

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Mémoire du Projet de fin d'étude
2^{ème} Année Master



Département : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Chimique

Présenté par :

*SAIDANI Ahlem
KHABATTI Ouahida*

*Fabrication d'une crème apaisante et hydratante
pour brûlures et coups de soleil à base des huiles
essentielles de Camomille et de Lentisque*

Sous la direction de :
Prof. BENHAMIDA Aida

Juin 2023

Résumé

Ce travail vise l'étude de l'activité biologique de deux huiles essentielles extraites de plantes naturelles ainsi que la préparation d'une crème à base d'une huile essentielle de camomille en vue d'une utilisation thérapeutique.

Dans un premier temps, nous avons testé 3 méthodes d'extraction basées sur le principe d'hydrodistillation de deux plantes à savoir le *Pistacia lentiscus* et la camomille récoltées dans une région de Guelma. Les propriétés et la composition chimique des huiles essentielles extraites ont ensuite été déterminées en utilisant plusieurs techniques expérimentales.

Les résultats ont montré que la camomille contient essentiellement des hydrocarbures monoterpéniques (73.46%), 1,8-Cinéole (38,12%) cependant vient en 3^{ème} et 4^{ème} position le Camphre (12.81%), Bornéol (10,87%) puis le α -Pinène (10.01%) comme constituants majoritaires. L'huile essentielle de lentisque est constituée majoritairement par des hydrocarbures monoterpéniques comme composé majoritaire (63.98%), suivi par le α -Pinene (21.86%). L'activité antifongique des deux huiles a été étudiée.

Notre crème est préparé à base de l'huile essentielle de camomille mélangée avec l'huile végétale de lentisque avec des ingrédients qui sont tous naturels, notre crème est destinée pour apaiser les brûlures et les coups de soleil .

Abstract

The aim of this work is to study the biological activity of two essential oils extracted from natural plants, and to prepare a cream based on chamomile essential oil for therapeutic use.

Initially, we tested 3 extraction methods based on the principle of hydrodistillation of two plants, *Pistacia lentiscus* and chamomile, harvested in a region of Guelma. The properties and chemical composition of the extracted essential oils were then determined using several experimental techniques.

The results showed that chamomile contains mainly monoterpene hydrocarbons (73.46%), 1,8-Cineole (38.12%), with Camphor (12.81%), Borneol (10.87%) and α -Pinene (10.01%) in 3rd and 4th place as the main constituents. Mastic essential oil is made up of monoterpene hydrocarbons as the majority compound (63.98%), followed by α -Pinene (21.86%). The antifungal activity of both oils was studied.

Our cream is based on chamomile essential oil blended with lentisque vegetable oil, with ingredients that are all natural. Our cream is designed to soothe burns and sunburns.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة النشاط البيولوجي لاثنتين من الزيوت الأساسية المستخرجة من النباتات الطبيعية، وتحضير كريم يعتمد على زيت البابونج العطري للاستخدام العلاجي.

في البداية، اختبرنا 3 طرق استخراج بناءً على مبدأ الاستخراج المائي لنباتين، *Pistacia* العدس والبابونج، تم حصادهما في منطقة Guelma. تم تحديد الخصائص والتركيب الكيميائي للزيوت الأساسية المستخرجة باستخدام العديد من التقنيات التجريبية.

أظهرت النتائج أن البابونج يحتوي بشكل أساسي على هيدروكربونات مونوتيربين (73,46%)، 1,8-Cineole (38,12%)، مع كامفور (12,81%) وبورنول (10,87%) α -بينين (10,01%) في المركزين الثالث والرابع كمكونات رئيسية. يتكون الزيت العطري المصطكي من هيدروكربونات مونوتيربين كمركب الأغلبية (63.98%)، يليه α -بينين (21.86%). تمت دراسة النشاط المضاد للفطريات لكلا الزيوت.

يعتمد كريمنا على زيت البابونج العطري الممزوج بالزيت النباتي العدسي، مع مكونات طبيعية جميعها. تم تصميم كريمنا لتهدئة الحروق وحروق الشمس.

Dédicaces



Je dédie mon travail

*A celle qui m'a insérée le goût de la vie et le sens de la
responsabilité....ma mère bien aimée*

*A Celui qui a été toujours la source d'inspiration et de
courage....mon cher père*

A mon cher et unique frère

A mon amie et mon binôme khabatti ouahida

A tous mes professeurs

Tous ceux qui j'aime dans le monde.



Ahlem

Dédicaces



*Je remercie, tout d'abord, mon Dieu qui m'a donnée la
force et la sagesse pour achever ce modeste travail
A mon père qui m'a stimulée durant toute sa vie afin de me
voir toujours en succès et en réussite.
A celle qui m'a encouragée beaucoup durant toutes mes
études, à la maman la plus chère et la plus proche personne à
mon coeur.*

A mes frères et mes sœurs, ma nièce Meriem, mes neveux.

A ma chère binôme Saaidani Ahlem

Ouahida

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.

Dans un premier temps, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir données le courage, la patience et la volonté d'entamer ce mémoire et d'aller jusqu'au bout.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre directrice de mémoire **BENHAMIDA AIDA**, Professeur à l'Université de Guelma. Nous tenons à la remercier pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion et à orienter notre travail.

Nous remercions très sincèrement **Prof. BENHAMZA H.**, directeur du laboratoire de recherche LAIGM de l'Université de Guelma, et **Dr. SELAIMIA R.** pour nous avoir données la possibilité de faire des analyses spectroscopiques IRTF dans le laboratoire.

Nous adressons nos chaleureux remerciements à **Dr. ALLIOUI N.** qui nous a accueilli dans son laboratoire au niveau de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université 8 Mai 1945 de Guelma, afin de réaliser les tests sur l'activité antifongique.

Nos sincères remerciements et gratitude s'adressent à **Prof. DJELOUL R.** de l'Université de CHADLI BEN DJEDID de EL TAREF pour nous avoir accueillies dans son laboratoire et offert la possibilité de faire les extraction des huiles et leurs caractérisations par plusieurs techniques.

Avant de clôturer nos remerciements, **Ouahida** adresse sa gratitude au **Prof. NOUAOURIA Mohamed Salah**, directeur du laboratoire de Génie Civil et d'Hydraulique LGCH et **Dr. BACHARI Khaldoune**, directeur de centre de recherche d'analyse physico-chimique (CRAPC) qui m'ont donnée l'opportunité de poursuivre mes études.

Elle exprime également sa profonde gratitude et ses sincères remerciements à **Dr. BENHAYAHM Ali**, coordinateur du PTAPC GUELMA sans oublier **Mr. MESALHI Moustafa**, l'administrateur du PTAPC GUELMA.





Sommaire



Sommaire

Introduction générale.....	I
Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales	
Introduction	
I. Les plantes médicinales.....	1
1. Définition.....	3
2. Types de plantes médicinales.....	3
2.1. Les plantes spontanées.....	4
2.2. Les plantes cultivées.....	4
3. Les conditions optimales pour obtenir le meilleur des plantes.....	4
3.1. La récolte.....	5
3.2. Le séchage.....	5
3.3. La conservation.....	5
3.4. La durée de la conservation.....	6
4. Intérêts des plantes médicinales	6
5. Les principes actifs des plantes médicinales.....	6
6. Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie	7
7. Quelques plantes médicinales.....	7
II. Etude des plantes médicinales choisies.....	9
1. Camomille.....	9
1.1. Présentation de la famille Asteraceae.....	9
1.2. Historique.....	10
1.3. Dénomination.....	11
1.4. Caractéristiques.....	11
1.5. Répartition géographique.....	12
1.6. Composition chimique de la camomille.....	13
1.7. Utilisation traditionnelle de la Camomille	13
2. Lentisque.....	14
2.1. Présentation de la famille.....	14
2.2. Description de Pistacia lentiscus.....	14
2.2.1. Dénomination	14

2.2.2. Classification	15
2.3. Description botanique.....	15
2.4. Répartition géographique.....	16
2.5. Composition chimique de lentisque.....	17
2.5.1. Les fruits.....	17
2.5.2. Les feuilles.....	17
2.5.3. La résine.....	18
2.5.4. L'huile essentielle	18
2.6. Utilisation traditionnelle du Lentisque.....	18

Chapitre II : Généralités sur les huiles essentielles et les méthodes d'extraction

Introduction.....	19
I. Généralités sur les huiles essentielles.....	19
1. Historique.....	19
2. Définition.....	19
3. Origine et rôle des huiles essentielles.....	20
4. Localisation des huiles essentielles dans les plantes.....	20
5. Composition chimique des huiles essentielles.....	21
6. Propriétés des huiles essentielles.....	22
6.1. Propriétés physiques.....	22
6.2. Propriétés chimiques.....	22
7. Les principales propriétés des huiles essentielles.....	23
8. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles.....	24
9. Utilisation des huiles essentielles.....	24
10. La toxicité de H.E	25
II. Les méthodes d'extractions.....	25
1. Les méthodes conventionnelles d'extraction.....	26
1.1. Extraction par hydrodistillation (HD)	26
1.2. L'hydro diffusion	27
1.3. Enfleurage.....	27
1.4. Extraction par les solvants.....	27
1.5. Extraction par expression à froid.....	28
1.6. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	28

1.7.	Distillation sèche.....	29
2.	Les méthodes innovantes d'extraction.....	29
2.1.	Extraction par ultrasons.....	29
2.2.	Extraction par les gaz supercritiques.....	30
2.3.	Extraction par micro-ondes.....	31
	Conclusion.....	32

Chapitre III : Les huiles essentielles à usage thérapeutique

	Introduction.....	33
I.	La phytothérapie.....	33
1.	Définition de la phytothérapie	34
2.	Les différents types de la phytothérapie.....	34
3.	Modes de préparation des plantes médicinales pour la phytothérapie	35
a.	La fabrication des médicaments à partir des plantes.....	35
b.	Autres formes de fabrication.....	36
4.	Phytothérapie en Algérie.....	37
5.	Usage thérapeutique des plantes choisies.....	38
5.1.	Effet thérapeutique de la Camomille.....	38
5.2.	Aspects pharmacologiques et effets thérapeutiques de Pistacia lentiscus.....	38
6.	Utilisation thérapeutique traditionnelle.....	38
7.	Les crèmes et leurs utilisations.....	39
1.	La peau.....	39
1.1.	Physiologie cutanée.....	39
1.2.	Rôle de la peau.....	40
1.3.	Pénétration à travers la peau.....	41
1.4.	Facteurs influençant la pénétration à travers la peau.....	41
2.	Brûlure.....	41
2.1.	Définition.....	41
2.2.	Classification des brûlures.....	42
2.3.	Facteurs de gravité.....	42
3.	La cicatrisation normale.....	43
3.1.	Facteurs influençant la cicatrisation.....	43
4.	Les Crèmes et les émulsions.....	44

4.1.	Définition des formes semi-solides à application cutanée.....	44
4.2.	Principales formes galéniques semi-solides.....	44
4.2.1.	Les crèmes.....	44
4.2.2.	Pommades	45
4.2.3.	Pâtes.....	45
4.2.4.	Gels.....	45

Chapitre IV : Protocole expérimental

Partie I : Extraction des huiles essentielles et leurs caractérisations.....		46
1.	Matière végétale.....	46
2.	La zone de récolte.....	47
3.	Matériel et produits chimiques utilisés au laboratoire.....	48
4.	Méthodes d'extraction.....	49
4.1.	L'hydrodistillation.....	50
5.	Caractérisation physicochimique des huiles essentielles extraites.....	53
6.1.	Caractères organoleptiques.....	53
6.2.	Caractéristiques physiques.....	54
6.2.1.	Le rendement.....	54
6.2.2.	L'indice de réfraction.....	54
6.2.3.	Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)	55
7.	Les caractéristiques chimiques.....	56
7.1.	Indice d'acide.....	56
7.2.	Chromatographie en phase gazeuse/Spectrométrie de masse (CPG/SM).....	56
7.3.	Chromatographie sur Couche Mince CCM.....	57
7.4.	Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF)	58
8.	Caractéristiques biologiques.....	58
8.1.	Activité antifongique.....	58
Partie II : Préparation et caractérisation de crèmes thérapeutiques et cosmétiques à base des huiles essentielles de camomille et lentisque.....		63
1.	L'objectif de l'étude.....	63
2.	Type d'étude.....	63
3.	Cadre de l'étude.....	63
4.	Matériels et équipement.....	63

5.	Préparation de la crème.....	64
6.	Les caractéristiques physiques et chimiques de la crème.....	64
6.1.	Caractères macroscopiques.....	64
6.2.	Homogénéité.....	64
6.3.	Type d'émulsion.....	64
6.4.	Essais de stabilité.....	65
6.5.	Mesure du pH.....	65
6.6.	Indice de réfraction.....	65
6.7.	Indice d'acide.....	66
6.8.	Expression en acidité.....	66

Chapitre V: Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

Partie I : Extraction et caractérisation des huiles essentielles de la Camomille et de Lentisque

1.	Le rendement des huiles essentielles.....	67
2.	Etude des propriétés des huiles essentielles.....	69
2.1.	Propriétés organoleptiques.....	69
2.2.	Analyse des caractéristiques physico-chimiques	70
2.2.1.	Indice d'acide.....	70
2.2.2.	Indice de réfraction.....	70
2.2.3.	pH.....	71
3.	Analyse par spectroscopie IRTF.....	71
4.	Analyse par CG/MS.....	74
4.1.	Caractérisation de l'huile essentielle de Lentisque par GC-SM.....	75
4.2.	Caractérisation de l'huile essentielle de la Camomille par GC-SM.....	78
5.	Chromatographie sur couche mince CCM.....	81
6.	Etude de l'effet antifongique de l'huile essentielle de Camomille et de Lentisque... 81	81
6.1.	Activité antifongique de l'HE de Lentisque.....	81
6.2.	Activité antifongique de l'HE de Camomille.....	82

Partie II : Préparation et caractérisation de crèmes thérapeutiques et cosmétiques à base des huiles essentielles de Camomille et Lentisque.....

1.	Propriétés et bienfaits du la crème bio	84
2.	Les caractéristiques physiques et chimiques.....	84

2.1.	Caractères macroscopiques.....	84
2.2.	Homogénéité.....	85
2.3.	Type d'émulsion.....	85
2.4.	Essais de stabilité.....	85
2.5.	pH de la crème.....	86
2.6.	L'indice de réfraction.....	86
2.7.	Indice d'acide	86
2.8.	Expression en acidité.....	87
	Conclusion générale.....	88
	Liste des références bibliographiques.....	90
	Annexe I.....	105
	Annexe II.....	107
	Annexe III	



Listes



Liste des abréviations

PAM	Plante aromatique et médicinale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
km ²	Kilomètres carrés
cm	Centimètre
UV	Ultraviolet
HE	Huile essentielle
AFNOR	Association française de normalisation
ISO	Organisation internationale de normalisation
HD	Hydrodistillation
kHz	Kilohertz
CO ₂	Dioxyde de carbone
NaCl	Chlorure de sodium
KOH	Hydroxyde de potassium
°C	Degré Celsius
g	Gramme
pH	Potentiel d'hydrogène
CCM	Chromatographie sur Couche Mince
RF	Rapport frontale
IRTF	Infrarouge à transformée de Fourier
CPG/SM	Chromatographie en phase gazeuse/Spectrométrie de masse
mm	Millimètre
µm	Micromètre
min	Minute
h	Heure
ml	Millilitre
µL	Microlitre
PDA	Potatoes dextrose agar
T	Température
CAMD	Compressed Air Microwave Distillation
VMHD	Vacuum Microwave Hydrodistillation
SFME	Solvent Free Microwave Extraction
SFME	Free Microwave Extraction
MHG	MicrowaveHydrodiffusion and Gravity

Liste des images

Image I.1 : Quelques plantes médicinales.....	4
Image I.2 : <i>Matricaria Camomille</i>	11
Image IV.1 : La camomille sèche commercialisée.	46
Image IV.2 : La camomille fraîche récoltée.	47
Image IV.3 : Lentisque frais.	47
Image IV.4 : Réfractomètre.	55
Image IV.7 : PH mètre.	65
Image V.1 : L'indice de réfraction de la crème.....	86

Listes des figures

Figure I.1 : Structure de quelques constituants chimiques de <i>la camomille</i>	9
Figure I.2 : Différentes parties du <i>Matricaire camomille</i>	12
Figure I.3 : Photos des Feuilles, Fruits et Résine de <i>Pistacia lentiscus</i>	16
Figure I.4 : L'aire de répartition du genre <i>Pistacia</i>	17
Figure II.1 : Squelette d'une unité isoprénique.	21
Figure II.2 : Les composés aromatiques d'une huile.	22
Figure II.3 : Modes d'extraction des huiles essentielles.	25
Figure II.4 : Schéma d'un montage d'hydrodistillation.	26
Figure II.5 : Montage d'expression à froid.	28
Figure II.6 : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau.	28
Figure II.7 : Schéma simplifié d'un extracteur au CO ₂ supercritique.	30
Figure II.8 : Dispositif d'extraction assistée par micro-ondes.	31
Figure III.1 : Représentation schématique de la peau.	39
Figure IV.1 : Situation géographique de la wilaya de Guelma.	48
Figure IV.2 : Montage d'hydrodistillation du tube simple.	50
Figure IV.3 : Opération de décantation.	51
Figure IV.4 : Dispositif de Clevenger.	52
Figure IV.5 : Le montage d'extraction par l'hydro-distillateur.	53
Figure IV.6 : La gamme de couleur selon le pH.	56
Figure IV.7 : Symptômes de la pourriture grise sur les fraises.	59
Figure IV.8 : Tube conique contenant la suspension sporale de <i>B. cinerea</i>	61
Figure IV.9 : Cellule de Malassez utilisée pour la détermination de la concentration de la suspension sporale de <i>B. cinerea</i>	61
Figure V.1 : Rendement d'huile essentielle extraite de lentisque et de la camomille.....	68
Figure V.2 : Spectre IRTF d'huile de <i>lentisque</i> enregistré dans les régions 4000 et 500cm ⁻¹ .72	72
Figure V.3 : Spectre IRTF d'huile de la <i>camomille</i> enregistré dans les régions 3500 et 500cm ⁻¹	72
Figure V.4 : Les produits majoritaires de l'huile essentielle de feuille de <i>Pistacia lentiscus L</i>	76
Figure V.5 : Les produits majoritaires de l'huile essentielle de la <i>Camomille</i>	80

Figure V.6: Résultats du test de l'activité antifongique de l'HE de lentisque à l'égard de *Botrytis cinerea*.....82

Figure V.7: Résultats du test de l'activité antifongique de l'HE de lentisque à l'égard de *Botrytis cinerea*.....83

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Exemples des plantes médicinales.....	8
Tableau I.2 : Quelques constituants chimique de <i>la camomille</i>	9
Tableau I.3: Différence entre les trois <i>Camomilles</i> médicinales.	10
Tableau I.4: Constituants chimiques de <i>Chamaemelum nobile L.</i>	13
Tableau I.5: Classification botanique du <i>Pistacia Lentiscus L.</i>	15
Tableau II.1: L'organe de stockage dans quelques familles végétales.	20
Tableau II.2: Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction.....	32
Tableau III.1: Effet thérapeutique de différentes parties de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	39
Tableau IV.1 : Matériel et produits utilisés.....	48
Tableau V.1: Rendement d'huile essentielle de <i>lentisque</i> et <i>camomille</i>	67
Tableau V.2: Propriétés organoleptiques de l'huile essentielle de lentisque.....	69
Tableau V.3 : Propriétés organoleptiques d'huile essentielle de camomille.....	69
Tableau V.4: Caractéristiques physico-chimiques de l'HE de <i>lentisque</i> et <i>la camomille</i>	70
Tableau V.5 Illustre les principales bandes d'absorption correspondante aux groupements fonctionnels présents dans l'HE de <i>lentisque</i>	73
Tableau V.6 regroupe les principales bandes d'absorption correspondantes aux groupements fonctionnels présents dans l'HE de la Camomille.	73
Tableau V.7 : Principaux composés chimiques présents dans l'HE de Lentisque.....	75
Tableau V.8: Structures des composés majoritaires retrouvés dans l'huile essentielle des feuilles de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	77
Tableau V.9 : Comparaison des composés présents dans l'HE de Lentisque issu de plusieurs régions.....	78
Tableau V.10 : Principaux composés chimiques présents dans l'HE de Camomille.....	78
Tableau V.11: Structure des composés majoritaires retrouvés dans l'huile essentielle de la Camomille.....	80
Tableau V.12 : Résultats du test de l'activité antifongique de l'HE de Lentisque.....	81
Tableau V.13 : Résultats du test de l'activité antifongique de l'HE de Camomille.....	82
Tableau V.14 : Propriétés physico-chimiques de la crème préparée.....	85

Introduction générale



Introduction générale

L'utilisation des plantes aromatiques par l'homme est une pratique antique [1], principalement en raison de leurs propriétés thérapeutiques qui sont dues à la présence de composés naturels bioactifs accumulés dans différents organes et parfois dans des cellules spécialisées de la plante [2].

De nos jours, de très nombreuses plantes sont utilisées comme source d'assaisonnement, en cosmétique ou comme remède en médecine traditionnelle. Cette utilisation se base de plus en plus sur des critères scientifiques, contrairement au passé où elle tenait compte simplement des observations au cours des siècles.

Actuellement, cette médication par les plantes connaît un regain d'intérêt notable et c'est grâce aux études scientifiques basées sur les méthodes analytiques et les expérimentations nouvelles, que le monde médical découvre de plus en plus, les bienfaits des prescriptions empiriques des plantes médicinales [3].

L'Algérie, compte parmi les pays du bassin méditerranéen les plus riches en ressources phyto-génétiques à intérêt aromatique et médicinal, vu la diversité de ses étages bioclimatiques. On dénombre à plus de 300 espèces à usage thérapeutique ou aromatique existant parmi les 3150 espèces végétales que compte notre pays [4].

Parmi ces plantes, nous avons choisi pour notre étude « la camomille » qui est une plante médicinale souvent utilisée dans les remèdes à base de plantes depuis des milliers d'années, et connue dans l'Égypte ancienne, la Grèce et Rome. Cette herbe a été considérée par les Anglo-Saxons comme l'une des 9 herbes sacrées données aux humains par le seigneur. Le médicament à la camomille est inclus dans la pharmacopée de 26 pays [5].

Pistacia lentiscus, connue communément sous le nom de lentisque, est un arbrisseau appartenant à la famille des Anacardiaceae, cette plante est largement utilisée par la population locale dans la médecine traditionnelle. L'huile de lentisque, est une huile végétative extraite à partir de l'espèce *Pistacia lentiscus* et est souvent utilisée pour le traitement des petites blessures, brûlures légères et érythèmes. Elle est employée par voie orale contre les problèmes respiratoires d'origine allergique et les ulcères de l'estomac [6].

Par ailleurs, les huiles essentielles sont des produits de composition complexe, renfermant des produits volatils contenus dans les végétaux obtenus à partir d'une matière première végétale : fleur, feuille, bois, racine, écorce, fruit, ou autre ; soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par extraction mécanique. Le principal procédé d'extraction est la distillation à la vapeur d'eau. Les huiles essentielles sont un assemblage de molécules complexes qui ont toutes des propriétés particulières [7].

Ce travail a donc pour objectif d'extraire les huiles essentielles à partir des feuilles de lentisque et des fleurs de camomille et l'étude de leurs effets thérapeutique et cosmétique pour la préparation des crèmes. Nous avons également créé une marque de produits cosmétiques en vue de la création de notre propre entreprise à l'avenir.

Notre mémoire est scindé en cinq grands chapitres:

Le premier chapitre concerne l'étude bibliographique qui comporte: Généralités sur les plantes médicinales et l'étude botanique du lentisque et de la camomille.

Le deuxième chapitre présente des généralités sur les huiles essentielles et les méthodes d'extraction.

Le troisième chapitre aborde l'effet thérapeutique et cosmétique des huiles essentielles et la préparation de crème à base d'huiles essentielles.

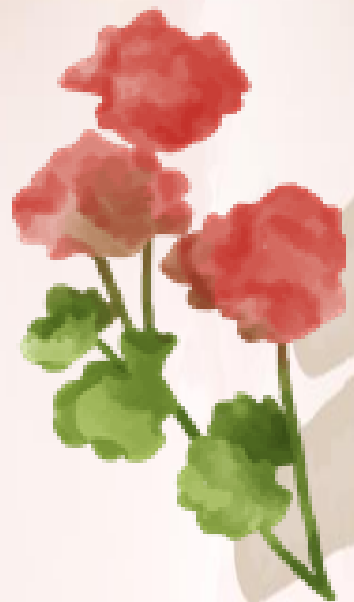
Le quatrième chapitre illustre respectivement les matériels et les méthodes adoptées pour la réalisation de cette étude.

Le cinquième et dernier chapitre regroupe nos résultats expérimentaux leur discussion.

Le mémoire se termine par une conclusion et des perspectives.



Chapitre I



Chapitre I

Généralités sur les plantes médicinales

Introduction

Depuis la plus haute antiquité, les hommes se sont soignés avec les plantes qu'ils avaient à leur disposition. Qu'est-ce qui les a guidés à employer une plante plutôt qu'une autre? Le hasard? La religion? La superstition? L'expérience, certainement. Depuis, plusieurs théoriciens ont entrepris d'expliquer l'action de ces plantes sur l'organisme.

Dans l'Antiquité gréco-romaine, mentionnons les grands médecins grecs : Hippocrate(460-v. 377 av.J.-C.) ; Dioscoride (1^o siècle apr.J.-C.), Galien (v. 131-v. 201) ; pour sa part, le Romain Pline l'Ancien (23-79), à la fois amiral, écrivain et naturaliste, a écrit une Histoire naturelle en 37 volumes. L'ouvrage de Dioscoride sur« la matière médicale », qui décrivait tous les médicaments en usage à son époque, demeura l'une des sources les plus consultées par les médecins jusqu'à l'aube du XIXe siècle.

Jusqu'au XIXe siècle, les médecins se contentaient, pratiquement, de puiser dans la «pharmacie du bon Dieu» pour soulager les maux de leurs contemporains. C'est alors que les chimistes ont réussi à isoler les principes actifs de certaines plantes importantes (la quinine du quinquina, la digitaline de la digitale, etc.). Poursuivant leurs recherches, au début du XXe siècle, ils ont fabriqué des molécules synthétiques [8].

I. Les plantes médicinales

1. Définition

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties (feuille, tige, racine, etc.) peut être employée dans le but de se soigner. Les plantes médicinales aromatiques (PAM) sont utilisées depuis au moins 7 000 ans avant notre ère par les Hommes et sont à la base de la phytothérapie. Leur efficacité relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, qui sont autant de principes actifs différents. Exemples : menthe pouliot, camomille, sauge, thym, romarin, calendula, absinthe... [9].

Plus de 90% des plantes médicinales sont utilisées dans la médecine traditionnelle. L'Algérie dispose d'une grande diversité floristique en particulier saharienne spontanée à des utilisations thérapeutiques très intéressantes, surtout en médecine traditionnelle. La valeur thérapeutique

de ces plantes est relative à leurs métabolites secondaires, notamment les huiles essentielles et les composés phénoliques, dont la concentration de ces molécules peut varier d'une plante à une autre et un organe à un autre de la même plante [10].

Les plantes médicinales ont été toujours associées aux comportements et au savoir traditionnel, selon les statistiques de 2003 de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 80% de la population mondiale a recours aux médecines traditionnelles pour satisfaire des besoins en soins de santé primaire. D'ailleurs, la pharmacopée humaine est riche d'un répertoire de pas moins de 20000 espèces dont 50% est utilisée en industrie pharmaceutique [11].



Image I.1 : Quelques plantes médicinales [12].

2. Types de plantes médicinales

La classification des plantes porte sur deux origines à la fois. En premier lieu les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", puis en second les plantes cultivées [13].

2.1. Les plantes spontanées

Les plantes spontanées sont toutes les plantes qui poussent naturellement dans une région sans y avoir été introduites par l'homme. Ce sont des espèces spontanées que l'homme utilise mais ne sème pas et ne cultive pas [14]. Les plantes spontanées vivaces constituent un facteur de protection de l'environnement contre l'érosion éolienne et hydrique, ainsi que la fixation du sol et des dunes. Certaines plantes spontanées forment un habitat naturel d'autres espèces faunistique [15]. La valorisation de bio ressource végétale spontanée à des fins alimentaires, médicales, cosmétiques, peut constituer une voie de développement économique [16].

2.2. Les plantes cultivées

Pour l'approvisionnement de marché des plantes médicinales et la protection de la biodiversité floristique, le reboisement des plantes médicinales est indispensable pour assurer leur disponibilité prévisible au moment et en quantité voulu et, entre autre, assurer le non

besoin de déplacer aux forêts pour éviter de détruire les espèces sauvages et protéger les plantes actuellement rares ou en voie de disparition et, enfin, garantir un contrôle plus facile de la qualité, de la sécurité et de la propreté des plantes. La teneur en principes actifs d'une plante médicinale varie avec l'organe considéré, mais aussi avec l'âge de la plante, l'époque de l'année et l'heure de la journée. Il y a donc une grande variabilité dont il faut tenir compte pour récolter au moment le plus opportun [17].

3. Les conditions optimales pour obtenir le meilleur des plantes

3.1. La récolte

Les propriétés des plantes dépendent essentiellement de la région de production, période et techniques de cueillette. La cueillette est liée avec la variation climatique et saisonnière. Pour déterminer les propriétés d'une plante, il est nécessaire de prendre en considération la partie utilisée, morphologie, couleur, nature, saveur...Chaque partie de la plante concentre le maximum de principes actif à une période précise de l'année, à laquelle il faudra faire la récolte. Le bon moment de cueillette peut varier selon l'altitude, particulièrement les périodes de floraison [18].

3.2. Le séchage

Le séchage, qui élimine la majeure partie de l'eau d'une plante, doit être commencé sitôt la récolte terminée et réalisé avec soin. Ne mélange pas l'espèce et les différents partis de la plante, commencez par faire sécher la plante quelques heures au soleil, avant de la mettre à l'abri dans un locale sec et bien aéré. Lavez et brossez avec soin les racines, puis coupez-les, encore fraîches, en morceau ou en tronçons de 1 cm environ. Brassez les plantes une fois par jour pour les aérer. La durée de séchage varie de quelque jour à 15 jour, mais ne dépasser pas le cap des 3 semaines afin d'éviter tout dépôt de poussière sur les plantes. Ecorces et les racines sont les plus longe à sécher; le bon degré de séchage est atteint lorsque les feuilles et les fleurs sont rigides, mais non cassantes ou toucher [19].

3.3. La conservation

Pour conserver les plantes, les débarrasser des parties mortes puis les faire sécher dans un lieu aéré(les racines séchées à l'air et conservées à l'abri de l'humidité), fleurs, feuilles et semences doivent être desséchées étendues sur des claies ou suspendues en petits paquets isolés. Le but de la conservation est la protection des plantes contre le soleil, l'humidité, les

odeurs pénétrantes, les gazes, la poussière, les moisissures, les insectes et les autres facteurs de dégradation [20].

On utilise des sacs en carton, en toile d'emballage pour la conservation des grandes quantités. Il faut éviter les conteneurs en plastiques. Il est nécessaire d'utiliser les étiquettes, pour savoir où se trouve une drogue donnée, dans quel récipient elle est stockée [21].

3.4. La durée de la conservation

La conservation varie d'un type de plante à un autre. Les médicaments pilés après séchage gardent leurs principes actifs au moins dix ans. Chaque fois que les médicaments sont exposés à l'air, ils perdent une partie de leur longévité et les médicaments liquides se conservent difficilement par rapport aux médicaments en poudre [18].

4. Intérêts des plantes médicinales

La plupart des espèces végétales contiennent des substances qui peuvent agir sur l'organisme humain et animal. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie. Elles présentent en effet, des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus [8].

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme modèle pour les composés pharmaceutiques actifs [22]. La raison fondamentale est que les principes actifs végétaux proviennent de processus biotiques répandus dans tout le monde vivant, alors que l'essentiel des médicaments de synthèse sont des xéno-biotiques aux effets secondaires indésirables [23].

5. Les principes actifs des plantes médicinales

Le principe actif est une molécule contenu dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de drogue végétale et utilisé pour la fabrication des médicaments. Cette molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif est issue de plantes fraîches ou séchées, comme les racines, écorces, sommités fleuries, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines. Les plantes contiennent des métabolites secondaires qui peuvent être considérées comme des substances indirectement essentiels à la vie des plantes par contre aux métabolites primaires qu'ils sont essentielles au développement et à la croissance de la plante. Les métabolites secondaires participent à l'adaptation de la plante avec l'environnement, ainsi qu'à la tolérance contre les chocs (lumière UV, les insectes nocifs, variation de la

température...etc). Ces composés sont des composés phénoliques, des terpènes et stéroïdes et des composés azotés dont les alcaloïdes [24].

6. Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie






L'Algérie comprend plus de 600 espèces de plantes médicinales et aromatiques. Le Hoggar compte une flore de 300 espèces dont plus d'un quart ont un usage médicinal traditionnel qui se trouvent en un état précaire avec les autres plantes suite aux effets de sécheresse excessive accentuée par l'activité mal raisonnée de l'homme. On peut classer les plantes médicinales comme une ressource naturelle renouvelable, c'est à dire, que l'apparition ou la disparition des plantes, se fait périodiquement et continuellement dans des saisons définies par la nature [25]. Avec une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération chez les populations, le plus souvent rurales. C'est un héritage familial, dominant en particulier chez les femmes âgées et sans instruction. Dans le Hoggar et parfois en absence de médecins, dans certaines contrées isolées, les Touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils. En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et que les routes sont coupées, les montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (Ex. fumigation de feuilles d'eucalyptus contre la grippe). Dans la steppe, pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoise blanche pour lutter contre les indigestions [26].

7. Quelques plantes médicinales

Selon la Pharmacopée Européenne, les plantes médicinales sont définies par : « Les drogues végétales sont essentiellement des plantes, parties de plantes ou algues, champignons, lichens, entiers, fragmentés ou coupés, utilisés en l'état, soit le plus souvent sous forme desséchée, soit à l'état frais ». Certains exsudats n'ayant pas subi de traitements spécifiques sont également considérés comme des drogues végétales. Les drogues végétales doivent être définies avec précision par la dénomination scientifique botanique selon le système à deux mots (genre, espèce, variété, auteur) [27].

