

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA – Bejaïa

Faculté de Technologie

Département de Génie des Procédés



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : En Génie des Procédés

Spécialité : Génie pharmaceutique

Thème

**Elaboration de pommades à base d'extraits
de plantes : *Inula Viscosa L* et *Schinus Molle L*, et l'évaluation
de l'effet antibactérien et cicatrisant (*in-vivo*).**

Membres du jury :

Présidente : M^{me} H.BELKACEMI

Examinatrice : M^{me} N.BELHADJ

Encadreur : M^f K.BELHAMEL

Co-Encadreur : M^{me} C.BELHAMEL

Réalisé et Présenté par :

M^{lle} Serine IDJAAD

M^{lle} Anias HARRATI

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

De prime abord, louanges à Dieu, le Tout Puissant et le Miséricordieux pour nous avoir donné santé, courage ainsi que la force et la patience.

Nous tenons à remercier vivement notre encadreur Monsieur **BELHAMEL Kamel** pour son encadrement, sa disponibilité, sa rigueur scientifique et son sens d'écoute et d'échange.

Nous remercions également à Madame **BELHAMEL Chiraz**, pour ces précieux conseils, son aide, ses suggestions durant la rédaction de ce mémoire ainsi que la confiance qu'elle nous a confié tout au long de cette étude.

Nous tenons à remercier les membres du jury Mme **BELKACEMI.H ; Mme BELHADJ.N** d'avoir répondu présentes pour examiner et juger ce modeste travail de fin d'études.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la rédaction de ce document.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ma famille et aux personnes les plus chères à mes yeux

À mon cher père, Rien au monde ne vaut les efforts que tu as fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Pour tous tes encouragements et ta présence dans tout ce que j'entreprends, tu es et tu seras à jamais mon unique pilier et mon exemple. Je te dédie ce travail, fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation, mes accomplissements et pour ton aide précieuse sur ce travail. **MOHAND**

À ma chère mère, Tu es l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Rien ne vaut ta présence, tes sacrifices et tout ce que tu as fait pour mon évolution et mon bien être. **RATIBA**

À mon cher frère **SALIM**, pour ton encouragement, ta compréhension et ta présence.

À mon amie et sœur **WISSAM**, Pour ta présence dans les bons comme dans les mauvais moments, pour ta loyauté, ta confiance, ta gentillesse, ta générosité et pour finir ta personne.

À Mehdi K mon partenaire de vie, pour ta présence, ton écoute, tes encouragements et ta motivation dans les dures comme dans les bons moments, je te dédie ce travail que dieu te garde pour moi.

À **YASMINA, CYLIA** mes amies et **YASMINE, NAWEL** mes cousines

À toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, je vous adresse ma plus sincère gratitude.

Que Dieu, le tout puissant, vous préserve, vous accorde santé, longue vie et bonheur

Enfin, à **MOI-MEME**.

Serine

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents Je ne pourrai jamais assez-vous dire merci pour, le soutien, les conseils et les encouragements et pour les prières qui m'ont accompagnée tout au long de mes études. Ce travail est le fruit de tous vos sacrifices, que mieux que des mots, ils traduisent tout l'amour que je ressens pour vous Que Dieu vous garde.

Ma petite sœur **ASMA**

Mes amies, mes sources de joie et de bonheur : **LILIA, LITICIA, CHANEZ, NOUR DJIHAN, HANANE** pour leurs encouragements.

Anias

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Aspect morphologique d' <i>Inula Viscosa L.</i>	07
Figure I.2 : Aspect morphologique des parties aériennes de l'espèce <i>Inula Viscosa L.</i> ..	08
Figure I.3 : Répartition géographique de l' <i>Inula Viscosa L.</i> dans le monde	09
Figure I.4 : Répartition géographique du <i>Schinus Molle L.</i> dans le monde	11
Figure I.5 : Aspect morphologique de l'espèce <i>Schinus Molle L.</i>	14
Figure I.6 : Les procédés d'extraction des composés bioactifs	17
Figure I.7 : Morphologie du <i>Staphylococcus aureus</i> (Bactérie Gram positif).....	26
Figure I.8 : Morphologie de l' <i>Escherichia coli</i> (Bactérie Gram négatif)	27

Chapitre II

Figure II.1 : Localisation géographique de la zone de récolte des plantes <i>Inula Viscosa L.</i> et <i>Schinus Molle L.</i> (Google Maps)	30
Figure II.3 : Macération d' <i>Inula Viscosa L.</i> par solvant organique volatil	31
Figure II.4 : Mode opératoire de l'évaporation	32
Figure II.4 : Mode opératoire de l'évaporation	34
Figure II.5 : Hydrodistillation des poudres des parties aériennes des deux plantes	36
Figure II.6 : Les capsules de compléments alimentaires à base de vitamine E utilisés (BIOMAXVitamine E)	39
Figure II.7 : L'appareil IRTF utilisé (Shimadzu IR Affinity-1)	43
Figure II.8 : Un spectre IF-Rouge qui représente la correspondance de chaque pic aux et différentes liaisons atomiques.....	42
Figure II.9 : Pré-séchage de la gélose dans les boîtes de pétri.....	44
Figure II.10 : (A) : Ensemencement, (B) : Prélèvement des souches bactériennes à l'aide	

de l'écouvillon.....	46
Figure II.11 : Schéma explicatif de la méthode de diffusion sur gélose (puits)	45
Figure II.12 : (A) Incubation dans une étuve à 37°C, (B) Lecture des diamètres d'inhibition	47
Figure II.13 : Tubes à essais contenant les pommades + bouillon nutritif (test de stérilité)	48
Figure II.14 : La brûlure effectuée sur la peau rasée du lapin	50
Figure II.15 : Pose de la pommade à l'aide des compresses stériles	50

Chapitre III

Figure III.1 : Illustration graphique (Histogramme) de la comparaison des Rendements en % des huiles essentielles de chaque plante.....	53
Figure III.2 : Illustration graphique (Histogramme) de la comparaison entre des Rendements en % des extraits éthanoliques de chaque plante.....	54
Figure III.3 : Spectre IF-Rouge de l'huile essentielle <i>Inula Viscosa L.</i>	56
Figure III.4 : Spectre IF-Rouge de l'extrait éthanolique <i>Inula Viscosa L.</i>	56
Figure III.5 : Spectre IF-Rouge de la pommade à base l'extrait éthanolique <i>Inula Viscosa L.</i>	57
Figure III.6 : Spectre IF-Rouge de l'huile essentielle du <i>Schinus Molle L.</i>	57
Figure III.7 : Spectre IF-Rouge de la pommade à base d'huile essentielle du <i>Schinus Molle L.</i>	58
Figure III.8 : Spectre IF-Rouge de la pommade à base l'extrait éthanolique <i>Inula Viscosa L.</i> et de l'huile essentielle du <i>Schinus Molle L.</i>	58
Figure III.9 : Test de stérilité des pommades	63
Figure III.10 : Les résultats des tests antimicrobiens des 3 pommades testées sur les deux souches bactériennes.....	65

Figure III.11 : L'évolution de la cicatrisation de la plaie brûlée [1-12jours] 69

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1 : Classification botanique de l'espèce <i>Inula Viscosa</i> L.....	06
Tableau I.2 : Classification botanique de l'espèce <i>Schinus Molle</i> L.....	12
Tableau I.3 : Quelques exemples de formes galéniques et leur état physique pour quelques voies d'administrations.....	21
Tableau I.4 : Les différentes formes semi-solides, leur définition, leurs excipients et leur utilisation	22

Chapitre II

Tableau II.1 : Quelques spécifications sur le prétraitement des plantes.....	31
Tableau II.2 : Les quantités utilisées de chaque plantes et la durée d'agitation pour la macération.....	33
Tableau II.3 : Les quantités utilisées des deux plantes pour l'hydrodistillation	35
Tableau II.4 : Les quantités utilisées en excipients et en principes actifs.....	40
Tableau II.5 : Transcription des diamètres d'inhibition des puits	48

Chapitre III

Tableau III.1 : Les caractères organoleptiques (odeur, couleur et texture) des huiles, des poudres et des extraits éthanoliques des deux plantes.....	52
Tableau III.2 : La couleur, l'odeur et la mesure du pH de chaque pommade.....	52
Tableau III.3 : Les rendements d'extraction des huiles essentielles de l' <i>Inula Viscosa</i> et du <i>Schinus Molle</i> par Hydrodistillation de type <i>Clevenger</i>	54
Tableau III.4 : Les rendements d'extraction des extraits éthanoliques de l' <i>Inula Viscosa</i> et du <i>Schinus Molle</i> par macération	56

Tableau III.5 : Les principales bandes IF-Rouge identifiées sur les Spectres des différents échantillons	61
Tableau III.6 : Les résultats de l'activité antimicrobienne des pommades formulées.....	66
Tableau III.7 : Les taux de réduction des plaies.....	70

Sommaire

Remerciemen

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction **1**

Chapitre I

I.1. Généralités sur les plantes médicinales et leurs compositions chimiques	3
I.1.1. Les plantes médicinales	3
I.1.2. La phytothérapie	4
I.1.3. La composition chimique des plantes médicinales	4
I.1.3.1. Les métabolites primaires (MP)	4
I.1.3.2. Les métabolites secondaires (MS)	4
I.2. Etude bibliographique sur les espèces végétales étudiées	5
I.2.1. Présentation d' <i>Inula Viscosa L.</i>	5
I.2.1.1. Classification systématique	5
I.2.1.2. Appellations	6
I.2.1.3. Description botanique	7
I.2.1.4. Répartition géographique et habitat	8
I.2.1.5. Utilisation de l'espèce <i>Inula Viscosa L.</i>	9
I.2.1.6. La composition chimique de l' <i>Inula Viscosa L.</i>	10
I.2.2. Présentation du Schius Molle L.	11
I.2.2.1. Classification systématique	12
I.2.2.2. Appellations	12
I.2.2.3. Description botanique	13
I.2.2.4. Habitat	14

I.2.2.1.	Utilisation de l'espèce <i>Schinus Molle L.</i>	14
I.2.2.2.	La composition chimique du <i>Schinus Molle L.</i>	15
I.3.	Les composés bioactifs des plantes	16
I.3.1.	Définition des huiles essentielles	16
I.3.2.	Définition des extraits alcooliques	16
I.3.3.	Méthodes d'extraction des composés bioactifs	17
I.3.3.1.	L'hydrodistillation	17
I.3.3.2.	L'extraction par solvant organique volatil à froid	18
I.3.4.	Les domaines d'application des huiles essentielles	18
I.3.5.	Conservation des huiles essentielles	19
I.4.	Formes galéniques	20
I.4.1.	Définition	20
I.4.2.	Définition de la forme semi-solide pour administration cutanée	21
I.4.3.	Les excipients et leurs principaux rôles	24
I.4.3.1.	Origine des excipients	24
I.4.3.2.	Les Principaux rôles des excipients	24
I.5.	Activité biologique	24
I.5.1	Activité antibactérienne	24
I.5.2.	Les bactéries	25
I.5.3.	Classification des bactéries	25
I.6.	Test in-vivo pour l'activité cicatrisante	28
I.6.1.	Définition	28
I.6.2.	Les brûlures	28
I.6.3.	La peau du lapin	28
Chapitre II		
II.1.	Critères de choix des plantes	29
II.2.	Matières végétales	30
II.3.	Protocoles d'extractions des principes actifs	31

II.3.1. Macération (extraction solide/liquide) par solvant organique volatil	32
II.3.2. Hydrodistillation	35
II.4. Les pommades	37
II.4.1. Caractérisation des pommades	40
II.5. Test Microbiologique	43
II.5.1. Tests de stérilité des pommades	46
II.5.1.1. Test de cicatrisation in-vivo (Étude de l'effet anti brûlures de la crème)	47
II.5.1.2. Evaluation de l'efficacité de la pommade	49

Chapitre III

III.1 L'évaluation et la caractérisation des huiles essentielles des extraits éthanoliques et des pommades	50
III.2. Calcul des rendements d'extraction	52
III.2.1. Rendement des huiles essentielles de l' <i>Inula Viscosa L</i> et du <i>Schinus Molle L</i> .	52
III.2.2. Rendement des extraits éthanoliques de l' <i>Inula Viscosa L</i> et du <i>Schinus Molle L</i> .	54
III.3 Caractérisation par spectroscopie infra rouge à transformée de Fourier (IRTF)	55
III.3.1. Les spectres de la plante <i>Inula Viscosa L</i> .	56
III.3.2. Les Spectres de la plante <i>Schinus Molle L</i> .	57
III.3.3. Le spectre à base d' <i>Inula Viscosa L</i> . et <i>Schinus Molle L</i> .	58
III.4. Évaluation de l'activité antimicrobienne des différentes Pommades	62
III.5. Évaluation de l'activité cicatrisante des différentes pommades	67

Conclusion

Revue Bibliographiques

Annexe

Résumé

Introduction

Introduction

Depuis plusieurs années, l'utilisation des plantes médicinales ou des préparations à base de plantes connaît un succès croissant. Ainsi, d'après les estimations de l'organisation mondiale de la santé, plus de 80% de la population mondiale dépend principalement de la médecine traditionnelle pour faire face aux problèmes de santé (OMS, 2012). [1]

Le recours aux pratiques traditionnelles à base de plantes médicinales est expliqué par plusieurs raisons tels que le coût élevé des produits pharmaceutiques, les habitudes socioculturelles des populations, la nécessité de disposer d'options thérapeutiques pour les agents pathogènes résistants et l'existence de maladies chez l'homme et les animaux pour lesquelles il n'y a pas de traitement efficace. Ceci est dû à la présence des molécules bioactives. Parmi ces composés bioactifs on trouve les alcaloïdes et les composés phénoliques. Ces derniers constituent le principal groupe des métabolites secondaires ayant une forte capacité antibactérienne, anti-inflammatoire, antioxydante...etc., et cela est relatif à chaque plante. [2]

En Algérie, les plantes ont une importance dans la médecine traditionnelle (phytothérapie). Les remèdes utilisant les plantes sont moins chers et sans effets indésirables. La flore algérienne est caractérisée par sa diversité florale : méditerranéenne, saharienne et paléo tropicale, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques. Il existe de nombreux exemples de fausses identifications de plantes qui ont entraîné des cas d'intoxication. Toutes les plantes ne sont pas considérées comme plantes à huiles essentielles. [3]

Les deux plantes qui ont suscité notre intérêt ont une grande biodiversité et renferment une richesse de substances actives présentant divers effets thérapeutiques et dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne. Nous nous sommes intéressés à deux plantes aromatiques :

La première est l'*Inula viscosa* appelée communément « Inule visqueuse », une espèce de la famille des *Astéracée*, largement utilisée en médecine traditionnelle, autour du bassin méditerranéen. On peut la trouver un peu partout en Algérie et elle est habituellement utilisée dans les villages algériens par la population pour la guérison des plaies ouvertes et les brûlures. Pour ses effets antiseptiques, anti-inflammatoires et coagulante. [4]

Pour la deuxième plante, il s'agit du *Schinus Molle* aussi appelé le poivre rose, ou bai rose de la famille des *Anacardiaceae* originaire du Brésil. Elle est également présente dans les forêts méditerranéennes. Le *Schinus Molle* présente des propriétés anti-inflammatoires, cicatrisantes et antimicrobiennes. En médecine traditionnelle, les feuilles sont utilisées pour traiter les maux de dents en les mâchant [5] et les baies (fruits) ont été principalement utilisées

Introduction

pour leur action sur les bactéries. C'est à partir de ces parties de la plante que certains médicaments sont fabriqués. [6]

Il nous paraissait, donc, intéressant d'explorer la piste d'une possible synergie entre les deux plantes en utilisant les huiles et les extraits alcooliques qui pourrait potentialiser les effets cicatrisants dans le cas des brûlures et des effets microbiens sur les bactéries. De ce fait nous les avons incorporé dans une préparation galénique afin d'améliorer leur pouvoir d'adsorption relativement faible sous forme brute.

La forme galénique choisie pour les extraits de plantes est la forme semi-solide pommade, en raison de son application topique directe sur la peau, permettant une administration ciblée et une couverture uniforme. Elle offre également une protection cutanée, une libération contrôlée des composants actifs et une bonne tolérance cutanée, ce qui en fait un choix adapté pour les traitements dermatologiques, les irritations cutanées, ou lorsque la stabilité des composants est un facteur critique.

Cependant notre travail comporte trois chapitres après une introduction générale :

Le premier chapitre traite une revue bibliographique sur les deux espèces végétales étudiées, leurs propriétés thérapeutiques et leurs compositions (métabolites secondaires), sur la caractérisation des matières premières utilisées, généralité sur les huiles essentielles, l'élaboration et caractérisation des pommades galéniques, les brûlures, la cicatrisation cutanée et l'utilisation des animaux préalablement brûlés en laboratoire

Le second chapitre est consacré à la partie expérimentale dont la présentation du matériel et des méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail. Il est divisé en deux parties :

- 1- L'extraction des métabolites secondaires par deux méthodes d'extraction : hydrodistillation de type *Clevenger* et macération.
- 2- La formulation des pommades à base végétale : extraits alcoolique et huiles essentielles des deux plantes.
- 3- L'étude biologique *in-vivo* et *in-vitro* par des tests microbiologiques et cicatrisants (anti brûlures) sur des lapins.

Le troisième chapitre porte sur les résultats et discussions. Nous terminons ce travail par une conclusion générale.

Chapitre I :
Synthèse
bibliographique

I.1. Généralité sur les plantes médicinales et leurs compositions chimiques

I.1.1. Les plantes médicinales

Dans le domaine pharmaceutique, l'utilisation du terme "plante médicinale" est pleinement justifiée, car une proportion significative des médicaments actuellement employés provient des plantes. Ces médicaments sont développés soit en reproduisant la molécule active "naturelle" par hémi-synthèse, soit en l'extrayant directement de la plante. On se focalise sur une molécule spécifique issue de la plante médicinale et on l'isole pour obtenir une concentration élevée de ce principe actif.

De nos jours, il est peu courant d'utiliser une plante médicinale dans sa totalité. Au lieu de cela, on privilégie l'utilisation de certaines parties spécifiques de la plante (floraux, racines, tige, graine, feuille, fruit, etc.), qui peuvent avoir des utilisations distinctes et qui sont détaillées dans la monographie spécifique à la plante médicinale. [7]

La plante médicinale est aussi appelée «drogue végétale», car elle permet d'identifier l'organe possédant les propriétés thérapeutiques recherchées et d'après la définition de la Pharmacopée Française (**11ème édition en vigueur**) :

« 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 aussi avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques ». [8]

Une plante médicinale se distingue d'une plante "classique" par la présence de principes actifs qui lui confèrent des propriétés thérapeutiques, mais qui peuvent également entraîner des effets indésirables, similaires à ceux des médicaments chimiques appelés «toxicité».

Pour reprendre un communiqué de 2012 d'Isabelle Adenot, Présidente du Conseil National de L'Ordre des Pharmaciens :

« A l'heure où circule l'idée que les plantes, en opposition aux médicaments de synthèse, guérissent nécessairement en douceur, il est important de rappeler que les plantes médicinales contiennent des substances actives puissantes potentiellement dangereuses si elles ne sont pas utilisées à bon escient et qu'une substance n'est pas moins dangereuse sous prétexte qu'elle vient de la nature ». [9]

I.1.2. La phytothérapie

La phytothérapie est une thérapie visant à traiter divers troubles fonctionnels et états pathologiques en utilisant des plantes, leurs parties et des préparations à base de ces dernières. Elle puise ses origines dans la médecine traditionnelle. Le terme "phytothérapie" est dérivé des mots grecs "*phuton*" et "*therapeia*" signifiant respectivement "plante" et "traitement", soulignant ainsi qu'il s'agit d'une thérapie par les plantes. [10]

L'isolation et la standardisation des principes actifs des plantes ont commencé à partir du XX^{ème} siècle ce qui a permis l'évolution d'une approche empirique vers une discipline scientifique basée sur des données vérifiées et contrôlées, grâce à la pharmacognosie qui étudie les plantes et leurs principes actifs. [11]

Ce savoir transmis de génération en génération s'est enrichi grâce à des analyses botaniques permettant de comprendre les mécanismes d'action des plantes et d'identifier les molécules responsables de leurs effets thérapeutiques en s'appuyant sur des connaissances biochimiques et cliniques pour soulager les symptômes. Elle recourt principalement à des produits d'origine végétale obtenus par extraction et présentés sous forme de spécialités pharmaceutiques.[12]

I.1.3. La composition chimique des plantes médicinales

Des molécules appelées métabolites sont formés à partir du processus énergétique appliqué par les plantes vertes nommé photosynthèse, on distingue deux types de métabolites :

I.1.3.1. Les métabolites primaires (MP)

Les métabolites primaires sont des molécules qui existent dans toutes les cellules des êtres vivants pour fournir les molécules de base telles que : les glucides (sucres), les lipides (acides gras) et les protéines (acides aminés). Chez les plantes ces métabolites sont indispensables au processus vital de la plante (croissance, division cellulaire, respiration, photosynthèse, reproduction). [13]

I.1.3.2. Les métabolites secondaires (MS)

Les métabolites secondaires sont des composés chimiques qui ne participent pas directement au développement et à la reproduction d'un organisme végétal mais ils sont indirectement essentiels à la survie d'une plante. Ces molécules aident celle-ci à se défendre contre les agressions de l'environnement dans lequel elle vit : prédateurs, microorganismes pathogènes et rayonnement solaire.

Les MS peuvent avoir divers fonctions et structures estimées à plusieurs centaines de milliers, parmi eux les huiles essentielles qui sont les plus étudiés. La classification des MS est divisée en trois familles : Les polyphénols (flavonoïdes et les tanins), les terpenoïdes et les alcaloïdes [14] Ils ont un effet sur la circulation sanguine pour réduire le saignement des plaies, ils stimulent la régénération des tissus et favorisent la cicatrisation [15]

I.2. Etude bibliographique sur les espèces végétales étudiées

I.2.1. Présentation d'*Inula Viscosa L.*

L'*Inule visqueuse L.* est une plante largement utilisée en médecine traditionnelle, originaire des régions méditerranéennes. Elle appartient à la famille des Astéracées (Composées), qui est une famille végétale répandue dans les régions tempérées et froides du monde. Cette grande famille compte plus de 13 tribus, 1 500 genres et 23 000 espèces. En Algérie, on recense 109 genres et 408 espèces de cette famille. La famille des Astéracées est caractérisée par sa richesse en divers composés naturels : des terpenoïdes, des flavonoïdes et des alcaloïdes et aussi riche en lactones sesquiterpéniques qui offrent l'amertume typique de cette famille. [16]

Inula viscosa L. est une plante dont le genre "Inule" tire son origine du mot grec "inula" signifiant purifier, tandis que "viscosa" est un terme latin se référant à la texture collante au toucher de l'exsudat.

En 2007, *Inula viscosa L.* a été reclassée dans le genre *Dittrichia*, (nom du genre donné en l'honneur de **Manfred DITTRICH** ancien directeur de l'herbier du jardin botanique de Berlin). [17]

À la suite d'une révision taxonomique de ce genre par le chercheur **CICCARELLI** en raison de la présence de poils glanduleux sur l'ovaire, caractéristique qui la distingue des autres plantes du genre *Inula*. À l'heure actuelle, elle est officiellement désignée sous le nom de *Dittrichia Viscosa L.* [18, 19]

I.2.1.1. Classification systématique

La classification systématique (botanique) de l'espèce *Inula Viscosa L.* est présentée dans le **Tableau I.1** : [20]

Tableau I.1 : Classification botanique de l'espèce *Inula Viscosa L.*

Règne	Plante
Sous règne	Plante vasculaire
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Sos classe	Astérides
Ordre	Astérales
Famille	Astéracées (composées)
Genre	Inula
Espèce	<i>Inula viscosa L. Aton</i>

I.2.1.2. Appellations

Les appellations de l'espèce *Inula Viscosa L.* sont les suivantes : [21]

- **En français** : Inule visqueuse.
- **En anglais** : Sticky fleabane. [22]
- **En arabe** : Magramane.
- **En berbère** : Amagramane.

