

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de L'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Génétique Moléculaire et Amélioration des plantes

Présenté par:

Zennoud Souhil Nedjmeddine

Attafi Anfal

Reghioui khadidja

Thème

*Teucrium capitatum L : Rendement en huile essentielle et activités
biologiques*

Soutenu publiquement le 25/06/2025

Membres de jury:

Encadrant : Mr MAGHNI Benchohra

Pr. UNV .Tiaret

Présidente : Mme MOKHFI Fatima

MCA. UNV Tiaret

Examinatrice : Mme BOUZID Assia

MCA. UNV Tiaret

Année universitaire 2024-2025

Remerciements

Ce mémoire marque l'aboutissement de plusieurs mois de travail, couronnant un véritable cheminement vers la maturité scientifique. Nous remercions tout d'abord Allah, le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nos remerciements les plus sincères vont à notre encadrant, Pr. Maghni Benchohra, pour avoir accepté de superviser ce mémoire. Nous lui sommes profondément reconnaissants pour son accompagnement, ses conseils précieux, son soutien constant et ses compétences dont nous avons tant bénéficié.

Nous exprimons également notre gratitude aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

Enfin, un grand merci à toutes les personnes qui nous ont soutenus de près ou de loin, leur aide, sous toutes ses formes, nous a été précieuse.

Dédicace

À mes chers parents,

Vous êtes ma source d'inspiration, de force et de patience.

Vos sacrifices silencieux, votre amour inconditionnel et vos prières constantes ont été les piliers de mon parcours.

Je dédie ce travail tout particulièrement à ma mère, pour son amour infini, sa tendresse et son soutien inébranlable.

À mes frères et sœurs, et en particulier à ma grande sœur,

Merci pour votre soutien moral, vos encouragements et votre présence constante à mes côtés tout au long de ce chemin.

À mes enseignants et encadrants,

Pour votre accompagnement précieux, vos conseils éclairés et votre engagement envers notre réussite, je vous exprime toute ma reconnaissance.

À mes amis fidèles : Younes, Saïd et Abdel Salam,

Votre bienveillance, votre amitié sincère et vos encouragements m'ont soutenu dans les moments de doute. Merci d'avoir toujours été là.

À toutes celles et ceux qui ont cru en moi, Je vous adresse cette dédicace avec une profonde gratitude et un immense respect.

Souhil

Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents, pour leur amour, leurs sacrifices et leur soutien
inconditionnel tout au long de mon parcours.*

*À mes sœurs Ibtihal , Aridj , Rital et mon frère Abde el Rahmen , pour leur présence
réconfortante et leurs encouragements constants.*

À mes amis fidèles, Rima et fatima qui ont toujours cru en moi.

*À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, je dis merci du
fond du cœur.*

Anfal

Dédicace

A ma mère

A Mon Cher père

À mon frère

A mes sœurs

A tous mes amis et proches

Khadidja.

****Résumé****

Dans ce travail, nous avons évalué le rendement et l'activité antibactérienne d'huile essentielle extraite par hydrodistillation à partir des feuilles et des fleur de *Teucrium capitatum* L, récoltées dans deux régions distinctes.

Le rendement en huile essentielle des échantillons de Khemisti était de 0,59 %, ce qui est inférieur à celui des échantillons de Sidi Mansour, mesuré à 0,73 %.

L'huile essentielle de *Teucrium capitatum* L. provenant des deux sites a démontré une activité antibactérienne significative contre *Staphylococcus aureus* (Gram +), mais aucune activité contre *Escherichia coli* (Gram -). Les diamètres des halos d'inhibition observés étaient de 17 mm et 20 mm pour l'écotype de Khemisti, contre 15 mm et 17 mm pour celui de Sidi Mansour.

Ces résultats mettent en évidence une sensibilité marquée de *Staphylococcus aureus* à l'huile essentielle de *Teucrium capitatum* L, tandis que *Escherichia coli* s'est avéré insensible.

Mots-clés : *Teucrium capitatum* L, huile essentielle, rendement, activité antibactérienne..

الملخص

في هذه الدراسة، تم تقييم مردودية ونشاط الزيت العطري المستخلص بالتقطير المائي من أوراق وأزهار *Teucrium capitatum* L، التي جُمعت من منطقتين مختلفتين.، بلغت مردودية الزيت العطري في عينات خميسي 0.59%، وهي أقل من تلك المسجلة في عينات سيدي منصور، والتي بلغت 0.73%.

أظهر الزيت العطري لـ *Teucrium capitatum* L من كلا الموقعين نشاطاً مضاداً للبكتيريا ملحوظاً ضد (بكتيريا موجبة الجرام *Staphylococcus aureus*) في حين لم يظهر أي نشاط ضد (بكتيريا سالبة الجرام *Escherichia coli*)، وقد بلغت أقطار مناطق التثبيط 17 مم و 20 مم للإيكوتيب الخاص بخميسي، مقارنة بـ 15 مم و 17 مم للإيكوتيب الخاص بسيدي منصور.

تُبرز هذه النتائج الحساسية العالية لبكتيريا *Staphylococcus aureus* تجاه الزيت العطري لـ *Teucrium capitatum* L، في حين تبين أن *Escherichia coli* مقاومة تماماً له.

الكلمات المفتاحية:

الزيت العطري، المردودية، النشاط المضاد للبكتيريا. *Teucrium capitatum* L

****Abstract****

In this study, we evaluated the yield and antibacterial activity of essential oil extracted by hydrodistillation from the leaves and flowers of *Teucrium capitatum* L, collected from two distinct regions.

The essential oil yield from the Khemisti samples was 0.59%, which is lower than the 0.73% yield measured in the Sidi Mansour samples.

The essential oil of *Teucrium capitatum* L. from both sites exhibited significant antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* (Gram +) but showed no activity against *Escherichia coli* (Gram -). The inhibition zone diameters were 17 mm and 20 mm for the Khemisti ecotype, compared to 15 mm and 17 mm for the Sidi Mansour ecotype.

These findings highlight a pronounced sensitivity of *Staphylococcus aureus* to the essential oil of *Teucrium capitatum* L, while *Escherichia coli* was found to be resistant.

Keywords : *Teucrium capitatum* L., essential oil, yield, antibacterial activity.

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Aperçu bibliographique sur <i>Teucrium capitatum</i> L	
I.1.Plantes médicinales et aromatiques.....	5
I.1.1.Historique des plantes aromatiques et médicinales	5
I.1.2.Définition d'une plante médicinale.....	5
I.2.Famille des Lamiacées	6
I.2.1.Caractères généraux des Lamiacées.....	7
I.2.2. <i>Teucrium Capitatum</i> L.....	7
I.2.3.Caractères morphologiques de <i>Teucrium capitatum</i> L	8
I.2.3.1. Nomenclature	10
I.2.3.2. Description botanique.....	10
I.2.3.3. Taxonomie et systématique.....	11
I.2.3.4.Répartition géographique.....	12
I.2.3.5.Utilisations en médecine traditionnelle	12
Chapitre II : généralités sur les huiles essentielles	
II.1.Historique	14
II.2.Définition.....	15
II.3.Localisation dans la plante	15
II.4.Rôle des huiles essentielles	15
II.4.1.Rôle physiologique	16
II.4.2.Rôle thérapeutique	17
II.5.Composition chimique d'une huile essentielle	17
II.6.Caractéristiques et propriétés physiques.....	19
II.7.Répartition des huiles essentielles	20
II.8.Méthodes d'extraction	21
II.8.1.Hydrodistillation	21
II.8.2.Entraînement à la vapeur d'eau	21

II.8.3.Hydro diffusion.....	24
II.8.4.Extraction assistée par micro-ondes	25
II.8.5.Expression à froid	26
II.8.6.Extraction par solvants volatils.....	26
II.9.Toxicité des huiles essentielles.....	27
II.10.Conservation des huiles essentielles	28
II.11.Domaine d'application des huiles essentielles	28
II.11.1.En alimentation	28
II.11.2.Pharmacie	29
II.11.3.Parfumerie.....	29
II.11.4.Diverses industries	29
II.12 Activité antibactérienne	30
II.13 Le métabolisme secondaire.....	31
II.13.1. Phénols.....	31
II.13.2. Huiles essentielles	32
II.13.3. Flavonoïdes.....	33
II.13.4. Tanins	33
II.13.5. Anthocyanes.....	33
II.13.6. Coumarines	34
II.13.7. Saponines.....	34
II.13.8. Anthraquinones	34
II.13.9. Polysaccharides.....	34

Chapitre III : Matériel et Méthode

III.1. Critères de choix de la plante	37
III.2. Présentation et situation de la zone de récolte	37
III .2.1.La carte géographique des deux site.....	37
III .2.2.Diversité géographique et végétale des deux régions d'étude.....	38
III.3. Matériel	39

III.3.1. Matière végétale.....	39
III.3. 2.Matière biologique.....	40
III.4. Extraction des huiles essentielles	40
III.4.1.Principe de l'extraction.....	41
III.4.2. Protocole d'extraction.....	42
III .5.Détermination du rendement d'extraction	45
III.6 . Activités biologiques	45
III.6 .1 Activités antibactériennes des huiles essentielles	45
III.6.1.1 Souches bactériennes testées	45
III.6.1.2 Préparation des souches	45

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1.Rendement de l'extraction	50
IV.2. L'effet antibactérien des huiles essentielles.....	53
IV.3. Sensibilité des souches bactérienne.....	58
IV .4.Comparaison entre notre Résultats et Résultats de region (bouira).....	58
IV .4.1.Méthode et Résultats.....	58
IV .4.2.La Comparaison.....	59
Conclusion générale et perspectives	61
Références bibliographiques.....	64

Liste des abréviations

PAM : Les plantes médicinales et aromatiques **HE** : Huile Essentielle

G : gramme.

