle d'extraction d'huile, où la matière première est mise sous haute pression et elle est extraite en une seule étape.

L'huile extraite par pression ne contient pas de résidus de solvants (chimiques); elle est donc plus pure et propre, et présente une couleur et une saveur plus naturelle .

IV.2.2 Extraction de l'huile du myrtus communis

- Principe

L'extracteur Soxhlet permet le traitement des solides (matière végétale) avec des solvants en phase liquide ou partiellement vaporisés. Dans cette étude deux solvants organiques ont été choisis : l'éther de pétrole et le méthanol (Fig IV.2).

Le choix de ces deux solvants s'appuie leurs polarités opposées permettant l'extraction de différents types de composés (non polaire et polaire). Dans le but d'évaluer la capacité d'extraction de ces deux solvants, les extractions ont été réalisées dans les mêmes conditions opératoires : une masse de matière végétale «baies de myrte » de 100 g avec un volume de solvant à 300 ml.

- Mode opératoire

- les fruits du myrte ont été cueillis et nettoyés manuellement.
- A l'aide du papier filtre, fabriquer des cartouches pour mettre 100g de baies dedans.
- Introduire ensuite la cartouche dans l'extracteur.
- Remplir le ballon mono-col avec l'éther de pétrole et le mettre dans un bain marie pour avoir un chauffage exothermique.
- Allumer le cryostat pour refroidir le réfrigérant et le laissé pendant quelques minutes.
- Le bon fonctionnement du siphon nécessite un volume suffisant du solvant dans le ballon.
- La vapeur qui provient du ballon chauffant contenant l'éther de pétrole (apolaire) traverse cette dernière qui se condense après dans le réfrigérant, le condensat s'accumule dans le corps de l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du siphon, entraînant alors le retour du liquide dans le ballon.
- Au fil des cycles, le solvant s'enrichit en matière extraite jusqu'à l'épuisement des baies de myrtes de sa substance d'intérêt.
- Cette extraction a durée 1heure et 30 minute pour 300g de baie.

Le mélange obtenu est incolore, car il contient majoritairement des composés lipidiques, qui est traité par la suite avec du sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4) pour éliminer toutes traces d'eau.

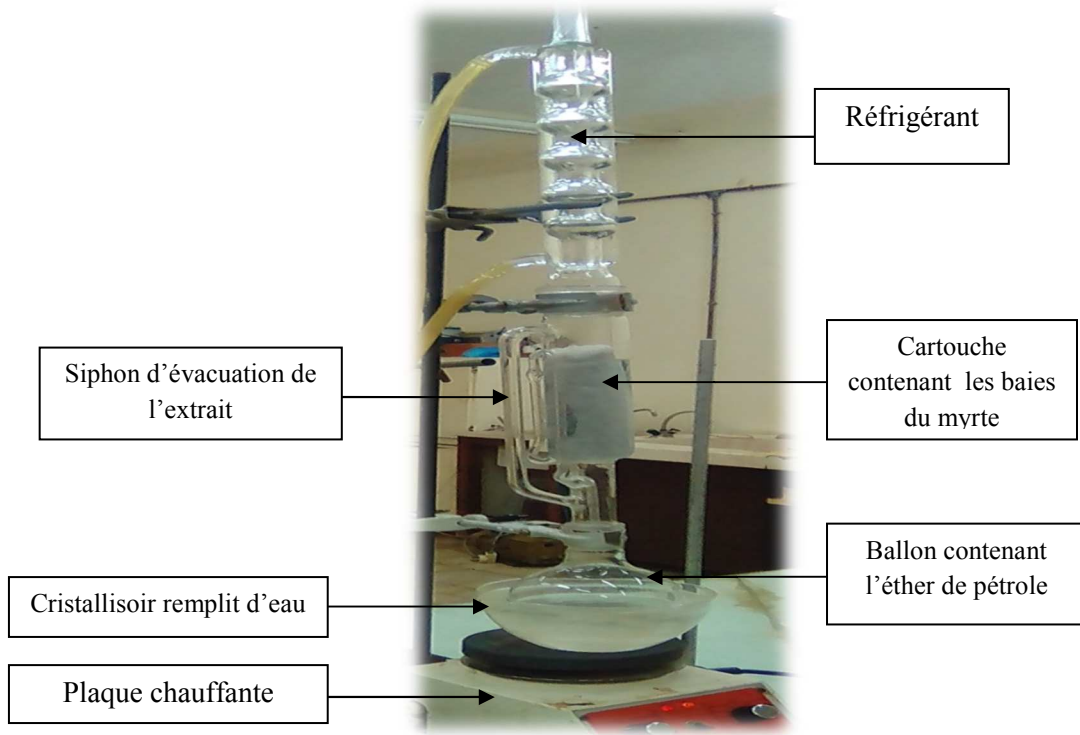


Figure IV.2 : Photo du Montage d'extraction avec Soxhlet.

IV.2.3. Elimination du solvant volatil

- Principe

L'évaporateur rotatif est basé sur l'abaissement du point d'ébullition avec la pression. (Fig IV.3).

- Mode opératoire

- Placer la solution contenant l'éther de pétrole à évaporer dans le ballon, le mettre ensuite sous rotation.
- Ouvrir le robinet d'eau froide relié au réfrigérant.
- Fermer ensuite la vanne reliant le montage à la pression extérieure (vanne de fermeture) et faire créer un vide à l'intérieur de l'appareillage à l'aide d'une trompe à eau.
- Procéder à l'évaporation jusqu'à disparition complète de l'éther de pétrole.
- Ouvrir la vanne de fermeture pour remettre la pression atmosphérique à l'intérieur du dispositif et en fin couper l'eau du réfrigérant de la trompe à eau.

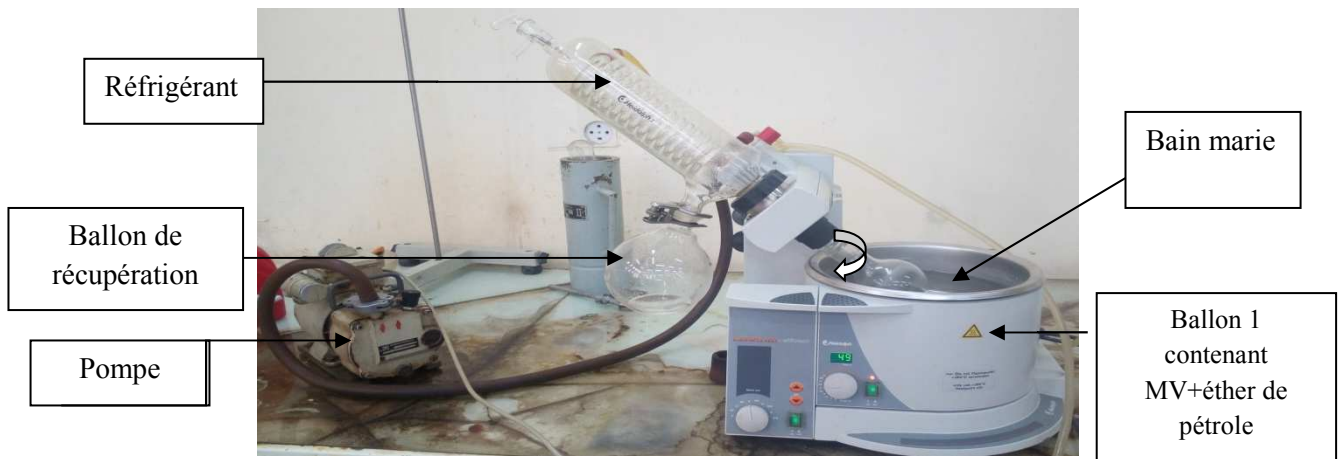


Figure IV.3 : Photo de l'évaporateur rotatif.

Une fois cette étape terminée, récupérer l'huile du myrtus communis et la mettre dans un flacon en verre pour la conserver.

- Calcul du rendement d'extraction

Le rendement est le rapport entre le poids du ballon avant et après évaporation du solvant et la prise d'essai (baie du myrte).

$$T\% = \frac{p_1 - p_0}{E} \times 100 \quad (1)$$

P_0 : poids du ballon vide (g).

P_1 : poids du ballon après évaporation du solvant (g).

E : prise d'essai(g).

La même extraction par Soxhlet est refaite mais cette fois-ci avec un autre solvant qui est le méthanol (polaire), dans ce cas un mélange coloré (marron) est obtenu ceci est due a l'extraction des composés polaires, cette méthode est suivie d'une étape de déshydrations, qui consiste à mettre le mélange dans des boites à pétries à une étuve à une température qui ne dépasse pas les 60°C et les laisser pendant 5jours afin d'éliminer la quantité d'eau présente dans le mélange.

A la fin, un produit de couleur marron est obtenu avec une forte odeur et de consistance semi-solide élastique appelé concrète, ce dernier est très riche en acides gras.

IV.2.4. Caractérisation physico-chimique de l'huile de lentisque

Des analyses physiques et chimiques ont été effectuées sur l'huile de pistacia lentiscus.

a. Caractérisation physique

a.1. Densité relative (20°C/eau à 20°C)

- Principe

La densité relative à 20°C par rapport à l'eau à 20°C d'une huile est le quotient de la masse dans l'atmosphère d'un certain volume de cette huile à 20°C par la masse du même volume d'eau à 20°C [69]. Elle est mesurée à l'aide d'un pycnomètre.

- Mode opératoire
 - Peser le pycnomètre parfaitement propre et sec vide (M0).
 - Remplir le pycnomètre d'eau distillée et le placer dans un bain-marie réglé à 20°C.
 - Attendre l'équilibre de température.
 - Ajuster le niveau de l'eau au trait repère.
 - Sortir le pycnomètre du bain-marie.
 - Le peser après l'avoir très bien essuyé (M1).
 - Le vider, et le sécher à une étuve.
 - Remplir le pycnomètre d'huile et le remettre dans le bain-marie (20°C).
 - Refaire la même opération, et le peser (M2) après le faire sortir du bain-marie, sans oublier de le bien essuyer.
- Expression des résultats :

$$Dt = \frac{(M2-M0)}{(M1-M0)} \times \Delta + 0.0012 \left(1 - \frac{(M2-M0)}{(M1-M0)} \times \Delta\right) \quad (2)$$

M0 : Masse du pycnomètre vide en grammes.

M1 : Masse du pycnomètre plein d'eau en grammes.

M2 : Masse du pycnomètre plein d'huile en grammes.

Δ : Densité de l'eau à une température t des mesures. (Dans notre cas Δ à 20°C = 0.99823).

a.2. Indice de réfraction

- Principe

Mesurage à l'aide d'un réfractomètre convenable de l'indice de réfraction de l'échantillon liquide à une température constante.

- Mode opératoire
 - Sur la section plane d'un prisme en verre, placer une goutte d'huile de lentisque.
 - L'appareil est éclairé avec une source étendue donnant des rayons lumineux de direction variée, focalisées au centre.
 - Deux plages sont observés, l'un est claire l'autre est sombre. La limite de séparation de ces deux plages permet de déterminer l'indice de réfraction de notre huile.
- Expression des résultats :

$$\eta_{20C^{\circ}} = \eta_T + (20 - T) * 0.00045 \quad (3)$$

$\eta_{20C^{\circ}}$: Indice de réfraction à 20°C.

η_T : Indice de réfraction à T°.

b. Caractérisation chimiques

b.1. Acidité et indice d'acide

Acidité : Elle correspond à la teneur en pourcentage d'acide gras présent dans l'huile de lentisque et représente un paramètre important dans l'évaluation de sa qualité. Ce dosage nous renseigne sur le degré d'altération de l'huile et d'estimer le taux d'acides gras libres dans l'huile exprimée en acide oléique [70]. L'acidité est mesurée selon la norme ISO [71].

Indice d'acide : Nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1 g de corps gras.

- Principe

Le principe repose sur la neutralisation des acides gras à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium de normalité 0,1 mol/l pour donner des savons.