I.2.1.3. Description botanique [23, 24, 25]

Il s'agit d'une plante à souche ligneuse de hauteur allant de 30cm à 1.25m (**Figure I.1**), qui présente des caractéristiques hermaphrodites et dégage une odeur de résine.

➤ **Les tiges** : recouvertes de glandes très visqueuses.

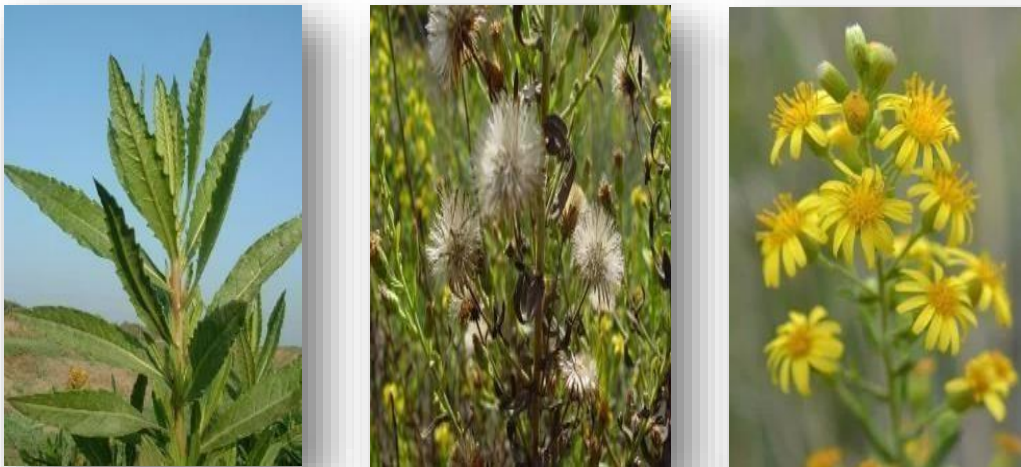
➤ **Les feuilles** : de taille moyenne (larges de 5 mm), alternes, simples, de forme linéaire à lancéolée ou oblongue, avec des bords généralement entiers ou légèrement dentés. Elles sont étroites et pointues, et sont également glanduleuses et collantes. Les feuilles inférieures ont un pétiole, tandis que les feuilles supérieures embrassent la tige (**Figure I.2**).

➤ **Les fleurs** : d'un jaune vif et regroupées en inflorescences formant plusieurs capitules d'un diamètre de 10 à 20 mm, portées par de longs pédoncules (**Figure I.2**). Les fleurons ligulés rayonnent à partir du centre du capitule et mesurent entre 6 et 12 mm de long, dépassant nettement les bractées de l'involucre. L'involucre est composé de bractées inégales, disposées en plusieurs rangées, avec des bractées externes visqueuses à l'extérieur. L'ovaire est infère. La floraison intervient en fin d'été, d'août à novembre. [26]

➤ **Le fruit** : un fruit sec, qui contient une graine unique (d'où l'appellation akène)d'environ 2 mm, surmontés d'une touffe de poils (**Figure I.2**).



Figure I.1 : Aspect morphologique d'*Inula Viscosa L.* (**Originale 2023**).



(A)

(B)

(C)

Figure I.2 : Aspect morphologique des parties aériennes de l'espèce *Inula Viscosa L.* [27]

(A) Les feuilles ; (B) les fruits ; (C) Les fleurs.

I.2.1.4. Répartition géographique et habitat

Inula Viscosa L. est largement répandue dans le bassin méditerranéen, avec une répartition naturelle qui inclut les côtes de l'Europe du Sud (Espagne, Grèce, Italie, Bulgarie), le Moyen-Orient (Jordanie, Syrie et Turquie) et l'Afrique du Nord. Elle est également très présente dans le nord de l'Algérie (**Figure I.3**).

On la trouve fréquemment dans des habitats tels que les rivières asséchées, les champs abandonnés, les bords de routes [27], les sentiers de randonnée et même dans des zones urbaines. Elle pousse également sur des sols argileux et sableux, les falaises côtières ainsi que dans des marécages et autres zones humides [28].

Cette plante a besoin d'une exposition à la lumière. De plus, l'inule visqueuse est capable de se développer dans des sols riches en magnésium et en azote. [29]



Figure I.3 : Répartition géographique de l'*Inula Viscosa L.* dans le monde [31]

(La superficie en bleu représente la zone de distribution du genre *Inula* dans le monde).

I.2.1.5. Utilisation de l'espèce *Inula Viscosa L.*

❖ En médecine traditionnelle

Inula Viscosa L. est une plante médicinale traditionnelle courante dans le bassin méditerranéen. En Algérie, les feuilles sont utilisées séchées pour préparer des tisanes, les feuilles fraîches sont appliquées sur des plaies ouvertes ou des brûlures pour arrêter les saignements et favorise une cicatrisation plus rapide, en rapprochant les chairs tout en ayant une action coagulante, [32] agissant ainsi comme un agent antiseptique et anti-inflammatoire efficace et les huiles essentielles aussi qui sont extraites pour traiter diverses affections telles que la bronchite, le diabète, les troubles du système urinaire et digestif. Ces utilisations traditionnelles témoignent de l'importance de *Inula viscosa L.* dans la médecine populaire pour divers problèmes de santé.[33]

❖ En agriculture

Inula Viscosa L., longtemps considérée comme une mauvaise herbe à tendance envahissante, aurait des vertus naturelles insecticides (par exemple contre la mouche de l'olive) [34] et fongicides intéressantes pour lutter contre un certain nombre de ravageurs et de maladies qui affectent nos cultures (l'entreprise de recherche et développement perpignanaise

spécialisée dans l'exploitation des produits naturels pour l'agriculture, appelée **Akinao**, s'est engagée dans la création d'un biofongicide à base d'inule visqueuse. Ce produit est destiné au traitement de maladies telles que la moniliose des arbres fruitiers et le mildiou de la vigne. [35]

Cette plante offre une abondance de pollen, ce qui en fait une source de nourriture essentielle et de refuge pour de nombreux insectes auxiliaires. Des insectes tels que les chrysopes, les guêpes parasitoïdes et les syrphes y sont attirés. [36]

1.2.1.6. La composition chimique de l'*Inula Viscosa L.*

Un grand nombre d'espèces *Inula* ont fait, à ce jour, l'objet d'études chimiques et de très nombreux métabolites secondaires ont été isolés. Les recherches phytochimiques sur différents organes révélés par divers processus d'extraction ont permis de mettre en évidence, dans le genre *Inula* des métabolites secondaires [37] tels que : les huiles essentielles de teneur qui varient selon les parties (feuilles (0,42%), les fleurs (0,29%) et les racines (0,28%), les terpènes dont (les lactones sesquiterpéniques) et les flavonoïdes. Les principes actifs les plus importants pour l'espèce *Inula viscosa L.* sont : le Camphre, l'Eucalyptol et le thymol qui font partie de la famille des terpènes. [4]

Les résultats de l'analyse chimique de la composition l'huile essentielle des feuilles de l'espèce *Inula Viscosa L.* effectués par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse (CPG/ SM), ont permis l'identification de 37 composés représentant 99,4% de la totalité des constituants. Cette huile a été caractérisée, en particulier, par la présence d'une teneur élevée en sesquiterpènes oxygénés (92,7%), Acide isocostique (70,8%) [38], par les sesquiterpènes alcooliques fokienol (38,3%), E-nerolidol (7,1%) [39] par sa richesse en thymol (6,93%) et en carvacrol (2,27%) [40].

Ainsi par d'autres composants majoritaires aussi tels que : γ -terpène (36,9%), α -pinène (18,9%), β -pinène (8,9%), p-cymène (11,7%), limonène (18,9%), 2,5-diméthoxy-p-cymène (21,2%), β -caryophyllène (16,58%) et α -cadinol (4,2%). [19]

I.2.2. Présentation du *Schinus Molle* L.

Schinus molle L. (Le faux poivrier) est un arbre appartenant à la famille des *Anacardiaceae*, qui regroupe environ 600 espèces végétales angiospermes dicotylédones réparties en 76 genres. [31]

L'arbre *Schinus Molle* L., communément appelé "mole" (prononcé "moyé"), est originaire d'Amérique du Sud, plus précisément des Andes péruviennes. Il est cultivé dans les régions méditerranéennes ainsi qu'en Afrique du Sud. Les membres de la famille des *Anacardiaceae* se trouvent principalement dans les régions tropicales et subtropicales du monde (**Figure I.4**). On peut notamment les trouver au Chili, dans le sud du Brésil et en Uruguay, mais ils sont également présents dans les forêts méditerranéennes. La plupart des espèces de cette famille se distinguent par leur production abondante d'huile essentielle, qui est largement utilisée dans la médecine traditionnelle. [42]

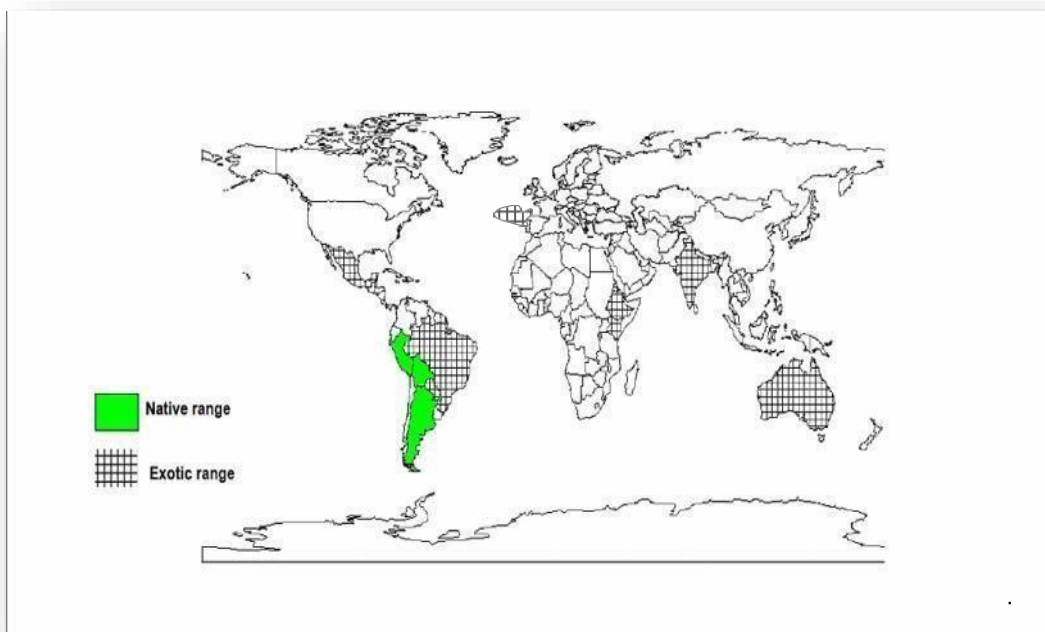


Figure I.4 : Répartition géographique du *Schinus Molle* L. dans le monde [43]

(En vert = La zone originelle ; A petits carreaux = La zone de distribution).

I.2.2.1. Classification systématique

La classification systématique (botanique) de l'espèce *Schinus Molle L.* est présentée dans le **Tableau I.2** : [44]

Tableau I.2 : Classification botanique de l'espèce *Schinus Molle L.*

Règne	Plante
Sous règne	Plante Vasculaire
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Rosidae
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiacees ou Térébinthaceae
Genre	Schinus
Espèce	<i>Schinus Molle L.</i>

I.2.2.2. Appellations

Les appellations de l'espèce *Schinus Molle L.* sont les suivantes [45] :

- **En français** : faux poivrier, mollé des jardins, arbre à résine de Pérou, café de Chine, Poivre brésilien, poivre rose, poivre de Californie.

- **En anglais :** Peruvian mastic, Péruvien pepper, California pepper.
- **En arabe :** Fulful Kadib.
- **En Espagnol :** Falso pimentero, Lentisco del peru.

I.2.2.3. Description botanique

Le faux poivrier est un arbre de taille moyenne, avec une apparence élégante, mesurant généralement de 6 à 12 m de hauteur et de 3 à 5 m de large. Ses branches sont fines et retombantes, donnant l'impression d'un saule pleureur. Il présente une croissance rapide et dégage une agréable odeur de poivre. [46]

➤ **Les feuilles :** sont persistantes et se présentent sous forme de feuilles composées et alternes. Elles mesurent généralement entre 10 à 30 cm de long et sont constituées de 15 à 37 folioles. Les folioles sont lancéolées, d'une longueur de 2 à 6,5 cm, et ont une surface légèrement ridée et presque dépourvue de poils (**Figure I.5**). Lorsqu'on les froisse, elles dégagent une agréable odeur poivrée.

➤ **Les fleurs :** se présentent sous forme de cônes compacts, de couleur blanc jaunâtre et dégageant un parfum de miel. Elles sont regroupées en grappes pendantes d'un diamètre d'environ 4 mm et apparaissent de juin à septembre. Chaque fleur est accompagnée de petites bractées et présente un calice court à 5 lobes, 5 pétales étalés, 10 étamines fixées sur une couronne glanduleuse, ainsi qu'un ovaire et un pistil à 3 stigmates (**Figure I.5**).

➤ **Les fruits :** se présentent sous la forme de baies roses (ou drupes rougeâtres) et ont une taille similaire aux grains de poivre (**Figure I.5**). Ils dégagent une odeur poivrée et ont une saveur piquante. Ces baies poussent en grappes denses, suspendues, et persistent pendant l'hiver. Elles apparaissent généralement entre juin et septembre et mesurent environ 8 mm de diamètre. Bien qu'elles puissent parfois être utilisées comme condiments en raison de leur teneur élevée en huiles essentielles épicées et aromatiques, il est important de noter qu'elles sont réputées toxiques si elles ne sont pas traitées correctement. [45,43 ,47]



Figure I.5 : Aspect morphologique de l'espèce *Schinus Molle L.*

(A) Les feuilles [Originale 2023] ; (B) Les fleurs [48] ; (C) Les fruits [49].

I.2.2.4. Habitat

Dans les régions où les hivers sont doux, le *Schinus Molle L.* peut-être cultivé en plein soleil ou à mi- ombre, à l'abri des vents froids et des embruns. Il préfère un sol peu riche, mais plutôt humifère, sableux et bien drainé. Grâce à son enracinement profond, il peut supporter des périodes de sécheresse temporaire. Dans les régions moins favorables, il est préférable de cultiver le *Schinus Molle L.* en pot, sous abri, en utilisant un mélange de terre légère, de terreau et de sable. [49]

I.2.2.5. Utilisation de l'espèce *Schinus Molle L.*

De nombreux travaux scientifiques ont montré que cet arbre possède de nombreuses propriétés phyto-chimiques, dont plus de 50 composants actifs, communs à la plupart des *Anacardiaceae*.

❖ En médecine

Le *Schinus Molle L.* a longtemps été utilisé dans la médecine traditionnelle par les populations autochtones des régions tropicales. L'huile essentielle extraite du *Schinus Molle L.* présente diverses propriétés bénéfiques, notamment des propriétés toniques, astringentes, vasoconstrictrices, antidiarrhéiques, antispasmodiques, antiseptiques et purgatives. Cette plante est utilisée pour traiter les affections des voies respiratoires telles que les bronchites, les gripes

et même les maux de dents lorsque les feuilles sont mâchées. De plus, il peut être utilisé en cas d'hypertension. Des recherches menées par des scientifiques à Atlanta ont également suggéré que le *Schinus Molle L.* pourrait être utile pour lutter contre la résistance aux antibiotiques. Par ailleurs, d'autres vertus telles que des propriétés antifongiques, antimicrobiennes et anti-inflammatoires ont également été démontrées. [50, 51]

❖ En agriculture

Le *Schinus Molle L.* revêt une grande importance sur le plan ethnobotanique, car il a été utilisé dans diverses régions du Pérou pour contrôler les ravageurs des cultures. De plus, des études ont démontré que les extraits et les huiles essentielles du faux poivrier possèdent des propriétés répulsives. Par exemple, **Rodriguez** et **Egusquiza** ont étudié l'effet insecticide sur la mortalité des larves de pyrale du tubercule *Phthorimaea Zeller* (insecte nuisible). Les composés naturels présents dans le faux poivrier, ainsi que dans d'autres arbres, ont contribué de manière significative à la limitation des pandémies et des famines en ciblant de plus en plus précisément des mécanismes biologiques spécifiques. [52]

○ Toxicité

Les cordes pendantes des petites baies roses et les grains de cet arbre sont réputés pour être modérément toxique. Le pollen, au contact ou en inhalation, peut provoquer une dermatite et des réactions asthmatiques.

I.2.2.6. La composition chimique du *Schinus Molle L.*

Les huiles essentielles de la plante (feuilles et baies) ont été extraites par hydrodistillation. La détermination des indices physicochimiques de ces huiles a montré que les (huiles essentielles) HE des feuilles sont plus lourdes et stable que celle des baies. L'identification des principaux constituants par la Chromatographie en phase liquide couplée à la spectroscopie de masse (CPG/SM) a indiqué que les huiles essentielles du faux poivrier sont formées de 67 composés représentant 100 % de la totalité des constituants pour l'espèce *Schinus molle*. Les composés majoritaires sont l' β -phellandrene (24,32%), limonene (21,62%), β -myrcene (17,76%), l' β -pinene (4,13%), 3-carene (17,35%), [53], l' α -Phellandrene (28.01 %), le Camphène (10.13%) et le DeltaCadinène (8.08 %). [54]

I.3. Les composés bioactifs des plantes

I.3.1. Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles HE aussi appelées huiles volatiles, sont des substances liquides naturelles de métabolites secondaires très concentrées, à température ambiante et peu solubles. Elles sont isolées par distillation ou par d'autres méthodes d'extraction à partir de plantes (fleurs, racines ou d'autres parties de végétaux). [56]

D'un point de vue scientifique, les huiles essentielles sont étudiées pour leurs propriétés chimiques, leurs effets pharmacologiques et leurs applications potentielles. La composition chimique des huiles essentielles varie en fonction de la plante et de l'organe utilisé, des conditions de culture, de la méthode d'extraction et d'autres facteurs environnementaux comme la température, l'irradiance et la photopériode. [57]

Les huiles essentielles pures et naturelles ne contiennent aucun corps gras contrairement aux huiles végétales. Elles sont composées de molécules à squelette carboné et ne contiennent ni vitamine, ni sels minéraux, mais peuvent modifier leur absorption et leur assimilation par l'organisme. Les huiles essentielles sont des substances complexes qui contiennent plusieurs centaines de composants généralement lipophiles, cependant on peut les regrouper en familles de substances chimiques. Ce sont ces molécules connues et chimiquement identifiées qui confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés thérapeutiques comme par exemple les effets : antimicrobiens, anti-inflammatoires, antioxydants, analgésiques, antifongiques. [58]

I.3.2. Définition des extraits alcooliques

Un extrait alcoolique de plantes est une préparation liquide obtenue en macérant ou en faisant tremper des parties de plantes (telles que les feuilles, les racines, les fleurs, ou les graines) dans de l'alcool, généralement de l'éthanol, pour extraire les composés actifs de la plante. Ce processus permet de dissoudre et de concentrer les constituants chimiques de la plante, y compris les composés photochimiques tels que : les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins, les terpènes, les huiles essentielles, et d'autres substances bioactives. [59]

Les extraits alcooliques de plantes sont utilisés pour leurs propriétés médicinales, notamment pour traiter divers problèmes de santé, soulager les symptômes de maladies et soutenir la santé générale. Ils peuvent être pris par voie orale, ajoutés à des préparations topiques pour une application sur la peau, ou utilisés comme ingrédients dans la formulation de médicaments à base de plantes. [60]

I.3.3. Méthodes d'extraction des composés bioactifs

Il existe plusieurs procédés d'extraction des composés bioactifs, et ils peuvent varier en fonction des plantes utilisées. Voici quelques-uns des procédés d'extraction les plus couramment utilisés regroupés dans la **Figure I.6** :

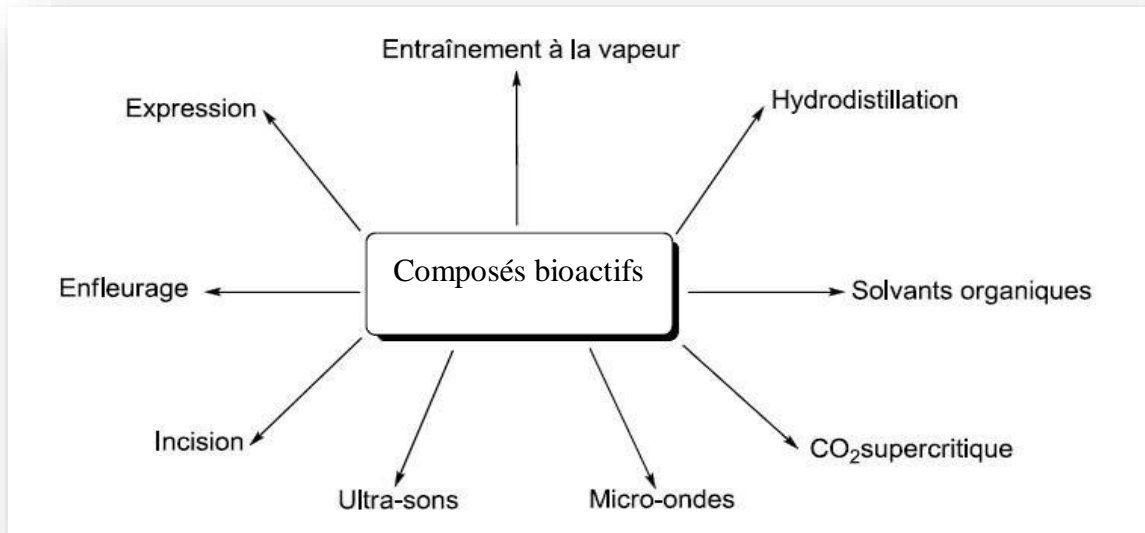


Figure I.6 : Les procédés d'extraction des composés bioactifs. [61]

L'hydrodistillation, et l'extraction par solvant organique volatils représentent les procédés d'extractions les plus anciens et les plus utilisés.

I.3.3.1. L'hydrodistillation

Ce mode d'extraction a été le plus utilisée pour extraire les huiles essentielles et pouvoir les séparer à l'état pur, mais aussi de fournir de meilleurs rendements. Le principe consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau, l'ensemble est porter à ébullition à pression atmosphérique, La chaleur permet l'éclatement des cellules et la libération des molécules odorantes.