Il existe plusieurs plantes médicinales, dans ce tableau on cite quelques exemples :

Tableau I.1 : Exemples des plantes médicinales[27].

Nom	Famille	Utilisation	Chémotype
<p>Chêne</p> 	Fagaceae	Utilisée pour retendre les tissus souples, comme dans le cas des veines variqueuses, pour drainer les sécrétions excessives, comme dans la diarrhée, et pour réparer les tissus endommagés par une brûlure.	Les tanins
<p>Thym</p> 	Lamiacée	Antiseptique Tonique Décontractant musculaire.	Phénols
<p>Romarin</p> 	Lamiacée	Favorise la digestion, régule les lipides, améliore la circulation sanguine -Antistress, antifatigue -Il prévient l'insomnie et permet de lutter contre le surmenage intellectuel	Flavonoïdes -des acides phénoliques
<p>Citrons</p> 	Rutacées	<ul style="list-style-type: none"> • Antiseptique • Antirhumatismal • Antibactérien • Antioxydant • Fait baisser la fièvre 	Les flavonoïdes
<p>La camomille</p> 	Composée (Asteraceae)	On peut soigner les affections de la peau comme les brûlures, l'acné, les varices.	Huiles essentielles

II. Etude des plantes médicinales choisies

1. Camomille

1.1. Présentation de la famille *Asteraceae*

Le mot « Aster » du grec signifie étoile, en relation avec la forme de la fleur. La famille des Astéracées comprend plus de 13 tribus, 1000 genres et 23000 espèces. En Algérie, il en existe 109 genres et 408 espèces. Cette vaste famille est la plus vaste du groupe des dicotylédones et économiquement importante, vu que plusieurs de ses plantes sont cultivées pour leur valeur alimentaire (le tournesol, le topinambour, la laitue, la chicorée, la camomille, etc.) ou comme plantes décoratives (les dahlias, les asters, les rudbeckies, les gaillardes, etc...).

Plusieurs espèces sont utilisées en pharmacie. En effet, il a été rapporté que les fleurs et les feuilles de ces plantes possèdent des propriétés antibactériennes, antifongiques, antivirales et anti-inflammatoires. De ce fait, de nombreuses espèces de cette famille sont utilisées en médecine traditionnelle [5].

Le **Tableau I.2** montre la variation en constituants chimiques d'une espèce de la famille des Astéracées ayant une valeur alimentaire et médicinale qui est la camomille [5].

Tableau I.2 : Quelques constituants chimiques de la camomille [5].

Constituants chimique	Nom trivial	Structure
Flavonoïde	Apigénine-7-O-glucoside	1
Sesquiterpène lactone	Matricine	2
Huile essentielle	Chamazulène	3
Coumarine	Ombelliféone	4
Acide phénolique	Syringique	5

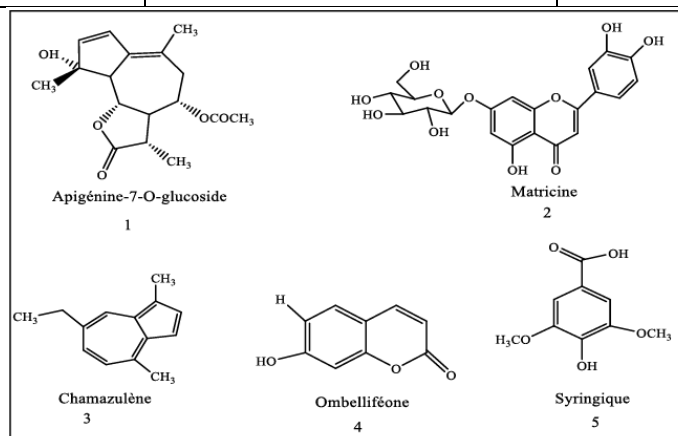





Figure I.1: Structure de quelques constituants chimiques de la camomille [28].

Tableau I.3: Différence entre les trois Camomilles médicinales [29].

Différence entre les trois Camomilles médicinales			
Nom scientifique	<i>Matricaria recutita</i>	<i>Chamaemelum nobile</i>	<i>Tanacetum parthenium</i>
Nom	matricaire camomille	camomille romaine	grande camomille
Famille	<i>Asteraceae</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Asteraceae</i>
			
Plante	annuelle	vivace	vivace
Tige	une tige dressée	plusieurs tiges couchées puis redressées	plusieurs tiges dressées
Feuille	2-3-penniséquée	2-3-penniséquée	2-pennée à 3-5 lobes larges
Réceptacle	sans paillettes	avec paillettes	sans paillettes
Akène	4-5 côtes	3 stries	6-8 côtes
Indigène	Europe, Afrique du Nord, Asie tempérée	Régions atlantiques	Europe de l'Est et du Sud, Asie tempérée
Lactone sesquiterpénique	matricine chamazulène (h.e.)	nobiline	parthénolide

1.2. Historique

La fleur de la camomille a été utilisée depuis des siècles en raison de ses vertus antipyrétiques [30]. Elle a été utilisée notamment pour embaumer le pharaon de Ramsès II. Les Grecs et les Romains l'ont découverte à leur tour et son usage s'est étendu en Europe, parallèlement à l'expansion de l'Empire romain. Considérée comme une des 7 plantes sacrées, la camomille romaine arrive en Allemagne à la fin du Moyen Age. A cette époque, Charlemagne, empereur

d'Occident recommande la culture de 88 plantes dont la camomille romaine dans le capitulaire de Villas, document contenant la liste des plantes potagères dont la culture est recommandée et ordonnée dans les jardins royaux [31]. La médecine traditionnelle française utilisait la camomille romaine comme antispasmodique. On retrouve des indications en médecine arabe qui préconisait de se laver les yeux avec de l'eau de camomille pour calmer les douleurs mais son espèce ressemblant fortement à la camomille matricaire (allemande) [32].



Image I.2 : *Matricaria* Camomille [33].

1.3. Dénomination

On l'appelle "romaine" pour avoir été identifiée à Rome au XVe siècle, d'où elle nous est parvenue, via Londres, en tant que mauvaise herbe [34]. L'ancien nom latin de la camomille romaine était *Anthémis Nobilis*[35]. *Anthémis* vient du grec *Athos*, qui signifie « fleur » ; *Nobilis*, « noble ». Elle est aussi connue sous les noms communs suivants : camomille odorante, *Anthémis noble* ou odorant, Camomèle, Camomille noble [36].

1.4. Caractéristiques

Son nom d'origine grecque fait référence aux caractéristiques de la camomille : elle pousse près du sol (*chamos*) et l'odeur de ses fleurs évoque celle de la pomme (*mélis*) [32]. La camomille romaine est mésohygrophile : elle croit dans des milieux humides. On la trouve près des rivières, au bord des étangs, dans les chemins creux, au niveau des sols sablonneux [33,37].

Particularités botaniques

Mesurant entre 10 et 30 cm de hauteur, la camomille romaine est une plante hémicryptophyte : elle est herbacée vivace à l'état sauvage et annuelle lorsqu'elle est plantée, cultivée et récoltée, entre mai et septembre. Ses organes de survie hivernaux sont situés au ras

du sol. Ses feuilles, très découpées en lanières, sont recouvertes de poils. Les fleurs sont regroupées en capitules à l'extrémité des tiges : l'espèce sauvage présente des fleurs tubulées jaunes au centre et des fleurs ligulées blanches en périphérie alors que la variété cultivée ne présente que des fleurs blanches. Les fleurs s'insèrent sur un réceptacle conique. On récolte les capitules floraux avant l'épanouissement, ils sont composés de très nombreuses fleurs représentant une fleur unique [30-33].



Plante en fleurs (a) ;
 capitule (b);
 fleur ligulée (c);
 fleuron du disque (d);
 capitule I (e);
 dents/pétales du
 fleuron du disque (f);
 anthères (g);
 stigmatisation (h);
 la graine (je);
 récolte de fleurs fraîches (j).

Figure I.2 : Différentes parties du *Matricaire camomille*[38].

1.5. Répartition géographique

Originnaire de l'est de l'Europe et du Moyen-Orient, la camomille est maintenant répandue partout en Europe. Elle pousse aussi en Inde, en Amérique du Nord et en Australie, en Croatie, ainsi que dans le nord et l'est de l'Afrique. Elle est largement cultivée, principalement en Argentine, en Égypte, en Bulgarie et en Hongrie.

En Algérie, et particulièrement en Kabylie, c'est une espèce très commune. Elle est répandue dans les champs cultivés, dans les jardins, les remblais, les décombres et les talus. Il y'a 04 types de camomille : *Chamaemelum nobile* (L.) Allioni ; *Matricariarecutita* (L.) Rauschert ; *Ormenismixta* var. *multicaulis* (L.) ; *Tanacetum annuum* L [39].

La camomille aime les terrains siliceux, riches, légers et bien drainés elle tolère un pH de 4.5 à 7.5 et pousse sous climat plein soleil [40]. Cette plante peut s'élever à une assez grande altitude dans les champs des montagnes ou au voisinage des habitations des villages situés à environ 1000 m [41].

1.6. Composition chimique de la camomille

La camomille romaine contient 0,4 à 1,5% d'huile essentielle contenant près de 85% d'esters, surtout de l'angélate d'isobutyle, accompagné des esters des acides méthylacrylique. Elle renferme aussi un alcool (l'anthémole), de la pinocarvone, du pinocarvéol. On y trouve aussi 0,6% de lactone sesquiterpéniques ; des flavonoïdes ; des acides caféique et ses esters glucosés ; des coumarines ; des acides gras, de mucilage et des minéraux [42].

L'huile essentielle de la camomille allemande et romaine est de couleur bleue qui est due au chamazulène [39]. Les capitules de la camomille sont composés de 0,5 à 1,5% d'huile essentielle. 120 constituants chimiques ont été identifiés dans la camomille, 28 terpénoïdes, 36 flavonoïdes, et 52 autres composés divers, incluant les terpénoïdes, les flavonoïdes et les coumarines [43].

Tableau I.4: Constituants chimiques de *Chamaemelum nobile* L[23, 44].

Lactones sesquiterpéniques	nobiline, 3-épinobiline et ses dérivés
Esters > 85 %	angélates d'isobutyle, iso-butyrate d'isoamyle, tiglates, méthylacrylates, crotonoates, butyrates de l'isobutanol, du 3- méthylbutan-1-ol, du 2-méthylbutan-1-ol.
Acides (traces)	acide angélique, acide isobutanoïque
Monoterpènes	α - and β -pinène, β -myrcène, limonène, γ -terpinène, pcyène, camphène, (-)-pinocarvone, (-)-trans-pinocarveol
Autres constituants	spiroéther : trans- et cis-en-yn-dicycloéther, acides-phénols, coumarines flavonoïdes : apigénol-7-O-glucoside, apigénol-7-O-apioside, glucoside du lutéol

1.7. Utilisation traditionnelle de la Camomille

La Camomille romaine est classée par le Conseil de l'Europe une source naturelle d'aliments aromatiques. Cette catégorie indique que la camomille romaine peut être ajoutée aux denrées alimentaires en petites quantités [44].

Elle est utilisée comme tonique de l'appétit avant les repas pour faciliter la digestion après les repas. Elle est également utile pour calmer les maux de tête, les douleurs diverses, les maux de dents, et adoucit les yeux et les paupières [36].

La camomille romaine possède des propriétés anti- inflammatoire, antimicrobienne, antiseptique et antispasmodique. Elle est très utile pour les sujets hypersensibles [33].

La camomille utilisée pour faire des tisanes est la camomille romaine, elle est ainsi utilisée de façon culinaire et médicinale, mais aussi en cosmétique. Elle est avant tout connue pour être consommée sous forme de tisane, mais son huile essentielle, obtenue par distillation à la vapeur d'eau des fleurs, a aussi des propriétés reconnues et efficaces. La camomille romaine a beaucoup d'avantages pour la santé.

2. Lentisque

2.1. Présentation de la famille

Les *Anacardiacees* appartiennent à l'ordre des *Sapindales*, à la sous-classe des *Rosidae* dialypétales (comprend 400 espèces connues et 60 genres), à la classe des *Magnoliopsida*, au sous-embranchement des *Magnoliophyta* ou *Angiospermes* et à l'embranchement des *Spermaphytes*.

Les espèces de cette famille sont des arbres, des arbustes ou des lianes à feuilles alternées, composées et imparipennées [45]. Le fruit est généralement une drupe souvent à mésocarpe résineux. Graine exalbuminée ou presque à embryon courbe. Pollen divers, souvent 2-3-colportés ou avec 3-8 ouvertures circulaires ou non. Cloisons des vaisseaux à perforation unique (sauf quelques cas) [46].

2.2. Description de *Pistacia lentiscus*

2.2.1. Dénomination

Cet arbre possède plusieurs noms qui diffèrent d'une société à une autre. Parmi ces noms on trouve le térébinthe oriental, le térébinthe de mastic, Addarou, Elgathoum. En amazigh on donne à cet arbre plusieurs noms: Tadist, Imtek, Meski et Itk. Ibn El-Baitar dans son livre « traité des simples » ainsi qu'Ibn Sina donnent le nom d'Addarrou à cette plante. Diskordos la nomme Skhinos. D'autres populations donnent le nom d'Addarou aux fruits verts et le nom de Khamkham aux feuilles du lentisque. Tandis que les habitants des zones rurales aux environs de la région d'El Kala et ceux de la Tunisie donnent au fruit de lentisque le nom Gathoum. Dans les pays du Cham et de la Turquie le fruit du lentisque de couleur rose clair est appelé pistache. Le lentisque yéménite est nommé El khamkham. En Grèce et en Egypte on lui donne le nom du mastic [47].

2.2.2. Classification

D'après Quézel et Santa [48], la position des lentisques dans la systématique du règne végétal est donnée par l'arbre phylogénique représenté dans le **Tableau I.5**.

Tableau I.5: Classification botanique du *Pistacia Lentiscus* L [48].

Taxonomie	Description
Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédone
Sous-classe	Dialypétales
Série	Diacifores
Ordre	Sapindale
Famille	Anacardiacees
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Lentiscus</i>

2.3. Description botanique

Pistacia lentiscus (Darou), est en général un arbrisseau pouvant atteindre trois mètres, c'est parfois aussi un arbuste ne dépassant pas six mètres, à odeur résineuse forte de la famille des Anacardiacees [49]. Elle est particulièrement représentative des milieux les plus chauds du climat méditerranéen que l'on retrouve en association avec l'oléastre (olivier sauvage), la salsepareille et le myrte dans un groupement végétal nommé "l'Oléo lentisque", mais également dans les boisements clairs à Pin d'Alep ou d'autres formations de garrigues basses. En Algérie, on le retrouve sur tout type de sol, des zones subhumides et semi-arides, plus précisément dans le bassin de la Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège.

Selon **More et White (2005)** cette espèce est caractérisée par [50] :

Branches : tortueuses et pressées, forment une masse serrée.

Feuilles : persistantes, composées, possédant un nombre pair de folioles (4 à 10) d'un vert sombre, elliptiques, obtuse, luisantes en dessus, glabres, coriaces et dont le pétiole est bordé d'une aile verte.

Fleurs : unisexuées d'environ 3 mm de large et se présentent sous forme de grappe, et très aromatiques, forment des racèmes de petites tailles à l'aisselle des feuilles. Les fleurs femelles sont vert jaunâtre et les fleurs males sont rouge foncé.

Fruit : est une baie globuleuse de 2 à 3 mm, monosperme, remplie par nucléole de la même forme, d'abord rouge, il devient brunâtre à sa maturité en automne.

Mastic : L'incision du tronc de cet arbuste fait écouler un suc résineux nommé mastic qui, une fois distillé, fournit une essence employée en parfumerie.



Figure I.3 : Photos des Feuilles, Fruits et Résine de *Pistacia lentiscus*[51].

2.4. Répartition géographique

a. Dans le monde

Pistacia lentiscus est un arbuste largement distribué dans les écosystèmes de la région méditerranéenne, notamment en Grèce, Turquie, Italie, Espagne, Algérie, Tunisie, Maroc et France, a une large distribution géographique et bioclimatique, s'étendant des zones humides aux zones arides [52].

b. En Algérie

En Algérie, *P. lentiscus* est dispersé sur tout le littoral et pousse dans divers habitats le long d'un gradient climatique qui varie en termes de rayonnement solaire, de température et précipitation, elle est répandue en forêt seule ou associée avec d'autres espèces d'arbres comme le térébinthe, les olives et la caroube, dans toutes les zones côtières jusqu'à 700 m au-dessus du niveau de la mer ou dans les zones pierreuses en bord de mer [52].

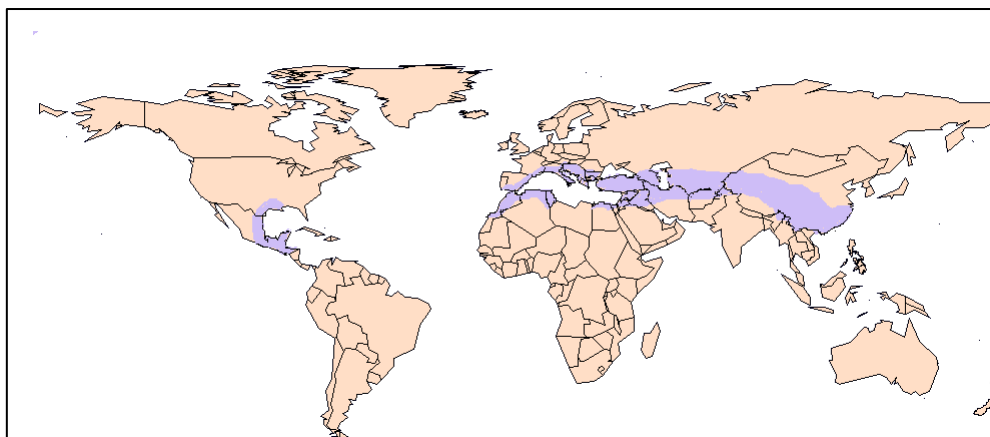


Figure I.4 : L'aire de répartition du genre *Pistacia* [49].

2.5. Composition chimique de lentisque

Toutes les activités thérapeutiques sont liés aux composés phytochimiques bioactifs en particulier les phénoliques [53]. Ces derniers représentent l'un des principaux groupes de composés agissant comme antioxydants primaires ou radicaux libres [54]. Cette plante révèle la présence de plusieurs composés, essentiellement: myrcène (19-25%) ; α -pinène (16%); terpinène-4-ol (22%) ; d-3- carène (65%), myrcène, limonène, terpinène-4-ol, α -phellandrène, sabinène, para-cymène et g-terpinène [55,56].

2.5.1. Les fruits

Les fruits de lentisque donnent une huile de bonne qualité nutritionnelle en raison de sa teneur en :

- ✓ acides gras saturés (avec métrique + gras = 25,8%) ;
- ✓ acides gras insaturés (oléique + linoléique = 73%) [57] ;
- ✓ gras monoinsaturés (oméga 3, bétasitostérol, alpha-tocophérols) ;
- ✓ minéraux avec un pourcentage de sodium de 0,46%, calcium 0,37%, phosphore 0,004 % et une teneur en potassium la plus élevée 2,67% [58].

Les analyses ont également montré que les principaux composants des extraits de fruits de *P. lentiscus* étaient les flavonoïdes, les tanins et les anthocyanes et triterpène [54]. Ils contiennent une grande quantité d'antioxydants naturels, notamment des polyphénols, des stérols et des tocophérols [52].

2.5.2. Les feuilles

Nombreuses études ont montré que l'extrait éthanoïque de feuilles de lentisque est une source riche de flavonoïdes, acides phénoliques et tanins avec une forte concentration de composés phénoliques [59]. Elle est également riche en polyphénols composés. Des dérivés de la

myricétine ont été déterminés comme 20% de la quantité totale de polyphénols de feuilles de *P. lentiscus* [60]. L'huile essentielle de feuilles contient de la β -caryophylline (31,38%), du germaerène (12,05%) et du γ -cadinène (6,48%). Et l'huile hydrodistillée a été analysée par GC-MS et contient de l' α -pinène, du γ -terpène et du terpène-4-ol [61].

2.5.3. La résine

L'analyse phytochimique de la gomme de mastic a révélé qu'elle contient un pourcentage élevé (30%) d'un polymère insoluble (poly- β -myrcène), une fraction acide contenant principalement des acides triterpéniques et une fraction de mastic neutre contient plusieurs composés triterpéniques neutres possédant une structure de type phytostérol [62]. Il contient 90% d'hydrocarbure monoterpénique, 79% d' α -pinène et 3% de β myrcène [61], R-Pinene, alpha-myrcene, alpha-pinene, limonene et alpha-caryophyllene [63].

2.5.4. L'huile essentielle

P. lentiscus est une riche source d'huiles essentielles composant les acides gras tels que les acides oléique, palmitique et linoléique (représentant 50,72%, 23,16% et 21,75% de la fraction lipidique, respectivement) et les polyphénols et comprennent le glucuronide de myricétine, myricétine 3-O-rutinoside et myricétine 3-O-rhamnoside (20% du contenu phénolique total), quercétine 3-O-rhamnoside, delphinidine 3-O-glucoside, cyanidine-3-O-glucoside, acides phénoliques comme l'acide gallique (3,7 mg / g de poids sec) et le 5-O-galloyl quinic acide (9,6 mg / g de poids sec) [64]. Elle contient également une grande quantité de phytostérols, en particulier le b-sitostérol [65]. L'Alpha-pinène a été récemment signalé, ainsi que les mono terpènes et sesquiterpènes oxygénés sous forme de terpinène-4-ol (21,7%) ou élémol (20%) [55].

2.6. Utilisation traditionnelle du Lentisque

Les médecines traditionnelles pratiquées de part et d'autre des rives de la méditerranée, attribuées au lentisque des vertus dans le traitement des ulcères, des plaies et brûlures légères. La médecine traditionnelle algérienne utilise surtout l'huile grasse obtenue par utilisation des fruits de lentisque dans le traitement des petites blessures, brûlures légères et érythèmes. L'huile est aussi employée par voie orale contre les problèmes respiratoires d'origine allergique et les ulcères de l'estomac. Ces usages sont surtout répandus à l'Est du pays (région d'El-Milia, Skikda, Guelma). L'huile est également très utilisée pour les mêmes indications en Tunisie [66].



Chapitre II



Chapitre II

Généralités sur les huiles essentielles et les méthodes d'extraction

Introduction

L'étude des huiles essentielles est toujours d'actualité malgré son ancienneté et les développements exponentiels des biotechnologies végétales. L'aromathérapie s'est développée avec les progrès de la science, de nouveaux principes actifs et de nouvelles propriétés pharmacologiques ont permis de faire des plantes aromatiques et médicinales (PAM) d'authentiques médicaments [13].

I. Généralités sur les huiles essentielles

1. Historique

L'utilisation des huiles essentielles remonte à la haute antiquité. En effet, 4000 ans avant J.C., les Egyptiens préparaient déjà l'essence de cèdre par distillation sèche et effectuaient aussi les momifications suivant une technique très minutieuse à l'aide d'essences aromatiques dont ils avaient remarqué les propriétés antiseptiques. La première essence signalée dans un traité médical est celle du romarin utilisée au XIII^e siècle pour ses propriétés curatives [67,68].

2. Définition

Huile essentielle (HE) : Une huile essentielle selon la pharmacopée est un produit de composition complexe renfermant des principes volatils contenus dans les végétaux.

Selon l'AFNOR et l'ISO 9235, elle désigne un produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des plantes contenant des citrals, soit par distillation sèche [69]. Une huile essentielle contient en moyenne soixante-quinze molécules actives.

La Pharmacopée européenne définit l'huile essentielle comme « Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition [70].

3. Origine et rôle des huiles essentielles

Toutes les plantes ont potentiellement la capacité de produire des essences, le plus souvent à l'état de traces. Les plantes dites « aromatiques » sont celles qui en produisent en quantité relativement importante. La teneur dans la plante est alors de l'ordre de 1%. Lawrence [71] estime qu'il y en aurait environ 17 500, presque exclusivement chez les végétaux supérieurs. Bien que les plantes aromatiques se répartissent sur un grand nombre de familles botaniques, certaines concentrent un grand nombre d'espèces concernées. Citons par exemple les Lamiaceae, les Astéraceae, les Apiaceae, les Cupressaceae, les Rutaceae, les Lauraceae, les Myrtaceae [72]. Les végétaux, comme tous êtres vivants, ont besoin pour vivre de l'énergie qu'ils tirent de substances organiques issues de leur métabolisme. On distingue deux types de métabolismes [73] :

- Le métabolisme primaire, qui conduit à la formation de molécules largement répandues (lipides, protides et glucides). Ce sont des molécules indispensables à la vie de la plante mais aussi des précurseurs de synthèse du métabolisme secondaire
- Le métabolisme secondaire, qui mène à des molécules plus spécifiques et qui correspond à l'adaptation de la plante à son environnement (et qui mène donc à la formation des essences).

4. Localisation des huiles essentielles dans les plantes

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs [74]. La capacité à accumuler les HEs est cependant la propriété de certaines familles de plantes réparties au sein de l'ensemble du règne végétal [75] et peuvent être stockées dans tous les organes végétaux [76] :

Tableau II.1 :L'organe de stockage dans quelques familles végétales [77-78].

Famille	Ex. espèce	Organe de stockage
Apiaceae	Coriandre	Ecorces
Asteraceae	Camomille	Fleurs
Geraniaceae	Géranium	Rose
Lamiaceae	Menthe	Racines
Lauraceae	Cannelle	Feuilles
Myrtaceae	Eucalyptus	Rose
Oleacea	Gasmin	Feuilles
Rutacea	Citron	Feuilles
Zingiberaceae	Gingembre	Rhizomes

5. Composition chimique des huiles essentielles

Les HEs sont des mélanges naturels extrêmement complexes. Il existe plus de 300 constituants différents à fonctions organiques classiques (hydrocarbures, alcools, acides, esters,...). Ces composés sont classés en deux séries distinctes : la série des terpénoïdes d'une part et la série des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (C6-C3) d'autre part.

- **Les terpénoïdes**

Les terpénoïdes appelés également « les terpènes » sont des hydrocarbures issus du couplage d'un nombre d'unités « isopréniques » (C₅H₈) (**Figure II.1**).

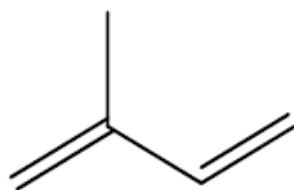


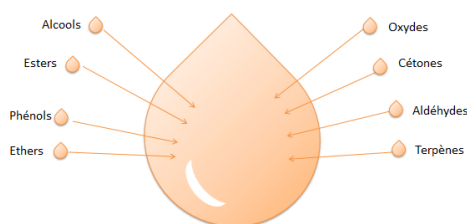
Figure II.1: Squelette d'une unité isoprénique.

Les terpènes sont classés selon le nombre n d'unités isopréniques en monoterpènes formés de deux unités (C₁₀H₁₆), les sesquiterpènes formés de trois unités (C₁₅H₂₄), les diterpènes formés de quatre unités (C₂₀H₃₂), les sesterpènes (C₂₅H₄₀), les triterpènes (C₃₀H₄₈) et les tétraterpènes ou polyterpènes (C₅H₈)_n. L'étude de la composition chimique des HEs révèle souvent la présence des terpènes volatils, c'est à dire de faible masse moléculaire (des monoterpènes et des sesquiterpènes) et plus rarement de quelques diterpènes (C₂₀H₃₂) [79-80].

- **Les composés aromatiques**

Dérivés du phénylpropane, ils forment un groupe de constituants naturels moins présents que les terpénoïdes mais néanmoins très importants. Ce sont des substances odorantes bien connues : l'eugénol (clou de girofle), la vanilline (vanille), l'estragole (l'estragon), ect. Ils sont davantage présents dans les HEs d'Apiaceae (fenouil, vanille, basilic...) [79-81].

Les composants majeurs peuvent constituer jusqu'à 85% d'une HEs et définissent généralement leurs propriétés biologiques. Cependant, les 15% restants sont constitués de composants mineurs qui, bien que présents à l'état de traces, jouent un rôle important dans les activités biologiques, agissant en synergie avec les composants principaux [82-83]. Une huile essentielle ne renferme pas du tout de gras, malgré ce que l'on pourrait croire. Elle ne contient pas non plus d'eau, ni d'alcool. En revanche, elle est constituée de centaines de molécules différentes [84].



FigureII.2: Les composés aromatiques d'une huile[84].

6. Propriétés des huiles essentielles

6.1. Propriétés physiques

Les huiles essentielles possèdent un certain nombre des propriétés physiques très connus, qui sont les suivantes:

- ✓ Pouvoir intense de diffusion et de pénétration;
- ✓ Pouvoir rotatoire dû à la présence des molécules asymétriques;
- ✓ Généralement liquide à la température ambiante alors qu'elles sont volatiles à température élevée;
- ✓ Elles sont peut solubles dans l'eau;
- ✓ Elles sont solubles dans les solvants organiques usuels et dans les graisses (liposolubles);
- ✓ Elles ne sont pas grasses au touché;
- ✓ Elles sont solubles dans les huiles végétales minérales;
- ✓ Elles ont généralement une densité inférieure de celle de l'eau ($d < 1$) (les huiles essentielles des girofles ou des cannelles constituent des exceptions);
- ✓ Elles sont incolores à jaune pâle mais il existe toutefois des exceptions [85].

6.2. Propriétés chimiques

Les huiles essentielles possèdent certaines propriétés communes:

- ✓ Chaque classe chimique est étroitement liée à une réponse thérapeutique précise;
- ✓ Les composés aromatiques ne sont pas immuables pour une même plantes;
- ✓ Différents facteurs tels: l'ensoleillement, l'altitude et la composition du sol peuvent influencer sur la biosynthèse végétale;
- ✓ Les huiles essentielles peuvent s'altérer à l'air et à la lumière [85].

7. Les principales propriétés des huiles essentielles:

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés [86], que nous citons sommairement et les détails sont présentés en annexe I.

a. Anti-infectieuses

- Antibactériennes
- Antivirales
- Antifongiques
- Antiparasitaires
- Antiseptiques
- Insecticides

b. Anti-inflammatoires

Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne comme l'huile essentielle de Gingembre.

c. Régulatrices du système nerveux

- Antispasmodiques
- Calmantes, anxiolytiques
- Analgésiques, antalgiques

d. Drainantes respiratoires

- Expectorantes
- Fluidifiantes

e. Digestives

Les huiles essentielles de cumin (avec la molécule de cuminal), d'anis étoilé ou par exemple d'estragon ont une action digestive et apéritive..

f. Cicatrisantes

Les huiles essentielles cicatrisantes sont les huiles essentielles de Ciste (*Cistusladaniferus*), de Lavande vraie (*Lavandulavera*), d'Immortelle (*Helichrysumitalicum*), de Myrrhe (*Commiphoramyrtha*)

8. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont des propriétés organoleptiques communes comme le fait d'être liquides à température ambiante, d'être volatiles et entraînables à la vapeur d'eau. Elles sont aussi très odorantes et incolore ou jaune pâle sauf pour les huiles essentielles de cannelle, girofle, camomille matricaire, vétiver et bouleau où la couleur est relativement foncée. En

parfumerie, l'examen olfactif qui précède ou suit toute analyse d'huile essentielle est du plus grand intérêt car, si l'odeur de l'huile essentielle n'est pas satisfaisante, il importe peu que les constantes physicochimiques soient correctes : le produit doit être rejeté. Cet essai olfactif est conduit par comparaison avec un échantillon type de l'huile essentielle aussi frais que possible et conservé dans les meilleures conditions. Elles sont, enfin, sensibles à l'oxydation et change de couleur, conservation limitée, à la lumière et à la chaleur. Il convient de la conserver à l'abri de la lumière et de l'air [7].

9. Utilisation des huiles essentielles

9.1. En alimentation

Les huiles essentielles jouent un rôle capital dans l'aromatization des aliments. En effet, elles donnent la saveur aux condiments (poivre, gingembre) et aux aromatisants (menthe, anis, orange, thym, laurier). A faible dose, certaines substances ont un effet favorable sur la digestion, ce qui explique leur utilisation en liqueuristerie (essence d'anis ou de badiane).

Les huiles essentielles entrent donc, pour leurs diverses propriétés, dans la composition de aromas employés de manière fréquente aujourd'hui dans tous les produits alimentaires comme les plats cuisinés ou prêts à l'emploi [13,67].

9.2. En parfumerie et cosmétique

Les propriétés odoriférantes des huiles essentielles confèrent à ces dernières une consommation importante. Actuellement, près de 300 huiles essentielles ont une importance commerciale et sont utilisées en parfumerie ou dans les produits cosmétiques [87].

Les huiles essentielles sont utilisées dans les parfums, les shampoings, les dentifrices, les savons, les produits détergents ainsi que dans les crèmes et les gels [87-89].

9.3. En thérapeutique

Les huiles essentielles ont depuis longtemps été employées pour leurs effets thérapeutiques. Elles sont utilisées en particulier en raison de leurs vertus antibactériennes, telles l'action antiseptique des voies respiratoires des essences d'eucalyptus ou de niaouli. Elles sont administrées par massages, inhalations, vaporisation ou dans le bain [13,67].

10. La toxicité de H.E

Les huiles essentielles sont des produits naturels, mais qui dit naturel ne veut pas dire sans danger. En effet, plusieurs huiles sont reconnues pour être irritantes pour la peau (huiles riches en thymol ou carvacrol), être allergènes (huiles riches en cinnamaldéhyde), phototoxiques (huiles contenant des furocoumarines) et même neurotoxiques (les huiles

contenant une forte quantité de α -thujone) [90,91]. Il est donc important de connaître la composition chimique des huiles essentielles pour déterminer si des molécules indésirables s'y retrouvent [92].