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse

GC/MS : Chromatographie Gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

% : Pourcentage

μL : Microlitre

μm : Micrometer

°C : Degré Celsius

H : Heure

Min : Minute

ml : Milliliter

mm : Millimeter

E coli : Escherichia coli

S aureus : Staphylococcus aureus

Liste des figures

Figure 01 : <i>Teucrium capitatum</i> L	8
Figure 02 : les fleurs de <i>Teucrium capitatum</i> L.....	9
Figure 03 : la tige de <i>Teucrium capitatum</i> L	10
Figure 04 : Exemples de structures de mono-et sesquiterpènes.....	19
Figure 05 : Montage d' Hydrodistillation de type Clevenger	22
Figure 06 : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau.....	23
Figure 07 : Montage d'extraction par hydro diffusion.....	24
Figure 08 : Montage d'extraction assistée par micro-ondes	25
Figure 09 : Montage d'extraction par solvants volatils	27
Figure 10 : structure de base des phénols.....	32
Figure 11 : structure de base des flavonoïdes	33
Figure 12 : Carte de localisation des stations de récoltes.....	37
Figure 13 : Séchage des plantes (station de sidi Mansour)	39
Figure 14 : Séchage des plantes.(station de khemisti)	40
Figure 15 : Montage d' Hydrodistillation de type Clevenger	41
Figure 16 : 200 g de la plante (feuilles et fleurs).....	42
Figure 17 : Appareil de broyage	42
Figure 18 : Montage D'hydrodistillation (Clevenger)	43
Figure 19 : Récupération du distillat	44
Figure 20 : Récupération des Huiles essentielles	44
Figure 21 : Gélose fondue de Muller hinton.....	46
Figure 22 : Souches bactériennesensemencées sur gélose.....	47
Figure 23 : Ensemencement en surface	47
Figure 24 : Dépôt des disques sur la gélose contenant un tapis bactérienne	48
Figure 25 : les huiles essentielles de station de khemisti	50
Figure 26 : les huiles essentielles des stations de sidi Mansour	51
Figure 27 : Rendement en huile essentielle des deux régions Khemisti et sidi Mansour	52

Figure 28 : Diamètres des halos d'inhibition (en mm) des deux souches bactériennes testées (<i>S. aureus</i>) par 15 μ L d'huile essentielle des deux régions	56
Figure 29 : Diamètres des halos d'inhibition (en mm) des deux souches bactériennes testées (<i>S. aureus</i>) par 25 μ L d'huile essentielle des deux régions	57

Liste des tableaux

Tableau 01 : Rendement des huiles essentielles de <i>Teucrium capitatum</i> L de deux station.....	50
Tableau 02 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles obtenues.....	52
Tableau 03 : Les halos d'inhibition des souches bactériennes testées pour les deux régions khemisti et sidi Mansour	54
Tableau 04 : Mesure d'inhibition bactérien pour différentes concentrations de l'huile essentielle de <i>Teucrium capitatum</i> L (station de khemisti)	55
Tableau 05 : Mesure d'inhibition bactérien pour différentes concentrations de l'huile essentielle de <i>Teucrium capitatum</i> L (station de sidi Mansour)	55
Tableau 06 : Mesure d'inhibition bactérien pour 15 µl concentrations de l'huile essentielle de <i>Teucrium capitatum</i> L (station de khemisti et sidi Mansour et Dira bouira	59

Introduction

Introduction

Depuis la nuit des temps, L'homme est habitué à utiliser les plantes pour leurs propriétés médicinales et nutritives. Les produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée aux différents secteurs d'activité tels que : le cosmétique, la pharmacie, l'agroalimentaire, et L'industrie,

L' Algérie, par sa situation géographique au centre de la méditerranée, abrite une végétation riche et diversifiée. Un grand nombre de plantes aromatiques y poussent spontanément dont les Lamiaceae qui sont riches en huiles volatiles. Une proportion importante de ces plantes est polymorphe.

L'aromathérapie repose sur l'utilisation des extraits aromatiques issus des plantes tels que les huiles essentielles., A l'échelle mondiale, elle est reconnue comme une approche complémentaire, voire alternative, à la médecine traditionnelle. Elle constitue une branche spécifique de la phytothérapie (Lorrain ,2013) .

Notre travail a été motivé, d'une part, par la volonté de valoriser et de promouvoir les plantes médicinales algériennes afin de faciliter l'accès des populations à des remèdes traditionnels améliorés, accessibles à moindre coût. D'autre part, il s'inscrit dans la nécessité de mettre en valeur les espèces algériennes de la famille des Lamiaceae à travers la recherche de composés présentant un potentiel thérapeutique. L'objectif est de renforcer les connaissances phytochimiques sur ces extraits végétaux et d'identifier des traceurs spécifiques à chaque plante, en vue d'une exploitation future dans l'industrie.

L'espèce que nous avons étudiée est *Teucrium capitatum* L. [Kayatta ou Djaida, Gattaba] est une plante méditerranéenne., collectée dans deux stations : Khemisti et Sidi Mansour Elle appartient à la famille des Lamiaceae. Cette plante est particulièrement reconnue en phytothérapie traditionnelle pour ses propriétés remarquables, sa richesse en composés issus du métabolisme secondaire, notamment les huiles essentielles et les polyphénols.

Introduction

L'espèce *Teucrium capitatum* L est considérée comme l'une des plus utilisées en médecine traditionnelle dans la région de Tissemsilt , C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude, dont les objectifs principaux se déclinent comme suit :

- Valoriser les composés de Lamiaceae étudiée à travers l'extraction des huiles essentielles à partir de plante .
- Déterminer le rendement en huiles essentielles des échantillons prélevés dans les deux stations .
- Évaluer les activités biologiques des huiles essentielles extraites des plantes sélectionnées.

Synthèse bibliographique

Chapitre I :

Généralités sur "*Teucrium capitatum* L"

I.1.Plantes médicinales et aromatiques**I.1.1.Historique des plantes aromatiques et médicinales**

Depuis les années 1980, on observe un regain d'intérêt marqué pour la culture des plantes aromatiques et médicinales (PAM), tant dans les pays industrialisés que dans les pays en développement. Dans les pays développés, cet engouement s'explique notamment par la recherche de cultures alternatives à l'agriculture intensive moderne, confrontée à une situation de surproduction à l'échelle mondiale — notamment dans le secteur des céréales. Les PAM sont ainsi perçues comme une solution de diversification agricole, particulièrement adaptée aux régions défavorisées, telles que les zones montagneuses (Meskaoui et al., 2008).

Les plantes médicinales et aromatiques représentent une source exceptionnelle de molécules chimiques complexes, largement exploitées dans diverses industries, telles que la cosmétique, l'agroalimentaire et la pharmaceutique. Depuis la préhistoire, l'être humain a appris à connaître et à utiliser les ressources végétales disponibles dans son environnement. Contraint de se nourrir par la chasse et la cueillette, l'homme préhistorique a progressivement découvert les propriétés bénéfiques de nombreuses plantes, intégrant celles-ci à son régime alimentaire majoritairement végétarien. Ce mode de vie a constitué le point de départ de l'utilisation des produits naturels. Bien que les huiles essentielles n'étaient pas identifiées en tant que telles à cette époque, l'usage des plantes aromatiques était déjà largement répandu (Diop et al., 2023) .

I.1.2.Définition d'une plante médicinale

Une large part de la population mondiale — environ 75 %, représentant les personnes vivant sous le seuil de pauvreté — recourt encore aujourd'hui aux plantes pour satisfaire ses besoins en matière de soins de santé primaires, et ce malgré la disponibilité des médicaments synthétiques (Daouda, 2015).

Le potentiel thérapeutique des plantes repose essentiellement sur leurs métabolites secondaires, qui jouent un rôle crucial dans la défense des végétaux contre divers agents pathogènes.

Ces métabolites se répartissent en plusieurs grandes familles, parmi lesquelles : les phénols (comprenant les phénols simples, les acides phénoliques, les quinones, les flavonoïdes, les flavones, les flavonols, les tanins et les coumarines), les alcalnoïdes, les terpénoïdes, et les polypeptides (**Daouda, 2015**).

Selon **Peyron (2000)**, les plantes peuvent présenter plusieurs fonctions à la fois — elles peuvent être médicinales, aromatiques, cosmétiques ou utilisées en parfumerie. Leur mode d'utilisation varie également : elles peuvent être consommées à l'état brut, transformées (par exemple par déshydratation ou surgélation), ou encore élaborées sous forme d'extraits, d'huiles essentielles, d'oléorésines ou d'isolats. Une autre distinction se fait selon les organes de la plante récoltés (feuilles, racines, fleurs, etc.)

I.2.Famille des Lamiacées

La famille des Lamiaceae (également connue sous les noms Labiaceae ou Labiées) regroupe des plantes herbacées ou semi-ligneuses, souvent odorantes, caractérisées par une tige quadrangulaire. Leurs feuilles sont généralement disposées de manière opposée deux à deux, et leurs fleurs, bisexuées et zygomorphes (irrégulières), présentent un calice persistant en forme de tube ou de cloche, ainsi qu'une corolle à tube très développé. Le fruit sec se divise en quatre akènes (ou nucules), chacun renfermant une seule graine.

Il s'agit de l'une des familles botaniques les plus utilisées dans le domaine des plantes aromatiques et médicinales. De nombreuses espèces de Lamiacées sont exploitées dans les secteurs de la parfumerie, de l'aromathérapie ainsi que dans l'industrie pharmaceutique.

La famille des Lamiaceae comprend environ 7 000 espèces, réparties dans plus de 250 genres à travers le monde . En Algérie , on en recense 28 genre s regroupant 146 espèces (**Chabane, 2021**).

La plus grande diversité de cette famille est observée dans le bassin méditerranéen, suivi de l'Asie centrale, de l'Amérique, des îles du Pacifique, de l'Afrique équatoriale et de la Chine

I.2.1. Caractères généraux des Lamiacées (Bencheikh ,2017).

Les Lamiacées présentent un ensemble de caractères morphologiques distinctifs qui les rendent facilement reconnaissables dans le règne végétal, notamment au sein des plantes aromatiques et médicinales :

- Tige : Elle est généralement quadrangulaire, en particulier chez les jeunes pousses, et porte des rameaux opposés.
- Feuilles : Les feuilles sont opposées, simples, parfois amplexicaules (embrassant la tige), sans stipules, et leur limbe est penninervé.
- Inflorescences : Elles prennent la forme de faux verticilles axillaires ou de glomérules, résultant de la réunion de deux cymes bipares.
- Fleurs : Les fleurs sont généralement hermaphrodites, parfois unisexuées, accompagnées de bractéoles. Elles sont adaptées à la pollinisation entomophile (par les insectes), montrant une évolution vers cette forme spécialisée de reproduction.
- Calice : Il est gamosépale, composé de cinq sépales soudés, et persistant après la floraison.
- Corolle : Elle est gamopétale (pétales soudés) et zygomorphe (à symétrie bilatérale). Elle comprend un tube plus ou moins long, droit ou incurvé, souvent poilu. Le limbe est bilabié, divisé en cinq lobes : deux formant la lèvre supérieure et trois la lèvre inférieure.
- Étamine : Le plus souvent, on observe quatre étamines disposées en deux tailles inégales (deux longues et deux courtes). Le genre *Mentha*, cependant, peut en comporter cinq.
- Gynécée : Il est constitué de deux carpelles fusionnés formant un ovaire biloculaire reposant sur un disque glanduleux nectarifère. Chaque loge contient deux ovules, mais une fausse cloison divise chaque loge en deux logettes uniovulées. Les ovules sont anatropes ascendants, avec un raphé interne.
- Fruit : Le fruit typique est un tétrakène, formé de quatre nucules sèches souvent enveloppée par le calice persistant

I.2.2. *Teucrium Capitatum L*

Est une dicotylédone appartenant à la famille des Lamiacées, qui regroupe entre 233 et 263 genres et environ 6 900 à 7 200 espèces à l'échelle mondiale (Heywood et al., 2007). En Algérie, cette famille est représentée par 28 genres et 146 espèces (Quezel et Santa, 1963).

La majorité des espèces appartenant aux Lamiacées sont des plantes partiellement ligneuses ou vivaces par leur rhizome, formant des arbustes — les arbres y sont très rares. Il s’agit d’une vaste famille aromatique, particulièrement représentative du règne végétal, largement répandue dans les zones tempérées, et plus spécifiquement dans la région méditerranéenne.

Cette famille botanique présente une importance économique notable, notamment en raison de sa capacité à produire des huiles essentielles utilisées dans de nombreuses industries (pharmaceutique, cosmétique, agroalimentaire) et pour la production de miel, comme c’est le cas des miels de lavande ou de romarin (Guignard et al., 2001).



