

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE :des sciences

DEPARTEMENT : de chimie

N°



DOMAINE: Science de la matière

FILIERE :Chimie

OPTION :Chimie Pharmaceutique

*Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme
de Master Académique en Chimie pharmaceutique*

Par :

CHENIH Manal – HAOUACHE Loubna

Intitulé

**Etude phytochimique d'une plante
médicinale et quelques formes galéniques
d'utilisation en phytothérapie**

Devant le jury composé de :

Présidente: O. BELHADDAD

Examinatrice: F. MERATATE

Encadreur : S. MOHAMADI

Université Mohamed Boudiaf –M'sila

Université Mohamed Boudiaf –M'sila

Université Mohamed Boudiaf –M'sila

Année universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

Avant toute chose, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné le courage, la santé et la patience pour affronter ce laborieux travail.

*Nous vifs remerciements à **Dr. S. MOHAMADI** Qui a accepté de diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils, sa disponibilité et surtout pour sa patience dans la correction de ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier **Dr.O. BELHADDAD** d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Notre remerciement s'adresse également à **Dr. F. MIRATATE** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

A tous les membres du laboratoire de département de chimie.

Nous tenons à remercier tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation, nos collègues et toutes personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

CH. Manal et H. Loubna

Dédicace

J'ai le grand honneur de dédier ce travail :

Au mon Dieu qui m'a donné la force et le courage de continuer et qui m'a éclairé le chemin tout le long de ma vie.

À la plus chère au monde,

Ma mère Noura

qui aToujours m'encouragé durantMes études

À ma très chère grand-mère Fariha

Très chère père Belkacem

Qui m'a toujours soutenu, et qu'a étéToujours présent pour Moi

À mes très chères tantes surtout :Soria

À mes très chers frères

À mes très chères sœurs

À mon binôme :Loubna

À ma grande famille, à toutes les personnes qui me tiennent à cœur et à celles qui m'aiment.

CH. Manal

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mon très cher père AISSA

Rien au monde ne pourra vous exprimer mon amour, respect et reconnaissance pour la tendresse et les grands efforts que vous avez faits pour moi depuis mon enfance

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation

À ma très chère mère ZAHIA

Pour tous ses efforts, son amour, sa tendresse, son soutien, ses prières et ses supplications tout au long de mes études

À ma seule sœur : ANFALÉ

À mes chers frères : ABDELMAJID, AYYOUBE et NAWFEL TAYEB

Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

À toute ma famille

À mon binôme cher : MANAL

À mes très chères amies. À mes collègues de promotion de master "chimie Pharmaceutiques" 2020/2021"

H. Loubna

Résumé

Lavandula officinalis est une espèce très abondante en Algérie. C'est une plante médicinale appartenant à la famille des *Lamiacées*, utilisée en médecine pour ses divers effets thérapeutiques.

Notre travail porte sur l'étude photochimique, dosage des polyphénols totaux et flavonoïdes, l'évaluation de l'activité anti-oxydante des extraits et la préparation des formes galéniques à usage externe à base des extraits de *Lavandula officinalis*.

Les extraits ont été obtenus par infusion, décoction et soxhlet en utilisant plusieurs solvants, l'huile essentielle a été extraite à l'aide d'un Clevenger.

Les différents tests de screening phytochimique utilisés dans notre expérimentation ont permis la détection des : alcaloïdes, saponosides, mucilage, tanins gallique, triterpènes, ainsi que la présence des coumarines, des flavonoïdes et des tanins catéchique en faibles quantités.

Le dosage des polyphénols totaux ont été déterminées par la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. L'extrait de décoction est le plus riche en polyphénols (295.543 µg EAG/ mg). Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl₃). La teneur maximale est enregistrée dans l'extrait éthanolique (3.364 µg EQ/mg).

L'activité anti-oxydante des extraits ont été évaluée par le test DPPH. L'huile essentielle le plus actif, avec IC₅₀ de (12,071 mg/ml).

Les formes galéniques (pommades, crèmes) sont préparées à base des extraits de cette plante (principe actif principal) et divers excipients. Elles sont suivies par série des tests de contrôle de la qualité qui ont montré que les pommades et les crèmes préparés sont conformes aux normes pharmaceutiques

Mots-clés : *Lavandula officinalis*, huile essentielle, flavonoïdes, activité anti-oxydante, pommades, crèmes.

ملخص :

الخزامة *Lavandula officinalis* هو نوع وفير جدا في الجزائر. وهو نبات طبي ينتمي إلى العائلة الشفوية *Lamiaceae* ، يستخدم في الطب لآثاره العلاجية المختلفة.

تركز عملنا على الدراسة الفوتوكيميائية ، تحديد المركبات الفينولية والفلافونويدات، تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات و تحضير شكل جرعات للاستخدام الخارجي وذلك باستعمال مستخلصات نبتة *Lavandula officinalis*. تم الحصول على المستخلصات عن طريق الاستخلاص المائي الحار (المغلى و المنقوع) و السوكسلت وذلك باستخدام العديد من المذيبات، حيث تم أيضا استخراج الزيت الأساسي باستخدام جهاز كليفنجر.

سمحت اختبارات الفحص الكيميائي النباتي المختلفة المستخدمة في تجربتنا بالكشف عن: الألكلويدات ، سابونوسيدات ، الهلام النباتي ، التانن الغاليك ، تري تربين، بالإضافة إلى وجود الكومارين و الفلافونويدات و التانن الكاتيشيك بكميات صغيرة .

تم تحديد مجموع المركبات الفينولية من خلال طريقة التغير اللوني باستخدام كاشف Folin-Ciocalteu . المستخلص المائي المغلى هو الأغنى بالمركبات الفينولية (295.543µg EAG/mg d'extrait). كما تم تحديد مركبات الفلافونويد باستخدام طريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم ($AlCl_3$). حيث سجلت أكبر كمية في المستخلص الإيثانولي (3.364µg EQ/mg).

تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة باستخدام جذر DPPH . الزيت الأساسي هو الأكثر نشاطا، بقيمة IC_{50} (12.071 ملغ / مل).

تم تحضير أشكال الجرعة (المراهم والكريمات) باستعمال مستخلصات هذا النبات (العنصر النشط الرئيسي). و تلتها سلسلة من اختبارات مراقبة الجودة التي أظهرت أن المراهم والكريمات المحضرة تتوافق مع المعايير الصيدلانية.

الكلمات المفتاحية : *Lavandula officinalis* ،زيت عطري،مركبات الفلافونويد ،نشاط مضاد للأكسدة ، مراهم، كريمات.

Abstract

Lavandula officinalis is a very abundant species in Algeria. It is a medicinal plant belonging to the *Lamiaceae* family, used medicinally for its various therapeutic effects.

Our work concerns the photochemical study, determination of total polyphenols and flavonoids, the evaluation of the antioxidant activity of extracts and the preparation of galenic forms for external use based on extracts of *Lavandula officinalis*

The extracts were obtained by infusion, decoction and soxhlet using several solvents, the essential oil was extracted using a Clevenger.

The various phytochemical screening tests used in our experiment allowed the detection of: alkaloids, saponosides, mucilage, gall tannins, triterpenes, as well as the presence of coumarins, flavonoids and catechic tannins in small quantities.

The dosage of total polyphenols was determined by the colorimetric method using the Folin-Ciocalteux reagent. The decoction extract is the richest in polyphenols (295.543 μg EAG / mg). The flavonoid assay was performed using the aluminum trichloride (AlCl_3) method and the standard was quercetin. The maximum content is recorded in the ethanolic extract (3.364 μg EQ / mg).

The antioxidant activity of the extracts was evaluated by the DPPH test. The most active essential oil, with IC50 of (12.071 mg / ml).

Galenic forms (ointments, creams) are prepared on the basis of extracts of this plant (main active principle) and various excipients. They are followed by series of quality control tests which have shown that the ointments and creams prepared comply with pharmaceutical standards.

Keywords :*Lavandula officinalis*, essential oil, flavonoids, antioxidant activity, ointments, creams.

Liste des abréviations

Abs : Absorbance.

Cm : Centimètre.

C° : degré Celsius.

DPPH : 1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl.

EAG : Equivalent en acide gallique.

EQ : Equivalent en quercétine.

Ex : extrait.

Ex D : extrait de décoction.

Ex E : extrait éthanolique.

Ex EP : extrait d'éther de pétrole.

Ex I : extrait de l'infusion.

FeCl₃: Chlorure de fer.

g : gramme.

HE : huile essentielle.

H/E : huile dans eau.

HCl : Acide chlorhydrique.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

IC₅₀ : Concentration d'Inhibitrice 50.

I% : pourcentage de l'activité anti-radicalaire.

mg: Milligramme.

MHE : la masse d'huile essentielle.

ml : Millilitre.

mm : Millimètre.

NaCl : Chlorure de sodium.

Na₂SO₄ : Sulfate de sodium.

P : pommade.

PH : potentiel en hydrogène.

RHE : Le rendement en huile essentielle.

T° : température.

UV : Ultra-violet.

µg : microgramme.

µl : Microlitre.

V : Volume.

V/V : Volume par volume.

% : pourcentage.

+ : positive.

- : négatif.

Liste des Figures

Figure 1 : Récolte des plantes.....	4
Figure 2 : Séchage les plantes.....	5
Figure 3 : Conservation des plantes.....	6
Figure 4 : La structure générale acide hydroxybenzoïque.....	9
Figure 5 : La structure générale acide hydroxy cinnamique.....	10
Figure 6 : Structure d'une molécule de coumarine.....	10
Figure 7 : Structures des tanins hydrolysables et condensés	11
Figure 8 : Structures de base des flavonoïdes.....	11
Figure 9 : Structure chimique de l'isoprène.....	13
Figure 10 : Infusion des feuilles.....	14
Figure 11 : Décoction des tiges et feuilles.....	15
Figure 12 : Macération des feuilles et des tiges.....	15
Figure 13 : Macération huileuse des feuilles.....	16
Figure 14 : Macération huileuse des feuilles.....	16
Figure 15 : Schéma de l'extracteur Soxhlet.....	17
Figure 16 : Appareil de type Clevenger.....	18
Figure 17 : Préparation d'une tisane.....	19
Figure 18 : La teinture.....	19
Figure 19 : Préparation d'un sirop.....	20
Figure 20 : Préparations des gargarismes	20
Figure 21 : Préparation un bain des yeux.....	21
Figure 22 : Préparation des gélules à base poudre des plantes.....	22
Figure 23 : Comprimés à base poudre des plantes.....	22
Figure 24 : Pommades préparés à base des plantes.....	23
Figure 25 : Crème préparés à base des plantes.....	24
Figure 26 : Respiration la vapeur chaude d'une infusion de plante médicinale.....	24
Figure 27 : l'huile essentielle des différentes plantes aromatisées.....	25
Figure 28 : Répartition géographique de la famille des Lamiacées.....	27

Figure 29 : Aspect d'une plante du genre <i>Lavandula</i>	29
Figure 30 : Aspect de <i>Lavandula officinalis</i>	30
Figure 31 : <i>Lavandula officinalis</i> (feuilles, fleurs, fruits).....	31
Figure 32 : Carte géographique de répartition de <i>Lavandula officinalis</i>	32
Figure 33 : <i>Lavandula officinalis</i>	35
Figure 34 : Préparation de l'extrait de l'infusion.....	36
Figure 35 : Préparation de l'extrait de décoction.....	36
Figure 36 : Montage d'extraction par Soxhlet.....	37
Figure 37 : Montage d'extraction d'huile essentielle par clevenger.....	38
Figure 38 : Image de la fixation des ions Al ³⁺ sur les atomes d'oxygène.....	42
Figure 39 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH par un antioxydant.....	43
Figure 40 : Rendements des extraits de <i>Lavandula officinalis</i> exprimés en pourcentage.....	51
Figure 41: courbe d'étalonnage d'acide gallique.....	56
Figure 42: La teneur en polyphénols totaux des différents extraits.....	56
Figure 43: Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	57
Figure 44 : Le teneur en flavonoïdes des différents extraits.....	58
Figure 45 : Activité inhibitrice du radical DPPH par les extraits de <i>lavandula officinalis</i>	59
Figure 46 : valeurs IC ₅₀ d'extraits pour l'activité piégeant les radicaux libres par la méthode de DPPH.....	59

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales classes des flavonoïdes.....	12
Tableau 2 : Rendements des extraits.....	50
Tableau 3 : caractéristiques des extraits.....	50
Tableau 4 : Les résultats de Screening phytochimique.....	52
Tableau 5 : Absorbances de la gamme de concentration d'acide gallique.....	55
Tableau 6 : préparation de courbe standard à l'aide de quercétine.....	57
Tableau 7 : Résultats des tests macroscopiques des pommades.....	60
Tableau 8 : résultats de test d'homogénéité des pommades.....	61
Tableau 9 : Les résultats de test de ph des pommades.....	62
Tableau 10 : Les résultats des tests macroscopiques des crèmes.....	63
Tableau 11 : résultats de test d'homogénéité des crèmes.....	64
Tableau 12 : Les résultats de test de pH des crèmes.....	64
Tableau 13 :Les résultats de test de type d'émulsion des crèmes.....	65

SOMMAIRE

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....1

Partie 1 : Partie bibliographique

Chapitre I : Plantes médicinales et principes actifs

Introduction	3
1. Définition des plantes médicinales	3
2. Fonctionnement des plantes médicinales	3
3. Récolte-séchage-conservation des plantes médicinales	4
3.1. La récolte.....	4
3.2. Le Séchage	5
3.3. La conservation.....	5
4. La phytothérapie	6
4.1.La phytothérapie traditionnelle.....	6
4.2.La phytothérapie clinique	6
5. Composantes des plantes médicinales... ..	6
5.1 Les métabolites primaires.....	7
5.1.1.Glucides.....	7
5.1.2.Les lipides.....	7
5.1.3.Les protéines.....	7
5.2. Les métabolites secondaires.....	8
5.2.1. Alcaloïdes.....	8
5.2.2.Les composés phénoliques.....	9
5.2.2.1. Les acides phénoliques.....	9
5.2.2.2. Les coumarines.....	10
5.2.2.3. Les Tanins.....	11
5.2.2.4. Les Flavonoïdes	11
5.2.3.Les Terpènes.....	13
5.2.4.Huiles essentielles.....	13

Chapitre II : Modes de préparation et d'utilisation des plantes médicinales.

Introduction	14
1. Les différentes formes d'extraction	14
1.1. L'infusion	14
1.2. La décoction	14
1.3. La macération.....	15
1.4. La macération à l'huile froide	15
1.5. La macération à l'huile chaude	16
1.6. Extraction par solvant organique sur appareillage Soxhlet.....	17
1.7. Extraction des huiles essentielles	18
2. Les différentes formes d'emploi	18
2.1. Les formes liquides.....	18
2.1.1. Tisane.....	18
2.1.2. Teinture.....	19
2.1.3. Sirops.....	20
2.1.4. Gargarisme	20
2.1.5. Bain des yeux.....	21
2.2. Les formes solides	21
2.2.1. Les gélules	21
2.2.2. Les comprimés	22
2.3. Les formes utilisées en usage externe	23
2.3.1. Les pommades ou onguents	23
2.3.2. Les crèmes	23
2.4. Autres formes	24
2.4.1. Les inhalations	24
2.4.2. Les huiles essentielles et l'aromathérapie	25
2.4.3. Les compresses	25
3-Critères de choix de la forme galénique	26

Chapitre III : Plante étudiée

1. La famille Lamiacées.....	27
1.1. Généralité	27
1.2. Description botanique des Lamiacées.....	27
1.3. L'importance de la famille des Lamiacées.....	28

1.4. Phytothérapie des Lamiacées	28
2. genre <i>Lavandula</i>	28
2.1. Usage traditionnelle du genre <i>lavandula</i>	29
2.2. Caractéristiques botaniques du genre <i>Lavandula</i>	29
2.3. Composition chimique.....	30
3. Etude phytochimique et botanique de l'espèce <i>Lavandula officinalis</i>	30
3.1. L'espèce <i>Lavandula officinalis</i>	30
3.2. Description botanique	31
3.3. Répartition géographique.....	31
3.4. Classification.....	32
3.5. Culture.....	32
3.6. Composition chimique de l'espèce <i>Lavandula officinalis</i>	33
3.7. Propriétés médicinales	33
3.8. Toxicité	34

Partie 2 : Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Matériel.....	35
1.1. Matériels végétaux	35
1.2. Les excipients.....	35
1.2.1. Cire d'abeille.....	35
1.2.2. Vaseline.....	36
1.2.3. Gomme arabique.....	36
1.2.4. Glycérine pure.....	36
1.2.5. Argile.....	36
1.2.6. Huile d'olive	36
1.2.7. Huile essentielle	36
2. Méthodes	37
2.1. Méthode d'extraction	37
2.1.1. Extraction par infusion	37
2.1.2. Extraction par décoction.....	37
2.1.3. Extraction par Soxhlet	38
2.1.4. Extraction des huiles essentielles de <i>Lavandula officinalis</i> par hydro-distillation.....	39

2.2. Screening phytochimique	40
3. Dosage des polyphénols	43
4. Dosage des flavonoïdes.....	43
5. Etude de l'activité antioxydante par Test de DPPH	44
6. Evaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de <i>Lavandula Officinalis</i>	45
7. préparation des formes galéniques (pommades et crèmes).....	46
7.1. Formulation des pommades et crèmes	46
7.2. Contrôle des pommades et crèmes formulées.....	50
Chapitre II : Résultats et discussions	
1. Caractérisation des extraits.....	52
2. Screening phytochimique	53
3. Dosage des composés phénoliques	57
3.1. Dosage des polyphénols totaux	57
3.2. Dosage des flavonoïdes.....	59
4. l'activité antioxydant évalué par le teste DPPH	60
5. Résultats des formes galéniques.....	62
5.1. Contrôles des pommades formulées.....	62
5.2. Contrôle des crèmes formulées	65
Conclusion générale.....	68
Références bibliographiques.....	69

Introduction générale

Introduction générale

Au travers des âges, l'homme a pu compter sur la nature pour subvenir à ses besoins de base : nourriture, abris, vêtements et également pour ses besoins médicaux. L'utilisation thérapeutique des extraordinaires vertus des plantes pour le traitement de toutes les maladies de l'homme est très ancienne et évolue avec l'histoire de l'humanité [1].

La plante est le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de principes actifs les plus divers. Ces substances naturelles ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en dermatopharmacie. Parmi ces composés on trouve dans une grande mesure les métabolites primaires qui sont des molécules organiques qui se trouvent dans toutes les cellules d'une plante pour y assurer sa survie et jouent un rôle important dans le métabolisme et la reproduction des cellules. Ils sont classés en quatre grandes catégories : les glucides, les lipides, les acides aminés et les acides nucléiques. Par ailleurs la plante doit faire face à de multiples agressions de l'environnement dans lequel elle vit : prédateurs, microorganismes pathogènes, etc. On conçoit donc que la plante puisse développer un métabolisme particulier lui permettant de synthétiser les substances les plus diverses pour se défendre, d'où le nom de métabolites secondaires par opposition aux métabolites primaires. Ces molécules constituent souvent la base des principes actifs des plantes médicinales [2].