II. Les méthodes d'extractions

Les huiles essentielles sont extraites de la matière végétale par différents procédés. Le choix de la technique dépend de la localisation histologique de l'essence dans le végétal [93]. En effet, le mode technologique d'exploitation du matériel végétal peut avoir une influence sur la composition chimique finale de l'essence. Chaque mode d'extraction marque de son empreinte cette composition finale [94].

Il y a plusieurs techniques, variables, selon la partie du végétal traitée, selon la fragilité de la plante utilisée et selon ses caractéristiques botaniques.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour l'extraction des huiles essentielles, des méthodes traditionnelles qui sont les plus utilisées c'est le cas de: l'hydrodistillation ou l'enfleurage ; des méthodes innovatrices comme l'extraction au CO₂ supercritique et l'extraction sans solvant assistée par micro-ondes [95].

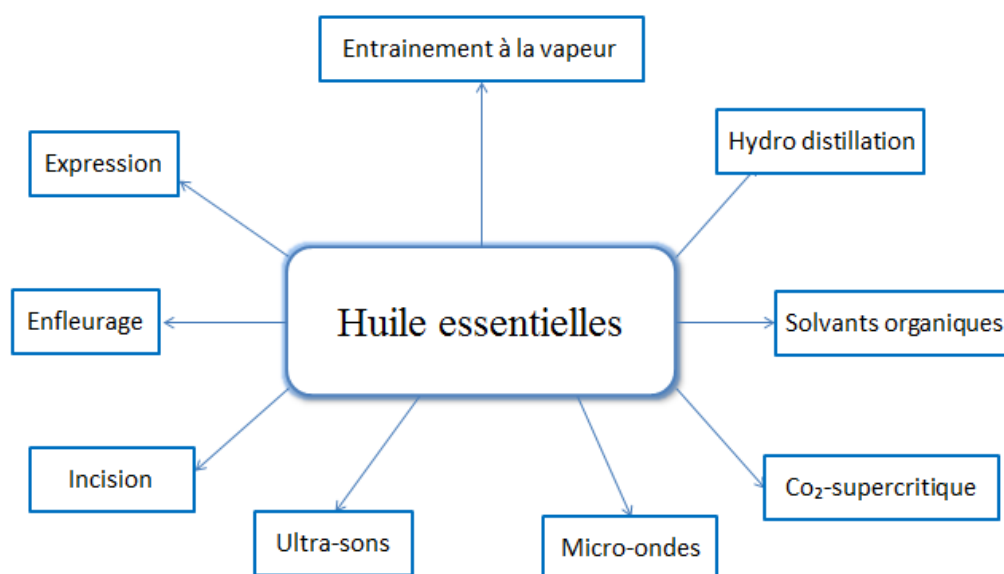


Figure II.3 : Modes d'extraction des huiles essentielles [96].

1. Les méthodes conventionnelles d'extraction

1.1. Extraction par hydrodistillation (HD)

L'hydrodistillation est une méthode traditionnelle d'extraction des huiles essentielles. C'est la méthode conventionnelle d'extraction des huiles essentielles dans laquelle les huiles essentielles sont évaporées en chauffant un mélange d'eau ou autre solvant et de matières végétales suivi de la liquéfaction des vapeurs dans un condenseur. Le condenseur et un décanteur qui permet de collecter le condensat et séparer les huiles essentielles de l'eau, respectivement (**Figure II.4**). Il existe trois types d'hydrodistillation: avec immersion dans l'eau, avec injection directe de vapeur et avec immersion dans l'eau et injection de vapeur. C'est un processus multilatéral qui peut être utilisé pour les grandes ou petites industries. Le temps de distillation dépend de la matière végétale traitée. Une distillation prolongée ne produit qu'une petite quantité d'huile essentielle, mais ajoute des composés indésirables à point d'ébullition élevé et des produits d'oxydation [97].

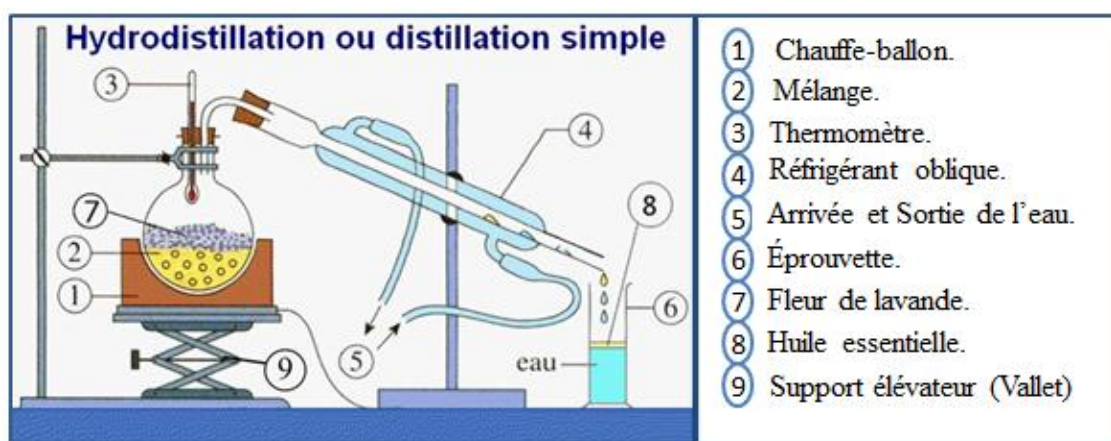


Figure II.4 : Schéma d'un montage d'hydrodistillation [98].

1.2. L'hydro diffusion

L'hydro diffusion consiste à pulser de la vapeur d'eau à très faible pression à travers la masse végétale, du haut vers le bas [99]. La condensation du mélange de vapeur contenant l'huile se produit sous la grille retenant la matière végétale. L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur [100].

1.3. Enfleurage

Cette technique d'extraction est réservée aux organes fragiles de la plante : les fleurs (le jasmin, la tubéreuse,...). Elle repose sur l'affinité des composés parfumés pour les corps gras. Le principe consiste à diffuser les tissus végétaux dans un corps gras pour le saturer en arômes végétales. Le mélange obtenu (composé du gras et de l'extrait) est ensuite traité à l'alcool pour ne laisser que l'essence dite « absolue » [91, 101].

1.4. Extraction par les solvants

Cette forme d'extraction est couramment employée pour l'industrie des arômes, mais doit impérativement être proscrite pour un usage thérapeutique, excepté si le seul solvant est l'alcool pur [102]. L'extraction proprement dite est généralement précédée d'une division de la drogue : contusion des organes frais, hachage des drogues herbacées, concassage des racines et rhizomes, réduction en copeaux des bois [103].

Le procédé consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition qui sera ensuite éliminé par distillation sous pression réduite. L'évaporation du solvant donne la concrète: mélange odorant de consistance pâteuse. L'extraction de la concrète avec l'alcool conduit à l'absolue [104]. Cette technique est utilisée avec les plantes dont l'extraction d'huiles essentielles grâce à l'hydrodistillation est inefficace : c'est le cas du jasmin, de certaines roses, du narcisse, du néroli et du mimosa [105].

1.5. Extraction par expression à froid

La technique est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les péricarpes d'agrumes en déchirant ces dernières par un traitement mécanique. Elle consiste à rompre ou dilacérer les parois des sacs oléifères contenus dans le mésocarpe situé juste sous l'écorce du fruit, l'épicarpe, pour en recueillir le contenu qui n'a subi aucune modification. Les systèmes récents, comme la « Food Machinery Corporation-in-line » (FMC), permettent d'extraire le jus de fruit et l'essence de manière quasi-simultanée sans contact des deux. C'est pourquoi l'expression à froid est la méthode de choix pour extraire ces essences, d'autant que la distillation n'est plus une technique très appropriée. En effet, la distillation produit des huiles aromatiques de moindre qualité principalement due à une présence importante d'aldéhydes, composés sensibles à l'oxydation et à la chaleur [106].

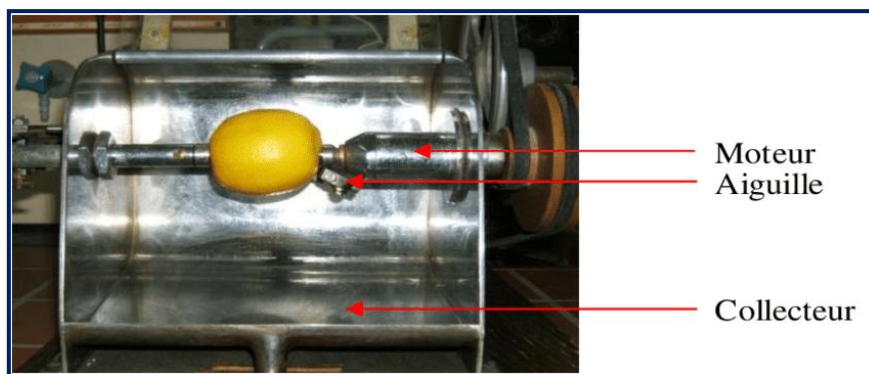


Figure II.5: Montage d'expression à froid [107].

1.6. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau (Figure II.6) est l'un des procédés d'extraction les plus anciens. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un flux de vapeur descendant ou ascendant sans macération préalable. Le plus souvent, de la vapeur d'eau est injecté au bas d'une charge végétale. Les vapeurs chargées en composés volatils sont condensées avant d'être décantées et récupérées dans un essencier (vase de décantation pour les huiles essentielles)[108,109]

Dans un premier temps, la vapeur d'eau condensée imprègne la charge. Le gradient thermique qui s'établit dans la charge est tel que la température la plus basse se situe au cœur de chaque morceau du végétal. Les molécules d'huile essentielle, qui sont légèrement solubles dans l'eau, vont diffuser lentement à l'intérieur du végétal, jusqu'à entrer en contact avec la vapeur d'eau circulant à l'extérieur. La diffusion de l'huile essentielle étant le facteur qui limite la vitesse de l'extraction, la vapeur d'eau se charge en huile essentielle mais sans atteindre la saturation. Par conséquent, l'extraction des huiles essentielles non superficielles est plus longue et exige plus de vapeur que celle des huiles essentielles superficielles.

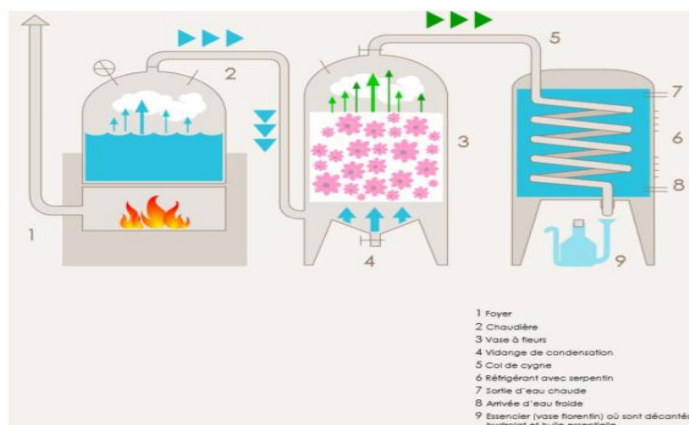


Figure II.6 : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau[110].

1.7. Distillation sèche

Lors d'une distillation sèche, la plante n'est pas en contact direct avec l'eau. La masse végétale est disposée sur une plaque perforée et de la vapeur d'eau y est injectée au travers. Il est possible de travailler en surpression modérée (de 1 à 3 bars) afin de gagner en temps et en énergie mais la qualité de l'HE peut en souffrir [91]. Cette méthode est utilisée pour les écorces, bois et racines.

2. Les méthodes innovantes d'extraction

2.1. Extraction par ultrasons

L'extraction des composés bioactifs par ultrasons (20 – 100 kHz) est une technique émergente qui offre beaucoup de reproductibilité en peu de temps, trois fois plus rapide qu'une extraction simple par solvant. Elle est facile à mettre en œuvre et peu consommatrice de solvant et d'énergie. En effet, la matière première est immergée dans l'eau ou dans le solvant, et en même temps elle est soumise à l'action des ultrasons. Cette technique peut être utilisée pour l'extraction des composés aromatique ou des essences de plantes, mais elle a surtout été développée pour l'extraction de certaines molécules ayant un intérêt thérapeutique [111].

Pendant la sonication, les ondes sonores utilisées induisent des vibrations mécaniques dans le solide, le liquide ou le gaz, à travers une succession de phases d'expansion et de compression, comme au cours d'un phénomène de cavitation. Les bulles, formées par l'expansion, vont se développer puis dégonfler. Si ces bulles se situent près d'une surface solide, alors le dégonflement sera asymétrique, ce qui produira des jets de liquide ultra-rapides. D'après Vinatoru [112], les mécanismes d'extraction impliquent deux phénomènes physiques :

- Les molécules peuvent parfois traverser la paroi cellulaire par simple diffusion ;
- Le contenu des cellules peut être « lessivé » après destruction des parois cellulaires, afin de récupérer l'ensemble des composés d'intérêt.

Les ultra-sons permettent d'améliorer ces deux phénomènes. Ils pourraient augmenter le rendement, diminuer la quantité de solvant nécessaire et/ou le temps de traitement [113].

2.2. Extraction par les gaz supercritiques

Les fluides supercritiques peuvent être définis comme toute substance se trouvant dans des conditions de température et de pression supérieures à sa température critique et sa pression critique. Les propriétés du dioxyde de carbone en font le fluide le plus utilisé car remplissent toutes les conditions nécessaires à une utilisation en extraction en phase supercritique.

Le CO₂ est inerte, non toxique et accessible à un prix raisonnable pour un degré de pureté élevé. De plus, il est gazeux à température ambiante, ce qui facilite la récupération de l'extrait final en ne laissant aucun résidu toxique. Le dioxyde de carbone est liquéfié par refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie. Il est ensuite injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal, puis le liquide se détend pour se convertir à l'état gazeux pour être conduit vers un séparateur où il sera séparé en extrait et en solvant [114].

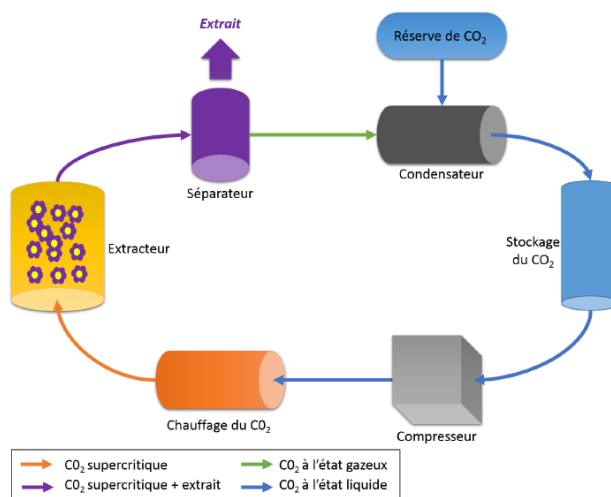


Figure II.7 : Schéma simplifié d'un extracteur au CO₂ supercritique [115].

2.3. Extraction par micro-ondes

Cette méthode consiste à placer le matériel végétal dans un réacteur micro-ondes sans ajouter ni eau ni solvant organique. Les parties du végétal les plus riches en eau, comme les vacuoles, absorbent les ondes puis les convertissent en chaleur, engendrant une augmentation rapide et soudaine de la température au sein de ces structures. Ces dernières éclatent sous la pression régnant dans l'extracteur, libérant ainsi les molécules olfactives, puis, les vapeurs d'eau entraînent l'HE. Un système de refroidissement à l'extérieur du four à micro-ondes permet la condensation de façon continue du distillat, composé d'eau et d'huile essentielle, et le retour de l'excès d'eau à l'intérieur du ballon afin de maintenir le taux d'humidité propre au matériel végétal. Pour les plantes aromatiques, après seulement 30 minutes d'extraction, les rendements en huiles essentielles obtenus sont identiques à ceux obtenus après 6 heures d'hydrodistillation [116-117].

Pour la qualité de l'huile, l'extraction sans solvant assistée par micro-ondes (ESSAM) est la méthode de choix, car avec cette méthode l'huile obtenue est riche en composés oxygénés [118].

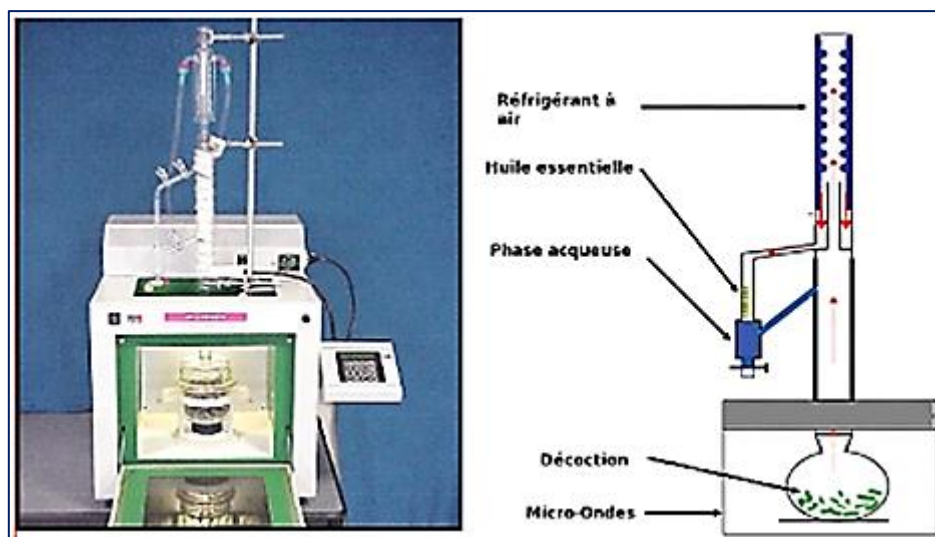


Figure II.8 : Dispositif d'extraction assistée par micro-ondes [119].

Il existe plusieurs types d'extraction assistée par micro-ondes notamment :

- Entrainement à l'air assisté par micro-ondes « Compressed Air Microwave Distillation (CAMD) »
- Hydrodistillation par micro-ondes sous vide pulsé « Vacuum Microwave Hydrodistillation (VMHD) »
- Hydrodistillation assistée par micro-ondes « Microwave Assisted Hydrodistillation (MAHD) »
- Extraction sans solvant assistée par micro-ondes « Solvent Free Microwave Extraction (SFME) »
- Extraction sans solvant améliorée assistée par micro-ondes « Improved Solvent Free Microwave Extraction (Improved SFME) »
- Hydrodiffusion assistée par micro-ondes et gravité 'Microwave Hydrodiffusion and Gravity (MHG).

Conclusion

A partir de la recherche bibliographique sur les méthodes d'extractions des huiles essentielles et les extraits aromatiques, nous présentons dans le (**Tableau II.2**) quelques avantages et inconvénients concernant les méthodes d'extractions.

Tableau II.2 : Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction [120].

Méthodes	Avantages	Inconvénients
L'hydrodistillation	Rendement plus grand.	<ul style="list-style-type: none"> - Temps d'extraction plus long. - Plus grand quantité d'eau. - Hydrolyse des composés nonsaturés. - Pertes de quelques composés volatils.
L'entraînement à la vapeur d'eau	<ul style="list-style-type: none"> - Rendement acceptable. - Pas des réactions d'hydrolyse. 	
L'extraction par micro-onde	<ul style="list-style-type: none"> - Moins d'énergie. - Plus effectives que les composés oxygénés. - Temps d'extraction est très court. 	
L'extraction par des solvants organique	- Rendement plus important par rapport aux autres méthodes.	<ul style="list-style-type: none"> - Grand volume de solvant. - Long temps de l'opération (plusieurs heures). - Reste des solvants toxique dans l'extrait. - Dégradation des composés nonsaturés.



Chapitre III



Chapitre III

Les huiles essentielles à usage thérapeutique

Introduction

L'homme a toujours utilisé les plantes à des fins thérapeutiques. Il y a deux cents ans encore les moyens thérapeutiques naturels étaient les seuls remèdes dont disposait l'humanité. Leur utilisation et leurs effets ont donc été minutieusement étudiés, documentés et développés.

Les plantes médicinales comme les autres thérapeutiques ont toujours été intégrés à la culture d'une époque, ou d'une civilisation donnée [116].

Les plantes médicinales demeurent encore une source de soins médicaux dans les pays en voie de développement, en absence d'un système médical moderne [121].

Par ailleurs, le recours à la médecine à base des plantes est profondément ancré dans notre culture, car l'Algérie est réputée par la richesse de sa flore médicinale qui comprend des centaines d'espèces végétales. Ainsi, elle a un savoir-faire testé depuis longue date par nos ancêtres. Parallèlement, toutes les cultures et les civilisations de l'Antiquité à nos jours dépendent entièrement ou partiellement de la phytothérapie en raison de leur efficacité, l'accessibilité, la disponibilité, faible toxicité et d'acceptabilité [122].

I. La phytothérapie

1. Définition de la phytothérapie

La phytothérapie du mot grec « PHUTON » plante et « THERAPIE » traitement, désigne le traitement par les plantes; elle constitue l'art de se soigner par les plantes, ainsi elle représente une alternative aux traitements par les médicaments d'origine chimique. Ses indications sont basées sur l'utilisation traditionnelle des plantes et leurs différentes formes phytothérapeutiques. En général, la plupart des médicaments sont issus des plantes par l'extraction de la partie utilisée (racine, feuille, écorce, fruit) et contenant le ou les principes actifs. Aujourd'hui, les médicaments dits chimiques proviennent de la nature et bien souvent des plantes, dans le domaine des maladies internes; dermatologie et cosmétologie, et aussi en balnéothérapie [123].

Elle fait partie des médecines parallèles ou des médecines douces [124]. On peut la distinguer en deux types de pratiques :

a) Une pratique traditionnelle ou classique: parfois très ancienne basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement. Selon l'Organisation Mondiale de la

Santé (OMS), cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays surtout ceux en voie de développement; c'est une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'étude clinique [125].

b) Une pratique basée sur les avancées scientifiques: qui recherchent des extraits actifs des plantes qui sont identifiés et standardisés. Cette pratique conduit aux phyto médicaments et selon la réglementation en vigueur dans les pays [125].

L'OMS préconise formellement un renouvellement d'intérêt pour les plantes médicinales et des remèdes traditionnels en proposant une aide afin de promouvoir des programmes de santé mieux adapté aux réalités socio- économiques [126].

2. Les différents types de la phytothérapie

a. L'aromathérapie

L'aromathérapie est une forme de médecine alternative dans laquelle les H.Es ont une grande importance car elles induisent de nombreux effets curatifs. Ainsi, elles s'utilisent de plus en plus dans diverses spécialités médicales telles que : la podologie, l'acupuncture, la masso-kinésithérapie, l'ostéopathie, la rhumatologie ainsi que dans l'esthétique [132]. Comme en phytothérapie, on distingue deux types d'aromathérapie. Il y a l'aromathérapie de terrain grâce à laquelle l'Homme est considéré dans sa globalité (traitement de fond) et l'aromathérapie symptomatique pour traiter les manifestations ou les causes d'une maladie [127-128].

b. La gemmothérapie

Le terme « gemmothérapie » provient du latin *gemmae* qui signifie à la fois bourgeon et pierre précieuse, et du grec *therapeia*, qui veut dire soin. C'est donc une thérapie par les bourgeons végétaux. D'une manière plus large, la gemmothérapie correspond à l'utilisation des tissus embryonnaires végétaux (bourgeons, radicules, jeunes pousses), toujours en croissance, mis en macération dans différents solvants et permettant l'obtention d'un extrait que l'on appelle macérât glycérolé [129].

C'est une forme de phytothérapie encore peu utilisée, qui a été développée par le médecin Pol Henry dès les années 1960. Il est le premier à présumer que le méristème, un élément indifférencié du bourgeon, contient toute l'énergie nécessaire au développement des arbres et qu'il pourrait être assimilé aux cellules souches de notre organisme. Il qualifie initialement ce concept de « Phytoembryothérapie » dans les années 1970. Mais c'est au médecin Max Tétou que l'on doit le nom de « Gemmothérapie », terme qui sera finalement adopté par tout le monde dans les années 1980 [130].

En gemmothérapie, on utilise des bourgeons frais que l'on récolte au printemps juste avant leur éclosion pour que la potentialité énergétique et les concentrations en éléments vitaux soient optimales. Ils sont ensuite stabilisés dans un mélange de deux ou trois solvants : glycérine/alcool ou eau/glycérine/alcool [129].

c. L'homéopathie

L'homéopathie a été mise au point par le médecin allemand Samuel Hahnemann. Le principe de cette méthode est la règle de similitude : *similiasimilibuscurentur* (les semblables sont guéris par les semblables), c'est à dire on administre au patient une dose infinitésimale d'une substance (animale, minérale, ou végétale) produisant expérimentalement chez une personne saine des symptômes semblables à ceux présentés par la personne affectée [116].

d. La phytobalnéothérapie

Appelée également la thérapie de KNEIPP mit au point il y a une centaine d'années, elle consiste à verser des additifs d'extraits de plantes dans les bains chauds [116].

3. Modes de préparation des plantes médicinales pour la phytothérapie

Il est nécessaire d'élaborer des méthodologies qui permettent les extractions des substances ayant une action spécifique.

a. La fabrication des médicaments à partir des plantes

La préparation d'un médicament à partir d'une plante contenant une substance chimique bénéfique varie suivant la substance et la plante. Quelquefois, la substance est extraite des feuilles en utilisant de l'eau bouillante. Parfois, ce sont les racines qu'il faut arracher et moulin. Le procédé le plus simple pour la fabrication des médicaments consiste à utiliser un liquide et la chaleur.

✚ Extraits à l'eau froide

Cette méthode est utilisée pour les ingrédients qui sont détruits par la chaleur. Les feuilles doivent être coupées en petits morceaux et les racines doivent être moulues. Faites tremper ces plantes toute la nuit dans de l'eau froide. A utiliser dans la même journée [131-132].

✚ L'infusion

L'infusion est la méthode de préparation de tisanes la plus courante et la plus classique, elle s'applique généralement aux organes délicats de la plante : fleurs, feuilles aromatiques et sommités [133]. L'infusion est obtenue en versant l'eau bouillante sur les plantes dans un

récipient couvert, pour éviter toute perte d'essence volatile pendant une durée 5 à 15 minutes (selon la plante), puis la filtration [134].

Macération

La macération est une opération qui consiste à laisser tremper une certaine quantité de plantes sèches ou fraîches dans un liquide (eau, alcool, huile...etc) pendant 12 à 18 heures pour les parties les plus délicates (fleurs et feuilles) et de 18 à 24 heures pour les parties dure, puis laisser à température ambiante. Avant de boire, il faut bien la filtrer. Cette méthode est particulièrement indiquée pour les plantes riches en huiles essentielles et permet de profiter pleinement des vitamines et minéraux qu'elles contiennent [135].

Décoction

Elle consiste à faire bouillir pendant quelques minutes la plante ou partie de la plante qu'on veut préparer. Le temps d'ébullition varie selon la plante ou la partie de la plante entre (10 à 30mn), ex : une décoction de racines peut demander 10 minutes d'ébullition ensuite laisser la plante macérer pendant un temps et filtrer à l'aide d'un papier spécial ou d'une toile à trame fine [136].

Cataplasmes de plantes médicinales

Préparations de plantes appliquées sur la peau, les cataplasmes calment les douleurs musculaires et les névralgies, soulagent l'entorse, fractures, et permettent l'extraire le pus des plaies infectées, des ulcères et des furoncles. On chauffe la plante pendant 2 min ensuite la presser pour en extraire le liquide puis appliquer préalablement de l'huile sur la partie atteinte et recouvrir avec la plante encore chaude et bander, laisser agir 3h au max [8].

b. Autres formes de fabrication

Poudre

Les drogues séchées sont très souvent utilisées sous forme de poudre. Il s'agit de remèdes réduits en minuscules fragments, de manière générale, plus une poudre est fine, plus elle est de bonne qualité. Les plantes préparées sous forme de poudre peuvent s'utiliser pour en soin tant interne (avalées ou absorbées par la muqueuse buccale) qu'externe (sert de base aux cataplasmes et peuvent être mélangées aux onguents) [137].

Sirop

Le miel et le sucre non raffiné sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des infusions et des décoctions pour donner des sirops et des cordiaux. Ils ont aussi des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge.

Les saveurs sucrées des sirops permettent de masquer le mauvais goût de certaines plantes, de manière à ce que les enfants les absorbent plus volontairement [138].

Onguents (Pommade)

Les onguents sont de préparations d'aspect crémeux, réalisées à base d'huiles ou de tout autre corps gras dans lesquelles, les principes actifs des plantes sont dissous. Elles sont appliquées sur les plaies pour empêcher l'inflammation. Les onguents sont efficaces contre les hémorroïdes ou les gerçures des levures [137].

Crèmes

Les crèmes sont des émulsions préparées à l'aide de substances (huile, graisses... etc) et de préparation des plantes (infusion, décoction, teinture, essences, poudres).

Contrairement aux onguents, les crèmes pénètrent dans l'épiderme. Elles ont une action adoucissante, tout en laissant la peau respirer et transpirer naturellement. Cependant, elles se dégradent très rapidement et doivent donc être conservées à l'abri de la lumière, dans des pots hermétiques placés au réfrigérateur [137].

Lotions et compresses

Les lotions sont des préparations à base d'eau des plantes (infusion, décoctions ou teintures diluées) dont on tamponne l'épiderme aux endroits irrités ou enflammés. Les compresses contribuent à soulager les gonflements, les contusions et les douleurs, à calmer les inflammations et maux de tête, et à faire tomber la fièvre [139].

Inhalations

Les inhalations ont pour effet de décongestionner les fosses nasales et de désinfecter les voies respiratoires. Elles sont utiles contre les catarrhes, les rhumes, la bronchite et quelque fois pour soulager les crises d'asthme. Nous pouvons faire souvent appel à des plantes aromatiques, dont les essences en se mêlant à la vapeur d'eau lui procurent leurs actions balsamique et antiseptique; la méthode la plus simple est de verser de l'eau bouillante dans un large récipient en verre pyrex ou en émaillé contenant des plantes aromatiques finement hachées, ou lorsqu'il s'agit d'huiles essentielles d'y verser quelques gouttes [133].

4. Phytothérapie en Algérie

La phytothérapie est très populaire, elle gagne, de plus en plus, d'adeptes, comme partout dans le monde. Nombreux sont ceux qui croient à la grâce de la nature pour guérir. En réalité la phytothérapie, ou, plus exactement, l'herboristerie a toujours existé en Algérie. En 2003, une filiale des laboratoires Maugham a créé une ligne de phytothérapie «phytopharm», qui est l'une des premières entreprises à avoir introduit la phytothérapie, en Algérie, avec des

produits naturels, au service du bien-être et de beauté [140]. L'Algérie bénéficie d'un climat très diversifié, les plantes poussent en abondance dans les régions côtières, montagneuses et également sahariennes. Ces plantes constituent des remèdes naturels potentiels, qui peuvent être utilisés en traitement curatif et préventif [141]. Ces dernières années, la phytothérapie traditionnelle s'est répandue dans le pays, des plantes et des mélanges de plantes, sont utilisés pour le traitement de toutes sortes de maladies comme le diabète, rhumatisme, minceur et maladies incurables [142].

5. Usage thérapeutique des plantes choisies

5.1. Effet thérapeutique de la Camomille [10]

- *Anti-inflammatoire et antiphlogistique*
- *Effet anticancéreux*
- *Effet antibactérien*
- *Anxiété et convulsions*
- *Activité antidépressive*

5.2. Aspects pharmacologiques et effets thérapeutiques de *Pistacia lentiscus*

Pistacia lentiscus constitue une source importante de substances actives. En effet, plusieurs parties de cette plante (les fruits, les écorces et les feuilles) sont utilisées en médecine traditionnelle depuis la civilisation grecque. Elle est utilisée, soit par voie interne, en transcutanée soit en diffusion. Les études expérimentales effectuées sur cette plante ont mis en évidence différentes activités biologiques et pharmacologiques [6].

6. Utilisation thérapeutique traditionnelle

Pistacia lentiscus est connue pour ses propriétés médicinales depuis l'antiquité. La décoction des racines séchées est efficace contre l'inflammation intestinale et d'estomac ainsi que dans le traitement de l'ulcère. La partie aérienne de *Pistacia lentiscus* est largement utilisée en médecine traditionnelle dans le traitement de l'hypertension artérielle grâce à ses propriétés diurétiques. Les feuilles sont pourvues d'action anti-inflammatoire, antibactérienne, antifongique, antipyrétique, astringente, hépato-protective, expectorante et stimulante. Elles sont également utilisées dans le traitement d'autres maladies telles que l'eczéma, infections buccales, diarrhées, lithiases rénales, jaunisse, maux de tête, ulcères, maux d'estomac, asthme et problèmes respiratoires.

La résine de *Pistacia lentiscus* a été traditionnellement considérée comme un agent anticancéreux, en particulier contre les tumeurs du sein, du foie, de l'estomac, de la rate et de l'utérus. Ces croyances traditionnelles sont en accord avec de récentes études montrant que mastic de Chios induit l'apoptose et dispose d'action anti-proliférateur contre les cellules cancéreuses du côlon [143].

Tableau III.1 : Effet thérapeutique de différentes parties de *Pistacia lentiscus* L.

Fruits [144-145]	Feuille [146- 147]	Résine [46-148]
<ul style="list-style-type: none"> • Douleurs dorsales. • Pour les diabétiques. • Pour le traitement des douleurs d'estomac. • Pour soigner les brûlures. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apéritif et astringent. • Guérir les troubles gastro-intestinaux. • Traitement de l'eczéma. • Traitement de la diarrhée. • Agit contre les infections de la gorge. • Un puissant antiulcéreux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Astringente. • Carminative. • Diurétique. • Tonique.

7. Les crèmes et leurs utilisations

1. La peau

La peau est l'organe le plus gros de l'organisme, avec une surface d'environ 2 m² pour un poids moyen représentant 15 % du poids total d'un adulte, elle est constituée du derme, de l'épiderme et de l'hypoderme [149].

1.1. Physiologie cutanée

La peau en tant qu'organe stratifié a une épaisseur qui varie selon le sexe, l'âge et la région du corps [150].