Figure 01 : *Teucrium capitatum L*.(Photo , Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

I.2.3.Caractères morphologiques de *Teucrium capitatum L*

Capitatum est un petit arbrisseau nain mesurant entre 20 et 40 cm de hauteur, dégageant une odeur aromatique caractéristique. L’ensemble de la plante présente un aspect plus ou moins feutré, en raison de la présence de poils blancs, verts ou jaunâtres.

- Les tiges : nombreuses, sont ligneuses, grêles, élancées et blanches, couvertes de poils cotonneux sur leurs rameaux. Les feuilles, quant à elles, sont petites, de forme linéaire à linéaire-lancéolée, opposées ou disposées en touffes, à très court pétiole. Elles sont entières ou légèrement

crénelées à leur sommet, mesurant entre 7 et 27 mm de long, avec 2 à 5 (parfois jusqu'à 9) encoches sur les bords. Les feuilles peuvent être plates ou enroulées, brièvement tomenteuses, d'un vert cendré sur la face supérieure et blanchâtres sur la face inférieure.

- Les fleurs : généralement blanches (parfois purpurines), sont regroupées en capitules globuleux de moins de 1 cm de diamètre, portées par un pédoncule et regroupées en panicules au sommet des tiges. Elles sont brièvement tomenteuses et fleurissent de juin à août.

- Le calice : blanc-tomenteux, mesure jusqu'à 5 mm de long et présente cinq dents courtes, concaves et obtuses. La corolle, d'environ 5 mm de long, possède des lobes supérieurs pubescents ; elle est zygomorphe, avec une lèvre supérieure absente et une lèvre inférieure divisée en cinq lobes.

- Les étamines, insérées sur le tube de la corolle, sont souvent au nombre de quatre, disposées en deux paires inégales, bien qu'il soit parfois possible d'observer la présence de deux étamines supplémentaires stériles et réduites. Après la floraison, les filets des étamines se roulent en spirale (Quezel et Santa, 1963 ; Coste et Flahault, 1980 ; Bayer et al., 1990).

- Le fruit est composé de quatre nucules brunes, dont la surface présente un ornement en réseau (Puech, 1984).



Figure 02 :Fleur de *Teucrium capitatum L*).(Photo , Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)



Figure 03 : Tige de *Teucrium capitatum L*).(Photo , Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

I.2.3.1. Nomenclature (Bonnier,1990)

Teucrium capitatum L , est connu sous divers noms vernaculaires selon les régions et les langues. Ces synonymes témoignent de sa large répartition géographique et de son usage traditionnel dans plusieurs cultures :

- En italien : Camedrio polio,
- Canitola, Polio
- En espagnol : Poleo montano, Timo masclé, Tomillo terrero,Zamarilla
- En français : Polio des montagnes, Germandrée tomenteuse
- Noms communs en arabe (Algérie) : El-Djaida, El-Khayata

I.2.3.2. Description botanique

Teucrium capitatum L ,communément appelée germandrée feutrée, est l’une des quelque 300 espèces du genre *Teucrium*, appartenant à la famille des Lamiacées (**Bahramikia et Yazdanparast, 2012**).

En Algérie, on dénombre environ 20 espèces de ce genre, parmi lesquelles 12 sous-espèces, dont *Teucrium capitatum L* (**Bendjabeur, 2019**).

Il s’agit d’une plante herbacée vivace, présentant une base ligneuse et un pédoncule arrondi. L’ensemble de la plante est marqué par un aspect pubescent, caractéristique du genre. La

tige, dressée, atteint généralement 10 à 12 cm de hauteur, et se ramifie abondamment dans sa partie supérieure.

- Les feuilles, mesurant environ 2 cm de long pour 4 mm de large, sont à marge entière et plissée dans la moitié inférieure, tandis qu’elles deviennent crénelées et tendues dans la partie supérieure.
- Les fleurs, regroupées en petits verticilles, présentent des colorations variant du rose au jaune. La floraison s’étale généralement entre les mois d’avril et août (**Claudio, 2017**).

I.2.3.3. Taxonomie et systématique :

Selon **Quezel et Santa (1963)**, *Teucrium capitatum L* appartient à la classification taxonomique suivante :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta (plantes vasculaires)

Division : Magnoliophyta (plantes à fleurs)

Embranchement : Phanérogames

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Magnoliopsida (ou Dicotylédones)

Sous-classe : Asteridae (anciennement Gamopétales)

Ordre : Lamiales (anciennement Tubiflorales)

Famille : Lamiaceae (anciennement Labiées)

Genre : *Teucrium*

Espèce : *Teucrium polium L.* (1753)

Sous-espèce : *Teucrium Capitatum L*

I.2.3.4., Répartition géographique

Teucrium. capitatum L , est largement répandue dans la majorité des pays du Moyen-Orient et de la région méditerranéenne.

En Algérie, cette plante est assez commune dans la zone méditerranéensaharienne, mais elle devient plus rare dans le Sahara septentrional et le Tassili. Elle préfère les milieux rocaillieux et secs, tels que les lits arides, les rochers et les sols sableux.

C'est une espèce typique de la région méditerranéenne, fréquemment rencontrée dans l'Atlas saharien. Elle pousse principalement dans les lits pierreux des oueds et sur les roches en altitude, généralement entre 1 200 et 2 600 mètres d'altitude (**Bendif, 2017**).

I.2.3.5..Utilisations en médecine traditionnelle

Teucrium capitatum L . était déjà utilisée comme fébrifuge par les anciens Égyptiens. Cette plante possède des propriétés typiques des plantes amères et aromatiques, notamment des effets toniques, appétitifs, fébrifuges, vermifuges et carminatifs.

Elle est réputée pour combattre la paresse de l'ensemble du tube digestif ainsi que celle du foie. Elle est traditionnellement employée dans le traitement des maladies de l'estomac, des bronchites chroniques, des troubles de la digestion et des douleurs abdominales (**Rajabalian, 2008**).

Depuis longtemps, la germandrée est utilisée en infusion pour lutter contre la goutte, les rhumatismes, la fièvre, la bronchite chronique et les mucosités abondantes. En bain de bouche, elle soigne les gingivites, tandis qu'en lotion, elle est appliquée pour accélérer la cicatrisation des blessures (**Debuigne, 1972 ; Gharaibeh et al., 1988**).

Chapitre II :
généralités sur les huiles
essentielles

II.1.Historique

L'utilisation des huiles essentielles à des fins variées remonte à plusieurs millénaires . Depuis l'Antiquité , les plantes aromatiques ont toujours été tenues en haute estime par les thérapeutes des différentes civilisations à travers le monde . L'histoire des plantes aromatiques et médicinales (P . A . M .) est étroitement liée à l'évolution des sociétés humaines .Les récits historiques montrent que ces plantes ont joué un rôle fondamental , aussi bien en médecine traditionnelle que dans la fabrication de parfums et dans les préparations culinaires . Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles (H E.) remontent à environ 3000 ans avant J.C (**Baser et al., 2015**) .

Dans son ouvrage Aromathérapie publié en 1931 , René-Maurice Gattefossé a présenté ses expériences et découvertes sur les huiles essentielles . Il fut le premier à démontrer les liens entre la structure chimique des molécules aromatiques et leur activité biologique . Il a ainsi mis en évidence les principales propriétés des arômes naturels , telles que leurs effets antitoxiques , antiseptiques , tonifiants , stimulants ou encore calmants Bardeau (**Fesneau et Canavaté , 1976**) .

À cette époque , Gattefossé a prédit que les huiles essentielles joueraient un rôle important

dans la thérapeutique de l'avenir — une intuition largement confirmée aujourd'hui .

Selon **Ntezurubanza 2000** , l'histoire de l'aromathérapie , qui est étroitement liée à celle des huiles Essentielles , peut être divisée en quatre grandes périodes

- Première époque : utilisation des plantes aromatiques à l'état brut , notamment sous forme d'infusions ou de décoctions .
- Deuxième époque : les plantes étaient brûlées ou macérées dans des huiles végétales. Cette période marque l'émergence de la notion d'activité thérapeutique liée à la substance odorante
- Troisième époque : apparition techniques plus avancées d'extraction , comme la distillation, permettant d'isoler les huiles essentielles de manière plus précise . Cela a favorisé une meilleure compréhension de leurs effets et de leur usage thérapeutique.

- Enfin , la période moderne : elle se caractérise par l'étude approfondie des composants des huiles essentielles , permettant d'expliquer leurs effets physiques , chimiques , biochimiques et physiologiques . Cette époque marque une véritable reconnaissance scientifique de l'aromathérapie , qui s'appuie désormais sur des bases analytiques solides.(**Ntezurubana , 2000**)

II.2.Définition

Les huiles essentielles sont des liquides très peu colorés, volatils à température ambiante. Elles dégagent une odeur caractéristique et sont, en général plus légères que l'eau tout en possédant des caractéristiques hydrophobes (**Bendif. 2017**) .

La pharmacopée française donne une définition officielle des huiles essentielles : < Produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. Pour extraire ces principes volatils, il existe divers procédés. Deux seulement sont utilisables pour la préparation des essences officinales : celui par distillation dans la vapeur d'eau de plantes à essences ou de certaines de leurs organes, et celui par expression > (**Mehani. 2015**)

Selon les normes **AFNOR NF T 75-006** définit l'huile essentielle comme : < un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par Hydrodistillation. L'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques . Les huiles essentielles sont responsables de l'odeur caractéristique de la plante (**Roux, 2004**) .

II .3. Localisation dans la plante

La teneur en huiles essentielles des plantes est généralement faible, de l'ordre de 1 %. Ces huiles sont largement répandues chez les végétaux supérieurs et peuvent être stockées dans différents organes, tels que les sommités fleuries, les feuilles, les rhizomes, les fruits, les écorces et les graines (**Ammoure, 2023**).

Les huiles essentielles sont produites dans des cellules glandulaires spécialisées, souvent recouvertes d'une cuticule. Dans le cas le plus simple, ces huiles se forment dans le cytosol des cellules, où elles peuvent soit se rassembler en gouttelettes, comme la plupart des substances lipophiles, soit s'accumuler dans les vacuoles des cellules épidermiques ou dans celles du mésophylle, notamment dans de nombreux pétales, où elles participent à l'accumulation des huiles volatiles.

Ces structures spécialisées comprennent notamment les poils sécréteurs, les canaux sécréteurs et les poches sécrétrices. D'autres structures histologiques, souvent situées à la surface ou à proximité de la surface de la plante, sont également impliquées dans la production et le stockage des huiles essentielles (Nadjia, 2014).

Au niveau du site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spécifiques, composées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes. Ces membranes, du fait de leur nature lipophile, réduisent fortement la perméabilité aux gaz, limitant ainsi l'évaporation et l'oxydation des huiles essentielles à l'air (Nadjia, 2014).

II .4. Rôle des huiles essentielles

II.4.1 Rôle physiologique

De nombreuses plantes produisent des huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, bien que leur rôle précis dans les processus biologiques de la plante reste encore mal compris (Rai, 2003).

Plusieurs hypothèses ont été avancées quant à la fonction des huiles essentielles dans la plante. Parmi les effets « utiles » souvent évoqués, on trouve :

- La réduction de la compétition avec d'autres espèces végétales (allélopathie), notamment par l'inhibition chimique de la germination des graines d'adversaires.
- La protection contre les microorganismes pathogènes, grâce à leurs propriétés fongicides et bactéricides.