Ces principes sont le résultat de divers procédés (macération, infusion, décoction, ects....) et se retrouvent sous de nombreuses formes, étant principalement destinées à la voie orale, à la voie inhalée ou à la voie externe. Parmi les différentes formes existantes, le principe actif peut se présenter sous différents aspects. Il est initialement sous forme de poudre, d'extrait ou de teinture et constitue ce que l'on appelle une forme galénique [3].

Entre 20 000 et 25 000 plantes sont utilisées dans la pharmacopée humaine. 75% des médicaments ont une origine végétale et 25% d'entre eux contiennent au moins une molécule active d'origine végétale. La revalorisation de l'herboristerie traditionnelle pourrait aboutir à l'homologation de nouveaux médicaments à base de plantes [4].

La famille des *Lamiacées* (*labiées*) comprend près de 200 genres et 4000 espèces dont la plupart ont une importance en phytothérapie et aromathérapie : cette famille est une importante source d'huiles essentielles, d'infusion et d'antibiotiques naturels pour

l'aromathérapie et l'industrie des cosmétiques. Un très grand nombre de genres de la famille des *Lamiacée* sont des sources riches en terpénoïdes, flavonoïdes et iridiodes glycosylés [5].

Vu l'importance et la richesse de la famille des lamiacées en métabolites secondaires, nous nous sommes intéressés à l'investigation phytochimique d'une plante de cette famille du genre *Lavandula*, *Lavandula officinalis* en fixant comme principal objectif, l'extraction des principes actifs des parties aériennes de cet espèce ainsi que la préparation de quelques formes galénique à usage externe à base de ces extraits.

Ce manuscrit est divisé en 2 parties :

- La première partie comporte une étude bibliographique qui regroupe trois chapitres :
 - Le premier chapitre est consacré sur les plantes médicinales et les substances naturelles
 - Le deuxième chapitre étudié les différentes méthodes d'extractions et diverses formes galéniques à base des plantes médicinales.
 - Le troisième concerne une étude botanique de la famille, du genre et de l'espèce de la plante étudiée (*Lavandula officinalis*).
- La deuxième partie comprend deux chapitres :
 - Le premier chapitre concerne le matériel et les méthodes utilisées dans ce travail, l'étude est englobe en deux aspects, le premier est d'ordre phytochimique basé sur l'extraction des métabolites secondaires à partir divers procédés (infusion, décoction, soxhlet, Clevenger), dosage des polyphénols, flavonoïdes dans les extraits aqueux et éthanoïque et l'évaluation de l'activité anti-oxydante des extraits aqueux, éthanoïque et l'huile essentielle. Le deuxième est d'ordre galénique basé sur la préparation des galéniques.
 - Le deuxième chapitre présente les résultats obtenus et discussions.

En fin, une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

Partie bibliographique

Chapitre I :
Plantes médicinales et
principes actifs

Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme utilise les plantes comme une source principale de nourriture, par la suite s'est développé pour les utiliser comme médicaments et remèdes à fin de soigner les différentes maladies, jusqu'à maintenant, les plantes sont encore destinées à la santé humaine malgré les efforts des chimistes qui essaient de synthétiser de nouvelles molécules. D'après les études statistiques, plus de 25% des médicaments dans les pays développés dérivent directement ou indirectement des plantes [6].

1. Définition des plantes médicinales

D'après la Xème édition de la Pharmacopée française, les plantes médicinales "sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses". Ces plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques.

En d'autres termes nous pouvons dire qu'une plante médicinale est une plante dont un des organes, par exemple la feuille ou l'écorce, possède des vertus curatives lorsqu'il est utilisé à un certain dosage et d'une manière précise. Au Moyen Âge, on parlait de "simples" [7].

Les plantes médicinales sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine. En effet, elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur [8].

2. Fonctionnement des plantes médicinales

Au cours des dernières décennies, la recherche pharmaceutique a décrypté la composition chimique des propriétés de nombreuses plantes médicinales. L'industrie pharmaceutique a réussi à reproduire chimiquement un grand nombre de leurs composantes et à découvrir de nouvelles combinaisons, pour le bénéfice de patients et celui de la protection des ressources naturelles [10].

Chaque plante est composée de milliers de substances actives, présentes en quantité variable. Ces principes actifs isolés ne sont pas d'une grande efficacité, mais lorsqu'ils sont prélevés avec d'autres substances de la plante, ils révèlent leur aspect

pharmacologique [11]. On parle alors de synergie, car contrairement aux médicaments allopathiques qui ne sont composés que d'un seul principe actif, les médicaments phyto-thérapeutique utilisent l'ensemble des constituants de la plante [12]. Ces végétaux auraient des effets curatifs et préventifs chez leurs utilisateurs [13].

3. Récolte-séchage et conservation des plantes médicinales

3.1. La récolte

Les plantes médicinales devront être récoltées à la saison ou à l'époque optimale pour assurer la production de matières végétales médicinales et de produits finis de la meilleure qualité possible. Le moment de la récolte dépend de la partie de la plante qui sera utilisée. Il est cependant bien connu que la teneur en constituants biologiquement actifs varie selon le stade de développement de la plante.

Le meilleur moment pour la récolte sera déterminé en fonction de la qualité et de la quantité de constituants biologiquement actifs plutôt que du volume total de la partie de la plante à récolter [15].



Figure 1 : Récolte des plantes

Les plantes médicinales doivent être récoltées dans les meilleures conditions possibles, en évitant la rosée, la pluie ou une humidité excessive. Si la récolte se fait dans des conditions de forte humidité, il faut transporter immédiatement le matériel récolté dans un local de séchage pour accélérer celui-ci et éviter tout effet nocif dû à l'excès d'humidité, qui favorise la fermentation microbienne et le développement de moisissures[15].

3.2. Le Séchage

Le séchage des plantes médicinales est normalement, effectué après la récolte, il permet de réduire la teneur en eau afin de limiter les dégâts dus aux enzymes et autres agents biologiques tels que les moisissures et les microbes.

Le séchage doit être rapide et en endroit bien aéré et à l'abri de la lumière.

Le séchage au soleil est la méthode la plus simple et économique, utilisé surtout pour les racines, tiges graines et fruits. Le séchage à l'ombre est indiqué pour les feuilles et fleurs car les verts sécher au soleil jaunissant, les pétales de fleurs perdent leur couleur vives, ce qui peut altérer les propriétés médicinales de ces produits [16].



Figure 2 : Séchage les plantes

Les plantes aromatiques pas resté trop longtemps au soleil pour ne pas perdre leur parfum [16]. Le maximum de température admis pour une bonne dessiccation des plantes aromatiques ou des plantes contenant des huiles essentielles est de 30°C ; pour les autres cas, la température de dessiccation peut varier 15 à 70°C [17].

3.3. La conservation

Les plantes médicinales sont conservées à l'abri de la lumière, air et au sec dans des récipients en porcelaine, faïence ou verre teinté, boîtes sèches en fer blanc, sacs en papier ou des caisses. Cette technique est nécessaire pour les plantes qui subissent des transformations chimiques sous l'influence des ultraviolets. Les plantes riches en produits volatiles et qui s'oxydent rapidement sont conservées dans un milieu étanche [16 ; 17].



Figure 3 : Conservation des plantes

4. La phytothérapie

La Phytothérapie se définit comme étant une discipline allopathique destinée à prévenir et à traiter certains troubles fonctionnels et/ou certains états pathologiques au moyen de plantes, de parties de plantes ou de préparations à base de plantes [19], qu'elles soient consommées ou utilisées en voie externe.

On distingue deux types de phytothérapies

4.1. La phytothérapie traditionnelle

C'est une thérapie de substitution qui a pour but de traiter les symptômes d'une affection. Ses origines peuvent parfois être très anciennes et elle se base sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement [21].

4.2. La phytothérapie clinique

C'est une médecine de terrain dans laquelle le malade passe avant la maladie. Une approche globale du patient et de son environnement est nécessaire pour déterminer le traitement, ainsi qu'un examen clinique complet [22].

5. Composantes des plantes médicinales

Les premiers produits de la photosynthèse sont des substances à basse molécularité nommés métabolites primaires : les oses (sucres), les acides gras et les acides aminés. Par la suite sont produits les métabolites secondaires. Certains possèdent des vertus thérapeutiques [14].

5.1. Les métabolites primaires

Les métabolites primaires sont des molécules qui existent dans toutes les cellules végétales et sont nécessaires à la vie de la plante, se sont les glucides, les lipides et les acides aminés, protides et protéines. C'est à partir de ceux-ci que les métabolites secondaires sont formés, par différentes réactions chimiques [9].

5.1.1 Glucides

Les glucides sont des hydrates de carbone, c'est-à-dire des composés organiques carbonylés polys hydroxylés. Ce sont surtout des éléments de soutien ou de réserve énergétique, précurseurs obligatoires des autres métabolites [9].

Ils représentent pour les végétaux :

- Un moyen de stockage de l'énergie solaire, ils forment le groupe le plus important, sous forme de polymères (amidon) ;
- Des éléments de soutien, ils participent à la structure du végétal (cellulose...);
- Constituants de métabolites (les enzymes, acides nucléiques, hétérosides ...);
- Des précurseurs des autres métabolites [18].

5.1.2. Les lipides

Sont des substances naturelles, constituées d'esters d'acides gras et d'un alcool ou d'un polyol. Appelés aussi des corps gras, ce sont des substances hydrophobes et parfois amphiphiles, solubles dans les solvants organiques polaires et apolaires et sont non volatils.

Ils rentrent dans les constituants de structures cellulaires tels les glycolipides, les phospholipides membranaires, ils peuvent aussi être des éléments de revêtement comme les cires ou les cutines, mais aussi des substances de réserves, sources d'énergies [9].

5.1.3. Les protéines

Les amino-acides représentent une source primaire de construction des protéines. Constituées principalement d'acides aminés, elles jouent un rôle fonctionnel (les enzymes) et un rôle dans la structure du végétal. Le rôle diététique des protéines végétales est loin d'être négligeable mais également leur utilisation en pharmacie aussi bien dans le domaine médicale ou industriel (chimique ou agroalimentaire) [9].

5.2. Les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires (SM) sont présents dans toutes les plantes supérieures, et ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante, dont plus de 200.000 structures ont été définies et sont d'une variété structurale extraordinaire mais sont produits en faible quantité.

Les métabolites secondaires sont divisés principalement en trois grandes familles, les polyphénols, les terpènes et les alcaloïdes [40].

5.2.1. Alcaloïdes

Initialement définis comme des substances azotées, basiques, d'origine naturelle et de distribution restreinte, les alcaloïdes ont une structure complexe : leur atome d'azote est inclus dans un système hétérocyclique et ils possèdent une activité pharmacologique significative, pour certains auteurs, ils sont issus du seul règne végétal [18].

Les alcaloïdes sont le plus souvent localisés dans les tissus périphériques ; assises externes des écorces de tige et de racine, téguments des graine

Les alcaloïdes sont généralement classés en fonction de la nature du cycle qui prédomine dans la molécule. [20] ; On distingue :

-Le pseudo alcaloïdes : ne possèdent pas d'azote intra cyclique et l'incorporation de l'azote dans la structure se fait en phase finale Exemple : coniine.

-Les proto – alcaloïdes : azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique, ils sont élaborés à partir d'acide amine Exemple : mexaline.

-Les alcaloïdes vrais : qui l'on classe suivant la nature de leur cycle. L'atome d'azote est inclus dans un hétérocycle, bio synthétiquement formés à partir d'acide aminé, possèdent une activité pharmacologique marquée. [20]

Les alcaloïdes possèdent des effets thérapeutiques variés :

- Action dépressive (morphine, scopolamine...) ou stimulante (caféine, strychnine) sur le système nerveux centrale ;
- Action sympathomimétique (éphédrine) ou sympatholytique (yohimbine, certains alcaloïdes de l'ergot de seigle), parasympathomimétique (physostigmine, pilocarpine), anti cholinergique(atropine, hyoscyamine) ou ganglioplégique (nicotine, spartéine) sur le système nerveux autonome ;
- Action curarisante, anesthésique locale (cocaïne) ;
- Action antifibrillante (quinidine) ;

- Action anti tumorale (vinblastine, ellipticine), antipaludique (quinine) et amoebicide(émétine).

5.2.2. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des dérivés aromatiques non azotés dont les cycles aromatiques sont issus du métabolisme de l'acide shikimique ou de celui d'un polyacétate.

Les composés phénoliques sont divisés en plusieurs groupes.

5.2.2.1. Les acides phénoliques

Ce sont des composés phénoliques possédant une fonction acide en plus de la fonction phénol. Ils sont représentés par deux sous classes :

- **Acides hydroxybenzoïques:**

Les acides hydroxybenzoïques présentent une structure en C6-C1, composés d'un noyau benzénique sur lequel vient s'attacher une chaîne aliphatique à un carbone. Ces composés sont universellement distribués dans le règne végétal, on trouve l'acide gallique, protocatechique, vanillique et syringique [23].

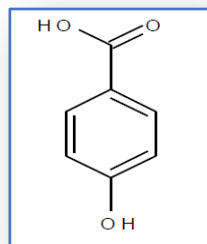


Figure 4 : La structure générale acide hydroxybenzoïque

- **Acides hydroxycinnamiques :**

Ces composés ont une distribution très large, rarement libre, ils sont souvent estérifiés et peuvent également être amidifiés ou combinés avec des sucres ou des polyols tels que l'acide quinqué[24]. Ce sont des composés aromatiques avec trois carbones latéraux dans la chaîne C6-C3 dont l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide coumarique et l'acide sinapique sont les plus connus

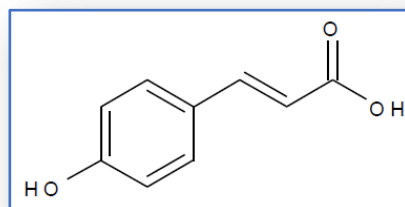


Figure 5 : La structure générale acide hydroxy cinnamique.

Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (médicament d'aspirine dérivée de l'acide salicylique) [25].

5.2.2.2. Les coumarines

Les coumarines constituent une classe importante de produits naturels et donnent une odeur caractéristique semblable à celle du foin fraîchement fauché. A l'exception des algues, ces composés sont les constituants caractéristiques du règne végétal chlorophyllien. Les familles les plus riches en coumarines sont : les Légumineuses, Rutacées, Apiécées et Thymeleacées. Elles se trouvent dans toutes les parties de la plante et notamment dans les fruits et les huiles essentielles des graines.

Les coumarines sont des composés phénoliques végétaux, portant un groupement benzopyrone dans leur structure[34].

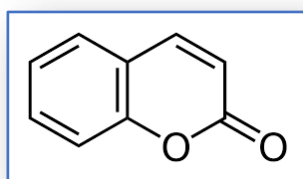


Figure 6 : Structure d'une molécule de coumarine [27]

Les coumarines sont des molécules biologiquement actives ayant diverses activités : anti-agrégation plaquettaire, anti-inflammatoire, anticoagulante (au niveau du cœur), anti-tumorale, diurétiques, antimicrobienne, antivirale, et analgésique. Pour leur activité antibactérienne, elles sont efficaces contre les bactéries à gram positif [26].

5.2.2.3. Les tanins

Cette classe désigne le nom général descriptif du groupe des substances phénoliques polymériques, ayant une masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 qui présente, à côté des réactions classiques des phénols, la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines [28;29]. Les tanins possèdent des propriétés antiseptiques mais également antibiotiques, astringentes, anti-inflammatoires, anti-diarrhéiques, hémostatiques et vasoconstrictrices (diminution du calibre des vaisseaux sanguins) [30].

➤ Tanins hydrolysables

Sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol. Le sucre est très généralement le d-glucose et l'acide phénol est soit l'acide gallique dans le cas des gallotannins soit l'acide ellagique dans le cas des tannins classiquement dénommés ellagitannins [38 ;29].

➤ Tanins condensés

Les tanins condensés ou les pronthocyanidines sont des polymères constitués d'unités flavane reliées par des liaisons entre les carbones C4, C8 et C6. Ils diffèrent fondamentalement des tanins galliques et ellagiques, ils ne possèdent pas de sucre dans leurs molécules et sont non hydrolysables [35].

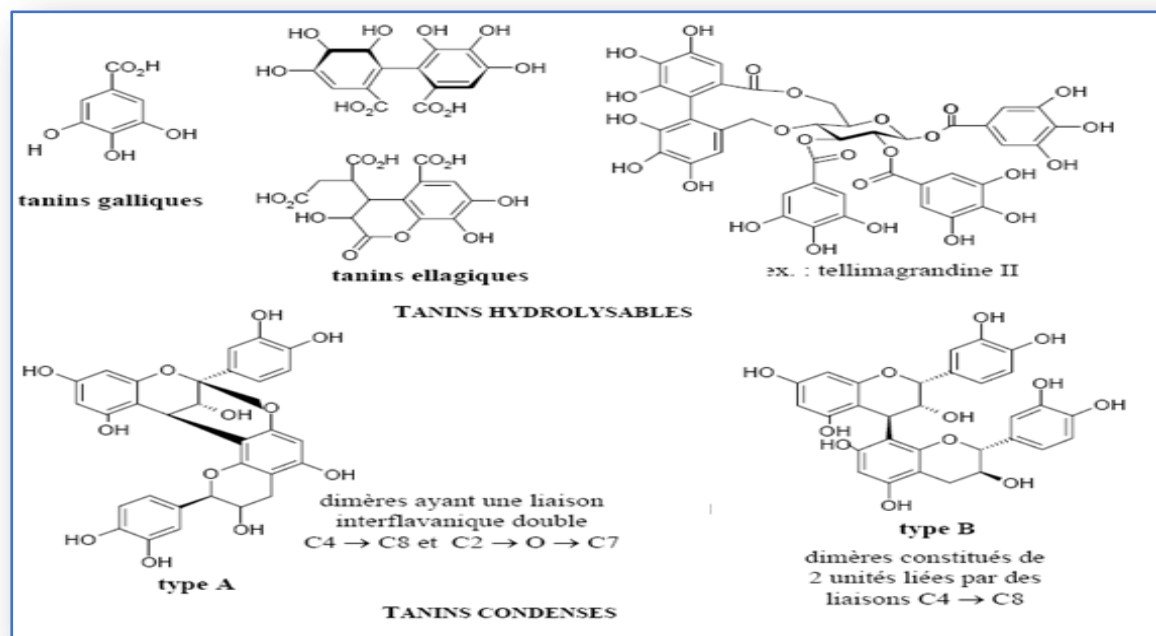


Figure 7 : Structures des tanins hydrolysables et condensés

5.2.2.4. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïde signifie jaune en latin (= *flavus* en latin), il désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols

Les flavonoïdes sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles [36;37].

La plupart des flavonoïdes ont une structure de base relativement simple. Ils sont composés de deux cycles aromatiques de type phényl (A et B) liés par une chaîne de trois (3) atomes de carbone généralement cyclique, soit un système C6–C3–C6 dont la configuration est la suivante [43].