- Mode opératoire
 - 2.5g d'huile de lentisque est dissoute dans 100ml du mélange éthanol /éther diéthylique (V/V).
 - Puis titré, en agitant, avec la solution d'hydroxyde de potassium KOH à 0,1N en présence de 0,3ml de la solution de phénolphtaléine à 1% dans l'éthanol jusqu'au virage de l'indicateur (coloration rose).
- Expression de l'acidité est comme suit :

$$A\% = \frac{VXCXM}{10Xm} \quad (4)$$

V : est le volume en ml de la solution titrée de KOH utilisé.

C : est la concentration exacte, en moles /litre, de la solution titrée de KOH utilisé.

M : est le poids molaire, en g/mole, de l'acide adopté pour l'expression du résultat (= 282).

m : est la prise d'essai en grammes.

- Expression de l'indice d'acide est égale a :

$$IA = \frac{56,1 \times V \times C}{m} \quad (5)$$

56,1 : est la masse molaire, exprimée en grammes par mole, de l'hydroxyde de potassium.

V : est le volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée.

C : est la concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée.

m : est la masse, en grammes, de la prise d'essai.

b.2. Indice de peroxyde

- Principe

Cet indice donne la quantité de peroxyde présente dans l'échantillon, cette dernière étant exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif contenu dans un kilogramme de produit, oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode. En effet, cet indice nous permet d'évaluer l'état de fraîcheur de l'huile.

Le principe repose sur le titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). L'indice de peroxyde est mesuré selon la norme ISO [72].

- Mode opératoire
 - Dans une fiole jauge, 5g d'huile de lentisque sont pesés et mélangés avec 12ml de chloroforme, le tout est agité.
 - 18ml d'acide acétique ainsi que 1ml d'Iodure de potassium (KI) sont ajoutés.
 - Le mélange est agité pendant 1mnt et laissé reposer pendant 5mnt à l'abri de la lumière et à une température de 15 à 25°C.
 - 75ml d'eau distillée sont additionnés, suivi d'un titrage de l'iode libéré avec une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,01N , en agitant vigoureusement et en employant la solution d'amidon (1g/100ml) comme indicateur jusqu'à disparition de la couleur.
 - Un essai à blanc est effectué simultanément.
- Expression de l'indice de peroxyde est comme suit :

L'indice de peroxyde en milliéquivalent d'O₂/kg est calculé selon l'équation :

$$IP \text{ (meq d'O}_2\text{/Kg)} = \frac{(V-V_0) \times N}{M} \times 100 \quad (6)$$

V : est le volume de thiosulfate de Na de l'échantillon.

V₀ : est le volume requis pour titrer le blanc.

N : est le titre exact de thiosulfate de Na utilisé.

M : est la prise d'essai en grammes.

b.3. Indice de saponification

- Principe

C'est le nombre de milligrammes de KOH nécessaires pour neutraliser l'acidité libre et saponifier à chaud les esters de 1 g de lipide. Ebullition à reflux échantillon avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium, puis titrage de l'excès d'hydroxyde de potassium, par une solution titrée d'acide chlorhydrique.

Pour déterminer l'indice de saponification, les normes ISO sont appliquées [73].

- Mode opératoire

- 2 g d'huile de lentisque sont pesés puis mis en solution dans 50ml de KOH alcoolique dans un ballon Büchi de 250ml.
- Placer ensuite un réfrigérant sur le ballon.
- L'échantillon par la suite chauffé à 80° C pendant 1h 30mn pour être sûr que la saponification soit complète.
- Titrer l'échantillon après refroidissement du récipient, avec du HCl 0,5N jusqu'à disparition complète de la couleur rose.
- Dans les mêmes conditions, un essai à blanc est effectué.

L'indice de saponification est calculé selon l'équation :

$$IS \text{ [mg de KOH/g]} = \frac{(V_b - V) \times N}{m} \times 56.1 \quad (7)$$

V_b : est le volume d'HCl 0,5N requis pour titrer le blanc.

V : est le volume d'HCl 0,5N requis pour titrer l'échantillon.

N : est la normalité de la solution d'HCl.

m: est la prise d'essai en grammes.

b.4. Indice d'ester

- Principe

L'indice d'Ester est la masse en milligramme de potasse requise pour la saponification à chaud des esters contenus dans un gramme de corps gras. Il est calculé à partir de l'indice d'acide (IA) et l'indice de saponification (IS). Il permet d'évaluer une éventuelle hydrolyse des triglycérides [74]. L'indice d'ester est calculé selon l'équation suivante :

$$IE = IS - IA \quad (8)$$

IS: indice de saponification.

IA: indice d'acide.

IV.2.5. Les techniques d'analyses spectroscopiques

a. L'analyse UV-visible

La spectrophotométrie UV-visible est une technique analytique fondée sur l'étude du changement de l'intensité de la lumière traversant une solution colorée, dans un domaine d'application compris entre 200 et 800 nm, en effet pour pouvoir déterminer les concentrations des substances absorbantes (Fig IV.6)[75].

Le résultat correspond à des spectres d'émission ou d'absorption [76], qui ressemble à des courbes de variation d'absorption en fonction de la longueur d'onde, il est obtenu par un spectrophotomètre à une lumière sensiblement monochromatique, ou le chromophore est le site dont la structure de l'élément à étudier possède l'aptitude à absorber les photons UV ou visible. Il est caractérisé par la longueur d'onde la plus absorbée (λ_{\max}), et l'aptitude la plus importante à absorber les photons à cette longueur d'onde (λ_{\max}) [77].

- Mode opératoire

- La solution obtenue est versée dans une cuve destinée à être placée dans le spectroscope. Afin de ne pas fausser les mesures, la cuve et le solvant choisis ne doivent pas absorber les rayonnements émis par le spectroscope.
- Les faces de la cuve placée dans le faisceau UV-visible doivent être parfaitement propres et exemptes de rayures. Elle peut être nettoyée au moyen de papier joseph (papier très fin n'entraînant pas de micro-rayures). En versant le mélange dans la cuve, il faut également s'assurer qu'aucune bulle ou impureté pouvant impacter le rayonnement incident ne soit présentes.

- Le logiciel dédié à l'appareil permet de commander l'analyse voulue (longueur d'onde, nombre de mesures) et restitue le résultat (spectre, valeurs d'absorbance...) en quelques secondes.

b. Spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR), c'est une technique d'analyse physico-chimique qui sonde les liaisons entre les noyaux atomiques et leurs arrangements. Cette méthode permet d'accéder directement à l'information moléculaire, à la nature chimique et à l'organisation structurale des matériaux analysés [78].

Sous l'effet du rayonnement IR, les molécules de l'échantillon analysé vont subir des changements d'état vibrationnel, à des fréquences de vibration caractéristiques de chaque groupement moléculaire. Cette méthode d'analyse vibrationnelle est non destructrice, qualitative et peut être quantitative. Les spectromètres mesurent les nombres d'ondes (en cm^{-1}) et l'atténuation de l'énergie de la radiation que l'échantillon absorbe, permettant ainsi une identification des groupements chimiques.

Dans le cadre de ce travail, la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) est utilisée a fin de déterminer les groupements fonctionnels présent dans l'huile de lentisque, l'huile de myrte et la concrète du myrte à l'aide d'un appareil (FTIR-8900).

- Mode opératoire
 - Préparation de l'échantillon en pastille

L'échantillon (l'huile de myrte) est incorporé à un support qui n'absorbe pas dans l'infrarouge, dans notre cas c'est le KBr (bromure de potassium), il est soluble dans l'eau, l'alcool, la glycérine et légèrement soluble dans l'éther, ce dernier est hygroscopique et présente une bonne résistance aux chocs thermiques et mécaniques.

Un mélange homogène d'environ 100 mg de KBr et 1mg de l'huile de myrte (solide) est préparé puis finement broyé. Il est déposé dans un moule, puis soumis à une très forte pression (10Pa) dans une presse hydraulique. Il est ensuite extrait du moule sous forme d'une pastille.

- Acquisition des spectres d'adsorption FTIR

Le porte-échantillon contenant la pastille KBr/produit est placé dans le compartiment de mesure de spectre sur le trajet du faisceau incident. Le signal enregistré par le détecteur du spectre prend en compte l'absorption du rayonnement IR par le produit à étudier. Les spectres sont enregistrés en transmittance.

Le même procédé a été refait pour l'analyse de la concrète du myrte par contre pour l'huile de lentisque, la pastille est préparé par le KBr, puis une goutte d'huile de lentisque est disposée sur cette dernière vue que cette huile est liquide.

IV.2.5. Elaboration d'une pommade a base d'huile de Pistacia lentiscus et Myrtus communis

Les deux huiles végétales extraites ont été utilisées pour la fabrication d'une pommade dont l'activité thérapeutique est antimicrobienne.

Les excipients utilisés dans cette pommade sont : la cire d'abeille, l'huile de paraffine, l'huile de vaseline et les deux huiles végétales sont utilisés comme principe actif.

a. Composition des pommades

- **Principe actif 1:** Huile végétale du Pistacia lentiscus .

L'huile de lentisque est utilisée comme principe actif grâce à son appartenance aux diverses activités thérapeutiques. Les paramètres physico-chimiques de l'huile végétale de Pistacia lentiscus ont révèlés que l'huile en question est un liquide visqueux, huileux, de couleur verte, d'odeur et de saveur caractéristiques, insoluble dans l'eau, sa densité est de 0.910.

- **Principe actif 2 :** Huile végétale de myrte.

1. Huile de myrte

L'huile de myrtus communis est rarement utilisée pour son faible rendement, elle a été obtenue par la méthode d'extraction par Soxhlet en utilisant l'éther de pétrole comme solvant apolaire, elle est riche en acide gras polyinsaturés .l'huile a été conservé à l'abri de la lumière.

2. Concrète de myrte

La concrète de myrte a un rendement plus élevée par rapport a l'huile de myrte, elle a été obtenue par la méthode d'extraction par Soxhlet en utilisant le méthanol comme solvant polaire, elle est très riche en acide gras saturés.

La concrète a été conservée dans des boites de pétries à l'abri de la lumière.

- **Excipient**

Tableau 4.3 : Les différents excipients utilisés dans la pommade.

Matière première	Propriété physico-chimique	Structure chimique	Rôle
Cire d'abeille	Aspect : Solide jaune Solubilité : insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. T° fusion : 62-65°C Indice d'acide : 17-21		Agent de texture Épaississant
Huile de Paraffine	Aspect: Liquide incolore. Solubilité : Insoluble dans l'eau et l'éthanol Point de fusion : <-9 °C paraffines liquides ou fluides (<i>paraffinum perliquidum</i>), (n = 8 à 19) dont la viscosité est de 25 à 80 mPa.s .		Base huileuse de la pommade
Huile de vaseline	Aspect : Liquide incolore Solubilité : Insoluble dans l'eau et l'éthanol. Point de fusion : Aucune donnée.	$C_nH_{2n}C_nH_{2n+2}$ avec $n>25+2$	Base huileuse de la pommade

b. Etape de pré formulation

La pré-formulation est une étape fondamentale, dans laquelle différents essais sont effectués afin d'obtenir la forme posologique optimale.

Pour le cas étudié, trois groupes de formulations ont été réalisés en utilisant deux types de cires et de paraffines différentes.

➤ Formulation du premier groupe

Six formulations avec une quantité de 10 g ont été préparées à partir d'une cire synthétique et une huile de paraffine commerciale (Isoffine) plus les huiles végétales, et elles sont résumées dans le tableau (voir annexe 1).

➤ Formulation du deuxième groupe

Cinq formulations avec une quantité de 10g ont été préparées en utilisant cette voici une cire d'abeille et une huile de paraffine naturelle plus les huiles végétales, et elles sont résumées dans le tableau (voir annexe 2).