- La défense contre les herbivores, via leur goût amer ou des effets toxiques sur le système nerveux (**Porter, 2001**).

Certains chercheurs suggèrent que les plantes utilisent les huiles essentielles pour repousser ou attirer les insectes, notamment dans le cadre de la pollinisation. D'autres considèrent que ces huiles servent de source d'énergie, facilitent certaines réactions chimiques, ou encore contribuent à la conservation de l'humidité, en particulier dans les milieux désertiques (**Maloine, 1979**).

II.4.2 Rôle thérapeutique

Les huiles essentielles sont reconnues pour leurs nombreuses propriétés thérapeutiques, agissant de manière globale sur l'organisme (**Oranges et al., 1973 ; Abrassart, 1992**).

Parmi leurs bienfaits médicaux, on note :

- Le traitement des affections respiratoires.
- La diminution de la tension nerveuse (**Lemire, 2000**).
- L'amélioration de la circulation sanguine.
- L'aide à l'élimination des impuretés corporelles.
- Le soulagement de la nervosité et des douleurs rhumatismales.

Il apparaît donc que les huiles essentielles extraites de certaines plantes aromatiques jouent un rôle important dans notre vie, que ce soit au niveau physiologique ou thérapeutique. Par ailleurs, leur rôle biologique ne doit pas être négligé : elles agissent comme inhibiteurs de la germination et protègent les plantes contre les prédateurs, qu'ils soient insectes ou champignons (**Poncel, 1992**).

II _5. Composition chimique d'une huile essentielle

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes, pouvant contenir plus de 300 composés différents. Ces constituants appartiennent presque exclusivement à deux grands groupes biogénétiques distincts :

Le groupe des terpènes, qui comprend principalement des composés volatils à masse moléculaire relativement faible. Parmi eux :

_ Les monoterpènes (C10), comme le cinéol ou le menthol, qui peuvent représenter plus de 90 % de certaines huiles essentielles.

_ Les sesquiterpènes (C15), tels que le caryophyllène ou l'humulène.

_ Exceptionnellement, des diterpènes (C20) peuvent également être présents.

- Le groupe des composés aromatiques, dérivés du phénylpropane, est moins fréquent. On y trouve des molécules comme le safrol, l'apiol, l'anisaldéhyde, l'eugénol, la vanilline et le cinnamaldéhyde.

Les huiles essentielles peuvent aussi contenir des produits issus de processus dégradatifs de constituants non volatils, qui contribuent souvent aux arômes des fruits (Cowan . 1999).

En outre, on y trouve une diversité d'autres composés chimiques, tels que des hydrocarbures aliphatiques (linéaires, ramifiés, saturés ou insaturés), des acides, alcools, aldéhydes, esters, lactones acycliques, et, plus rarement, des molécules contenant de l'azote, du soufre, des coumarines, ou encore certains composants non identifiés. La composition varie fortement selon l'essence considérée. Il est à noter que les huiles essentielles ne contiennent ni acides gras, ni vitamines, ni sels minéraux.

Les dérivés phénylpropanoïques et les terpènes sont présents en proportions variables, ce qui rend chaque huile essentielle chimiquement hétérogène et complexe. Ces composés sont biosynthétisés dans les mêmes organes sécréteurs où l'essence naturelle se forme.

Enfin, on trouve aussi un nombre important de composés volatils issus de la dégradation de terpènes non volatils, comme les ionones, qui proviennent de l'auto-oxydation des carotènes, ou des petites molécules odorantes telles que le (3Z)-hexén-1-ol ou le décanal, dérivées des acides linoléique et α -linoléique (Mebarki . 2010).

L'étude chimique des huiles essentielles est rendue difficile par la complexité de ces mélanges et par les réarrangements que peuvent subir certains composés. Par ailleurs, les huiles essentielles obtenues par entraînement à la vapeur d'eau contiennent les produits volatils responsables de l'arôme, mais pas toujours ceux liés à la saveur (sapidité), notamment les composés responsables des saveurs piquantes ou chaudes, qui ne sont pas entraînés par la vapeur. En

revanche, les oléo résines, extraites par solvants organiques, contiennent la totalité des composés aromatiques et sapides (Benzeggouta.2005).

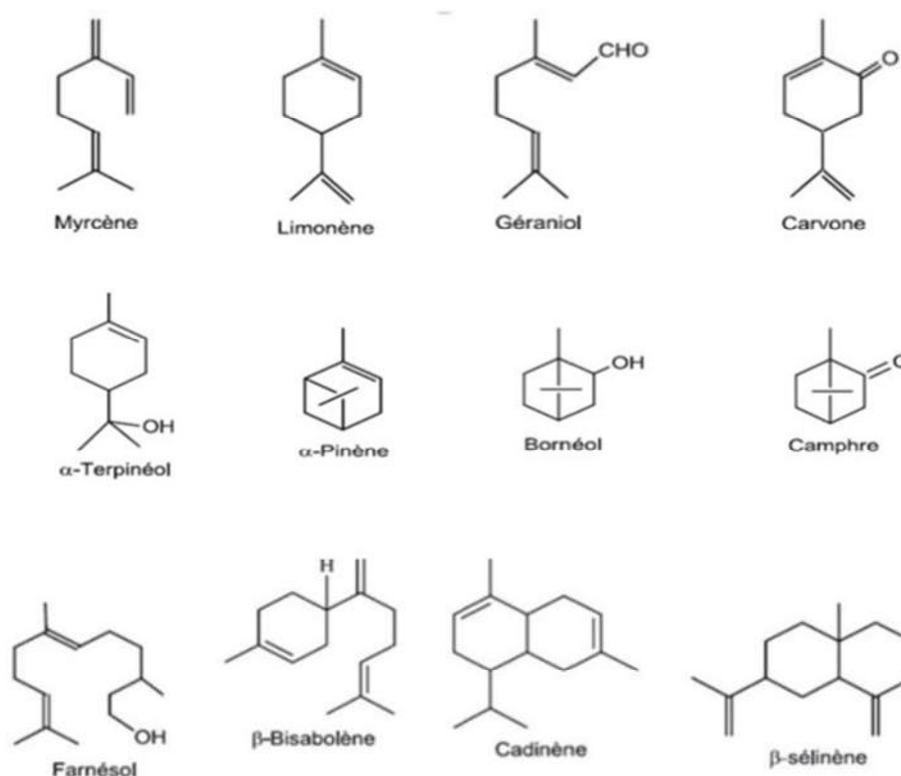


Figure04 : Exemples de structures de mono-et sesquiterpènes.

II .6. Caractéristiques et propriétés physiques

Les huiles essentielles (HE) se présentent généralement sous forme de liquides incolores ou jaune pâle à température ambiante. Elles possèdent plusieurs caractéristiques physiques communes:

- Volatilité : toutes les huiles essentielles sont volatiles, ce qui signifie qu'elles s'évaporent facilement à température ambiante.
- Odorat : elles sont odorantes, ce qui explique leur utilisation en parfumerie et aromathérapie.

- Inflammabilité : les huiles essentielles sont inflammables.
- Densité : leur densité est le plus souvent inférieure à 1, ce qui signifie qu'elles sont généralement moins lourdes que l'eau. Toutefois, trois huiles essentielles officinales présentent une densité supérieure à celle de l'eau : celles de cannelle, de girofle et de saffra.

Les huiles essentielles sont peu solubles dans l'eau, mais elles se dissolvent bien dans les alcools et la plupart des solvants organiques. Elles sont également sensibles à l'oxydation et peuvent facilement s'altérer lorsqu'elles sont exposées à l'air ou à la lumière (**Brumnes. 1998**).

II _7. Répartition des huiles essentielles

Les huiles essentielles existent quasiment exclusivement chez les végétaux supérieurs. Elles sont réparties dans environ une cinquantaine de familles botaniques, parmi lesquelles on retrouve majoritairement :

- Les Lamiaceae (ex : lavande vraie, sauge officinale)
- Les Myrtaceae
- Les Rutaceae
- Les Asteraceae
- Les Apiaceae (ex : anis, fenouil)

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes végétaux :

- Sommités fleuries (Lamiaceae)
- Graines (ambrette)
- Racines (vétiver)
- Rhizomes (gingembre)
- Fruits (anis, fenouil)
- Bois (santal)

- Feuilles (eucalyptus)
- Oléorésines telles que la myrrhe, l'encens et le baume de tolu .

II .8. Méthodes d'extraction

Différentes méthodes sont utilisées pour extraire les essences végétales. Le choix de la méthode dépend principalement de :

- La nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, etc.)
- La nature des composés à extraire (huiles essentielles légères, huiles plus lourdes, etc.)
- Le rendement souhaité en huile
- La sensibilité des constituants des huiles essentielles aux températures élevées

Les principales méthodes d'extraction sont les suivantes :

II .8.1. Hydrodistillation

Ce procédé consiste à immerger la matière végétale dans un ballon (au laboratoire) ou dans un alambic industriel rempli d'eau, puis à chauffer le tout jusqu'à ébullition.

La chaleur provoque l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes contenues dans la plante. Ces molécules volatiles se mélangent à la vapeur d'eau pour former un mélange azéotropique.

La vapeur est ensuite condensée dans un réfrigérant, et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité.

Au laboratoire, le système généralement utilisé est l'appareil de Clevenger, équipé d'une cohobe, permettant la collecte continue des huiles essentielles pendant l'extraction.

Les eaux aromatiques ainsi recueillies peuvent être recyclées dans L'Hydrodistillateur afin de maintenir constant le rapport plante/eau tout au long du processus.

La durée de l'hydrodistillation peut varier considérablement, allant de moins d'une heure à plusieurs heures, en fonction du type de matériel utilisé et de la nature de la matière végétale à traiter. Cette durée influence non seulement le rendement final en huile essentielle, mais également la composition chimique de l'extrait obtenu (**Belkhir, 2015**).



Figure 05 : Montage d' Hydrodistillation de type Clevenger. (Photos , Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

II .8.2. Entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles les plus utilisées pour l'obtention des huiles essentielles. Contrairement à l'hydrodistillation, cette technique n'emmet pas l'eau en contact direct avec la matière végétale.

Dans ce procédé, la vapeur d'eau produite par une chaudière est dirigée vers une cuve contenant la matière végétale disposée sur une grille. La vapeur traverse la matière,

provoquant l'éclatement des cellules végétales. L'huile essentielle ainsi libérée est entraînée avec la vapeur d'eau pour former un mélange vapeur-huile essentielle.

Ce mélange est ensuite conduit vers un condenseur, puis vers un essencier (ou séparateur), où les deux phases se séparent naturellement en raison de leur différence de densité :

- ☐ une phase aqueuse (eau florale ou hydrolat)
- ☐ une phase organique (huile essentielle)

L'un des avantages majeurs de cette méthode est l'absence de contact direct entre l'eau liquide et la matière végétale, ce qui limite les risques d'hydrolyse ou de dégradation thermique des composés aromatiques sensibles, améliorant ainsi la qualité de l'huile essentielle obtenue (Belkhir, 2015).