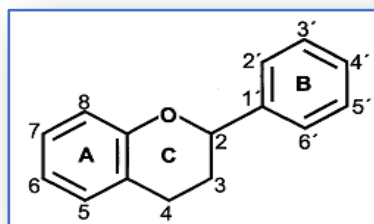


Figure 8 : Structures de base des flavonoïdes

Les flavonoïdes se répartissent en fonction de la structure de molécules. En effet, plus de 6400 structures ont été identifiées, les plus importantes sont les flavones, isoflavandiols, flavanols, flavandiols, aurones, chalcones, anthocyanins [39].

Tableau 1 : Principales classes des flavonoïdes [32].

Classe	Structure	R3	R4	R5	Exemple
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH ₃	H	Diosmétine
Flavonoles		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Isoflavones		R5	R7	R4	
		OH	OH	OH	Genistine
		H	O-Glu	OH	Daidezine
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Narigénine

Les flavonoïdes sont des molécules de défense contre les organismes pathogènes, leurs propriétés ont été exploitées pour leur un potentiel en thérapeutique contre les microorganismes. On leur reconnaît des activités antivirales, anti -tumoraux, anti -inflammatoires, antiallergiques

et anticancéreuses. Ils ont également des actions positives sur le diabète, les maladies d'Alzheimer et de Parkinson [31].

5.2.3. Terpènes

Sont des métabolites secondaires, les terpènes présentent un vaste groupe de produits naturels largement répandu dans le règne végétal et animal, renfermant des molécules très volatiles.

Les terpènes ont une structure de base non aromatique renfermant uniquement du carbone, de l'oxygène ainsi que de l'hydrogène. Tous les terpènes et stéroïdes ont une structure de base non aromatique, ils ont aussi un point commun essentiel formés par l'assemblage d'un nombre entier d'unités penta-carbonnées ramifiées dérivées du 2-méthylbutadiène [9]

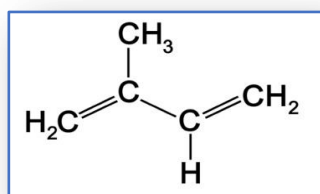


Figure 9 : Structure chimique de l'isoprène.

Les terpènes sont les molécules les plus répandues et connues dans les HE pour leurs nombreuses propriétés thérapeutiques. Ils sont utilisés dans les préparations alimentaires, non seulement pour la saveur qu'elles apportent mais également pour leurs propriétés antibactériennes et antifongique et possédant aussi une activité antioxydante.

5.2.4. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur et de saveurs généralement fortes, extraites à partir des différentes parties de certaines plantes aromatiques, par les méthodes de distillation, par enfleurage, par expression, par solvant ou par d'autres méthodes [41, 42].

Les huiles essentielles n'existent quasiment que dans les végétaux, elles peuvent être stockées dans tous les organes des plantes aromatiques (les fleurs, les feuilles, fruits, tiges, rhizomes et racines, les graines, le bois et l'écorces) [33].

Leur application est dans les inhalants, les embrocations et les savons. Elles peuvent également être utilisées pour leur activité antiseptique et antimicrobienne. Les pommades, crèmes, gels à base d'huiles essentielles sont destinés à soulager les entorses, les courbatures, les allergies articulaires ou musculaires et sont administrées par voie externe [34].

Chapitre II :
Modes de préparation
et d'utilisation des
plantes médicinales

Introduction

Depuis longtemps, les plantes ont été utilisées uniquement en nature, sous forme de tisanes ou de poudres. Maintenant beaucoup sont présentées en gélules, mais il existe de nombreuses formes d'utilisation des plantes médicinales.

Parmi les différentes formes existantes, le principe actif peut se présenter sous différents aspects. Il est initialement sous forme de poudre, d'extrait ou de teinture et constitue ce que l'on appelle une forme galénique.

Les formes galéniques ont pour but de faciliter l'administration de l'ensemble des principes actifs des plantes médicinales [44].

Nous allons donc décrire les différentes modes d'extraction et formes galéniques disponibles à l'officine préparées à partir de plantes médicinales.

1. Les différentes méthodes d'extraction des substances naturelles

1.1.L'infusion

Solution obtenue en soumettant quelques minutes une plante à l'action de l'eau bouillante (de 5 à 15 minutes, selon la plante). Elle convient aux plantes fragiles (feuilles et fleurs) [45].



Figure 10 : Infusion des feuilles

1.2. Décoction

Elle convient pour l'extraction de matières végétales dur ou très dur : bois, écorce, racines, ou des plantes avec des constituants peu solubles. Elle consiste à faire bouillir les plantes fraîches ou séchées dans de l'eau pendant 10 à 30 min, pour bien extraire les principes médicinales [46].



Figure 11 : Décoction des tiges et feuilles

1. 3. Macération

Solution obtenue en traitant, pendant un temps plus ou moins long, une plante par immersion dans l'eau froide, pour obtenir les principes solubles [47]. Selon le cas de la plante, quelques heures à plusieurs jours, parfois plusieurs semaines [45].



Figure 12 : Macération des feuilles et des tiges

1. 4. Macération à l'huile froide

La préparation à froid d'une huile médicinale consiste à faire macérer des plantes dans l'huile pendant plusieurs semaines. L'huile d'olive convient parfaitement à la préparation, car elle ne rancit presque jamais. Sous l'action de la lumière, la plante libère ses principes actifs dans l'huile.

L'intensité des rayons solaires et la durée d'infusion de la plante conditionnent la teneur en constituants thérapeutique de l'huile [48].



Figure 13 : Macération huileuse des feuilles

1. 5. Macération à l'huile chaude

L'extraction à chaud dans huile médicinale consiste à faire chauffer l'huile végétale et les plantes au bain-marie pendant 2 à 3 heures, sont portées à faible ébullition. Cette préparation permet d'extraire les principes actifs solubles dans l'huile.

Beaucoup de plantes se prêtent à la préparation d'huiles médicinales élaborées a chaud, surtout les épices comme le gingembre, le piment de Cayenne et le poivre.

On les applique par friction sur la peau, pour soulager les douleurs rhumatismales et arthritiques, améliorer la circulation sanguine et détendre les muscles. Bien qu'elles se conservent pendant un an, les huiles médicinales sont plus efficaces lorsqu'elles sont fraîches [48].

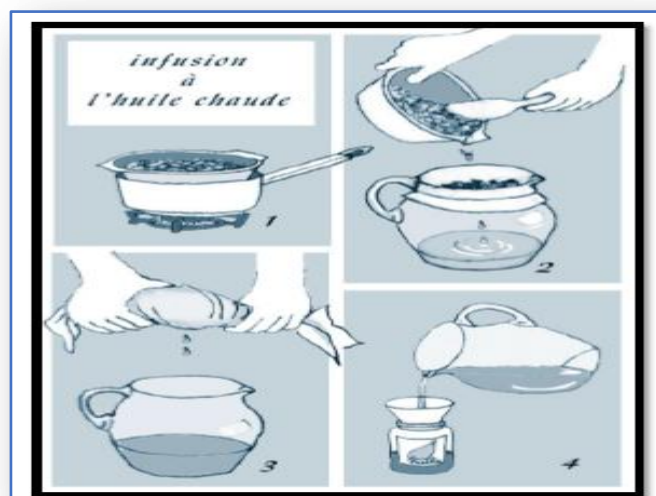


Figure 14: Macération huileuse des feuilles

1.6. Extraction par solvant organique sur appareillage Soxhlet

L'extraction par Soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté.

Il est composé d'un corps en verre, dans lequel est placée une cartouche en papier-filtre épais (une matière pénétrable pour le solvant), d'un tube siphon et d'un tube de distillation. Dans le montage, l'extracteur est placé sur un ballon contenant le solvant d'extraction. Le ballon est chauffé afin de pouvoir faire bouillir son contenu. La cartouche contenant la plante est insérée dans l'extracteur, au dessus duquel est placé un réfrigérant servant à liquéfier les vapeurs du solvant.

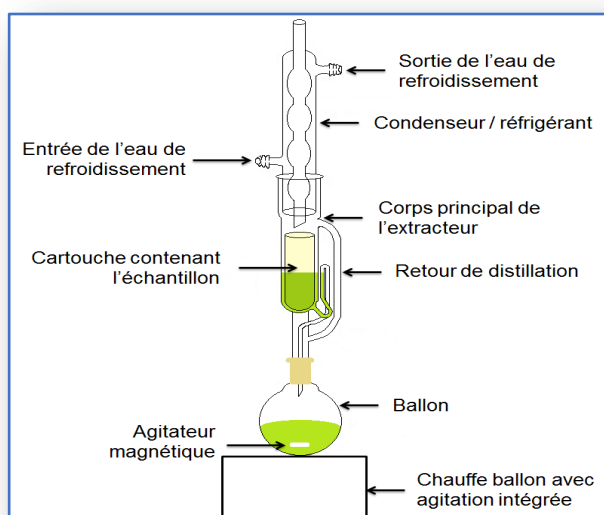


Figure 15 : Schéma de l'extracteur Soxhlet.

Le ballon étant chauffé, le liquide est amené à l'ébullition, les vapeurs du solvant passent par le tube de distillation et rentrent dans le réfrigérant pour être liquéfiées. Ensuite, le condensat retombe dans le corps de l'extracteur sur la cartouche, faisant ainsi macérer la plante dans le solvant. Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'au niveau du sommet du tube-siphon, suivi par le retour dans le ballon du liquide de l'extracteur accompagné de substances extraites. Ainsi le solvant dans le ballon s'enrichit progressivement en composants solubles. L'extraction continue jusqu'à l'épuisement de la plante chargée dans la cartouche [49].

1.7. Extraction des huiles essentielles

L'hydro-distillation est la méthode la plus employée pour extraire les huiles essentielles selon Clevenger [50].

Elle consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau distillée, surmonté d'une colonne reliée à un réfrigérant. Le tout est ensuite portée à ébullition pendant 3 heures. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide. Les vapeurs ascendantes provenant de l'alambic ou du réacteur progressent, puis se condensent par refroidissement.

Le condensat est récupéré, puis l'huile est séparée de la phase aqueuse. Le montage de l'hydro-distillation est représenté ci-dessous [51].

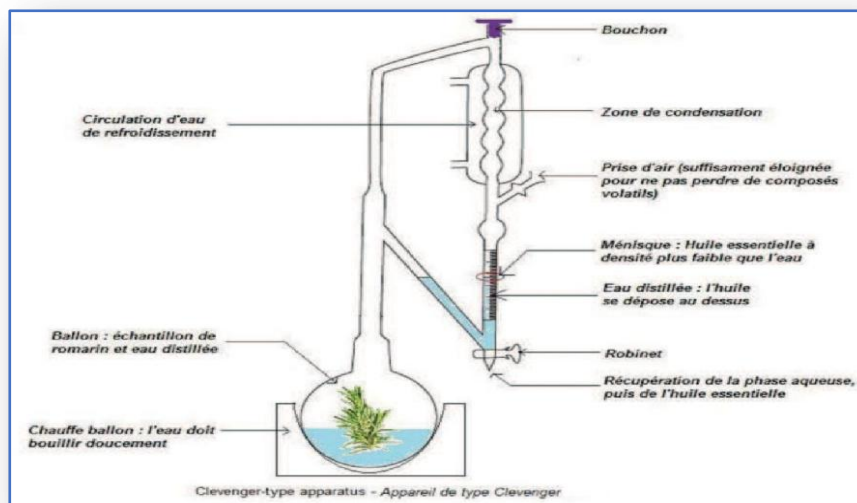


Figure 16 : Appareil de type Clevenger

2. Les différentes formes galéniques

2.1. Les formes liquides.

2.1.1. Tisane

Il s'agit d'une forme galénique liquide buvable préparée extemporanément, au domicile du patient. Les tisanes sont obtenues soit par infusion, décoction ou macération d'une ou plusieurs plantes.

Après filtration, la solution obtenue ne contient que les substances hydrosolubles de la ou des plante(s) utilisée(s). Ces substances peuvent être, entre autres, des flavonoïdes, des tanins, des anthocyanosides, des mucilages, des sels minéraux, des oligoéléments, des vitamines hydrosolubles. Il faut noter que de nombreux paramètres

influent sur le caractère hydrosoluble des constituants de la plante ce qui implique que toutes les plantes ne sont pas adaptées à une utilisation sous forme de tisanes [52].



Figure 17 : Préparation d'une tisane

2.1.2. Teinture

Les plantes sont mises dans de l'alcool à 60 degrés ou dans un mélange d'alcool et d'eau, pendant plusieurs semaines (entre deux et cinq). Le produit obtenu est ce que l'on appelle la teinture-mère. Il vaut mieux mettre des plantes sèches à macérer, car certaines plantes fraîches peuvent être toxiques.

Placez les plantes dans un bocal en verre, et versez l'alcool (ou le mélange alcool-eau) dessus. Fermez le bocal et conservez-le dans un endroit frais pendant quelques semaines, en secouant le pot de temps en temps. Filtrez ensuite le mélange et versez-le dans une carafe avant de mettre le liquide obtenu dans de petites bouteilles que vous étiquetterez. Si la teinture a plus de trois ans, il faut la refiltrer [53].



Figure 18 : La teinture.

2.1.3. Sirops

On prépare un sirop, en faisant cuire à feu doux un mélange des infusions ou des décoctions des plantes médicinales et le miel ou le sucre non raffiné en quantités égales [48]. Les sirops ont des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge. La saveur sucrée des sirops permet de masquer le mauvais goût de certaines plantes.



Figure 19 : Préparation d'un sirop.

2.1.4. Gargarisme

D'une manière générale, les gargarismes sont préparés à partir de plantes astringentes, les préparations les plus diverses : infusions, décoctions, macération, etc..

Ils ont un effet désinfectant et calmant pour la bouche, la gorge, et les muqueuses. L'application se fait plusieurs fois par jour à ne pas avalé [54].



Figure 20 : Préparations des gargarismes

2.1.5. Bain des yeux

Les bains des yeux se préparent à partir d'huiles essentielles diluées ou d'infusions. Les bains des yeux sont recommandés en cas d'irritation ou d'inflammation de l'œil.

Pour une application locale, préparer une infusion, la filtrer et baigner la région atteinte. Les bains oculaires doivent être très faiblement concentrés pour ne pas irriter les yeux [48].



Figure 21 : Préparation un bain des yeux

2.2. Les formes solides

2.2.1. Les gélules

Concernant le contenu des gélules de plantes médicinales, deux grands types de préparations inscrites à la Pharmacopée sont à distinguer :

- Les gélules de poudre de plantes. Elles sont obtenues par pulvérisation de la drogue entière [44]. C'est une forme qui respecte la notion de totum de la plante ; ainsi l'action pharmacologique est engendrée par la totalité des constituants de la drogue végétale [55].
- On découvre d'autre part les gélules végétales d'extraits secs pulvérulents [44].

Elle s'obtient par extraction à partir de poudre de plante par un solvant (eau, éthanol) [55].



Figure 22 : Préparation des gélules à base poudre des plantes.

2.2.2. Les comprimés

Les comprimés sont préparés à partir d'extraits secs ou de poudres de plantes [44]. Tout comme les gélules, et sont additionnés de diluants, liants, lubrifiants, aromatisants et colorants [55].



Figure 23 : Comprimés à base poudre des plantes.

2.3. Les formes utilisées en usage externe

Les préparations pharmaceutiques pour le traitement d'affections telles que les éruptions cutanées, les irritations de la peau, les piqûres, les infections fongiques, sont fournies sous forme de crème ou de pommade etc, car elles fournissent un moyen efficace d'acheminer le principe actif directement sur la zone requise. Ces produits peuvent être soit une émulsion eau dans huile (E/H) ou huile dans eau (H/E), sous forme de cires, émoullients et lubrifiants dispersés dans une phase huileuse, et une phase aqueuse contenant des agents émulsifiants, des stabilisants et des épaississants, des conservateurs.

2.3.1. Les pommades ou onguents

Les onguents sont des préparations d'aspect crémeux, réalisées à base d'huile ou de tout autre corps gras, dans laquelle les principes actifs des plantes sont dissous. Ils comprennent des constituants médicinaux actifs, tels que les huiles essentielles.



Figure 24 : Pommades préparés à base des plantes.

On les applique sur les plaies pour empêcher l'inflammation. Les onguents sont efficaces contre les hémorroïdes, les gerçures des lèvres ou l'érythème fessier du nourrisson [48].

2.3.2. Les crèmes

On prépare une crème à base d'une plante médicinale, en associant de l'huile ou un autre corps gras à de l'eau, par un processus d'émulsion. 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 [48].



Figure 25 : Crème préparés à base des plantes.

2.4. Autres formes

2.4.1. Les inhalations

Sont préparés à partir d'infusion des plantes médicinales ou à partir d'une huile essentielle associée avec l'eau.

Préparation : Verser 1 litre d'eau bouillante dans un grand saladier, ajouter 10 gouttes d'huile essentielle, bien mélanger. On peut aussi laisser infuser 25 g de plante dans l'eau pendant 15 minutes. Il faut rester dans une pièce chaude pendant 15 minutes pour permettre l'évacuation des sécrétions des voies respiratoires [48].



Figure 26 : Respiration la vapeur chaude d'une infusion de plante médicinale.

Les inhalations sont efficaces contre la bronchite, la sinusite, le rhume des foins et l'asthme. L'action conjuguée de la vapeur d'eau et des substances antiseptiques dégagent les sinus et les voies respiratoires.

2.4.2. Les huiles essentielles et l'aromathérapie

Les huiles essentielles, mises à la mode par l'aromathérapie, ne se trouvent donc pas dans toutes les plantes, mais exclusivement dans les plantes dites « à essence ». C'est pour cela qu'on ne compte qu'une centaine d'huiles essentielles, contre un millier de plantes proposées en phytothérapie.

Ces huiles essentielles sont obtenues par distillation : les plantes plongées dans l'eau bouillante laissent évaporer leurs composés aromatiques. Il faut une très grande quantité de plantes fraîches pour obtenir quelques millilitres d'huile essentielle, ce qui explique que ces dernières offrent une forte concentration en principes actifs. Ce sont des substances très concentrées [53].



Figure 27 : l'huile essentielle des différentes plantes aromatisées.

2.4.3. Les compresses

Sont des linges imbibés de lotion que l'on applique sur la peau. Pour faire une compresse, on utilise une infusion ou une décoction de plantes, dans laquelle on imbibé un linge propre, on essore puis l'on applique sur la partie atteinte.

Les compresses contribuent à soulager les gonflements, les contusions et les douleurs, à calmer inflammations et maux de tête, et à faire tomber la fièvre [48].

3. Critères de choix de la forme galénique :

Le choix de la forme galénique se fait en fonction de sa composition chimique et de la spécificité des différentes formes galéniques. Ainsi, le but thérapeutique conditionne souvent le choix de la forme galénique.