➤ Formulation du troisième groupe

Quatre formulations avec une quantité de 10g ont été préparées en utilisant comme excipient supplémentaire l'huile de vaseline aux préparations précédentes, et elles sont résumées dans le tableau (voir annexe 3).

c. Protocole de préparation de la pommade

➤ Dans un bain marie chauffé à des températures adéquates à celle de chacun des composants a savoir ($T_{\text{fusion cire}}=62^{\circ}\text{C}$), ($T_{\text{fusion huile paraffine}}=50^{\circ}\text{C}$), faire fondre la cire d'abeille et l'huile de paraffine, et par la suite faire chauffé l'huile de lentisque.

➤ Dans un autre bain marie, mettre un mortier en porcelaine a chauffé à une température ne dépassant pas les 50°C , mettre ensuite l'huile de paraffine lui et ajouté la cire d'abeille, trituré le tout a l'aide d'un pilon, et ajouté ensuite l'huile de lentisque et concrète de myrte et mélangé bien le tout.

➤ Enlever le mortier du bain marie et poursuivre l'opération de trituration jusqu'à refroidissement du mélange et l'obtention d'une pommade homogène.

➤ Mettre les pommades obtenues dans des boites en verres fermé hermétiquement et les conservés dans un endroit frais. [62]

d. Les analyses physicochimiques des pommades

Les pommades préparées subissent des analyses physicochimiques afin de déterminer la meilleure formulation.

- Mesure du pH

Le pH des pommades a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre muni d'une électrode conçue pour les préparations semi solide.

- Analyse sensorielle des pommades

L'analyse est fondée sur un certain nombre de remarques notées sur une fiche proposée aux personnes concernées. Les pommades formulées sont présentés dans de petites boites en verre numérotés. On demande à chaque personne d'effectuer une appréciation organoleptique (aspect, couleur) et aussi une appréciation sur le touché (texture et sensation) et l'odeur (senteur).

- Test d'homogénéité

La vérification de l'homogénéité de la pommade s'est faite en disposant une petite quantité de pommade sur une lame à l'aide d'une spatule, et rabattre sur cette dernière la lamelle en verre.

- Analyse microscopique

A fin de connaître l'état microscopique des pommades réalisées, un microscope optique (OPTIKA) a été utilisé.

- Placer la préparation microscopique contenant la pommade (avec lamelle orienté vers le haut) dans le microscope.
- Ensuite, sélectionner l'objectif le plus faible au dessus de la préparation en faisant pivoter la tourelle, puis préparé la mise au point avec l'objectif le plus faible et réalisé la mise au point en plaçant l'œil sur l'oculaire.

- Test de rhéologie

La rhéologie est la science qui étudie les déformations et l'écoulement de la matière, (sous l'effet d'une contrainte appliquée) [79]. Dans notre cas, le test de rhéologie nous permet de connaître le comportement de nos pommades et de choisir celle qui a la meilleure viscosité.

La méthode utilisée est fondée sur la mesure de 4 paramètres : la viscosité (η) qui est exprimé en Pa.s, le taux de cisaillement (τ), module perte (G'') et module de conservation (G'). L'appareil utilisé est un rhéomètre à contrainte et déformation imposés de marque MCR 302 Anton Paar Physica (Anton Paar, GmbH, Germany) dans un système de mesure de type plan-plan, avec $\Phi=8\text{mm}$ à 20°C , en imposant une rampe de vitesse croissante de $0,001\text{s}^{-1}$ à 1000s^{-1} . Les résultats expérimentaux sont traités par un logiciel Rheoplus US200. Cette analyse a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche 116 (Département des génies de procédés).

- Mode opératoire

- Le rhéomètre (MCR 302- Anton Paar) contrainte et déformation imposés est connecté à un logiciel d'exploitation.
- Pour chaque essai, placer environ 0.5g de la pommade sur le plan inférieur (stator), ensuite le plan supérieur (rotor) descend avec une rotation et coupe l'excédent de l'échantillon.

- Cette étape est suivie par la caractérisation du comportement rhéologique ou deux courbes sont tracées :

- Courbe d'écoulement (viscosité en fonction de la contrainte de cisaillement).
- Courbe de viscoélasticité (représentant le module de conservation G' et module de perte G'').

- La température a été fixée à 20°C.

e. Evaluation de l'activité antimicrobienne des huiles

L'activité antibactérienne des huiles de *Pistacia lentiscus* et *Myrtus Communis* est recherchée vis-à-vis de deux bactéries-tests, bactérie Gram positif : *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 et bactérie Gram négatif : *Escherichia coli* ATCC 25922.

L'activité antifongique des huiles de *Pistacia lentiscus* et *Myrtus Communis* est recherché vis-à-vis d'un champignon : *Aspergillus Niger* 939N.

Evaluation de cette activité est faite selon la méthode décrite par **Bouamara** [80].

Un inoculum de chaque souche-test a été préparé à partir d'une culture pure et jeune (âgée de 18 heures) avec de l'eau physiologique stérile (9% de NaCl). Après homogénéisation, la densité cellulaire de chaque suspension a été ajustée par dilution dans l'eau physiologique stérile et en comparaison avec la solution à 0,5 McFarland à une longueur d'onde correspondante à chaque bactérie-test.

Cet inoculum ajusté devra contenir 10^8 UFC/mL (unité formant colonie/mL) et ne doit pas être utilisé au de la de 15 minutes. Il sert àensemencer par écouvillonnage des géloses de Mueller Hinton (MH) pour les bactéries et des géloses de oxytetracycline-glucose-agar OGA pour les champignons coulées dans des boîtes de Pétri sur une épaisseur d'environ de 4 mm.

1) **Méthode des puits**

- Protocole expérimental

La technique qui a été utilisée consiste à réaliser des puits à l'aide des embouts stériles. Ensuite, dans chaque puits 100 μ L de chaque huile végétale (HV) sont introduites, sur un tapis bactérien au tout début de sa croissance. La zone où les bactéries n'ont pas pu se développer a été mesurée. L'ensemencement a été effectué par écouvillonnage. A la

surface des géloses MH et OGA de chaque boîte. Six boîtes ont été réalisées, chaque boîte contient 3 puits remplis avec 100µL de chaque HV. Les boîtes ont été incubées à 4°C pendant 2 heures, puis à 37°C pendant 24 heures. Après incubation le diamètre d'inhibition a été mesuré en millimètres.

f. Evaluation de l'activité antimicrobienne de la pommade

La méthode de diffusion sur un milieu gélosé a été utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne de pommade élaborée selon la méthode décrite par **Benjelali et al** [81].

La détermination de l'activité antimicrobienne est faite que pour la formulation F3 ayant montré les meilleures caractéristiques.

L'activité antibactérienne de la pommade est recherchée vis-à-vis de deux bactéries-tests. Bactérie Gram positif : *Staphylococcus aureus* ATCC 43 300 et bactérie Gram négatif : *Escherichia coli* ATCC 25922.

L'activité antifongique de la pommade est recherchée vis-à-vis d'un champignon : *Aspergillus Niger* 939N. 0,5 g de la pommade a été prélevé et dissout dans un tube stérile contenant 5 ml de DMSO.

2) Méthode des disques

• Protocole expérimental

À l'aide d'une pince stérile, prélever et imbiber des disques Wattman stériles avec (10 µl) d'extraits de pommade à tester, puis la déposer sur les géloses (Mueller-Hinton pour les bactéries , OGA pour les champignons) pré-ensemencées par les souches à tester.

- Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées à diffuser à température ambiante et mises à l'étuve à 37 °C pendant 24 heures pour les bactéries et à 27 °C pendant cinq jours pour les champignons.
- L'expérience a été répétée trois fois pour chaque microorganisme.
- La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisée par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis de l'extrait [82].



Résultats

Et discussion

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

V.1. Cinétique d'extraction

V.1.1. Analyse ultra violet UV des extraits de myrte

- **Par l'éther de pétrole**

La (Figu V.1) ci-dessous représente les spectres d'absorption de l'extrait de myrte par l'éther de pétrole pour chaque siphonage, dans chaque spectres il a été remarquée une bande d'absorption importante à une longueur d'onde maximale 201nm pour les deux premiers siphonages et 202 nm pour le troisième siphonage.

Les absorbances augmentent avec le nombre de siphonage cela est due à l'augmentation de la concentration des composés extrait du myrte. L'absorbance devient constante lorsque l'extrait est épuisé (Figure V.1).

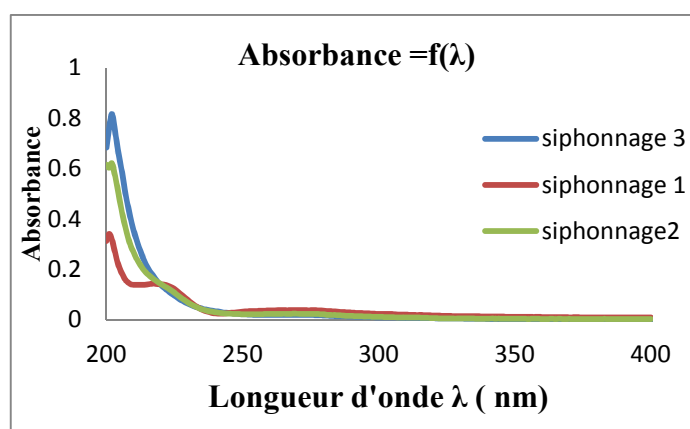


Figure V.1 : Spectres d'absorption de l'extrait de myrte par l'éther de pétrole.

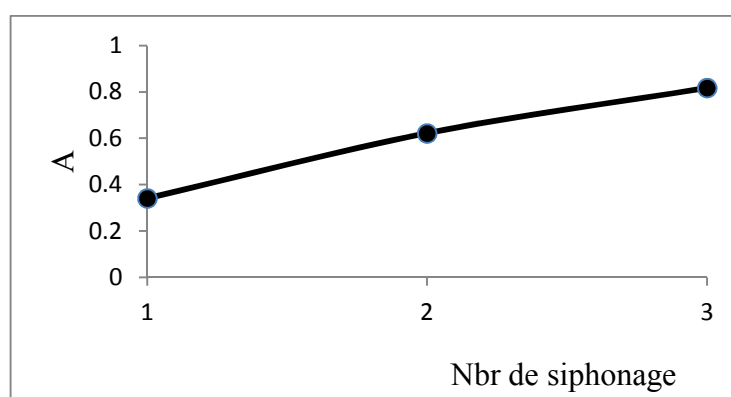


Figure V.2 : Courbe de l'absorbance en fonction de nombre de siphonage.

Concernant l'extraction du myrte par l'éther de pétrole chaque siphonage se fait en 10minutes.

- La cinétique d'extraction des composés extrait est représentée dans la figure suivante :

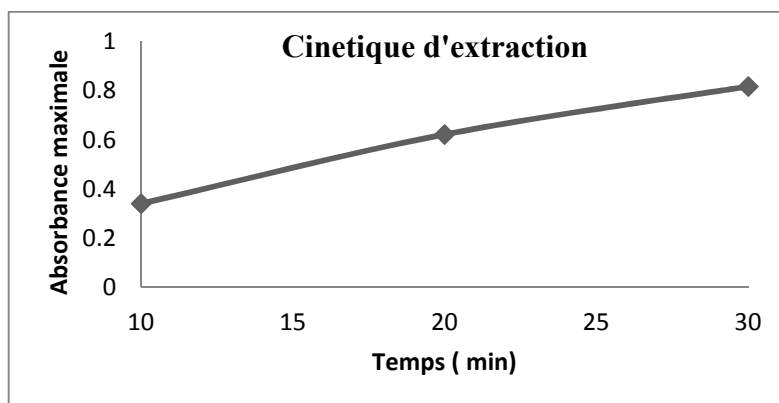


Figure V.3 : Cinétique d'extraction de l'extrait de myrte par l'éther de pétrole.

Pour mieux expliquer la cinétique d'extraction (Fig V.3), nous avons calculé la variation de l'absorbance par unité de temps dans les intervalles de temps : 0à10min ; 10à20min, 10 à 30 min. Cette grandeur est proportionnelle au nombre de molécules extraites par unité de temps, elle reflète la vitesse moyenne d'extraction dans chacun de ces intervalles. Les valeurs de cette grandeur sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.1 : les variations des absorbances maximales par unité de temps.