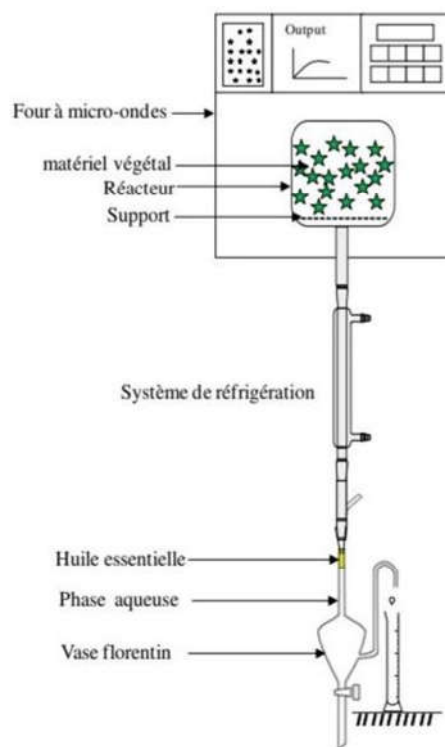


Figure 06 : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau .

II .8.3. Hydro diffusion

L'hydro diffusion est une méthode relativement récente, considérée comme une variante améliorée de l'entraînement à la vapeur. Elle repose sur le principe de la diffusion de la vapeur d'eau à travers le matériau végétal, mais avec quelques particularités techniques notables.

Dans ce procédé, la vapeur d'eau est introduite par le haut et traverse la matrice végétale de haut en bas, sous pression réduite. Cette approche exploite l'action osmotique de la vapeur d'eau pour extraire plus efficacement les composés volatils.

Les principaux avantages de l'hydro diffusion sont :

- Une durée d'extraction plus courte, ce qui limite la dégradation thermique des composés sensibles .
- L'absence de contact direct entre l'eau liquide et le matériel végétal, ce qui préserve mieux l'intégrité des huiles essentielles .
- Une meilleure efficacité énergétique, grâce à la réduction du temps de distillation et donc de la consommation de vapeur.
- Ainsi, cette technique s'avère particulièrement adaptée à l'extraction d'huiles essentielles de haute qualité, notamment lorsque les composés sont thermosensibles ou que le rendement doit être optimisé (**Belkhir, 2015**).

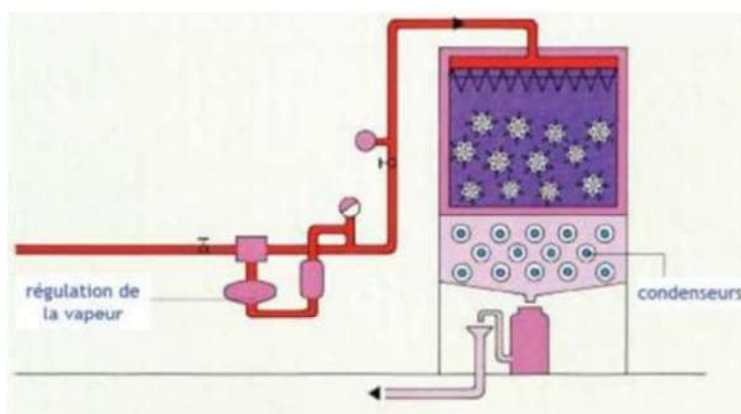


Figure 07 : Montage d'extraction par hydro diffusion

II .8.4. Extraction assistée par micro-ondes

Le procédé d'extraction assistée par micro-ondes, également appelé Vacuum Micro-onde Hydrodistillation (VMHD), est une technique récente développée principalement à des fins analytiques au cours des dernières décennies.

Cette méthode consiste à irradier la matière végétale broyée à l'aide de micro-ondes, en présence d'un solvant adapté selon la nature des composés à extraire :

- un solvant absorbant fortement les micro-ondes, comme le méthanol, pour l'extraction des composés polaires ;
- ou un solvant n'absorbant pas les micro-ondes, comme l'hexane, pour extraire les composés apolaires.

Le système est chauffé de manière contrôlée, sans atteindre l'ébullition, à travers des cycles alternés de chauffage et de refroidissement sur de courtes durées.

L'avantage principal de cette technique réside dans la réduction significative du temps d'extraction tout en assurant un bon rendement en composés extraits, ce qui la rend particulièrement efficace et économiquement intéressante (Wang et al. 2006).



Figure 08 : Montage d'extraction assistée par micro-ondes .

II .8.5. Expression à froid

L'expression à froid est sans doute la méthode d'extraction la plus simple, mais aussi la plus limitée. Elle est spécifiquement utilisée pour extraire les composés volatils contenus dans les péricarpes des fruits de la famille des hespéridés, notamment les agrumes, qui représentent une source majeure d'huiles essentielles pour l'industrie des parfums et des cosmétiques.

Cette méthode repose sur un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices d'huile essentielle. Le produit ainsi libéré est recueilli par un courant d'eau, ce qui permet de récupérer l'essence. Le mélange obtenu contient alors les huiles essentielles ainsi que certains composés habituellement extraits par entraînement à la vapeur d'eau, justifiant l'appellation d'huile essentielle.

Toutefois, les huiles extraites par expression à froid sont particulièrement fragiles en raison de leur forte teneur en terpènes, composés volatils et sensibles (**Anton et al., 2005**).

II _8-6. Extraction par solvants volatils

L'extraction par solvants volatils est une technique classique consistant à immerger la matière végétale dans un extracteur contenant un solvant volatil. Par des lavages successifs, le solvant se charge en molécules aromatiques avant d'être envoyé vers un concentrateur où il est distillé à pression atmosphérique afin de récupérer l'extract.

Cette méthode reste l'une des plus utilisées pour l'extraction des composés aromatiques. Parmi les solvants les plus couramment employés, on trouve l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone (**Kim et al., 2002**).

Le solvant doit être choisi avec soin : il doit être autorisé, stable face à la chaleur, à la lumière et à l'oxygène, avoir un point d'ébullition relativement bas pour faciliter son élimination, et ne pas réagir chimiquement avec les composés extraits.

L'extraction s'effectue généralement avec un appareil de Soxhlet ou de Lickens-Nickerson. Comparés à l'eau, ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé, ce qui entraîne la récupération non seulement de composés volatils, mais aussi de nombreux composés non tels que des cires, pigments, acides gras et autres substances (**Hubert, 1992**).

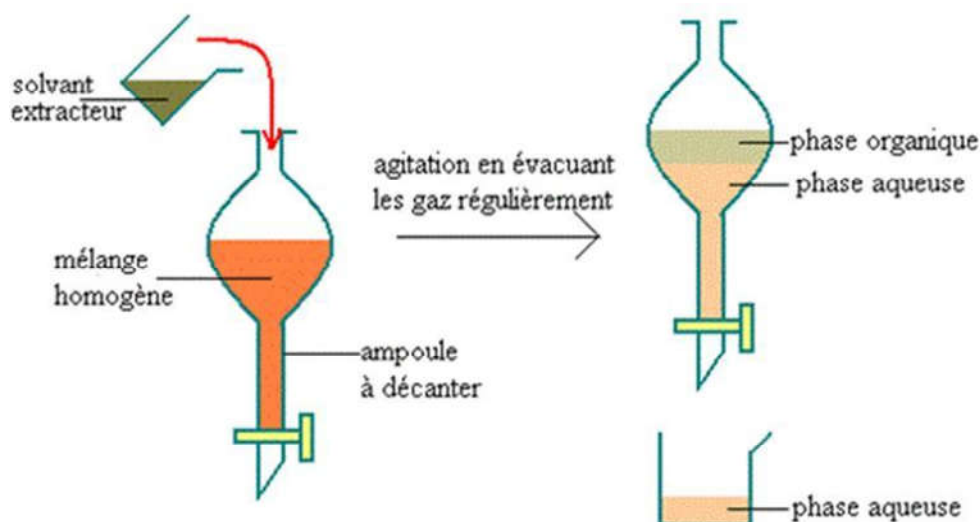


Figure 09 : Montage d'extraction par solvants volatils .

II .9. Toxicité des huiles essentielles

Alors que de nombreux ouvrages traitent de la toxicité de nombreux produits commercialisés, la toxicité des huiles essentielles reste encore peu étudiée. Le terme « toxicité » regroupe principalement des données expérimentales accumulées afin d'évaluer les risques liés à leur utilisation. Les interactions potentielles entre les huiles essentielles et les médicaments sont également peu documentées (**Pibiri, 2006**).

Cependant, certaines informations concernant la toxicité des huiles essentielles sont disponibles dans la littérature : en général, les huiles essentielles couramment utilisées présentent une toxicité orale faible ou très faible, avec des doses létales médianes (DL50) supérieures à 5 g/kg. Par exemple, la toxicité de la lavande est faible, avec une DL50 avoisinant 5 g/kg chez l'animal (**Bruneton,1999**).

Chez l'homme, des intoxications aiguës sont possibles, notamment chez les jeunes enfants. Les accidents graves résultent le plus souvent de l'ingestion d'une quantité importante d'huiles essentielles.

II .10. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles de bonne qualité peuvent se conserver plusieurs années, généralement jusqu'à cinq ans. Seules les essences de Citrus ont une durée de conservation plus courte, d'environ trois ans.

Étant volatiles, il est essentiel de bien refermer les flacons après chaque utilisation. Il est conseillé de les stocker dans des flacons en aluminium ou en verre teinté (brun, vert ou bleu) pour les protéger de la lumière, et de les garder à l'abri de la chaleur, idéalement à une température ambiante ne dépassant pas 20 °C (**Raynaud, 2006**).

Des normes spécifiques encadrent l'emballage, le conditionnement et le stockage des huiles essentielles, notamment la norme AFNOR NF T 75-001 (1996), ainsi que le marquage des récipients contenant des huiles essentielles selon la norme AFNOR NF T 75-006.

Par ailleurs, plusieurs critères influencent la qualité des huiles essentielles, tels que :

- Le mode de culture et de récolte de la plante : sauvage, semi-sauvage (plante transplantée et laissée à se développer dans un nouveau biotope), culture biologique (label AB, avec organisme certificateur spécifié) ou culture non biologique.
- Les analyses et contrôles en laboratoire : examen organoleptique, analyses physiques, analyses chimiques, chromatographies en phase gazeuse et sur couche mince (**Faucon, 2012**).
- La norme AFNOR utilise la dénomination latine des plantes et spécifie les caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles. Elle constitue, avec les pharmacopées, la référence appliquée par les organismes de contrôle (**Raynaud, Blanchet, 2006**).

II .11. Domaine d'application des huiles essentielles**II .11.1 En alimentation**

Les huiles essentielles jouent un rôle essentiel dans l'aromatisation des aliments. Elles apportent la saveur caractéristique aux condiments tels que le poivre ou le gingembre, ainsi qu'aux aromates comme la menthe, l'anis, l'oranger, le thym ou le laurier.

À faible dose, certaines huiles essentielles favorisent la digestion, ce qui explique leur utilisation traditionnelle en liquoristerie, notamment avec des essences comme l'anis ou la badiane.

Grâce à leurs multiples propriétés, les huiles essentielles sont largement utilisées aujourd'hui dans la composition des arômes qui parfument une grande variété de produits alimentaires, notamment les plats cuisinés ou prêts à l'emploi (**Porter, 2001**).