Les vapeurs hétérogènes vont se condenser sur une surface froide et l'huile essentielle sera alors séparée par différence de densité. [62]

I.3.3.2. La distillation par solvant organique volatil (Macération) [63]

Certains composés volatils ne peuvent pas être extraits efficacement par distillation à la vapeur ou par hydrodistillation. Dans ces cas, des solvants organiques à bas point d'ébullition tels que l'éthanol ou l'hexane peuvent être utilisés pour extraire les huiles essentielles. Les plantes sont trempées dans le solvant, ce qui permet de dissoudre les composés aromatiques. Après filtration, l'huile essentielle est ensuite séparée du solvant en évaporant ce dernier. L'évaporation du solvant donne un mélange odorant de consistance pâteuse, coloré et très aromatique appelé «concrète». [64]

L'extraction par les solvants présente toutefois des désavantages liés au manque de sélectivité de ces produits : de nombreuses substances peuvent de ce fait se retrouver dans le mélange pâteux (huiles fixes, phospholipides, cires) et impose une purification ultérieure. D'autres contraintes qui sont : Le cout, à cause de la grande consommation des solvants et des équipements, et la toxicité des solvants et leurs traces dans le produit final. [65]

I.3.4. Les domaines d'application des huiles essentielles [43]

Par leurs nombreuses et diverses propriétés, les plantes aromatiques et leurs essences trouvent leurs emplois dans de multiples domaines telles que : l'alimentation, la pharmacie, la parfumerie, l'aromathérapie et autres.

❖ En pharmacologie

De nombreux produits pharmaceutiques tels que les sirops, les gouttes et les gélules contiennent un grand nombre d'huiles essentielles dans leur composition. De plus, les huiles essentielles sont utilisées naturellement dans la préparation d'infusions, notamment à base de verveine, de thym, de menthe, et autres plantes. Elles sont largement utilisées pour traiter diverses maladies, tant internes qu'externes, telles que les infections d'origine bactérienne ou virale, les troubles humoraux ou nerveux. En médecine dentaire, par exemple, la solution de Listerine, qui contient des huiles essentielles de thymol et d'eucalyptol, est connue pour son activité bactéricide. Certaines huiles essentielles ont également été utilisées pour soulager la fatigue, les maux de tête, les douleurs musculaires et les problèmes respiratoires. Cependant, il est important de noter que ces utilisations ne reposent pas toujours sur des bases scientifiques rigoureuses, mais sont souvent issues de pratiques empiriques et de tentatives.

❖ En aromathérapie

L'aromathérapie est une branche de la phytothérapie qui se concentre sur l'utilisation des huiles essentielles pour le traitement de diverses maladies, ainsi que pour la guérison des blessures et des infections. Cette discipline suscite de plus en plus d'intérêt parmi les médecins et les pharmaciens, qui ont publié de nombreux ouvrages sur l'aromathérapie dans différents domaines d'application tels que l'acupuncture, l'ostéothérapie, la rhumathérapie, etc

❖ En parfumerie et cosmétique

Les huiles essentielles, les concrètes, les absolues et les résinoïdes trouvent leur principal débouché dans l'industrie cosmétique, ainsi que dans le secteur des produits d'hygiène. En particulier, l'utilisation des huiles essentielles dans les crèmes et les gels permet de préserver ces produits grâce à leurs propriétés antiseptiques et antioxydantes, tout en leur apportant une agréable odeur. Les isolats sont également utilisés dans l'industrie de la parfumerie, telle que l'huile de *Schinus molle L.*, même si le coût souvent élevé des produits naturels peut parfois favoriser l'utilisation de produits synthétiques.

❖ En agro-alimentaire

Les huiles essentielles sont largement utilisées dans différents segments de l'industrie alimentaire en raison de leur potentiel aromatique varié. Elles sont présentes dans de nombreux secteurs, tels que les boissons non alcoolisées, les confiseries, les produits laitiers, les soupes, les sauces, les produits de boulangerie et les produits carnés. Cependant, ces dernières années, une attention particulière a été accordée à l'utilisation potentielle des huiles essentielles comme conservateurs, en raison de la présence de composés dotés de propriétés antimicrobiennes et antioxydantes.

I.3.5. Conservation des huiles essentielles

Beaucoup de dégradations peuvent modifier les propriétés et /ou mettre en cause l'innocuité de l'huile essentielle lors du stockage, il convient de les éviter, pour cela, on préconise l'utilisation de flacons propres et secs en verre teinté, de préférence en verre ambré, bleu foncé ou vert foncé. Ce qui protège les huiles essentielles de la lumière directe du soleil, qui peut altérer leur composition chimique, par ailleurs, des incompatibilités sérieuses peuvent exister avec certains conditionnements en matières plastiques. [66]

Ces flacons doivent être fermés de façon étanche et hermétique pour éviter l'oxydation et la volatilisation des composés volatils, car l'humidité peut entraîner à une détérioration. La chaleur excessive peut altérer les propriétés des huiles essentielles, donc stockage doit être réalisé à l'abri de la chaleur à une température idéale de stockage qui se situe généralement entre 15 et 25°C. Dans certains cas, un antioxydant approprié peut être ajouté. Dans ce cas, cet additif est à mentionner lors de la vente ou l'utilisation de l'huile essentielle. [67]

I.4. Formes galéniques

I.4.1. Définition

Selon Le Petit Larousse, Galénique veut dire “ qui concerne la préparation, la conservation et la présentation des médicaments”. Nous pouvons donc dire que la forme galénique correspond à la forme selon laquelle est administré un traitement. [68]

On appelle forme galénique (ou forme pharmaceutique), l'état sous lequel les substances médicamenteuses sont amenées par les opérations pharmaceutiques dans le but d'assurer leur administration et de garantir leur stabilité. [69]

En général, la forme galénique est choisie de manière à ce que les principes actifs puissent atteindre rapidement et efficacement les organes ou les zones spécifiques du corps pour lesquels ils sont destinés. De plus, elle permet également d'adapter un médicament aux besoins particuliers d'un patient. [70]

Les différentes formes galéniques utilisées en médecine humaine et vétérinaire dépendent et sont définies par la voie d'administration choisie. On qualifie de "voie d'administration appropriée" toute voie qui favorise une absorption maximale du principe actif. [61]

Il existe différentes façons d'aborder les formes pharmaceutiques, elles sont classées suivant leur état physique (liquide, solide, semi-solide) et leurs voies d'administration (orale, injectable, etc.)

Les différentes formes galéniques les plus courantes et leur voie d'administration sont les suivantes : (**Tableau I.3**)

Tableau I.3 : Quelques exemples de formes galéniques et leur état physique pour quelques voies d'administrations. [72]

Voie d'administration	Mode d'administration	Formes galéniques	Etat physique
Orale	Administrées par la bouche	comprimés, gélule, sirop, solution buvable, suspension buvable	Solide, liquide
Injectable	Administrées par injection	solution, poudre (lyophilisat), solution pour perfusion lente	Solide, liquide
Dermique	Appliquées sur la peau	pommade, gel, crème, pâte, lotion	Semi-solide, liquide
Inhalée	Administrées par aérosols	dispositif à poudre, aérosol	Solide
Rectale	Introduites par le rectum	suppositoire	Solide
Vaginale	Introduites par le vagin	ovule, capsule vaginale, comprimé vaginal	Solide

On peut trouver aussi d'autres formes d'administration comme celles par le nez, les oreilles et les yeux : nasale, ORL et ophtalmique respectivement.

I.4.2. Définition de la forme semi-solide pour administration cutanée

Les formes semi-solides utilisées pour l'application sur la peau ou certaines muqueuses sont des préparations ayant une consistance intermédiaire entre solide et liquide. Le terme semi-

solide décrit bien cette combinaison de propriétés mécaniques, où le matériau est solide mais peut subir des déformations importantes et irréversibles (visqueuses). Elles sont conçues dans le but d'agir localement ou de permettre la pénétration des principes actifs à travers la peau. Ces

préparations sont composées d'un mélange d'un ou plusieurs principes actifs avec un ou plusieurs excipients. Elles peuvent également contenir des additifs appropriés tels que des conservateurs antimicrobiens, des antioxydants, des émulsifiants, des stabilisants et des épaississants. Les systèmes pâteux sont des formes galéniques privilégiées pour leurs deux propriétés fondamentales : déformation et adhérence. [73]

Les différentes formes semi-solides incluent : **les pommades, les pâtes, les gels et les crèmes dermiques (Tableau I.4).**

Tableau I.4 : Les différentes formes semi-solides, leur définition, leurs excipients et leur utilisation. [73, 74, 75]

Formes	Définition	Excipient	Utilisation
Semi-solides			
Pommades	Des préparations contenant un ou plusieurs principes actifs (solide ou liquide), à base huileuse ou aqueuse et à excipient monophasé dans lequel le ou les principes sont dissouts ou dispersés.	HYDROPHOBE : la vaseline, la paraffine solide et liquide ; les huiles végétales ; les graisses animales ; les glycérides synthétiques ; les silicones. HYDROPHILE : l'excipient est miscible à l'eau, constitué de mélanges de margots (polyéthylène glycols) liquides et solides. P.E.G ; glycol ou autres alcools.	- Traiter des lésions ou affections. -Protéger de l'agression extérieure. - Prévenir la faiblesse ou l'absence de la couche hydrolipidique physiologique.
Pâtes	Les pâtes sont des pommades à forte proportion de poudre(les poudres sont dispersées après avoir été finement pulvérisées avant	LIPOPHILE : huile, cire, hydrocarbures. HYDROPHILE : eau, glycérine, P.E.G (polyéthylèneglycol)	-Protéger la surface cutané (avec ou sans lésion). - Protéger des agressions extérieurs (chimique, rayonnement).

	d'être dispersée dans l'excipient.		
Gels	Aqueux (hydrogels) ou organiques (organogels) constitué d'un liquide gélifiant. Le principe actif est dissous dans les solvants	<p>Gels hydrophobes (Oléogels) : l'huile de paraffine liquide associée à du polyéthylène, les huiles grasses gélifiées par de la silice colloïdale ou des savons d'aluminium ou de zinc.</p> <p>HYDROGELS : de l'eau, du glycérol et du propylène glycol gélifiés par : la gomme adragante, l'amidon, des dérivés de la cellulose, de silicates de magnésium, d'aluminium ou des polymères carboxyvinyles.</p>	- Assurer une bonne pénétration des principes actifs.
Crèmes dermiques	Des préparations de consistance molle contenant de fortes proportions d'eau et d'huile à excipient multiphasé dans lequel les principes sont dissous ou dispersés.	<p>Que la graisse de laine, les esters des orbitane et les monoglycérides.</p> <p>HYDROPHILE : (la phase externe est la phase aqueuse des agents émulsifiants « huile dans eau » tels que la triéthanolamine, les alcools gras sulfatés et les polysorbates)</p>	- Peut être appliquée sur une peau saine, des lésions ou des plaies.

I.4.3. Les excipients et leurs principaux rôles

Les excipients, connus également sous les noms de "véhicules" ou "adjuvants", sont des substances qui n'ont pas d'effet pharmacologique en elles-mêmes, mais qui ont pour rôle de faciliter l'administration et la préservation du principe actif du médicament. L'une des caractéristiques essentielles recherchées pour un excipient est son inertie, c'est-à-dire sa capacité à rester inactif vis-à-vis des principes actifs, des matériaux de conditionnement et de l'organisme. Il est important que l'excipient n'interagisse pas avec ces éléments afin de préserver l'efficacité du médicament et d'assurer sa stabilité. [76]

I.4.3.1. Origine des excipients

- **Excipients d'origine minérale** : minéraux liquides (eau), semi-solides (cire) et minéraux solides (talc).
- **Excipients d'origine organique** : vaseline et huile de silicone.

I.4.3.2. Les Principaux rôles des excipients [77]

- Contribuer à la réalisation technique de la forme galénique en fonction de la voie d'administration (liants ou diluants).
- Stabiliser le principe actif (conservateurs et des antioxydants).
- Solubiliser le principe actif s'il est hydrophobe (huiles ou émulsions).
- Assurer une dissolution dans un milieu spécifique, tel qu'un verre d'eau, la bouche, l'estomac ou l'intestin, ce qui a une influence significative sur la biodisponibilité du principe actif. (Délitant, etc.).
- Assurer, pour les formes à voie orale, un goût et un aspect agréables dans la mesure du possible (édulcorants, des colorants, etc.).

I.5. Activité biologique

I.5.1. Activité antibactérienne

Les propriétés antimicrobiennes des plantes médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser. [78]

L'activité antibactérienne désigne la capacité d'une substance à inhiber la croissance et à tuer les bactéries. Les agents antibactériens agissent en ciblant spécifiquement les bactéries, en perturbant leur métabolisme, leur membrane cellulaire ou leur synthèse protéique. Cela peut conduire à la mort des bactéries ou à leur incapacité à se multiplier. Les activités antibactériennes sont importantes dans la lutte contre les infections bactériennes et peuvent être utilisées dans divers domaines tels que la médecine, la microbiologie et l'industrie alimentaire. [79]

I.5.2. Les bactéries

Les bactéries sont des microorganismes la plupart du temps unicellulaires et toujours procaryotes, c'est-à-dire dépourvues de noyau délimité par une membrane. Présentes dans tous les types d'environnements, y compris sur la Terre, dans l'eau, dans l'air et dans le corps humain, elles se caractérisent par leur petite taille et leur structure simple avec des formes telles que les coques sphériques, les bâtonnets ou bacilles, et les spirales. [80]

En infectiologie, la distinction majeure se fait entre les bactéries pathogènes, responsables de maladies infectieuses, et les bactéries commensales, qui cohabitent en harmonie avec leur hôte. Il a été estimé que le corps humain est colonisé par environ 10^{14} bactéries, soit dix fois plus de cellules bactériennes que de cellules humaines. Ces bactéries résident sur la peau, dans les voies respiratoires, la bouche, le tube digestif, les voies génito-urinaires, et constituent ce que l'on appelle la «**flore résidente**». [81]

I.5.3. Classification des bactéries

Les bactéries sont classifiées en fonction de leur apparence au microscope et d'autres caractéristiques distinctives. En utilisant la coloration de Gram, développée par le bactériologiste danois **Gram**, les bactéries peuvent être distinguées en bactéries Gram positives (**BGP**) tel que : *Staphylococcus aureus* et bactéries Gram négatives (**BGN**) tel que : *Escherichia coli*, en fonction de la couleur qu'elles prennent après un traitement chimique spécifique. Les bactéries Gram négatives se colorent en rouge, tandis que les bactéries Gram positives se colorent en bleu, en raison des différences dans leurs parois cellulaires, et sont également responsables de différents types d'infection, et sont sensibles à différents types d'antibiotiques. [82]

✓ **Les bactéries utilisées [83]**

↳ *Staphylococcus aureus* (BGP)

Staphylococcus aureus (**Figure I.7**) est un Cocci (coque) Gram positif de 0.8 à 1 μm . De diamètre le plus souvent en amas évoquant l'image de grappes de raisins. Germe très répandu, il vit souvent à l'état commensal sur la peau et les muqueuses des organismes humains et animaux. C'est une bactérie Aérobie - anaérobie facultatif, pousse dans les milieux usuels à une température optimale de 37°C et à un pH optimum de 7,5. Peuvent s'enrichir ou être isolés en bouillon ou sur des milieux solides simples tels que géloses ordinaires ou gélose au sang ou géloses sélectives (milieu de Chapman).

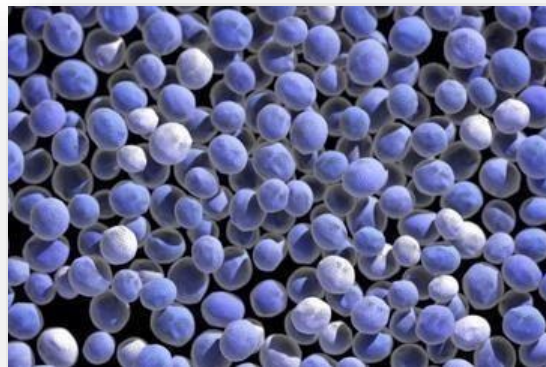


Figure I.7 : Morphologie du *Staphylococcus aureus* (Bactérie Gram positif). [84]

↳ *Escherichia coli* (BGN)

Escherichia coli (**Figure I.8**) est une Bacille à bout arrondi, Gram négatif. Elle mesure approximativement 2 à 4 μm de longueur sur 0.6 μm de largeur, ne possédant ni capsule ni spores, elle se présente isolée ou en courtes chaînettes, et en quelques cas, sous forme de très long filaments. Elle se multiplie à des températures comprises entre 7 °C et 50 °C, la température optimale étant de 37 °C. Certaines souches se développent dans des aliments acides, jusqu'à un pH de 4,4 (ou dans un milieu nutritif solide ou liquide). *L'Escherichia coli* est l'hôte normal de l'intestin de l'homme et des animaux, c'est une entérobactérie mobile, commensale du tube digestif et peut causer des : Infections entérocoliques, infections urinaires, toxi-infections alimentaires, infections intra-abdominales, etc.



Figure I.8 : Morphologie de l'*Escherichia coli* (Bactérie Gram négatif). [85]

I.1. Test in-vivo pour l'activité cicatrisante :

I.1.1. Définition :

L'activité cicatrisante avec des tests in vivo sur les lapins, fait référence à la recherche scientifique ou aux études médicales qui évaluent l'efficacité d'un produit ou d'une substance dans le but de la cicatrisation des plaies en utilisant des lapins comme modèles animaux.

Ce test consiste à induire des plaies sur le dos des animaux préalablement anesthésiés puis à les traiter. L'observation des animaux sera effectuée pendant une durée non déterminée. Tout en respectant les conditions de préparation et de protection des animaux présentés. [86]

Cette approche est couramment utilisée dans le domaine de la recherche médicale et pharmaceutique pour évaluer de nouveaux médicaments, produits ou dispositifs médicaux destinés à accélérer le processus de cicatrisation. [87]

I.1.1. Les brûlures

Les brûlures sont des lésions de la peau ou d'autres tissus qui peuvent être causées par différentes sources telles que la chaleur (air chaud, vapeur, eau bouillante, flamme, soleil, cigarette, etc.), le frottement, l'électricité ou une substance chimique. [88]

La prise en charge médicale des brûlures varie en fonction de leur origine. La gravité d'une brûlure est déterminée par sa taille, sa profondeur, son emplacement et son degré. [89]

Les brûlures du premier degré se caractérisent par une rougeur de la peau sans formation de cloques. Les brûlures du deuxième degré (superficiel et profond), présentent des cloques remplies de liquide. Les brûlures du troisième degré se manifestent par une peau noircie ou

blanchâtre et une perte de sensibilité. [90]

I.1.2. La peau du lapin

La peau du lapin est un organe recouvrant son corps (sauf la partie interne du pavillon auriculaire et les parties génitales chez le mâle), elle est constituée de plusieurs couches, y compris l'épiderme, le derme et l'hypoderme. Elle est recouverte d'une fourrure très sensible très fine et très délicate de poils doux et denses, longs et courts. [91]

La peau du lapin est très sensible aux agents tératogènes (des substances qui peuvent causer des anomalies congénitales) et a une sensibilité proche de celle de l'homme. De ce fait, le lapin est utilisé pour divers test dermatologiques. Il est également utilisé actuellement dans les domaines cardiovasculaires, ostéo-articulaires et respiratoires, ainsi qu'en oncologie et diabétologie. C'est un modèle approprié pour étudier l'hypertension et l'athérosclérose car son métabolisme lipidique est plus proche de l'homme que celui de la souris. [92]

Chapitre II :
Matériels et méthodes

Notre travail a été effectué au sein du laboratoire de génie pharmaceutique, du département de Génie des procédés de la faculté des Sciences et technologies, à l'Université **A-Mira** Bejaia, de l'année universitaire 2023. Ce travail consiste à étudier les activités antibactérienne et cicatrisante (anti brûlure) des pommade à base de plantes médicinales «*Inula viscosa L.* et *Schinus Molle L.* » par deux différentes méthodes. Notre expérimentation a été réalisée en 2 parties :

1- La première partie est consacrée à l'extraction aqueuse des molécules bioactives à partir des parties aériennes sèches de deux plantes végétale et par ces deux méthodes d'extraction : Hydrodistillation du type *Clevenger* et l'extraction par solvant alcoolique.

2- Dans la deuxième partie, l'étude du pouvoir antibactérien et cicatrisant des différentes pommades à base d'huiles essentielles et d'extrait alcoolique :

- L'étude microbiologique dans laquelle des tests antimicrobiens ont été réalisés sur deux souches bactériennes : *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.
- Les tests in-vivo pour l'évaluation de l'effet cicatrisant réalisés sur un lapin.

II.1. Critères de choix des plantes

Le choix de nos plantes est basé sur une recherche approfondie dans la littérature et une enquête ethnobotanique, au cours de laquelle plusieurs personnes ayant une vaste connaissance de la façon d'utiliser ces plantes ont été interrogées. Ces plantes sont largement utilisées dans les villages partout en Algérie pour son pouvoir curatif et guérisseur. Les critères de choix dans notre étude sont par rapport à :

- La disponibilité de la plante.
- Les utilisations dans la médecine traditionnelle pour le traitement des maladies d'origine microbienne et cicatrisante.
- La présence de substances aromatiques (huiles essentielles) avec un rendement satisfaisant.

Remarque : Tout le matériel et produits utilisés pour les étapes de la partie expérimentale (Prétraitement des plantes, technique d'extraction, test microbiologique, test cicatrisant) est cité dans l'**Annexe II.1.**

II.2. Matières végétales

Les matières végétales, qui ont servi comme matériaux dans notre travail, sont les parties aériennes du *Schinus Molle L.* et de l'*Inula viscosa L.* Les deux plantes ont été identifiées et récoltées au niveau du campus universitaire (Targa Ouzamour) A-Mira Beja (Figure II.1).

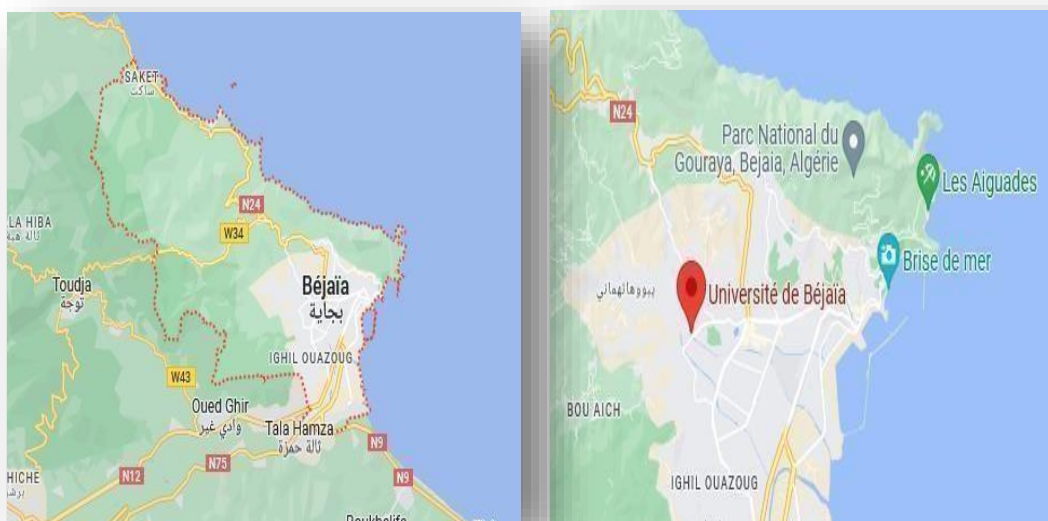


Figure II.1 : Localisation géographique de la zone de récolte des plantes *Inula Viscosa L.* et *Schinus Molle L.* (Google Maps).

❖ Prétraitement :

Après avoir été récoltées, les parties aériennes fraîches (feuilles pour l'*Inula Viscosa L.* et fruits pour le *Schinus Molle L.*) ont été placées dans des sacs propres, puis séparées des tiges, rincées, essorées et étalées dans des plateaux. Ces plateaux ont été disposés dans un endroit ombragé, sec et bien ventilé pour faciliter le séchage et protéger les molécules sensibles à la chaleur et à la lumière puis dans une étuve pour accélérer le séchage. Après quelques jours, les parties séchées ont été récupérées et finement broyées à l'aide d'un appareil électrique (Figure II.2). Ensuite, elles ont été pesées et conservées dans des bocaux en verre hermétiques, enveloppés de papier aluminium. Ce processus de prétraitement permettra d'entamer l'extraction ultérieurement.