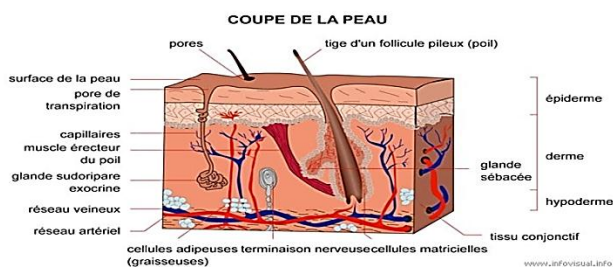


Figure III.1 : Représentation schématique de la peau [151].

a. L'épiderme : C'est un tissu épithélial pluristratifié d'origine ectodermique correspondant à la couche la plus externe de la peau. Une de ses principales fonctions est celle de barrière entre l'organisme et son environnement extérieur [152].

b. Le derme : Le derme permet non seulement d'apporter les nutriments, l'immunité et d'autres supports à l'épiderme mais aussi d'avoir un rôle dans la régulation de la température, de la pression et de la douleur. Le derme a une épaisseur de 0,1 à 0,5 cm. C'est un tissu conjonctif composé de fibres de collagène (70%) et de fibres élastiques dans une matrice extracellulaire riche en protéoglycanes et glycoprotéines [153].

c. L'hypoderme : C'est la couche la plus profonde et la plus épaisse de la peau. L'hypoderme est un tissu graisseux ou tissu adipeux blanc, rattaché à la partie inférieure du derme, essentiellement composé d'adipocytes, cellules spécialisées dans le stockage des lipides, regroupés en lobules et séparés par du tissu conjonctif. Il joue le rôle d'isolant thermique, de réserve énergétique et de protection contre les chocs [154].

1.2. Rôle de la peau

La peau exerce diverses fonctions importantes [155]:

- **Protection de l'organisme :** La peau protège le corps humain contre les micro-organismes du fait de la présence de cellules de Langerhans et de la structure de l'épithélium. La mélanine agit comme un bouclier protégeant la peau contre les rayons UV, tandis que, le sébum et la kératine imperméabilisent la peau afin de limiter les pertes hydriques ;
- **Fonction d'information et la sensibilité :** Elle est assurée par des terminaisons nerveuses et des récepteurs spécialisés ;
- **Thermorégulation :** La thermorégulation s'effectue grâce aux phénomènes de transpiration en cas de chaleur et de variation du débit sanguin dans les vaisseaux, afin d'augmenter ou de diminuer la température corporelle. La peau possède donc une fonction d'excrétion de la sueur mais également d'absorption de substances hydrophiles ou lipophiles (médicaments, substances toxiques...) ;
- **Fonction métabolique :** La synthèse de vitamine D est effectuée au niveau de la peau, sous l'action des rayons UV ;
- **Rôle émotionnel et social :** De nombreuses émotions sont exprimées par la peau, telle que la peur, le stress... et un rôle social, car il s'agit de la première image de soi que l'on soumet aux regards extérieurs.

1.3. Pénétration à travers la peau

La peau constitue une barrière très efficace mais elle peut cependant être traversée par de petites quantités de substances lipophiles capables de pénétrer dans les couches cornées. Si les substances possèdent aussi une certaine hydrophilie, elles pourront avoir une diffusion plus profonde et parfois même une absorption systémique.

Du fait de la perméabilité réduite de la peau, il n'y a qu'une faible fraction de la substance déposée qui est réellement absorbée et seules les substances très actives peuvent avoir une action générale par cette voie (sans passage par le foie) [156].

1.4. Facteurs influençant la pénétration à travers la peau

- **Principe actif** : nature chimique (amphiphile, hydrophile, lipophile), constante de diffusion, teneur, coefficient de partage, poids moléculaire, point de fusion, fixation aux protéines cutanées...
- **Excipients** constituant la base de la préparation (nature chimique, propriétés physiques et mécaniques, lipophile ou hydrophile, quantité...) ou autres (présence ou non d'agents tensioactifs, présence d'agent de pénétration, émulsion.),
- **Région d'application**: épaisseur de la couche cornée et débit sanguin cutané, follicules pileux,
- **Degré d'hydratation** de la peau et **température** cutanée,
- **pH** (de la préparation et cutanée),
- **Modes d'application**: simple étalement, massage, friction, épaisseur de la couche, durée et surface de contact, occlusion (pose de pansement ou de bandage),
- **État de la peau**: affection dermatologique, âge, lésions [157]...

2. Brûlure

Les brûlures posent un problème mondial de santé publique, étant responsable, selon les estimations, de 180 000 décès par an. La majorité de celles-ci surviennent dans des pays à revenu faible ou intermédiaire et près des deux tiers dans les régions OMS de l'Afrique et de l'Asie de Sud-Est [158].

2.1. Définition

La brûlure cutanée est définie comme étant une perte de substance partielle ou totale de la peau voire même des tissus sous-jacents, ayant, souvent dans le cas de brûlures graves, des conséquences majeures sur l'organisme d'ordre physique et /ou psychologique. Les agents

responsables des lésions peuvent être d'origine thermique, chimique, électrique ou radioactive [156].

2.2. Classification des brûlures

Selon l'agent causal, les brûlures sont classées [156]:

a. **Brûlures thermiques** : Sont les plus fréquentes et représentent 90% des brûlures voire plus. Elles sont définies par la triade suivante : nature de l'agent brûlant, température et le temps de contact. Les origines possibles de ce type de brûlure sont :

- L'ébouillement par des vapeurs ou liquides brûlants ;
- Le contact avec des flammes ;
- Les explosions ;
- Le contact avec un solide brûlant ;
- Les gelures (lors d'exposition à des températures inférieures au point du gel de l'eau saine);
- Flash électrique.

b. **Brûlures électriques** : Elles représentent 5% à 7% des causes des brûlures ; Lors de l'électrisation, le courant électrique traverse le corps entre un point d'entrée et un point de sortie, et en fonction du voltage les conséquences seront plus ou moins importantes.

On distingue :

- Les brûlures à basse tension : moins de 1000 Volts ; les accidents seront essentiellement domestiques ;
- Les brûlures à haute tension : plus de 1000 Volts ; les accidents du travail, on peut aussi parler des personnes foudroyées lors d'orages.

c. **Brûlures chimiques** : Représentent environ 2% des brûlures. Ces brûlures sont provoquées par des acides, des bases et des chélateurs projetés sur la peau lors d'accidents du travail en laboratoire, d'accidents domestiques ou d'agressions. Les lésions sont presque toujours profondes, graves et sérieuses.

d. **Brûlures par irradiations** : Les accidents d'irradiation résultent le plus souvent d'accidents d'exposition industriels ; on retrouve aussi des accidents radiologiques ou des brûlures à la suite d'une radiothérapie.

2.3. Facteurs de gravité

• **Profondeur** : Il existe quatre degrés de profondeur pour les brûlures [156]:

- Le premier degré ; Le deuxième degré superficiel; Le deuxième degré profond ; Le troisième degré.

- **Surface brûlée** : Plus la brûlure est étendue plus le retentissement général est important. Elle est exprimée en pourcentage de la surface corporelle totale et prend en compte toutes les brûlures.
- **Localisation** : Le siège de la brûlure est important dans le but d'évaluer :
 - Le pronostic vital ; fonctionnel ; esthétique.
- **Terrain** : Les âges extrêmes de la vie sont un facteur aggravant ainsi que les pathologies sous-jacentes.

3. La cicatrisation normale

La cicatrisation est une réponse du revêtement cutané à toute atteinte à son intégrité. Son but est d'induire une réparation du tissu lésé. Elle se déroule en plusieurs phases [156] :

- ✓ **Phase initiale** comprenant l'étape vasculaire et l'étape inflammatoire et détersion
- ✓ **Phase de réparation tissulaire** : Bourgeonnement et épithélialisation
- ✓ **Phase de remodelage** : C'est une phase qui dure en moyenne 18 mois. Cette période englobant une phase inflammatoire et une phase de remodelage

3.1. Facteurs influençant la cicatrisation

L'évolution de la cicatrisation dépend de plusieurs facteurs, qui peuvent être intrinsèques ou extrinsèques [159].

7.1. Facteurs intrinsèques

- Caractéristiques du traumatisme : le type du traumatisme, son étendue et sa profondeur conditionnent la qualité de la cicatrisation.
- Localisation de la plaie : les zones richement vascularisées sont mieux et rapidement cicatrisées.
- Hydratation de la plaie : la prolifération tissulaire et l'épithélialisation sont favorisées par l'environnement humide.

7.2. Facteurs extrinsèques

- Déficit nutritionnel : les protéines, les acides aminés, les lipides, les vitamines (Vit C, A, K, E), les minéraux et les oligoéléments sont nécessaires au déroulement de la cicatrisation. Ce qui fait que les personnes cachectiques cicatrisent mal.
- Diabète : retard de cicatrisation est fréquente chez les diabétiques en raison de la modification de la fonction leucocytaire par l'hyperglycémie (diminution de la phagocytose et chimiotactisme).

- Médicaments : tels que les corticostéroïdes, les agents toxiques et les anticoagulantes anti-vitamines K.

4. Les Crèmes et les émulsions

Les formes galéniques appliquées sur la peau sont diverses. Elles regroupent les pommades, pates, gels, émulsions (crèmes, laits ...), dispositifs transdermiques... etc. [160].

4.1. Définition des formes semi-solides à application cutanée

La Pharmacopée Européenne indique que les préparations semi-solides sont des préparations présentant un aspect homogène, destinées à être appliquées sur la peau ou sur certaines muqueuses, formulées en vue d'une action locale ou transdermique de principe actif, ou d'une action émollissante ou protectrice [161].

4.2. Principales formes galéniques semi-solides

Les formes galéniques destinées à la voie cutanée sont extrêmement nombreuses, on distingue :

4.2.1. Les crèmes

Dans le langage courant, on les appelle les crèmes, mais en réalité il s'agit d'émulsions épaissies. Ce sont des préparations multiphasiques de consistance fluide. Elles sont généralement constituées d'une phase lipophile et d'une phase hydrophile. Afin de stabiliser ces deux phases, on utilise un ou plusieurs tensioactifs et un agent épaississant. La composition qualitative d'une crème est :

- Principe actif
- Phase lipophile
- Phase hydrophile
- Agents tensioactifs
- Agents épaississants
- Agents conservateurs (antioxydant, antimicrobien)
- Agents aromatisants et agents colorant.

On distingue :

a. Les crèmes hydrophobes : La phase externe est la phase lipophile. Elles contiennent des émulsifiants de type « eau dans huile » tel que la lanoline, des esters de sorbitane, des monoglycérides.

b. Les crèmes hydrophiles : La phase externe est la phase aqueuse. Elles sont constituées de tensioactifs de type « huile dans eau » comme des savons de sodium, des alcools gras sulfatés [162].

4.2.2. Pommades

Sont des préparations composées d'un excipient monophasé dans lequel peuvent être dissoutes ou dispersées des substances liquides ou solides [161].

4.2.3. Pâtes

Des préparations semi-solides contenant de fortes proportions de poudre (> à 50%) finement dispersées dans l'excipient. On distingue deux types : pâte lipophile ou hydrophobe et pâte hydrophile [161].

4.2.4. Gels

Préparations constituées par des liquides gélifiés à l'aide d'agents gélifiants appropriés ; deux types sont distingués : Oléo gels (gels hydrophobes) et Hydrogels (gels hydrophiles) [161].

Chapitre IV



Chapitre IV

Protocole expérimental

Cette partie du manuscrit est dédiée à la description détaillée du protocole expérimental suivi dans notre étude pratique. Le chapitre contient une présentation du matériel utilisé, les méthodes d'extraction des huiles essentielles, le procédé de préparation de la crème, les différentes techniques de caractérisation des huiles extraites et de la crème et enfin l'analyse de l'activité antifongique de nos huiles.

Partie I : Extraction des huiles essentielles et leurs caractérisations

1. Matière végétale

Dans notre étude nous avons choisi de travailler sur deux plantes à savoir la Camomille et le Lentisque.

La première plante est *la Camomille romaine*. Nous avons travaillé sur deux échantillons différents :

- **Les fleurs sèches** : *La camomille romaine*. (Image IV.1) qui a été achetée en vrac d'une épicerie au centre-ville de la wilaya de GUELMA.



Image IV.1 : La camomille sèche commercialisée

- **Les fleurs fraîches**: *La Camomille fraîche* a été récoltée pendant le mois de Mars 2023 dans la région de Héliopolis de la Wilaya de Guelma.



Image IV.2 : La camomille fraîche récoltée.

La deuxième plante étudiée est le *Lentisque* qui a été collecté dans la région de Héliopolis, une commune située à 5 km de la wilaya de Guelma (Algérie). La partie de la plante représentée par les Feuilles a été utilisée sèche.

La matière végétale séchée a été découpée avec un cutter pour séparer les racines de la partie aérienne. Les racines ont été séchées à l'ombre et à l'abri de l'humidité et la lumière à température ambiante pendant 15 jours. Après son broyage à l'aide d'un mortier, le produit a été stocké dans un récipient en verre sombre et scellé.



Image IV.3 : Lentisque frais.

2. La zone de récolte

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud. La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3.686,84 Km² dont Haouara et Mahounare

présentant forêts denses et riches en végétation. Elle est limitrophe aux wilayas suivantes [20].

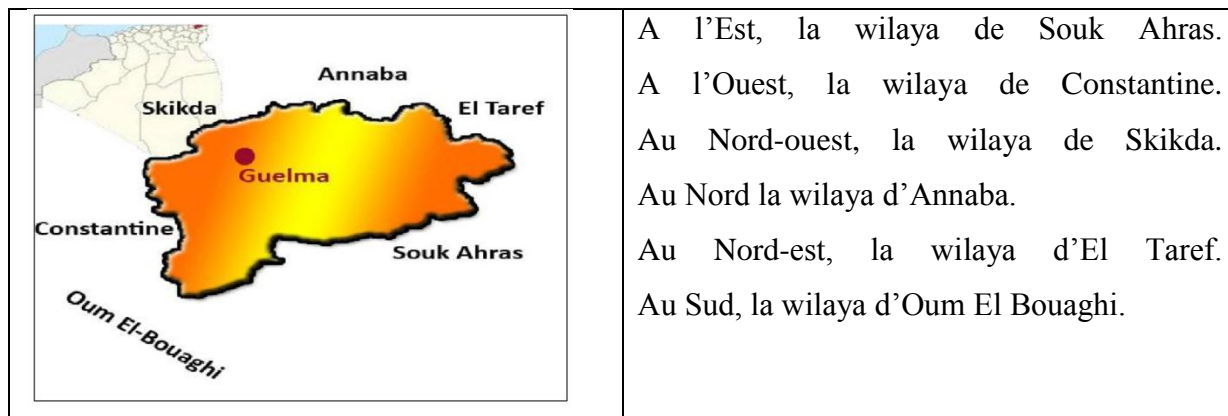


Figure IV.1: Situation géographique de la wilaya de Guelma [163].

3. Matériel et produits chimiques utilisés au laboratoire

Le tableau ci-dessous regroupe le matériel et les produits chimiques utilisés lors de ce travail.

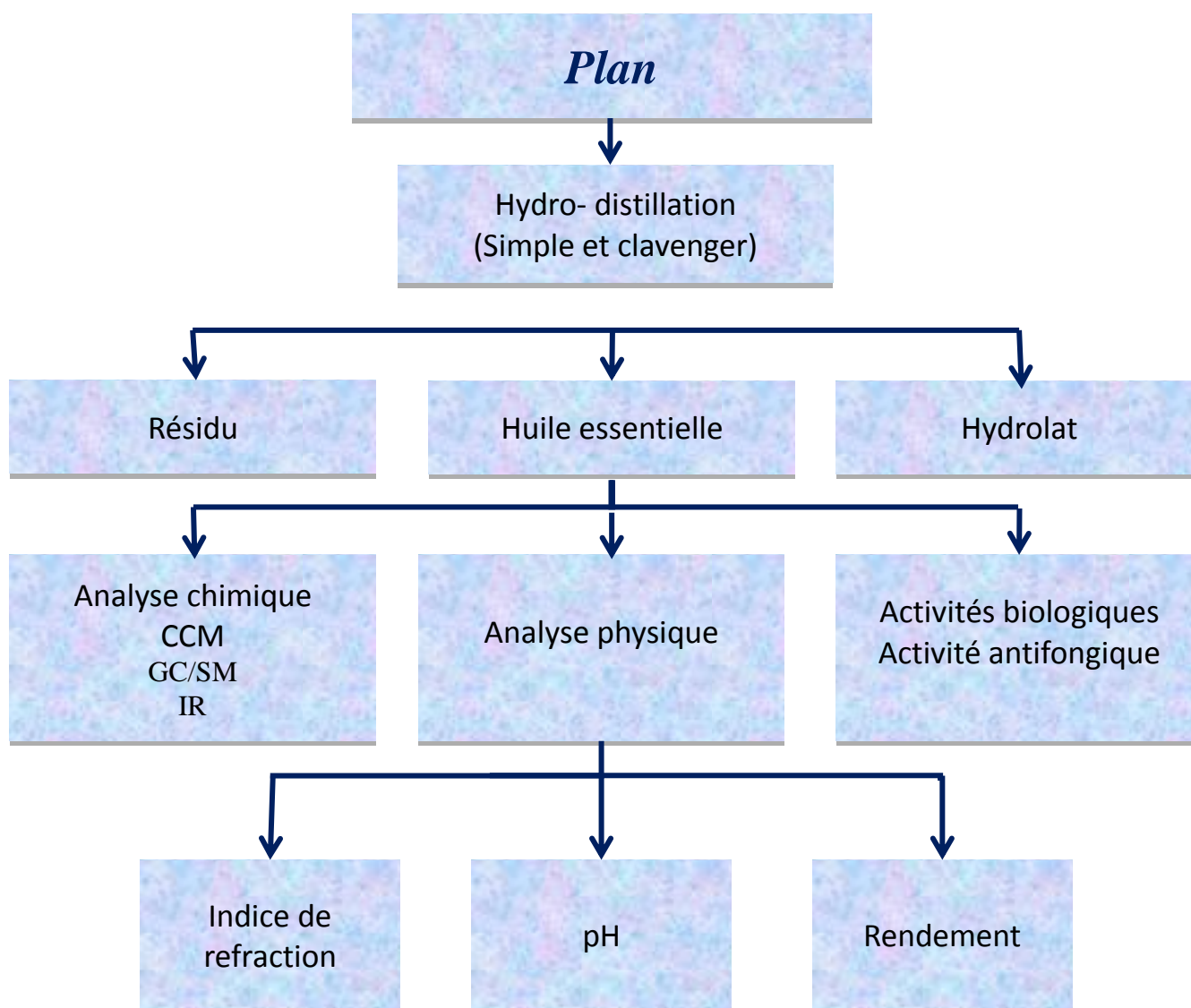
Tableau IV.1 : Matériel et produits utilisés.

MATERIELS	PRODUITS
Une chauffe ballon	Eau distillée
Un réfrigérant	Chlorure de sodium (NaCl)
Une ampoule à décantation	Cyclohexane
Flacons sombres	Hydroxyde de potassium (KOH)
Une balance	Ethanol
Micro pipette en verre	Indicateur coloré (phénol phtaléine)
Erlenmeyer	
Burette	
Cuve à éluant	
Agitateur magnétique	
Tubes à essais	
Bécher	
Pipettes pasteurs	
Distillateur Clavenger	
Distillateur	

4. Méthodes d'extraction

Dans notre travail nous avons choisi de tester trois méthodes d'extraction différentes mais similaires dans le principe car toutes sont basées sur l'hydrodistillation. Le travail expérimental a été réalisé au niveau du Laboratoire pédagogique du Département de Génie des Procédés de l'Université de Guelma, au Laboratoire de Sciences de la Nature et de la vie de l'Université de Guelma, et au Laboratoire de recherche scientifique de l'Université Chadli Bendjedid EL-TARF. L'objectif de ces trois méthodes est de comparer le rendement d'extraction.

Ce travail expérimental a été réalisé selon le protocole suivant :



4.1.L'hydrodistillation

✚ Extraction par hydrodistillation du tube simple

Le principe de l'hydrodistillation est basé sur l'éclatement et la libération des molécules odorantes (non solubles dans l'eau) contenues dans les cellules de la matière végétale une fois mise en contact avec de l'eau chaude. Ces molécules aromatiques, une fois condensées, dans un réfrigérant, donnent les huiles essentielles.

Mode opératoire

- Introduire une quantité suffisante de matériel végétal dans un ballon en verre;
- Ajouter une quantité suffisante d'eau distillée sans pour autant remplir le ballon pour éviter les débordements à l'ébullition;
- A l'aide d'un chauffe ballon, le mélange est porté à ébullition;
- Lors du chauffage, l'huile essentielle se vaporise en même temps que l'eau et est entraînée par la vapeur d'eau vers le réfrigérant, où elle se condense ainsi que l'eau au contact des parois froides du réfrigérant;
- Les vapeurs qui se sont condensées chutent dans un erlenmeyer ou fiole ;
- La solution obtenue est appelée distillat qui contient deux phases : une phase aqueuse (eau aromatique) et une phase organique (huile essentielle), moins dense que l'eau ;
- Ainsi, les deux phases seront séparées par décantation ;

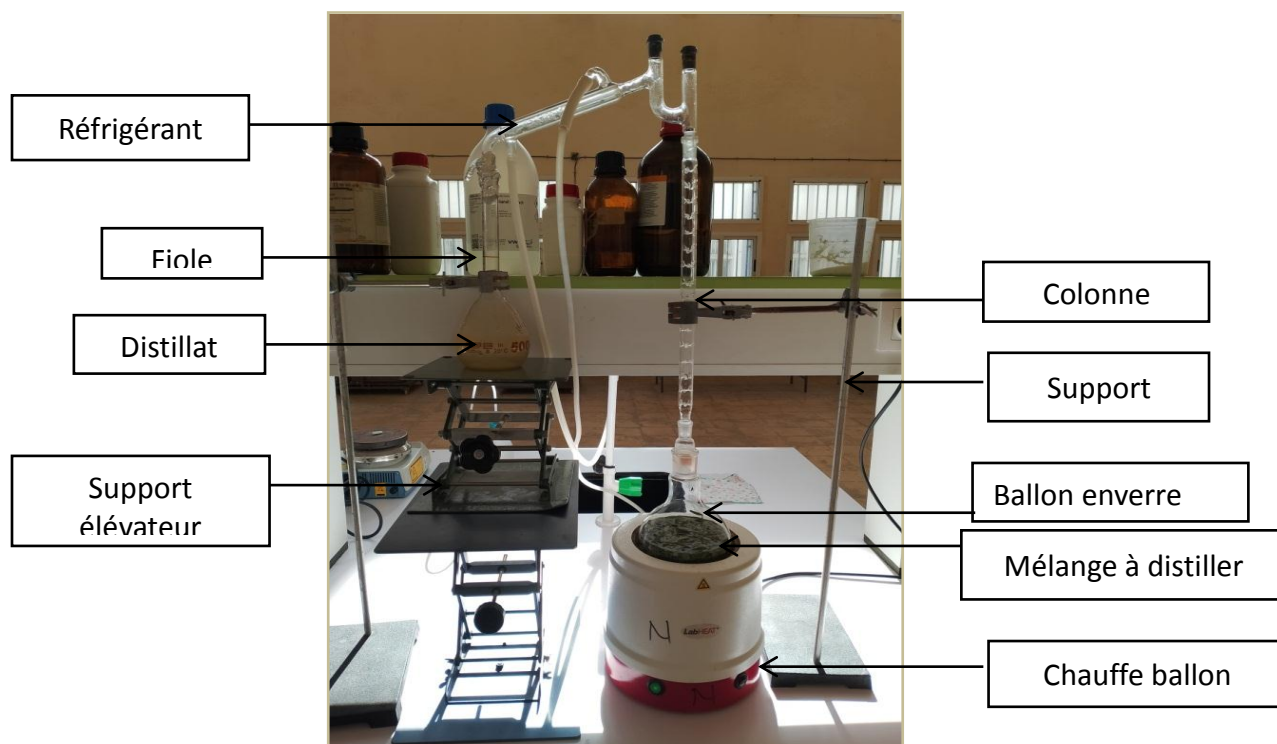


Figure IV.2 : Montage d'hydrodistillation du tube simple.

Décantation

Mode opératoire

- Prendre une quantité de NaCl égale à la quantité de matière végétale prise pour l'extraction et la verser dans le bécher contenant le distillat ;
- Ajouter dans le bécher une quantité de cyclohexane qui correspond à la moitié de la quantité de matière végétale prise pour l'extraction ;
- A l'aide d'un agitateur magnétique, agiter bien le tout ;
- Puis verser le mélange dans une ampoule à décanter et laisser reposer pendant quelques minutes ;
- Ensuite, séparer l'hydrolat et récupérer l'huile dans un flacon en verre sombre.



Figure IV.3 : Opération de décantation.

✚ Extraction par hydrodistillation du tube Clevenger

Dans un ballon de 2l, on a mis 300g de la matière végétale avec suffisamment d'eau distillée. Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon pendant 2h. La vapeur d'eau entraîne les produits organiques volatils qui se condensent dans le tube terminal du Clevenger. Après décantation, les huiles essentielles sont récupérées. Elles subissent une déshydratation par addition du sulfate de sodium anhydre, afin d'éliminer les traces d'eau susceptible d'avoir été retenue dans la phase organique.

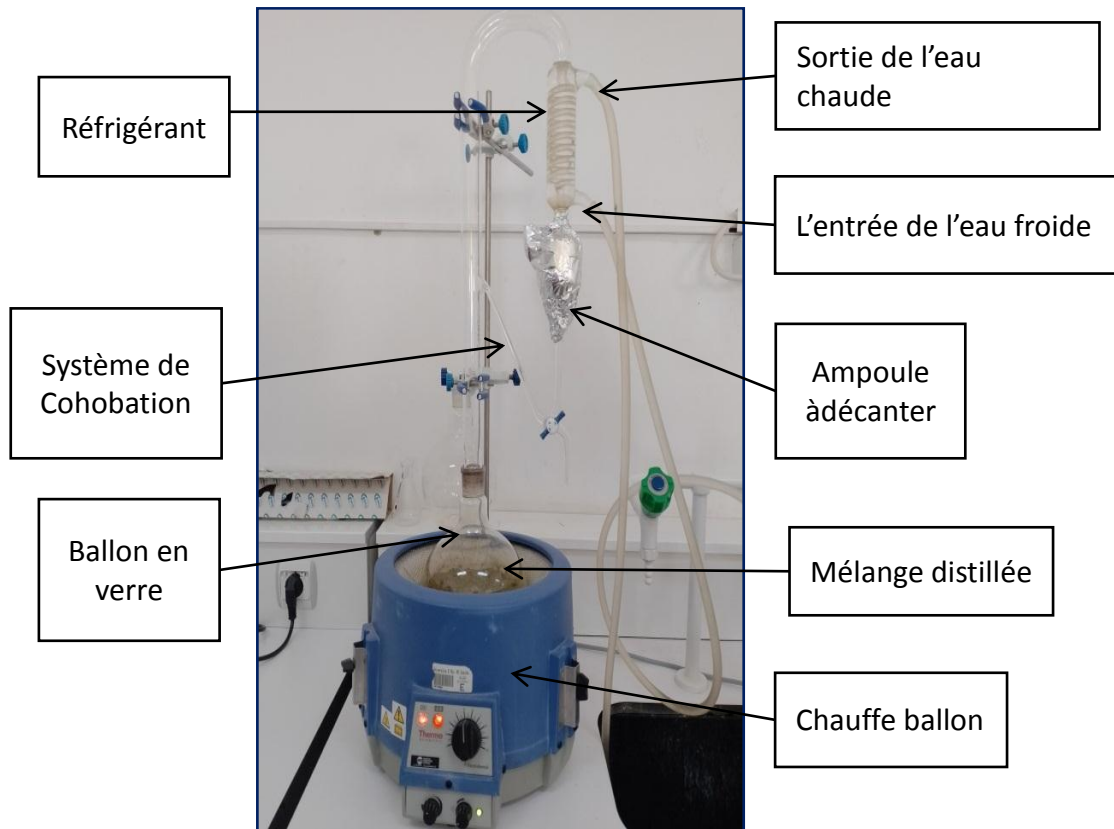


Figure IV.4 : Dispositif de Clevenger.

✚ Extraction par hydrodistillateur

Cette manipulation a eu lieu dans le laboratoire de recherche scientifique de l'Université Chadli Bendjedid EL-TAREF.

Mode opératoire

- Introduire une quantité suffisante de matériel végétal dans la cocotte ;
- Ajouter une quantité suffisante d'eau distillée sans pour autant remplir la cocotte pour éviter les débordements à l'ébullition ;
- A l'aide d'une plaque chauffante, le mélange est porté à ébullition ;
- Lors du chauffage, l'huile essentielle se vaporise en même temps que l'eau et est entraînée par la vapeur d'eau vers le réfrigérant, où elle se condense ainsi que l'eau au contact des parois froides du réfrigérant ;
- Les vapeurs qui se condensent et chutent dans un erlenmeyer ou bécher ;
- La solution obtenue est appelée distillat qui contient deux phases : une phase aqueuse (eau aromatique) et une phase organique (huile essentielle), moins dense que l'eau ;
- Ainsi, les deux phases seront séparées par décantation.



Figure IV.5 : Le montage d'extraction par l'hydro-distillateur.

Décantation

Mode opératoire

- Verser la solution obtenue dans une ampoule à décanter et laisser reposer pendant 24h ;
- Ensuite, séparer l'hydrolat et récupérer l'huile dans un flacon en verre sombre.

5. Conservation des huiles essentielles

Les essences directement issues des plantes contiennent certaines molécules actives, qu'il convient de conserver avec précaution. Ainsi, les huiles essentielles obtenues dans ce travail ont été conservées à l'abri de :

- **La lumière** : Etant donné que les huiles essentielles peuvent être altérées par les rayons ultraviolets du soleil. Elles ont été conservées dans un flacon sombre.
- **L'air/oxygène** : Pour éviter l'oxydation et la volatilisation de l'huile, le tube en verre est fermé hermétiquement.
- **La chaleur** : En raison de leur nature inflammable, elles sont stockées à une température entre 4°C -8°C jusqu'à l'utilisation.

6. Caractérisation physicochimique des huiles essentielles extraites

Les caractéristiques organoleptiques (apparence, couleur, odeur, goût) étaient autrefois les seules indications permettant d'évaluer la qualité d'une huile essentielle, mais comme ces propriétés ne donnent que des informations très limitées sur ces essences, il est nécessaire de faire appel à d'autres techniques de caractérisation plus précises. La qualité d'une huile

essentielle et sa valeur commerciale sont définies par des normes admises et portant sur les indices physicochimiques [164].

Ces normes ont été déterminées par plusieurs organisations connues à l'échelle mondiale comme :

ISO : International standard organisation.

AFNOR : Association française de normalisation

AOAC: Association of official agricultural chemist.

Dans notre cas, nous avons déterminé les indices suivant la norme AFNOR.

6.1. Caractères organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques concernent l'aspect, la couleur et l'odeur d'une HE. Il s'agit d'utiliser les différents organes des sens, notamment les yeux pour déterminer macroscopiquement l'aspect et la couleur et le nez pour l'odeur [114].

6.2. Caractéristiques physiques

Les huiles essentielles ont aussi des propriétés physiques communes. Elles ne sont pas solubles dans l'eau mais en revanche elles le sont dans les solvants organiques et huiles végétales. Par contre elles ont des caractéristiques différentes :

6.2.1. Le rendement

Les rendements d'extraction, ont été calculés selon la relation suivante :

$$R (\%) = \frac{M_{ext}}{M_{éch}} \times 100$$

Où :

R : le rendement en (%);

M_{ext}: la masse de l'extrait après évaporation du solvant en (g) ;

M_{éch}: la masse sèche de l'échantillon végétal en (g).

6.2.2. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction d'une huile essentielle est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une température constante.

Après nettoyage de l'appareil, on place 2 ou 3 gouttes d'huile essentielle au milieu du prisme. Puis, on regarde dans l'oculaire et la mesure se fait en tournant les boutons de réglage du

réfractomètre pour amener les zones sombres et éclairées au centre du réticule, finalement on note la valeur de l'indice et la température de mesure.

Une formule empirique permet d'évaluer l'indice de réfraction d'un liquide à 20°C quand on l'a mesuré à une température légèrement différente :

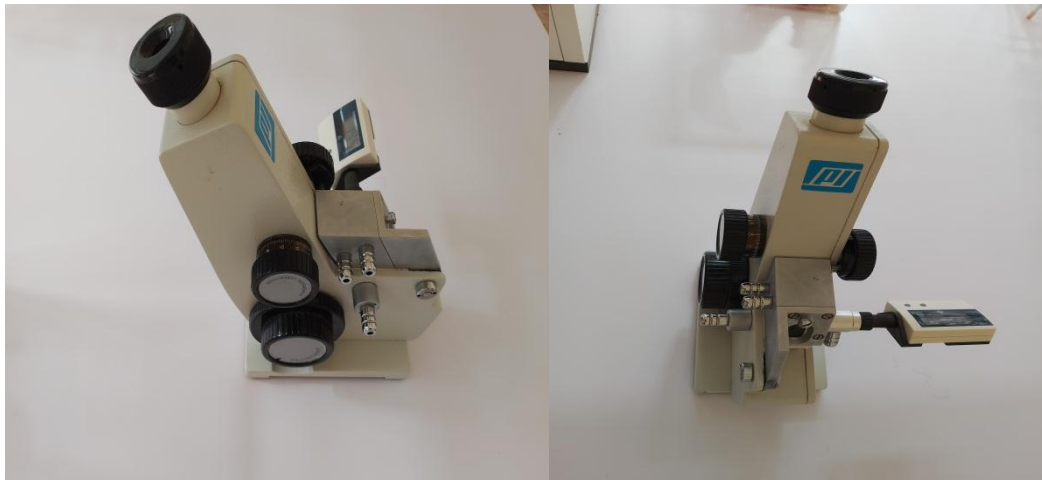
$$I_{20} = I_{\theta} + 0.00045 * (\theta - 20^{\circ}\text{C})$$

I_{20} : Indice de réfraction à 20°C

I_{θ} : indice de réfraction à la température de mesure.