Temps (min)	Absorbance A	$\Delta A / \Delta T$
0	/	/
10	0.341	0.0341
20	0.622	0.0281
30	0.817	0.0195

D'après les valeurs du tableau, la vitesse moyenne d'extraction absorbante à la bande 201-202nm diminue considérablement pendant les 30 minutes. Nous déduisons que la vitesse d'extraction est importante au début du contact des fruits de myrte avec le solvant éther de pétrole, mais cette vitesse diminue au cours du temps. Ceci peut être expliqué par la diminution du gradient de concentration des composés organiques entre les fruits et l'éther de pétrole.

- **Par le méthanol**

Les spectres d'absorption UV de l'extrait de myrte par le méthanol sont représentés dans la (Fig V.4) .On remarque une bande d'absorption importante dans chaque spectre à 200,202 et 205 nm.les absorbances maximales correspondantes aux trois bandes, augmentent avec le temps d'extraction.

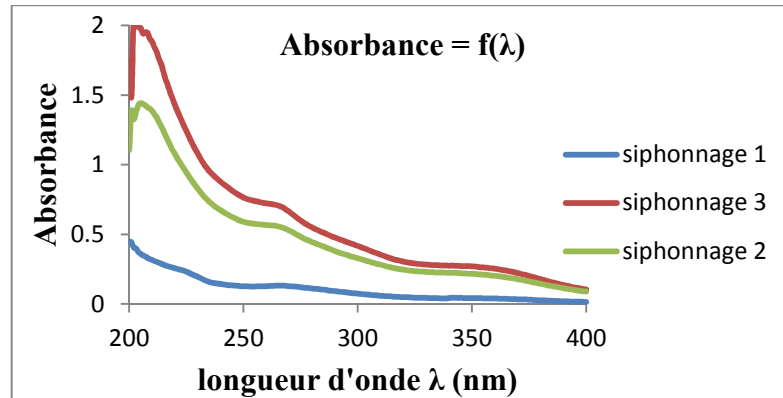


Figure V.4 : Spectres d'absorption de l'extrait de myrte par le méthanol.

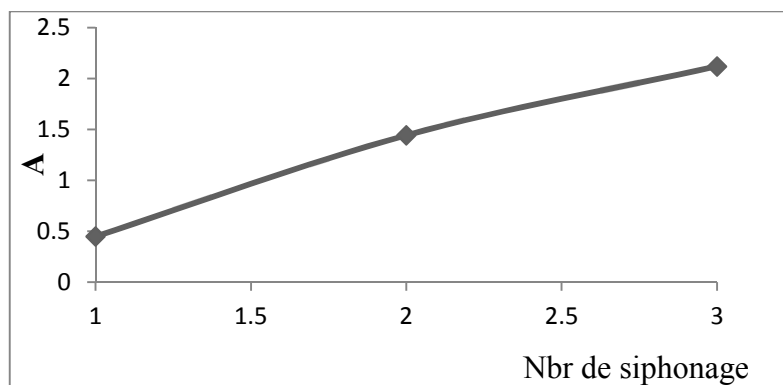


Figure V.5 : L'absorbance en fonction de nombre de siphonnage

Concernant l'extraction du myrte par le méthanol chaque siphonnage se fait en 30 minutes.

La cinétique d'extraction des composés extrait est représentée dans la figure suivante :

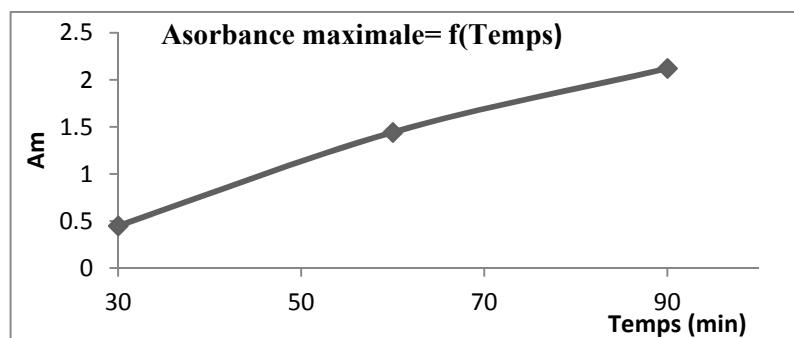


Figure V.6 : Cinétique d'extraction de l'extrait de myrte par le méthanol.

Les valeurs de la variation de l'absorbance maximale par unité de temps sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5.2 : les variations des absorbances maximales par unité de temps.

Temps (min)	Absorbance A	$\Delta A / \Delta T$
0	/	/
30	0.45	0.15
60	1.443	0.0331
90	2.121	0.0226

D'après les valeurs du tableau, les vitesses moyennes d'extraction des molécules absorbantes aux bandes d'absorptions 200,202 et 205 diminuent au cours du temps, on remarque que la variation de la vitesse est très grande après 30min d'extraction puis elle diminue rapidement.

En conclusions, nous déduisons que la vitesse de l'extraction est importante au contact, mais cette vitesse diminue au cours du temps.

V.2. Le rendement d'extraction de l'huile de *Myrtus communis*

Le rendement d'extraction de l'huile a été calculé par la relation précédente, et cela par rapport aux 3 siphonages effectués :

V.2.1. solvant l'éther de pétrole

$$\left. \begin{array}{l} T1=9.70\% \\ T2=18.32\% \\ T3=15.65\% \end{array} \right\} T_{\text{moy}}=14.55\%$$

V.2.2. Solvant le méthanol

$$\left. \begin{array}{l} T1=54.02\% \\ T2=52\% \\ T3=55.15\% \\ T4=56.89\% \\ T5=53.7\% \\ T6=54.28\% \end{array} \right\} T_{\text{moy}}=54.34\%$$

Les résultats du taux d'extraction en utilisant le méthanol comme solvant sont assez élevés, en raison de leur contenance d'une grande quantité d'eau. Après évaporation de la

quantité d'eau, le rendement final d'extraction de l'huile de myrte été calculé et qui est de 17%.

Selon les normes **FAO**, le taux de rendement d'extraction est généralement entre 6 et 18%, donc on peut conclure que les rendements trouvés sont en accord avec les normes [83].

V.3. Caractérisation physico-chimiques de l'huile de lentisque

V.3.1. Caractérisations physiques

- La densité

La densité ou masse volumique dépend de la température et de la composition chimique de l'huile. Elle nous renseigne sur la nature de la composante en acides gras, notamment de la longueur de la chaîne, de la présence d'insaturation et de fonctionnalité sur la chaîne carbonée.

La densité retrouvée pour l'huile de lentisque est de 0,910

La valeur de la densité trouvée pour l'huile de lentisque est en accord à celles trouvées par **Maameri-Habibatni** et **Boukeloua et al** qui sont respectivement de 0,910 et 0,920 [84-85].

- L'indice de réfraction

L'indice de réfraction dépend comme la densité, de la composition chimique de l'huile et de la température.

Il croit avec l'insaturation et la présence sur les chaînes grasses de fonctions secondaires.

Indice de réfraction mesuré pour l'échantillon de l'huile est de $n_D^{20^\circ} = 1.473$

Ces valeurs sont en accord avec celles rapportées par **Boukeloua et al** concernant l'huile de lentisque qui est de 1.470 [85].

V.3.2. Caractérisations chimiques

- L'acidité et indice d'acide

Dans cette étude, l'acidité a été exprimée par rapport à l'acide oléique.

Acidité oléique de l'huile de lentisque est de 6.768 %

Cela signifie que le résultat obtenu pour l'huile de lentisque (6.768 %) reste conforme aux normes du codex (6% pour une huile pressée à froid). Cette valeur d'acidité semble inférieure à celles trouvées par *Maameri Habibatni* qui sont respectivement de 8,5% et 7% pour les huiles des graines de lentisques des régions d'El Milia (Nord d'Algérie) et de Skikda (Est de l'Algérie) respectivement. Cependant, elle est supérieure à celle trouvée par *Boukeloua et al* qui est de 2,27 % pour l'huile de lentisque originaire de Skikda [84-85].

Indice d'acide de l'huile de lentisque est de 13.536

- Indice de peroxyde

L'indice de Peroxyde, nous révèle les premiers degrés d'oxydation de l'huile caractérisés par la présence de peroxydes ou hydro-péroxydes.

Cet indice est très utile car il nous informe sur les conditions de conservation, des méthodes d'extraction, et nous aide à apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative du produit [86-87].

Indice de peroxyde de l'huile est de 5,2 méq O₂/kg

Il a été démontré que les huiles fraîches ont un indice de peroxyde inférieur à 10 méq O₂/kg d'huile caractéristique de la plupart des huiles conventionnelles (**FAO**) et considérée comme témoignant d'un niveau d'oxydation acceptable [88].

L'indice de peroxyde trouvé dans le cas étudié est assez bas, ce qui nous permet de conclure que l'huile étudiée n'a pas encore subi d'altération.

- Indice de saponification

La détermination de l'indice de saponification est importante, car il permet de caractériser le poids moléculaire et la longueur moyenne des chaînes grasses auxquelles il est inversement proportionnel (plus le poids moléculaire de la longueur moyenne d'acides gras est élevé, plus l'indice de saponification est faible).

Indice de saponification dans ce cas est de l'ordre de 210.37 mg de (KOH/ g d'huile)

Les résultats de l'indice de saponification obtenus par *Bouteldj et Kadjoudj*, se rapprochent de nos résultats à savoir (197.54, 212.3, 213.03 et 216.55). Par rapport aux autres huiles végétales, l'indice de saponification de l'huile de lentisque semble être plus

élevé, ce qui pourrait indiquer la présence d'acide gras à chaîne carbonée pas trop longues [89].

- Indice d'ester

Étant donné qu'en terme de valeurs, l'indice d'ester est la différence entre l'indice de saponification et celui d'acide, on conclue qu'autant l'indice de saponification est élevé et moins l'indice d'acide l'est, par conséquent l'indice d'ester est important.

Pour cet échantillon l'indice d'ester est de 196.91

Et selon l'indice d'ester obtenus par *Bouteldj et Kadjoudj*, on constate que ce dernier se rapproche considérablement de notre résultat (178.45, 194.68, 208.97 et 209.87) [89].

V.4. Analyse infrarouge de l'huile de lentisque et l'huile de myrte et la concrète

V.4.1. Analyse infrarouge par transformée de Fourier FTIR des huiles

L'étude spectrale des huiles analysées par FTIR montre les différentes caractéristiques et les élongations des bandes d'absorption des différents groupes fonctionnels des constituants dans ces huiles.

L'interprétation des spectres infrarouge nécessite de connaître les bandes d'absorption.

Les résultats de l'analyse des huiles par FTIR sont consignés dans les spectres des figures (Fig V.7, Fig V.8, Fig V.9).

- L'huile de lentisque

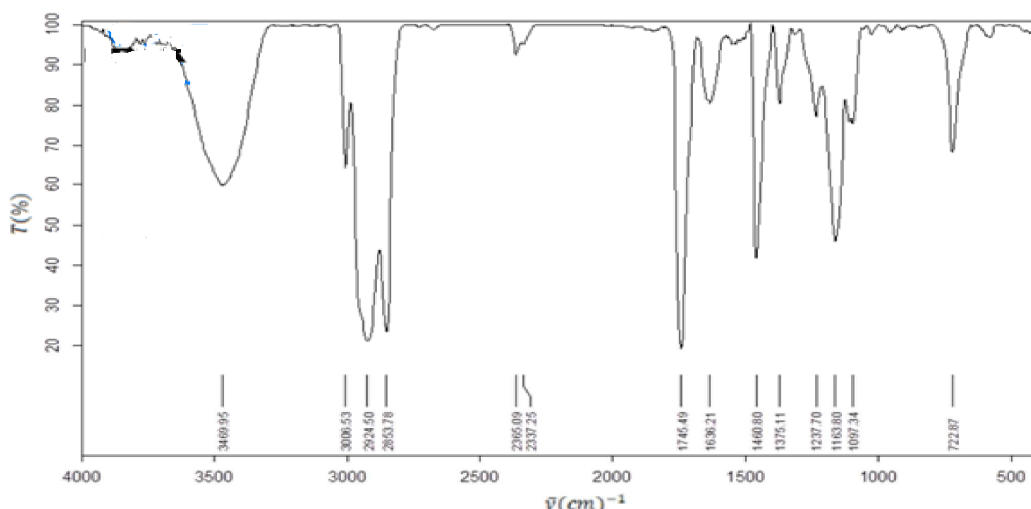


Figure V.7 : Spectre FTIR de l'huile pure de Pistacia Lentiscus.