Les spécifications utilisées pour le prétraitement des plantes sont représentés dans le **Tableau I.1 :**

Tableau II.1 : Quelques spécifications sur le prétraitement des plantes.

Plante	Récolte	Partie aérienne utilisée	Durée de séchage	Masse globale des poudres
<i>INULA VISCOSA L.</i>	Avril 2023	Feuilles	- 5 à 7 jours à l'air libre - 2 jours en étuve à 37°C	576g
<i>SCHINUS MOLLE L.</i>	Mai 2023	Fruit : Graines	- 2 à 3 jours en étuve à 37°C	220g



(A)



(B)

Figure II.2 : Les parties aériennes des plantes après broyage (poudres).

(A) : *Inula Viscosa L.* ; (B) : *Scinus Molle L.*

II.3. Protocoles d'extractions des principes actifs

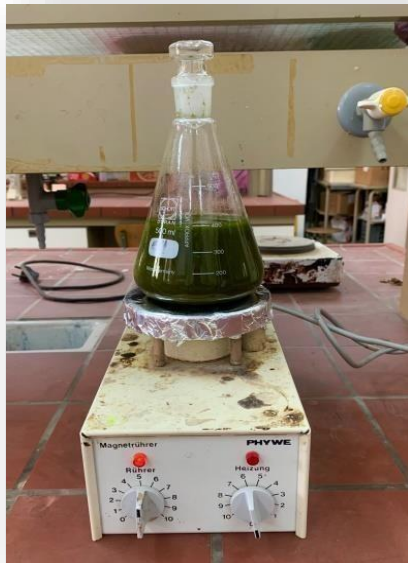
Notre travail est réalisé au LGP (laboratoire de Génie des Procédés) N°14 de l'Université A-Mira Bejaia. Dans cette partie, on a fait une extraction des huiles essentielles par hydrodistillation et par macération (solvant organique volatil).

II.3.1. Macération à froid (extraction solide/liquide) par solvant organique volatil

Le mot "macération" dérive du verbe "macérer", qui signifie essentiellement "baigner". Cette procédure implique de laisser un solide immergé dans un liquide pendant un certain temps, ce qui permet la diffusion puis l'extraction des molécules bioactives enfermées dans le solide.

➤ **Mode Opérateur : [93]**

- 1- Peser une masse de poudre et l'ajouter à un erlenmeyer.
- 2- Ajuster, en ajoutant de l'éthanol.
- 3- Fermer et laisser agiter à l'aide d'un agitateur magnétique à froid (**Figure II.3**).
- 4- Filtrer sur du papier Whatman (n°3) (**Figure II.3**).
- 5- Evaporation à l'aide d'un évaporateur rotatif (**IKA RV-10**) à 40°C avec une rotation de 200 rpm pour la récupération des concrètes.



(A)



(B)

Figure II.3 : Macération d'*Inula Viscosa L.* par solvant organique volatil.

(A) : Agitation ; (B) : Filtration.

Tableau II.2 : Les quantités utilisées de chaque plantes et la durée d'agitation pour la macération.

Plante	Masse de poudre (g)	Ajustement avec de l'éthanol (ml)	Durée d'agitation (h)
<i>Inula Viscosa L.</i>	40	à 400	48
<i>Schinus Molle L.</i>	20	à 200	24

➤ **Mode opératoire de l'évaporation à l'aide d'un évaporateur rotatif**

- 1- L'échantillon liquide est placé dans un ballon.
- 2- Le ballon est pesé puis fixé à l'appareil, qui permet une rotation à vitesse contrôlée et constante.
- 3- L'appareil est équipé d'une pompe à vide qui permet de créer une pression réduite dans le système. Cela diminue la pression atmosphérique dans le ballon, ce qui abaisse le point d'ébullition du solvant contenu dans l'échantillon.
- 4- Le chauffage est effectué à l'aide d'un bain Marie, La combinaison entre le chauffage et la pression réduite entraîne l'évaporation du solvant.
- 5- Une fois que le solvant s'évapore, il se condense dans un réfrigérant refroidi à l'intérieur de l'appareil. La condensation convertit la vapeur de solvant en liquide, qui est collecté dans un récipient séparé, appelé ballon de réception.
- 6- Une fois la distillation terminée, on arrête le chauffage et on laisse le ballon de distillation refroidir à température ambiante pour ensuite le peser et repérer l'extrait alcoolique (ou résidu) en grattant le fond du ballon à l'aide d'une spatule.

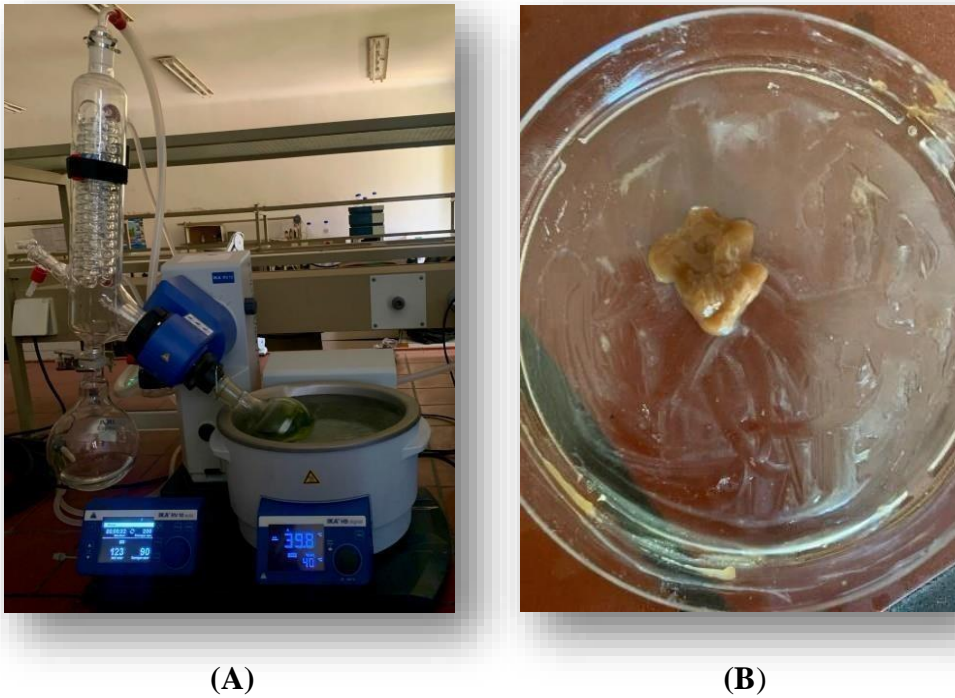


Figure II.4 : Mode opératoire de l'évaporation.

(A) : Dispositif de l'évaporateur rotatif ; (B) : Concrète récupéré (extrait éthanolique).

❖ Détermination du Rendement des extraits éthanoliques

Le rendement est calculé par la formule suivante : [94]

$$\mathbf{R \text{ ext}(\%) = (M \text{ ext} / M \text{ éch}) \times 100}$$

Telle que :

R ext (%) : le Rendement de l'extraction en %.

M ext : Masse de l'extrait après l'évaporation du solvant (g).

M éch : Masse sèche de l'échantillon végétale utilisée(g).

II.3.2. Hydrodistillation

Les poudres des parties aériennes des deux plantes (**Figure II.2**) ont été utilisées pour l'extraction des huiles essentielles. Elles sont soumises à une extraction par hydro-distillation l'aide d'un appareil de type *Clevenger* (**Figure II.5**).

➤ **Mode opératoire :**

- 1- Dans un ballon de 2 L, mettre en contact direct une quantité du matériel végétal(poudre) avec de l'eau distillée (**Tableau II.3**).
- 2- Porter à ébullition le mélange à l'aide d'un chauffe-ballon.
- 3- Condensation des vapeurs hétérogènes sur une surface froide et la séparation de l'huile essentielle par différence de densité (**Figure II.5**).
- 4- Séparer l'huile essentielle et l'eau aromatique par décantation (extraction liquide-liquide). Après observation de deux phases (organique et aqueuse) la phase aqueuse est inférieure et la phase organique, qui représente l'huile essentielle, est supérieure.
- 5- Mesurer et conserver le volume de l'huile essentielle obtenue dans un petit flacon en verre stérile et hermétique ambré, à l'abri de la lumière jusqu'à son usage pour la préparation des pommades.

Tableau II.3 : Les quantités utilisées des deux plantes pour l'hydrodistillation.

Plante	Quantité de poudre (g)	Quantité d'eau distillée (l)
<i>Inula Viscosa L.</i>	100	1
	150	1
	170	1
<i>Schinus Molle L.</i>	220	1

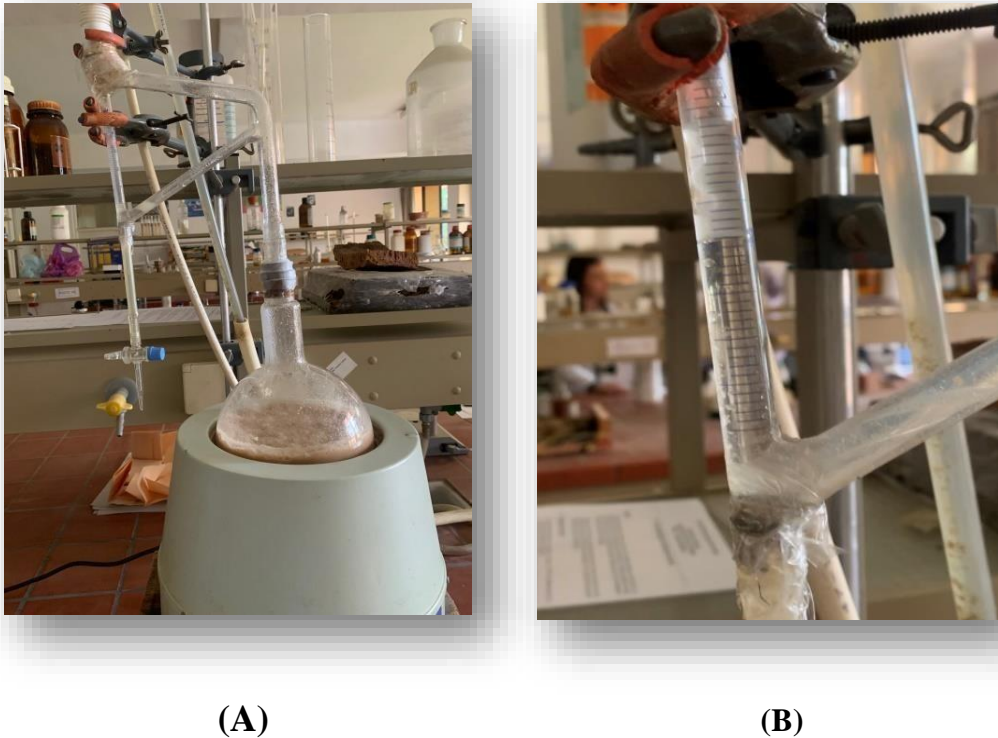


Figure II.5 : Hydrodistillation des poudres des parties aériennes des deux plantes.

(A): Dispositif d'Hydrodistillation type *Clevenger*, (B) : La séparation des deux phases (aqueuse et organique) par différence de densité.

❖ **Détermination du rendement des huiles essentielles :**

Le rendement est exprimé en pourcentage selon la formule suivante : [95]

$$\mathbf{Rhe (\%) = (M_{he} / M_{éch}) \times 100}$$

Telle que :

R he (%) : Le rendement de l'extraction en %.

M he : Masse d'huile récupérée (g).

M éch : Masse de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en (g).

II.4. Les pommades

Cette partie consiste à mettre au point des pommades hydrophobes antimicrobiennes et cicatrisantes (préparations de formes semi-solides), qui peut être considéré comme médicament traditionnel amélioré, à moindre coût, efficace et accessible à tous.

➤ Les excipients utilisés

- **La vaseline** : est une substance semi-solide incolore et sans odeur, dérivée du pétrole brut et composée principalement de cires et d'hydrocarbures. Elle représente l'excipient principal (véhicule, lubrifiant) en raison de son inertie chimique, sa neutralité, sa stabilité et son inaltérabilité garantissent la préservation et la constance de ces principes actifs. Elle est couramment employée pour traiter les peaux sèches en adoucissant la peau et en évitant la déshydratation grâce à la formation d'une barrière occlusive. De plus, elle facilite l'application et l'absorption des principes actifs tout en accélérant la cicatrisation cutanée. [96]

La vaseline utilisée est une vaseline commercialisée sans parfum, sans odeur et sans produits ajoutés.

- **L'huile d'amande douce** : est une huile végétale extraite des noyaux mûrs de l'amandier doux. De couleur jaune pâle, sans arôme marquant et d'un point d'ébullition possible $> 180^{\circ}\text{C}$, elle offre de nombreux bienfaits pour la peau. Grâce à sa richesse en acides gras essentiels tels que l'acide linoléique et l'acide oléique, elle hydrate et adoucit la peau. De plus, ses propriétés émoullientes et anti-inflammatoires la rendent apaisante pour les irritations, démangeaisons et rougeurs cutanées. Dans une préparation semi-solide, l'huile d'amande douce rend le produit doux, nourrissant et bénéfique pour la peau. Elle est également riche en vitamines A, B1, B2, B6 et E. [97]

L'huile d'amande douce utilisée est une huile commercialisée (pure), qui a été procurée chez un herboriste.

- **La vitamine E** : également connue sous le nom de tocophérol, est une vitamine essentielle dont le corps a grand besoin pour renforcer le système immunitaire. Elle appartient à un groupe de vitamines liposolubles, d'antioxydants, d'anti-inflammatoires et d'hydratants qui protègent le corps contre les maladies et favorisent la régénération cellulaire. Cette vitamine joue un rôle crucial dans les soins de la peau et des cheveux, contribuant notamment à

améliorer l'élasticité de la peau en favorisant la production de collagène. Parmi les 8 formes de vitamine E existantes, l'alpha-tocophérol est la plus étudiée et la plus couramment utilisée. Elle est fréquemment ajoutée de environs 0,02 à 0,2% comme ingrédient conservateur dans la préparation de pommades, de crèmes et d'autres produits cosmétiques et pharmaceutiques pour protéger les huiles et les beurres végétaux du rancissement. [98,99]

Pour la formulation de nos pommades, on a utilisé les compléments alimentaires à base de vitamine E, **BIOMAX-Vitamine E** sous format capsules (**Figure II.6**). BIOMAX qui est une entreprise d'import-export spécialisé dans le domaine de la phytothérapie, des médicaments naturels et des compléments alimentaires. [100]

- ❖ Composition pour chaque capsule molle :
 - Vitamine E (D-Alpha-Tocophérol) 400 mg [Equivalent à 268 mg de Vitamine E active].
 - Huile de Soja 60 mg.
 - Composants de l'enrobage de a capsule : gélatine bovine, glycérine.



Figure II.6 : Les capsules de compléments alimentaires à base de vitamine E utilisés (**BIOMAXVitamine E**). [100]

➤ Mode opératoire

Dans cette partie, tout le matériel utilisé décrit dans l'Annexe II.1 a été stérilisé à l'Autoclave.

- 1- Dans un bécher, faire fondre la vaseline au bain Marie à 40°C.
- 2- Retirer le bécher du bain Marie, ajouter le principe actif, l'huile d'amande douce et la vitamine E tout en agitant à l'aide d'un agitateur magnétique (sans source de chaleur) jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène plus au moins liquide.
- 3- Avant refroidissement et durcissement du mélange, la pommade est récupérée et mise dans des petites boîtes stériles et hermétiques puis pesée.

Les quantités utilisées en excipients et en principes actifs sont résumées dans le **Tableau II.4** suivant :

Tableau II.4 : Les quantités utilisées en excipients et en principes actifs.

Pommades	Principe actif PA(g)	Vaseline (g)	Huile d'amande douce (g)	Vitamine E (Capsules)	Pourcentage de la pommade en PA(%)
A (HE-SM)	0.015	26	4	4	0.057
B (E-IV)	0.015	26	4	4	0.057
C (E-IV+HE-SM)	0.015	26	4	4	0.057
D (E-SM)	0.0087	16	2	3	0.054
E (Témoin)	/	26	4	4	0

Telle que :

(A) : Pommade à base d'huile essentielle du *Schinus Molle L.* (HE-SM).

(B) : Pommade à base d'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa L.* (E-IV).

(C) : Pommade à base d'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa L.* et l'huile essentielle du *Schinus Molle L.* (E-IV+HE-SM).

(D) : Pommade à base d'extrait éthanolique du *Schinus Molle L.* (E-SM).

(E) : Pommade sans principes actifs (Témoin).

II4.1. Caractérisation des pommades [101, 102, 103]

Les pommades doivent répondre à des caractéristiques analytiques qui sont établies par des normes internationales. Pour connaître la qualité de ces pommades nous avons procédé à des analyses physico-chimiques.

➤ **Caractérisation organoleptique**

- **Caractères visuels** : l'aspect, la couleur, la consistance.
- **Caractères olfactifs** : odeur typique (chaque produit à sa propre odeur caractéristique qui doit être préservée) et absence d'odeur anormale.
- **Caractères tactiles** : après étalement sur le revers de la main, voir si la préparation n'est pas caustique. Irritante ou allergisante Par ailleurs, il faut voir si le toucher est gras, évanescent, collant, granuleux, lisse ou rugueux et si la sensation est chaude ou fraîche.

➤ **Mesure de pH**

Le pH, abréviation de "potentiel d'hydrogène", mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H⁺) en solution, Il s'agit d'un coefficient permettant de déterminer ainsi son acidité, sa basicité ou sa neutralité. Un pH inférieur à 7 indique une solution acide, un pH égal à 7 est neutre et un pH supérieur à 7 indique une solution basique.

La mesure du pH est nécessaire, car il peut :

- Influencer l'aspect thérapeutique d'une préparation dermique.
- Influencer la stabilité physique d'une crème, ou sur celle d'un principe actif.
- Avoir un effet sur la modification des caractères rhéologiques.
- Être responsable d'une incompatibilité entre les excipients et la substance médicamenteuse.
- Modifier le pH de la peau.

✓ **Mode opératoire : [104]**

Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un pH-mètre :

- 1- Rinçage l'électrode du pH-mètre préalablement calibré en utilisant de l'eau distillée.
- 2- Insertion l'électrode dans un bécher contenant 10g de pommade à analyser préalablement fondue à 40°C au bain Marie.

3- Lecture valeur affichée du pH de la pommade après stabilisation du pH-mètre

On répète la même opération pour chaque pommade dont le pH doit être proche de celui de la peau [4,5 -6,5].

➤ **Caractérisation par spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF) :**

La spectroscopie infrarouge (IRTF) est une méthode analytique rapide et facile pour identifier la présence de groupes fonctionnels. Elle repose sur les interactions entre les radiations électromagnétiques et les molécules ou les atomes. [105]

Les radiations infrarouges (IRTF) occupent une plage du spectre électromagnétique située entre la région visible et celle des micro-ondes. En analysant le pourcentage d'énergie absorbée en fonction des longueurs d'onde, on obtient un spectre caractéristique. Les pics observés correspondent aux énergies absorbées par les liaisons atomiques (**Figure II.8**), dont les valeurs varient selon leur environnement chimique. L'identification de ces pics d'absorption permet de déterminer les groupes fonctionnels présents dans le produit analysé. Le domaine infrarouge, dans lequel se trouvent les énergies de vibration des liaisons moléculaires, est divisé en trois zones : [106]

- **Proche infrarouge** : $\lambda = 0,8 \text{ à } 2,5 \text{ nm}$ (ou $\nu = 4000 \text{ à } 12500 \text{ cm}^{-1}$).
- **Moyen infrarouge** : $\lambda = 2,5 \text{ à } 25 \text{ nm}$ (ou $\nu = 400 \text{ à } 4000 \text{ cm}^{-1}$).
- **Lointain infrarouge** : $\lambda = 25 \text{ à } 1000 \text{ nm}$ (ou $\nu = 10 \text{ à } 400 \text{ cm}^{-1}$).

La lumière infrarouge traverse un cristal d'un certain matériau (diamant, ZnSe ou germanium) et interagit avec l'échantillon, qui est pressé sur ce cristal.

Les mesures ont été réalisées au niveau du laboratoire génie des procédés pour : les huiles essentielles, les extraits alcooliques et les pommades, sur un spectromètre à transformée de Fourier **Shimadzu IR Affinity-1 (Figure II.7)** sur une gamme de $400 \text{ à } 4000 \text{ cm}^{-1}$.



Figure II.7 : L'appareil IRTF utilisé (Shimadzu IR Affinity-1).

Le spectre IR est ainsi constitué de nombreuses bandes d'absorption. Il représente pour chaque longueur d'onde λ , le rapport des intensités transmises avec (**I_{éch}**) et référence (**I₀**). [107]

$$T = I_{\text{éch}} / I_0$$

Ce rapport s'appelle la transmittance.

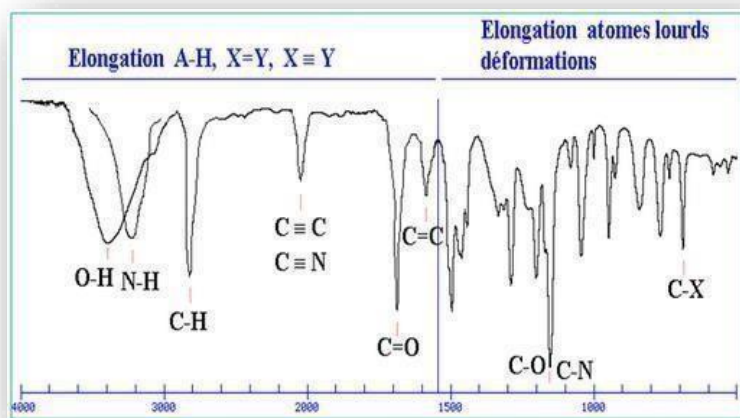


Figure II.8 : Un spectre IF-Rouge qui représente la correspondance de chaque pic aux et différentes liaisons atomiques. [108]

II.5. Test Microbiologique [109, 110]

Toutes les étapes de ces tests : préparation du milieu de culture, inoculum, l'ensemencement, l'incubation, ont été réalisés sur les 5 pommades et dans une zone stérile (becbunsen) avec un matériel stérilisé à l'autoclave.

❖ **Matières biologiques :**

Ce sont des bactéries pathogènes standardisées. Les souches utilisées dans les tests font parties des microorganismes pathogènes et contaminants. Le support microbien est composé d'*Escherichia coli* NCTC 8164, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, ainsi que le milieu de culture et le bouillon nutritif ont été procuré par le laboratoire de microbiologie de l'université A-Mira Bejaia.

❖ **Milieux de culture :**

Les milieux de culture utilisés pour la réalisation des tests antibactériens sont les suivants :

- **Le bouillon nutritif** pour l'isolement des souches bactériennes.
- **La gélose Mueller Hinton Agar (MHA)** pour la culture des souches bactériennes afin de déterminer les paramètres de croissance : Le diamètre d'inhibition.

↪ **Préparation de l'inoculum :**

Les tests antibactériens doivent être réalisés sur des souches bactériennes jeunes en phase de croissance exponentielle. Avant chaque ensemencement, les inocula bactériens sont préparés de la manière suivante :

- 1- Repiquage des souches bactériennes sur un milieu neuf (bouillon nutritif).
- 2- Incubation environ 6 heures à 37°C afin d'obtenir des colonies bien isolées puis diluées dans 9 ml à 10 ml d'eau physiologique stérile. L'enrichissement dure pendant 2 à 3 h. L'inoculum est ajusté à 10⁸ cellules/ml.