θ : Température de mesure.

0,00045 : Constante de variation de l'indice d'indice quand la température varie de 1°C



ImageIV.4 : Réfractomètre.

6.2.3. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

Sans unité, le potentiel d'hydrogène noté pH est une grandeur qui permet de mesurer l'activité chimique de l'ion hydrogène dans une solution. D'autre part, le pH indique le degré d'acidité ou de basicité d'une solution, c'est-à-dire si la solution est acide, basique ou neutre.

Mode opératoire

En raison des quantités très réduites d'huile essentielle obtenue, le pH de cette dernière est mesuré à l'aide d'un papier pH au lieu d'un pH-mètre qui aurait permis d'obtenir des résultats plus précis. Pour cela :

- Prendre une bande de papier pH et la placer sur le carreau blanc ;
- En utilisant une pipette, déposer quelques gouttes d'huile essentielle sur le papier pH ;
- Observer la couleur produite sur le papier et comparer avec les différentes nuances de couleurs de référence qui varient selon le pH (voir **la figure IV.6**) ;
- Ensuite, noter la valeur du pH correspondant.

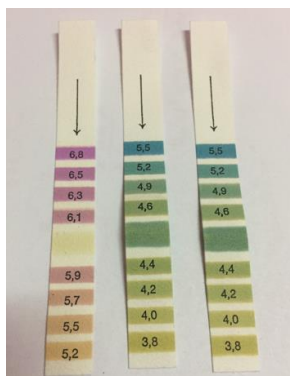


Figure IV.6: La gamme de couleur selon le pH.

7. Les caractéristiques chimiques

7.1. Indice d'acide

Mode opératoire [114]

On dissout quelques gouttes d'huile essentielle dans 5 ml d'une solution d'hexane. Après dissolution, on titre la solution contenant l'huile essentielle par une solution d'hydroxyde de Potassium 0,01 M. Le titrage est terminé lorsque la couleur rose pâle persiste. On note alors le Volume de KOH, et l'indice d'acide est calculé selon la formule suivante : $IA = \frac{56,1 \cdot N \cdot V}{m}$

- N: normalité de KOH
- V: volume de la solution de KOH (ml)
- 56,1: masse molaire de KOH
- m: masse de la prise d'essai de l'huile essentielle (g)

7.2. Chromatographie en phase gazeuse/Spectrométrie de masse (CPG/SM)

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse est une méthode d'analyse qui combine les performances de la chromatographie en phase gazeuse et de la spectrométrie de masse afin d'identifier et/ou de quantifier précisément de nombreuses substances. La méthode est basée sur la séparation des constituants à l'aide de la CPG et leur identification par le biais de la SM [165].

Le but de combiner entre la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse CPG/SM, après séparation chromatographique, est d'ajouter à la chromatographie une deuxième dimension analytique. Le principe consiste à transférer les composés séparés par chromatographie en phase gazeuse par la phase mobile (le gaz vecteur) dans le spectromètre de masse au niveau duquel, ils vont être fragmentés en ions de masse variables dont la séparation sera en fonction de leur masse. L'identification est ensuite réalisée par

comparaison des indices de rétention (IR) et des données spectrales (spectres de masse) des constituants individualisés avec les caractéristiques de produits de référence contenus dans des bibliothèques de spectres[165].

Mode opératoire

Selon **Guerra-Boone et al.** [166], l'analyse GC-MS des huiles essentielles est réalisée par un chromatographe en phase gazeuse Agilent Technologies 6890N (dimensions de la colonne, 30 mx, 0,25 mm de diamètre interne, épaisseur de film de 0,25 µm) connectée à un spectromètre de masse sélectif 5973 INERT HP5MS, dont les conditions opératoires sont les suivantes:

- La température de la source d'ionisation : 230 °C,
- La température du quadripôle : 150 °C
- La température de l'injecteur : 220 °C.
- La température du four GC est maintenue à 35°C pendant 9 min, puis augmentée de 3°C / min à 150 °C et maintenue pendant 10 min, augmentée de 10 °C / min à 250 °C et augmentée de 3°C / min à 270 °C et maintenu pendant 10 min.
- Le gaz porteur : hélium (pureté de 99,999%) avec un débit de 0,5 ml / min, et l'énergie d'ionisation était de 70 eV.

Les échantillons sont injectés en mode sans division. Le volume d'injection est de 2 µl d'une solution d'huile (2 mg / ml dans du chlorure de méthylène). Les spectres MS sont acquis en mode balayage.

L'identification des composants de l'huile s'est faite par comparaison de leurs indices de rétention aux n-alcanes C8-C20 (Sigma-Aldrich) et par comparaison de leurs spectres MS avec ceux de la bibliothèque et des données de référence de l'Institut National des Standards et Technologie (NIST) des États-Unis.

- Le gaz porteur : hélium (pureté de 99,999%) avec débit de 0,5 ml / min, et l'énergie d'ionisation était de 70 eV [167].

7.3. Chromatographie sur Couche Mince CCM

La chromatographie sur couche mince (CCM) repose principalement sur des phénomènes d'adsorption : la phase mobile est un solvant ou un mélange de solvant, qui progresse le long d'une phase stationnaire fixée sur une plaque ou un verre ou une feuille semi-rigide de matière plastique ou d'aluminium. Après que l'échantillon ait été déposé sur la phase stationnaire, les substances migrent à une vitesse qui dépend de leur nature et de celle du solvant [168].

Mode opératoire

A l'aide d'un tube capillaire on a déposé sur une plaque couverte de gel de silice une petite quantité d'échantillon sous forme d'une tâche. Cette dernière est introduite dans une cuve de développement contenant éther de pétrole. Lorsque le front du solvant est approximativement de 0.5 cm de l'extrémité supérieure de la plaque, celle-ci est retirée, séchée et puis exposée aux lumières UV pour faciliter la lecture [168].

7.4.Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF)

La spectroscopie infrarouge est une technique couramment utilisée dans les laboratoires d'analyses pour la caractérisation physico-chimique des matériaux organiques. C'est une méthode quantitative et qualitative qui renseigne en général sur les fonctions chimiques présentes dans les molécules et permet également de différencier les isomères, par l'examen de la partie du spectre dite « des empreintes digitales ». Le spectre obtenu peut être comparé à ceux contenus dans une bibliothèque informatisée de spectres Infra-Rouge [169].

Mode opératoire

L'analyse de la structure par spectroscopie infrarouge a été réalisée à l'aide d'un appareil de type Agilent Technologies Cary 360 FTIR au niveau du laboratoire de recherche LAIGM de l'Université de Guelma.

L'équipement a été calibré, après le nettoyage de la zone de dépôt afin d'éliminer les traces de l'échantillon précédent et l'analyse se fait comme suit :

Mettre une goutte d'HE de *Citrus sinensis* dans le cristal ; introduire le cristal dans l'appareil pour faire l'analyse. L'analyse se fait en mode ATR avec une vitesse de résolution de 4 cm⁻¹/min et une cumulation de 16 scans.

Le spectre s'affiche dans l'ordinateur qui pilote l'appareil d'analyse [169].

8. Caractéristiques biologiques

8.1. Activité antifongique

Ce test a été réalisé sous la direction de Dr. ALLIOUI N. enseignante spécialiste en phytopathologie et phytopharmacie, au sein de la faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers de l'université 8 Mai 1945 de Guelma.

8.1.1. Matériel fongique

L'espèce fongique qui a fait l'objet de cette étude est le champignon ascomycète *Botrytis cinerea*, agent pathogène des végétaux, polyphage, et ubiquiste, qui affecte les organes aériens et les fruits. Ce champignon est responsable de pourriture sur un grand nombre de plantes hôtes d'importances économiques en agriculture (Figure IV.7). Cette maladie se développe plus facilement dans certaines circonstances liées aux conditions climatiques, à la sensibilité de la plante elle-même et aux facteurs culturaux [171].



Figure IV.7 : Symptômes de la pourriture grise sur les fraises [172].

Botrytis cinerea, responsable de la pourriture grise est connu par l'importance des dégâts économiques qu'il occasionne, sa variabilité génétique et le développement rapide de souches résistantes [173].

8.1.2. Origine de la souche fongique utilisée

La souche fongique de *Botrytis cinerea* utilisée dans cette étude a été préalablement isolée de fruits de fraise attaqués par le pathogène et montrant les symptômes de la pourriture grise (isolement en avril 2023), cultivée sur milieu PDA et conservée à + 4°C. L'isolement et la culture ont été effectués par Dr. ALLIOUI N. (faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers de l'université 8 Mai 1945 de Guelma).

8.1.3. Matériel utilisé

Le matériel utilisé pour l'étude de l'activité antifongique des huiles essentielles testées est regroupé dans le tableau suivant :

Matériel
<ul style="list-style-type: none">- Microscopie optique- Cellule de Mallassez- Etuve, réglée à 24 °C- Autoclave- Vortex- Boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre- Pipettes Pasteur- Anse de platine- Papier wattman coupé en disques de 6 mm de diamètre- Tube conique en plastique stérile- Micropipettes (10 µL, 100 µL) + embouts- Alcool (éthanol 95°)- Eau distillée stérilisée- Eau physiologique- Papier aluminium- Parafilm- Milieu de culture : PDA (Potato Dextrose Agar)- Huiles essentielles des espèces végétales testées- Bec bunsen (Flamme bleu, pour assurer une manipulation en milieu aseptique sans contaminations)- Eau de javel (pour désinfection du plan de travail)- Pince en inox stérilisée.

8.1.4. Huiles essentielles testées

a. Huiles essentielles utilisées

Deux huiles essentielles (HEs) ont fait l'objet de cette étude :

- Huile essentielle du *pistachier lentisque* (*Pistacia lentiscus* L.) extraite au niveau des laboratoires de la faculté SNV et STU de l'Université 8 Mai 1945 de Guelma.
- Huile essentielle de *camomille* vivace (*Anthemis nobilis* L.) extraite au niveau des laboratoires de la faculté de biologie de l'Université Chadli BEN DJEDID D'EL-TAREF.

b. Volumes utilisés des huiles testées

Pour ce test nous avons appliqué 3 volumes pour chaque huile essentielle (huiles pures) : 10 μL , 20 μL et 40 μL , en plus d'un témoin négatif sans ajout d'huile (0 μL) traité à l'eau distillée stérilisée. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque traitement.

8.1.5. Confrontation Souche fongique X Huiles essentielles**a. Préparation de la suspension sporale**

La suspension sporale de la souche fongique utilisée a été préparée à partir d'une culture jeune de *Botrytis cinerea*, âgée de 5 jours. Les spores ont été récoltées dans un tube conique en plastique, stérile de 15 mL (**Figure IV.8**), contenant une solution de l'eau physiologique à 0.9 % et 2 gouttes de Tween 20.

Après agitation au vortex, la détermination de la concentration sporale de la suspension a été réalisée à l'aide de la cellule de Malassez, une lame qui permet le comptage des cellules en suspension dans une solution (**Figure IV.9**). Une concentration sporale de 104 spores / mL a été utilisée.



FigureIV.8: Tube conique contenant la suspension sporale de *B. cinerea*



Figure IV.9: Cellule de Malassez utilisée pour la détermination de la concentration de la suspension sporale de *B. cinerea* [174].

b. Mode opératoire du test de confrontation

L'activité antifongique des HEs testées à l'égard de la souche fongique présentée ci-dessus, a été réalisée par la technique de confrontation directe, qui permet la diffusion des huiles dans le milieu de culture inoculé par les champignons étudiés à travers des disques de papier wattman de 6 mm de diamètre placés aux centres des boîtes de Pétri [175]. Le protocole du test est comme suit :

- Allumer le Bec bunsen (régler la flamme au bleu) ;
- Désinfectez le plan de travail à l'aide d' l'eau de javel (12 °) ;
- Couler le milieu de culture (PDA) dans boîtes de Pétri stérilisées (boîtes de 9 mm de diamètre);
- Laisser refroidir 5 à 10 mn ;
- Inoculer les boîtes, en déposant 200 µL de la suspension sporale de la souche fongique utilisée, préparée le jour même;
- Bien étaler la suspension sur le milieu de culture ;
- Laisser sécher 20-30 mn;
- A l'aide d'une pince en inox stérilisée, un disque de papier Wattman de 6 mm de diamètre est placé au centre de chaque boîte inoculée ;
- A l'aide de micropipettes, imbiber le disque de papier wattman par le volume correspondant de l'huile essentielle à tester (3 volumes * 3 répétitions par volume = 9 boîtes par HE., en plus de 3 boîtes pour le témoin négatif sans ajout d'HE et traitées à l'eau distillée stérilisée) ;
- Fermer les boîtes à l'aide de parafilm pour éviter l'évaporation des HEs et leur contamination pour d'autres microorganismes ;
- Porter les boîtes à l'étuve à 24°C pour incubation.

c. Lecture des résultats

La lecture des résultats a été faite après 3 jours d'incubation, en examinant et en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition de la croissance du champignon au voisinage des disques imbibés par l'HE.

Partie II : Préparation et caractérisation de crèmes thérapeutiques et cosmétiques à base des huiles essentielles de camomille et lentisque

1. L'objectif de l'étude

L'objectif principal de cette recherche était de préparer une crème apaisante et anti-brûlures

2. Type d'étude

Il s'agit d'une étude essentiellement expérimentale.

3. Cadre de l'étude

Nous avons préparé ces produits thérapeutiques et cosmétiques bio au niveau de Laboratoire de recherche du Prof. DJELOUL Radia à l'Université de Chadeli Benjdid El-TAREF. Ce travail a été réalisé dans le cadre de la préparation de notre mémoire de fin d'études selon le décret ministériel 1275 Projet de fin d'études-Startup.

4. Matériels et équipement

Matériels	Produits
Becher	Eau distillée
Cristallisoir	Cire d'abeille
Agitateur magnétique chauffant	
Bain marie	
Spatules	
Erlenmeyer	
Pipette graduée	
Boîtes en verre	
Thermomètre	
Tubes à essai plus support	
Balance	
Pissette verre de montre	
Batteur électrique	

5. Préparation de la crème

Nous avons deux phases de préparation :

✚ Préparation de la phase huileuse :

On a déposé dans un bécher la quantité appropriée de glycérine, huile végétale de lentisque et la cire d'abeille, le tout a été chauffé au bain marie jusqu'à $T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant 20 minutes.

✚ Préparation de la phase aqueuse :

On a introduit dans un deuxième bécher l'hydrolat de la camomille. On a chauffé jusqu'à $T=80\text{ °C}$ pendant 20 minutes.

✚ Mélange des deux phases :

Les deux phases doivent être à la même température, ensuite la solution aqueuse sera versée dans la solution huileuse, et elles sont mélangées avec un bras mixeur, et à partir de là, nous obtenons une crème. Laisser refroidir.

Lorsque le mélange passe en dessous des 40 °C , on a ajouté l'huile essentielle de camomille, et la vitamine E utilisée comme conservateur. Transférer dans un contenant adapté et stérilisé.

6. Les caractéristiques physiques et chimiques de la crème

Les crèmes se distinguent par leur pH, l'activité antioxydant, l'indice de réfraction, l'indice d'acide et l'acidité.

6.1. Caractères macroscopiques

L'observation de la couleur, la consistance et l'odeur de la crème.

6.2. Homogénéité

Nous avons vérifié l'homogénéité de la crème, en l'étalant en couche mince sur une surface plane à l'aide d'une spatule. La répartition régulière ou non des extraits dans les excipients a été notée.

6.3. Type d'émulsion

Nous ajoutons à une goutte de l'émulsion un colorant hydrosoluble « bleu de méthylène », si l'émulsion est de type H/L (la phase hydrophile est dispersée dans la phase lipophile) la coloration se propage dans l'émulsion.

6.4. Essais de stabilité

Les études de stabilité ont consisté à suivre l'évolution dans le temps, d'un certain nombre de paramètres propres à certaines préparations. Celles-ci étaient en effet laissées au repos à la température du laboratoire et examinées après 0 jour, 1 semaine, 2 semaines, 1 mois et 2 mois de conservations.

Les variables ou paramètres examinés étaient notamment les caractères organoleptiques (consistance, couleur, odeur, aspect) de la préparation, l'apparition ou non des phénomènes de

crémage et fou de sédimentation, de séparation de phases, l'homogénéité et enfin, la viscosité de la préparation.

6.5. Mesure du pH

- Une fois l'appareil étalonné, laver les électrodes d'abord à l'eau distillée.
- Homogénéiser l'échantillon, en introduire un volume suffisant dans le récipient de mesure et y plonger les électrodes.
- Vérifier que l'indication donnée par le pH-mètre est stable au-bout d'une minute. Relever en suite le pH [176].



Image IV.7 : pH-mètre.

6.6. Indice de réfraction

Une fois l'appareil étalonné mettez simplement une goutte de l'échantillon sur la surface du prisme et appuyez sur le bouton START.

6.7. Indice d'acide

L'indice d'acide a été calculé par la réaction de reflux de la crème dans un mélange d'éther de solvant et d'alcool. 25 ml d'éthanol et 25 ml de solvant l'éther sont mélangés, 4g de crème sont ajoutés et le mélange est décondensé jusqu'à dissolution de l'échantillon. Pour titrer la solution d'échantillon, une solution de KOH à 0,2 mol/l a été formée et la solution d'échantillon a été titrée. L'indicateur était 1 ml de phénolphtaléine. La solution a été titrée jusqu'à l'apparition d'une couleur violet clair. Nous lisons ensuite le volume de KOH utilisé pour titrer la solution de crème. L'indice d'acide a été calculé selon une certaine formule.

$$I_a = \frac{C.V.M}{m}$$

I_a: indice d'acide.

C : concentration de KOH.

V : le volume moyen de KOH.

M : la masse molaire de KOH.

m : la masse de la crème.

6.8. Expression en acidité

L'acidité peut être calculée à partir des résultats obtenus pour la détermination de l'indice d'acide, par la méthode d'étalonnage.

L'acidité exprimée en pourcentage en masse est égale à [177]:

$$a = \frac{C.V.M}{10.m}$$
$$a = \frac{I_a}{10}$$

a : acidité.

V : est le volume moyen, 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 utilisé.

M : est la masse molaire, en grammes par mole.

m : est la masse en grammes de la crème.



Chapitre V



Chapitre V

Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

Dans ce chapitre, nous présenterons les principaux résultats expérimentaux obtenus lors de l'étude comparative entre différentes méthodes d'extraction de deux huiles essentielles à savoir l'huile essentielle de Camomille et l'huile essentielle de Lentisque. Trois méthodes d'extraction ont été testées et les huiles ont ensuite été analysées par plusieurs techniques de caractérisation. Les résultats sont discutés et comparés avec ceux de la littérature.

Une crème apaisante et anti-brûlures a également été préparés en vue de sa commercialisation dans le futur et l'activité biologique des huiles et de la crème ont été analysées.

Partie I : Extraction et caractérisation des huiles essentielles de la Camomille et de Lentisque.

1. Le rendement des huiles essentielles

Le tableau suivant regroupe les rendements en huile essentielle de la *Camomille* et de *Lentisque* obtenus par les deux méthodes d'extraction.

Rappelons que la méthode d'extraction utilisée est Clevenger pour le *Lentisque* et l'extraction par hydro distillateur pour la *Camomille*.

Ce rendement est calculé à partir du poids de l'huile essentielle extraite par rapport au poids de la masse végétale utilisée (feuilles) dans l'hydro-distillation, soit :

$$R\% = \frac{\text{le poids de l'huile extraite}}{\text{le poids de la matière végétale}} \times 100$$

Tableau V.1: Rendement d'huile essentielle de *Lentisque* et *Camomille*

Echantillon	Camomille	Lentisque
Poids de l'huile essentielle extrait (g)	1.7	1.19
Le poids de la matière végétale(g)	500	540
Rendement (%)	0.34	0.22

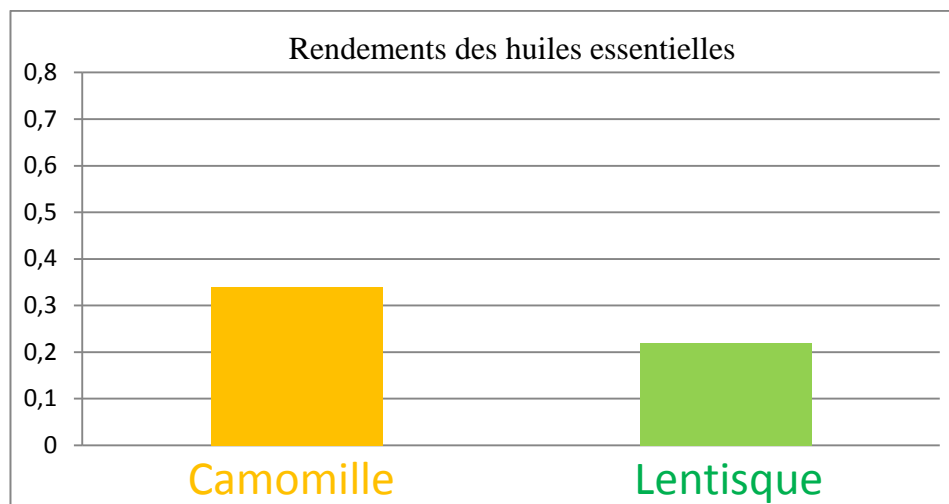


Figure V.1 : Rendement d'huile essentielle extraite de Lentisque et de la Camomille.

Les résultats obtenus relatifs aux rendements des huiles essentielles de la Camomille et de Lentisque sont bien. (0,22% pour Lentisque) et (0,34 % pour la Camomille).

Ces rendements sont comparés à ceux obtenus par d'autres travaux effectués sur la même espèce.

✚ Pour le Lentisque

Nous rappelons que le rendement d'extraction en huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* a été de 0,22% de la matière sèche de la plante (feuilles de Lentisque). Ceci est en accord avec les résultats obtenus par Zrira et al. [178] pour les plantes récoltées à Oulmes, Chaouen et Mehdià au Maroc et inférieure à celle rapportée par Congiu et al. [179] pour la plante récoltée en Sardaigne en Italie mais en utilisant une autre méthode d'extraction à savoir l'extraction par CO₂ supercritique. Néanmoins, notre rendement est supérieur à celui rapporté par Castola et al. [180]. Le rendement en huile obtenu par hydro-distillation à partir d'une partie aérienne de *P. Lentiscus* L. était de 0,2% [178] et il était de 0,4 % à partir des parties paires de plante obtenues par CO₂ supercritique [179]. Le rendement en huile de *P. lentiscus* L. semble dépendre de la nature des parties de plantes utilisées pour l'extraction et aussi du mode d'extraction.

De plus, la valeur de rendement obtenu dans notre étude est inférieure à celle obtenue par Arab et al. (2014)[181] à partir d'une plante récoltée dans la région de Boumerdes et Dris (2020)[182] dans le parc national de Theniet El Hadoù les valeurs variaient entre 0.38 et 0,42 %. Par ailleurs, les résultats que nous avons obtenus semblent relativement élevés comparés à ceux rapportés par Benhammou et AtikBekkara (2009)[183] qui ont travaillé sur le Lentisque de la région de Tlemcen allant de 0,07 à 0,14 %

Chapitre V :Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

Les raisons de cette variation peuvent s'expliquer par la diversité des conditions environnementales (climat et situation géographique), des périodes de récolte et des techniques de distillation, ou encore la nature de la plante elle-même.

Pour la Camomille

Nous rappelons que le rendement d'extraction en huiles essentielles de *la Camomille* était de 0,34% de la matière sèche de la plante. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par (Acherouf, 2014) : Le rendement dans la matière sèche varie de 0.2% à 0.5% alors que pour la matière fraîche le rendement est de 0.09% à 0.19% [184]. Selon Bardeau [185] le rendement en HE d'*Athemis noblis* varie entre 0.8% et 1% alors que Bruneton [91] mentionne un taux allant de 0.4% à 1%.

2. Etude des propriétés des huiles essentielles

2.1. Propriétés organoleptiques

Les caractères organoleptiques sont indispensables pour pouvoir caractériser les HEs, à savoir principalement leur aspect, leur couleur et leur odeur. Il s'agit d'utiliser les organes de sens humains, notamment les yeux pour l'aspect et la couleur, ainsi que le nez pour l'odeur. Les propriétés organoleptiques pour notre huile sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau V.2: Propriétés organoleptiques de l'huile essentielle de Lentisque.

Propriétés	Aspect	Couleur	Odeur
Extraction par Clevenger	Liquide mobile, limpide	Jaune	Proche des arômes originels de la plante fraîche
AFNOR	Liquide mobile, limpide	Jaune	Proche des arômes originels de la plante fraîche

Tableau V.3 : Propriétés organoleptiques d'huile essentielle de Camomille.

Propriétés	Aspect	Couleur	Odeur
Extraction par hydro-distillateur	Liquide mobile, limpide	Jaune	Odeur fruitée proche de la pomme
AFNOR	Liquide mobile, limpide	Incolore à Jaune vert	Odeur fruitée proche de la pomme

L'analyse des résultats présentés dans les deux tableaux précédents montre que les HE's extraites dans notre étude sont conformes aux normes AFNOR (2000) [186].

2.2. Analyse des caractéristiques physico-chimiques

Les huiles essentielles sont caractérisées par leurs propriétés physiques (indice de réfraction, pH, ...) ainsi que par leurs propriétés chimiques (essentiellement l'indice d'acide). Les résultats des analyses physico-chimiques de l'HE de *Lentisque* et de *Camomille* sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau V.4: Caractéristiques physico-chimiques de l'HE de *Lentisque* et *Camomille*.

	Indice de réfraction	Indice d'acide	pH
<i>Camomille</i>	1.454	6	6.4
<i>Camomille</i> [187]	1.4380-1.4460	Max 8	/
<i>Lentisque</i>	1.4835	4.6	5.2
<i>Lentisque</i> 2008	1,4881	5,020	4
<i>Lentisque</i> 2020[188]	1,4778	3,055	5

2.2.1. Indice d'acide

La détermination de l'indice d'acide indique la susceptibilité de l'huile à subir des altérations, notamment l'oxydation, et il caractérise la pureté et la stabilité de ces huiles. De plus, plus la valeur d'indice d'acide est grande, plus la teneur en acides libres est importante [188].

Pour le *Lentisque* :Dans notre étude l'indice d'acide de l'HE(4.6 mg de KOH/g d'HE) est inférieur à celui rapporté en littérature en 2008 (5,020 mg de KOH/g d'HE) et supérieure à celui de l'HE étudiée par le même auteur en 2020 (3,055 mg de KOH/g d'HE)[188] et celui trouvé par Beghlal et al. (2,25 mg de KOH/g d'HE) [189].

Pour la *Camomille* : L'indice d'acide de l'HE de *Camomille* extraite dans notre travail (6 mg de KOH/g d'HE) est inférieur à celui donné par la norme AFNOR 1986 (Max 8 mg de KOH/g d'HE) (voir le **Tableau V.4**).

2.2.2. Indice de réfraction

Les résultats obtenus après la mesure de l'indice de réfraction des huiles essentielles sont montrés dans le Tableau V.4.

Selon les résultats du tableau, on remarque que :

Chapitre V :Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

Pour le *Lentisque* : L'indice de réfraction est de 1.4835, résultat proche de celui de la littérature qui est de 1.4881 en 2008 est supérieur à celui trouvé en 2020[188].

Pour la *Camomille*: L'indice de réfraction est égal à 1.454 et ce résultat est conforme à celui de la littérature [1.4380-1.4460].

2.2.3. pH

La mesure du pH de l'HE de Lentisque extraite a donné une valeur de 5.2 qui est quasiment la même que celle rapportée en littérature : pH= 4 en 2008 et pH=5 en 2020 [188].

Pour la *Camomille*, le pH =6.4, une valeur que nous n'avons pas pu comparer en raison de manque de données en littérature.

Ces propriétés sont très importantes car elles caractérisent la pureté et la qualité des huiles essentielles.

3. Analyse par spectroscopie IRTF

La spectroscopie infrarouge est une méthode d'analyse qualitative et quantitative qui permet de caractériser les principales fonctions d'une molécule organique. Le domaine infrarouge se situe entre 4000 cm^{-1} et 400 cm^{-1} correspondant au domaine d'énergie de vibration des liaisons.

Les figures V.2 et V.3 illustrent les spectres IRTF de l'huile essentielle de Lentisque et de Camomille, respectivement enregistrés dans la région $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$.

Les bandes les plus significatives révélées sur les deux spectres IR des huiles essentielles étudiées sont rapportées sur les tableaux V.5 et V.6.

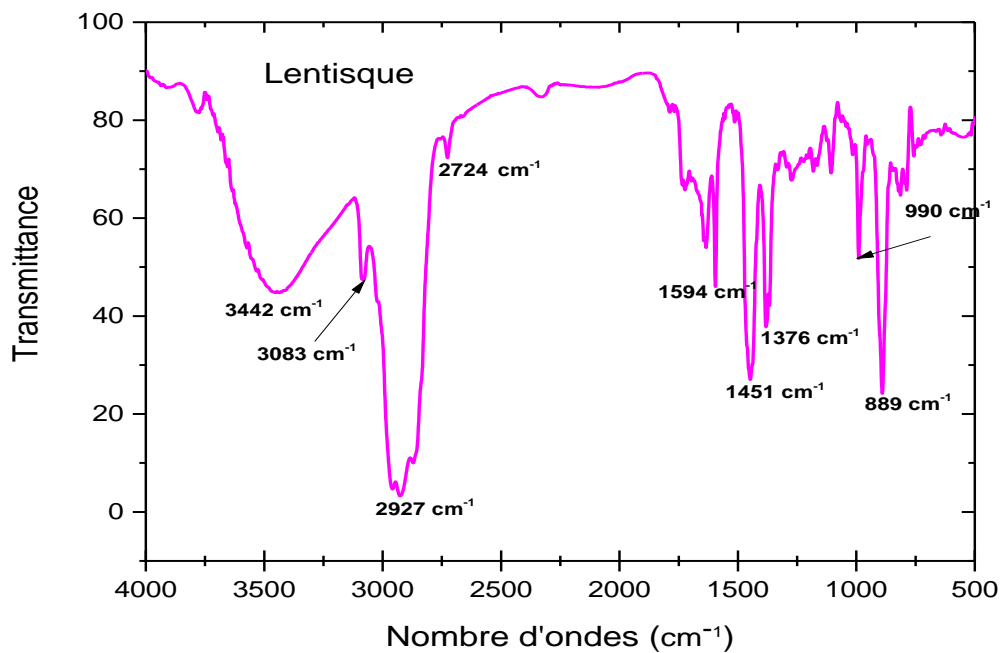


Figure V.2: Spectre IRTF de l'huile de *Lentisque* enregistré dans les régions 4000-500 cm^{-1}

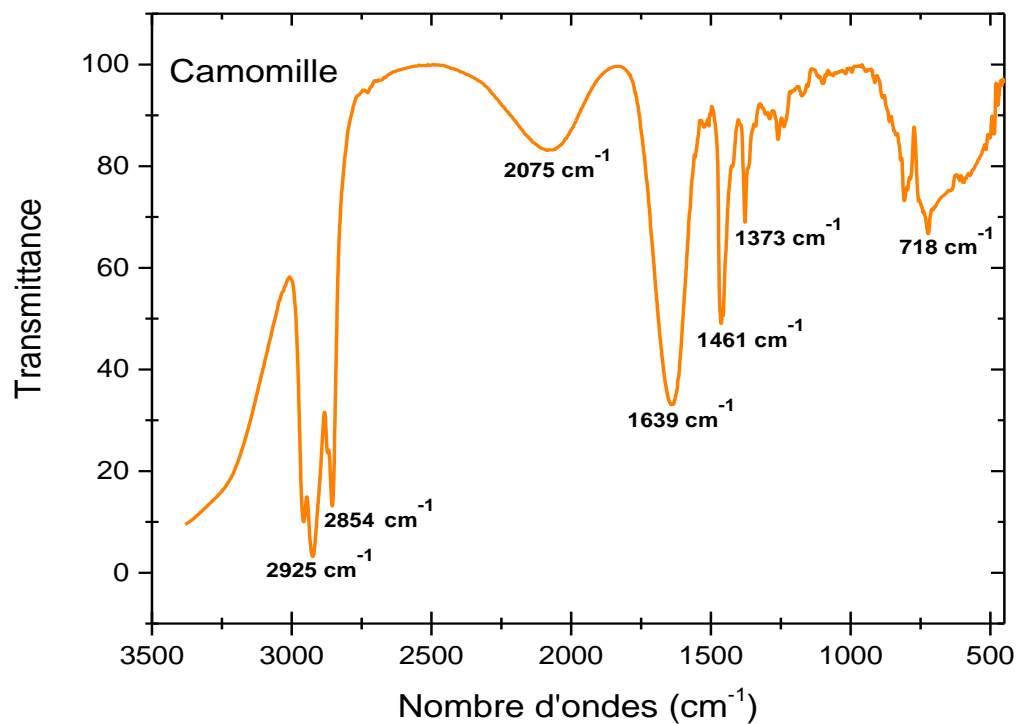


Figure V.3: Spectre IRTF de l'huile de la *Camomille* enregistré dans les régions 3500-500 cm^{-1} .

✚ Lentisque

Le **Tableau V.5** illustre les principales bandes d'absorptions correspondantes aux groupements fonctionnels présents dans l'HE de *Lentisque*.

Nombre d'ondes (cm ⁻¹)	Type de vibration	Liaisons	Intensités
898	C-H	Aromatique	Forte et fine
1376	C-N	Amine	Moyenne et fine
1451	C-C	Aromatique	Forte et fine
1594	C=C	Alcène	Moyenne et fine
2927	C-H	Aldéhyde	Forte et large
3083	C-H	Alcanes	Faible
3442	O-H lié	Alcool	Forte et large

L'observation générale de ces spectres sur la figure V.2 permet de noter la présence de plusieurs pics d'absorption dont les plus importants sont:

Une bande forte et large située à 3442 cm⁻¹ attribuée à la liaison (O-H) d'un alcool lié.

La partie des spectres allant de 1400 à 1500 cm⁻¹ se compose d'une bande d'absorption située à 1451 cm⁻¹. Cette bande est attribuée à la liaison (C=C) des cycles aromatiques.