On peut également choisir la forme galénique en fonction des composés de la plante :

- **Principes actifs aromatiques volatiles** : Huile essentielle ou Hydrolat.
- **Mucilages** : ils sont révélés par les tisanes après macération à froid.
- **Tanins** : ils sont dissouts dans l'eau et l'alcool (extrait hydro-alcoolique comme les TM), plus particulièrement retrouvés dans la phase aqueuse en ce qui concerne les tanins galliques.
- **Polyphénols** : ils ont une très bonne disponibilité dans les tisanes [55].

Chapitre III:
Plante étudiée

1. La famille Lamiacées

1.1. Généralité

La famille des Lamiacées connue sous le nom des Labiées, Labiées dérive du nom latin "labium" qui signifie lèvre, en raison de la forme particulière des corolles[56].

Il s'agit de l'une des principales familles de plantes dicotylédones, qui comprend environ 258 genres et 6900 espèces plus ou moins cosmopolites, mais particulièrement répandues depuis le Bassin méditerranéen jusqu'en Asie centrale[57].

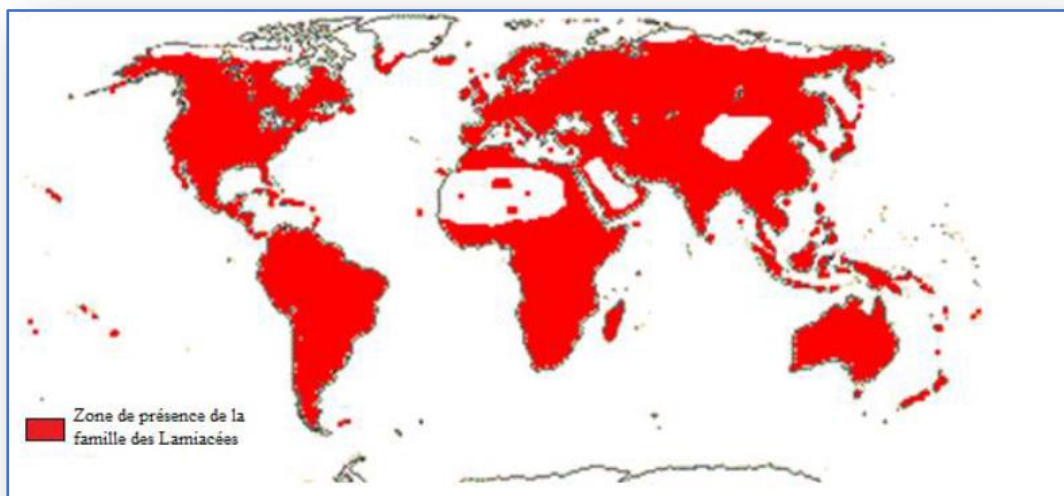


Figure 28 : Répartition géographique de la famille des Lamiacées

1.2. Description botanique des Lamiacées

Les Lamiacées sont le plus souvent des plantes herbacées, annuelles ou vivaces aromatiques, des sous-arbrisseaux et rarement des arbres ou des lianes [57].

Les feuilles opposées sont simples, parfois amplexicaules, toujours sans stipule et à limbe Penninerve [58]. La section de la tige est généralement quadrangulaire.

Les fleurs à deux lèvres, en glomérules verticillés ou en épi sur des tiges feuillées quadrangulaires, parfois fleurs solitaires, fleurs hermaphrodites, généralement zygomorphes, 5 Sépales généralement soudés, calice actinomorphe à zygomorphes plus ou moins tubuleux, campanulées ou rotacé, persistant, parfois accrescent dans le fruit. 5 Pétales généralement soudés, corolle bilabiée, à lobes imbriqués, sauf chez *Ajuga* et *Teucrium* où la lèvre inférieure est trilobée et la supérieure bilobée [59].

1.3. L'importance de la famille des Lamiacées :

Cette famille comporte de nombreuses plantes exploitées pour les essences ou cultivées pour l'ornementation et la plupart de ces espèces sont aussi bien utilisées dans la médecine traditionnelle que dans la médecine moderne.

La famille des Lamiacées contient une très large gamme de composés comme les trapézoïdes, les iridoïdes, les polyphénols, les flavonoïdes, les huiles essentielles et plus précisément les courtes chaînes des terpénoïdes qui sont responsables de l'odeur et la saveur caractéristique des Lamiacées.

La plus part des espèces de la famille des Lamiaceae sont censés contenir des composés qui possèdent des propriétés aromatiques, la plupart des études se sont concentrées sur leurs composants d'huile essentielle [59].

La famille des lamiacées regroupe un grand nombre d'espèces d'intérêt économique majeur et dont les applications sont très variées, comme la parfumerie, la cuisine, la phytothérapie et l'aromathérapie [60].

1.4. Phytothérapie des Lamiacées

Cette famille est utilisée en médecine traditionnelle et moderne, comme *Lavandula*, *Teucrium*, *Thymus* et *Salvia*. Plusieurs travaux, réalisés in vitro et in vivo, rapportent des résultats intéressants pour certaines molécules antioxydantes d'origine végétale telles que les dicatéchols, la curcumine, les tri terpènes pentacycliques et les flavonoïdes.

Dans la pharmacopée traditionnelle africaine, les plantes de la famille Lamiaceae sont utilisées comme diurétique, anti-syphilitique, anti-diarrhéique, cicatrisante, antiseptique et dans le traitement de nombreuses affections telles que les problèmes intestinaux ou encore le météorisme [61].

2. genre *Lavandula*

Le mot *lavande* dérive du verbe laver. Il est peut-être issu de l'italien *lavando* (action de laver) mais peut remonter au latin *lavare* qui signifie laver et aussi se baigner, les Romains ayant utilisé des lavandes pour parfumer leurs bains [62].

Le genre *Lavandula* est l'un des plus importants genres de la famille des *Lamiacées* sous-arbrisseaux aromatique produisant une essence odorante très utilisée en cosmétique médecine et alimentation (fourrager) [63].

Le genre *Lavandula*., est composé d'environ 39 espèces, de nombreux hybrides, et près de 400 cultivars enregistrés. Comme beaucoup de Lamiacées, les lavandes sont connues pour leurs HEs riches en terpènes. Les espèces les plus connues et valorisées économiquement sont sans conteste *L. angustifolia*, *L. stoechas*, *L. latifolia* et l'hybride *L. x intermedia* [65].

2.1. Usage traditionnelle du genre *Lavandula*

En médecine traditionnelle la drogue est également utilisée comme spasmolytique, carminatif, stomachique et diurétique. Des bains de lavande sont encore préparés pour le traitement des plaies et comme léger stimulant externe. On préparait autrefois de nombreux alcoolats utilisés en friction.

La drogue entre traditionnellement dans la composition d'oreilles, pour faciliter l'endormissement. L'huile essentielle est antibactérienne, antifongique et même insecticide. Elle possède aussi un effet anxiolytique et augmente la narcose barbiturique chez l'animal [64].

2.2. Caractéristiques botaniques du genre *Lavandula*

Le genre *Lavandula* se compose d'environ 39 espèces, ce sont des sous-arbrisseaux ou parfois des arbustes vivaces atteignant jusqu'à 1.5 m de hauteur. Elles sont annuelles ou pluriannuelles. Beaucoup d'espèces sont caractérisées par un feuillage et des fleurs très aromatiques du fait de la présence d'HEs qui sont élaborées dans des glandes (trichomes) couvrant une grande partie de la plante [65].

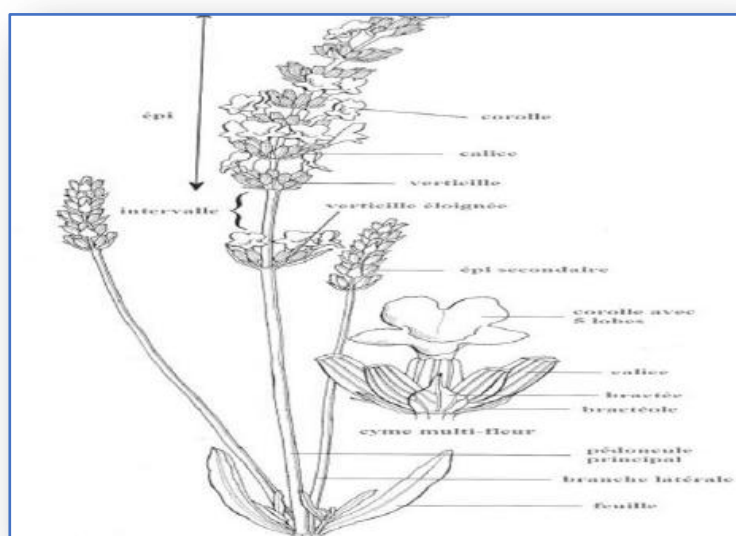


Figure 29 : Aspect d'une plante du genre *Lavandula*.

2.3. Composition chimique

Des études phytochimiques du genre *Lavandula* ont révélé plus d'une cinquantaine de composés chimiques qui varient qualitativement et quantitativement d'une espèce à une autre, selon le chémotype et l'environnement. Les principaux constituants chimiques potentiellement actifs qu'on peut trouver dans le genre *Lavandula* sont : **Monoterpenes** (α -pinène, β -pinène, β -ocimène, camphre, limonène, p-cymène, sabinène, terpinène), **Monoterpenes alcools** (α -terpinol, borneol, lavandulol, linalool, p-cymen-8-ol, transpivocarvo), **Monoterpenes aldéhydes** (aldéhyde de cumine), **Monoterpenes éthers** (1,8-cineole), **Monoterpenes esters** (acétate de linalyl, acétate de terpenyl), **Monoterpenes cétones** (carvone, coumarine, cryptone, fenchone, méthylheptenone, noctanone, nopinone, p-méthylacetophenone), **Benzenoïdes** (eugénol, coumarine, carvacrol, acide hydroxycinnamique, acide rosmarinique, thymol), **Sequiterpenes** (caryophyllène, oxyde de caryophyllène, α -photosantanol, α -santalal, α -norsantalénone) et quelques traces d'autres composés tels que les flavonoïdes [66].

3. Etude phytochimique et botanique de l'espèce *Lavandula officinalis*

3.1. L'espèce *Lavandula officinalis*

Lavandula angustifolia, aussi connue sous le nom latin de *lavandula vera*, est communément appelée lavande vraie, lavande fine, lavande officinale ou encore lavande à feuilles étroites [67].

Est plante aromatique vivace qui croît sur les coteaux secs et recailleux de la région méditerranéenne [68].



Figure 30 : Aspect de *Lavandula officinalis*

3.2. Description botanique

La *Lavande officinale* est un sous-arbrisseau vivace des zones de moyenne montagne (800-1800m) du bassin méditerranéen. La plante se compose de rameaux dressés non ramifiés, à feuilles vert cendré étroites, lancéolées, opposées, initialement très pubescentes, puis glabres et roulées sur les bords. Le calice tubuleux est gris bleuté, à 4 dents très courtes et la cinquième en forme de petite lèvre ovale ou cordiforme, saillante. Les fleurs sont situées sur un long pédoncule en verticilles denses, et forment un faux épi à l'aisselle de larges bractées brunâtres [69].



Figure 31 : *Lavandula officinalis* (feuilles, fleurs, fruits)

3.3. Répartition géographique

Lavandula officinalis ne pousse qu'en altitude, à partir de 700 mètres et jusqu'à 1200 mètres sur les versants ensoleillés uniquement, orientés sud, sud-ouest, pour produire le maximum d'huile essentielle dont la qualité augmente avec l'altitude. Elle croît sous un climat tempéré et doux sur les sols pauvres et rocheux, sableux ou graviers. Elle aime les sols bien drainés pour permettre à ses racines de s'étendre et de résister aux intempéries.

A l'état sauvage, on la trouve essentiellement en Provence mais elle est également cultivée dans d'autres régions françaises: coteaux arides des montagnes du Midi, Jura, Alpes, Cévennes, Pyrénées, Corse [70].

3.6. Composition chimique de l'espèce *Lavandula officinalis*

L'acétate de linalyle et le linalol représentent les constituants majoritaires et sont responsables des propriétés principales de l'huile essentielle de *Lavande officinale*. Ils sont considérés comme des traceurs de qualité

On trouve également dans les sommités fleuries les substances, telles que : Coumarines, flavonoïdes, tanins [72].

3.7. Propriétés médicinales

La Lavande possède des propriétés sédative, diurétique, sudorifique, vermifuge et aussi stimulante. Elle donne des résultats probants contre les maux de tête, les vertiges, la nausée et les bouffées de chaleur.

En cas de manque d'appétit, de ballonnement, de nervosité, de neurasthénie, de palpitations cardiaques, d'asthme, de grippe, de faiblesse générale, du trouble de foie et de la rate, de jaunisse, de congestion, de faiblesse des yeux elle fait merveille [68].

À l'extérieur, les lotions avec décoction chaude sont utiles contre les rhumatismes, la goutte, Les lésions de tendons. Les bains de lavande sont regardés comme particulièrement des fortifiants pour les enfants. Il en est de même l'essence de Lavande, antiseptique et cicatrisante [71].

Traditionnellement, l'huile essentielle de Lavande est utilisée pour lutter contre la douleur, le stress, les troubles du sommeil, les infections. C'est l'HE la plus calmante et apaisante [65].

Ces huiles est développé comme substitut dans la conservation alimentaire. Ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir (Activité antioxydante).

Dans le domaine phytosanitaire et agro alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire (Activité antifongique) [74].

La lavande peut aussi servir à aromatiser des sauces, des soupes, des poissons, de la viande et de couscous, On peut aussi faire infuser des fleurs de lavande dans du lait, utilisé ensuite pour la préparation de glace ou de crème à la lavande [73].

3.8. Toxicité

L'essence de la lavande en usage interne doit être employée avec prudence car à fortes doses, elle peut produire de la nervosité et même des convulsions.

Les huiles essentielles de la lavande à forte dose sont considérées comme des poisons narcotiques. Elles peuvent causer de graves dermatoses [75].

La Lavande est dans tous les cas déconseillée aux femmes enceintes ou allaitantes, car elle fait tarir la lactation. La substance majoritairement toxique est le linalol, Certaines personnes sont allergiques aux Lavandes (crise d'asthme, eczéma.) [76].

Partie expérimentale

Chapitre I:
Matériels et méthodes

1. Matériel

1.1. Matériels végétales

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de la partie aérienne (tiges, feuilles, fleurs) d'une espèce médicinale, *Lavandula officinalis* de la famille des Lamiaceae.



Figure 33 : *Lavandula officinalis* [77]

Récolte : La plante *Lavandula officinalis* a été récoltée durant le mois d'Avril 2021, de la région de Bordj Bou Arreridj.

Séchage : La plante a été séchée à l'ombre dans un endroit sec et aéré, à une température ambiante, pendant 10 jours, puis conservées dans des sacs en papier.

Broyage : Le matériel végétal séché a été broyé à l'aide d'un broyeur électrique, jusqu'à obtention d'une poudre fine.

1.2. Les excipients

Sont des composants sans action pharmacologique (inerte), mais ils sont nécessaires à la fabrication, à l'administration ou à la conservation des médicaments.

1.2.1. La cire d'abeille

Matière constitutive des parois des alvéoles construits par abeille *Apis mellifica* (et éventuellement d'autres espèces du genre *Apis*) Apidés. Après fusion (vers 110–120 °C) pour tuer les germes et pour éliminer divers débris végétaux, la cire est blanchie par un traitement

approprié. Celui-ci, le plus souvent, comporte un passage sur argile et sur charbon puis une exposition au soleil. Elle est utilisée dans les pommades comme agent émulsifiant et pour augmenter la consistance.

1.2.2. Vaseline

C'est une substance de consistance pâteuse, translucide en couche mince, insipide et sans odeur. Elle est obtenue à partir de la fraction lourde du pétrole. Très utilisée comme excipient pour les pommades, elle va favoriser la pénétration des molécules au niveau cutané par son pouvoir occlusif important.

1.2.3. La gomme arabique

Les gommages sont des exsudats de plantes se solidifiant par dessiccation. Leur emploi comme excipient tient de leur propriété à donner avec l'eau des gels, des solutions ou des dispersions colloïdales plus ou moins visqueuses

1.2.4. Glycérine pure

Appelée également glycérol. C'est un liquide sirupeux, onctueux au toucher, sensiblement incolore, limpide, très hygroscopique. Considérée comme humectant ou émollit. Utilisé pour éviter la dessiccation des pommades

1.2.5. Argile

Est une matière rocheuse naturelle à base de silicates ou d'aluminosilicates hydratés de structure lamellaire, Elle se présente sous forme de poudre beige, elle a des propriétés de gonfler dans l'eau. Elle utilisée comme stabilisant dans la synthèse des émulsions.

1.2.6. Huile d'olive

C'est une huile végétale obtenue par première pression à froid des olives. Elle se présente sous forme liquide, jaune, visqueuse. L'huile d'olive possède également une capacité occlusive qui accroît l'hydratation de la peau pour favoriser le passage cutané des molécules médicamenteuses

1.2.7. Huile essentielle

Huile végétale obtenue par hydro-distillation de la partie aérienne de *Lavandula officinales*. Elle est utilisée comme agent de conservation antibactérien.

2. Méthodes

2.1. Méthode d'extraction

2.1.1. Extraction par infusion

A 10g de poudre de drogue nous avons ajouté 100 mL d'eau bouillante. Le mélange a été ensuite filtré après 3h de contact. L'infusé refroidi a été filtré et desséché dans l'étuve à 45°C.

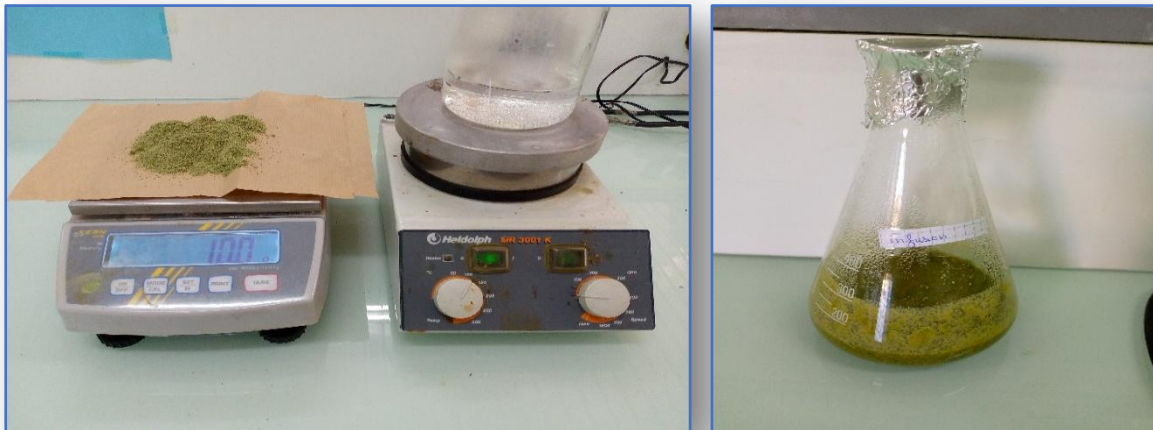


Figure 34 : Préparation de l'extrait de l'infusion

2.1.2. Extraction par décoction

Nous avons effectué une décoction aqueuse à 10% (10g de feuilles ont été mis dans 100 mL d'eau distillée) et portés à ébullition pendant 1h. Le décocté refroidi a été filtré et desséché dans l'étuve à 45°C.