- L'huile du myrte commun

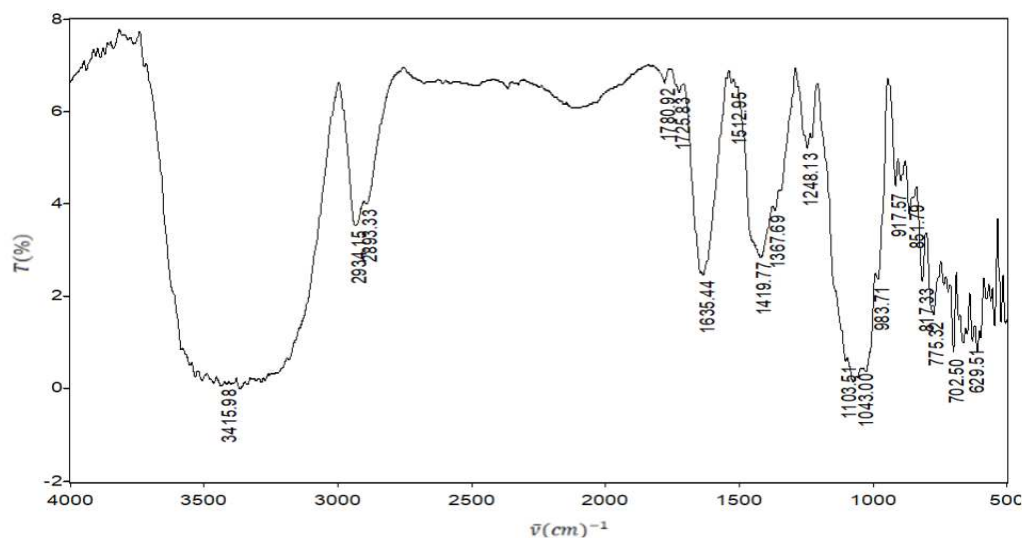


Figure V.8 : Spectre FTIR de l'huile de myrtus communis.

- Huile concrète du myrte commun

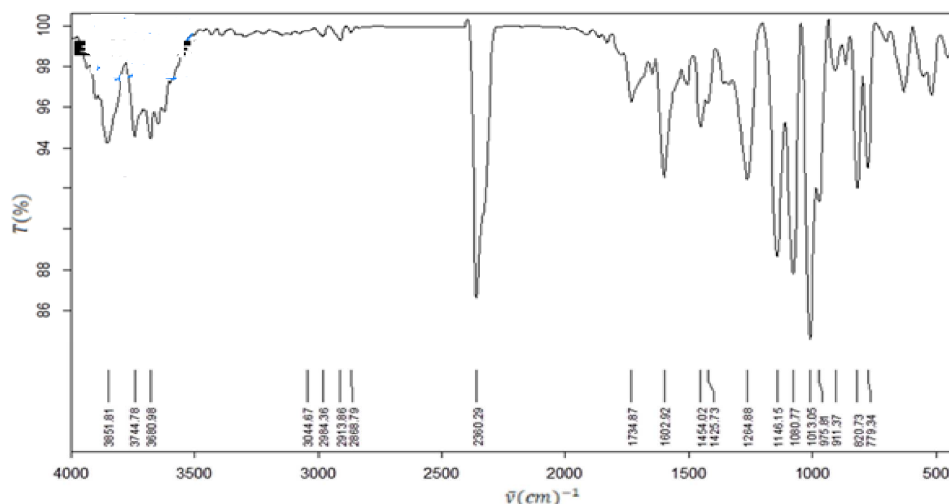


Figure V.9 : Spectre FTIR de la concrète de myrtus communis.

Les spectres TFIR pour l'huile de lentisque, l'huile de myrte ainsi que la concrète de myrte sont caractérisés par la présence de plusieurs pics et bandes dans la partie généralement exploitable entre 3600 et 1600 cm^{-1} et aussi dans la partie représentant l'empreinte digitale de la molécule entre 1600 et 400 cm^{-1} .

Une bande plus ou moins importante est localisé à 3409 cm^{-1} peut être attribuée aux traces d'eau contenu dans la matière végétale. Cependant, en ensemble de pics caractéristique du caractère organiques est situé entre 3006 et 2850 cm^{-1} .

Le pic localisé à 3006 cm^{-1} est caractéristique de la vibration de la liaison -C-H d'un alcène par contre les autres pics situés entre $2978\text{-}2850\text{ cm}^{-1}$ sont attribués aux vibrations des liaisons -C-H des groupements méthyles (CH_3) et méthylènes (CH_2).

Au niveau de la région intermédiaire, la présence de deux pics de faibles intensités visible à 2366 et 2337 cm^{-1} caractéristiques de la forme chélate. Il est intéressant de remarquer la présence d'un pic le plus important situé à 1745 cm^{-1} spécifique à la vibration de la fonction carbonyle -C=O d'un ester.

Enfin il faut ajouter la confirmation de la présence d'un alcène par la présence d'un pic caractéristique de la liaison -C=C- d'un alcène.

V.5. Caractérisation des pommades obtenues

Pour déterminer la meilleure formulation, il a été décidé de prendre les 4 formulations dont les excipients sont : la cire d'abeille et la paraffine pour les autres formulations ils permettent de voir les différences entre chaque pommade et de choisir les meilleurs d'entre elles.

V.5.1. Résultat du potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs du pH des pommades élaborées sont enregistrées dans le Tableau ci-dessous :

Tableau 5.3 : Résultats du pH des quatre pommades.

pommade	1	2	3	4
pH	4.40	4.34	4.52	5.14

Il a été remarqué que le pH des pommades est acide (4-5), cette acidité est liée à l'huile de lentisque puisque son pH est de 3.89 car les baies utilisés pour l'extraction étaient non mures.

Selon *EYANG ESSENG*, Toutes les pommades sont conformes aux normes, car le pH est proche de celle de la peau qui est de (4.2-5.8) [90].

V.5.2. L'homogénéité

Les pommades obtenues ont toutes une bonne homogénéité (répartition régulière, absence de bulle d'air, s'étalent facilement).

V.5.3. L'analyse sensorielle

Cette analyse été basée sur l'appréciation de 20 personnes concernant l'état de nos pommades, le tableau (voir Annexe 4) résume les avis les plus réponsus sur les 4 formulations retenues.

Remarque :

Pour toutes les personnes, les quatre pommades ont le même aspect et une odeur identique, pour l'aspect les pommades sont brillantes, de couleurs marron et avec une très forte odeur de lentisque. La consistance et la sensation sont résumées dans le tableau (voir Annexe 4).

V.5.4. Mesure de la viscosité

Après avoir effectué l'analyse rhéologique sur les différentes pommades deux courbes sont obtenues (Fig V.11, Fig V.12)

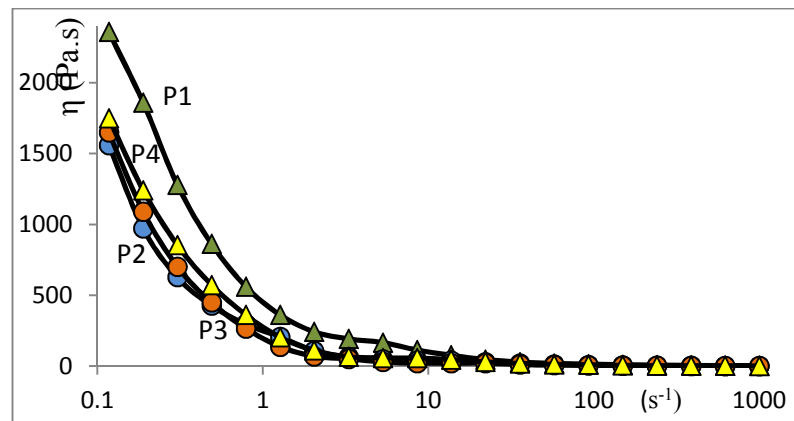


Figure V.11 : Courbe d'écoulement des quatre pommades, la viscosité (η) en fonction du taux de cisaillement ($\dot{\gamma}$).

Les résultats de la viscosité des cinq pommades élaborées sont représentés sur la **Figure V.11**, ce graphes indique que les pommades étudiées ont un comportement dit « rhéofluidifiant » appelé également pseudo plastique , ces pommades sont caractérisées par la diminution de leur viscosité apparente(η_A), avec l'accroissement de la vitesse de déformation ($\dot{\gamma}$), ce comportement est très réponsus et tel que : les polymères à longue chaine en solution ou a l'état fondu , les colles et les pattes à papier [91].

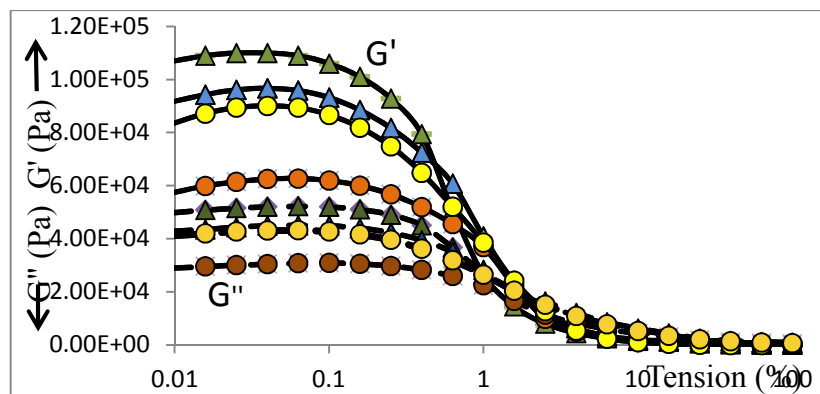


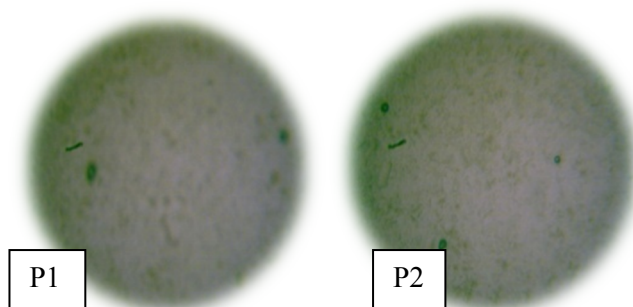
Figure V.12 : Courbe du comportement viscoélastique, module de conservation G' et le module de perte G'' des pomades en fonction de la tension %.

Dans cette étude, deux facteurs importants reliés par un module complexe G^* sont pris en considération, il s'agit de G' appelé **Module de conservation** et correspond à l'énergie élastique emmagasinée pendant l'expérience (unité : Pa), et G'' appelé **Module de perte** qui caractérise l'énergie dissipée sous forme de frottements visqueux pendant l'expérience (unité : Pa). Plus la région entre ces deux modules G' et G'' est faible plus la pomade est de qualité.

En se basant sur les résultats des **Figure V.11** et **Figure V.12** obtenues, la pomade finale (la pomade N° 3) a été choisie, elle se démarque par rapport aux autres par sa faible viscosité lorsque le taux de cisaillement est à son maximum, ce qui signifie que cette pomade a un bon pouvoir de pénétration et cela est affirmé par les résultats des deux modules car la différence entre ces derniers est très faible ce qui valide ce choix.