↪ **Préparation des milieux de culture :**

- 1- Préparer le matériel nécessaire comme le bec bunsen, les boites de pétri stériles....etc.
- 2- Faire fondre les flacons contenant la gélose Agar dans un bain Marie à 40°C.
- 3- Couler la gélose dans des boites de pétri à une épaisseur de 4 mm.

- 4- Laisser prendre en masse (pré-sécher) (**Figure II.9**) puis fermer les boîtes de pétri.



Figure II.9 : Pré-séchage de la gélose dans les boites de pétri.

↪ **Préparation de l'ensemencement :**

- 1- A l'aide d'un écouvillon on prélève 1 à 2 ml de Chaque suspension, Contenant des colonies bactériennes étalé uniformément sur la surface de la boîte contenant la gélose solidifiée (**Muller Hinton Agar**) (**Figure II.10**).
- 2- Les boites ainsi ensemencées ont été mises à sécher pendant 15 mn à 37°C.



(A)



(B)

Figure II.10 : (A) : Ensemencement des boites de Pétri, (B) : Prélèvement des souches bactériennes à l'aide de l'écouvillon.

↳ Préparation de l'incubation « Méthode de diffusion sur gélose (puits) » :

- 1- Après le séchage des boîtes, la gélose est perforée à l'aide d'une pipette Pasteur pour créer les cavités (puits).
- 2- Faire fondre les pommades au bain Marie.
- 3- Chaque boîte de pétri contient deux puits incubés à l'aide d'une micropipette par les pommades liquéfiées (**Figure II.11**).
- 4- L'incubation se fait à la température optimale de croissance du germe à étudier (37 °C) pendant 24 h (**Figure II.12**).

RQ : Les boîtes doivent être placées couvercle en bas pour la lecture des diamètres d'inhibition à l'aide d'une règle.

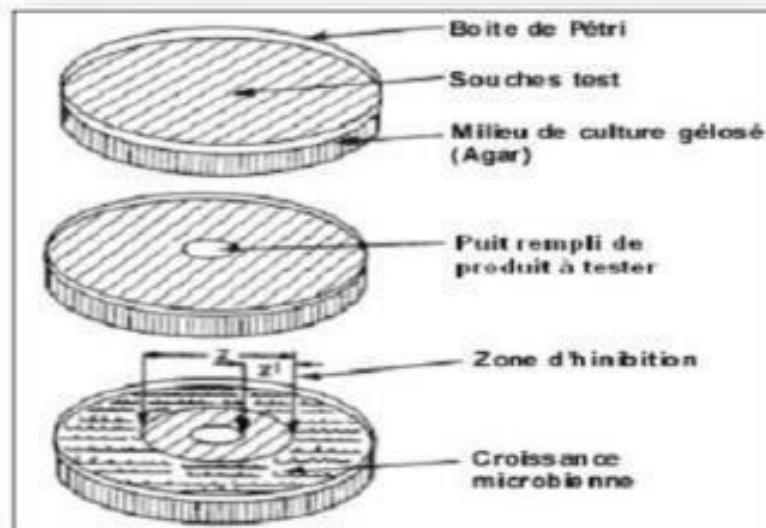


Figure II.11 : Schéma explicatif de la méthode de diffusion sur gélose (puits). [111]

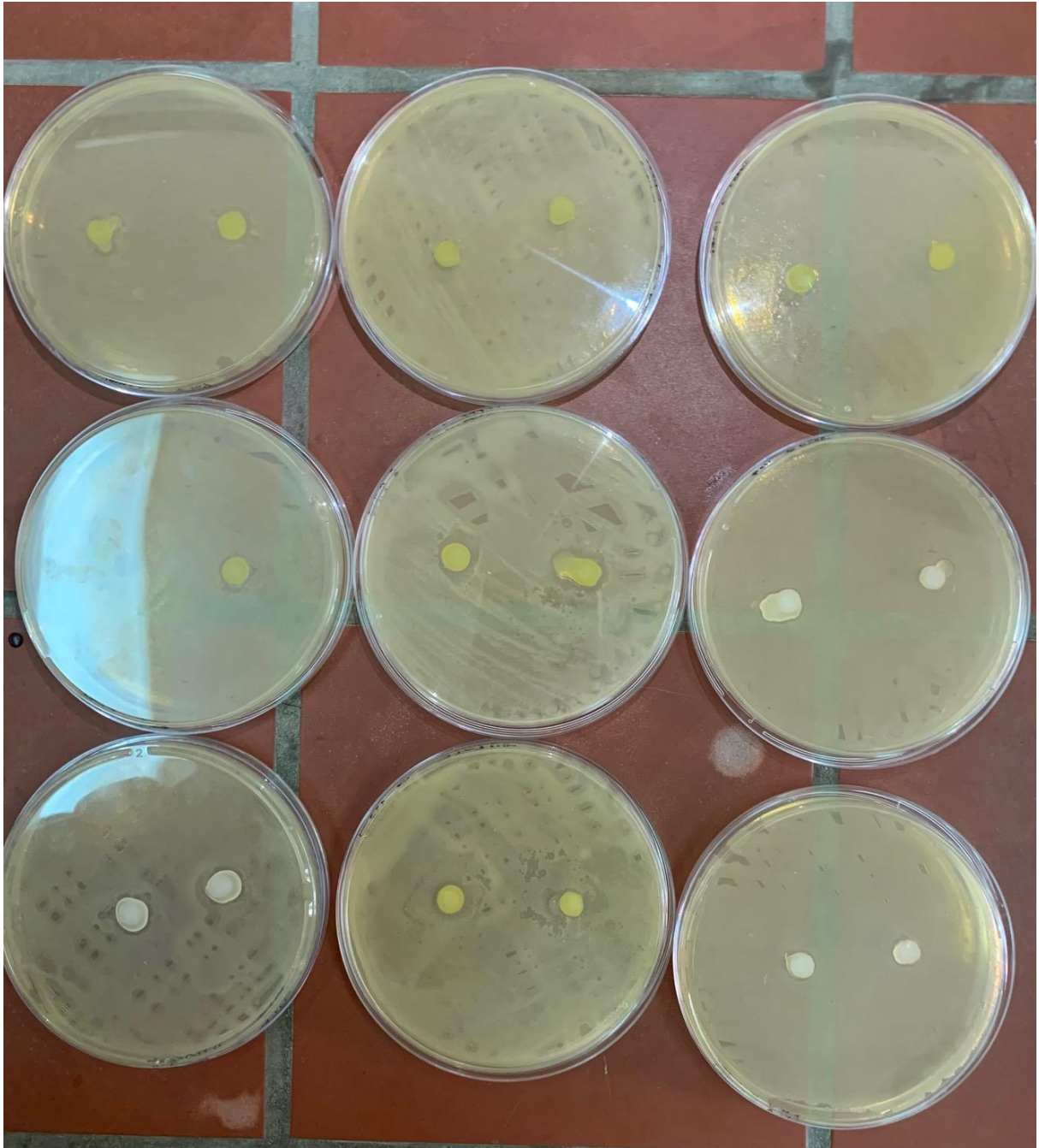


Figure II.12 : Quelques exemples de boîtes de Pétri retournées pour effectuer La lecture des diamètres d'inhibition

On a effectué : 3 tests (3 boîtes de pétri) pour chaque bactérie, donc 6 tests pour chaque pommade.

Tableau II.5 : Transcription des diamètres d'inhibition des puits. [112,113]

Diamètres d'inhibition (mm)	Transcription	Sensibilité du germe
<8	-	Résistant
9-14	+	Sensible
15-19	++	Très sensible
>20	+++	Extrêmement sensible

II.5.1. Tests de stérilisation des pommades [114]

- 1- Remplir 5 des tubes à essais stériles de 20ml de bouillon nutritif (**Figure II.13**).
- 2- Placer un échantillon (0,2g) de chaque pommade dans les tubes à essais fermés.
- 3- Laisser incuber à une température de 37°C pendant 24h.

➤ **La lecture :** En cas de contamination on remarque un dégagement de gaz (bulles de gaz).



Figure II.13 : Tubes à essais contenant les pommades + bouillon nutritif (test de stérilité).

II.5.1.1. Test de cicatrisation in-vivo (Étude de l'effet anti brûlures de la crème)

❖ Cobaye

L'essai a été réalisé sur 3 lapins de race Albinos néozélandais, de masses variables entre 1,5 et 4 kg et de différents sexes (Mâles et femelles) ont été acheté au marcher public Edimco situé à quelques mètres de l'université **A-Mira Bejaia**.

Lorsqu'on réalise des tests in vivo sur des lapins (c'est-à-dire des tests effectués sur des organismes vivants), il est essentiel de prendre en considération plusieurs aspects pour assurer la validité scientifique et éthique de l'étude. [115]

En raison de sa capacité à ressentir la douleur, tout traitement inapproprié ou cruel envers les animaux, y compris les lapins utilisés en laboratoire, devrait être fermement condamné. Il est essentiel de veiller à ce que ces animaux soient pris en charge de manière adéquate en garantissant des conditions sanitaires impeccables et en répondant à tous leurs besoins pour assurer leur bien-être, qu'il s'agisse de besoins physiologiques, comportementaux ou autres : Conditions d'hébergement, conditions environnementales, besoins quotidiens (alimentation, abreuvement, état sanitaire). [116, 117]

La procédure à retenir est d'appliquer quotidiennement des pommades (testées séparément à titre comparatif) pour soigner des brûlures provoquées sur des animaux de laboratoire. L'effet cicatrisant est étudié par un suivi journalier de l'évolution des diamètres des surfaces de contraction des brûlures.

❖ Protocol [118]

➤ Pour la réalisation des brûlures

Cet essai préclinique consiste à provoquer des brûlures du deuxième degré chez des lapins sous anesthésie locale, et de faire soigner quotidiennement les zones brûlées.

- 1- Les animaux sont tendus au niveau des cuisses (droite et gauche) pour chaque lapin par une tondeuse électrique et une lame de rasoir, 24h avant l'application des brûlures.
- 2- L'application de l'anesthésiée locale avec une crème anesthésiante: **BIOMLA Crème** /tube 30 g.

- 3- Les brûlures sont réalisées sur la peau rasée, par la surface plate d'un boulon en métal désinfectée puis appliquée sans pression, pendant 20 secondes (**Figure II.14**).



Figure II.14 : La brûlure effectuée sur la peau rasée du lapin.

➤ **Pour le traitement des brûlures**

- 1- Juste après l'induction des brûlures, les animaux sont soignés (**Figure II.15**) par une application topique sur les deux cuisses pour chaque lapin :
 - **Lapin 01** : Pommade à base d'huile essentielle du *Schinus Molle* (HE-SM) + (Témoin)
 - **Lapin 02** : Pommade à base d'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa* (E-IV) + (Témoin)
 - **Lapin 03** : Pommade à base d'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa* et l'huile essentielle du *Schinus Molle* (E-IV+HE-SM) + (Témoin).
- 2- Pose de compresses et pansements stériles.



Figure II.15 : Pose de la pommade à l'aide des compresses stériles.

✓ **2 lapins** sont décédés après 2 jours de test ; les causes sont fortement dues au stress. L'étude a été poursuivie sur le **lapin 03** qui a survécu. Le côté droit pour la pommade témoin (sans principes actifs) et le côté gauche pour la pommade à base d'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa* et l'huile essentielle du *Schinus Molle* (**E-IV+HE-SM**).

II.5.1.2. Evaluation de l'efficacité de la pommade [119]

Pour comparer l'efficacité de la cicatrisation de ces deux brûlures, on a utilisé une méthode courante appelée "taux de réduction de la plaie". Le taux de réduction de la plaie permet de comparer la vitesse à laquelle chaque plaie se réduit en taille.

↳ Calcul du taux de réduction pour chaque plaie

Pour chaque brûlure, on utilise la formule suivante pour calculer le taux de réduction de la plaie [119] :

$$\text{Rd \%} = [(D.i - D.f) / D.i] \times 100$$

Tell que :

Rd % : Taux de réduction en %.

D.i : Diamètre initial (mesuré au jour04).

D.f : Diamètre final (mesuré au jour12).

↳ Interprétation des résultats

Plus le taux de réduction est élevé, plus la plaie se cicatrise rapidement. On peut comparer les taux de réduction des deux plaies pour déterminer laquelle se cicatrise plus rapidement.

Chapitre III :
Résultats et discussions

III.1 L'évaluation et la caractérisation des huiles essentielles des extraits éthanoliques et des pommades

Les huiles essentielles des plantes étudiées sont très aromatiques. Les caractères organoleptiques de ces deux espèces végétales sous forme poudre et huile, sont reportés dans le **Tableau III.1** :

Tableau III.1 : Les caractères organoleptiques (odeur, couleur et texture) des huiles, des poudres et des extraits éthanoliques des deux plantes.

L'espèce végétale	Couleur	Odeur	Texture
<i>Inula viscosa L.</i>	Poudre : verte Huile : Jaune foncé Extrait Et : vert foncé	Poudre et huile : Forte (du Camphre)	Poudre : sèche Extrait Et : Cireuse
<i>Scinus Molle L.</i>	Poudre : Rose Huile : Jaune pale Extrait Et : Camel	Poudre et huile : Forte (de poivre et d'anis)	Poudre : grasse Extrait Et : Pâteuse

Généralement liquides à température ambiante, les huiles essentielles présentent des nuances de couleurs variables et leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau.

Les paramètres suivants ont été déterminés à partir de la caractérisation des pommades préparées :

1- Couleur, odeur et mesure du pH (Tableau II.2)

Tableau III.2 : La couleur, l'odeur et la mesure du pH de chaque pommade.

Type de pommade	Couleur	Odeur	pH
(A) (HE-SM)	Couleur jaunâtre claire	Odeur forte de poivre	6.7
(B) (E-IV)	Couleur verte foncée	Odeur de camphre atténuée	6.5

(C) (E-IV+HE-SM)	Couleur verte claire	Odeur d'huile d'Olive et quelques fragrances de poivre	6.9
(D) (E-SM)	Couleur jaunâtre claire	Odeur faible de poivre	6.5
(E) (Témoin).	Couleur blanchâtre	Sans odeur particulière	6.6

D'après le tableau précédent, on remarque que le pH de la pommade (B) à base d'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa* est plus acide que celui de la pommade (A) base d'huile essentielle du *Schinus Molle*. Ceci est peut-être dû à l'utilisation de l'éthanol pour l'extraction d'origine végétale.

L'éthanol étant un alcool, il peut solubiliser des composés acides. Par conséquent, lorsqu'un extrait éthanolique est incorporé dans la pommade, il peut abaisser le pH global de la formulation. En revanche, les pommades à base d'huile peuvent contenir principalement des lipides neutres qui ont peu d'impact sur le pH.

Pour conclure, les pommades présentent des pHs proches du pH cutané naturel qui est compris entre [4,5 à 6,5], cela permet de maintenir la peau dans un état sain et de minimiser les risques d'irritation ou de réactions indésirables. Ce qui explique que nos pommades sont utilisables, et donc on peut effectuer d'autres analyses de caractérisation.

- **RQ 01** : Après avoir appliqué les pommades sur la pomme de la main de deux individus, on a remarqué qu'il n'y avait aucune réaction allergique ou marques d'irritation.
- **RQ 02** : Aucun test n'a été réalisé sur la pommade (D) à base d'extrait éthanolique du *Schinus Molle L.* Elle a seulement été formulée.

2- Consistance

Les pommades ont une consistance semi solide. Elles paraissent moyennement fermes visuellement mais au toucher, dès qu'on les applique sur la peau, elles deviennent immédiatement plus souples et fluides.

3- Stabilité

Conservée à la température ambiante du laboratoire (28°C), la pommade est stable. Mais à une température supérieure à 30°C, elle se liquéfie.

4- Homogénéité

L'homogénéité de la pommade a été vérifiée en l'étalant en couche mince sur la main. La méthode de préparation a permis d'obtenir une très bonne homogénéité (répartition régulière de l'extrait).

III.2. Calcul des rendements d'extraction

III.2.1. Rendement des huiles essentielles de l'*Inula Viscosa L* et du *Schinus Molle L*.

(Tableau III.3)

Tableau III.3 : Les rendements d'extraction des huiles essentielles de l'*Inula Viscosa* et du *Schinus Molle* par Hydrosdistillation de type *Clevenger*.

Echantillons	Masse de poudre (g)	Rendement (%) huiles essentielles
	<i>Inula Viscosa L</i>	
R1	100	0
R2	150	0.2
R3	170	0.5
Moyenne	/	0.23
	<i>Schinus Molle L</i>	
R	220	5.45

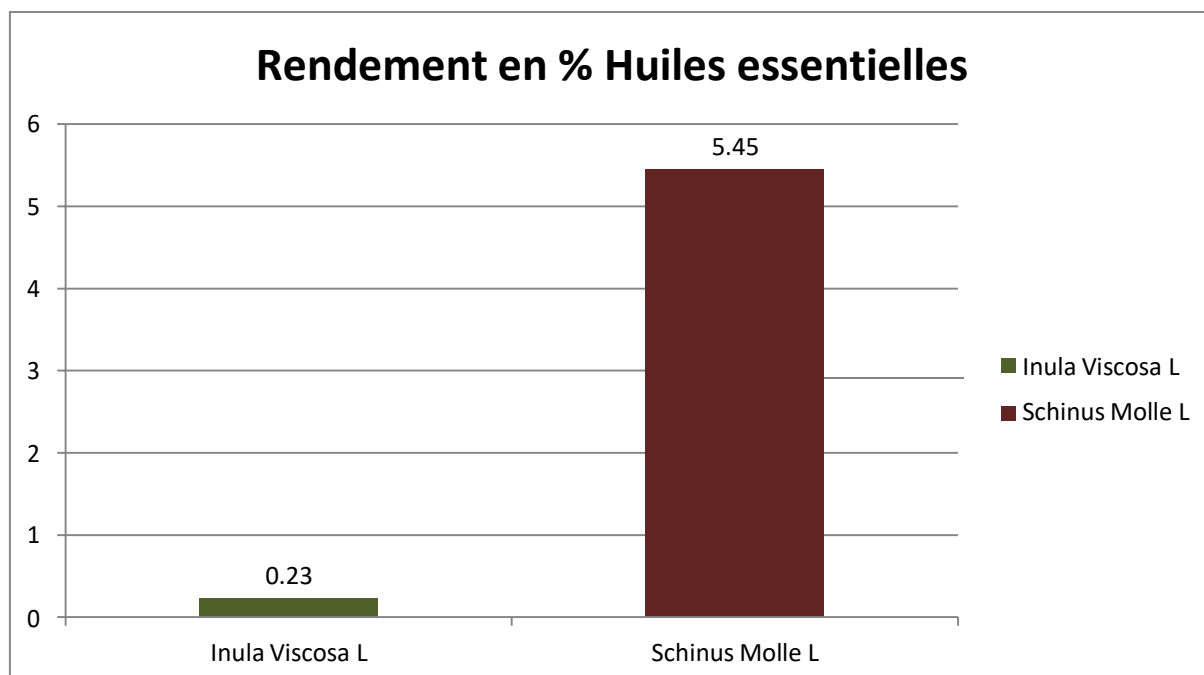


Figure III.1 : Illustration graphique (Histogramme) de la comparaison des Rendements en % des huiles essentielles de chaque plante.

On a noté un très faible rendement en huiles essentielles d'*Inula viscosa* qui est de 0,23%. Cela pourrait dépendre du matériel employé, de la méthode d'extraction et de la période de récolte de la plante qui était en dehors de sa période de floraison ainsi que les conditions environnementales.

L'*Inula Viscosa* a une faible concentration d'huiles essentielles dans ses parties aériennes, contrairement au *Schinus Molle* qui contient des quantités plus importantes en composés volatils, tels que les monoterpènes et les sesquiterpènes, ce qui expliquerait ce rendement élevé de 5.45%.

Une étude scientifique réalisée par **Belhamel. K (2014) [120]** a montré que le rendement de l'Huile essentielle des feuilles du *Schinus Molle L* était de 2.11%, qui représente un rendement inférieur à celui des fruits, ce qui pourrait expliquer que les fruits ont une plus grande concentration en huiles essentielles.

Des valeurs supérieures en teneurs d'Huiles essentielles du *Schinus Molle L* sont obtenues à Blida par **A. Rouibi et F. Said (2010) [121]** estimées à 2,22% pour les feuilles et 6,33% pour les fruits.

RQ : L'huile essentielle de l'*Inula Viscosa L* n'a pas été utilisée pour la formulation des pommades à cause du faible rendement obtenu.

III.2.2. Rendement des extraits éthanoliques de l'*Inula Viscosa L* et du *Schinus Molle L*.

(Tableau III-4)

Tableau III.4 : Les rendements d'extraction des extraits éthanoliques de l'*Inula Viscosa* et du *Schinus Molle* par macération.

Plante	Rendement (%) extraits éthanoliques
<i>Inula Viscosa L.</i>	21.05
<i>Schinus Molle L.</i>	15.35

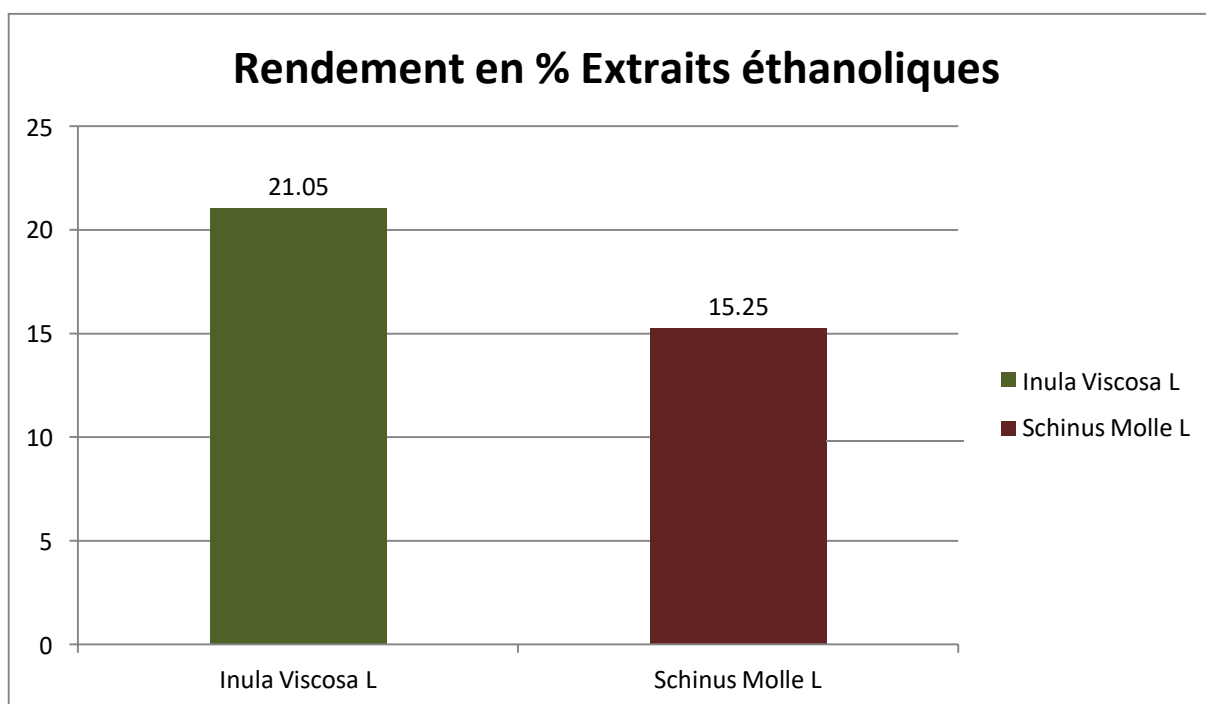


Figure III.2 : Illustration graphique (Histogramme) de la comparaison entre des Rendements en % des extraits éthanoliques de chaque plante.