Une bande intense située à 1594 cm⁻¹ est également enregistrée et cette bande est typique de la liaison C=C d'un alcène. On peut également remarquer plusieurs autres bandes d'absorption attribuées à l'élongation des liaisons (C-H) de la fonction alcane, (C-C) de la fonction alcyne et (C-H) de la fonction aromatique.

✚ Camomille

Le **Tableau V.6** regroupe les principales bandes d'absorption correspondantes aux groupements fonctionnels présents dans l'HE de la Camomille.

Nombre d'ondes (cm ⁻¹)	Type de vibration	Liaisons	Intensités
718	C-H	Aromatique	Faible et large
1373	-CH ₃	Hydrocarbures	Faible et fine
1461	-CH ₃ et CH ₂	Esters, hydrocarbures	Moyenne et fine
1639	C=C	Aromates, alcènes	Moyenne
2854	C-H	Alcanes, cycloalcanes	Moyenne
2925	C-H	Aldéhyde, Alcane	Forte

Chapitre V :Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

L'observation générale de ces spectres permet de noter la présence de plusieurs pics d'absorption dont les plus importants sont:

Une bande forte située à 2925 cm^{-1} pour les spectres IRTF présents dans la **figure V.3** Cette bande est attribuée à la liaison (C-H) des Aldéhydes, Alcanes.

La partie des spectres allant de 1400 à 1500 cm^{-1} se compose d'une bande d'absorption située à 1461 cm^{-1} , cette bande est attribuée à la liaison ($-\text{CH}_3$ et CH_3) des esters, hydrocarbures.

Une bande intense située à 1639 cm^{-1} est observée et cette bande est typique de la double liaison C=C valence des Aromates, alcènes.

Comme pour l'huile essentielle de Lentisque, on peut également remarquer plusieurs autres bandes d'absorption, à l'élongation des liaisons (C-H) de la fonction alcane, (C-C) de la fonction alcyne et (C-H) de la fonction aromatique.

L'analyse par spectroscopie Infrarouge a permis de révéler que nos huiles essentielles contiennent de nombreuses fonctions chimiques qui sont principalement des alcools, des alcanes, des alcènes, des alcynes, des aldéhydes, des éthers et des aromatiques.

Ainsi, la caractérisation de nos huiles essentielles par IRTF rejointe parfaitement les données rapportées en littérature et afin de confirmer nos résultats et identifier les composés chimiques présents de nos deux huiles, une analyse par chromatographie en phase gazeuse (CG/SM) a été réalisée et permettra sans doute de confirmer la composition et donner des informations plus précises sur les espèces chimiques qui constituent ces huiles essentielles.

4. Analyse par CG/MS

➤ Conditions opératoires d'analyse

Les huiles essentielles ont été analysées, à l'aide d'un appareil HEWLETT-PACKARD, série 5973A, dans les conditions opératoires suivantes:

- Colonne capillaire: en silice fondu, de longueur 60m et diamètre intérieur 0,25mm
- Phase stationnaire : DB5, épaisseur du film 0,25 μm
- Gaz vecteur : hélium
- Détecteur : MSD
- Débit de gaz vecteur : 0,5ml/mn
- Température de colonne : 60 à 220°C à raison de 3°C/mn
- Température de l'injecteur : 220°C
- Volume injecté : 1 μl
- Mode d'injection : split 1/25
- Température de la source : 230°C

- Energie d'ionisation : 70 eV
- Vide : 35 mtorr

4.1. Caractérisation de l'huile essentielle de Lentisque par GC-SM

L'analyse de l'huile essentielle de Lentisque par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse GC/SM a permis de détecter 52 composés (52 pics).

Globalement, les constituants de notre huile peuvent être repartis dans les familles suivantes:

Tableau V.7 : Principaux composés chimiques présents dans l'HE de Lentisque.

Les familles	Pourcentage (%)
Hydrocarbures monoterpéniques	63.98%
Monoterpènes oxygénés	11.01%
Hydrocarbures sesquiterpéniques	8.75%
Sesquiterpènes oxygénés	5.84%
Autres	0.54%
Total identifié	90.12%

L'analyse des résultats obtenus montre clairement que cette huile est à majorité monoterpénique, avec une prépondérance des composés oxygénés (**11.01 %**) qui sont représentés par l' α -terpinéol (**2.22%**), et le terpinen-4-ol (**7.02 %**), ce dernier étant rapporté dans toutes les huiles de *Pistacia lentiscus* L. Les hydrocarbures monoterpéniques (**63.98 %**) sont représentés par le p-cymène (**2.68 %**) et l' α -pinène (**21.86%**). Les sesquiterpènes oxygénés représentent (**5.84 %**) de la composition totale de l'huile et sont essentiellement représentés par le caryophyllèneoxide (**1.45 %**).

Sur la base des résultats fournis par la littérature deux types d'huiles peuvent être distingués; celles dont la composition est dominée par un seul composé majoritaire: **α -pinène, limonène, myrcène, terpinen-4-ol, trans- β -terpinéol, α -terpinéol**, et celles caractérisées par la codominance de deux ou plusieurs de ces composés.

Chapitre V :Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

Encore une fois, notre huile fait partie de ce dernier type. Les composés majoritaires dans l'huile essentielle des feuilles *pistacia lentiscus* sont: α -Pinène (**21.86%**), α -terpinéol (**2.22%**), oxide de caryophyllene (**1.45%**), trans-caryophyllene (**2.15%**), terpinèn-4-ol (**7.02%**), α -Cadinol (**2.01 %**), limonène(**16.98 %**), β -Pinène (**7.01%**)

D'autres constituants présentant un pourcentage moins important ont été identifiés à savoir: Methyl 3-hydroxyhexanoate (**0.13%**), trans-Pinocarveol(**0.24%**), α -cubebène (**0.12%**), α -Terpinolène (**0.89%**),trans-Cadina-1(6),4-diène (**0.17%**), cis- β -Terpinéol(**0.32%**), Δ -3-carène (**0.3%**), trans-Pinocarveol (**0.24%**)...

Le chémotype de la plante *pistacia lentiscus* originaire de (GUELMA) est « **α -Pinène**».

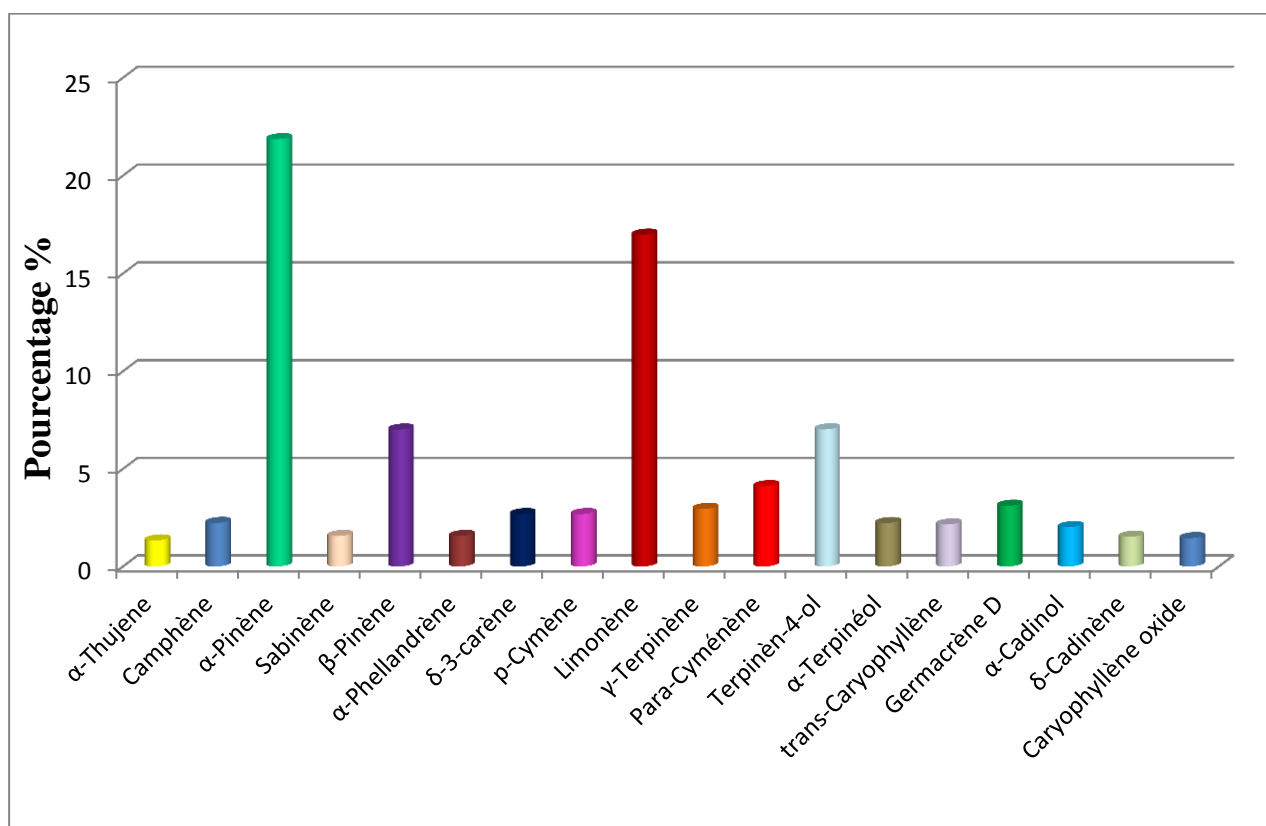

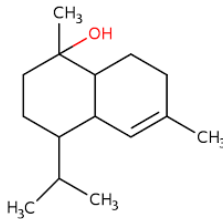
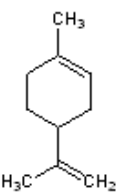
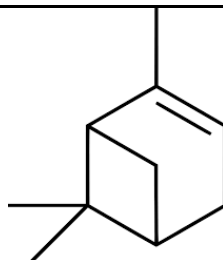
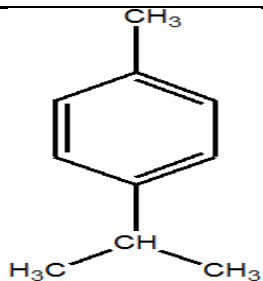
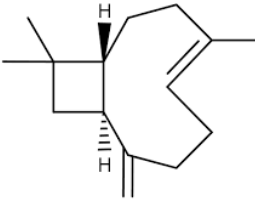
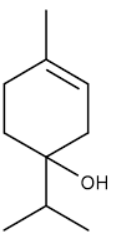
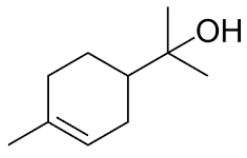


Figure V.4: Les produits majoritaires de l'huile essentielle de feuille de *Pistacia lentiscus L*

Le tableau ci-après présente les formules des composés majoritaires de notre huile:

Tableau V.8: Structures des composés majoritaires retrouvés dans l'huile essentielle des feuilles de *Pistacia lentiscus* L.

Composé	Formule	Composé	Formule
β -Pinène		α -Cadinol	
Limonène		α -Pinène	
Para-Cyménène		trans-Caryophyllène	
Terpinèn-4-ol		α -Terpinéol	

De nombreuses études concernant le profil chimique des huiles essentielles des feuilles de *Pistacia lentiscus* L des différentes régions du monde ont été menées. Le tableau suivant présente une comparaison entre la composition chimique de l'huile étudiée dans ce travail avec les résultats retrouvés dans de la littérature. Rappelons que le mode d'extraction suivie dans tous les cas est l'hydrodistillation.

L'examen des données regroupées dans le tableau ci-après , révèle une grande variabilité à l'intérieur de l'espèce, et l'existence de plusieurs chémotypes:

- ✓ **Un chémotype** à α -pinène: Espagne, Tunisie.
- ✓ **Un chémotype** à α -terpinéol: Jijel (Djimla).
- ✓ **Le chémotype** à α -pinène: Notre huile de Guelma

Chapitre V :Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

Le profil chimique de notre huile est tout à fait similaire de l'huile essentielle d'Espagne et de Tunisie.

Tableau V.9 : Comparaison des composés présents dans l'HE de Lentisque issu de plusieurs régions.

Origine/Composé	Guelma	Jijel [190]	Tunisie [191]	Espagne [192]
p-Cymène	2.68	0.58	1.2	4.7
Camphène	2.23	0.15	0.9	0.3
Terpène	-	0.41	4.1	0.2
α-Cadinène	-	0.69	0.6	0.2
α-Pinène	21.86	0.34	20.6	13.0
Carène	-	0.13	-	0.1
Limonène	16.98	0.30	15.3	5.4
α-Terpinéol	2.22	7.25	3.5	2.2
Terpinène-4-ol	7.02	4.43	8.2	2.8

4.2. Caractérisation de l'huile essentielle de la Camomille par GC-SM

L'analyse de l'huile essentielle de Camomille par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse GC/SM a permis de détecter 36 composés (36 pics) .

Globalement, les constituants de notre huile peuvent être repartis dans les familles suivantes:

Tableau V.10 : Principaux composés chimiques présents dans l'HE de Camomille.

Les familles	Pourcentage (%)
Hydrocarbures monoterpéniques	73,46%
Monoterpènes oxygénés	3,37%
Hydrocarbures sesquiterpéniques	1,16%
Sesquiterpènes oxygénés	5,93%
Autres	-
Total identifié	83,92%

Le tableau montre clairement que l'HE de Camomille est à majorité mono terpénique, avec une prépondérance des composés oxygénés (3.37%) qui sont représentés par l' α -terpinéol

Chapitre V :Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

(5.03%), et le terpinèn-4-ol (3.12%), les hydrocarbures monoterpéniques (73.46%) qui sont représentés par le p-cymène (1.98 %), l' α - pinène (10.01%). Les sesquiterpènes oxygénés représentent (5.93 %) de la composition totale de l'huile et sont essentiellement représentés par le caryophylleneoxide (0.81%).

Pour rappel, les sesquiterpènes sont des hydrocarbures de formule C₁₅, soit une fois et demie (sesqui-) la molécule des terpènes (en C₁₀H₁₆). Un groupe particulier de sesquiterpènes est représenté par les azulènes, composés instables dont le nom vient de leur coloration bleue et qui sont importants en pharmacognosie en raison de leurs propriétés anti-inflammatoires. Ces composés, non saturés, sont constitués par deux cycles penta et hepta carbonés. Nous retrouvons dans ce groupe le chamazulène (des essences de camomille et de matricaire).

Contrairement à l'HE de Lentisque, nous n'avons trouvé que très peu de données sur l'HE de Camomille dans la littérature. Cependant, il a été rapporté l'existence de deux types d'huiles; celles dont la composition est dominée par un seul composé majoritaire: **α -pinène, limonène, myrcène, terpinèn-4-ol, trans- β -terpinéol, α -terpinéol**, et celles caractérisées par la codominance de deux ou plusieurs de ces composés.

Concernant notre huile, elle fait partie du dernier type. Les composés majoritaires dans l'huile essentielle de *Camomille* sont: α -terpinéol (5.03%), terpinèn-4-ol (3.12%), α -Pinène (10.01%), β -Pinène (4.53%), β -Caryophyllène(2.98%), Bornéol (10.87%), Camphre (12.81%), 1,8-Cinéole (38.12%).

D'autres constituants présentant un pourcentage moins important ont été identifiés à savoir: α -cubebène (0.10%), α -Terpinolène (0.24%), Δ -3-carène (0.16%), Δ -Cadinen (0.16%), α -Amorphène (0.11%), γ -Muuroène (0.13%)...

Le chémotype de la plante de la *camomille* originaire de GUELMA est « **1,8-Cinéole** ».

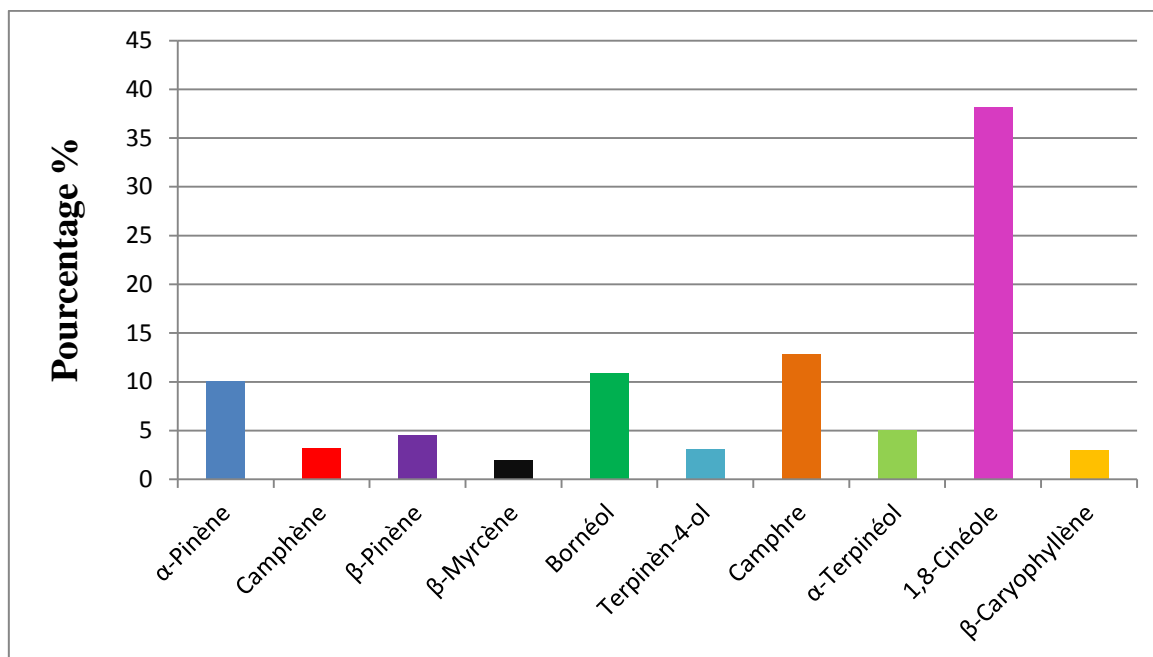


Figure V.5: Les produits majoritaires de l'huile essentielle de la *Camomille*.

Le tableau suivant présente les formules des composés majoritaires de notre huile de Camomille.

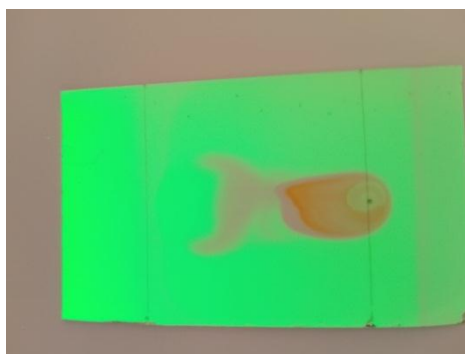
Tableau V.11: Structure des composés majoritaires retrouvés dans l'huile essentielle de la Camomille.

Composé	Formule	Composé	Formule
β-Pinène		Terpinèn-4-ol	
α-Pinène		α-Terpinéol	
1,8-Cinéole		Camphre	
Bornéol		β-Caryophyllène	

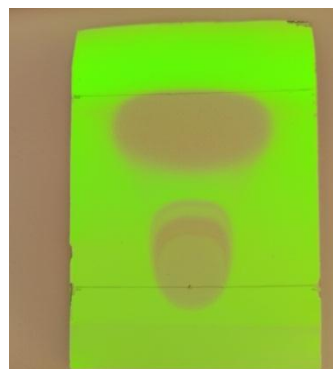
5. Chromatographie sur couche mince CCM

Dans cette partie de notre travail, le test de CCM a été effectué avec les deux huiles essentielles extraites à savoir les HE's de Lentisque et de Camomille. Le chromatogramme des 2 huiles après révélation sous la lumière UV (à la longueur d'onde = 254 nm) a montré la présence de plusieurs tâches comme le montre les images ci-dessous.

La camomille :



Le lentisque :



Les images montrent clairement la présence de plusieurs espèces chimiques dans chacune des deux huiles étudiées, néanmoins, il a été difficile de mesurer les différents rapports frontaux pour pouvoir mieux interpréter nos résultats. Cette technique n'est pas très précise d'où notre utilisation de la GC/MS dont les résultats ont été discutés précédemment.

6. Etude de l'effet antifongique de l'huile essentielle de Camomille et de Lentisque

6.1. Activité antifongique de l'HE de Lentisque

Le tableau V.12 et la figure V.6 affichent les résultats obtenus lors du test de l'activité antifongique de l'huile essentielle de Lentisque à l'égard du champignon *Botrytis cinerea*.

Tableau V.12 : Résultats du test de l'activité antifongique de l'HE de Lentisque.

Volume de l'HE (μL)	0	10	20	40
Valeur moyenne du diamètre de la ZI (cm)	0	0	1.066	1.5
<i>Ecartype</i>	0	0	0,115	0

ZI : Zone d'inhibition de la croissance de la souche fongique de *Botrytis cinerea* utilisée dans cette étude.

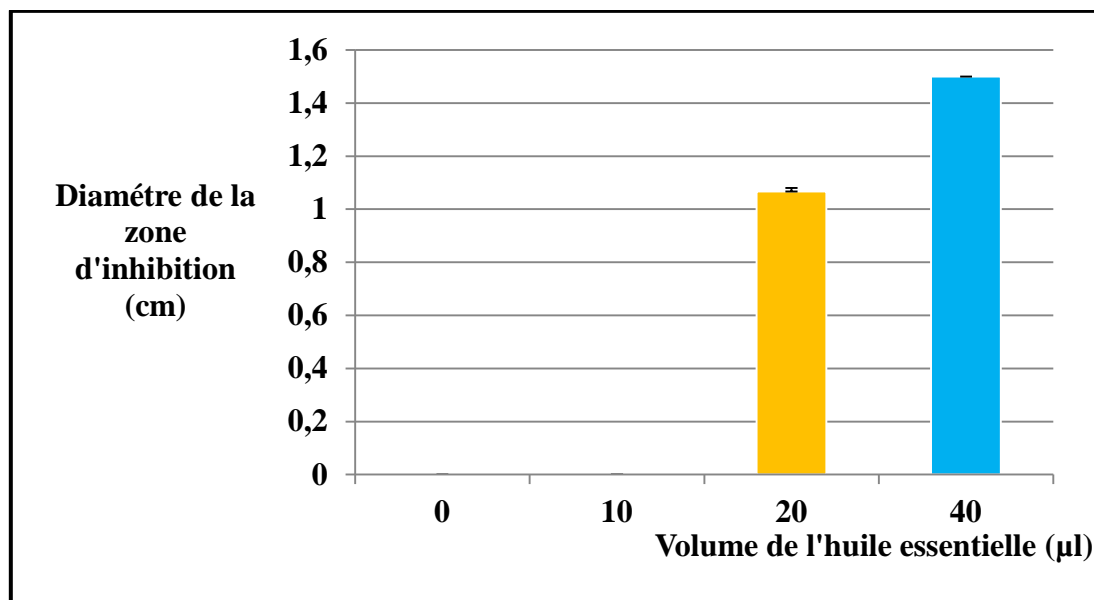


Figure V.6: Résultats du test de l'activité antifongique de l'HE de Lentisque à l'égard de *Botrytis cinerea*.

D'après les résultats obtenus pour l'huile essentielle de Lentisque, aucun effet inhibiteur de la croissance du champignon *Botrytis cinerea*, n'a été noté au voisinage du disque dans les boîtes contenant l'huile essentielle de Lentisque au volume 10 µL. Cependant, pour les volumes plus élevées (20 µL et 40 µL) le diamètre de la zone d'inhibition est de plus en plus important, notamment pour le volume 40 µL où nous avons noté une moyenne de 1.5 cm de diamètre .

6.2. Activité antifongique de l'HE de Camomille

Le **tableau V.13** et la **figure V.7** affichent les résultats obtenus pour le test de l'activité antifongique de l'huile essentielle de Camomille à l'égard de *Botrytis cinerea*.

Tableau V.13 : Résultats du test de l'activité antifongique de l'HE de Camomille.

Volume de l'HE (µL)	0	10	20	40
Valeur moyenne du diamètre de la ZI (cm)	0	1.150	1.425	2.300
<i>Ecartype</i>	0	0,212	0,106	0,141

ZI : Zone d'inhibition de la croissance de la souche fongique de *Botrytis cinerea* utilisée dans cette étude.

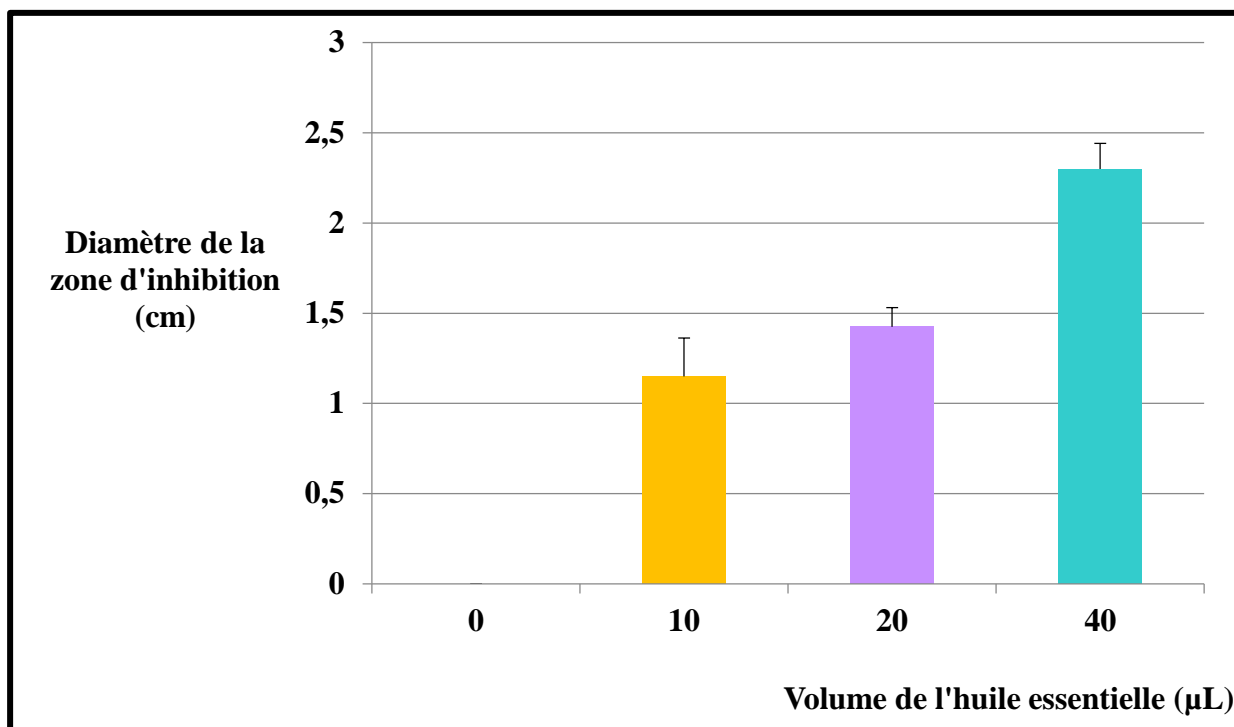


Figure V.7: Résultats du test de l'activité antifongique de l'HE de Lentisque à l'égard de *Botrytis cinerea*.

Pour l'huile essentielle de Camomille, les résultats obtenus ont montré un effet inhibiteur de la croissance du champignon *Botrytis cinerea*, au voisinage du disque au niveau des boîtes contenant l'huile essentielle au volume 10 µL et pour les concentrations plus élevées, le diamètre de la zone d'inhibition est de plus en plus important.

Ainsi, pour conclure, l'évaluation du pouvoir antifongique in-vitro des deux huiles étudiées a montré une activité fongicide très intéressante qui révèle la méthode de confrontation directe. En effet, les deux huiles sont dotées d'une activité antifongique importante à l'égard du champignon testé (*Botrytis cinerea*), résultat confirmé par l'inhibition de la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*, en particulier dans le cas de l'huile essentielle de Camomille. Les huiles essentielles étudiées offrent ainsi un potentiel important comme agent antifongique et permettrait de préserver des récoltes importantes et réduire des pertes économiques pouvant être engendrés par le pourrissement des fruits et légumes.

Partie II : Préparation et caractérisation de crèmes thérapeutiques et cosmétiques à base des huiles essentielles de Camomille et Lentisque

Dans cette partie de notre étude, nous avons préparé une crème à base de l'huile essentielle de Camomille et comme additif l'huile végétale de Lentisque pour des fins thérapeutiques et cosmétiques. Le travail a été réalisé au niveau de Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive de l'Université de Chadeli Benjdid El-TAREF.

1. Propriétés et bienfaits du la crème bio

Par produit cosmétique naturel, on entend tout produit qui se compose de substances naturelles (toute substance d'origine végétale ou minérale, ainsi que les mélanges de ces substances), et qui est produit (obtenu et traité) dans des conditions bien définies. Un produit fini ne peut être qualifié de naturel que s'il ne contient aucun produit de synthèse (à l'exception des conservateurs, parfums et propulseurs). Les ingrédients des cosmétiques naturels sont principalement des composants utilisés en phytothérapie [193]. Leur fabrication est tout un art et un savoir-faire hérités de la médecine par les plantes [193].

En cosmétologie, la Camomille et le Lentisque attirent désormais l'intérêt des professionnels du milieu. A partir des feuilles et des fleurs, on obtient des huiles essentielles aux vertus intéressantes pour la peau. Cette huile possède une action apaisante pour le psoriasis et l'eczéma dûe à ses vertus anti-inflammatoires, antiseptiques et antibactériennes. Elle est aussi non grasse, hydratante et facilement pénétrante, parfaite pour toutes les peaux.

L'huile essentielle de Camomille est célèbre pour son action à la fois anti-inflammatoire et antiallergique. Simplement diluée avec de l'huile végétale bio, elle peut être appliquée sur de nombreuses affections cutanées : plaques allergiques, plaies infectées, acné, eczémas, etc. (voire le chapitre III)

2. Les caractéristiques physiques et chimiques

2.1. Caractères macroscopiques

Les crèmes préparées possèdent une consistance molle avec une très bonne homogénéité (Tableau V.14)

2.2. Homogénéité

Nous avons vérifié l'homogénéité de la crème, en l'étalant en couche mince sur une surface plane à l'aide d'une spatule. La distribution uniforme des extraits est observée dans les excipients. (Voir le **tableau V.14**).

2.3. Type d'émulsion

L'examen de type d'émulsion montre que les crèmes préparées sont de nature hydrophile (H/L) car la coloration se propage dans l'émulsion.



Dans les crèmes hydrophiles, la phase externe est la phase aqueuse. Les crèmes hydrophiles constituent généralement la présentation de choix pour le traitement des dermatoses aiguës et subaiguës. Elles peuvent être appliquées sur une peau humide et dans les espaces interdigitaux. Sur le plan cosmétique, ces crèmes sont plus agréables que les pommades hydrophobes. Ces crèmes nécessitent l'addition d'agents conservateurs qui peuvent être sensibilisants.

2.4. Essais de stabilité

Les résultats obtenus montrent que la crème à base d'huile essentielle de Camomille, est restée intacte après 2 mois à température normale du réfrigérateur et sans conservateurs chimiques.

Les variables ou paramètres examinés étaient notamment les propriétés organoleptiques (consistance, couleur, odeur, aspect) de la préparation qui n'évoluaient pas dans le temps (deux mois).

Tableau V.14 : Propriétés physico-chimiques de la crème préparée.

Formulation	Résultats des tests		
	Couleur et odeur	Homogénéité	Consistance
Crème à base de l'huile essentielle de la Camomille et l'huile végétale de Lentisque	Jaune Verte L'odeur de Lentisque		

2.5. pH de la crème

Le pH des formulations obtenues est 6.4. Ce chiffre est proche du pH cutané (pH= 5,5). Le pH standard varie entre 5 et 7 [194]. Donc la formulation de la crème à base de l'huile essentielle de Camomille peut être destinée à l'usage thérapeutique et cosmétique.

2.6. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction de la crème obtenue à une température 22.0°C est $I_{22} = 1.4710$. Une formule empirique permet d'évaluer l'indice de réfraction d'un liquide à 20°C quand on l'a mesuré à une température légèrement différente :

$$I_{20} = I_{\theta} + 0.00045 * (\theta - 20^{\circ}\text{C}) = 1.4710 + 0.00045 * (22 - 20) = 1.4719$$

Donc, l'indice de réfraction de la crème obtenue à une température 20.0°C est $I_{20} = 1.4719$.



Image V.1 : L'indice de réfraction de la crème.

2.7. Indice d'acide

La valeur d'acidité de la crème a été calculée comme suit :

Volume de KOH pour le titrage de la solution est 1.8 ml

$$I_a = \frac{C.V.M}{m} = \frac{0.2 \times 1.8 \times 56.1}{4} = 5.049$$
$$I_a = 5.049$$

La détermination de l'indice d'acide caractérise la pureté et la stabilité de la crème. Dans notre étude l'indice d'acide de la crème est de 5.049 mg de KOH/g d'HE. Cette valeur est

Chapitre V :Extraction, caractérisation et application des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque

comprise entre la valeur de l'indice d'acide de deux huiles essentielles qui ont été utilisées dans cette crème [l'indice d'acide la camomille (6 mg de KOH/g d'HE) et de lentisque (4.6 mg de KOH/g d'HE)].

2.8. Expression en acidité

L'acidité exprimée en pourcentage en masse est égale à $a = \frac{C.V.M}{10.m}$

$$a = \frac{Ia}{10} = \frac{5.049}{10} = 0.5049$$

$$a = 0.5049$$

La valeur de l'acidité de la crème est 0.5049 % et cette valeur est comprise entre la valeur d'acidité des deux huiles essentielles utilisées pour la préparation de cette crème (l'acidité la camomille 0.6% et de lentisque 0.46 %).



Conclusion générale



Conclusion générale

Les plantes ont toujours été, et restent à ce jour, une source importante de traitement en raison de leurs propriétés thérapeutiques. Les huiles essentielles extraites de ces plantes occupent ainsi une place importante dans la recherche scientifique à cause de leurs activités biologiques.