V.5.5. L'analyse microscopique

Une observation au microscope optique a été réalisée pour essayer de caractériser la structure des quatre pomades formulées, les images obtenues sont illustrées ci-après :



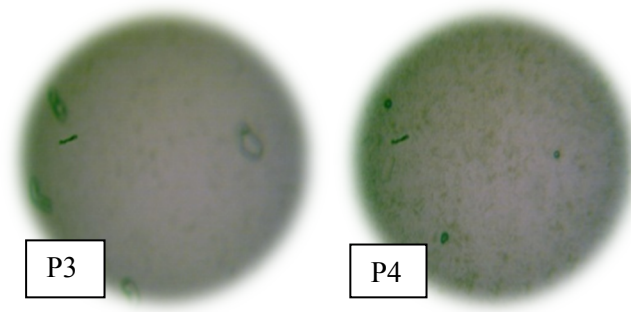


Figure V.13: Images microscopiques des quatre pommades.

Ces images montrent la présence d'une phase huileuse (pommade monophasique) et cela revient à la contenance des pommades a des composés hydrophobes (les deux huiles végétales ainsi que la paraffine liquide).

Cette phases est composée de gouttelettes dans les tailles sont presque identiques dans les quatre pommades, d'autre cristaux sont apparues avec des formes irrégulières, toutefois la raison de leurs apparitions reste inconnue.

V.6. La formulation finale de la pommade

Après toutes les analyses effectuées sur les pommades pré formulées, une pommade s'est démarquée par rapport aux autres, c'est la pommade numéro trois (F3).

Cette dernière répond aux normes demandés, et elle est caractérisée par :

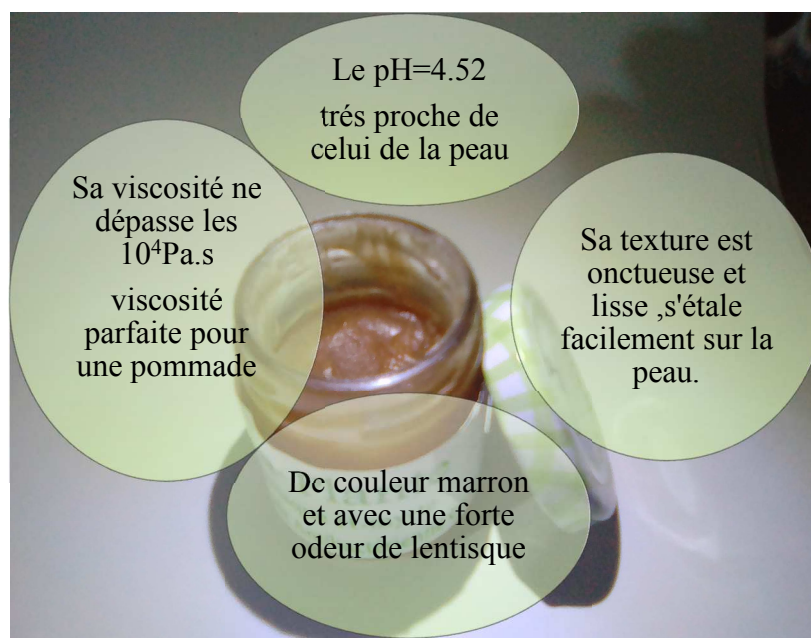


Figure V.14 : Les caractéristiques de la pommade finale (F3).

V.7. Evaluation de l'activité antimicrobienne

V.7.1. L'huile de lentisque

Concernant l'huile de lentisque, le produit naturel étudié n'a montré aucun effet antibactérien sur les souches testées. Sachant, que le potentiel antibactérien de différents produits issus de *Pistacia lentiscus* a été mis en évidence par plusieurs études.

Cet effet antibactérien a concerné la résine, les feuilles, et leurs huiles essentielles.

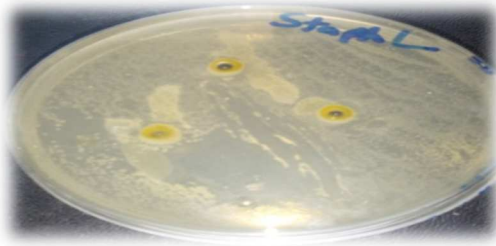


Figure V.15 : Effet de l'H.V des fruits de lentisque sur la croissance de *Staphylococcus aureus*.



Figure V.16: Effet de l'H.V des fruits de lentisque sur la croissance d'*Escherichia coli*.

Les résultats de l'activité antifongique ont révélé aussi l'inefficacité de l'huile de lentisque contre la souche testée. les résultats obtenus sont en accord avec ceux rapportés par *Charrouf et Guillaum* [92] et *Bouamara et Haddad* [80].

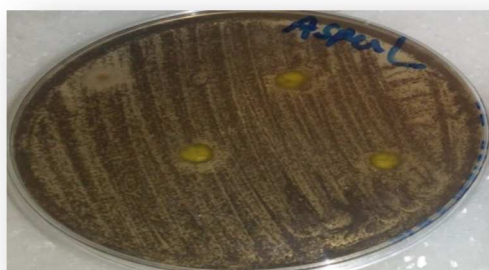


Figure V.17 : Effet de l'H.V des fruits de lentisque sur la croissance d'*Aspergillus Niger*.

Pour les effets antibactériens de l'huile fixe, une étude semblable à celle présentée dans ce travail a été réalisée par **Mezni et al** [17]. Ces derniers ont testé l'effet antibactérien *in vitro* de l'huile de lentisque contre deux souches aérobies: *Salmonella typhimurium* (NCTC 6017) et *Escherichia coli* (ATCC8739) et une bactérie anaérobie *Clostridium perfringens* (MG 109).

L'effet antibactérien n'a été observé que pour la bactérie Gram positive *C. perfringens* avec des zones d'inhibitions variant entre 8 et 13 mm, en fonction du procédé d'extraction et le site de récolte des fruits utilisés pour l'obtention de l'huile.

Une autre étude réalisée par **Bouamara et Haddad** sur l'évaluation des activités biologiques de quelques huiles végétales parmi eux l'huile de lentisque, il apparaît que les huiles végétales (HVs) étudiées n'ont aucun effet inhibiteur sur l'ensemble des souches testées sauf l'huile de lentisque, ce dernier laisse voir une petite zone d'inhibition (diamètre: 1 mm) vis-à-vis *Staphylococcus aureus* [80].

La faible teneur en composés phénoliques trouvée dans l'huile fixe de lentisque étudiée est probablement responsable de leur inefficacité, beaucoup de chercheurs ont trouvé qu'il existe une corrélation positive entre le contenu en composés phénoliques et l'activité antimicrobienne [17].

Malgré l'absence de résultats significatifs dans cette étude, il faut noter que l'huile de lentisque renferme des composés présentant des effets antibactériens prouvés tels les phénols et les acides gras.

Cependant ces constituants sont comme la plupart des molécules antibactériennes produites par les plantes, présentent une faible activité antibiotique par rapport aux antibiotiques communs produits par les bactéries et les champignons [93].

V.7.2. L'huile de myrte

Concernant *myrtus communis*, cette concrète a révélé une intéressante activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et d'*Escherichia coli* (Fig V.18, Fig V.19).



Figure V.18 : L'effet de la concrète du myrte sur la croissance des staphylococcus aureus.



Figure V.19 : L'effet de la concrète de myrte sur la croissance d'Escherichia coli.

En revanche aucune activité antifongique n'a été observée pour l'huile concrète de myrte (Fig V.20).

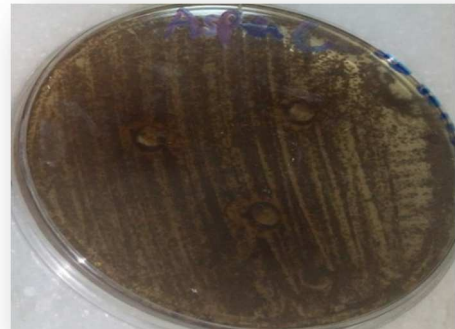


Figure V.20: Effet de la concrète des fruits de myrte sur la croissance d'Aspergillus Niger.

D'après les résultats obtenus, le classement de la sensibilité des deux bactéries est mentionné sur le tableau ci-dessous.

Tableau 5.4 : Zone d'inhibition en mm provoqué par la concrète de myrte commun.

L'huile	Staph.aureus	E.coli
Concrète de myrte	26 mm	31mm
Catégorisation des souches	sensible	Extrêmement sensible

Les résultats obtenus montrent que l'activité antibactérienne est en fonction de la bactérie cible. Il s'est avéré que les deux bactéries testées ont été sensibles vis-à-vis de la concrète de myrte mais *Escherichia coli* était plus sensible que *Staphylococcus aureus*.

Plusieurs travaux mettent en évidence la grande sensibilité des bactéries Gram positif par rapport aux bactéries Gram négatif qui peut s'attribuer à la différence dans les couches externes des bactéries Gram négatif par rapport aux bactéries Gram+ [94-96], mais cela n'a pas été observé dans ce travail.

Malheureusement, Peu de travaux ont été réalisés sur l'huile végétale de *myrtus communis*, les travaux antérieurs ont été basés sur les huiles essentielles de cette plante.

Vue la rareté d'études qui ont investigué le potentiel antibactérien de cette huile, il est nécessaire d'approfondir nos connaissances en conduisant des études supplémentaires, en utilisant : d'autres souches bactériennes.

V.8. Evaluation de l'activité antimicrobienne de La pommade

Les diamètres d'inhibition provoqués par la pommade sont présentés sur les Figures (Fig V.21, Fig V.22) ci-dessous



Figure V.21 : Effet de la pommade sur la croissance de *Staphylococcus aureus* d'*Escherichia coli*.

Aucun effet antifongique n'a été observé pour la pommade (Fig V.22).



Figure V.22 : L'effet de la pommade sur la croissance d'aspergillus Niger.

Le classement de la sensibilité des deux bactéries est mentionné sur le tableau suivant :

Tableau 5.5 : Zone d'inhibition en mm provoqué par la pommade.

Bactérie	Staph.aureus	E.coli
pommade	11mm	12mm
Catégorisation des souches	sensible	sensible

Le diamètre de disque de 6mm est incluse dans les résultats. Les résultats de l'activité antibactérienne révèlent que la pommade exerce un large spectre d'activité en agissant sur les bactéries Gram positif (staphylococcus aureus ATCC 43 300) et négatif (Escherichia coli ATCC 25922), avec un degré de sensibilité, sans pour autant présenter d'activité antifongique.

Les zones d'inhibition provoquées par la pommade sont petites par rapport à celles provoquées par les deux huiles, ceci est dû à la faible quantité en principe actif présente dans la pommade.

CONCLUSION

Plusieurs recherches scientifiques ont montré un grand intérêt sur l'exploitation des huiles végétales des plantes dans le domaine pharmaceutique, c'est pour cette raison notre présent travail s'est basé sur l'étude des huiles végétales des deux plantes, poussant à l'état spontanée : Pistacia lentiscus et le Myrtus communis et cela afin de connaître leurs efficacités antimicrobienne lorsqu'elles sont préparées sous la forme pharmaceutique « pommade ».

Deux méthodes d'extraction ont été effectuées afin d'extraire les deux huiles végétales, pour le Pistacia lentiscus une presse à froid a été utilisée afin d'obtenir une huile pure avec moins de résidus, et pour le myrte le dispositif Soxhlet a été utilisé et un rendement de 14% et de 17% a été obtenu lorsque l'éther de pétrole le méthanol ont été utilisés respectivement.

Des analyses physico-chimiques ont été réalisées sur l'huile de lentisque, les différentes valeurs des caractéristiques physico-chimiques se divisent en 2 groupes: ceux qui rendent compte de la qualité de l'huile (densité, indice de réfraction, indice de saponification), et ceux qui rendent compte de l'altération de l'huile (indice d'acidité, acidité et indice de peroxyde) les résultats obtenus sont conformes aux normes, cela signifie que notre huile est de qualité. Aucune analyse n'a été faite sur l'huile de myrte et cela revient au faible rendement obtenu.