Ces résultats indiquent que l'inule visqueuse contient plus de composés polaires qui sont beaucoup plus solubles dans l'éthanol malgré le taux plutôt élevé des deux rendements. Ce solvant est connu comme étant un bon solvant d'extraction, il extrait une large gamme de composés polaires notamment les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les acides aminés. En plus des composés cités, les pigments, les résines, les gommes sont aussi extraits par ce solvant ce qui a donné la couleur verte à l'extrait.

Des études antérieures sur le rendement des extraits éthanolique des feuilles de l'*Inula Viscosa L* dans deux régions méditerranéennes différentes ont obtenus les résultats suivant : 22,4% à Alger par **Mahmoudi L et Rougou N (2009) [122]** et 23.9% au Maroc par **Messaoudi.S, Derriche.R (2015). [4]**

Selon l'étude de **Malioui et Mahdid, (2017) [5]** et **Seladji (2014) [6]**, les rendements des extraits méthanoliques des fruits du *Schinus Molle L.* sont respectivement de l'ordre de (Feuilles 18%, fruits 26%) et de (Feuilles 15.32 %, fruits 23,40%).

On note des rendements plus élevés pour les extraits méthanoliques comparé à l'extrait éthanolique. Les raisons de cette variabilité pourraient être expliquées par la solubilité des composés de la plante et leur polarité qui diffèrent d'un solvant à un autre.

Les résultats que nous avons obtenus sont en accord avec ceux qui ont été rapportés par les travaux ci-dessus, sauf pour l'extrait obtenu avec le méthanol pour le *Schinus Molle L.* qui est supérieur à notre extrait (15,25 %) , et concernant l'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa L.* d'Alger de 2009, il a été noté que la distillation n'était pas complète donc il restait des quantités de solvant considérables.

III.3 Caractérisation par spectroscopie infra rouge à transformée de Fourier (IRTF)

L'analyse par spectroscopie IR est utilisée pour détecter et caractériser les liaisons chimiques présentes dans les molécules organiques, ce qui permet ensuite de déterminer leurs fonctions chimiques.

La spectroscopie infrarouge, nous a permis de réaliser des mesures en mode transmittance pour l'identification des extraits de plantes et des pommades réalisées.

III.3.1. Les spectres de la plante *Inula Viscosa L.*

Les spectres IF-Rouge des extraits (éthanolique + huile essentielle) et de la pommade à base de l'extrait éthanolique (B) (E-IV), sont illustrés dans la **Figure III-3, 4, 5**

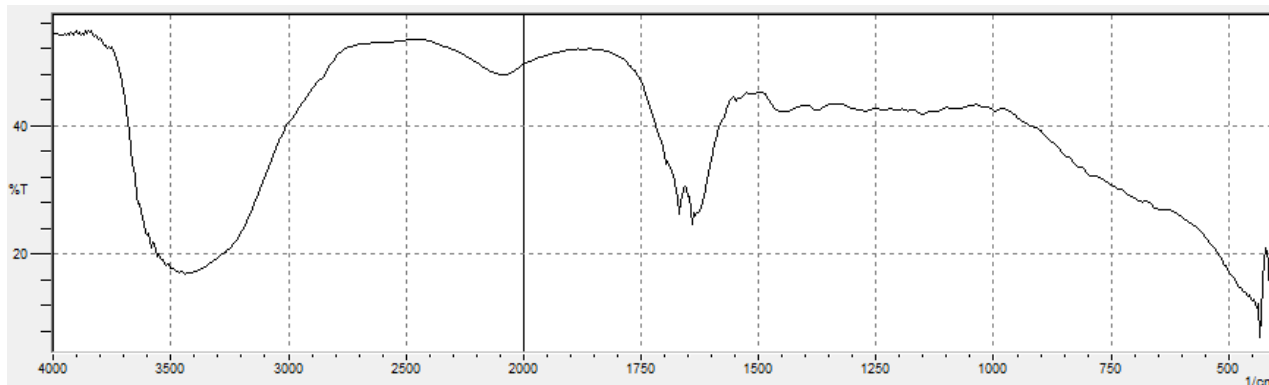


Figure III.3 : Spectre IF-Rouge de l'huile essentielle *Inula Viscosa L.*

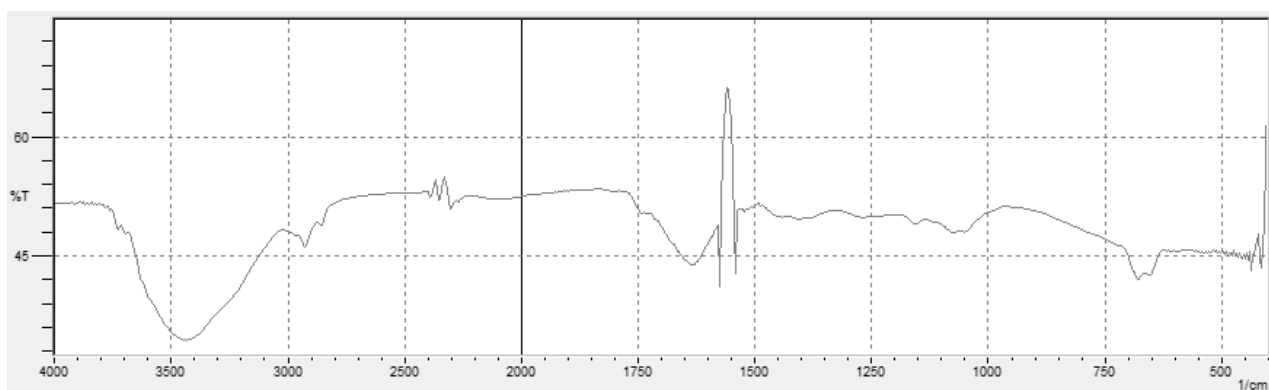


Figure III.4 : Spectre IF-Rouge de l'extrait éthanolique *Inula Viscosa L.*

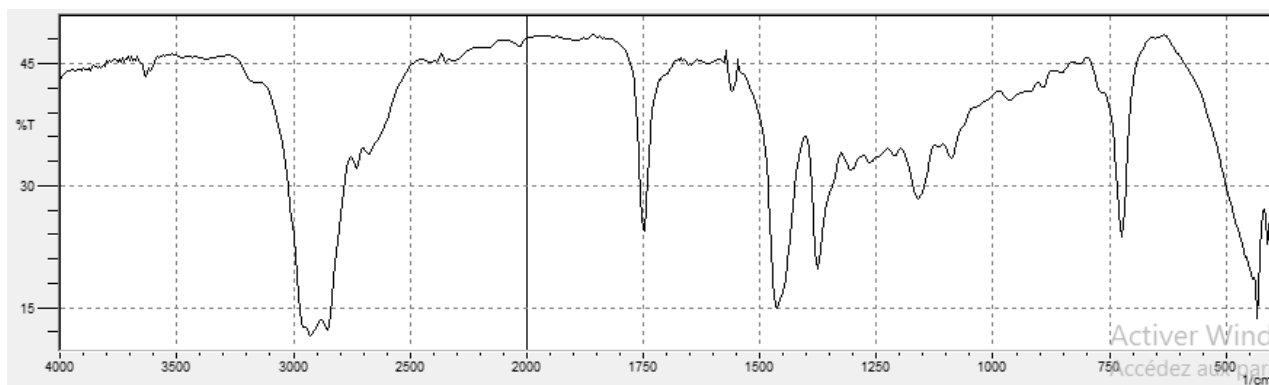


Figure III.5 : Spectre IF-Rouge de la pommade à base l'extrait éthanolique *Inula Viscosa L.*

III.3.2. Les Spectres de la plante *Schinus Molle L.*

Les spectres IF-Rouge de l'huile essentielle et de la pommade à base d'huile essentielle (A) (HE-SM), sont illustrés dans la **Figure III.6, 7.**

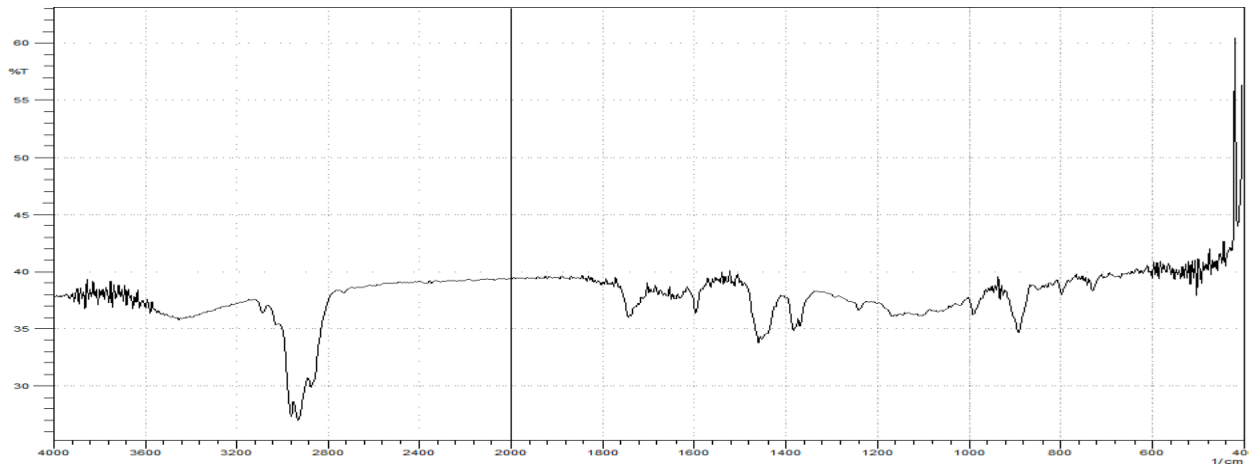


Figure III.6 : Spectre IF-Rouge de l'huile essentielle du *Schinus Molle L.*

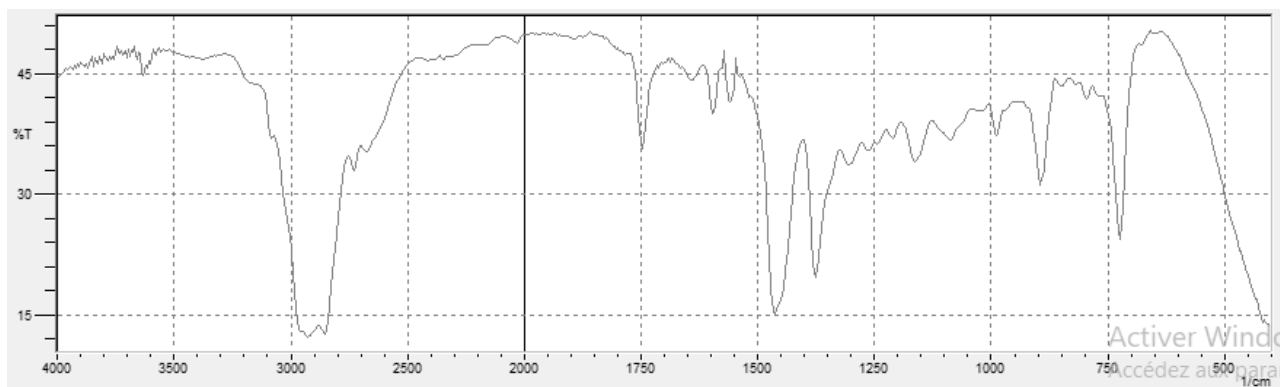


Figure III.7 : Spectre IF-Rouge de la pommade à base d'huile essentielle du *Schinus Molle L.*

III.3.3. Le spectre à base d'*Inula Viscosa L.* et *Schinus Molle L.*

Le spectre IF-Rouge de la pommade à base d'huile essentielle du *Schinus Molle L.* et de l'extrait «éthanolique de *Inula Viscosa L.* (C) (E-IV+HE-SM), sont illustrés dans la **Figure III.8.**

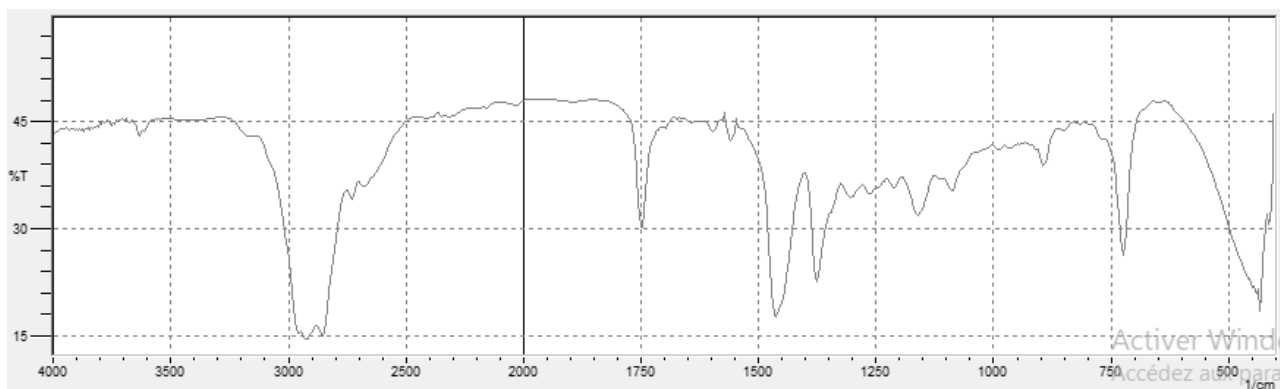


Figure III.8 : Spectre IF-Rouge de la pommade à base l'extrait éthanolique *Inula Viscosa L.* et de l'huile essentielle du *Schinus Molle L.*

Tableau III.5 : Les principales bandes IF-Rouge identifiées sur les Spectres des différents échantillons.

Nombre d'onde cm-1	Type de liaisons ou groupements chimiques	Echantillon
3200-3600	O-H (alcool lié)	Huile essentielle <i>Inula Viscosa L.</i>
3300-3500	N-H (amine)	
3100-3500	C-O (amide)	
2500-3200	COOH (groupe carboxylique)	
1000-1300	C-O-C (Cétone)	
2850-3000	C-H (alcane, CH ₃ , CH ₂)	
1620-1690	C=C (alcène)	
3100-3500	C-O (amide)	Extrait éthanolique <i>Inula Viscosa L.</i>
1450-1600	C=C (aromatique)	
1620-1690	C=C (alcène)	
2700-2900	C-H (aldéhyde)	
3200-3600	O-H (alcool lié)	
1735-1750	C-O (ester)	
1000-1300	C-O-C (Cétone)	

2500-3200	COOH (groupe carboxylique)	Pommade à base l'extrait éthanolique <i>Inula Viscosa</i> <i>L.</i>
2850-3000	C-H (alcane, CH ₃ , CH ₂)	
1700-1740	C-H (aldéhyde)	
3300-3500	N-H (amine)	
1450-1600	C=C (aromatique)	
3200-3600	O-H (alcool lié)	
1000-1300	C-O-C (Cétone)	

2850-3000	C-H (alcane, CH ₃ , CH ₂)	Huile essentielle du <i>Schinus Molle L.</i>
3100-3500	C=O (amide)	
1450-1600	C=C (aromatique)	
3200-3600	O-H (alcool lié)	
1735-1750	C-O (ester)	
2500-3200	COOH (groupe carboxylique)	
1700-1740	C-H (aldéhyde)	Pommade à base d'huile essentielle du <i>Schinus Molle L.</i>
2500-3200	COOH (acide carboxylique)	
2850-3000	C-H (alcane, CH ₃ , CH ₂)	
3100-3500	C=O (amide)	
3100-3500	C=O (amide)	Pommade à base l'extrait éthanolique <i>Inula Viscosa L</i> et de l'huile essentielle du <i>Schinus Molle L</i>
2850-3000	C-H (alcane, CH ₃ , CH ₂)	
1450-1600	C=C (aromatique)	
3200-3600	O-H (alcool)	
1000-1300	C-O-C (Cétone)	
1620-1690	C=C (alcène)	
1735-1750	C-O (ester)	
1700-1740	C-H (aldéhyde)	
3100-3500	C=O (amide)	Alcaloïdes (Standard)
3300-3500	N-H (amine)	
3200-3600	O-H (alcool lié)	
1450-1600	C=C (aromatique)	

1000-1300	C-O-C (Cétone)	Tanins (Standard)
3200-3600	O-H (alcool lié)	
2500-3200	COOH (acide carboxylique)	
1735-1750	C-O (ester)	
1450-1600	C=C (aromatique)	
2850-3000	C-H (alcane, CH ₃ , CH ₂)	Terpènes (Standard)
1450-1600	C=C (aromatique)	
3200-3600	O-H (alcool lié)	
3100-3500	C=O (amide)	
1000-1300	C-O-C (Cétone)	
2500-3200	COOH (groupes carboxyliques)	
1450-1600	C=C (aromatique)	Flavonoïdes (Standard)
3200-3600	O-H (alcool lié)	
1000-1300	C-O-C (Cétone)	
2500-3200	COOH (groupe carboxylique)	

À partir des données du spectre, il est possible de formuler certaines hypothèses préliminaires concernant la composition chimique de nos échantillons.

Dans le **Tableau III.5** nous avons résumé les principales bandes d'absorption IR caractéristiques des liaisons chimiques des composés existants dans les extraits des deux plantes étudiées et des pommades formulées comparés à celles des standards de références.

Nous concluons, d'après les résultats d'analyses IF-Rouge que les échantillons analysés à base d'*Inula Viscosa L* et du *Schinus Molle* . peuvent potentiellement contenir des :

Terpenes tell que : Camphène 1121 cm^{-1} et Eucaliptol 1274 cm^{-1} , α - pinène (alcool) 2924 cm^{-1} et Limonène 2918 cm^{-1} ; caractérisés respectivement par les liaisons chimiques C-O-C (cétone) et C-H (CH_3 , CH_2) suggérée par les pics $[1000-1300\text{ cm}^{-1}]$; $[2850-3000\text{ cm}^{-1}]$. En plus de la Myceréne caractérisée par une double liaison C=C représentée par un pic autour de $[1450-1600\text{ cm}^{-1}]$.

Phénols tell que : le Thymol 1292 cm^{-1} et le Carvacrol 1358 cm^{-1} caractérisé par un groupement hydroxyle O-H confirmé par une liaison C-O suggérée respectivement par les pics $[3200-3600\text{ cm}^{-1}]$; $[1000-1300\text{ cm}^{-1}]$. En plus de la et Quercétine 1620 cm^{-1} caractérisé par la double liaison C=C (aromatique) autour de $[1450-1600\text{ cm}^{-1}]$, confirmé par les liaisons C=O et O-H.

Alcaloïdes : par la présence de pics au tour de $[3300-3500\text{ cm}^{-1}]$ et de $[3100-3500\text{ cm}^{-1}]$ caractérisés respectivement par des groupements N-H (amine) et C=O (amide).

Aldéhydes : Citrol 1700 cm^{-1} caractérisé par une liaison C-H (aldéhyde), représenté par le pic $[1700-1740\text{ cm}^{-1}]$ et confirmé par une double liaison C=O.

III.4. Évaluation de l'activité antimicrobienne des différentes Pommades

Avant d'entamer les tests microbiologiques sur les pommades formulés, on évalue la stérilité de ces dernières.

Les résultats du test de stérilisation de la pommade sont illustrés sur la **Figure III.9** :



Figure III.9 : Résultat du Test de stérilisation des pommades.

D'après ce test et les résultats obtenus, on ne remarque aucun dégagement de gaz sur les parois des tubes à essais, ce qui prouve que les pommades n'ont pas été contaminées et sont complètement stériles.

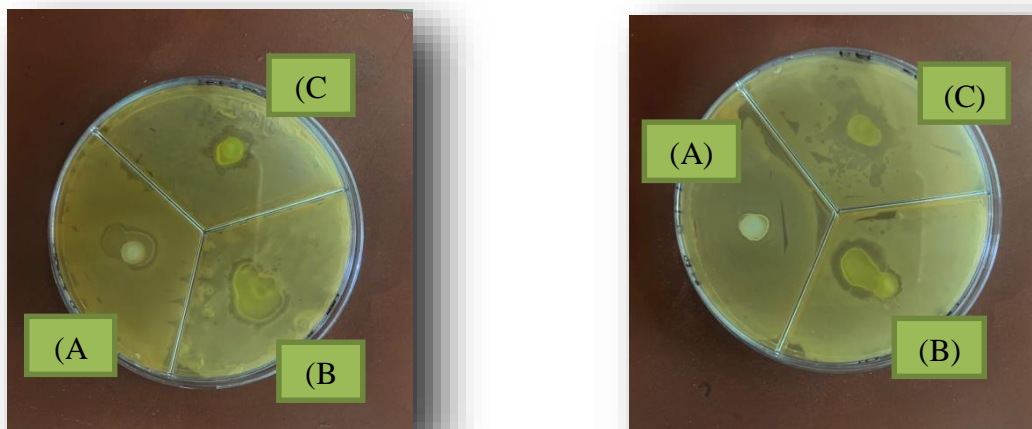
L'évaluation du pouvoir antimicrobienne a été effectuée pour les quatre (4) pommades : (A), (B), (C), (E).

- ❖ Nous avons choisi les micro-organismes selon la disponibilité.

Les résultats de l'activité antimicrobienne de notre extrait obtenus par mesure de la moyenne des diamètres d'inhibition de la croissance microbienne sont reportés dans le **Tableau III.6.**

Tableau III.6 : Les résultats de l'activité antimicrobienne des pommades formulées.

Pommade	Souche bactérienne	Moyenne des diamètres d'inhibition (mm)	Transcription	Sensibilité du germe (Tableau II.5)
(A) (HE-SM)	<i>Staphylococcus aureus</i>	12,25	+	Sensible
	<i>Escherichia coli</i>	11	+	Sensible
(B) (E-IV)	<i>Staphylococcus aureus</i>	13,5	+	sensible
	<i>Escherichia coli</i>	13	+	sensible
(C) (E-IV+HE-SM)	<i>Staphylococcus aureus</i>	16,5	++	Très Sensible
	<i>Escherichia coli</i>	16,1	++	Très Sensible
(E) (Témoin)	<i>Staphylococcus aureus</i>	0,4	-	Résistant
	<i>Escherichia coli</i>	0,5	-	Résistant

Figure III.10 : Les résultats des tests antimicrobiens des 3 pommades testées sur les deux souches bactériennes: *Staphylococcus aureus* à gauche et *Escherichia coli* à droite.

Les résultats montrent que nos principes actifs ont un effet inhibiteur sur les deux souches.

Selon le **Tableau III.5** :

I-Nous avons pu dire que la sensibilité de la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* (BGP), est légèrement plus importante pour les deux pommades **(A)** (HE-SM) et **(B)** (E-IV) par rapport à l'autre souche *Escherichia coli* (BGN). Et les diamètres d'inhibition de la pommade à base de l'extrait éthanolique **(B)** de l'*Inula Viscosa* sont plus élevés comparé à celle à base de l'huile essentielle **(A)** du *Schinus Molle*.

Les résultats obtenus confirment les hypothèses données par **Smith-Palmer (2001) [7]**; la forte sensibilité des BGP vis-à-vis de nos pommades contrairement à celle obtenue par les BGN peut s'expliquer par la différence de la structure de la paroi constituant les différentes bactéries.

La paroi des BGN présente une structure plus fine mais plus complexe qu'à celle des BGP, cette dernière est dépourvue de membrane contrairement aux BGN qui sont dotées d'une membrane externe qui crée une barrière imperméable.