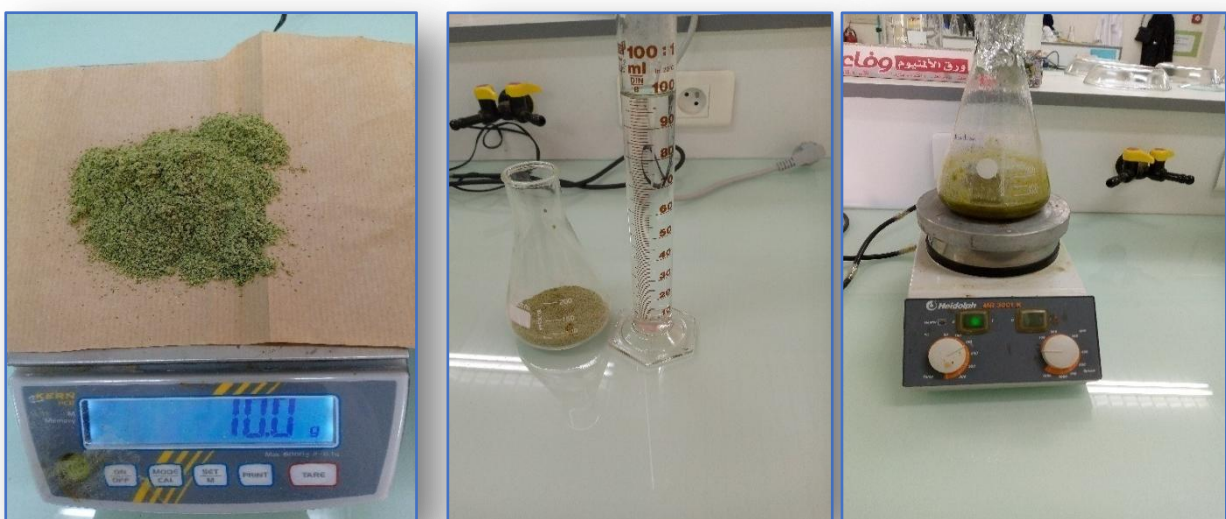


Figure 35 : Préparation de l'extrait de décoction

2.1.3. Extraction par Soxhlet

L'extraction a été effectuée par macération de la poudre végétale dans éther de pétrole puis l'éthanol au Soxhlet. Cette technique favorise l'extraction relativement complète des métabolites présents dans la matière végétale.

Le corps extracteur, contient une cartouche en cellulose remplie de 50 g de matière végétale en poudre, cette cartouche est fixée sur un réservoir (ballon) contenant 300 mL d'éther de pétrole est surmonté d'un réfrigérant. Le solvant est vaporisé puis condensé tout en restant en contact avec le matériel végétal. La solution collectée dans le ballon s'enrichit de plus en plus en soluté à chaque cycle d'extraction et le matériel végétal est toujours en contact avec du solvant fraîchement distillé. Lorsque la première extraction avec l'éther de pétrole est terminée quand le solvant d'extraction devient de plus en plus clair c'est-à-dire, on lance la deuxième extraction avec 300 mL d'éthanol pour extraire les composés polaires

Les deux extraits obtenus ont été filtrés et soumis à une évaporation à 45°C dans un rotavapeur. Les deux extraits éther de pétrole et éthanolique obtenus sont appelés extraits bruts (EBr).

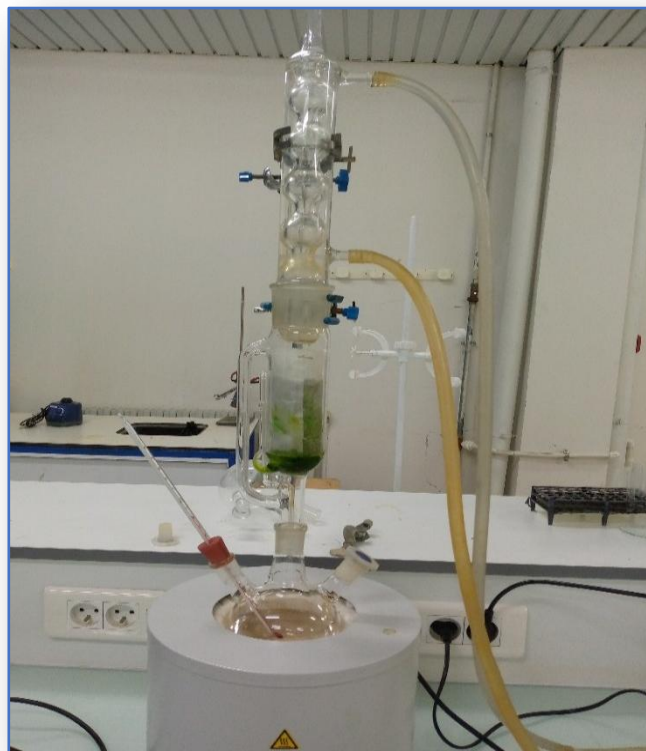


Figure 36 : Montage d'extraction par Soxhlet.

2.1.4. Extraction des huiles essentielles de *Lavandula officinalis* par hydro-distillation

2.1.4.1. Principe

L'hydro-distillation est la méthode la plus employée pour extraire les huiles essentielles selon Clevenger. Dans ce procédé, la matière première à traiter est entièrement immergée dans l'eau, les extraits végétaux sont chauffés jusqu'à ébullition ; les huiles essentielles s'évaporent alors avec les vapeurs dégagées, puis sont condensées et séparées de l'eau.

2.1.4.2. Mode opératoire

100g de poudre est introduite dans un ballon de 1000mL, imprégné de 600mL d'eau distillée, l'ensemble est porté à ébullition pendant 3 heures en ajoutant l'eau distillée de temps en temps pour éviter la dessiccation du mélange. Les vapeurs chargées des huiles essentielles traversant le réfrigérant se condensent et sont récupérées dans une fiole propre.

-une phase organique huileuse et très odorante, appelée « huile essentielle », contenant la majorité des composés odorants.

-une phase aqueuse, odorante, appelée « eaux aromatiques », qui n'en contient que très peu.

Mais dans notre cas, on n'a pas obtenu ces deux phases, les huiles essentielles n'ont pas été séparées de l'eau aromatique donc cette distillat (H.E+eau) séparées premièrement par l'ajoute de NaCl pour sépare les deux phases, ensuite en ajoute Na₂SO₄ pour absorbe l'eau qui présent dans l'huile.

Enfin l'huile obtenue est conservée dans un flacon fumé et bien scellé à une température de 5°C.

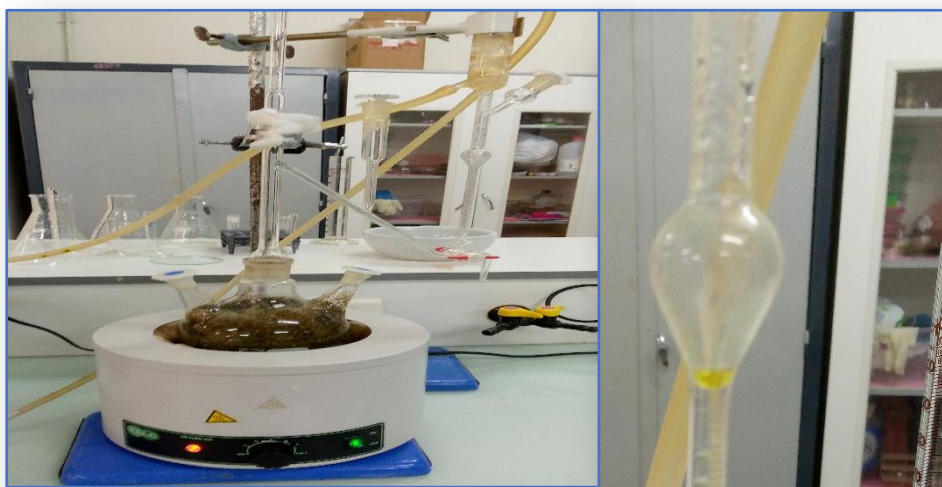


Figure 37 : Montage d'extraction d'huile essentielle par Clevenger

2.1.4.3. Caractérisation des huiles essentielles

2.1.4.3.1. Propriétés organoleptiques :

L'évaluation des propriétés organoleptiques constitue généralement une partie des études visant à analyser les facteurs qui affectent la qualité de l'huile essentielle. Dans le présent travail, trois critères sont considérés pour évaluer la qualité organoleptique : l'odeur, la couleur, l'aspect.

2.1.4.4. Calcul de rendement.

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétale

$$R_{HE} = M_{HE} / M_S \cdot 100$$

R_{HE} : rendements extraits fixes en g /100g de matière sèche.

M_{HE} : quantité d'extrait récupérée exprimée en g.

M_S : quantité de matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en g.

2.2. Screening phytochimique

Le screening phytochimique est un ensemble des méthodes et techniques d'analyse des substances organiques naturelles de la plante. Le screening phytochimique consiste à détecter les différents métabolites secondaires au niveau des tissus végétaux dans la partie étudiée de la plante par les réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des essais de solubilités des constituants, des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composé ou un examen sous la lumière ultraviolette.

2.2.1. Recherche des alcaloïdes

Test 1 :

Quelques gouttes de réactif de Dragendorff sont ajoutées à 2 mL d'infusé. Le test positif se lit sur la formation d'un précipité orange ou coloration rouge orangé.

Test 2 :

1g du matériel végétal est mélangé avec 5 mL d'une solution d'acide sulfurique à 10%. Le mélange obtenu est mis sous agitation pendant 24h à température ambiante, ce mélange est ensuite filtré et le volume est complété avec de l'eau distillée à 5ml. 1ml du filtrat obtenu est placé dans deux tubes différents, puis 5 gouttes du dragendorff sont ajoutées dans le tube.

L'apparition d'un précipité rouge orangé indique la présence des alcaloïdes.

2.2.2. Recherche des tanins totaux

Test 1 :

A 5ml d'infusé, on ajoute quelques gouttes d'une solution FeCl_3 dilué 1%.

L'apparition d'une coloration verte foncée ou bleue-noirâtre indique la présence des tanins galliques, tandis que l'apparition d'une coloration et vert-noirâtre, indique la présence des tanins catéchol [78].

Test2 :

A 3 ml d'infusé, on ajoute 1,5 ml de Réactif de stiasny (1 mL formol à 40% + 0,5 mL d'HCL concentré) le tout est chauffé au Bain-Marie à 90°C pendant 15 min.

L'obtention d'un précipité montre la présence de tanins catéchiques.

2.2.3. Recherche des mucilages

1 mL d'infusé est ajouté à 5ml d'éthanol absolu. Le mélange est laissé 10min. L'apparition d'un précipite floconneux indiquant la réaction positive.

2.2.4. Recherche de saponoside

10 mL infusé est place dans un tube a essais, agiter pendant 15 secondes puis dépose durant 15 minutes. Une hauteur de mousse persistante supérieure à 1cm indique la présence des saponosides [79].

2.2.5. Recherche des coumarines

Evaporer 5mL d'extraite alcoolique jusqu'à l'obtention d'un volume de 1mL, ajoute 1mL d'eau chaude au mélange, après l'agitation le volume total est divise en deux l'un sert de témoin et l'autre est ajouté à 0.5 mL de NH_4OH (10%) puis examine sous lampe UV à 366 nm. L'émission de fluorescence indique la présence des coumarines [80].

2.2.6. Recherche des flavonoïdes

2.2.6.1. Flavonoïde total

On prend 2 mL d'extrait alcoolique, et on le rend basique par l'ajout de NH_4OH à (10%) l'apparition d'une couleur jaune claire dans la partie supérieure du tube indique la présence des flavonoïdes.

2.2.6.2. Les anthocyanes

Ajouter à 5mL d'extrait alcoolique 5 mL d' H_2SO_4 à (10%) (milieu acide), après l'agitation, le mélange est ajouté à 5mL d' NH_4OH à (10%) (milieu basique).

En présence d'anthocyanes la coloration s'accroît par acidification puis vire au bleu violacé en milieu basique.

2.2.6.3. Réaction à la Cyanidine

5 mL d'extrait alcoolique ont été introduits dans un tube à essai puis 5 mL d'alcool chlorhydrique (2 :1, v/v) (éthanol à 95% alcoolique + eau distillée + HCl concentré à partie égale en volume) + 1mL d'alcool isoamylique et quelques copeaux de magnésium.

L'apparition au niveau de la couche surnageante d'alcool isoamylique d'une coloration :

- Rose orangée indique la présence de flavones
- Rose violacée caractérise les flavanones
- Rouge indique la présence de flavanols et de flavanols

La réaction à la cyanidine sans ajouter de copeaux de magnésium et chauffer pendant 15 mn au bain-marie.

- En présence de leucoanthocyan, il se développe une coloration rouge cerise ou violacée.
- En présence des catéchols donnent une teinte brun-rouge.

2.2.7. Recherche des stérols et des triterpènes

10mL de l'extrait éther de pétrole séché à sec, le résidu obtenu est dissout dans 1mL l'anhydride acétique anhydre puis dans de chloroforme. Nous avons ensuite partagé dans deux tubes à essai. L'un servant de témoin, nous avons mis dans le fond du second tube à essai à l'aide d'une pipette 1 mL de H_2SO_4 concentré.

Le changement de coloration est observé pendant une heure :

- Une coloration bleu-vert indique la présence des triterpènes
- Une formation d'un anneau rouge-brunâtre ou violet à la zone de contact de deux liquides, la couche surnageant étant verte ou violette indique la présence des stérols [81].

3. Dosage des polyphénols

La teneur phénolique totale est habituellement déterminée colorimétriquement avec un spectrophotomètre en utilisant l'essai de Folin-Ciocalteu. Les composés phénoliques réagissent avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Le mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) est réduit, lors de l'oxydation des polyphénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène (W_8O_{23}) et molybdène (MO_8O_{23}). La coloration produite, dont l'absorption maximale est comprise entre 725 et 750 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présente dans les extraits végétaux [84].

Pour évaluer la teneur en polyphénols des extraits. 100 μ l de chaque extrait convenablement dilué à 500 μ L du réactif de Folin ciocalteux (dilué 10 fois dans l'eau distillée). Après 4 min 400 μ L d'une solution de carbonate de sodium (7,5 % dans l'eau distillé) sont ajoutés, après 2 heures d'incubation à température ambiante, l'absorbance est lue à 765 nm par un spectrophotomètre UV [85 ;86].

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentration (20-140 μ g/mL). La concentration des polyphénols est calculée à partir de la droite d'étalonnage établie avec l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalent d'acide gallique par milligrammes d'extrait (μ g EAG/mg d'extrait).

4. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes totaux des extraits a été déterminée selon la méthode au trichlorure d'aluminium décrite par de Bahorun *et al.* (1996) [82]. Le principe de la méthode est la formation d'un complexe jaune qui absorbe à 430 nm.

La formation d'un complexe jaunâtre, lors de l'ajoute du chlorure d'aluminium, est due à la fixation des ions Al^{3+} sur les atomes d'oxygène, présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes.

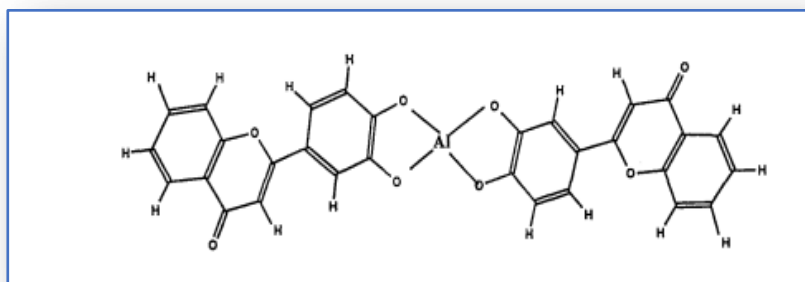


Figure 38 : Image de la fixation des ions Al^{3+} sur les atomes d'oxygène.

La quantité des flavonoïdes dans un extrait devrait être déterminée selon le flavonoïde prédominant, cependant la quercétine est largement utilisée comme standard pour la détermination de la teneur des flavonoïdes dans l'échantillon [82].

Cette méthode consiste à ajouter 1 mL d'une solution d' AlCl_3 (2% dans du méthanol absolu) à 1 mL de chaque extrait convenablement dilué. Après 10 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance à 430 nm est mesurée. Une droite d'étalonnage réalisée par standards (quercétine) à différentes concentrations (1-40 $\mu\text{g/ml}$) pratiquée dans les mêmes conditions opératoires a servi pour la quantification des flavonoïdes. La teneur est exprimée en microgrammes équivalents de quercétine par milligrammes d'extrait ($\mu\text{g EQ /mg}$ d'extrait) [85;86].

5. Etude de l'activité antioxydante par Test de DPPH

Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) est un radical organique stable de couleur violette, qui absorbe à 517 nm. Sa stabilité est due au fait qu'il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. En présence d'agents antioxydants qui sont des donneurs d'hydrogène (AH), le composé est réduit en une forme non radicalaire DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) et vire au jaune, ce qui entraîne une diminution de son absorbance [87]. La réaction peut être représentée par l'équation suivante :

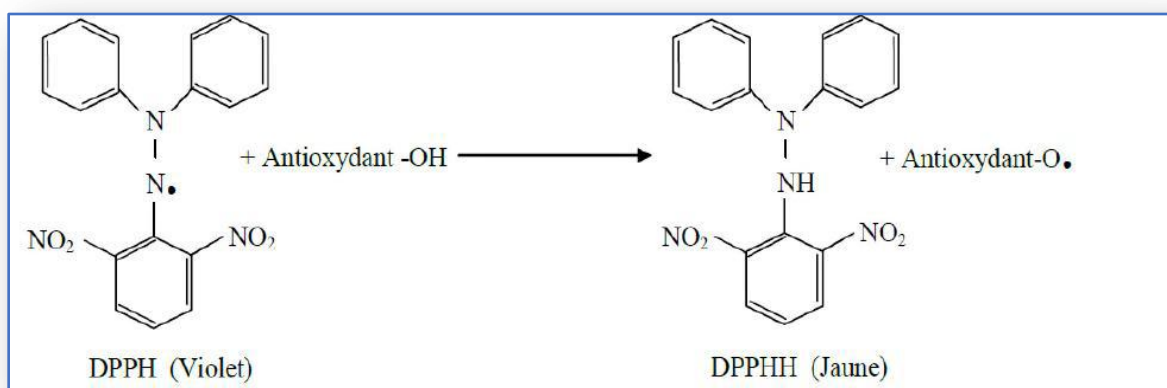


Figure 39 : Mécanisme de réduction du radical libre DPPH par un antioxydant [88]

Selon le protocole décrit par Sanchez-Moreno (1998) et Agrawal (2001) [83 ;89]. La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 4 mg de ce produit dans 100mL de méthanol. 50 μL de chaque solution des extraits à différentes concentrations sont ajoutés à 1,250mL de solution DPPH. Le mélange est laissé à

l'obscurité pendant 30 min et la lecture de l'absorbance est faite contre un blanc à 517 nm. Le contrôle positif est représenté par un antioxydant standard : acide gallique et quercétine dont l'absorbance est mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons. Les résultats de l'activité anti-radicalaire ou l'inhibition des radicaux libres sont exprimés en pourcentage d'inhibition (I%) estimée selon l'équation ci-dessous :

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

I% : pourcentage de l'activité anti-radicalaire Abs contrôle : Absorbance de la solution du DPPH au temps 0

Abs test : Absorbance de l'extrait.

6. Evaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Lavandula Officinalis*

L'activité antioxydante a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH*. Le test de DPPH est réalisé selon la méthode décrite par Bruits et Bucar [90] ; où 50µL de chacune des solutions méthanoliques des HE testées à différentes concentrations (200µg/mL, 400 µg/mL, 600 µg/mL, 800 µg/mL et 1000µg/mL) sont mélangées avec 5mL d'une solution méthanolique de DPPH (0,004%). Après 30 min, l'absorbance est lue à 517nm.

L'inhibition du radical libre DPPH par l'acide gallique a été également analysée à la même concentration pour la comparaison.

Détermination du pourcentage d'inhibition :

– **Pourcentage d'inhibition** : Pourcentage d'inhibition du DPPH (I%) est calculé de la manière suivante [11] :

$$\text{I\%} = (\text{A blanc} - \text{A échantillon}) \times 100 / \text{A blanc}$$

A blanc : Absorbance du blanc (DPPH dans le méthanol),

A échantillon : Absorbance du composé d'essai.

IC50 : Ce paramètre est défini comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration initiale de 50%, il est inversement lié à la capacité antioxydante [91].

7. préparation des formes galéniques (pommades et crèmes)

7.1. Formulation des pommades et crèmes

Dans cette étude galénique, nous avons cherché à optimiser des formulations des pommades et crèmes par l'ajout des extraits : aqueux (infusion, décoction), éthanolique, éther de pétrole et l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* autant que principes actifs avec l'association des différents excipients telles que : la vaseline, La gomme arabique, le glycérol, l'argile et l'huile d'olive.

7.1.1. Formulation des pommades

Nous avons effectué plusieurs essais préliminaires en modifiant les quantités et la qualité d'excipients pour rechercher la formule de pommade qui aurait les propriétés convenables ; la formule permettant d'avoir des propriétés physiques

Deux formulations sont préparées : (pommade hydrophobe et pommade absorbe l'eau).

7.1.1.1. Pommade hydrophobe

Nous avons préparé 3 formulations, à base des extraits (éthanolique, éther de pétrole et l'huile essentielle) avec les excipients : vaseline, cire d'abeille, huile d'olive et huile essentielle comme un conservateur.

Formulation 1

Extrait éthanolique.....	0,5(g)
Vaseline blanche.....	7,9(g)
Cire d'abeille blanche.....	1(g)
Huile d'olive.....	0,5(g)
Huile essentielle de lavande	120(µL)

Formulation 2

Extrait éther de pétrole	0,3(g)
Vaseline blanche.....	4.8(g)
Cire d'abeille blanche.....	0.6(g)
Huile d'olive.....	0.3(g)
Huile essentielle de lavande	72(µL)

Formulation 3

Extrait huileux (H Es de lavande).....	0,5(g)
Vaseline blanche.....	8(g)
Cire d'abeille blanche.....	1(g)
Huile d'olive.....	0,5(g)

Préparation :

Dans un bécher , une quantité convenable de la cire d'abeille blanche et la vaseline ont été mélangé et fondu au bain-marie à 60 °C, ensuite l'extrait de plante , l'huile d'olive et l'huile essentielle de lavande ont été rajoutés et mélangé dans un mortier jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène (une répartition régulière du principe actif) . Après le refroidissement du mélange on le mit en pot bien fermé.

1.1.1.2. Pommade absorbe l'eau

Nous avons préparé 4 formulations, à base des extraits (infusion et éthanolique) avec les excipients : vaseline, glycérine pure, cire d'abeille, huile d'olive, gomme arabique et huile essentielle comme un conservateur. Ces formulations étaient destinées à étudier l'influence d'excipients et l'émulsifiant sur la stabilité et la consistance des préparations obtenues.

Formulation 1

Extraits aqueux (infusion).....	0.5 (g)
Eau purifiée.....	0.5 (g)
Cire d'abeille blanche	1(g)
Glycérine pure.....	1(g)
Vaseline blanche.....	7(g)
Huile Es de lavande.....	120(µL)

Formulation 2

Extraits aqueux (infusion).....	0.5 (g)
Eau purifiée.....	0.5 (g)
Glycérine pure	2(g)
Vaseline blanche.....	7(g)
Huile Es de lavande.....	120(µL)

Formulation3

Extraits éthanolique	0.5 (g)
Ethanol/Eau	100/800(µL)
Cire d'abeille blanche.....	0.7 (g)
Glycérine pure	0.8(g)
Vaseline blanche.....	7(g)
Huile Es de lavande.....	120(µL)

Formulation 4

Extraits aqueux (infusion).....	.0.5 (g)
Eau purifiée.....	1 (g)
La gomme	0.5(g)
Vaseline blanche.....	7.9(g)
Huile Es de lavande.....	120(µL)

Préparation

Dans un bécher, une quantité correspondante de la cire d'abeille blanche et la vaseline ont été mélangé et fondu au bain-marie à 60 °C, dans un autre bécher l'extrait de plante, la gomme ou la glycérine ont été dissous dans l'eau. À l'aide d'un mortier, la solution aqueuse a été ajoutée progressivement au mélange huileux, et trituré jusqu'à l'obtention d'une pommade homogène. Ensuite, on rajoute l'huile essentielle de lavande. Après le refroidissement du mélange on le mit en pot bien fermé.

7.1. 2. Formulation des crèmes

Nous avons préparé 3 formulations, à base des extraits (décoction et éthanolique) avec les excipients : vaseline, glycérine pure, cire d'abeille, huile d'olive et huile essentielle. Ces formulations étaient destinées à étudier l'influence d'excipients et l'émulsifiant sur la stabilité et la consistance des préparations obtenues.

Formule type de préparation d'une émulsion :

- Phase aqueuse : l'eau et l'extrait aqueux (décoction)
- Phase huileuse : l'huile d'olive
- Emulsifiant : argile et cire d'abeille
- Conservateur : huile essentielle de *Lavandula Officinalis*
- Agents humectant : glycérol.

Formulation 1

Extrait aqueux (décoction)	0.5(g)
Cire d'abeille blanche.....	0.5(g)
Huile d'olive	2.9(g)
Eau purifié.....	6(g)
Huile Es de lavande.....	120(µL)

Formulation 2

Extrait aqueux (décoction).....	0.5(g)
Huile d'olive	2(g)
Huile de lavande	120(µL)
Argile.....	0.5(g)
Eau	5(g)
Glycérine pure	1(g)

Formulation3

Extrait éthanolique	0.5(g)
Huile d'olive	2(g)
Huile de lavande	120(µL)
Argile.....	0.5(g)
Eau	5(g)
Glycérine pure	1(g)

Préparation

- Préparation d'un mélange huileux :

Dans un bécher en verre, la cire d'abeille blanche a été fondu dans l'huile au bain marie à 60 °C

- Préparation d'une solution :

Dans un autre bécher chauffer l'eau au bain marie à 60°C , l'extrait a été dissous dans l'eau. Les deux béchers sont placés dans un bain marie dont la température était réglée à 60°C. Le mélange huileux était ajoutée goutte à goutte sous agitation à la solution maintenue dans le bain marie environ 15 min. Ensuite on ajoute l'huile essentielle de lavande. La préparation était retirée du bain-marie et laissée l'agitation jusqu'à refroidissement dans le bain glacé.

7.2. Contrôle des pommades et crèmes formulées

7.2.1. Caractères macroscopiques

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

7.2.2. Homogénéité

Nous avons vérifié l'homogénéité des pommades en les 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.

7.2.3. Mesure du pH

Le pH a été déterminé en mesurant celui d'une dilution au dixième de chaque pommade dans de l'eau distillée chaude. Dans les mêmes conditions le pH de chaque excipient a été mesuré.

Pour la pommade, 10 g ont été fondus à 40°C puis, à froid, le pH a été déterminé.

7.2.4. Type d'émulsion

Nous souhaitons avoir une émulsion hydrophile (H/E) pour les raisons suivantes :

- Elle a une bonne tolérance ;
- Elle a un fort pouvoir pénétrant (contrairement aux émulsions E/H qui est faible), grâce aux substances auxiliaires (les agents de surfaces mouillants et les émulsionnants) ;
- Elle est lavable à l'eau ce qui n'est pas le cas pour les émulsions E/H.

La détermination du sens de l'émulsion est indispensable pour éliminer toute éventuelle inversion de phase. Cet examen est réalisé pour toutes les émulsions formulées par la méthode des colorants :

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

7.2.5. Stabilité à la chaleur et au froid

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.

7.2.6. Les tests cutanés

Il étudie de la tolérance cutanée.

On applique le produit sous patch occlusif ou semi-occlusif sur dix volontaires, au niveau du bras ou du dos, pendant 24 ou 48 heures.

Le but est de détecter la présence ou non de réactions cutanées (sous contrôle médical ou dermatologique).

Chapitre II:
Résultats et discussion

1. Caractérisation des extraits

Plusieurs méthodes d'extractions sont utilisées dans notre étude pour obtenir des extraits à partir de la partie aérienne de la plante *Lavandula officinalis*.

Différents extraits ont été préparés, à savoir :

- L'extrait de l'infusion (Ex I)
- L'extrait de décoction (Ex D)
- L'extrait éthanolique (Ex E)
- L'extrait éther de pétrole (Ex EP)
- Huile essentielle (HE)

Le rendement de chaque extrait a été calculé selon la relation suivante :

$$R_{\text{extrait}}\% = (M_{\text{extrait}} / M_{\text{plante}}) \cdot 100$$

R_{extrait} : Le rendement d'extrait.

M_{extrait} : La masse d'extrait en gramme.

M_{plante} : La masse de la plante de départ en gramme.

Les résultats sont obtenus dans le tableau suivant :

Tableau 2: Rendements des extraits

Extrait	Ex I	Ex D	Ex E	Ex EP	HE
Masse de plant (g)	10	10	50	50	250
Masse d'extrait (g)	1.333	1.997	10.684	1.747	3.36
Rendement %	13.33	19.97	21.368	3.494	1.344

Les caractéristiques et le rendement de chaque extrait sont représentées selon le tableau suivant :

Tableau 3: caractéristiques des extraits

Extrait	Aspect	Couleur	Rendement %
Infusion	Poudre fine brillante	Marron	13.33
Décoction	Poudre fine brillante	Marron	19.97
Ethanol	Pâte solide	Vert-noirâtre	21.38
Ether de pétrole	Cire liquide	Jaune banane	3.494
Huile essentielle	Liquide, mobile, limpide	Jaune pâle	1.344

Les rendements d'extraction des différentes méthodes sont reportés dans la figure suivante :

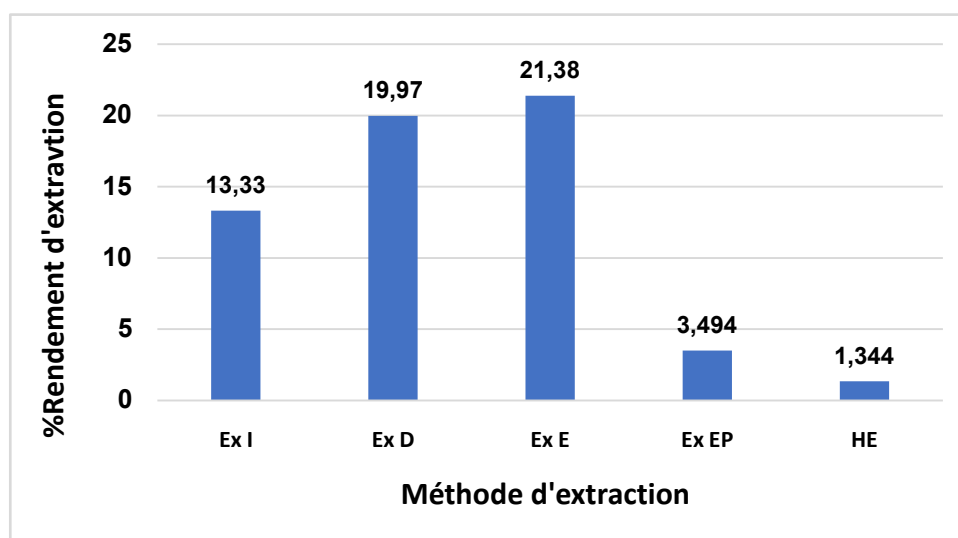


Figure 40 : Rendements des extraits de *Lavandula officinalise* exprimés en pourcentage.

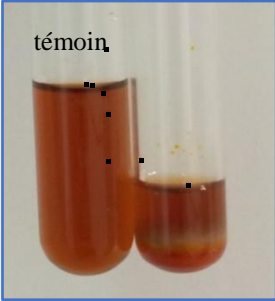
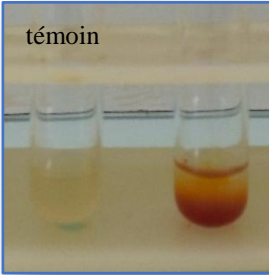


D'après les résultats, (figure 39) les rendements sont variables selon le type d'extrait. Ils varient entre 1,344 et 13,33 %. Le rendement le plus élevé est obtenu avec l'extrait éthanolique (21,368 %), suivie par l'extrait de décoction (19,97%), et l'extrait d'infusion (13,33), et enfin l'extrait d'éther de pétrole à un rendement plus faible (3,494).

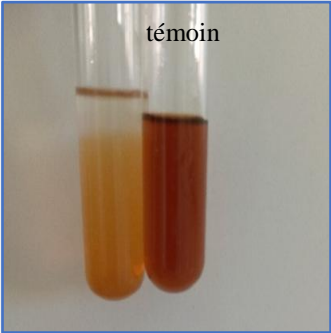

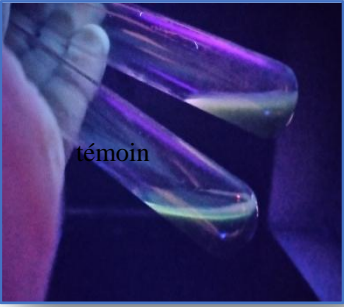

Après avoir extraire l'huile essentielle des feuilles sèches de la *lavande officinale* par hydro-distillation, nous avons obtenu un rendement égale à (1,334 %).

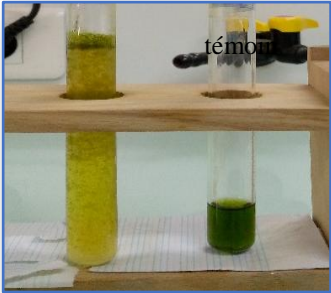
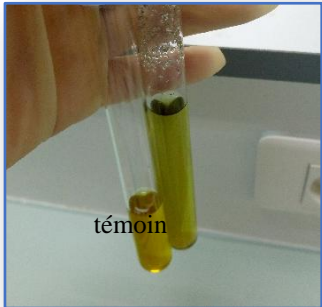
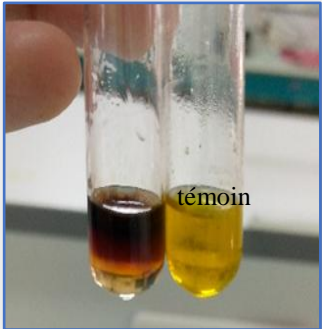
2. Screening phytochimique

L'analyse qualitative des extraits des plants permet de mettre en évidence la présence de certains types de métabolite secondaire, par des réactions de caractérisation qualitatives, des réactions qui sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques pour chaque famille de composés ou un examen sous UV. Les résultats des tests phytochimiques des différents extraits préparés sont représentés dans le tableau (3).

Tableau 4: Les résultats de Screening phytochimique

Métabolites secondaires		Résultats positifs	Résultats observés (Présence/absence)
Alcaloïdes	Test 1	Précipité orange ou coloration rouge orangé	 (+++)
	Test 2	Précipité rouge orangé	 (+++)
Tanins totaux	Tanins galliques	Vert-noirâtre	 (+++)
	Tanins catéchiques	L'obtention d'un précipité	 (+)

Mucilages		L'apparition d'un Précipité floconneux	 (+++)
Saponoside		Une hauteur de mousse Persistante supérieure à 1cm	 (+++)
Coumarines		L'émission de Fluorescence	 (+)
Flavonoïdes	Flavonoïdes total	Jaune claire	 (+)

	Anthocyanes	<p>Une coloration Bleue-Violacée en milieu Basique</p>	 <p>(-)</p>
	Cyanidine	<ul style="list-style-type: none"> . Rose orangée indique la présence de flavones . Rose violacée caractérise les Flavanones . Rouge indique la présence de flavanols et de flavanols 	 <p>(-)</p>
Stérol et triterpènes	<ul style="list-style-type: none"> . Une coloration bleu-vert indique la présence des triterpènes . Une formation d'une anneau rouge-brunâtre ou violet a la zone de contact de deux liquides, la couche surnagent étant verte ou violette indique la présence des stérols 	 <p>(++)</p>	

- : Test négatif

+ : Test faiblement positif

++ : Test positif

+++ : Test fortement positif

Les tests de la composition chimique réalisés sur la poudre des feuilles de la lavande nous ont permis en premier d'identifier les principaux groupes chimiques présents dans cette plante à travers les réactions de caractérisation qui révèlent la présence plus ou moins importante de tous les principes actifs

D'après le tableau l'analyse a révélé que

- les cyanidines et les anthocyanes sont totalement absents.
- les tanins catéchiques, les coumarines, flavonoïdes totaux, les stérols et triterpènes sont présents en faible quantité.
- Les alcaloïdes, les mucilages, les tanins galliques et les saponosides ont révélé un résultat positif en forte quantité.

3. Dosage des composés phénoliques

3.1. Dosage des polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols totaux des extraits des plantes étudiées ont été déterminées par la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteux.

Les résultats ont été déduits de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage, réalisée à base d'acide gallique et sont exprimés en microgrammes d'équivalents d'acide gallique par milligramme d'extrait sec ($\mu\text{g EAG/mg d'extrait}$).

Avant de passer à la détermination de la teneur en composés phénoliques nous avons établi une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme composé de référence . Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Absorbances de la gamme de concentration d'acide gallique.

Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbance
20	0,195
30	0,343
40	0,461
60	0,343
70	0,678
80	0,759
100	0,868
120	1,008
140	1,166

On représente la courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour déterminer la quantité des polyphénols (**figure 41**)

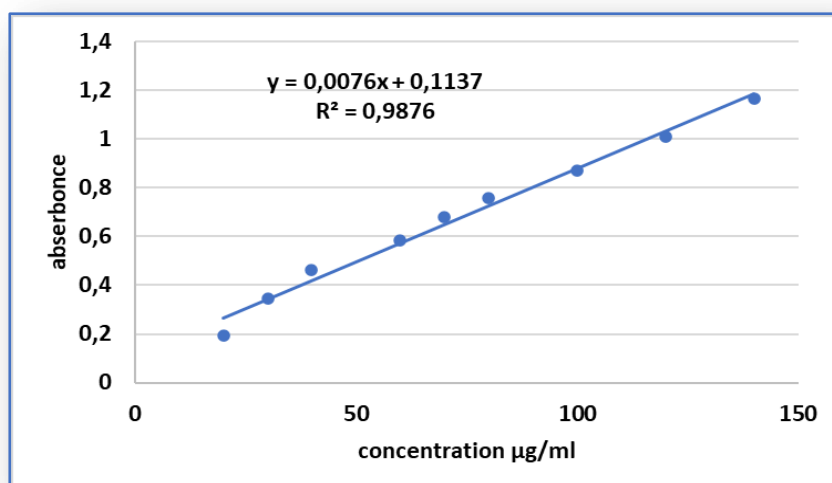


Figure 41: courbe d'étalonnage d'acide gallique.

Les concentrations des polyphénols totaux sont calculées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique ($y=0,0076x+0,1137$)

Les résultats de la teneur en polyphénols totaux des différents extraits de *Lavandula officinalis*, sont représentés dans la figure suivante :

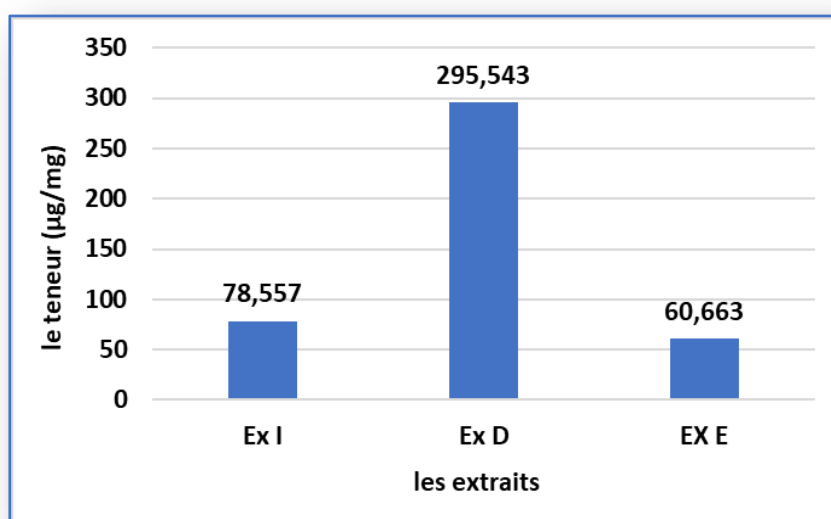


Figure 42: La teneur en polyphénols totaux des différents extraits

L'extrait de décoction représente une teneur très élevée en polyphénols (295.543 µg EAG/ mg de l'extrait), et les deux extraits d'infusion et éthanolique représentent presque la même quantité avec des teneurs comprises entre (78.557 et 60.663 µg EAG / mg de l'extrait).

Les résultats du dosage des polyphénols montrent que l'extrait de décoction riche en polyphénols. En comparant avec les deux extraits d'infusion et éthanolique les plus pauvres en polyphénols.

3.2. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) et l'étalon est la quercétine, on a calculé la teneur en flavonoïdes pour les différents extraits qui est exprimée en μg EQ/mg d'extrait.

Avant de passer à la détermination de la teneur des flavonoïdes nous avons établi une courbe d'étalonnage en utilisant la quercétine comme composé de référence.

Tableau 6 : préparation de courbe standard à l'aide de quercétine

Concentration($\mu g/mL$)	Absorbance
1	0,091
2	0,130
5	0,235
7	0,286
10	0,377
15	0,567
20	0,753
40	1,239

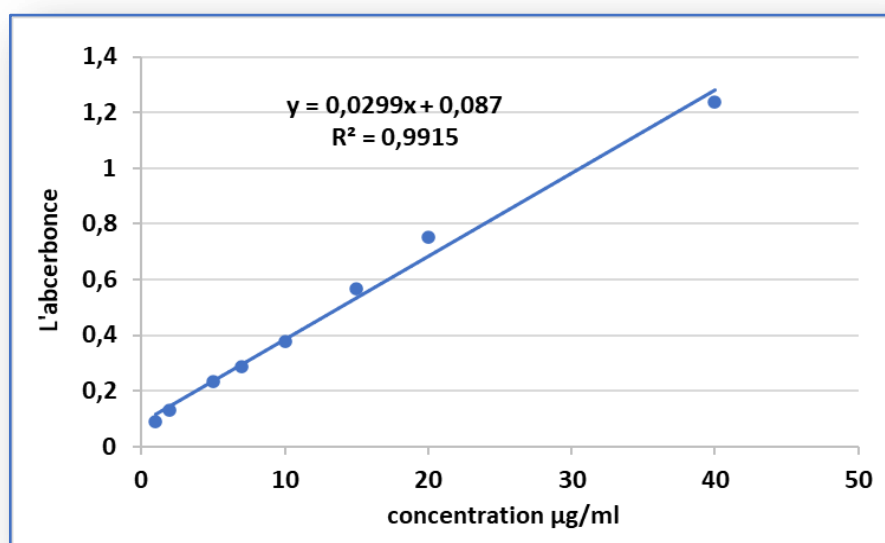


Figure 43: Courbe d'étalonnage de la quercétine.

Après extrapolation des résultats sur la courbe d'étalonnage (figure 42), Les taux des flavonoïdes des trois extraits ont été obtenu à partir de la courbe d'étalonnage qui suit une équation de type : $(y=0,0299x+0,087)$.

La teneur en flavonoïdes est représentée dans la figure suivante :

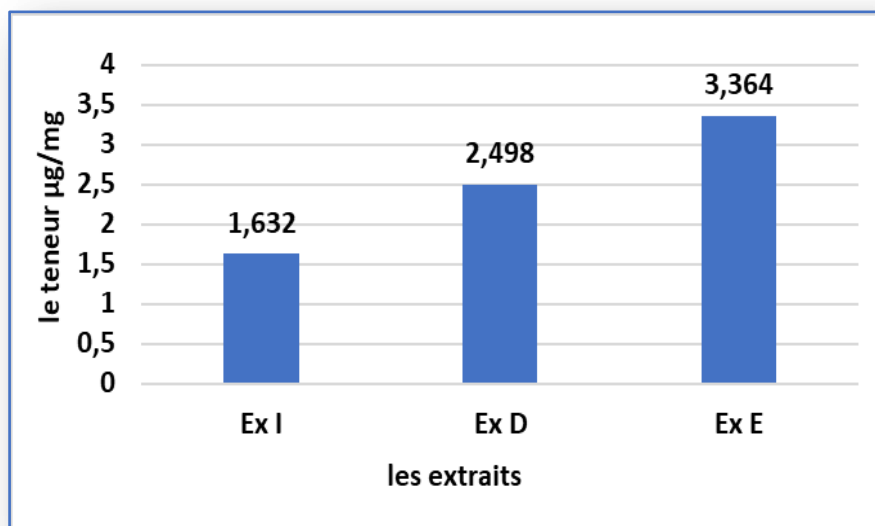


Figure 44 : Le teneur en flavonoïdes des différents extraits

L'analyse des résultats du dosage des flavonoïdes montre que l'extrait éthanolique est le plus riches en flavonoïdes (3.364 µg EQ/mg), par la suite vient l'extrait de décoction (2.498 µg EQ/mg), tandis que l'extrait d'infusion a montré une valeur inférieure (1.632 µg EQ/mg d'extrait).

La teneur en flavonoïde varie en fonction de polarités des solvants utilisés dans la préparation des extraits et selon la méthode d'extraction. Plusieurs études précédentes montrent que l'extrait hydro alcoolique est le solvant le plus utilisé pour une haute récupération des flavonoïdes.

4. l'activité antioxydant évalué par le teste DPPH

L'activité antioxydante des différents extraits a été évaluée par le test DPPH, par le suivi de la réduction de ce radical libre par différentes doses des extraits accompagnée d'un passage de couleur violette vers le jaune mesurable par spectrophotométrie UV /visible à 517 nm.

Les résultats obtenus pour les différents extraits sont présentés dans la figure suivante :

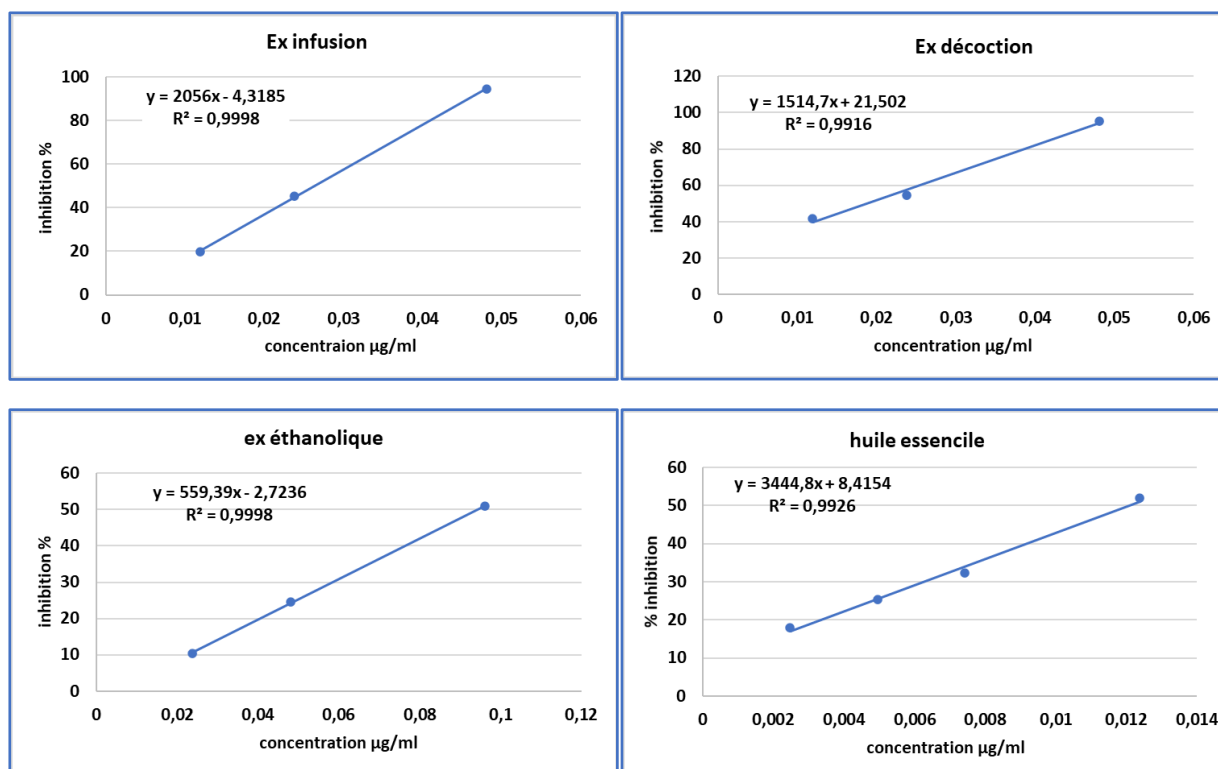


Figure 45 : Activité inhibitrice du radical DPPH par les extraits de *lavandula officinalis*

A partir des courbes des pourcentages d'inhibition obtenus en fonction des concentrations utilisées, nous avons déterminé les valeurs d'IC₅₀.

Les valeurs IC₅₀ des extraits pour l'activité piégeant les radicaux libres par la méthode de DPPH sont présentées dans la figure suivante :

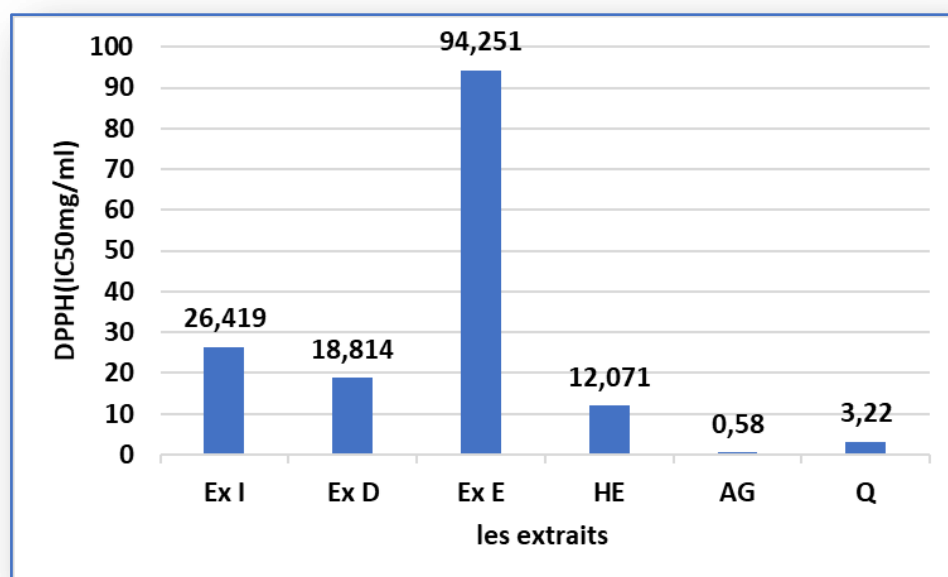


Figure 46 : valeurs IC₅₀ d'extraits pour l'activité piégeant les radicaux libres par la méthode de DPPH.

L'évaluation de l'activité antioxydante par le paramètre IC_{50} est inversement proportionnelle à l'action anti radicalaire (anti DPPH), un IC_{50} faible correspond à une activité antioxydante élevée et vice-versa.

Nos résultats montrent que l'huile essentielle le plus actif, leur IC_{50} est de (12,071 mg/mL), suivi l'extraits de décoction, infusion aussi une activité considérable, leur IC_{50} successives est de (18,814 mg/mL) et (26,419 mg/mL) respectivement, par contre l'extrait éthanolique présente d' IC_{50} plus élevé (94.251 mg/mL) ce qui montre que leur activité antiradicalaire est le plus faible. En comparaison avec les antioxydants standards, tous les extraits s'avèrent moins actifs.



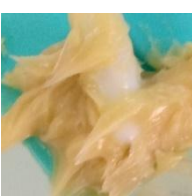
5. Résultats des formes galéniques





5.1. Contrôles des pommades formulées

5.1.1. Tests macroscopique

Les résultats des tests macroscopiques des pommades formulées : (couleur, consistance et odeur) sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Résultats des tests macroscopiques des pommades




Pommades		Paramètres			
		Couleur	Consistance	Odeur	Photos des Pommades
Pommades hydrophobes	P Ex éthanolique	Verte militaire	Pâteuse	Odeur caractéristique	
	P Ex éther de pétrole	Miel	Pâteuse	Odeur de l'huile Es de lavande	
	P de HE	Blanc jaunâtre	Pâteuse	Odeur de l'huile Es de lavande	


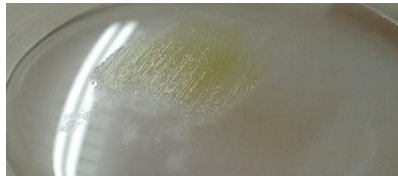


Pommade absorbent l'eau	P Ex infusion (Gomme)	Caramel	Molle	Odeur de l'huile Es de lavande	
	P d'extrait éthanolique	Vert d'herbe	Molle	Odeur de l'huile Es de lavande	
	P Ex infusion (cire d'abeille + glycérine)	Caramel clair	Molle	Odeur de l'huile Es de lavande	
	P Ex infusion (glycérine)	Caramel	Molle	Odeur de l'huile Es de lavande	

5.1.2. Homogénéité

Les résultats de test d'homogénéité des pommades formulées sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 8: résultats de test d'homogénéité des pommades

Pommades		Homogénéité	
Pommades hydrophobes	P Ex éthanolique	Pommade homogène	
	P Ex éther de pétrole	Pommade homogène	
	P de HE	Pommade homogène	

Pommades absorbent l'eau	P Ex infusion (gomme)	Pommade non homogène (granuleuse)	
	P Ex éthanolique	Pommade homogène	
	P Ex infusion (cire d'abeille + glycérine)	Pommade homogène	
	P Ex infusion (glycérine)	Pommade homogène	

Après l'étalement d'une couche mince de nos pommades sur une surface plane, à l'aide d'une spatule on ne voit aucune présence de grumeaux de ce fait nos pommades sont parfaitement homogènes, sauf la pommade absorbe l'eau de l'extrait d'infusion (gomme) contient des petits grumeaux.

5.1.3. Détermination de PH

Les résultats de test de pH des pommades formulées sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Les résultats de test de pH des pommades

Paramètre	Pommades hydrophobes			Pommade absorbent l'eau			
	P Ex éthanolique	P Ex éther de pétrole	P de HE	P Ex infusion (gomme)	P Ex éthanolique	P Ex infusion (cire d'abeille + glycérine)	P Ex infusion (Glycérine)
pH	5.91	6.40	5.94	5.85	6.49	5.96	6.34

La détermination des PH réalisée grâce à l'utilisation de pH-mètre pour les pommades, a permis de montrer que le PH de notre préparation varie entre 5,85 et 6,49.

Ces valeurs suggèrent que le PH des préparations à base des extraits (éther de pétrole, éthanolique et aqueux) obtenus est compatible avec l'usage cosmétique puisqu'elles sont proches de celle du pH de la peau, qui est généralement d'environ 4,5.

5.1.4. Test de stabilité

Par l'évolution dans le temps, les pommades formulées ont été laissées au repos à la température du laboratoire (T° ambiante, 28°C) et examinés après 0 jour, 1 semaine, 2 semaines, 1 mois jusqu'à 6 mois.

Les pommades sont stables, mais à une température supérieure à 30°C , elles commencent à fondre. Nous sommes en train de suivre les changements qui pourraient survenir sur l'aspect, l'odeur ou l'homogénéité de nos pommades pour une période maximale de 6 mois.

5.1.5. Test cutané




Les effets indésirables sont nuls après 24 et 48 heures de l'application des pommades sur la peau.

5.2. Contrôle des crèmes formulées

5.2.1 tests macroscopique

Les résultats des tests macroscopiques des crèmes formulées : (couleur, consistance et odeur) sont reportés dans le tableau suivant :



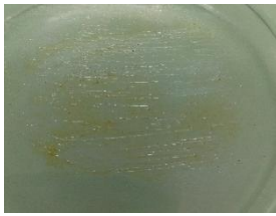
Tableau 10 : Les résultats des tests macroscopiques des crèmes

Crèmes	Paramètres			
	Couleur	Consistance	Odeur	Photos des crèmes
Crème issu de l'extrait de décoction (Cire d'abeille)	Marron clair	Semi-solide	Odeur de l'huile Es de lavande	
Crème issu de l'extrait de décoction (Argile + glycérine)	Marron chocolat	Semi-solide	Odeur de l'huile Es de lavande	
Crème issu de l'extrait éthanolique (Argile + glycérine)	Vert	Semi-solide	Odeur de l'huile Es de lavande	

5.2.2. Homogénéité

Les résultats de test d'homogénéité des crèmes formulées sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : résultats de test d'homogénéité des crèmes

Paramètre	Crème issu de l'extrait de décoction (Cire d'abeille)	Crème issu de l'extrait de décoction (Argile + glycérine)	Crème issu de l'extrait éthanolique (Argile + glycérine)
Homogénéité	Crème homogène	Crème homogène	Crème homogène
			

Après l'étalement d'une couche mince de nos crèmes sur une surface plane, à l'aide d'une spatule on ne voit aucune présence de grumeaux de ce fait nos crèmes sont parfaitement homogènes.