II .11.2 . Pharmacie

En plus de leur usage historique en thérapie, les activités biologiques démontrées des huiles essentielles et de leurs composants ont naturellement suscité un grand intérêt pour leur intégration dans le domaine pharmaceutique. Ainsi, les huiles essentielles sont devenues des ingrédients actifs ou des excipients dans de nombreux médicaments disponibles sans ordonnance, utilisés pour une grande variété d'applications thérapeutiques.

Par exemple, l'huile essentielle d'eucalyptus est présente dans plus d'une centaine de produits en vente libre, principalement destinés au traitement ou à la gestion des symptômes liés aux infections des voies respiratoires supérieures.

Un autre exemple notable est leur utilisation en médecine dentaire : certaines huiles essentielles sont incorporées dans les pâtes d'obturation canalair, ainsi que dans les formulations antiseptiques (**bertella . 2019**).

II .11.3. Parfumerie

La parfumerie constitue le principal débouché des huiles essentielles, notamment à travers leur utilisation dans la cosmétologie et les produits d'hygiène, qui en représentent les principaux marchés. Les huiles essentielles sont également intégrées dans les préparations pour le bain, telles que les bains « calmants » ou « relaxants », où leurs composants terpéniques peuvent être absorbés par voie percutanée (**Randrianarivelo . 2010**).

II .11.4. Diverses industries

L'industrie chimique constitue l'un des principaux utilisateurs des isolats extraits des huiles essentielles, qu'elle emploie comme matières premières dans la synthèse de principes actifs médicamenteux, de vitamines ou encore de composés odorants. Parmi les isolats les plus utilisés, on peut citer les pinènes, le sclaréol, le linalol, le citronellal, le citral, l'eugénol ou encore le safrol. Ces composés trouvent également des applications importantes dans le domaine de la parfumerie (**Randrianarivelo . 2010**).

II .12. Activité antibactérienne

Depuis l'Antiquité, les extraits aromatiques de plantes ont été utilisés dans diverses formulations, notamment en médecine traditionnelle et en parfumerie (**Heath, 1981**).

Parmi ces extraits, les huiles essentielles sont particulièrement reconnues pour leurs propriétés antimicrobiennes. Elles constituent les principaux agents antibactériens dans de nombreuses plantes aromatiques et médicinales.

Les vertus microbiologiques de ces plantes sont bien connues depuis longtemps. Toutefois, la première démonstration scientifique de l'activité antibactérienne des huiles essentielles a été réalisée en 1881 par Delacroix (cité par Boyle, 1995). Depuis cette découverte, de nombreuses études ont permis d'identifier un grand nombre d'huiles essentielles aux propriétés antibactériennes notables (**Burt, 2004**).

Le spectre d'action des huiles essentielles est très large : elles agissent contre une grande variété de bactéries, y compris celles résistantes aux antibiotiques. Toutefois, leur efficacité peut varier d'une huile essentielle à une autre, mais aussi selon la souche bactérienne ciblée (**Kalemba, 2003 ; Oussou, 2009 ; Avlessi, 2012**).

Elles peuvent présenter une action bactériostatique (inhibition de la croissance bactérienne) ou bactéricide (destruction directe des bactéries) (**Oussou et al., 2009**).

Cette activité antimicrobienne dépend en grande partie de leur composition chimique, notamment des composés volatils majeurs qu'elles contiennent (**Sipailiene et al., 2006 ; Oussou, 2009**).

Les huiles essentielles sont généralement efficaces à la fois contre les bactéries à Gram positif et celles à Gram négatif. Toutefois, ces dernières sont souvent moins sensibles, en raison de leur paroi cellulaire externe, riche en lipopolysaccharides, qui constitue une barrière contre les composés hydrophobes (**Burt, 2004**).

Certaines exceptions ont toutefois été observées. Par exemple, *Aeromonas hydrophila* (**Wan et al., 1998**) et *Campylobacter jejuni* (**Wannissorn et al., 2005**) se montrent particulièrement sensibles à certaines huiles essentielles. À l'inverse, *Pseudomonas aeruginosa* est réputée comme la moins sensible, en raison de sa résistance intrinsèque aux agents biocides (**Dorman, 2000**).

Sa membrane externe agit comme une barrière imperméable, limitant l'entrée des molécules hydrophobes. Cependant, en présence d'agents qui perméabilisent cette membrane, certaines substances jusque-là inactives peuvent devenir efficaces (**Mann et al., 2000**). Cette bactérie reste toutefois résistante à un grand nombre d'huiles essentielles (**Hammer et al., 1999**) .

Certaines huiles essentielles sont aussi efficaces contre des bactéries multi-résistantes aux antibiotiques. (**Oussou .2009**) a mis en évidence les propriétés antibactériennes d'huiles issues de la pharmacopée traditionnelle ivoirienne, telles que:

- Ocimum gratissimum
- Ocimum canum
- Xylopia aethiopica
- Citrus aurantifolia
- Lippia multiflora
- Monanthes tomentosa

II.13.Le métabolisme secondaire

Dans le règne végétal, les molécules naturellement synthétisées peuvent être classées en deux grandes catégories :

_ La première regroupe les composés produits dans toutes les cellules, jouant un rôle central dans le métabolisme et la reproduction, tels que les acides nucléiques, les acides aminés, les acides gras et les sucres. Ce sont les métabolites primaires.

_ La seconde catégorie comprend des molécules parfois caractéristiques de certaines familles ou espèces végétales, mais qui ne sont pas indispensables à la survie de la plante. Ce sont les métabolites secondaires, regroupés en trois grands groupes principaux : les polyphénols, les terpènes et les alcaloïdes.

Alors que les métabolites primaires agissent principalement au sein de la cellule ou de l'organisme producteur, les métabolites secondaires, biosynthétisés souvent en réponse à des stress biotiques (comme les attaques d'insectes) ou abiotiques (facteurs environnementaux), ont la

particularité d'exercer des effets biologiques sur d'autres organismes. C'est cette particularité qui explique leur intérêt dans les domaines cosmétique, pharmaceutique et agronomique (West, 2010).

Bien qu'ils ne soient pas toujours essentiels à la survie de la plante, les métabolites secondaires, souvent émis en très faibles quantités, présentent une grande diversité structurale, avec plus de 200 000 structures connues. Ces composés spécifiques peuvent caractériser un genre, une famille ou une espèce végétale, permettant parfois d'établir une classification chimique (taxonomie chimique).

II .13.1. Phénols

Les phénols regroupent une large variété de composés, allant des formes simples comme l'acide salicylique – précurseur de l'aspirine – à des formes plus complexes telles que les glucosides phénoliques. Ces molécules sont reconnues pour leurs propriétés anti-inflammatoires et antiseptiques (Bruneton, 1993) .

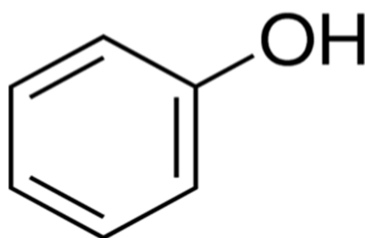


Figure 10 : structure de base des phénols .

II .13.2. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances volatiles obtenues principalement par distillation des plantes. D'origine souvent terpénoïde et possédant un noyau aromatique, elles sont utilisées :

- en parfumerie,
- pour leurs propriétés stimulantes ou inhibitrices des activités cellulaires,
- en désinfection, tant chez les plantes que chez les animaux (Bruneton, 1993) .

II .13.3. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des pigments polyphénoliques très répandus dans le règne végétal, responsables de la coloration jaune à blanche des fleurs et fruits. Ils sont réputés pour leurs vertus médicinales :

- anti-inflammatoires,
- antivirales,
- protectrices du foie (**Bruneton ,1993**) .

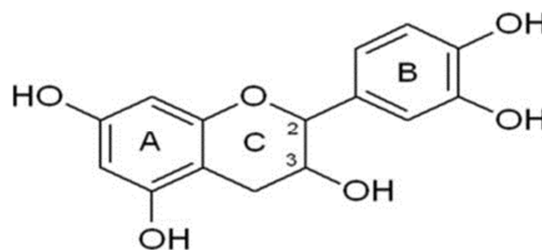


Figure 11 : structure de base des flavonoïdes .

II .13.4. Tanins

Les tanins sont des composés poly phénoliques présents dans presque toutes les plantes (**Bruneton ,1993**) .

Leur propriété principale est de se lier aux protéines, ce qui explique :

- leur pouvoir astringent,
- leur utilisation pour stopper les hémorragies,
- leur rôle dans le traitement des infections, varices, diarrhées, brûlures et eczémas [**(Bruneton ,1993) , (Mehani,2015)**].

II .13.5. Anthocyanes

Les anthocyanes, pigments hydrosolubles du groupe des flavonoïdes, ont une activité de type vitamine P. Elles :

- renforcent les capillaires,

- réduisent leur perméabilité,
- sont utilisées contre la fragilité vasculaire, insuffisance veineuse et hémorroïdes (Mehani,2015).

II .13.6. Coumarines

Les coumarines, présentes dans de nombreuses plantes, ont des effets variés :

- celles du marronnier fluidifient le sang,
- les furanocoumarines du céleri sont utilisées contre certaines affections cutanées (Bruneton ,1993) .

II .13.7. Saponines

Nommées pour leur capacité à mousser dans l'eau (comme le savon), les saponines existent sous deux formes : stéroïdienne et triterpénoïde. Celles de la réglisse ont une légère activité hormonale. Elles sont également expectorantes et améliorent l'absorption des nutriments (Bruneton,1993).

II _13.8. Anthraquinones

Composés actifs du séné (Cassia senna) et de la rhubarbe de Chine (Rheum palmatum), les anthraquinones ont une action laxative :

- Elles irritent la muqueuse intestinale,
- Stimulent les contractions du côlon,
- Provoquent l'évacuation environ 10 heures après ingestion (Bruneton ,1993).

II .13.9. Polysaccharides

Les polysaccharides sont des chaînes complexes de sucres, très présentes dans les plantes. Parmi eux :

- les mucilages et graines ont un rôle important en phytothérapie,
- certains, comme les glucomannanes et pectines, sont aussi utilisés en cosmétologie (Bruneton ,1993) .

La partie expérimentale

Chapitre III :

Matériels et Méthodes

III .1. Critères de choix de la plante

Le choix des plantes retenues dans cette étude repose sur une recherche approfondie de la littérature ainsi que sur une enquête ethnobotanique. Cette dernière a consisté à interroger plusieurs personnes disposant d'une vaste connaissance des usages traditionnels des plantes. Celles sélectionnées sont couramment employées dans la région de Tissemsilt pour leurs vertus curatives.

Les critères de sélection adoptés dans notre étude sont la disponibilité de la plante dans la région, l'usage en médecine traditionnelle, notamment pour le traitement de maladies d'origine microbienne ainsi que la présence de substances aromatiques (huiles essentielles) et l'importance du rendement d'extraction.

III .2. Présentation et situation de la zone de récolte**III .2.1. La carte géographique des deux sites**

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé l'espèce *Teucrium capitatum* L. Les échantillons ont été récoltés dans deux zones distinctes de la commune de Khemisti, située dans la wilaya de Tissemsilt.