Ce qui conclue que l'activité antibactérienne des pommades s'avère intéressante car le *Staphylococcus aureus* est une bactérie responsable des infections des plaies, de la peau et du sang et très résistante aux antibiotiques. [8]

- ✓ Donc l'application des pommades réalisées contre cette bactérie sera positive.

D'après une étude faite par **R.MAACHI (2012) [9]** sur l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'*Inula Viscosa* L sur les mêmes souches bactériennes, des diamètres d'inhibition ont été obtenus : 11mm pour l'*Escherichia coli* et de 36mm pour le *Staphylococcus aureus*.

Et Selon l'étude de l'activité antimicrobienne réalisée sur l'huile essentielle du *Schinus Molle* sur les deux souches bactériennes par **LADJA (2017) [10]**, les résultats des diamètres d'inhibition suivants ont été obtenus : 18,4mm pour l'*Escherichia coli* et 14.7mm pour le *Staphylococcus aureus*.

❖ **L'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa* a été testé par**

Contrairement à notre étude, «L'extraction éthanolique d'*Inula Viscosa* brute n'a aucun effet vis-à-vis d'E.coli » avec un diamètre d'inhibition de 6mm d'après **Bendifallah L(2016) [11]**, ce qui contredit nos résultats avec un diamètre de 13mm.

L'extrait éthanolique de **Bendifallah L(2016)** pourrait être contaminé par des germes qui auraient influencé son effet antimicrobien.

On note que l'activité est plus élevée pour l'huile essentielle brute par rapport à nos pommade à base d'extrait éthanolique et d'huile essentielle. Ceci est dû à :

- La concentration des composés actifs antimicrobiens qui est plus élevée dans l'huile que dans notre extrait, ou à leur dégradation.
- La formulation de la pommade qui peut influencer la libération et la rétention de l'huile essentielle sur la peau ou la zone cible, ce qui peut affecter son efficacité.

2- Concernant la pommade **(C)** (E-IV+HE-SM), on a pu remarquer une plus forte sensibilité des souches bactériennes étudiées, de diamètres : 16,1mm pour l'*Escherichia coli* et de 16,5 mm pour le *Staphylococcus aureus*.

En effet, les différences des résultats est à mettre en relation avec la composition chimique et les effets synergiques entre les composants, ce qui pourrait expliquer la sensibilité élevé de la pommade **(C)** (E-IV+HE-SM) par rapport aux pommades **(A)** (HE-SM) et **(B)** (E-IV). Le mélange des deux principes actifs en une seule pommade a donné un résultat de synergie additive et positive, donc plus efficace.

Les résultats dépendent également des groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, aldéhydes) de nos extraits. Parmi ces composés chimique, il y'a ceux qui sont efficaces et qui possèdent un large spectre d'action antimicrobienne : les phénols (thymol, carvacrol), les alcools (α -pinène), les aldéhydes (géraniol, citral et néral), les cétones (carvonol, camphre). [12]

Des composés qu'on a également trouvé dans la composition chimique de nos extraits et nos pommades, ce qui prouve leur efficacité.

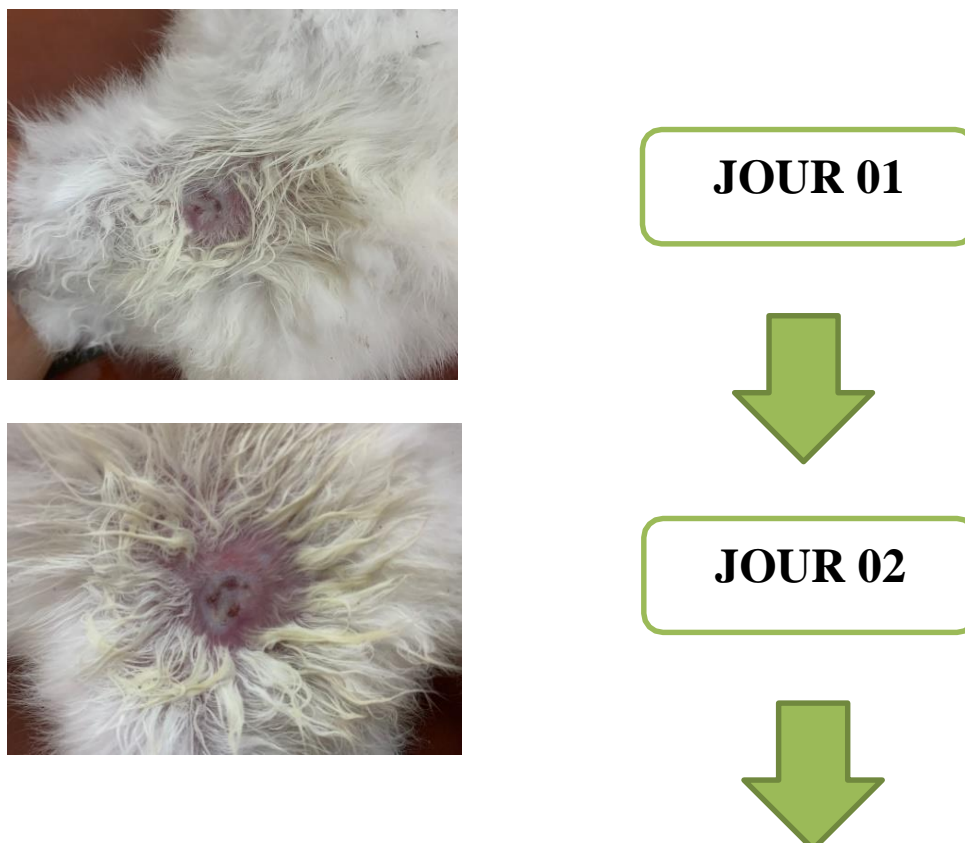
3- Pour la pommade (E) qui est une pommade témoin, on n'a remarqué aucune zone d'inhibition, ce qui est normale parce que la pommade ne contient aucun principe actif et cela démontre que les excipients utilisés n'ont aucun effet antimicrobien qui pourrait influencer les résultats.

III.5. Évaluation de l'activité cicatrisante des différentes pommades

L'évaluation de l'effet cicatrisant a été effectuée sur 3 lapins, sauf que 2 d'entre eux sont morts après le rasage à cause du stress, ce qui nous contraint de réaliser le test sur un seul lapin.

Pour avoir donné un meilleur résultat en tests microbiologiques comparé aux deux autres pommades. On a choisi la pommade (C) (E-IV+HE-SM) pour évaluer son pouvoir cicatrisant.

L'évolution de la cicatrisation de la plaie après changement de pansement chaque jour pour une durée de 12 jours est illustrée dans la **Figure III.11** :

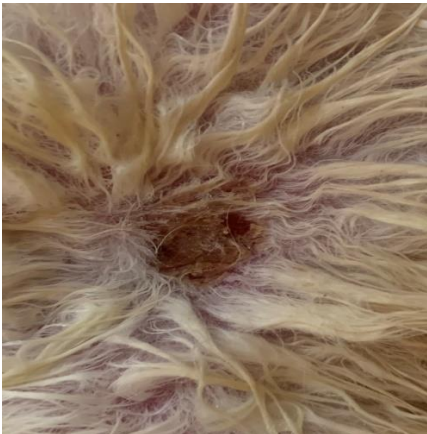




JOUR 04



JOUR 07



JOUR 08



JOUR 09



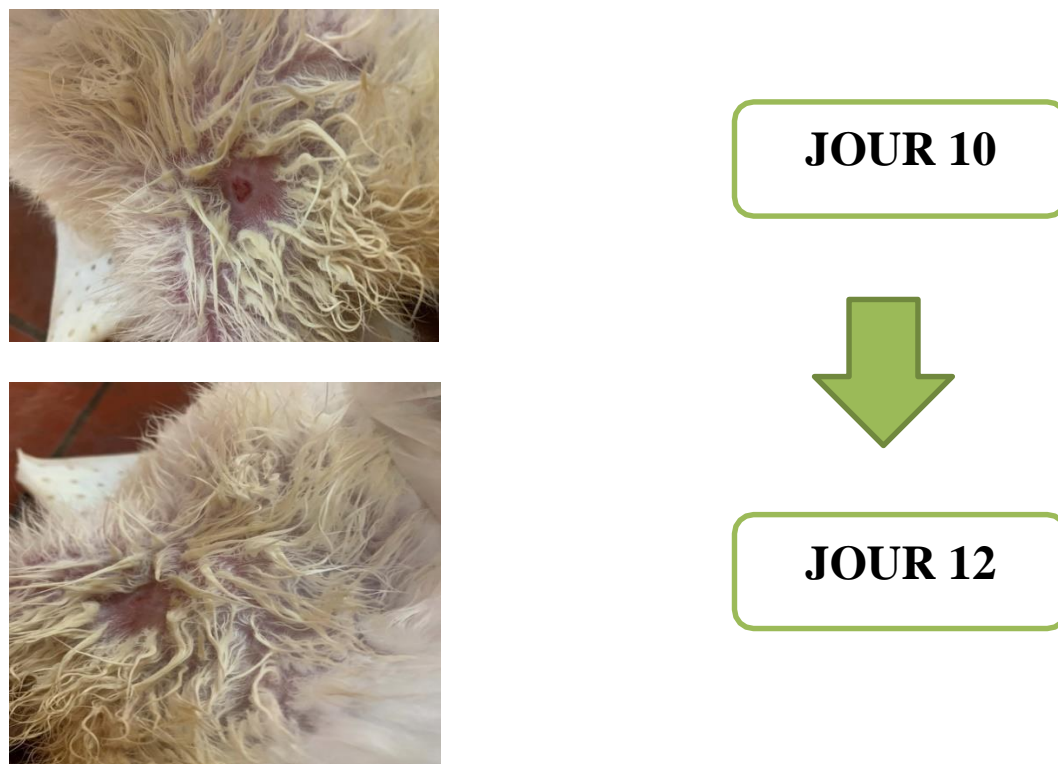


Figure III.11 : L'évolution de la cicatrisation de la plaie brûlée [1-12jours].

La plaie utilisée autant que référence (témoin) n'a pas été brûlée au même degré, pour y remédier, on s'est basé sur une plaie témoin d'un lapin brûlé de la même manière d'une étude réalisée par **L. BENHAMZA(2016) [13]** d'un diamètre supérieur à celui réalisé dans notre étude, de superficie 276,09mm²

Les résultats des taux de réduction des plaies sont sur le **Tableau III.7** :

Tableau III.7 : Les taux de réduction des plaies.

Les plaies	Le taux de réduction en %
La plaie Témoin L. BENHAMZA (2016)	13,46
La plaie brûlée et soignée par la pommade (C)(E-IV+HE-SM)	97

❖ **Interprétations** : D'après le **Tableau III.7** et la comparaison entre les résultats

obtenus, le taux de réduction de la plaie réalisée pour étudier l'effet cicatrisant de la pommade (C) (E-IV+HE-SM) est de 97%, au bout du 12^{ème} jour, donc très élevé par rapport au taux de réduction de la plaie témoin de l'étude faite par **L. BENHAMZA (2016)** qui est de l'ordre de 13,46%.

Sachant que plus le taux de réduction d'une plaie est élevé, implique une cicatrisation plus efficace et rapide.

Pour conclure, Notre pommade à base d'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa L* et de l'huile essentielle du *Schinus Molle L* a obtenu un résultat très satisfaisant concernant son activité cicatrisante.

Cet effet cicatrisant est due à la composition chimique des principes actifs et leur concentration en composés bioactifs à effet anti-inflammatoire et qui permettent de resserrer les tissus et favoriser la coagulation sanguine contribuant à la cicatrisation des plaies tel que les terpènes (l'alpha-pinène, limonène, myrcène) , ainsi que d'autres composés appartenant aux différentes familles chimiques procédant une activité thérapeutique similaire comme : les alcaloïdes, les flavonoïdes et les tanins.

***Conclusion et
perspective***

Conclusion et perspective

La flore algérienne jouie d'une biodiversité considérable, elle possède de nombreuses plantes aromatiques et médicinales riches en métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques. Dans le cadre d'une valorisation de ces ressources, des plantes ont suscité notre attention, l'*Inula Viscosa L* et le *Schinus Molle L*. Ces plantes ont fait l'objet d'une étude qui consiste à formuler une pommade naturelle antimicrobienne et cicatrisante à partir de leurs parties aériennes (feuilles et fruits).

L'extraction des composés bioactifs a été faite par deux méthodes, l'hydrodistillation de type *Clevenger* pour les huiles essentielles et l'extraction par solvant organique volatil (éthanol) pour les extraits alcooliques.

Cette extraction nous a permis d'obtenir des rendements qui diffèrent en fonction des plantes et de la technique d'extraction. Le bon rendement en huiles essentielles a été enregistré chez le *Schinus Molle L* avec un pourcentage de 5.45%, quant à l'extrait éthanolique le meilleur rendement est celui de l'*Inula Viscosa L* avec 21.05%.

L'évaluation des effets thérapeutiques des plantes est basé sur leur composition chimique et leur teneur en composés bioactifs. La caractérisation par spectroscopie Infra Rouge à transformée de Fourier (IRTF) a permis de détecter certaines liaisons chimiques qui caractérisent quelques composés majoritaires tel que : Les alcaloïdes, les terpènes (Camphène, eucalyptol, alpha-pinène, mycérene), les phénols (Thymol, carvanol, quercétine) et les aldéhydes (citrol).

Pour valoriser et mettre en avant les effets thérapeutiques de ces deux plantes, il a fallu introduire les extraits obtenus dans une forme galénique adéquate, qui n'influence pas leur efficacité. La forme pharmaceutique semi-solide pommade a été choisie pour ses avantages concernant notre travail.

Durant cette étude, les pommades formulées après mesure de leur pH qui est très proche au pH de la peau, ont subi un test microbiologique sur deux souches bactériennes et un test in-vivo sur un lapin dans le but d'évaluer leur pouvoir antimicrobien et cicatrisant.

Le test microbiologique a été évalué par la méthode de diffusion sur gélose (puits) et s'est avéré concluant concernant la pommade (C) à base d'extrait éthanolique d'*Inula Viscosa L* et d'huile essentielle du *Schinus Molle L* avec un diamètre d'inhibition de 16.5mm. Ainsi, la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* a une plus grande sensibilité avec un meilleur

Résultat en diamètres d'inhibition supérieurs à ceux obtenus chez l'*Escherichia coli* pour toutes les pommades réalisées.

Le test in-vivo a enregistré un résultat important du pouvoir cicatrisant de la pommade (C) avec un taux de réduction de la plaie qui s'élève à 97% comparé à une plaie témoin d'une autre étude.

Ces résultats mettent en avant le potentiel thérapeutique des plantes étudiées dans le domaine de la cicatrisation et de la lutte contre les bactéries en l'administrant par voie cutané.

Perspectives :

- 1- Refaire l'extraction durant la période de floraison pour avoir un rendement plus élevé.
- 2- Formuler des pommades à base de différents mélanges d'extraits pour évaluer la Synergie.
- 3- Utiliser d'autres méthodes d'extractions comme l'extraction de Soxhlet.
- 4- Utiliser d'autres solvants pour la macération.
- 5- Réaliser les tests microbiologiques sur différentes concentrations et plusieurs souches bactériennes.
- 6- Refaire les tests in-vivo : malgré le pouvoir cicatrisant important sur la pommade testé, il est important d'évaluer et de comparer avec les autres extraits qui pourraient avoir un meilleur résultat.
- 7- Réaliser d'autres techniques de caractérisation analytiques telle que la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) et évaluer d'autres activités biologiques

Revue
bibliographique

Références

- [1] **S.Salhi, M .Faldi, L .Zidane, et A.Douria** , Etude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *La zaoa* 31 :133-146 (2010)
- [2] **Wafa GHNIMI** ; Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées : *Ricinus communis* et *Jatropha curcas* Evaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité cetylcholinestérase ; UNIVERSITE DE LORRAINE (FRANCE) ET UNIVERSITE DE CARTHAGE (TUNISIE) (DOCTORAT) 2015
- [3] **k.arab, O.Bouchenak, K.Yahiaoui**, phytochemical study and evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of oils and phenolic compounds of *pistacia lentiscus* L. *Journal of fundamental and applied science*, Algérie, 30 jaune 2014.
- [4] **Belaabed Thana et Chikh Mouna** ; Etude comparative entre les huiles essentielles des feuilles sèches et fraîches de l'inule visqueuse (*Inula viscosa* L.) ; Université de Mohamed El Bachir El Ibrahim B.B.A ; (MASTER) 2020
- [5] **Chekole, G., Z. Asfaw, E. Kelbessa** ; Ethnobotanical study of medicinal plants in the environs of Tara-gedam and Amba remnant forests of Libo Kemkem District, northwest Ethiopia *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11:4 (ARTICLE) (2015)
- [6] **Jesus Cardenas médecin, ancien directeur médical ; 16 juin 2018 disponible sur :** <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/poivre-rose.htm>
- [7] **Laurant-Berthoud C, Mollet C, Quémoun A-C, Carillon A.** Les savoirs traditionnels. In: Du bon usage des plantes médicinales: 57 plantes et leur meilleure forme galénique. Saint-Julien-en-Genevois, Suisse: Editions Jouvence, DL 2016; 2016
- [8] **Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de Santé.** Liste A des plantes médicinales [Internet]. Pharmacopée Française 11ème édition. 2017. Disponible sur: http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/9efaa71075f10658632e2dbbd7b95c73.pdf
- [9] **Ordre National des Pharmaciens.** Les plantes médicinales requièrent la plus grande attention [Internet]. 2012. Disponible sur: <http://www.ordre.pharmacien.fr/content/download/13768/202867/version/3/file/CP-Plantes-medicinales.pdf>
- [10] **21 Gruffat X.** Définition de la phytothérapie [Internet]. 2017. Disponible sur: <https://www.creapharma.ch/phytotherapie.htm>
- [11] **RADJAH Abir** ; Valorisation et identification phytochimique des principes actifs de quelques plantes médicinales de la région de Biskra (THESE) 2020- p4-5
- [12] **Chabrier J-Y.** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie [Internet] [Thèse d'exercice]. [Nancy]: Henri Poincaré; 2010 [cité 20 févr 2018]. Disponible sur: http://docnum.univlorraine.fr/public/SCDPHA_T_2010_CHABRIER_JEAN_YVES.pdf
- [13] Cours **Pr. LABBANI** Biochimie végétale / Chp 3: Métabolisme secondaire 2021-2022

[14] **Chapitre 4 métabolites secondaires** / université de Tlemcen disponible sur le site (internet) : https://elearn.univtlemcen.dz/pluginfile.php/199945/mod_resource/content/1/Chapitre%20M%C3%A9tabolites%20secondaires.pdf

[15] **LesAlcaloides-M1 Organique.pdf** disponible sur : <https://fac.umc.edu.dz/fse/assets/img/Les%20Alcaloides-M1%20Organique.pdf>

[16] **ABSOUNE Amina** Contribution à l'extraction des huiles essentielles de l'inule visqueuse Algérienne par diverses méthodes, étude de ses propriétés antimicrobiennes et antioxydantes 2012 (MAGISTER)

[17] <https://quelle-est-cette-fleur.com/Fiches-botaniques/Fiche-espece-inule-visqueuse.php>

[18] **OUNOUGH ABDELKADER** Valorisation des espèces végétales de l'Est Algérien « Etude phytochimique, caryologique et activités biologiques des huiles essentielles 2021 (Thèse De Doctorat)

[19] **REKKAL Melisa ,MAACHOU Ourida** Contribution à l'Etude de l'activité antimicrobienne de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* 2016 (Master en Biologie)

[20] https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/95187/tab/taxo

[21] **Baba Aissa F.** 2000. Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et de Maghreb. Librairie moderne Rouïba 252-253

[22] <https://fr.glosbe.com/fr/en/inule%20visqueuse>

[23] http://nature.jardin.free.fr/vivace/ft_inula_viscosa.html

[24] <http://www.tilo-botanica.eu/espece-c-d/dittrichia-viscosa.html>

[25] <https://quelle-est-cette-fleur.com/Fiches-botaniques/Fiche-espece-inule-visqueuse.php>

[26] <https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/848/inule-visqueuse>

[27] <https://scathcraft.wordpress.com/2016/07/24/inule-visqueuse/>

[28] **Michela ion-scotta**, Présentation de *Dittrichia viscosa* L. ou Inule article 2013 disponible sur : https://www6.paca.inrae.fr/luttabio_psyttalia/Le-projet-INULA/Dittrichia-viscosa-L

[29] **DAHMOUNE ZOHRA ; HAMDACHE SAIDA**, Etude ethnobotanique de quatre plantes médicinales *Artemisia herba alba* A, *Charthamus caeruleus* L, *Inula viscosa* et *Marrubium vulgare* L au niveau de la région de Maâtkas et de Kadiria et mise en application de *Charthamus caeruleus* L (MASTER Biologie) 2017

[30] **BOUKEMAYA Fatiha MESSAOUDI Farida**, Etude phytochimique de la plante *Inula viscosa* (L) Ait (Asteraceae) et évaluation des activités insecticide et antimicrobienne de son extrait éthanolique brut (MEMOIRE DE FIN D'ETUDE) 2016

[31] **BOUKHENISSA ASMA, DAHMANI HINDE, MEBANI MIMOUNA** ; Synthèse bibliographique sur les plantes médicinales à effets cardiovasculaire De la région de M'sila. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA (Master) 2021

[32] **L.MAHMOUDI, N.ROUGOU**, EXTRACTION ET VALORISATION DES EXTRAITS DE L'INULE VISQUEUSE D'ALGER ; Ecole Nationale supérieure Polytechnique 2009/ 9-10

[33] **KISSOUM Nawel, BOUZARAA Ayda** ; Activité antifongique de l'extrait de l'espèce végétale *Inula viscosa* L. (*Dittrichia viscosa* L.) (Master Académique) 2019

[34] Garrigue association gourmande recherche inula viscosa
https://garriguegourmande.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=1063&Itemid=105

[35] Par **Isabelle C.** Inule visqueuse : insecticide et fongicide naturel ? : Article 2021
<https://www.gerbeaud.com/nature-environnement/inule-visqueuse-fongicide-insecticidenaturel,1650.html>

[36] **Blog La plante du mois** : Auprès de mon arbuste2023<https://www.domainedurayol.org/la-plante-du-mois-launee-visqueuse/>

[37] **S.Bicha**, Etude de l'effet de la pollution du sol par les métaux lourds sur l'accumulation des métabolites secondaires de l'exsudat chloroforme de *Inula viscosa* (compositae). Thèse de magister, Université de Constantine, (2003)

[38] **Ibrahim Aissa, Hichem Ben Jannet** ; Etude chromatographique de l'huile essentielle des feuilles d'*Inula viscosa* (L.): Accès à l'acide isocostique et sa valorisation biologique (University of Monastir) 2019

https://www.researchgate.net/publication/355370049_Etude_chromatographique_de_l%27huile_essentielle_des_feuilles_d%27Inula_viscosa_L_Acces_a_l%27acide_isocostique_et_sa_valorisation_biologique

[39] **Boumaza D.**, « Séparation et caractérisation chimique de quelques biomolécules actives de deux plantes médicinales : *Inula viscosa*, *Rosmarinus officinalis* de la région d'Oran », Mémoire de Magister en chimie, Université d'Oran, 2011

[40] **BELHAMEL Kamel** , Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Laurus nobilis* de la région de Bejaia 2014
https://www.researchgate.net/publication/260421335_Etude_de_l%27activite_antibacterienne_des_huiles_essentielles_d%27Inula_viscosa_Salvia_officinalis_et_Laurus_nobilis_de_la_region_de_Bejaia

[41] La famille des plante ARTICLE
https://www.quelleestcetteplante.fr/description_familles.php?famille=Anacardiaceae

[42] **BOUAKA Kaouther, HAMZAOUI Nour** ; Etude Comparative De Quelques Activités biologiques De L'extrait Aqueux De La Plante *Schinus Molle* Et Celles De L'huile Essentielle Du Même Plante(MASTER)2021

[43] **DJEBAILI HIND** ; L'effet des facteurs d'environnement sur la variation de quelques métabolites secondaires chez deux espèces médicinales : *Juniperus oxycedrus* L. (Cupressacées) et *Schinus molle* L. (Anacardiacees) (MAGISTERE) 2013

[44] MNHN & OFB [Ed]. 2003-2023. Inventaire national du patrimoine

https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/121504/tab/taxo

[45] LES APPELEATIONS DU SCHINUS MOLLE
http://nature.jardin.free.fr/arbre/nmauric_Schinus_molle.html

[46] **Soltani Meriem, Abess Ibtissem Fatima zahra** (Effet d'une huile essentielle extraite des chinus molle sur les ravageurs des denrées stockées) (MASTER) 2021 page 6

[47] Flore du Maroc <https://www.floramaroccana.fr/schinus-molle.html>

[48] <http://sysbio.univ-lille1.fr/fiche/molle-2>

[49] ATLAS , PLANTES ORNEMENTALES DES ZIBAN DES ZIBAN, (STATION DE BIO RESSOURCES EL OUTAY AEL OUTAY) 2013 par MAAOUI Moufida disponible sur : <https://www.crstra.dz/telechargement/ouvrages/atlas-des-plantes-ornementales-des-ziban.pdf>

[50] **Aline Legrand**, Les principales vertus médicinales du faux-poivrier 2022 disponible sur : <https://www.pressesante.com/les-principales-vertus-medicinales-du-faux-poivrier/>

[51] **Guerdouh Souad** , (Etude phytochimique et activité antibactérienne de Schinus molle L.) (Master académique) Université Mohamed Seddik Benyahia- Jijel 2020

[52] **Ouchene yasmia** ; Evaluation de l'activité insecticide des formulations élaborées à base d'extrait aqueux de Schinus molle ; UNIVERSITE SAAD DAHLEB – BLIDA 1 ; Spécialité : Phytopharmacie appliquée (MASTER ACADEMIQUE) 2017

[53] **H. Boutoumi** , (Université Saad Dahlab Blida) Identification par CG/MS et Détermination des Effets Antimicrobiens des Huiles Essentielles du Faux Poivrier (Schinus molle L.) disponible sur : https://www.univ-blida.dz/lgc/confs/Boutoumi_7.pdf

[54] **EL KHABARBI Aicha** ; Contribution à l'étude phytochimique des feuilles du Faux Poivrier (Schinus molle) au Maroc (Book 156 of Chimie des Molécules Bio Actives) 2021 disponible sur : <https://memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/book/6191>

[55] COURS de **Dr Sahraoui** ; UN1901. Laboratoire de pharmacognosie. Les Huiles Essentielle

[56] **Besombes C.**, Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro thermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées, Thèse de doctorat, Université de La Rochelle, 2008, p.289.