5.2.3 Détermination de pH

Les résultats de test de pH des crèmes formulées sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau 12: Les résultats de test de pH des crèmes


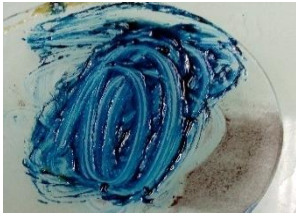

Paramétré	Crème issu de l'extrait de décoction (Cire d'abeille)	Crème issu de l'extrait de décoction (Argile + glycérine)	Crème issu de l'extrait éthanolique (Argile + glycérine)
pH	5,48	5,62	4,56

La détermination des pH réalisée grâce à l'utilisation de pH-mètre pour les crèmes, a permis de montrer que le pH de notre préparation varie entre 4,56 et 5,94. Ces valeurs du pH, rendant la crème inoffensive pour la peau et compatible avec l'usage cosmétique puisqu'elles sont proches de celle du pH de la peau.

5.2.4. Type d'émulsion

Les résultats de test de type d'émulsion des crèmes formulées sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 13: Les résultats de test de type d'émulsion des crèmes

Paramétré	Crème issu de l'extrait de décoction (Cire d'abeille)	Crème issu de l'extrait de décoction (Argile + glycérine)	Crème issu de l'extrait éthanolique (Argile + glycérine)
	H/E	H/E	H/E
Type d'émulsion			

Les résultats de l'examen réalisée sur le type d'émulsion des crèmes par le colorant « bleu de méthylène » ont montré que les crèmes préparées ont une émulsion hydrophile (H/E), ce qui indique la bonne tolérance, le pouvoir pénétrant et la facilité de nettoyage avec l'eau de nos crèmes.

5.2.5. Test de stabilité

Les résultats montrent que les crèmes formulées sont stables durant 1 mois à température ambiante, sauf la crème à base de l'extrait de décoction (Cire d'abeille). Après deux semaines, on observe la formation des champignons due à la présence d'eau qui aurait pu créer les conditions d'humidité favorable à la multiplication des microorganismes.

Nous sommes en train de suivre les changements qui pourraient survenir sur l'aspect, l'odeur ou l'homogénéité de nos crèmes pour une période maximale de 6 mois.

5.2.6. Test cutané

Les effets indésirables sont nuls après 24 et 48 heures de l'application des crèmes sur la peau.

Conclusion générale

Conclusion générale

Lavandula officinalis appartient à la famille des *Lamiaceae*, qui est parmi les familles les plus importantes et les plus utilisées en médecine traditionnelle. Cette réputation est issue de ses caractéristiques thérapeutiques, alimentaires et cosmétiques, à cause d'une multitude de principes actifs qu'elles contiennent.

Ce travail nous a permis d'étudier phytochimiquement la partie aérienne de l'espèce *Lavandula officinalis*, cette étude montre qu'elle est très riche en métabolites secondaires tels que les alcaloïdes, saponosides, mucilage et tanins gallique. Elle est moyennement riche en triterpènes, ainsi que la présence des coumarines, des flavonoïdes, des tanins totaux et des tanins catéchique.

La détermination du rendement en l'huile essentielle, issue par Clevenger, a montré une rentabilité de 1.344%.

Les différents extraits obtenus ont été analysés quantitativement par spectrophotomètre UV-visible pour leur contenu en polyphénols, en flavonoïdes. Les résultats du dosage montrent que pour la plante étudiée, l'extrait éthanolique accuse les teneurs les plus élevées en flavonoïdes et l'extrait de décoction accuse les teneurs les plus élevées en polyphénols.

L'activité antioxydant de différents extraits est évaluée par la méthode du radical libre DPPH. Les résultats obtenus ont montré que l'huile essentielle a manifesté une excellente activité antioxydante.

À l'étude galénique, nous sommes intéressées à la préparation des formes galéniques à usage externe (pommades et crèmes) à partir des différents extraits de *Lavandula officinalis* par l'application des différentes techniques et produits pour la formulation.

La soumission des produits finis à différents tests de qualité (tests macroscopiques, homogénéité, pH et stabilité) a montré que les pommades et les crèmes préparés sont conformes aux normes pharmaceutiques.

L'ensemble des résultats obtenus constitue une justification scientifique de l'usage thérapeutique de la plante étudiée.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographique

- [1] **Gurib-Fakim, A. (2006).** Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular aspects of Medicine*, 27(1), 1-93.
- [2] **Belhaddad, O. E. (2018).** *Phytochimie, fractionnement et activités antioxydante et antibactérienne des extraits de Urginea maritima et Urtica pilulifera* (Doctoral dissertation).
- [3] **BELLAMINE, K. (2017).** La phytothérapie clinique dans les affections dermatologiques.
- [4] **Mahfouf, N. (2018).** *Étude de l'espèce Origanum vulgare L* (Doctoral dissertation, Université Chadli Benjedid-El Tarf (Algérie)).
- [5] **ADJOU DJ, A. (2019).** *Auto écologie et biologie de la conservation de Phlomis crinita (Lamaiceae) des monts de Tessala, Algérie occidentale* (Doctoral dissertation).
- [6] **Damintoti K., Mamoudou H.D., Jacques S., Saydou Y., Souleymane S. et Alfred S.T. (2005).** Activités antioxydantes et antibactériennes des polyphénols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle du Burkina Faso. Mémoire de l'université de Burkina Faso
- [7] **Debuigne G. (1974).** Larousse des plantes qui guérissent, Ed. Larousse.
- [8] **DUTERTRE J.M., (2011).** Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Univ. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France, 33 p.
- [9] **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales, 3 ème édition, lavoisier.
- [10] **Künkele, U., & Lohmeyer, T. R. (2007).** *Plantes médicinales : identification, récolte, propriétés et emplois*. ML Éditions.
- [11] **CIEUR CHRISTINE., 2012** _ Dr. Alain Carillon. La plante médicinale – notion de totum – implication en phytothérapie clinique intégrative. Ph., Société internationale de médecine endobiogénique et de physiologie intégrative. (Mars 2012).
- [12] **Briskin, D. P. (2000).** Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. *Plant physiology*, 124(2), 507-514.
- [13] **SIMON Y. (2001).** -Mills, Evidence for the clinician - a pragmatic framework for phytotherapy, The European Phytojournal - ESCOP, Issue 2.

- [14] **Bruneton, J. (1993).** *Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales* (No. 581.634 B7).
- [15] **World Health Organization. (2003).** *Directives OMS sur les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales.* Genève: Organisation mondiale de la Santé.
- [16] **Djeddi, S. (2012).** Les huiles essentielles “Des mystérieux métabolites secondaires”: Manuel de formation destiné aux étudiants de Master. *Presse Académiques Francophones USA*, 65.
- [17] **Delille, L. (2007).** Les plantes médicinales d’Algérie. ed Berti.
- [18] **MERAD, F., & MAHIOUT Tassadit, T. (2019).** Contribution à l’étude de conformité des drogues pour tisanes vendues en officines.
- [19] **Wichtl M., Anton R. (2003).** Plantes thérapeutiques – Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique, 2ème édition, Ed. TEC & DOC.
- [20] **MERATATE, F. (2013).** *Etude phytochimique et pouvoir biologique des métabolites secondaires de la plante Zizyphora hispanica L. de la région de M'SILA* (Doctoral dissertation, Université de m'sila).
- [21] Prescrire. Bien utiliser les plantes en situations de soins, numéro spécial été 2007, T. 27, n° 286.
- [22] **Moreau B. (2003).** Travaux dirigés et travaux pratiques de pharmacognosie de 3ème année de doctorat de pharmacie, Maître de conférences de pharmacognosie à la faculté de Pharmacie de Nancy.
- [23] **Crozier, A., Clifford, M. N., & Ashihara, H. (Eds.). (2008).** Plant secondary metabolites: occurrence, structure and role in the human diet. John Wiley & Sons.
- [24] **Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., & Knez, Ž. (2005).** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 89(2), 191-198.
- [25] **Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., DE LAAGE DE MEUX A., Moulard F., ZHA E., DE LA ROQUE R., DE LA ROQUE O., VICAN P., DEELESALLE -FEAT T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J., Botrel A., 2001.** Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2ème édition de VUEF, Hong Kong
- [26] **Khan, I. A., Kulkarni, M. V., Gopal, M., Shahabuddin, M. S., & Sun, C. M. (2005).** Synthesis and biological evaluation of novel angularly fused polycyclic coumarins. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 15(15), 3584-3587

- [27] Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
- [28] Haslam, E. (1996). Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *Journal of natural products*, 59(2), 205-215.
- [29] Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564.
- [30] ALI-DELLILE L.(2013) . Les plantes médicinales d'Algerie. Berti Edition Alger 6-11.
- [31] Saffidine, K., (2015). Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *Carthamus caeruleus* L. et de *Plantago major* L. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas-Sétif.
- [32] Narayana, K. R., Reddy, M. S., Chaluvadi, M. R., & Krishna, D. R. (2001). Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology*, 33(1), 2-16.
- [33] Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Neng, N. R., Nogueira, J. M., Saraiva, J. A., & Nunes, M. L. (2013). Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products*, 43, 587-595.
- [34] Mapola, G. (2003). Variation individuelle et saisonnière de la teneur et de la composition chimique des huiles essentielles de *E. citriodora* acclimaté à Pointe-Noire (Congo-Brazzaville). *Mémoire de DEA*.
- [35] Paris, M., Hurabielle, M., & Paris, R. R. (1981). *Abrégé de matière médicale : Monographies (2. Partie) : plantes actives sur le système nerveux, sur l'appareil digestif, plantes cardiotoniques, plantes antiparasitaires, plantes insecticides, antibiotiques et antitumoraux d'origine végétale*. Masson.
- [36] Ghestem, A., Seguin, E., Paris, M., & Orecchioni, A. M. (2001). Le préparateur en pharmacie dossier. 2èmeEd TEC&DOC. Paris. pp275
- [37] Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.). *Tec & Doc/Lavoisier, Paris*, 279-281
- [38] Bruneton, J. (1993). *Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales* (No. 581.634 B7).
- [39] Leonard, E., Yan, Y., & Koffas, M. A. (2006). Functional expression of a P450 flavonoid hydroxylase for the biosynthesis of plant-specific hydroxylated flavonols in *Escherichia coli*. *Metabolic engineering*, 8(2), 172-181.

- [40] **Abderrazak M. et Joël R. (2007).** Labotanique de A à Z. Ed. Dunod. Paris. pp. 177..
- [41] **Belaiche P. (1979).** Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome I. L'aromatogramme. Maloine
- [42] **Valnet, J. (1984).** Aromathérapie : traitement de maladie par les plantes. *Maloine SA Editeur Paris.*
- [43] **Alignan, M. (2006).** Phoma du tournesol: déterminisme de la tolérance de l'hôte à la maladie (Doctoral dissertation).
- [44] **Chabrier, J. Y. (2010).** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).
- [45] **De J. Valent.** Phytothérapie. 6^e édition.
- [46] **Benzeggouta, N. (2014).** Evaluation des Effets Biologiques des Extraits Aqueux de Plantes Médicinales Seules et Combinées (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat en phrmaco-chimie, Université de Constantine. p 118).
- [47] **Abdelkader Beloued.** Plantes médicinales d'Algérie. 5^e édition.
- [48] **Paul, I. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales, Ed. Larousse-Bordas Paris, 14.
- [49] **Penchev, P. I. (2010).** Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions (Doctoral dissertation).
- [50] **HAMMOUDI, R., & Mahfoud, H. M. (2015).** Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien (Doctoral dissertation).
- [51] **BENDIF Hamdi, (2017).** Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr. Thèse doctorat, L'ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE KOUBA-ALGER.
- [52] **Jorite, S. (2015).** La phytothérapie, une discipline entre passé et futur: de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel. Sciences pharmaceutiques.
- [53] **Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, (2003).** La Phytothérapie Se Soigner Par Les Plantes

Groupe Eyrolles, 2003, ISBN 2-7081-3531-7. Suisse. P : 25-30.

- [54] TARABET, A. A., & TOUMI, N. (2017). Contribution à l'étude ethnopharmacologique des plantes médicinales utilisées par voie externe en Kabylie.
- [55] Limonier, A. S. (2018). La phytothérapie de demain: les plantes médicinales au cœur de la pharmacie.
- [56] Bouhaddouda, N. (2016). Activités antioxydante et antimicrobienne de deux plantes du sol local: *Origanum vulgare* et *Mentha pulegium*. *Diplôme de Doctorat, Univ Badj*.
- [57] Abedini, A. (2013). *Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'Hyptis atrorubens Poit.(Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes* (Doctoral dissertation, Université du Droit et de la Santé-Lille II).
- [58] Mahfouf, N. (2018). *Étude de l'espèce Origanum vulgare L* (Doctoral dissertation, Université Chadli Benjedid-El Tarf (Algérie)).
- [59] Bendif, H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae. *Ajuga iva*.
- [60] ADJOU DJ, A. (2019). *Auto écologie et biologie de la conservation de Phlomis crinita (Lamaiceae) des monts de Tessala, Algérie occidentale* (Doctoral dissertation).
- [61] HAMMOUDI, R., & Mahfoud, H. M. (2015). *Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien* (Doctoral dissertation).
- [62] Chu, C. J., & Kemper, K. J. (2001). Lavender (*Lavandula* spp.). *Longwood Herbal Task Force*, 32.
- [63] Bachiri, L., Labazi, N., Daoudi, A., Ibijbijien, J., Nassiri, L., Echchegadda, G., & Mokhtari, F. (2015). Etude ethnobotanique de quelques lavandes marocaines spontanées. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1308-1318.
- [64] Max wichtl. Robert Anton., *Plantes thérapeutiques*. 2^e édition.
- [65] Benabdelkader, T. (2012). *Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, Lavandula stoechas sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique* (Doctoral dissertation, Université Jean Monnet-Saint-Etienne; Ecole normale supérieure de Kouba (Alger)).
- [66] Messara, Y. (2012). *Extraction des huiles essentielles de quelques plantes de la famille des labiées-Essais de formulation* (Doctoral dissertation, UMMTO).
- [67] Boulade, C. (2018). *Lamiaceae: caractéristiques et intérêts thérapeutiques à l'officine* (Doctoral dissertation, Université Toulouse III-Paul Sabatier).

- [68] **Ahmed DJERROUMI.** Mohammed NACEF 100 Plantes médicinales d'Algérie.
- [69] **Laurent, J. (2017).** *Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine* (Doctoral dissertation, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- [70] **Harnist, F. (2013).** *L'huile essentielle de lavande officinale: état des connaissances sur ses potentialités thérapeutiques* (Doctoral dissertation).
- [71] **Fournier, P. (1999).** Le Livre des Plantes Médicinales et Vénéneuses de France. 134. *New edition.*
- [72] **Jean, Philippe Zahalaka. (2009).** Les plantes en pharmacie propriétés et utilisation. Édition Douphin, p. 125.
- [73] **Kothe, H. W. (2007).** *1000 plantes aromatiques et médicinales.* Terres éd.
- [74] **Laib, I. (2011).** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs.
- [75] **Boullard, B. (2001).** *Plantes médicinales du monde: Réalités et Cro*
- [76] **Jean, P. Z. (2009).** Les plantes en pharmacie propriétés et utilisation. *Édition Douphin. 125p*
- [77] <https://naturealpha.skyrock.com/3243010708-Lavande-officinale.html>
- [78] **Sanhaji O, Faid M, Ellyachiwoui M . (2005).** Etude de l'activité antifongique de divers extrait de canelle ; journal de Micrologai Médicale ; (15) :220-229.
- [79] **SiddiqueA , Sayed M, Mizanur R, Amazadhossain M, Abdrachid M . (2014).** phytochemical screening and comparative antimicrobial potential of different extracts of *Stevia rebaudiana* Bertoni ; journal of Tropical Disease; (4):220-280.
- [80] **Bouziid W. 2009.** Etude de l'activité Biologique des extraits du fruit de *Crataegus monogyna* Jacq. Mémoire de Magister. Université Elhadj Lakhder -Batna
- [81] **Douhou N.(2003).**Screening phytochimique d'une endémique IBERO MAROCAINE THYMELAEAE LYTHROIDES .Bull. Soc. Pharm.Bordeaux.61-78.
- [82] **Bahorun T ,Gressier B ,Trotin F ,Brunet C ,Diner T ,Luyckx M ,Vasseur J ,Cazin M ,Cazin JC , Pinkas M.(1996).** Activité de piégeage des espèces d'oxygène d'extraits phénoliques d'organes de plantes fraîches d'aubépine et de préparations pharmaceutiques., *Arzneimittel-Forschung*, 46(11): 1086-1089
- [83] **Sanchez Moreno, C., Larrauri, JA et Saura-Calixto, F. (1998).** Une procédure pour mesurer l'efficacité antiradicalaire des polyphénols. *Journal de la science de l'alimentation et de l'agriculture*, (76) : 270-276..

- [84] **Boizot, N., & Charpentier, J. P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cahier des Techniques de l'INRA*, 79-82.
- [85] **Boumerfeg, S., Baghiani, A., Messaoudi, D., Khennouf, S., & Arrar, L. (2009).** Antioxidant properties and xanthine oxidase inhibitory effects of *Tamus communis* L. root extracts. *Phytotherapy Research : An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 23(2) : 283-288.
- [86] **Baghiani, A., Ameni, D., Boumerfeg, S., Adjadj, M., Djarmouni, M., Charef, N., ... & Arrar, L. (2012).** Studies of antioxidants and xanthine oxidase inhibitory potentials of root and aerial parts of medicinal plant *Capparis spinosa* L. *American journal of medicine and medical sciences*, 2(1) : 25-32.
- [87] **Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1) : 25-30.
- [88] **Molyneux, P. (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn J. sci. technol*, 26(2) :211-219.
- [89] **Agrawal S, Kulkarni G T and Sharma V N.(2011).** A Comparative Study on the Antioxidant Activity of Methanol Extracts of *Terminalia paniculata* and *Madhuca longifolia*. *Free Radical Antioxydant*, (1) :62-68
- [90] **Burits, M., & Bucar, F. (2000).** Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy research*, 14(5) : 323-328.
- [91] **Sharififar, F., Moshafi, M. H., Mansouri, S. H., Khodashenas, M., & Khoshnoodi, M. (2007).** In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. *Food control*, 18(7) : 800-805.