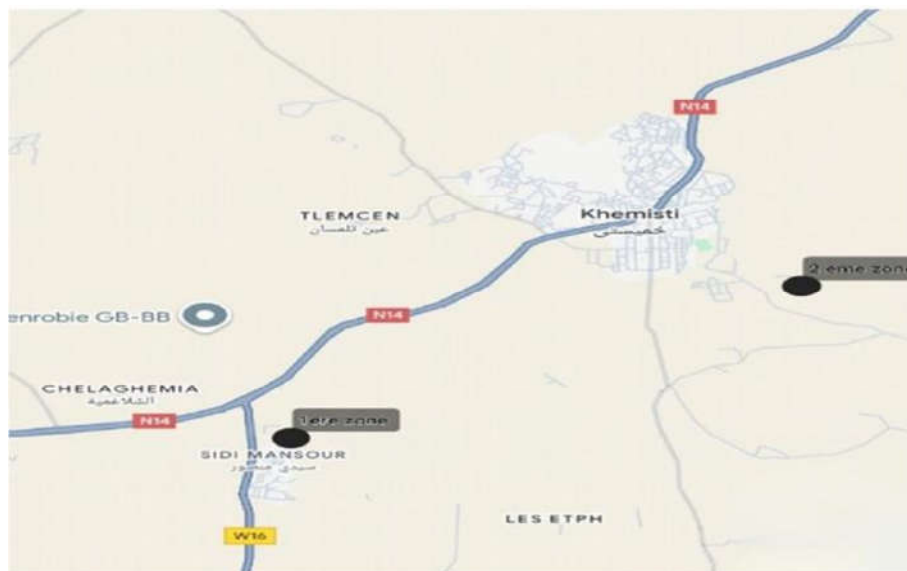


Figure 12 : Carte de localisation des stations de récoltes .

III .2.2.Diversité géographique et végétale des deux régions d'étude III**.2.2.1. La région de Sidi Mansour**

Située dans une zone semi-montagneuse, la région de Sidi Mansour se caractérise par un relief accidenté composé de collines, de forêts et de vallées. L'altitude y est moyenne à élevée, ce qui contribue positivement à la richesse de la biodiversité locale. Le climat est de type semi-humide à semi-aride, avec des précipitations modérées. La diversité du relief engendre des microclimats variés, qui favorisent le développement d'une flore riche et diversifiée.

Sur le plan végétal, Sidi Mansour présente une couverture naturelle bien conservée, avec une forte présence de plantes spontanées et médicinales. Parmi les espèces les plus représentatives, on trouve *Teucrium capitatum* et le romarin (*Rosmarinus officinalis*), largement répandus dans la région. (INCT Algérie. 2017).

III .2.2.2. La région de Khemisti

La région de Khemisti, quant à elle, se situe dans une zone de plaines et de collines douces. Le relief y est moins marqué et l'altitude généralement plus basse. Les sols fertiles sont largement exploités à des fins agricoles. Le climat, de type semi-aride, y est plus sec que celui de Sidi Mansour, ce qui influence la composition de la végétation.

La végétation naturelle y est moins diversifiée en raison de l'intensification des activités agricoles et de l'occupation humaine plus importante. On y retrouve essentiellement des cultures agricoles dominantes (céréales, légumineuses, fourrages), ainsi que quelques plantes spontanées en bordure des champs et des chemins, telles que *Artemisia herba-alba* (armoise blanche), *Asphodelus spp.*, et *Thymus algeriensis* (thym local), mais en quantité limitée. La fragmentation des habitats naturels contribue également à la réduction de la densité en plantes médicinales. (Bouhata,2014) .

- **Comparaison synthétique**

En résumé, la région de Khemisti se distingue par une végétation dominée par les espèces agricoles et rudérales, avec une flore médicinale peu abondante. En revanche, la région de Sidi Mansour conserve un patrimoine végétal beaucoup plus riche, notamment en plantes médicinales

et aromatiques spontanées, ce qui en fait une zone d'intérêt écologique et ethnobotanique considérable.

III .3. Matériel

III .3.1. Matière végétale

La matière végétale utilisée est constituée des parties aériennes (feuilles et fleurs) de l'espèce *Teucrium capitatum* L. récoltée au cours du mois de mai 2025.

Les plantes provenant de deux régions différentes ont été séchées à une température ambiante (20–25 °C) pendant environ 4 à 5 jours, à l'air libre, jusqu'à stabilisation de la masse des échantillons. Cette étape visait à limiter les risques d'oxydation des polyphénols et à préserver l'intégrité des molécules actives.

Les échantillons ainsi séchés ont ensuite été mis dans des sacs propres en papier et stockés à l'abri de la lumière et de l'humidité jusqu'à leur utilisation.



Figure 13 : Séchage des plantes (station de sidi Mansour).(Photo , Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)



Figure 14 : Séchage des plantes.(station de khemisti) . (Photo , Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

III .3.2.Matière biologique

Bactéries pathogènes

Les souches utilisées dans les tests font partie des microorganismes pathogènes et contaminants. Le support microbien est constitué d'*Escherichia coli* et de *Staphylococcus aureus*, isolés dans le laboratoire de microbiologie de la faculté SNV de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

III .4 . Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles de *Teucrium capitatum L.* a été réalisée au sein de laboratoire d'Écologie Animale, rattachés à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, dans la wilaya de Tiaret.

L'extraction de l'huile essentielle de l'espèce végétale étudiée a été effectuée par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger.



Figure 15 : Montage d' Hydrodistillation de type Clevenger. (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

III .4.1.Principe de l'extraction

L'hydrodistillation consiste à porter à ébullition un mélange d'eau et d'extraits végétaux. Les vapeurs dégagées sont ensuite condensées à l'aide d'un réfrigérant à eau, permettant ainsi la récupération des huiles essentielles.

Les composés odorants présents dans de nombreuses plantes sont constitués de molécules peu ou pas solubles dans l'eau, mais généralement volatiles. Lors du chauffage, ces composés se vaporisent en même temps que l'eau et sont entraînés par la vapeur vers le réfrigérant, où l'ensemble se condense.

À la sortie du réfrigérant, on obtient un liquide appelé distillat ou hydrodistillat, composé de deux phases non miscibles :

- Phase aqueuse (la plus abondante) : constituée principalement d'eau, dans laquelle une très faible quantité de composés odorants est dissoute.
- Phase organique (huile essentielle) : constituée des composés odorants volatils extraits de la plante.

III .4.2. Protocole d'extraction**Etape 01 :**

Nous pesons la quantité de la matière sèche de la plante (feuilles et fleurs)avant le broyage(fig.16 et fig 17) .



Figure 16 : 200 g de la plante (feuilles et fleurs) (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)



Figure 17 : Appareil de broyage . (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

Etape 02 :

Cette étape consiste à immerger 200 g de matière végétale dans 1 litre d'eau distillée, placés dans un ballon pour l'extraction. Le mélange est chauffé sur une source de chaleur. La chaleur provoque l'éclatement des cellules végétales, entraînant la libération des molécules odorantes qu'elles renferment. Ces composés aromatiques forment, avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs produites sont ensuite condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau en raison de leur différence de densité.



Figure 18 : Montage D'hydrodistillation (Clevenger) (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

Etape 03 :

Une fois la température stabilisée, le distillat est recueilli dans un bécher.



Figure 19 : Récupération du distillat . (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

Etape 04 :

Les huiles essentielles sont récupérées et conservées au réfrigérateur à +4 °C dans des Flacons en verres recouverts par papier d'aluminium pour les préserver de la chaleur et de la lumière jusqu'à son utilisation.



Figure 20 :Récupération des Huiles essentielles (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

III .5.Détermination du rendement d'extraction

Le rendement en huile essentielle est défini comme le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse de matière végétale traitée.

La formule du rendement en huile essentielle (RHE) est la suivante :

$$\text{RHE (\%)} = \text{MHE} / \text{MS} \cdot 100$$

où :

RHE = rendement en extrait fixes en g /100g de matière sèche,

MHE = quantité d'extrait récupérée exprimée en g.

MS = quantité de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en g (**Benselleme , 2015**)

III .6. Activités biologiques**III .6.1.Activités antibactériennes des huiles essentielles****III .6.1.1.Souches bactériennes testées**

L'activité antibactérienne des composés testés a été évaluée contre des souches bactériennes résistantes à plusieurs classes d'antibiotiques. Les souches sélectionnées pour cette étude sont *Escherichia coli* bacille à Gram négatif et *Staphylococcus aureus* : cocci à Gram positif, se regroupant en amas.

III .6.1.2.Préparation des souches

- Préparation du milieu de culture (la gélose)

La gélose utilisée pour les tests antibactériens est préparée selon les recommandations du fabricant. Dans cette étude, la gélose Mueller-Hinton a été employée en raison de sa composition standardisée, permettant une diffusion optimale des substances testées.

Dans un premier temps, la quantité appropriée de poudre déshydratée (environ 38 g/L) est pesée avec précision, puis dissoute dans le volume requis d'eau distillée. La solution obtenue est

chauffée sous agitation modérée jusqu'à dissolution complète et homogénéisation.

La solution de gélose est ensuite stérilisée à l'autoclave à 121 °C pendant 15 à 20 minutes afin d'éliminer tout risque de contamination microbienne.

Après stérilisation, la gélose fondue est laissée à refroidir à une température de 45 à 50°C, ce qui permet de verser facilement le milieu tout en minimisant la formation de condensation.

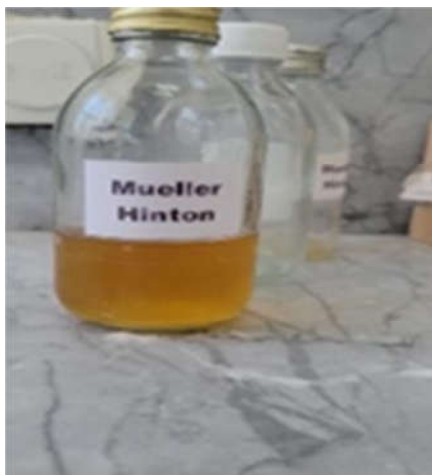


Figure 21 : Gélose fondue de Muller hinton . (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

- Repiquage et préparation pour le test de diffusion en disque

1^{re} étape :

Préparer une suspension bactérienne en prélevant quelques colonies d'une culture fraîche

(18 à 24 h sur gélose)



Figure 22 : Souches bactériennes ensemencées sur gélose (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

2^e étape : Liquéfaction du milieu de culture

Faire fondre le milieu de culture (gélose Mueller-Hinton) au bain-marie si nécessaire.

Laisser refroidir le milieu à une température appropriée (~45-50 °C) avant utilisation.

3^e étape : Ensemencement en surface

Verser la gélose fondue et refroidie dans des boîtes de Pétri stériles et laisser solidifier.

À l'aide d'un écouvillon stérile imbibé de la suspension bactérienne, ensemencer toute la surface de la gélose de manière homogène (en quadrillage ou en rotation), afin d'obtenir un tapis bactérien régulier.



Figure 23 : Ensemencement en surface . (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

4^e étape : Diffusion en disque

Déposer délicatement sur la surfaceensemencée des disques de papier stériles imprégnés de la solution d'huile essentielle ou des composés testés(fig.24)



Figure 24 : Dépôt des disques sur la gélose contenant un tapis bactérienne (Photo Zennoud,Attafi et Reghioui ,2025)

En fin l'Incubation des boîtes a été effectuée à 37 °C pendant 18 à 24 heures.