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier a été effectuée sur les huiles végétales de lentisque et de myrte, afin de connaître les différents groupements fonctionnels présents dans les deux huiles, les groupements prédominants dans nos huiles sont le groupement acide, alcool, cétone, alcène, ester.

Une pommade à 10% a été formulée en utilisant comme principe actif l'huile de lentisque à 5% et la concrète de myrte à 5%, cette dernière possède un effet antibactérien efficace et cela a été prouvé après avoir réalisé une série d'analyses biologiques sur les deux souches bactériennes (*Staphylococcus aureus*, *E. coli*). L'effet inhibiteur observé sur les *Staphylococcus aureus* et les *E. coli* serait d'un grand intérêt (31mm et 26mm de zones d'inhibitions) car ces espèces sont naturellement résistantes à de nombreux antibiotiques et extraits de plantes.

PERSPECTIVES

Comme perspectives, il serait intéressant de revoir la méthode d'extraction du *Myrtus communis* pour avoir un meilleur rendement, approfondir l'étude sur le myrtus communis car il a plusieurs effets thérapeutiques puissants comme l'effet anticancéreux.

Faire des analyses supplémentaire tel que : la Chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC), la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse (CPG/SM).

Utiliser ces deux huiles végétales sous d'autre formes pharmaceutiques comme les crèmes dermiques ou oculaires et revoir la méthode de formulation en utilisant le mode six. Il est préférable aussi de faire des tests in-vivo.

Ces deux huiles peuvent être exploitées dans le milieu industriel, car elles sont abondantes dans la nature (disponibilité).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : Fleurentin, J.; Pelt, J.-M., 1990. Les plantes médicinales. La Recherche 21, 811-818.
- [2] : Farnsworth, N.R.; Arkerelle, O.; Bingel, A.S.; Soejarto, D.D.; Guo, Z., 1985. Bull. WHO 63, 965-981.
- [3] : Tyler, V.E., 1999 : Phytomedicines: back to the future. J. Nat. Prod. 62, 1589-1592.
- [4] : Gaussen H., Leroy, J.F., Ozenda, P., (1982). Précis de Botanique. 2 – Les Végétaux Supérieurs, Ed. Masson, 2ème édition, pp.579.
- [5]: Hamlat, N. et Hassani, A. (2008). Analyse des flavonoïdes présents dans les feuilles du lentisque par les méthodes chromatographiques. Biotech 2008, XIes Journées Scientifiques du réseau « Biotechnologies végétales / Amélioration des plantes et sécurité alimentaire » de l'Agence universitaire de la Francophonie. 30 juin-3 juillet 2008, Agrocampus Rennes, France. Page 46.
- [6] : Sumbul, S., Aftab Ahmad, M., Asif, M., & Akhtar, M. (2011). *Myrtus communis* Linn. - A review. Indian Journal of Natural Products and Resources, 2, 395-402.
- [7]: Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Surmaghi, M. H. S., Shams-Ardekani, M. R. Rahimi, R. (2013) Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology ; Scientific World Journal. Volume 2013, Article ID 219815, 33 pages.
- [8]: Boukeloua, A. (2009). Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmacotoxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus* L. (anacardiaceae). Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magistère, Université Mentouri Constantine.
- [9] : More D and White J. (2005). Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde, Flammarion, 18-24.
- [10] : Cheraft, N. (2011). Activité biologique in vitro des extraits de *Pistacia lentiscus* contre les radicaux $ABTS^{\bullet+}$, $O_2^{\bullet-}$ et $\bullet NO$ et caractérisation des fractions actives, Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister En Biologie Option : Biochimie Appliquée aux Substances Végétales Bioactives (tableau1) ;
- [11] : Bellakhdar, J., 2003. Le Maghreb à travers ses plantes: plantes, productions végétales et traditions au Maghreb. Eds. Le fennec.
- [12] : Smail-Saadoun, N., 2002. Types stomatiques du genre *Pistacia*: *Pistacia atlantica* Desf.ssp. *atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. p369

- [13] : Belhadj, S., 2000. Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation, Centre Universitaire de Djelfa, Algérie, p 108.
- [14] : Belfadel, F.Z. (2009). Huile de fruits de *Pistacia lentiscus* Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Université Mentouri constantine faculte des sciences exacte département de chimie.
- [15] : Leprieur, M. (1860). J de médecine, chirurgie et de pharmacie, 3ème volume, Publié par la société de science médicale et naturelle de brussels, p. 614 -615.
- [16] : Mezni, F., Labidi, A., Msallem, M., Boussaid, M., Khouja, M.L., Khaldi A.(2014). Influence of harvest date on fatty acid composition and antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* L. edible oils. J. Mater. Environ. Sci. 5, (6) :1703-1708.
- [17] : Mezni, F., Maaroufi, A., Msallem, M., Boussaid, M., Khouja, M. L. Khaldi, A. (2012) Fatty acid composition, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. fruit oils. Journal of Medicinal Plants Research. 6,(39) :5266-5271.
- [18] : Tej Yaakoubi, M., Dhaou, S. (2007). Extraction et analyse de la composition acide des huiles fixes de *Pistacia lentiscus* L. Revue des régions arides. 1:30-39. (résumé).
- [19] : De pooter, 1991 Une médecine nouvelle phytothérapie et aromathérapie. Ed : Presses de la renaissance. ISBN 2-85616-121-9. p 20 [70] Du ru, 2003 Effets anti inflammatoires
- [20] : Gardeli, C., Papageorgiou, V., Mallouchos, A., Theodosis, K., Komaitis, M., 2008. Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. Food Chemistry 107, 1120-1130.
- [21] : Bentley, R.Y., Trimen, H., 1980. Medicinal plants. London: J. and A Churchill, p 68.
- [22] : Kordali. S., Cakir, A., Zengin, H., Duru, M.E., 2003. Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in turkey. Fitoterapia 74, 164-167.
- [23] : Al-Habbal, M. J., Al-Habbal, Z., Huwez, F.U., 1984. A double-blind controlled clinical trial of mastic and placebo in the treatment of duodenal ulcer. Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. 11,541–544.
- [24] : Bellakhdar, J., (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle, Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, Paris, P. 764.
- [25] : Migliore, (2011). Empreintes des changements environnementaux sur la phylogéographie du genre *Myrtus* en méditerranée et au Sahara. Thèse de Doctorat. Discipline: Biologie des populations et Ecologie. Faculté des Sciences et Techniques, Université Paul Cézanne Aix-Marseille III. 250p.
- [26] : Goetz, P., Ghedira, K. (2012). Phytothérapie anti-infectieuse. France, Paris: Springer-Verlag. Pp. 313-318

- [27] : Grêté, (1965). Précis de botanique, Systématique des angiospermes Tome II ; 2ème édition révisée, Faculté de Pharmacie de Paris – Masson, 429.
- [28] : Cevat et Musa, 2007).Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey, Journal of Food Engineering, 79, 453-458.
- [29] : Laurent, BM.,(1980) .L'huile de myrte Les huiles essentielles, Séduits Publishing Corp, Carol Stream, Etats-Unis, 45.
- [30] : Pottier-Alapetite,(1979). Flore de la Tunisie. Angiospermes, dicotylédones dialypétales. Imprimerie officielle de la république Tunisienne Tunis: Publications Scientifiques Tunisiennes, 1, 654.
- [31] : Ozek T., Demirci., KHC Baser,(2000). La composition chimique de l'huile de myrte turque. Journal de la recherche Huile Essentielle, 12, 541-544.
- [32] : Quézel P. et Santa S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Ed CNRS, Paris, France, p. 636.
- [33] : Wannes, A.W., Mhamdi, B., & Marzouk, B. (2009). Variations in essential oil and fatty acid composition during *Myrtus communis* var. *italica* fruit maturation. Food Chemistry, 112, 621-6.
- [34] : Serce, S., Ercisli, S., Sengul, M., Gunduz, K., & Orhan, E. (2010). Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.)fruits. Pharmacognosy Magazine , 6, 9-12.
- [35] : Sedat Serce, Sezai Ercisli1, Memnune Sengul1, Kazim Gunduz, Emine Orhan1 (2010). Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. P9 .Agricultural Faculty, Department of Horticulture, Mustafa Kemal University, 31034 Antakya, Hatay, 1Ataturk University, 25240 Erzurum, Turkey.
- [36] : Baba-Aissa F., 1991. Les plantes médicinales en Algérie. Co-édition Bouchène Ad. Diwan Alger. 113.
- [37] : Christian F., Lutz F., Giovanni A. et Oliver W., 2005. Identification of Molecular Targets of the Oligomeric Nonprenylated Acylphloroglucinols from *Myrtus communis* L. and their implication as anti-inflammatory compounds. The journal of pharmacology and experimental therapeutics. 315, 389–396.
- [38] : Onal S., Timur S., Okutucu B., et Zihnioglu F., 2005. Inhibition of Alpha- Glycosidase by Aqueous Extracts of Some Potent Antidiabetic Medicinal Herbs. Prepatation Biochemic Biotechnologie. 35, 29-36.

- [39] : Bousbia N. (2003) Extraction et identification de quelque huile essentielle (Nigelle, Coriandre, Origan, Thym, Romarin). Etude de leurs activités antimicrobiennes. Thèse de magister. I. N. A. Alger. P : 38-115
- [40] : REMMAL A., BOUCHKHI T., RHAYOUK., ETTAYBI M et TANTOUIELRAKI., (1993). Improved method for determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium. *J.ESS.Oil Res.*5 (2). 179-184.
- [41] :Caillet S. et Lacroix M. (2007). Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA).INRS-Institut Armand-Frappier, Laval (Québec). 1- 8.
- [42] : BILLERBECK G, (2002). Les contaminations biologiques des biens culturels : Essai d'utilisation d'huile essentielle en traitement de l'aire. Ed : Elsevier.357-365
- [43] : Bonsignore L., Cottiglia F., Loy G, 1998. Antibacterial Activity of Pistacia Lentiscus Aerial Parts. *Fitoterapia* : Vol. 69, No. 6, 537-538.
- [44] : Elfellah M.S., Akhter M.H. et Khan M.T. (1984). Anti-hyperglycaemic effect of an extract of Myrtus communis in streptozotocin-induced diabetes in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 11, 275.
- [45] : Cherrat L., Espina L., Bakkali M., Garcia-Gonzalo D., Pagan R., Laglaoui A. (2013) Chemical composition and antioxidant properties of Laurus nobilis L. and Myrtus communis L. essential oils from Morocco and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes for food preservation. *J. Sci. Food Agric.*, 94, 1197-1204.
- [46] : Ben Ghnaya A., Chograni H., Messoud C., Boussaid M. (2013) Comparative Chemical Composition and Antibacterial Activities of Myrtus communis L. Essential Oils Isolated from Tunisian and Algerian Population. *Plant Pathology and Microbiology*, 4, 1-5.
- [47] : Mohtadji C. (1989). Les aliments. Ed Maloine : Paris, 1989. 94P. ISBN 2-224-018894.
- [48] : Lecerf, J.-M. (2011). Les huiles végétales particularités et utilités. *Médecine des maladies Métaboliques* (5) 3, 257-262.
- [49] : Bensalem G.(2015). (Pistacia Lentiscus L.).cactéristique physicochimiques et composition en acide gras, université Constantine Algérie. P11.
- [50] : Cuvelier M., E., and Maillard M., N. (2012) Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *Oléagineux Corps Gras Lip.* (19) 2, 125-132.
- [51] : Entressangles. B., Zwobada. F., 1987. Des acides gras aux matières grasses alimentaires. *Lipides et santé*. P 2-23