L'Algérie, de par sa position géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogenèse et de grandes variations climatiques auxquels s'ajoutent les ressources hydriques, tous favorables au développement des cultures intensives des plantes aromatiques et médicinales.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à l'extraction d'une huile essentielle et à l'étude de son application dans un domaine de phytosanitaire. Dans notre travail, nous nous sommes intéressées à la valorisation de deux plantes à savoir la Camomille le Lentisque connues pour leurs propriétés médicinales et biologiques grâce aux composants chimiques qu'elles possèdent.

L'objectif de notre travail est d'étudier dans un premier temps l'effet antifongiques des huiles essentielles de Camomille et de Lentisques extraites par hydrodistillation, et dans une seconde partie étudier l'effet thérapeutique de ces huiles en préparant une crème bio pour un usage externe pour apaiser les brûlures et les coups de soleil.

La première partie du travail consistait en l'extraction des huiles essentielles de Camomille et de Lentisque par trois méthodes d'extraction qui sont l'hydrodistillation simple, la méthode de Clevenger et l'hydrodistillation par un distillateur. Ces trois méthodes sont des méthodes simples et qui ne nécessitent pas l'utilisation de solvants organiques ce qui assure la pureté de nos huiles.

Les huiles extraites ont fait l'objet d'une caractérisation des différentes propriétés : organoleptiques (couleur et odeur), physico-chimiques (indice d'acide, indice de réfraction, mesure de pH), structure par analyse chromatographique (chromatographie sur couche mince, chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse) et par analyse spectroscopique (infrarouge à transformée de Fourier).

Un test biologique (test antifongique) a également été réalisé.

Une deuxième partie a porté sur l'étude de l'effet thérapeutique de nos huiles et la préparation d'une crème apaisante et anti-brûlures.

Les résultats expérimentaux ont abouti aux conclusions suivantes:

- L'extraction de l'huile essentielle des feuilles de Lentisque a donné un rendement en huile essentielle de 0.22% alors que pour la Camomille le rendement est de 0.34%. Ces résultats sont satisfaisants et proches avec ceux rapportés en littérature.
- Les caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques des huiles extraites étaient conformes à la norme AFNOR prouvant la bonne qualité et la pureté de nos huiles.
- La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse et spectroscopie infrarouge ont permis de mettre en évidence la composition des huiles essentielles étudiées et ont révélé que le chémotype de la plante *pistacia lentiscus* originaire de Guelma « α -Pinène» alors que celui de la plante de *la camomille* est « 1,8-Cinèole».

Ces résultats rejoignent certaines études menées précédemment et sont légèrement différents d'autres études de la littérature. Cette considération peut être due aux conditions de récolte, au climat ou à la plante elle-même.

- L'évaluation du pouvoir antifongique in-vitro des deux huiles étudiées a montré une activité fongicide très intéressante révélée la méthode de confrontation directe. En effet, les deux huiles sont dotées d'une activité antifongique importante à l'égard du champignon testé (*Botrytis cinerea*), résultat confirmé par l'inhibition de la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*, en particulier dans le cas de l'huile essentielle de Camomille.

Les huiles essentielles étudiées offrent ainsi un potentiel important comme agent antifongique et permettrait de préserver des récoltes importantes et réduire des pertes économiques pouvant être engendrés par le pourrissement des fruits et légumes.

Enfin, nous avons pu préparer une crème bio à base de l'huile essentielle de Camomille et d'autres additifs naturels entre autre l'huile végétale de Lentisque. Nous aspirons à créer une entreprise avec ce projet et d'élargir notre gamme de produits.

Aux termes de notre travail, nous proposons quelques perspectives :

- ✓ Etudier l'effet thérapeutique des huiles de Camomille et de Lentisque (antiseptique, antibiotique, parasiticide, astringentes...).
- ✓ Réaliser un test dermatologique de la crème préparée.



Références bibliographiques



Liste des références

- [1] Majinda R. R., Abegaz B. M., Bezabih M., Ngadjui B. T., Wanjala C. C., Mdee L. K., Yeboah S.O. Recent results from natural product research at the University of Botswana. *Pure and Applied Chemistry*.73 (7), 1197-1208, **2001**.
- [2] Boudjouref, Etude de l'activité anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits d'Artemisiacampestris L. Thèse de magister. Université Ferhat Abbes-Sétif, **2011**.
- [3] Catalogue des plantes médicinales utilisées da nslaregiondezaër (Maroc occidental). Liège (Belgique): institut de botanique, b22, sart Tilman, **2009**.
- [4] Midani, M. Caractérisation biochimique des feuilles de Pistacia Lentiscus. Mémoire de Master. Université de Mostaganem (Algérie), **2018**.
- [5] Ben Alia, B. Différentes méthodes d'extraction de l'espèce Matricariachamomilla : (analyse chimique et étude biologique), Master Université Mohamed Khider de Biskra,**2020**.
- [6] Bensaci, M. Et Hadj Mokhnache, M., Evaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de l'huile fixe de Pistacia lentiscus. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri Constantine, **2015**.
- [7] Guerrouf, A. Application des huiles essentielles dans la lutte microbiologique cas d'un cabinet dentaire. Préparé pour l'Obtention du diplôme de Master. Université KasdiMerbah – Ouargla, **2017**.
- [8] Iserin P. et al. Encyclopédie des plantes médicinales, 2^{ème} Edition : Larousse, **2001**.
- [9] Djaoui, L. et Messaouden, W. Exploitation de la filière des quatre (4) plantes médicinales (Fenugrec, Camomille, Eucalyptus, Thym) à des fins thérapeutiques. Mémoire présente pour l'obtention du diplôme de Master. Université Mouloud Mammeri -TiziOuzou, **2017**.
- [10] Belhamel, I .et Belaachi, B., Les huiles essentielles à usage thérapeutique. Mémoire présente pour l'obtention du diplôme de master. Université Larbi Ben m'hidi Oum el Bouaghi, **2021**.
- [11] Bhar, H., &Balouk, A. Les plantes aromatiques et médicinales, Ces plantes odorantes qui soulagent la douleur. L'espace marocain, 68(2), 20-27, **2011**.
- [12]<https://lematin.ma/express/2017/fes-abrite-le-1er-congres-arabe/279829.html> (consulté le 02-02-2023)
- [13] Bruneton J. « Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales ». 3^{ème} Editions Tec & Doc, Paris, éditions médicales internationales, P 483-560, **1999**.

- [14] Bellakhdar J. La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Edition Le Fennec, Casablanca/ Ibis Press, Paris, P 764, **1997**.
- [15] Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée, EditionMaloine, **1986**.
- [16] Ould el Hadj M D., Hadj-Mahammed M., Zabeirou H. Inventaire et recherche de l'usage des plantes spontanées médicinales de la pharmacopée traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrional Est Algérien), Annales de l'Institut National Agronomique - EI-Harrach ; 22(1) (2) : P 97-123, **2001**.
- [17] Bouacherine, R. et Benrabia, H. Biodiversité et valeur des plantes médicinales dans la phytothérapie : Cas de la région de Ben Srou (M'sila). Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de master académique. Université Mohamed Boudiaf-M'sila, **2017**.
- [18] Saidi, M. et Khalla, A. Contribution à l'étude ethnobotanique des Plantes Médicinales utilisées de la région de Guelma (Est Algérien). Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master. Université 8 mai 1945 Guelma, **2022**.
- [19] Laifaoui, A. et Aissaoui, M. Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région sud de la wilaya de Bouira (Sour Elghozlane et Bordj Oukhriss). Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de master. Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira, **2019**.
- [20] Thurzova, L. Les plantes santé qui poussent autour de nous. EditionElsevier Séquoia Bruxelles (4,268p), **1978**.
- [21] Frantisek, S. Plantes médicinales : EditionGrund Paris 5P, **1992**.
- [22] Decaux. Phytothérapie: mode d'emploi. Edition Le Bien Public, 6P, **2002**.
- [23] Bruneton. Pharmacognosie-Phytochimie-Plantes médicinales. Technique et documentation. Lavoisier 3ème édition 17(5): 54-61 p, **2009**.
- [24] Zerari, M. Etude ethnobotanique de quelques plantes médicinales utilisées dans le nord d'Algérie. Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme master. Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem, **2016**.
- [25] Mokedem A. Cause de dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. Revue Vie et Nature, n. 7, p. 24-26, **1999**.
- [26] Mokedem O. Les plantes médicinales et aromatiques en Algérie : situation et perspectives. In : Actes du séminaire international sur le développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans le bassin méditerranéen, Djerba, IRA-ICARDA, ARS-USDA. p. 28-36, **2004**.

- [27] Karaoui, A. et El-heit, Z. Valorisation des huiles de Pistacia Lentiscus et formulation de pommades Antifongique et formulation du savon. Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme master. Université Akli Mohand OulhadjBouira, **2017**.
- [28] MahdjarSalha. Contribution à l'étude de la composition chimique de la plante Matricariapubescens et à évaluation de son activité antioxydante. Mémoire master. Université KasdiMerbah Ouargla, **2013**.
- [29] <https://phyto-sante-espace.blog4ever.com/photo/12206129> (consulté le 24-02-2023)
- [30] Faucon, M. Traite d'aromatherapie scientifique et medicale - Les huiles essentielles. Sang de la Terre-Medial. Paris, **2019**.
- [31] Millet, F. Le grand guide des huiles essentielles. Marabout, **2015**.
- [32] Fleurentin, J. Du bon usage des plantes qui soignent. Ouest-France, Rennes, **2018**.
- [33] <https://www.myrteaformations.com/index.php?mod=aromatheque&act=fiche&ind=128> (consulté le 24-02-2023)
- [34] Mourice, N. Chamaemelum nobile (camomille romain). Bulletin d'information, HunzaromaInc, **2013**.
- [35] Nelly, C.B. Price en charge des douleurs articulaires par aromathérapie et phytothérapie. Thèse d'Etat de docteur en pharmacie. Université Toulouse III Paul Sabatier.Faculté des sciences pharmaceutiques. Toulouse. France, **2013**.
- [36] Pierre, M., Lys, M. Secrets des plantes pour se soigner naturellement. Editions Artémis. Slovaquie. p89-198, **2007**.
- [37] Tison J-M, De Foucault B. Flora Gallica. Flore de France. Biotope, Meze, **2014**.
- [38] Chauhan, R., Singh, S., Kumar, V., Kumar, A., Kumari, A., Rathore, S., & Kumar, R. A Comprehensive Review on Biology, Genetic Improvement, Agro and Process Technology of German Chamomile (Matricariachamomilla L.). [Review] .Plants (Basel), **2021**.
- [39] Théophane de la Charie, T. Se soigner par les huiles essentielles. Pourquoi et comment ça marche ? s. l. : Editions du Rocher, **2019**.
- [40] GhizlaneHajjaj. Screening phytochimique, étude toxicologique et valorisation pharmacologique de Matricariachamomilla L. Et de l'ormenismixtal. (Asteraceae). Thèse doctorat. Université Mohammed V-Rabat, **2017**.
- [41] Djoubani, K. Hamadouche, N. Boudraa, O.Evaluation du pouvoir antimicrobien de plusieurs extraits polyphénolique de deux espèces végétales Chamaemelum nobile L. et Matricaria chamomilla L. Mémoire master. Université M'hamedBougaraBoumerdès, **2017**.

- [42] Bellakhdar, J. Plantes médicinales au Maghreb et soins de base, Précis de Phytothérapie Moderne. Editions Le Fennec. Casablanca, Maroc. 385p, **2006**.
- [43] Salamon, I. Chamomile: A Medicinal Plant. s.l. University of Presov, **1992**.
- [44] Dezso, C. Assessment report on Chamaemelum Nobile L. All., flos, Committee on Herbal Medicinal Products, 19p, **2011**.
- [45] Kpemissi, A. Les Anacardiaceae du Togo : études botaniques, écologiques et propriétés antifongiques. Thèse de doctorat en biologie végétale. Université. Reims : 25, **2007**.
- [46] Belfadel, F. Huile de fruits de Pistacia lentiscus, caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Mémoire de Magister en chimie organique. Université Mentouri Constantine, **2009**.
- [47] Djedaia, S. Etude physico-chimique et caractérisation du fruit de la plante lentisque (Pistacia lentiscus L.). Thèse Présentée pour obtenir le diplôme de Doctorat en Sciences. Université Badji- mokhtar Annaba, **2017**.
- [48] Cragg, G.M. Newman, D.J. et Snader, K.M. Natural products in drug discovery and development. Journal of Natural Product, 60(1), 52-60, **1997**.
- [49] Coste, H. Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. Second Tirage, Paris - Librairie des Sciences et des Arts, **1937**.
- [50] More, D. et White, J. Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde, Flammarion, 18-24, **2005**.
- [51] Ben Douissa, F. Etude Chimique et Biologique de Pistacia lentiscus. AbeBooks.fr, pp.330-331, **2004**.
- [52] Kettoufi, I. Caractérisation phytochimique des feuilles de Pistacia lentiscus. Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Master en chimie. Universitelarbi ben m'hidi Oum el Bouaghi, **2020**.
- [53] Boudieb, K. AitSlimane-Ait Kaki, S. Amellal-Chibane, H. Effect of Maturation Degree on the Fixed Oil Chemical Composition, Phenolic Compounds, Mineral Nutrients and Antioxidant Properties of Pistacia lentiscus Fruits. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 47, 1842-4309, **2019**.
- [54] Belhachat, D. Fatihab, A. Lakhdara, M. Belhachat, M. Phytochemical screening and in vitro antioxidant activity of Pistacia lentiscus berries ethanolic extract growing in Algeria. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism, 10, 273-285, **2017**.

- [55] Benhammou, N. Bekkara, F.Panovska,T. K. Antiradical capacity of the phenolic compounds of Pistacia lentiscus and Pistacia atlanticaDesf. Advances in food sciences , 29, 155-161, **2007**.
- [56] Elgubbi, H., Alfageih, L.,Zorab, A., Elmehesi, F.Pistacia lentiscus Tree and its Role in Riddance of some Environmental Polluters. ECronicon Open access, 10, 8-14, **2017**.
- [57] Benhammou, N., Atik B.F., Panovska T.K. Antioxidant and antimicrobial activities of the Pistacia lentiscus and Pistacia atlantica extracts. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2, 23-27, **2008**.
- [58] Chaabani, E. AbertVian, M.Dakhlaoui, S. Bourgou, S. Chemat, F. and Ksouri, R. Pistacia lentiscus L. edible oil: green extraction with bio-based solvents, metabolite profiling and in vitro anti-inflammatory activity. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 25, 1-10,**2019**.
- [59] Aziba, L et al. Pistacia lentiscus leaves extract and its major phenolic compounds reverse aluminium-induced neurotoxicity in mice. Industrial Crops & Products, 137, 576–584, **2019**.
- [60] Bozorgi, M et al. Five Pistacia species (vera, P. atlantica, P. terebinthus, P. khinjuk, and P. lentiscus): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology. The Scientific World Journal, 10 , 2-28, **2013**.
- [61] Elgubbi, H et al. Pistacia lentiscus Tree and its Role in Riddance of some Environmental Polluters. ECronicon Open access, 10 , 8-14, **2017**.
- [62] Derong, L et al. An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes.journal of molecules , 21, 1-19, **2016**.
- [63] Koutsoudaki, C et al. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil and the Gum of Pistacia lentiscus Var. chia. Agricultural and food chemistry, 53 , 7681-7685, **2005**.
- [64] Dahmoune, F et al. Pistacia lentiscus leaves as a source of phenolic compounds: Microwave-assisted extraction optimized and compared with ultrasound-assisted and conventional solvent extraction. Industrial Crops and Products, 61, 31–40, **2014**.
- [65] Meznia, F et al. Diversity of Sterol Composition in Tunisian Pistacia lentiscus Seed Oil. Chem. Biodiversity, 13, 544 – 548.
- [66] Boukeloua, A. Caractérisation Botanique Et Chimique Et Evaluation Pharmaco Toxicologique D'une Préparation Topique A Base D'huile De Pistacia Lentiscus L. (Anacardiaceae). Mémoire présente pour l'obtention du diplôme de Magister En Biologie. Université Mentouri Constantine. **2009**.

- [67] Valisolalao J. Huile essentielle, inventaire et études des plantes aromatiques et médicinales des Etats de l'Océan Indien. Projet FED/COI/AIRDOI, **1989**.
- [68] Razakarivony A. A. Contribution à l'étude chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Callistemonrigidium* (Syn. *Callistemonrigidus* R. Br., 1819, MYRTACEAE). Université d'Antananarivo, **2009**.
- [69] AFNOR. Liste des actualités : Huiles essentielles : extrait d'une norme fondamentale, **2010**. <http://www.afnor.org/liste-des-actualités>
- [70] Barbelet, S. le giroflier : historique, description et utilisations de la plante et de son huile essentielle. Thèse pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université de lorraine, **2015**.
- [71] Lawrence, B.M. Essential oils, volume 9: 2008-2011. Allured Pub Corp. 9^{ème} édition. 284p, **2012**.
- [72] Baser, K.H.C., Buchbauer, G. Handbook of essential oils: science, technology and applications. CRC Press. 1^{ère} édition. 991p, **2009**.
- [73] Faucon, M. Traité d'aromathérapie scientifique et médicale. Sang de la terre. 880p, **2012**.
- [74] Jaubert, J. N. Les odeurs dans l'air: de la pollution osmique à la gêne olfactive. Environment, Risques & Santé, 4(1), 51-61, **2005**.
- [75] Nicholas, H. J., Phytochemistry Organic Metabolites, Yonkers, New York, Vol. 2, **1973**.
- [76] Perry, N. B., Anderson, R. E., Brennan, N. J., Douglas, M. H., Heaney, A. J., McGimpsey, J. A., Smallfield, B. M. Essential oils from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): variations among individuals, plant parts, seasons, and sites. Journal of agricultural and food chemistry, 47(5), 2048-2054, **1999**.
- [77] Spichiger, R. E. Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche Phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. PPUR Presses Polytechniques, Lausanne, Suisse, **2002**.
- [78] Khandelwal, K. Practical pharmacognosy. Pragati Books Pvt. Ltd, **2008**.
- [79] Hernandez Ochoa, L.R. Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif » d'origine végétale, Thèse de l'Institut Nationale Polytechnique, Toulouse, France, **2005**.
- [80] Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. Biological effects of essential oils— a review. Food and chemical toxicology, 46(2), 446-475, **2008**.

- [81] Suthar A, R. Et Piyush J, V. Essential oils from plants: A Review, International Journal of Chemtech Applications, 2 (1), 129-134, **2013**.
- [82] Burt, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in food [review]. International journal of food microbiology, 94: 223-253, **2004**.
- [83] Pavela, R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. Industrial Crops and Products 76: 174-187, **2015**.
- [84] Danièle, F. Pharmacie des Huiles Essentielles Le Guide Visuel, Edition quotidien malin. ISBN: 979-10-285-0013-9, **2014**.
- [85] Boumediene, N et Agha, O. Contribution à l'étude de l'activité biologique d'une espèce du genre Rata de Djebel Tessala (Algérie occidentale) et à la faisabilité d'un Plan de conservation. Mémoire pour l'obtention du diplôme de master. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen Algérie, **2014**.
- [86] Mayer, F. Utilisations Thérapeutiques Des Huiles Essentielles : Etude De Cas En Maison De Retraite. Thèse Pour Obtenir Le Diplôme D'état De Docteur En Pharmacie. Université De Lorraine **2012**.
- [87] Marouf, A. Et Tremblin, G. abrégé de chimie appliquée, Edition, EDP sciences, coll. Grenobles sciences, Pp. 133-146, **2009**.
- [88] Medjber N. Et Djoudi M., Etude des huiles essentielles d'orange, essai de valorisation, Th. Ing., ENSA (ex. INA), El-harrache, p.61, **1995**.
- [89] Rhayour, K. Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur Escherichia coli, Bacillus subtilis et sur Mycobacterium phlei et Mycobacterium fortuitum. Thèse. Doctorat. Université. Sidi Mohamed Ben Abdellah. Fès, Maroc, p161, **2002**.
- [90] Piochon, M. Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémisynthèse. UQAC, **2008**.
- [91] Bruneton, J. Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales. 4^{ème} Edition. Paris: Technique & Documentation, **2009**.
- [92] Simard, S., Hachey, J., & Collin, G. J. The Variations of Essential Oil Composition During the Extraction Process. The Case of Thuja occidentalis L. And Abies balsamea (L). Mill. Journal of Wood Chemistry and Technology, 8(4), 561–573, **1988**.
- [93] Gherib, A. B. Etude comparative des huiles essentielles de menthe en Algérie. Obtention de grade de magister option chimie organique (USTHB), **1995**.
- [94] Baba Aissa, F. Encyclopedie des plantes utiles (flores d'Algérie et du Maghreb) librairie moderne. Rouïba: 173p, **1999**.

- [95] Meyer- Warnod B. Natural essential oils: extraction processes and application to some major oils. *Perfumer&Flavorist*. 9: 93-104, **1984**.
- [96] Ouis, N. Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, des fenouils et de persil. Thèse de doctorat. Thèse de doctorat, Université Ahmed Ben Bella-Oran, Alger, **2015**.
- [97] Rassem, H. H., Nour, A. H., & Yunus, R. M. Techniques for extraction of essential oils from plants: a review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 10(16), 117-127, **2016**.
- [98] <https://guy-chaumeton.pagesperso-orange.fr/scphysiques2010/2dqcm/2dqcm13a.htm> (consulté le 13/02/2023)
- [99] Fekih. N, Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre Pinus poussant en Algérie thèse du doctorat, Université Abou BekrBelkaid. Tlemcen, **2015**.
- [100] Elhaib, A. Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques, Thèse du doctorat, Université de Toulouse, **2011**.
- [101] Figueredo, G. Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse pour le diplôme de docteur d'université (chimie organique). Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, **2007**.
- [102] Jorite, S. La phytothérapie, une discipline entre passé et future : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel, Thèse, Bordeaux, Université de Bordeaux, **2015**.
- [103] Wicht, M. Anton, R. Plantes thérapeutiques. Tradition pratique officinales, science et thérapeutique, livre, 2ème édition. Paris, **2003**.
- [104] Chabrier, J. Y, Plantes Médicinales et Formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse doctorat. Université Henri Poincaré-Nancy, **2010**.
- [105] Jammaledine, M. Extraction et caractérisation de la composition des huiles essentielles de Juniperus phoenicea et Juniperus oxycedrus du Moyen Atlas, Mémoire, Université sidi Mohammed ben Abdellah. Fès, **2010**.
- [106] Boukhatem, M. N., Ferhat, A., & Kameli, A. Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. Une, 3, 4, **2019**.
- [107] https://www.researchgate.net/figure/Schema-du-montage-de-l'expression-a-froid-32_fig5_278635494 (consulté le 13/02/2023)
- [108] Crouzet, J. Arômes alimentaires. Techniques de l'ingénieur, F 4 100, Paris, **1996**.

- [109] Peyron, L. Techniques classiques actuelles de fabrication des matières premières naturelles aromatiques, Chapitre 10, pp 217 – 238. Cité In : Les arômes alimentaires. Coordinateurs H. Richard et J.L. Multon. Tec & Doc-Lavoisier et Apria, p: 438, Paris, **1992**.
- [110] Lemesle S. Huiles essentielles et eaux florales de Madagascar : Guide pratique d'une aromathérapie innovante ; 2ème Edition ; Sologne Graphic ; ISBN : 978-2-7466-3697-2, **2012**.
- [111] Bousbia, N. Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires. Thèse en cotutelle Présentée pour obtenir le grade de Docteur. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, **2011**.
- [112] Vinatoru M. An overview of ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics Sonochemistry*, Vol. 8, pp: 303-313, **2001**.
- [113] Mason T.J. Et Cintas P. Sonochemistry, Chapitre 16, pp: 372 - 396 In Clark J. et Macquarrie D. *Handbook of Green Chemistry and Technology*. Edition Blackwell Science Ltd, **2002**.
- [114] Kraiffi, F et Boualam, K. Extraction et caractérisation de quelques huiles essentielles des plantes Utilisés dans la thérapie grippale (Thymus lanceolatus, Eucalyptus globulus). Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de master. Université Mohamed Khider de Biskra, **2021**.
- [115] Deschepper, R. variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. These Présentée pour obtenir le grade de Docteur en pharmacie. Université d'Aix Marseille – Faculté de Pharmacie, **2017**.
- [116] Grunwald J, Janicke C. *Guide de la PHYTOTHERAPIE*. 2ème édition. Edition Marabout. Italie, **2006**.
- [117] <http://www.santé-medecine.journaldesfemmes.fr> (consulté le 12-03-2023)
- [118] Lucchesie, M- E. Extraction sans solvant assistée par microondes Conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat. Université de la Réunion, **2005**.
- [119] https://www.memoireonline.com/11/15/9306/m_Etude-bibliographique-sur-les-huiles-essentielles-et-vegetales1.html (consulté le 12-03-2023)
- [120] Hameurlaine, S. Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans les plantes Pituranthos scoparius et Rhanterium adpressum de la région de Ghardaïa. Ouargla, mémoire pour l'obtention de diplôme de magister, **2009**.

- [121] Tabuti J.R.S., Lye K.A. & Dhillon S.S. Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda: plants, use and administration. *J. Ethnopharmacology*, 88, 19-44, **2003**.
- [122] Akharaiyi Et Boboye, F. C. ET Boboye B., 2010. *Journal of Nat. Prod.* (3) 27-34, **2010**.
- [123] Volak J., Stodola J. *Plantes médicinales* : Ed ArtiaPraque, P 2, 3,12, **1983**.
- [124] Strang C. 2006 *Larousse médical* : Ed Larousse, P 26.
- [125] Organisation mondiale de la sante. Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023 : Genève, **2015**.
- [126] Delhami, M. et Boussaid, A. et Chafai, B. Diversité et inventaire des plantes dans la région de djebel Sidi Rghis _ wilaya d'Oum el bouaghi. *Memoire En Vue De L'obtention Du Diplôme De Master. Université L'arbi Ben Mhidi-Oum El Bouaghi*, **2022**.
- [127] Roberto, C. *les plantes médicinales guide vert*. Paris : Solar, **1982**.
- [128] Eberhard, T. Lostein, A. *Plantes aromatiques*. Ed TEC et DOC : France ; **2005**.
- [129] Andriane, P. *Traité de gemmothérapie - La thérapeutique par les bourgeons*. Bruxelles: Editions Lamyris. 381 p, **2011**.
- [130] Ledoux F médecin. *La phytembryothérapie: l'embryon de la gemmothérapie*. Bruxelles: Amyris; 383 p, **2012**.
- [131] Muller M., Balagizi I. *Les médecines traditionnelles*. *Revue Together*. 27. P: 7 ; 3, **2001**.
- [132] Khetouta, M.L. *Comment se soigner par les plantes médicinales. Marocaines et internationales*, Tanger. P 311, **1987**.
- [133] Baba A. F. *Encyclopédie des plantes utiles (flore d'Algérie et du Maghreb substances végétales d'Afrique d'orient et d'occident)*. Edition Librairie moderne, Rouiba, **2000**.
- [134] Paul S. *Guide des plantes médicinales*, Delachaux et Niesetli, Ferdinand Pari, P 396, **1997**.
- [135] Lazli, A., Beldi, M., Ghouri, L. et Nouri, N.H. Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous (Parc National d'El Kala,- Nord-est algérien). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 88, 22 – 43, **2019**.
- [136] Djarroumi, A. et Nacef, M. *Les plantes médicinales d'Algérie*, P 159, **2004**.
- [137] Bouziane, Z. *Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales de la région d'Azail (Tlemcen –Algérie)*. En vue de l'obtention du diplôme du master en écologie. Université Abou Bakr Belkaïd-Tlemcen. 60p, **2017**.
- [138] Meddour, R., Mellal, H., Meddour-Sahar, O. et derridj, A. *La flore médicinales et ses usages en kabylie (Wilaya de tiziouzou) : quelques résultats d'une étude ethnobotanique*. *Rev. Régions Arides*, numéro spécial, 181-201, **2010**.

- [139] El Alami, A., Loubna, F. et Chait, A. Etude ethnobotanique sur les plantes médicinales spontanées poussant dans le versant nord de l'Atlas d'Azilal (Maroc). *Algerian Journal of Natural Products*, 4 (2), 271-282, **2016**.
- [140] Mohammedi, Z. Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. thèse doctorat en biologie. Université Abo bekebelkaid. Tlemcen, **2013**.
- [141] Beloued.A. Plantes médicinales d'Algérie OPU, in, Alger, **1998**.
- [142] Boumediou, A. et Addoun, S. Étude Ethnobotanique Sur L'usage Des Plantes Toxiques, En Médecine Traditionnelle, Dans La Ville De Tlemcen (Algérie). *Memoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplome De Docteur En Pharmacie*. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen, **2017**.
- [143] Benmeggoura, R. Et Zerroukhi, A. Contribution à l'étude phytochimique et l'activité antioxydante et antibactérienne de quelques extraits de *Pistacia lentiscus* L de l'Est Algérien. Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER. Université Larbi ben m'hidioum el-bouaghi, **2021**.
- [144] Hmimsa Y. L'agrobiodiversité dans les agrosystèmes traditionnels de montagnes: Cas du Rif marocain. Mémoire de troisième cycle. Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc, 100 pp. sciences vétérinaires. Université Mebtouri. Constantine, **2004**.
- [145] Bensegueni, A. Belkhiri, A. Boulebda, N. Keck, G. Evaluation de l'activité cicatrisante d'un onguent traditionnel de la région de Constantine sur les plaies d'excision chez le rat. *Sciences & Technologie C – N°26*, p.83-87., **2007**.
- [146] Atmani, D., Chafer, N., Berboucha, M., Ayouni, K., Lounis, H., Boudaoud, H., Debbache N. Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *112, (2):303–309.*, **2009**.
- [147] Kivçak, B., Akay, S. Quantitative determination of α -tocopherol in *Pistacia lentiscus*, *Pistacia lentiscus* var. chia and *Pistacia terebinthus* by TLC-densitometry and colorimetry, **2005**.
- [148] Boullard B. Dictionnaire des plantes médicinales du monde: Réalités et Croyance, Ed: Estem, p414, 415, **2001**.
- [149] Ben Saouchac, H. Lakhenache, S. la préparation des formes pharmaceutiques destinées à l'application sur la peau à base d'une plante médicinale. diplôme de master université Mohamed Boudiaf M'Sila, **2021**.

- [150] Ferraq, M. Y. Développement D'un Modèle De Cicatrisation Épidermique Après Une Désépidermisation Laser. Thèse d'Ingénierie Médicale et Biologique, U.F.R Médecine Paul Sabatier Toulouse, Université Toulouse III. p17, **2007**.
- [151] http://www.afrh.fr/la_maladie_de_verneuil_ou_h/structure_de_la_peau.html(consulté le 25-05-2023)
- [152] Balaguer- Fernández, C., Femenía- Font, A., Muedra, V., Merino, V., &López- Castellano, A. Combined strategies for enhancing the transdermal absorption of midazolam through human skin. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 62(9), 1096-1102, **2010**.
- [153] Coudane, F. Fonction et régulation des peptidyl-arginine désiminases dans l'épiderme et au cours de la cicatrisation cutanée Doctoral dissertation. Université Toulouse III-Paul Sabatier, **2009**.
- [154] Mathieu, M. Influence des cosmétiques sur la qualité de vie: pertinence de l'association CEW Doctoral dissertation, **2007**.
- [155] Thomyris, A. F. Dermatologie et cosmétologie de peaux noires et métissées [Thèse]. Université de POITIERS ; **2018**.
- [156] La fourcade, D. Prise en charge de la brûlure cutanée thermique: parcours-type du centre de traitement des brûlés jusqu'à celui de rééducation (Doctoral dissertation, Thèse Méd, Bordeaux: Université de Bordeaux), **2015**.
- [157] Feurtet, A. Des formes topiques classiques aux formes transdermiques: formulation et procédés (Doctoral dissertation), **2006**.
- [158] Organisation Mondiale De La Sante. Brulure. Mars 2018 Disponible sur : <http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/burns>[Consulté le 28/05/2023].
- [159] Oummad A. Cicatrisation et plaie cutanée chez l'enfant. Rabat : université Mohammed V - SOUISSI, faculté de médecine et de pharmacie, **2013**.
- [160] Wehrle P. Pharmacie galénique, formulation et technologie pharmaceutique. Maloine, **2012**.
- [161] Wouessi, D. Formes galéniques administrées par voie cutanée. UE6- pharmacie galénique : Formes galéniques administrées par voie cutanée. Université Joseph Fourier de Grenoble, **2011**.
- [162] Durand, A., &Canselier, J. P. Méthodes d'encapsulation basée sur une réaction de transacylation Aude MUNIN, Maïté CALLEWAERT, Florence EDWARDS-LEVY. In *Procédés et formulations au service de la santé* (pp. 94-103). EDP Sciences, **2020**.

- [163] Gouaidia,S. et Gouaidia,N. Délimitation des Périmètres de protection de quelques forages d'eau captant la nappe alluviale de Guelma (Nord-est Algérien). Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de master. Université 8 mai 1945 Guelma, **2019**.
- [164] Taleb-Toudert, K. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur le bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae).Thèse Doctorat. Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou, **2015**.
- [165] Bouaine, A. Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites des deux plantes aromatiques et médicinales: Lentisque et Myrte Diplôme de Master Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Fès, **2017**.
- [166] Guerra-Boone, L., Alvarez-Román, R., Salazar-Aranda, R., Torres-Cirio, A., Rivas Galindo, V. M., Waksman de Torres, N., ... & Pérez-López, L. A. Antimicrobial and antioxidant activities and chemical characterization of essential oils of *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*, and *Origanum majorana* from northeastern México. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 28, **2015**.
- [167] Valorisation par voie biotechnologique de quelques espèces végétales d'intérêt médicinaux *Refigui Imene Medani Widad*. Diplôme de Master Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, **2022**.
- [168] Nadji, M. et Beghou, T. Etude Phytochimiques D Une Plante Medicinale Lavande Diplôme De Master Université Larbi Ben M'hidi -Oum El Bouaghi, **2021**.
- [169] Belliroun, N. et Khelil, M, Y. Contribution à l'étude de l'activité antifongique des huiles essentielles des oranges douces (*Citrus sinensis*). Diplôme de Master Université 8 Mai 1945 Guelma, **2022**.
- [170] Boualleg, M. et Bousnobra, R. Optimisation des paramètres d'extraction de l'huile essentielle de *Lavandulastoechas* L. et son application comme antifongique. Master Université 8 Mai 1945 Guelma, **2021**.
- [171] Kissoum, N. et Bouzaraa, A. « Activité antifongique de l'extrait de l'espèce végétale *Inulaviscosa* L. (*Dittrichia viscosa* L.) ». Mémoire de Master. Université de Jijel, **2019**.
- [172] <https://www.agrimaroc.ma/botrytis-pourriture-grise-fraise/>(consulté le 20-05-2023)
- [173] Remmit, K. et Hezil, R. «Activité antifongique des huiles essentielles de trois plantes aromatiques : *Lavandulastoechas* L., *Myrtus communis* L., *Pistacia lentiscus* L. en vue d'une valorisation phytopharmaceutique ». Mémoire de Master. Université de Jijel, **2019**.