[57] **Nadia FEKIH**. Propriétés chimique et biologiques des huiles essentielles de trois espèce du

genre pinus poussant en Algérie . Thèse de Doctorat. UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEM.2014. p7

[58] **Angélique TRAVEL**, Méthodologies pour choisir et caractériser des extraits de plantes et évaluer leurs activités biologiques sur l'immunité des poulets, [Vol. 35 No 4 \(2022\): Rationaliser l'usage des médicaments en élevage 369-390](#) (Article) publié 2023

[59] **Fathiazad, F., & Hamedeyazdan, S.** (2019). Alcoholic Extracts of Medicinal Plants in Modern Drug Discovery. Medicinal and Aromatic Plants, 8(1)

[60] **Naouel OUIS**; ETUDE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES HUILES ESSENTIELLES DE CORIANDRE, DE FENOUIL ET DE PERSIL (Thèse de Doctorat) 2015 page 6

[61] **Dr. Sabrina BENDIA**, Cours: Techniques de séparation, "Chimie Analytique" ; Université Frère Mentouri Constantine 1, L2 science alimentaire (cours) page 17

[62] **Dr. BOUCHEKRIT m.** TP 2 : Méthodes d'extraction, Centre universitaire Abd-Elhafid BOUSSOUF, Mila, Master 1 Biotechnologie Végétale sur :

http://elearning.centreunivmila.dz/pluginfile.php/80789/mod_resource/content/1/TP%2002%20MMA

[DB%20M1%20BV.pdf](http://elearning.centreunivmila.dz/pluginfile.php/80789/mod_resource/content/1/TP%2002%20MMA)

[63] **LAMAMRA MEBARKA**, Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de Tinguarra sicula (L.) Parl. et de Filipendula hexapetala Gibb. (MAGISTER) , UNIVERSITE FERHAT ABBAS-SETIF, page 36

[64] <http://leonardvinci.emonsite.com/medias/files/19.evaporateur-rotatif.pdf>

[65] **Desmares C., Laurent A., Delerme C.** 2008. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles .France

[66] **Utilisation des huiles essentielles en pharmacie:** potentialités thérapeutiques et effets toxiques rencontrés dans la population, Conférence donnée à Oujda le 16 mai 2014 11èmes Journées

Pharmaceutiques de l'Orient ; Université de Liège

https://pharmacie.ma/uploads/pdfs/HE_Oujda_2014_LUC_ANGENOT.pdf

[67] <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/gal%C3%A9nique/35868>

[68] **Les formes pharmaceutiques;**

<https://promotion20162019.files.wordpress.com/2016/10/les-formes-pharmaceutiques.pdf>

[69] 2016. **Forme galénique d'un médicament.** <http://webphysique.fr/forme-galenique-dunmedicament/>

[70] **BEROUAL K.** ; PHARMACOLOGIE GENERALE Chapitre2 : La pharmacie galénique; Université des Frères Mentouri Constantine1 ; (COURS) 2021

[71] **VIDAL** : Les différentes formes de médicaments (ARTICLE) 2021 <https://www.vidal.fr/medicaments/utilisation/regles-bon-usage/formes-medicament.html>

[72] **Marie-Alexandrine BOLZINGER, Stéphanie BRIANÇON, Yves CHEVALIER, MarieEmmanuelle MILLION** ; Systèmes pâteux ou préparations semi-solides (ARTICLE) 2023 disponible sur : <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/biomedical-pharmath15/mise-en-forme-des-medicaments-et-autres-produits-de-sante-42611210/systemes-pateux-oupreparations-semi-solides-pha2016/>

[73] **Dr BOUCHAL Fatiha** ; Les formes galéniques ; Master 1 Génie Pharmaceutique ; Université

[74] **Chapitre IV / Tome 3** ; Pharmacie galénique ; les différentes formes pharmaceutique (Livre) 2009 sur : https://fr.slideshare.net/fibustier/chapitre-iv-tome-3-formes-pharma?from_action=save

[75] **Dr. Farshid Sadeghipour** ; Cours de 2ème Année de Master en Pharmacie Préparation des médicaments en petites quantités Section des Sciences pharmaceutiques ; Ecole de Pharmacie

[76] **Vincent LIMOUSIN** Association INTERCHIMIE 99 (association Loi 1901) ; Mars 1998 - n°26 sur : <https://www.gazettelabo.fr/archives/pratic/1998/26interchimie.htm>

[77] **Dennis W D** ; **Cours de pharmacie** : « Etapes d'élaboration d'un médicament du P.A. au produit fini Place de la pharmacie galénique origines et classification des excipients » ; Université Joseph Fourier de Grenoble ; (2012).

[78] **Talaourar Lynda, Osmani Anfal, Ticemal Asmaa** Evaluation des activités (antioxydants et antimicrobien) des extraits végétaux (cas de la plante *Urginea maritima* L) en vue de fabriquer un savon (MASTER) 2021

[79] **R. BEN ABDALLAH1, D. FRIKHA , S. MAALEJ ET S. SASSI** ; EVALUATION IN VITRO DE L'ACTIVITE ANTIBACTERIENNE ET ANTIFONGIQUE DE QUATRE ESPECES ALGALES MARINES IN VITRO EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL AND

ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF MARINE ALGAE(Article originale) sur :
<https://www.medecinesfax.org/useruploads/files/article06-31.pdf>

[80] **Larry M. Bush**, MD, FACP, Charles E. Schmidt College of Medicine, Florida Atlantic University ;
Revue/Révision complète 2022 :

[https://www.msmanuals.com/fr/accueil/infections/infections- bact%C3%A9riennesbact%C3%A9ries-gram-n%C3%A9gatives/pr%C3%A9sentation- des-bact%C3%A9ries-gramn%C3%A9gatives](https://www.msmanuals.com/fr/accueil/infections/infections-bact%C3%A9riennesbact%C3%A9ries-gram-n%C3%A9gatives/pr%C3%A9sentation-des-bact%C3%A9ries-gramn%C3%A9gatives)

[81] **Doc Thom**, Bactérie / Germe / Micro-organisme / Microbe / Parasite / Virus ; (ARTICLE) 2 février 2016 sur : [https://www.vocabulaire-medical.fr/encyclopedie/124- bacterie-germe-microorganisme-microbe-parasite-virus](https://www.vocabulaire-medical.fr/encyclopedie/124-bacterie-germe-microorganisme-microbe-parasite-virus)

[82] **Brian J. Werth** , **PharmD**, University of Washington School of Pharmacy Examenmédical mai 2022 <https://www.msmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/bact%C3%A9ries-etm%C3%A9dicaments-antibact%C3%A9riens/revue-g%C3%A9n%C3%A9rale-des-bact%C3%A9ries>

[83] **Somipev** : Guide pratique des bactéries p a t h o g è n e s ; Edition 2017 disponible sur : <https://pharmacie.ma/uploads/pdfs/Le-guide-pratique-des-bacteries-pathogenes.pdf>

[84] <https://www.sante-sur-le-net.com/staphylocoque-dore-infections-bacteriennes-persistantes/>

[85] <https://www.topsante.com/themes/escherichia-coli>

[86] **Nasiri.E, Hosseinimehr S.J, Akbari.J, Azadbakht.M, Azizi.S.** The Effects of Punica granatum Flower Extract on Skin Injuries Induced by Burn in Rats. Hindawi Advances in Pharmacological Sciences .2017 ; 1- 50

[87] **Azame et al** , Activité cicatrisante et toxicité aigüe de Musanga cecropioides et Acmella caulirhiza (ARTICLE) 2020

[88] **Le MANUEL MSD** Version pour professionnels da santé disponible sur : <https://www.msmanuals.com/fr/professional/blessureempoisonnement/br%C3%BBlures/br%C3%BBlures>

[89] **Société Française et Francophone des Plaies et Cicatrisations PDF** disponible sur : <file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/Bru%CC%82lure%20et%20cicatrisation.pdf>

[90] **VIDAL** disponible sur : <https://www.vidal.fr/maladies/peau-cheveux-ongles/brulure.html>

[91] Article OOreka <https://lapin.ooreka.fr/comprendre/anatomie-lapin>

[92] **Wikipédia** sous licence **CC-BY-SA 3.0.** disponible sur : <https://www.technoscience.net/glossaire-definition/Lapin-domestique-page-2.html>

- [93] **S. BOURGOU; R. SERAIRI BEJI ; F. MEDINI ; R. KSOURI;** Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'Euphorbia helioscopia ; Journal of new science (ARTICLE) Volume 28(12). Published April, 01, 2016
- [94] **MAHMOUDI Souhila, KHALI Mustapha et MAHMOUDI Nacéra ;** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (Cynara scolymus L.) ; Université de M'sila 2013
- [95] **BENABDELKRIM Nafissa ;** Contribution à l'étude du rendement et du pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle de Pituranthoschloranthus de la région de Biskra ; Université Abou BekrBelkaïd - Tlemcen – (MASTER) 2013.
- [96] **2021 Groupe Aiglon, Spécialiste des vaselines Codex** disponible sur : <https://www.aiglon.eu/vaselines/>
- [97] **Ataman Kimya ; ATMAN CHEMICALS ;** Huile d'amande douce (ARTICLE) 2020 disponible sur : https://www.atamanchemicals.com/sweet-almond-oil-refined_u27107/?lang=FR
- [98] https://fr.wikipedia.org/wiki/Vitamine_E
- [99] **GUIGA Mohammed Saber ;** Vitamine E : Métabolisme, rôle physiologique. Intérêt et risques d'une supplémentation. ; UNIVERSITE DE LORRAINE ; (Doctorat en pharmacie) 2019.
- [100] <https://biomax.dz/>
- [101] **Sahu Alakh N, Jha SB and Dubey SD,** 'Formulation & Evaluation of Curcuminoid Based Herbal Face Cream', Indo-Global Journal of Pharmaceutical Sciences, Vol 1, Issue 1: Page No. 77-84 / 2011.
- [102] **Feuilles, B.D.E. & Baphia, F.D.E..** Formulation, contrôle galénique, toxicologique et essai biogalénique d'une crème à activité cicatrisante à base de feuilles fraîches, 8ed, p33-40 / 2007
- [103] **DHAS, A.S., KHADBADI, S.S. & Saboo, S.S.,** Formulation and Evaluation of Vanishing Herbal Cream of Crude Drugs. , 1(5), p 313-318 / 2014
- [104] **Pharmacopée Européenne,** 2019 10^{ème} Edition
- [105] **A. Benchabane ;** Etude du comportement rhéologique de mélanges argiles - polymères. Effets de

l'ajout de polymères, Université de Louis Pasteur-Strasbourg, (Thèse de Doctorat), 2006.

[106] **D.Samake**, Traitement des eaux usées de tannerie à l'aide de matériau à base d'argile .Thèse de doctorat, Université de Joseph Fourier, 2009.

[107] **Julie KEIRSSE** ; Spectroscopie infrarouge déportée : mise au point d'un biocapteur pour l'imagerie métabolique et la sécurité microbiologique ; (DOCTORT) 2004

[108] **COURS** : Chimie analytique et spectroscopie ; Analyser des données spectrales des molécules, interpréter des données infra rouges des molécules ; Université Alioune DIOP de Bambey 2023

[109] **Aminetou Bent Mohamed ; Aicha mint Sidi Baba** ; MANUEL DE TRAVAUX PRATIQUES DE MICROBIOLOGIE ; UNIVERSITE DE NOUAKCHOTT 2008

[110] **Fouzia Djenadi** ; Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne du genévrier(*Juniperus phoenicea*) : essai des huiles essentielles et composés phénoliques ; Université A Mira de Béjaia Algérie - Master en biologie option biochimie appliquée 2011 disponible sur : https://www.memoireonline.com/01/13/6764/m_Contribution--l-etude-de-l-activite-antimicrobiennedu-genevrierJuniperus-phoenicea--essai-d22.html

[111] <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/15291/chapitre%203.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

[112] **Cavallo J , Choutet P, V, Jarlier** ; Comité de l'antibiogramme de la société Française de Microbiologie 2005

[113] **PONCE A.GFRITZ R DE LVALLE C ET ROURA S I** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensm. Wiss.u.-Technol*,2003 p 679-684

[114] **BENE K.1, CAMARA D, SOUMAHORO IA, KANGA Y, ZIRIHI G.N** ; Formulation galénique d'une pommade antimicrobienne à base d'un extrait hydroalcoolique de *Bersama abyssinica* Fresen ; Laboratoire de Pharmacodynamie Biochimique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire ;(ARTICLE) 2017

[115] **Éthique en expérimentation animale** ; Académie nationale de médecine, (ARTICLE SCIENTIFIQUE) ; 2009 disponible sur : <https://www.academie-medecine.fr/ethique-enexperimentation-animale/>

[116] **Conseil canadien de protection des animaux.** Lignes directrices sur les animaleries les caractéristiques, la conception et le développement. Ottawa : Conseil canadien de Protection des animaux, 2003, révisé en 2020 ; Disponible sur https://ccac.ca/Documents/Normes/Lignes_directrices/Animaleries.pdf

[117] **GIRCOR Grace** ; Guide de l'évaluation éthique des projets impliquant l'utilisation d'animaux à des fins scientifiques, Faculté de médecine Pitié Salpêtrière ; 1ère édition – février 2021;disponible sur: file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/guide_evaluation_ethique_2020_web.pdf

[118] **CHERGUI Aya ; TENIOU Roumeissa** ; EVALUATION DE L'EFFET CICATRISANT DE L'HUILE D'ARGAN ; Université des frères Mentouri Constantine, (MASTER) 2021

[119] Proportions en maths - Statistiques et probabilités, STUDYSMARTER disponible sur le site : <https://www.studysmarter.fr/resumes/mathematiques/statistiques-et-probabilites/proportion/>

[120] **Prof. Kamel BELHAMEL** ; Algerian Journal of Natural Products ,University of Bejaia (2014)

[121] **A. Rouibi et F. Said**, Identification par CG/MS et Détermination des Effets Antimicrobiens des Huiles Essentielles du Faux Poivrier (*Schinus molle* L.) ,Université Saad Dahlab Blida (2010)

[122] **Mahmoudi L et Rougou N** , EXTRACTION ET VALORISATION DES EXTRAITS DE L'INULE VISQUEUSE D'ALGER, école nationale Polytechnique (2009)

[123] **Messaoudi S , Derriche.R**, International Journal of Scientific Research & Engineering Technology (IJSET) Teneur en Polyphénols et Activité Antioxydante des Huiles Essentielles, Hydrolats et Extraits des Feuilles de l'Inulaviscosa (L.) Aiton d'Algérie(2025)

[124] **Malioui M., Mahdid A.,** Etude phytochimique et activités antioxydantes des extraits de *Schinus molle* 37-38p (2017)

[125] **Mme Seladji** ; Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de *Nepeta nepetella*, *Schinus molle*, *Moricandia arvensis*, *Atriplex canescens* et *Mentha rotundifolia*. Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid (2014)

[126] **Smith-Palmer A., Stewart J., Feyel L.** The potential application of plants essential oils as natural food preservative in soft cheese. Food Microbiology,18:463-470.(2001)

[127] **Brian J. Werth** , PharmD, University of Washington School of Pharmacy Examen médical mai (2022)

[128] R.MAACHI ,ABDOUNE Yamina, CONTRIBUTION À L'EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES DE L'INULE VISQUEUSE ALGÉRIENNE PAR DIVERSES MÉTHODES, ÉTUDE DE SES PROPRIÉTÉS DIVERSES MÉTHODES, ÉTUDE DE SES ANTIMICROBIENNES ET ANTIOXYDANTES (Magister) (2012)

[129] LADJAL Segni, GUERROUF Asma, Application des huiles essentielles dans la lutte microbiologique cas d'un cabinet dentaire,(MASTER ACADEMIQUE) (2017)

[130] Bendifallah L, BOUKEMAYA Fatiha, MESSAOUDI Farida, Etude phytochimique de la plante *Inula viscosa* (L) Ait (Asteraceae) et évaluation des activités insecticide et antimicrobienne de son extrait éthanolique brut (Master) (2016)

[131] Moleyar V. and Narassimham P. Antibacterial activity of essential oil components. *International Journal of Food Microbiology*, 16: 337-342. (1992)

[132] L. BENHAMZA, ABDELJELIL MOHAMED CHERIF, Effets cicatrisants de produits à base d'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) sur les brûlures expérimentales (Doctorat) (2016).

Annexe

Annexe II. 1 : Tableau du matériel et produits utilisés pour chaque étape de la partie expérimentale.

Etape	Matériel	Produit
Prétraitement des plantes	<ul style="list-style-type: none"> - Plateaux en bois-Etuve - Broyeur électrique - Balance - Spatule - Bocaux en verre - Papier aluminium 	
Extraction par solvant organique (Macération)	<ul style="list-style-type: none"> - Balance - Erlenmeyer - Spatule - Evaporateur rotatif - Agitateur magnétique - Papier Whatman - Entonnoir à filtration 	<ul style="list-style-type: none"> - Ethanol
Extraction par hydrodistillation	<ul style="list-style-type: none"> - Ballon - Chauffe ballon - Dispositif d'hydrodistillation de type Clavenger - Seringue jetable stérile - Balance - Flacons en verre ambrés 	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillée
Formulation des pommades	<ul style="list-style-type: none"> - Becher - Spatule - Balance - Agitateur magnétique - Boites stériles (conditionnement) - pH-Mètre - Spectromètre IF-Rouge - Autoclave 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaseline - Huile d'amande douce - Vitamine E - Ethanol (désinfectant)

<p>Test Microbiologiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tubes à essais - Bec bunsen - Boîtes à pétri stériles - Bain marie - Autoclave - Règle - Etuve - Embouts - Micropipette - Pipette pasteur - Ecouvillons 	<ul style="list-style-type: none"> - Bouillon nutritif - 2 souches bactériennes - Milieu de culture Muller Hinton (MH) - Ethanol (désinfectant)
<p>Tests Anti brulures (INVIVO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tendeuse - Rasoir - Boulon métallique - Bec bunsen - Compresse et pansements stériles 	<ul style="list-style-type: none"> - Crème anesthésiante

Résumé

L'*Inula Viscosa L* (Inule visqueuse) et le *Schinus molle L* (Faux poivre), sont des plantes médicinales très connues. La composition chimique de ces plantes et de leurs extraits contiennent une large gamme de composés bioactifs qui leur confère diverses activités biologiques. Dans cette étude nous avons essayé de formuler des pommades à base d'extraits de ces plantes (extrait éthanolique, huile essentielle, mélange des deux) et d'évaluer leur effets antimicrobien et cicatrisant.

D'après les résultats de l'analyse par spectroscopie Infra Rouge à transformée de Fourier (IRTF), les extraits de plantes contiennent des : Terpènes, alcaloïdes, phénols et aldéhydes. Ces familles de composés chimiques sont connues par leur pouvoir thérapeutique. L'évaluation de l'activité antimicrobienne a été réalisée par la méthode de diffusion sur gélose (puits) pour tester la sensibilité de deux souches bactériennes : *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* en comparant avec des études antérieures. L'étude de l'effet cicatrisant a été effectué *in-vivo* sur un lapin anesthésié, brûlé puis soigné par l'application journalière d'une pommade à base d'extraits de plantes. Les résultats confirment la bonne synergie et l'efficacité de nos extraits de plantes concernant la cicatrisation et leur potentiel pouvoir contre les bactéries.

Mots-clés : *Inula Viscosa L*, *Schinus Molle L*, activité antimicrobienne, test *in-vivo*, pommade, composés bioactifs.

Abstract

Inula Viscosa L (slimy inula) and *Schinus molle L* (false pepper) are well-known medicinal plants. The chemical composition of these plants and their extracts contain a wide range of bioactive compounds, giving them diverse biological activities. In this study we attempted to formulate ointments based on extracts of these plants (ethanolic extract, essential oil, mixture of the two) and to evaluate their antimicrobial and wound-healing effects.

According to the results of the Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis, the plant extracts contain: terpenes, alkaloids, phenols and aldehydes. These families of chemical compounds are known for their therapeutic properties. Antimicrobial activity was assessed using the agar diffusion method (wells) to test the sensitivity of two bacterial strains: *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, comparing them with previous studies. The healing effect was studied *in-vivo* on an anaesthetised rabbit, burnt and then treated by the daily application of an ointment based on plant extracts. The results confirm the synergy and efficacy of our plant extracts for wound healing and their potential power against bacteria.

Keywords : *Inula Viscosa L*, *Schinus Molle L*, antimicrobial activity, *in-vivo* test, ointment, bioactive compounds.