- [52] : <http://www.chups.jussieu.fr/polys/biochimie/STbioch/POLY.Chp.7.3.html>
- [53] : Harwood J., Ramon A. (2000). Handbook of olive oil – Analysis and properties, An Aspen publication, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 1-513.
- [54]: Bouteldj F. et Kadjoudj Z (2013). Etude des paramètres physico-chimiques de l'huile de fruits de pistachier lentisque : *Pistacia lentiscus L.* (Drou) de Mila et de Jijel. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en Nutrition et en Technologies Agro-Alimentaires, I.N.A.T.A.A. Université Constantine1, 68 p.
- [55] : l'atelier de lys axia –descriptif presse extrudeuse sifel -2009-V9-p1.
- [56]: Luque de Castro M.D., Priego-Capote F., Soxhlet extraction: Past and present panacea, Journal of Chromatography A, 2010, 1217, 2383-2389.
- [57]: Bimakr M., Rahman R.A., Taip F.S., Ganjloo A., Salleh L.M., Selamat J., Hamid A., Zaidul I.S.M.,(2011). Comparison of different extraction method of major bioactive flavonoid compounds from spearmint (*Mentha spicata L.*) leaves, Food and Bioproducts Processing, 89, 67-72.
- [58] : Chalvet (de)-Rochemonteix (de), A. (2009) Les biofilms et la peau. Thèse pour le Doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de Créteil- Ecole nationale vétérinaire d'Alfort (France).147 p.
- [59]: Degim T-Understanding skin penetration : computer aided modeling and data interpretation ;Current computer-Aided Drug Desing ; Vol 1 ; pp11-19.2005
- [60] : Weisse S- complexes cyclodextrines/ester de viatmine A : stabilisation,solubilisation et promotion de l'adsorption cutanée- Thèse de doctorat ;université PARIS ; XI série N°741.2002.
- [61] : Thiers S,Tasseaul O –les cosméceutique :cosmétiques ou médicaments ?- MIDIFAB ;Vol.3 ;pp45-56.2005.
- [62] : PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 6ème EDITION publiée le 16 juillet 2007 remplace la 5e Edition à dater du 1er janvier 2008 p806-807.
- [63] : Aiache J.M,Aiache S, Renoux R- Initiation à la connaissance du médicament-Préface du Pr Y.Cohen 4°édition 220-225.©Masson,Paris,Masson S.A-120,bd Saint-germain.75280 Paris Cedex 06.1989-2001)
- [64] : Bronaugh R.L , Maibach H.I. Topical absorption of Dermatological Products. Marcel Dekker, 2002.
- [65] : Hugues F.C. , Le jeune CI., La batide S. Thérapeutique Générale - Du développement à la prescription des médicaments. Edition Frison-Roche, Paris, 1993: 59-64, 79-80.

- [66] : Segot-Chicq S ., Rieg-Falson F . Les systèmes transdermiques S.T.P. Phanna, 1987, 3 (4), 319-325.
- [67] : Legrand. G (1993), 12^{ème} édition Masson révisée par J.M Aiache : Manuel du préparateur en pharmacie à l'usage des élèves préparateurs, préparateurs et étudiants stagiaires en pharmacie, 644 pages.
- [68] : ROSSETTO Y. et al Phannacotechnie industrielle <p 41. I.M.T. Editions, 1998.
- [69] : ISO 1014 :1985(FR), coke détermination de la densité relative, de la densité relative apparente et de la porosité.
- [70] : Perrin. J.L, (1992) Manuel des Corps Gras, tome 2. Ed. Technique et documentation Lavoisier, 1992, Paris
- [71] : ISO 660 : (2003). Corps gras d'origines animale et végétale- détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.
- [72] : ISO 3960 : (2001). Corps gras d'origines animale et végétale- détermination de l'indice de peroxyde.
- [73] : ISO 3657 : (2002). Corps gras d'origines animale et végétale -- Détermination de l'indice de saponification.
- [74] : FAO, (1979). Manuel of food quality contrl. ED: 3 commodities. Food and Agriculture organization of the United Nations. Rome. 409p.
- [75] : Yahiaoui N., Mémoire de magister « Etude de l'adsorption des composés phénoliques des margines d'olive sur carbonate de calcium, hydroxyapatite et charbon actif », Université Mouloud Mammerim Tizi Ouzou, 2012.
- [76] : Ramdani S., Soltana F., mémoire ingénieur « Détermination simultanée de l'aluminium et du fer par spectrophotométrie dérivée à l'aide de la méthode Zero- Crossing », Université A. M Bejaia, 2003.
- [77]: Meyer et Denier « spectroscopie pratique dans le domaine du visible et de l'ultraviolet », Bull. Un. Phys. 784. P (895 – 908), 1996.
- [78] : M .Rahmani, N.Moussaoui, Elimination du Pb²⁺ par deux types de kaolins naturel et traités thermiquement. Mémoire de master, Université de Béjaia, 2013.
- [79] :Benchabane A., (2006). « Etude du comportement rhéologique de mélange argile-polymères. Effets de l'ajout de polymères ». Université Louis Paster-Strasbourg I.
- [80] : Bouamara Kenza & Haddad Souhila (2016) Evaluation des activités biologiques de quelques huiles végétales. Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme master en bioprocédé Technologie Alimentaire. Université A. MIRA - Bejaia Algérie.P33.

- [81] : Benjelali B, Tantaoui EA, Esmaili-Alaoui M (1986) Méthodes d'études des propriétés antiseptiques des huiles essentielles par contact direct en milieu gélosé. *Plant Med Phytother* 20:155–67.
- [82] : Ponce AG, Fritz R, Delvalle C, Roura SI (2003) Antimicrobiolactivity of essential oils on the native microflora of organicsuisschard. *Lebensmittel-wissenschaft und technologic* 36:679–84.
- [83] : FAO, 2018 Manuel of food quality contrl.. Food andAgriculture organization of the United Nations.
- [84] : Maamei–Habibatni Z. (2014). *Pistacia lentiscus* L.: Evaluation pharmaco toxicologique. Thèse de Doctorat en sciences. Université de Constantine I, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Algérie, 138 p.
- [85] : Boukelouaa A., Belkhirib A., Djerroua Z., Bahric L., Boulebdad N. et Hamdi Pachaa Y.2014. Acute toxicity of *Opuntia ficus indica* and *Pistacia lentiscus* seed oils mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines*, 9(4) : 607–611.
- [86] : Tchiégang C., Ngo O. M., Dandjouma A., et Lapse C. (2004). Qualité et stabilité de l'huile extraite par pressage des amandes de ricinodendron heudelotti (Bail.) pierre ex pax pendant La conservation à température ambiante. *J. Food Eng.* (62) 69-77.
- [87] : Marmesat S., Morales A., Velasco J., Ruiz-Méndez M. V. et Dobarganes M. C. (2009). Relationship between changes in peroxide value and conjugated dienes during oxidation of sunflower oils with different degree of unsaturation. *Grasas y Aceites*, (60) 2, 155-160.
- [88] : Rossell, 1993-Measuring resistance to oxidative rancidity Food.International publisher of science,Technology and Medicine, 4 :220-225.
- [89] : Bouteldj F. et Kadjoudj Z (2013). Etude des paramètres physico-chimiques de l'huile de fruits de pistachier lentisque : *Pistacia lentiscus* L. (Drou) de Mila et de Jijel. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en Nutrition et en Technologies Agro-Alimentaires, I.N.A.T.A.A. Université Constantine1, 68 p.
- [90] : Eyang Esseng M. (2007) Étude de la phytochimie et des activités antibactériennes et antifongiques de cinq plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel des dermatoses au Mali, Thèse de Doctorat de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie, Université de Bamako, Mali, 175 p.
- [91] : BekkourK ,Caractérisation rhéologique et en écoulement d'émulsion d'huile de vaseline et d'eau et d'émulsion chargé en solide » thèse de doctorat à l'universitéde louis Pasteur strasbourg 1991.

[92] : Charrouf Z. et Guillaume D. 1999. Ethnoeconomical, ethnomedical, and phytochemical study of *Argania spinosa* (L.) Skeels. *Journal of Ethnopharmacology*, 67 : 7–14.

[93] : Benbrinis, S. (2012) Évaluation des activités antioxydante et antibactérienne des extraits de *Santolina chamaecyparissus*. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme de Magister en biochimie. Université Ferhat Abbas Sétif. Algérie.

[94] : Hayouni EA, Abedrabba M, Bouix M, (2007) The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chem* 105: 1126–34.

[95] : Shan B, Cai YZ, Brooks JD, (2007), The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *Int J Food Microbiol* 117: 112–9.

[96] : Bouterfas K, Mehdadi Z, Latreche A, (2014) Pouvoir antimicrobien des flavonoïdes extraits des feuilles de *Marrubium vulgare* L. En provenance du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Phytothérapie* 12 : 6–14.

ANNEXE

Annexe 1 : Les essais de pré-formulation (groupe 1).

Nombre d'essais composés	1 ^{er} essais (placebo)	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}
Cire synthétique (g)	3	3	4	4	4	4
Huile de paraffine commercial (g)	7	6	5	5	5	5
Huile de lentisque (g)	–	1	1	0.5	0.8	0.5
L'huile du myrtus communis (g)	–	–		0.5	0.2	–
Concrète de myrte (g)	–	–	–	–	–	0.5

Annexe 2 : Les essais de pré-formulation (groupe 2).

Nombre d'essais composés	1 ^{er} essais	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}
Cire d'abeille (g)	3	4	3.5	3.5	3.5
Huile de paraffine pure (g)	6	5	5.5	5.5	5.5

Huile de lentisque (g)	1	1	1	0.8	0.5
L'huile du myrtus comminus (g)	–	–	–	0.2	–
Concrète de myrte (g)	–	–	–	–	0.5

Annexe 3 : Les essais de pré-formulation (groupe 3).

Nombre d'essais composés	1 ^{er} essais	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}
Cire d'abeille (g)	3.5	3	3.5	3
Huile de paraffine pure (g)	–	3	–	3.5
Huile de lentisque (g)	–	–	0.5	0.5
L'huile du myrtus comminus (g)	–	–	–	–
Concrète de myrte(g)	–	–	0.5	0.5
L'huile de vaseline (g)	5.5	3	5.5	2

Annexe 4 : Analyse sensorielle des quatre pommades.

Formulation Personne	F1	F2	F3	F4
P1	La pommade est lisse et onctueuse, mais sèche trop rapidement sur la peau.	La pommade est huileuse, pénètre mal dans la peau (laisse un film gras).	La pommade est lisse et onctueuse, pénètre rapidement dans la peau (agréable au touché et hydratante).	La pommade est très huileuse, pénètre très mal dans la peau (film gras sur la peau).
P2	La pommade est lisse et onctueuse hydrate mal la peau (sèche trop vite)	La pommade est lisse et onctueuse mais elle pénètre difficilement dans la peau (s'absorbe mal).	La pommade est lisse et onctueuse, elle s'adhère bien a la peau (bonne hydratation et très agréable au touché).	La pommade est collante très huileuse, pénètre difficilement dans la peau (désagréable au touché).
P3	La pommade est lisse et onctueuse mais elle sèche trop vite (pas très hydratante).	La pommade est lisse et onctueuse mais elle ne pénètre pas facilement dans la peau.	La pommade est lisse et onctueuse, s'adhère bien a la peau, hydratante et agréable au touchée.	La pommade est très grasse (huileuse), pénétration difficile avec une sensation désagréable.
P4	La pommade est lisse et onctueuse, s'étale bien et sèche rapidement sur la peau.	La pommade est lisse et onctueuse, la peau ne l'absorbe pas facilement.	La pommade est lisse et onctueuse, s'étale bien, elle pénètre rapidement dans la peau (hydratante et agréable touchée	La pommade est très huileuse, reste sur la peau et elle est désagréable au touché.

P5	La pommade est lisse et onctueuse mais sèche trop rapidement sur la peau	La pommade est lisse et onctueuse mais elle ne pénètre pas facilement dans la peau	La pommade est lisse et onctueuse, elle s'adhère bien à la peau (bonne hydratation et très agréable au touché).	La pommade est très grasse (huileuse), pénétration difficile avec une sensation désagréable.
----	--	--	---	--