- [174] <https://fr.vwr.com/store/product/7080212/cellules-de-numeration-malassez> (consulté le 20-05-2023)
- [175] Boudjehem, W. H. Etude de l'activité antimicrobienne de quelques huiles essentielles pour le contrôle des agents phytopathogènes. Mémoire de Master. Université de Guelma, **2019**.
- [176] Galizra, I. Formulation d'une crème hydratant à base de chitosane et l'étude de stabilité. Université Saad Dahleb de Blida, **2013**.
- [177] Cottinet, D. Diversité phénotypique et adaptation chez *Escherichia coli* étudiées en millifluidique digital. L'université pierre et Marie curie Pari, 164 p, **2013**.
- [178] Zrira, S., Elamrani, A. et Benjilali, B. Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. From Morocco-a seasonal variation, *FlavourFragr. J.* **18**, 475-480, **2003**.
- [179] Congiu, R. Falconieri, D. Marongiu, B. Piras A. and Porcedda S. Extraction and isolation of *Pistacia lentiscus* L. essential oil by supercritical CO₂, *FlavourFragr. J.* **17**, 239-244, **2002**.
- [180] Castola, V. Bighelli A. and Casanova J. Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Corsica, *Biochemical Systematics and Ecology.* **28**, 79-88, **2000**.
- [181] Arab, K., Bouchenak, O., Yahiaoui, K. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle et des composés phénoliques du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.). *J. Fundment. Appl. Sci.* **6**, (1):79-93, **2014**.
- [182] Dris, I. Caractérisation chimique des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. Evaluation du pouvoir antimicrobien et antioxydant. Thèse de doctorat. Université Ahmed Ben Yahia El wancharissi Tissemsilt. 137p, **2020**.
- [183] Benhammou, N. et Atik Bekkara, F. Activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. de deux stations de la région de Tlemcen (Algérie). H. Greche & A. Ennabili. Recherches sur les plantes aromatiques et médicinales. Mezraoua (Taounate) & Fès, Maroc, 281-285, **2009**.
- [184] Variabilité morphologique de quatre populations de camomille (*Anthemis nobilis* L.): relation avec le rendement en huile essentielle Acherouf Sara Master Université Blida 1, **2014**.
- [185] Bardeau. la pharmacie du bon dieu sante pratique Edition Fernard Lanore France 333 p, **2009**.

- [186] Association Française de Normalisation. Huile essentielle de Litseacubeba (Litseacubeba Pers).AFNORNF ISO 3214 : 2000 (T 75-249),**2000**.
- [187] Association Française de NormalisationHuiles Essentielles, AFNOR 2e édition, **1986**.
- [188] Benyoucef, F. Z. ETCherifi, D. ‘ ‘ Extraction, caractérisation et valorisation de l’huile essentielle et de l’hydrolat du lentisque pistachier ’ ’. Mémoire de projet de fin d’études en vue de l’obtention du Diplôme de Master. Université M’HamedBougara de Boumerdès, **2020**.
- [189] Beghlal, D., El Bairi, K., Marmouzi, I., Haddar, L., Boukili, M., Phytochemical, organoleptic and ferric reducing properties of essential oil and ethanolic extract from Pistacia lentiscus L., Asian Pac J Trop Dis6 (4), P 305-310, **2016**.
- [190] Beloucifa, M. Etude Par Gc-MS Des Huiles Essentielles De: Nigella Sativa, Pistacia Lentiscus, Et Punica Granatum. Mémoire pour L’obtention Du Diplôme De Magister En Chimie. Universite De Jijel, **2014**.
- [191] Dahmane, T., Chelghoum, D. Chemical Composition of the Essential Oils of Pistacia lentiscus L from Algeria. Journal of Essential Oil Research, 17, 642-644, **2006**.
- [192] Fernandez A., Camacho A., Fernandez C. and Altarejos J., Composition of the Essential Oils from Galls and Aerial Parts of Pistacia lentiscus L, J. Essent. Oil Res., 12, 19-23. **2000**.
- [193] Boudraa, D. Essai de fabrication des produits cosmétiques naturel bio à base de *Moringa oleifera*. Mémoire présenté pour l’obtention du Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri Constantine, **2021**.
- [194] Avril, J.L., Denis, F., Dabernat, H. et Monteil, H. Bacteriologie clinique.2^{ème} édition Marketing, paris. P148-280,**2000**.

Annexes



Annexe I

Les principales propriétés des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses propriétés, entre autres :

Anti-infectieuses

Antibactériennes : Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols contenus par exemple dans l'huile essentielle de clou de girofle.

Antivirales : Les virus sont assez sensibles aux huiles essentielles à phénol et à monoterpénol. Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales. Nous pouvons citer l'huile essentielle de Ravintsara, l'huile essentielle de Bois de Hô, ou l'huile essentielle de Cannelle de Ceylan.

Antifongiques : Les huiles essentielles utilisées pour leurs propriétés antifongiques sont les mêmes que celles citées précédemment cependant la durée du traitement sera plus longue. Par exemple, les huiles essentielles de Cannelle, de Clou de girofle ou de Niaouli sont des antifongiques.

Antiparasitaires : Les molécules aromatiques possédant des phénols ont une action puissante contre les parasites. Le thym à linalol, la sarriette des montagnes sont d'excellentes huiles essentielles antiparasitaires.

Antiseptiques : Les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les huiles essentielles possédant des fonctions aldéhydes ou des terpènes comme l'huile essentielle d'Eucalyptus radiata.

Insecticides : Certaines huiles essentielles sont insectifuges ou insecticides comme celles possédant des fonctions aldéhydes comme le citronnellal contenu dans l'Eucalyptus citronné ou la citronnelle.

Anti-inflammatoires

Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne comme l'huile essentielle de Gingembre.

Régulatrices du système nerveux

Antispasmodiques : Les huiles essentielles possédant des esters ou des éthers possèdent une action sur les spasmes des muscles lisses ou striés comme l'huile essentielle d'Hélichryse.

Calmantes, anxiolytiques : Les aldéhydes type citrals contenu par exemple dans l'huile essentielle de Mélisse ou celle de Verveine citronnée favorisent la détente et le sommeil.

Analgésiques, antalgiques : Les huiles essentielles les plus connues pour leur action antalgiques sont les huiles essentielles d'Eucalyptus citronné, de Gingembre, de Lavande vraie.

Drainantes respiratoires

Expectorantes : Les huiles essentielles riches en oxyde (1, 8 cinéole) comme l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus ou de Romarin agissent sur les glandes bronchiques et sur les cils de la muqueuse bronchique.

Fluidifiantes : Les huiles essentielles possédant des cétones (comme la verbénone contenu dans l'huile essentielle de Romarin) ont une action mucolytique en dissolvant les sécrétions accumulées au niveau de la muqueuse.

Digestives

Les huiles essentielles de cumin (avec la molécule de cuminal), d'anis étoilé ou par exemple d'estragon ont une action digestive et apéritive. Elles permettent la stimulation de la sécrétion des sucs digestifs. L'huile essentielle de menthe poivrée atténue les nausées.

Cicatrisantes

Les huiles essentielles cicatrisantes sont les huiles essentielles de Ciste (*Cistusladaniferus*), de Lavande vraie (*Lavandulavera*), d'Immortelle (*Helichrysumitalicum*), de Myrthe (*Commiphoramyrtha*). On utilise souvent un mélange de plusieurs huiles essentielles cicatrisantes avec une huile végétale comme l'huile d'amande douce.

Annexe II

Compositions chimiques des huiles essentielles de camomille et de lentisque déterminées par la méthode de chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (GC/MS).

Composes (%)	IR	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Chamaemelum nobile</i>
Hexanol	831	-	-
Tricyclene	913	0.32	-
α -Thujene	922	1.33	1.4
α -Pinene	926	21.86	10.01
Camphene	930	2.23	3.21
Sabinene	967	1.56	0.23
β -Pinene	975	7.01	4.53
β -Myrcene	980	0.2	2.02
α -Phellandrene	1000	1.56	0.21
Δ -3-carene	1003	0.3	0.16
δ -3-carène	1005	2.68	-
α -Terpinene	1006	-	0.54
p-Cymene	1015	2.68	1.98
Limonene	1027	16.98	-
γ -Terpinene	1031	2.95	1.42
α -Terpinolene	1037	0.89	0.24
Methyl 3-hydroxyhexanoate	1050	0.13	-
Para-Cyménène	1067	4.11	-
cis-Menth-2-en-1-ol	1071	0.3	-
α -Campholenal	1083	0.36	-
trans-Pinocarveol	1089	0.24	-
cis- β -Terpineol	1098	0.32	-
α -Limonene	1100	-	0.16
Borneol	1105	0.15	10.87
cis-para-Menth-2-ene-1-ol	1106	0.12	-

Terpinen-4-ol	1124	7.02	3.12
Camphre	1125	-	12.81
Lavandulylacetate	1272	-	-
α -Terpineol	1137	2.22	5.03
Verbenone	1143	0.18	-
Linalylacetate	1150	Tr	-
Bornylacetate	1163	0.2	0.37
α -Cubebene	1176	0.11	-
Linalool	1178	-	0.53
Copaene	1179	0.33	-
β -Cubebene	1182	0.12	0.10
1,8-Cineole	1197	-	38.12
(-)- β -Elemene	1203	0.28	-
trans-Caryophyllene	1205	2.15	-
α -Humulene	1215	0.62	0.18
trans-Cadina-1(6),4-diene	1224	0.17	-
γ -Muurolene	1226	0.39	0.13
β -Caryophyllene	1238	-	2.98
Germacrene D	1240	3.11	-
Δ -Cadinene	1257	-	0.16
α -Amorphene	1272	-	0.11
Carvacrol	1279	-	-
α -Muurolene	1296	0.26	-
Humuleneepoxide II	1340	0.23	-
1-Epi-cubenol	1402	0.42	-
Epi- α -cadinol	1420	0.71	-
Neryl propionate	1427	-	-
Cadinolisomer	1431	0.23	-
α -Cadinol	1434	2.01	-
Neryltiglate	1444	0.31	-
Caryophylla-4.8-diene-5-ol	1474	-	0.21
T-Cadinol	1480	-	0.14
γ -Cadinène	1507	0.48	-

δ -Cadinene	1517	1.52	-
Caryophyllene oxide	1575	1.45	0.81
Hydrocarburesmonoterpéniques		63.98	73.46
Monoterpènesoxygénés		11.01	3.37
Hydrocarburessesquiterpéniques		8.75	1.16
Sesquiterpènesoxygénés		5.84	5.93
Autres		0.54	-
Total identifié		90.12	83.92

Introduction générale

Aujourd'hui, les brûlures constituent un problème de santé publique important en raison de leur gravité et ce malgré les nombreuses actions de prévention.

La brûlure est une agression thermique du revêtement cutané. Elle affecte environ 150 000 personnes en Algérie chaque année.

D'autre part, on constate que les coups de soleil apparaissent fréquemment après une exposition prolongée au soleil, sous forme d'une forte rougeur douloureuse, qui ressemble à une brûlure du 1^{er} degré et qui souvent empêchent de bien dormir et se prolongent pendant 3 à 4 jours.

Par ailleurs, notre pays en général et notre région en particulier, recèlent de quantités importantes de plantes aromatiques et médicinales qui peuvent nous permettre de proposer des produits thérapeutiques et cosmétiques 100% naturels et ainsi être bien valorisées. C'est dans cette optique que nous avons produit une crème apaisante et anti-brûlure à base de camomille et de lentisque et ce en l'absence de concurrents sur le marché algérien. Une large gamme de produits pourra être proposée ultérieurement en utilisant d'autres plantes aromatiques en plus de la camomille et du lentisque.

Chapitre I

Présentation du projet

1. Idée de projet (solution proposée)

Notre domaine d'activité est les industries thérapeutiques et cosmétiques Bio.

« Crème apaisante et hydratante pour brûlures et coups de soleil »

- ✚ L'idée de notre projet est née d'une étude qui a conclu qu'il existe de nombreuses personnes qui souffrent de coups de soleil et de cas de brûlures superficielles mineures lorsqu'elles font leur travail quotidien, car les brûlures sont considérées comme un problème de santé publique mondial.
- ✚ Nous avons remarqué que la plupart des patients qui souffrent de petites brûlures essaient de les soigner à la maison au lieu d'aller chez le médecin, car ils préfèrent utiliser des remèdes naturels à la maison.
- ✚ Notre projet porte sur la préparation de crèmes hydratantes, apaisantes et anti-brûlures 100% bio à base d'huiles essentielles extraites de plantes disponibles en abondance dans notre pays et notre région en l'occurrence la camomille et le lentisque.
- ✚ Cela passe par la réalisation d'une unité de production qui s'appuie sur les dernières technologies en la matière et à base de matières premières (plantes naturelles).
- ✚ Notre pays en général et notre région en particulier (GUELMA), recèlent de quantités importantes de plantes aromatiques et médicinales qui peuvent nous permettre de proposer des produits thérapeutiques et cosmétiques 100% naturels.

2. Propositions des valeurs

- ✚ Des produits de qualité, 100% naturel.
- ✚ Fabrication locale avec des ressources naturelles algériennes.
- ✚ Traitement efficace des coups de soleil et des brûlures.
- ✚ Fiabilité.
- ✚ Marketing digital.

3. L'équipe de travail





L'équipe du projet est composée des personnes suivantes :



- L'étudiante 01 : SAAIDANI AHLEM, spécialité Génie Chimique.
- L'étudiante 02 : KHABATTI OUAHIDA, spécialité Génie Chimique.

4. Les objectifs du projet

- ✚ Nous cherchons à devenir le premier producteur des crèmes naturelles en Algérie au cours des cinq prochaines années.
- ✚ Atteindre une part de marché entre 25% à 30% du total des produits naturels produits en Algérie.
- ✚ Notre nouveau Brand « Flora Belle Bio » sera bientôt sur les étagères des parapharmacies et de vos magasins de cosmétiques.

5. Un échéancier pour la réalisation du projet

			1	2	3	4	5	6	7
1		Etudes préalables, choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires.		*	*	*			
2		Commande de matériel local ou depuis l'étranger					*	*	*
3		Bâtiment du siège de production (usine)							*
...		Installation d'équipement							*

		Achat de matières premières							*
...		Début de la production du premier produit							*

Chapitre II

Aspects Innovants

1. Nature des innovations

- ✓ L'utilisation des huiles essentielles dans les produits thérapeutiques et cosmétiques.
- ✓ Préparation d'une crème thérapeutique « **Crème apaisante et hydratante pour brûlures et coups de soleil** » à base de l'huile essentielle de la camomille et l'huile végétale de lentisque.
- ✓ Le marketing digital pour la commercialisation de notre produit.
- ✓ Création de crème à la demande des consommateurs

2. Domaines d'innovation

- 📌 Crème d'origine biologique efficace pour le traitement des coups de soleil et des brûlures superficielles mineures. Elle se compose principalement de matières naturelles mélangées à de l'huile essentielle de camomille.
- 📌 Le procédé de fabrication est écologique et n'utilise aucun produit chimique nocif ou toxique.
- 📌 Une large gamme de produits (sérum et crème) pourra être préparée et offerte au client en utilisant d'autres plantes aromatiques et médicinales algériennes, et à la demande du client en fonction du type de peau, du traitement souhaité, la couleur et la senteur voulue.

Chapitre III

Analyse stratégique du marché

1. Segment de marché

Marché potentiel : Est toute personne qui peut et veut utiliser des produits naturels (sauf les enfants de moins de 7 ans), les pharmacies et magasins qui vendent des produits semi-pharmaceutiques.

Marché cible : Nous cherchons à apporter une solution et un traitement à toute personne souffrant de coups de soleil ou de brûlures superficielles mineures (à l'exception des enfants de moins de 7 ans).

La possibilité de conclure un contrat d'achat avec des parapharmacies et des magasins de cosmétiques.



2. Mesurer l'intensité de la concurrence


Les concurrents les plus importants sur le marché algérien, la plupart d'entre eux produisent des crèmes avec des produits chimiques et des conservateurs non naturels, dont le plus important :

- Biafine (ce médicament est une émulsion protectrice et calmante. Il est utilisé dans le traitement des brûlures, des plaies superficielles non infectées).
- Parmi leurs points forts figurent leur longévité sur le marché et la force de leur marque.
- Parmi leurs points négatifs figure leur recours aux produits chimiques (Ex Parahydroxybenzoate de méthyle, Trolamine...)

3. Stratégies marketing

Pour la commercialisation de nos produits, nous prévoyons une stratégie marketing basée sur les prix compétitifs grâce à notre maîtrise de la réduction des coûts et à l'utilisation de richesses naturelles algériennes 100% biologique.

Le procédé de fabrication est écologique et n'utilise aucun produit chimique nocif ou toxique. Notre organisation permet à ses clients de soumettre des suggestions et des réclamations via ses pages officielles sur les sites de réseaux sociaux et de les traiter dans les meilleurs délais, mais surtout de commander des produits à la carte, c'est-à-dire répondant à des besoins spécifiques, des senteurs et couleurs spécifiques, ...



Marketing de
contenu



Marketing
digitale

Chapitre IV

Plan de production et organisation

1. Le processus de fabrication



1^{er} étape est la réception et le stockage des plantes



2^{ème} étape est le nettoyage et le broyage des plantes



3^{ème} étape est l'extraction des huiles essentielles



4^{ème} étape est la préparation des crèmes



5^{ème} étape est l'emballage et le stockage



6^{ème} étape est la distribution et la vente

2. Fournitures

Nous nous occupons du processus d'achat de matières premières (plantes) auprès des propriétaires de fermes, et d'autres matériaux et équipements, nous traitons avec des fournisseurs.

Les fournisseurs les plus importants sont :

Fournisseurs des plantes et autres matières premières ;

Fournisseurs d'équipements ;

Fournisseurs d'emballages et d'étiquetages.

Nous comptons sur le processus de paiement à la réception.

3. La main d'œuvre

- Notre projet peut créer environ 50 emplois directs et près de 150 emplois indirects (A l'avenir)
- Notre projet a besoin d'ingénieurs chimistes et de techniciens travaillant sur les équipements développés ;
- Les agriculteurs ;
- Les collecteurs ;
- Les clients.

4. Les partenariats principaux

- Les partenaires les plus importants de notre projet sont les fournisseurs des matières premières, des produits et d'équipements.
- Société d'emballage et d'étiquetage.
- L'incubateur de l'université 08 mai 1945 Guelma.
- é-commerçants.
- Laboratoires de contrôle de qualité.
- Les entreprises d'entretien.

Chapitre V
Plan financier

1. Coûts et charges

1.1. Masse salariale

Nombre	Fonction	Salaire Brut mensuel	Salaire de Base annuel	Charges Patronales	Masse salariale
1	Administrateur	32 000,00	384 000,00	99 840,00	483 840,00
2	Main d'œuvre	20 000,00	480 000,00	124 800,00	604 800,00
1	Agent de sécurité	40 000,00	480 000,00	124 800,00	604 800,00
	TOTAL		1 344 000,00	349 440,00	1 693 440,00

1.2. Masse annuel

Désignation	1er année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année	6ème année
Salaire Brut annuel	1 344 000	1 370 880	1 398 298	1 426 264	1 454 789	1 483 885
Charges patronales CNAS	349 440	356 429	363 557	370 829	378 245	385 810
Total frais du personnel	1 693 440	1 727 309	1 761 855	1 797 092	1 833 034	1 869 695

2. Chiffre d'affaire

Quantité Produit : 150 boites

Prix HT produit : 1150 DA

Ventes produit : 12 mois

N°	Année	Chiffre d'affaire prévisionnel
1	1er exercices d'exploitation	2 070 000,00
2	2ème exercices d'exploitation	3 726 000,00
3	3ème exercices d'exploitation	7 079 400,00
4	4ème exercices d'exploitation	10 619 100,00
5	5ème exercices d'exploitation	21 238 200,00
TOTAL CHIFFRE D'AFFAIRE SUR (5) ANS		44 732 700,00

3. Tableau de calcul des résultats attendus :

COMPTE DE RESULTAT LIBELLE		1er année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année
Ventes de marchandises						
Prestation vendue	Produits fabrique	2 070 000	3 726 000	7 079 400	10 619 100	21 238 200
	Prestation de services					
Chiffre d'affaires net des rabais, remises, ristourne		2 070 000	3 726 000	7 079 400	10 619 100	21 238 200
Production, stockée ou déstockée						
I-production de l'exercice		2 070 000	3 726 000	7 079 400	10 619 100	21 238 200
Achats de marchandises vendues						
Matières premières		177 000	558 900	1 061 910	1 592 865	3 185 730
II-Consommations de l'exercice		177 000	558 900	1 061 910	1 592 865	3 185 730
III-Valeur ajoutée d'exploitation (I-II)		1 893 000	3 167 100	6 017 490	9 026 235	18 052 470
Charge de personnel		1 738 440	1 781 309	1 701 855	1 862 092	1 903 034
Impôts et taxes et versements assimilée						
IV-Excédent brut d'exploitation		154 560	1 385 791	4 315 635	7 164 143	16 149 436
Autre produits opérationnels						
Autre charges opérationnelles						
Dotation aux amortissements		120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
Perte de valeur						
Reprise sur pertes de valeur et						

provisions						
V-Résultat opérationnel	34 560	1 265	4 195	7 044	16 029	
		791	635	143	436	
Produits financiers						
Charge financières						
VI-Résultat financier	0	0	0	0	0	
VII-Résultat ordinaire (V+VI)	34 560	1 265	4 195	7 044	16 029	
		791	635	143	436	
VIII-Résultat extraordinaire						
RESULTAT NET DE L'EXERCICE	34 560	1 265	4 195	7 044	16 029	
		791	635	143	436	

4. Plan De Financement :

LIBELLE	1er année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année
SOLDE D'OUVERTURE		331 560	1 944 691	5 377 545	8 757 008
RECETTES	0				
VENTES PRODUITS FINIS	2 070 000	3 726 000	7 079 400	10 619 100	21 238 200
TOTAL DES RECETTES	2 070 000	3 726 000	7 079 400	10 619 100	21 238 200
DEPENSES					
ACHATS					
SERVICES	0	0	0	0	0
CHARGES DU PERSONNELS	1 738 440	1 781 309	1 701 855	1 862 092	1 903 034
IMPÔTS ET VERSEMENT	0	0	0	0	0
REMBOURSEMENT CMT		0	0	0	0

TOTAL DES DEPENSES	1 738 440	1 781 309	1 701 855	1 862 092	1 903 034

ECART RECETTES – DEPENSES	331 560	1 944 691	5 377 545	8 757 008	19 335 166
--------------------------------------	----------------	------------------	------------------	------------------	-------------------

SOLDE DE CLOTURE	331 560	2 276 251	7 322 236	14 134 553	28 092 174
-------------------------	----------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------

5. Schémas d'amortissement des équipements

N°	Désignation	TA UX	m/brut DA	1année	2année	3année	4année	5année	6année
3	Equipements de productions	15 %	800 000,00	120 000,00	120 000,00	120 000,00	120 000,00	120 000,00	120 000,00
	TOTAL		800 000,00	120 000,00	120 000,00	120 000,00	120 000,00	120 000,00	120 000,00

Le schéma d'amortissement du matériel se fait sur la base du principe de la linéarité du taux et de la dépréciation annuelle et ce conformément au plan comptable national et les textes de son application. De ce fait le tableau ci-dessus donne la dotation annuelle en dinars algériens.

Chapitre 06

Prototype expérimental

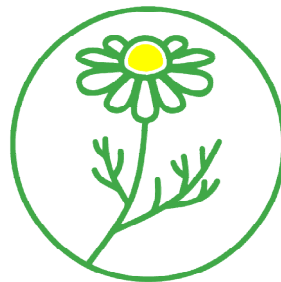
Flora Belle Bio est une nouvelle marque des produits thérapeutiques et cosmétiques.

Son premier produit est une crème à base de camomille et de lentisque destinée pour le traitement des coups de soleil et des brûlures superficielles mineures (premier degré).

Notre produit a été préparé par un procédé très peu coûteux et respectueux de l'environnement en utilisant des plantes 100% bio et des additifs naturels donc sans aucun risque pour la peau.

Une large gamme de produits (sérum et crème) pourra être préparée et offerte au client en utilisant d'autres plantes aromatiques et médicinales algériennes, et à la demande du client en fonction du type de peau, du traitement souhaité, la couleur et la senteur voulue.

Notre logo : Flora Belle Bio



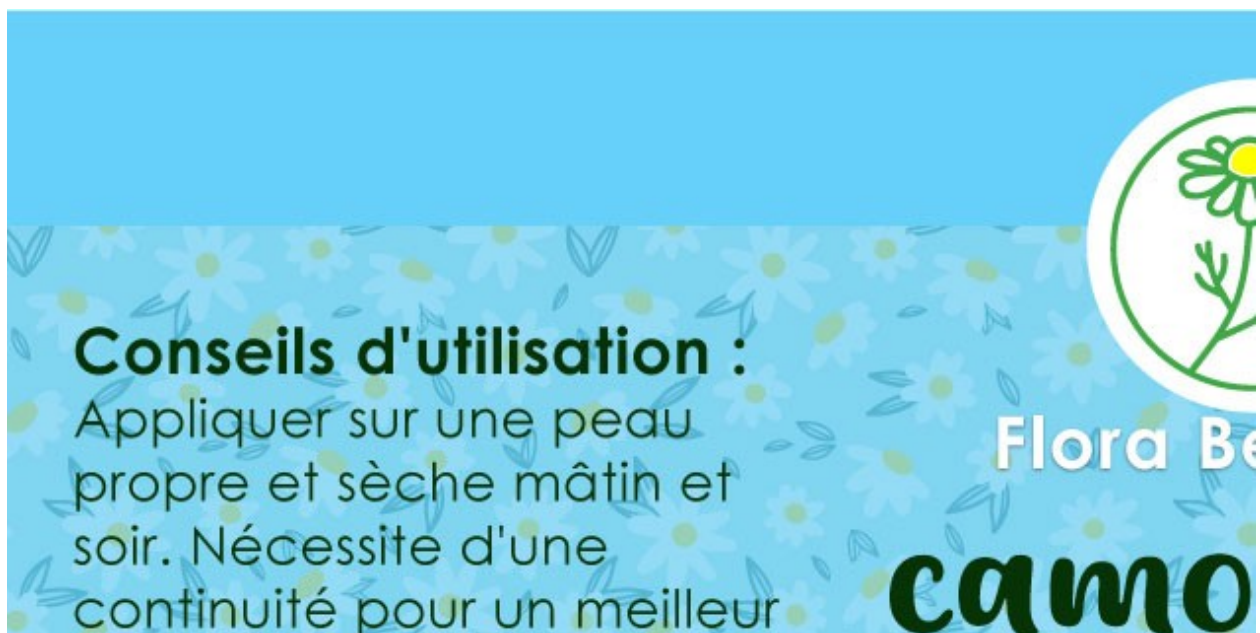
Flora Belle Bio

		Designed for:	Designed by:	Date:	Version:
--	--	---------------	--------------	-------	----------

Notre produit thérapeutique

« Crème apaisante, hydratante et anti-brûlures et coups de soleil 100% Bio »

« Camomilla »



Business Model Canvas		Flora Belle Bio	Khabatti Ouahida Saaidani Ahlem	05/06/2023	01
Key Partners	Key Activities	Value Propositions	Customer Relationship	Customer Segments	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Société d'emballage et d'étiquetage ○ E-commerçant ○ Livreurs ○ Laboratoires de contrôle de qualité ○ L'incubateur de Guelma ○ Les agriculteurs ○ Les collecteurs ○ Les clients 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Création de la marque et gestion (Branding) ○ Production : Extraction naturelle ○ Contrôle de qualité ○ Logistique 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Des produits de qualité 100% naturelles ○ Fiabilité ○ Traitement efficace des coups de soleil et des brûlures. ○ Made in Algeria ○ Objectifs futurs : crème à la demande du client (besoin, type de peau, senteur, couleur, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Réseaux sociaux ○ Boutique en ligne ○ Service client assistance en ligne 7/7jours 24/24h. ○ Co-création 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tous les gens à partir de 7ans qui ont des problèmes de coups de soleil et des brûlures superficielles mineures. 	
	Key Resources		Channels		
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ressources humaines (chimistes, responsable de marketing) ○ Machine d'extraction par hydrostillation 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Canaux physiques: pharmaciens. ○ Canaux virtuels: site web et réseaux sociaux. 		
Cost Structure			Revenue Streams		
<ul style="list-style-type: none"> ○ Matières premières ○ Matériels et machines ○ Salaires des ressources humaines ○ Budget marketing et communication 			<ul style="list-style-type: none"> ○ BM : vente ○ Chiffre d'affaire prévisionnel : 12 mois × 150 boîtes × 1150 DA 1^{er} exercice d'exploitation 2070 000,00 ○ Marge bénéficiaire entre 25 et 30% 		

Annexe I : Budget de démarrage de l'entreprise

BILAN ACTIF	1er	2ème	3ème	4ème	5ème
LIBELLE	année	année	année	année	année
ACTIF NON COURANTS					
Ecart d'acquisition good will+ou					
Immobilisation incorporelles					
Immobilisation corporelles					
Terrains		0	0	0	0
Bâtiments		0	0	0	0
Autre Immobilisation corporelles	800 000	800 000	800 000	800 000	800 000
Amortissements	120 000	240 000	360 000	480 000	600 000
Immobilisation encours					
Immobilisation financières					
Titres mis en équivalence					
Aure participations et créances rattachées					
Autre titres immobilises					
Prêts et autre actifs financiers non courants					
Impôts différés actif					
TOTAL ACTIF NON COURANT	680 000	560 000	440 000	320 000	200 000
ACTIF COURANT					
Stocks et encours		279 450	530 955	796 433	1 592 865
Créances et emplois assimilés					
Clients					
Impôts & assimilés					
Disponibilités et assimilés					
Placements et autre actifs financiers courant					
Trésorerie	214	866 066	3 790 158	6 625	15 333

	560			927	004
TOTAL ACTIF COURANT	214	1 145 516	4 321 113	7 422	16 925
	560			360	869
TOTAL GENERAL ACTIF	894	1 705 516	4 761 113	7 742	17 125
	560			360	869

BILAN PASSIF	1er	2 ème	3 ème	4 ème	5 ème
LIBELLE	année	année	année	année	année
CAPITAUX PROPRES					
Capital émis (ou comptes de l'exploitant)	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000
Capital non appelé					
Primes et réserves (réserves consolidées)					
Ecart de réévaluation					
Ecart d'équivalence (01)					
Résultat net (résultat net part du groupe) (1)	34 560	1 265 791	4 195 635	7 044 143	16 029 436
Autres capitaux propres – Report a nouveau					
Part de la société consolidante (1)					
Part des minoritaires (1)					
TOTAL I	334 560	1 565 791	4 495 635	7 344 143	16 329 436
PASSIF NON COURANTS					
Emprunts et dettes financières					
Impôts (diffères et provisionnés)					
Autre dettes non courantes					
Provisions et produits comptabilisés d'avance					
TOTAL II	0	0	0	0	0
PASSIFS COURANTS					
Fournisseurs et comptes rattachés	560 000	139 725	265 478	398 216	796 433

Impôts					
Autre dettes	0	0	0	0	0
Trésorerie passif					
TOTAL III	560	139 725	265 478	398 216	796 433
	000				
TOTAL GENERAL PASSIF	894	1 705	4 761	7 742	17 125
	560	516	113	359	869

Annexe II : Tableau de calcul des résultats attendus

COMPTE DE RESULTAT LIBELLE		1er année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année
Ventes de marchandises						
Prestation vendue	Produits fabrique	2 070 000	3 726 000	7 079 400	10 619 100	21 238 200
	Prestation de services					
Chiffre d'affaires net des rabais, remises, ristourne		2 070 000	3 726 000	7 079 400	10 619 100	21 238 200
Production, stockée ou déstockée						
I-production de l'exercice		2 070 000	3 726 000	7 079 400	10 619 100	21 238 200
Achats de marchandises vendues						
Matières premières		177 000	558 900	1 061 910	1 592 865	3 185 730
II-Consommations de l'exercice		177 000	558 900	1 061 910	1 592 865	3 185 730
III-Valeur ajoutée d'exploitation (I-II)		1 893 000	3 167 100	6 017 490	9 026 235	18 052 470
Charge de personnel		1 738 440	1 781 309	1 701 855	1 862 092	1 903 034
Impôts et taxes et versements assimilée						
IV-Excédent brut d'exploitation		154 560	1 385 791	4 315 635	7 164 143	16 149 436
Autre produits opérationnels						
Autre charges opérationnelles						
Dotation aux amortissements		120 000	120 000	120 000	120 000	120 000
Perte de valeur						
Reprise sur pertes de valeur et provisions						
V-Résultat opérationnel		34 560	1 265	4 195	7 044	16 029

		791	635	143	436
Produits financiers					
Charge financières					
VI-Résultat financier	0	0	0	0	0
VII-Résultat ordinaire (V+VI)	34 560	1 265	4 195	7 044	16 029
		791	635	143	436
VIII-Résultat extraordinaire					
RESULTAT NET DE L'EXERCICE	34 560	1 265	4 195	7 044	16 029
		791	635	143	436