Chapitre IV :

Résultats et discussion

Résultats et discussion

IV .1.Rendement de l'extraction

Le rendement en huile essentielle de la partie aérienne de *Teucrium capitatum L* .Provenant de deux stations a été évalué .

Le rendement de la station de Khemisti est de 0,59 %, ce qui est faible comparativement à celui de la deuxième station, Sidi Mansour (Khemisti), qui est de 0,73 %.

Tableau 01 : Rendement des huiles essentielles de *Teucrium capitatum L* de deux station

	Mois de récolte	Temps de séchage	Matière sèche utilisée	Quantité d'extrait (g)	Rendement (%)
Station de khemisti	Mai	96 heures	200 g	1.18 g	0,59 %
Station de sidi Mansour	Mai	96 heures	200 g	1.46 g	0,73 %

On peut déduire que le rendement en huile essentielle d'une même espèce peut varier, et ce en fonction de plusieurs paramètres, telle que : l'espèce de la plante , Caractéristiques physiques , Nature Génétique ...etc



Figure 25 : Huile essentielle de la station de khemisti (Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025)

Résultats et discussion



Figure 26 : Huile essentielle de la station de sidi Mansour (**Photo Zennoud ,Attafi et Reghioui ,2025**)

En observant les deux tubes à essai, plusieurs différences significatives peuvent être relevées, tant au niveau de l'aspect macroscopique que de la couleur de la solution :

Couleurs et apparence

- Les deux liquides ont une teinte jaunâtre, mais il semble y avoir une variation subtile entre eux. L'un paraît plus limpide tandis que l'autre semble contenir des particules ou un dépôt.
- La couleur est jaune clair marquée dans HE de la station de khemisti , tandis elle est plus sombre de celui de la station de sidi Mansour .

Résultats et discussion

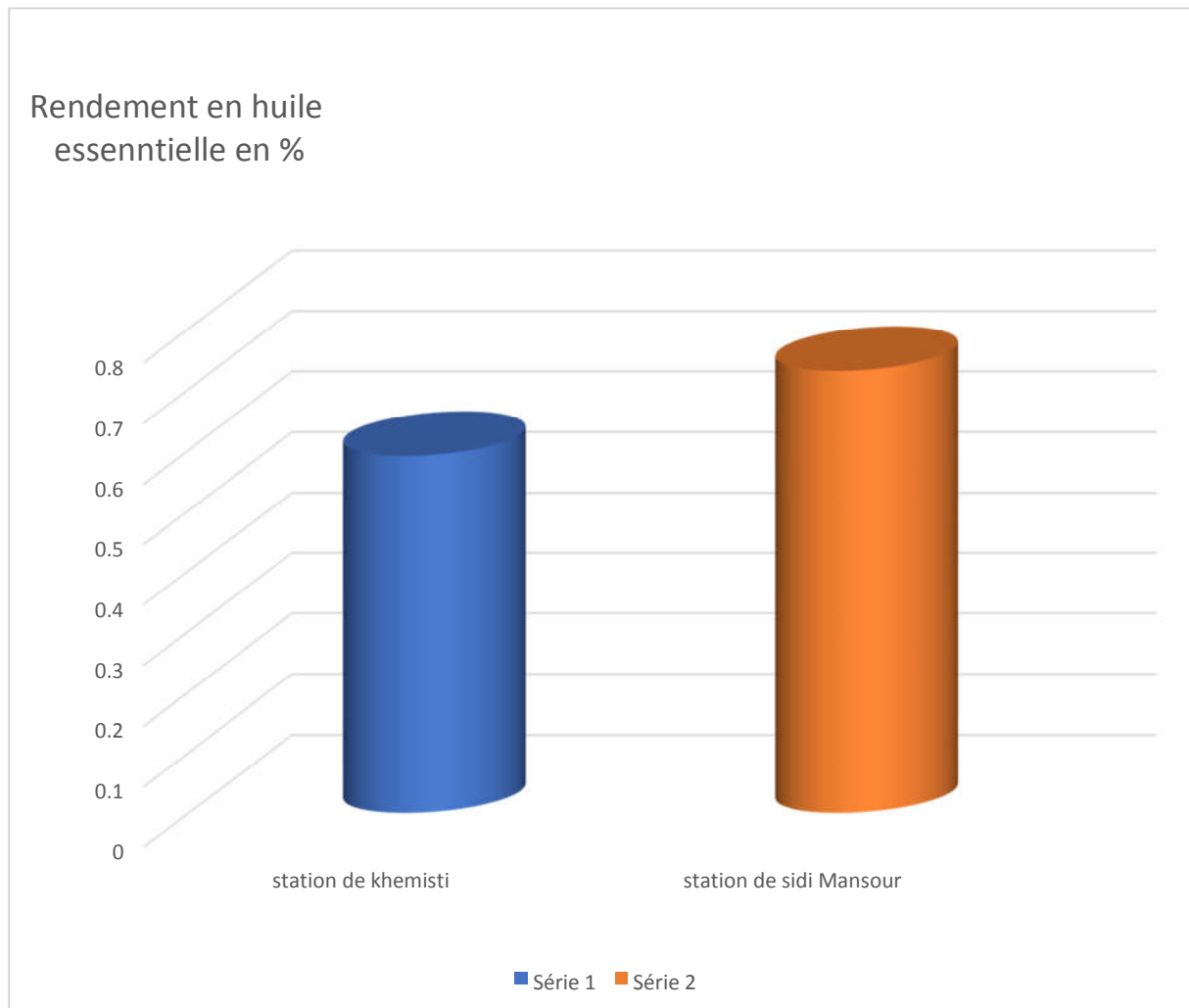


Figure 27 : Rendement en huile essentielle des deux régions Khemisti et sidi Mansour

Tableau 02 : Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles obtenues

Les régions	Aspect	Couleur	Odeur
AFNOR	Liquide mobile, Limpide	Presque incolore à jaune pâle	Caractéristique fraîche, plus ou moins camphrée selon l'origine

Résultats et discussion

Huile essentielle de <i>Teucrium capitatum L</i> de region khemisti	Liquide mobile, Limpide	Jaunâtre clair	Très Camphrée
Huile essentielle de <i>Teucrium capitatum L</i> de sidi Mansour	Liquide mobile,	Jaunâtre Très foncé	Camphrée

IV .2.L'effet antibactérien des huiles essentielles

Nous avons constaté que l'activité antimicrobienne produite par l'huile essentielle de *Teucrium capitatum L* , provenant de la région de Khemisti , est plus élevée que celle issue de Sidi Mansour . Les diamètres des halos d'inhibition des souches bactériennes (*S. aureus*) testées étaient les suivants :

- Avec 15 μ L d'huile essentielle : 17 mm pour l'échantillon de Khemisti et 15 mm pour celui de Sidi Mansour.
- Avec 25 μ L d'huile essentielle : 20 mm pour Khemisti et 17 mm pour Sidi Mansour (voir figure 17).

En revanche, aucune zone d'inhibition n'a été observée pour la souche *E. coli*, quel que soit le volume d'huile essentielle utilisé, ce qui indique une absence d'activité antibactérienne contre cette bactérie.

Résultats et discussion

Tableau 03 : Les halos d'inhibition des souches bactériennes testées pour les deux régions khemisti et sidi Mansour (Zennoud ,Attafi ,Reghioui .2025)

	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Station de khemisti (15 µL de HE)		
Station de khemisti (25 µL de HE)		
Station de sidi Mansour (15 µL de HE)		
Station de sidi Mansour (25 µL de HE)		

Résultats et discussion

Tableau 04 : Mesure d'inhibition bactérien pour différentes concentrations de l'huile essentielle de *Teucrium capitatum L* (station de khemisti) .

Quantité d'HE	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
15 µL	00 mm	17 mm
25 µL	00 mm	20 mm

Tableau 05 : Mesure d'inhibition bactérien pour différentes concentrations de l'huile essentielle de *Teucrium capitatum L* (station de sidi Mansour) .

Quantité d'HE	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
15 µL	00 mm	15 mm
25 µL	00 mm	17 mm

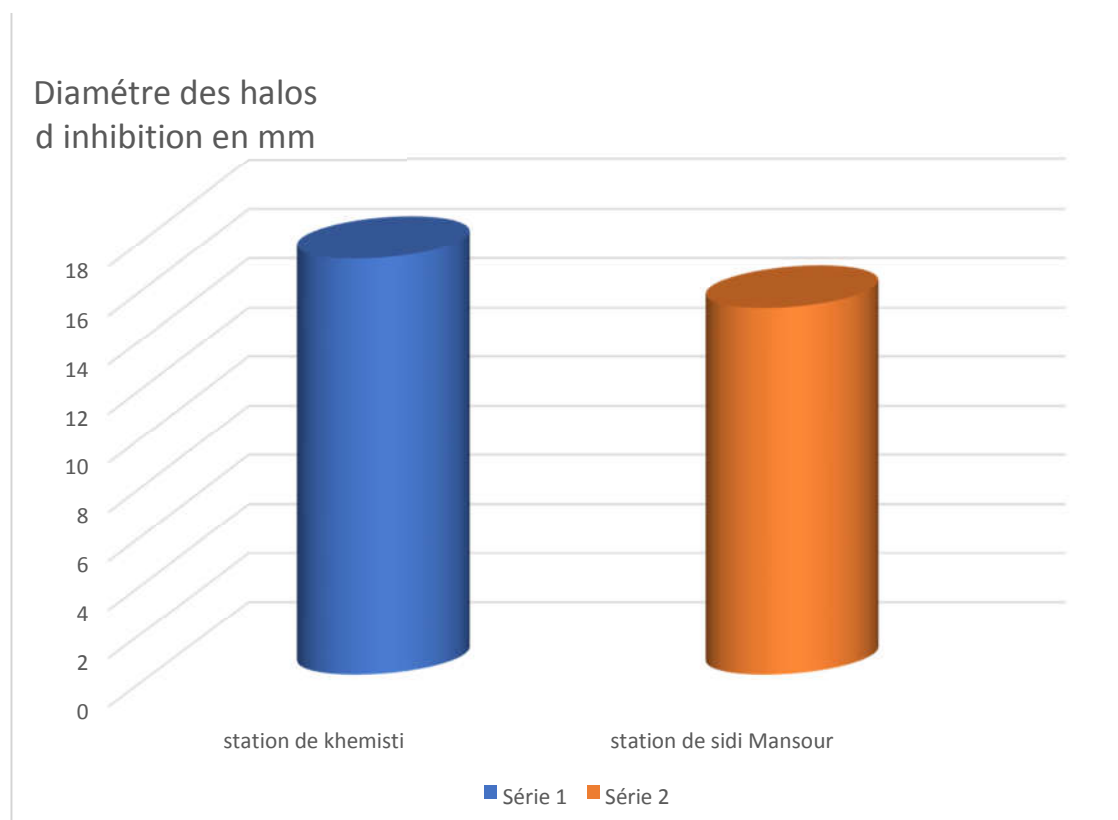


Figure 28 : Diamètres des halos d'inhibition (en mm) des deux souches bactériennes testées (*S. aureus*) par 15 µL d'huile essentielle des deux région .

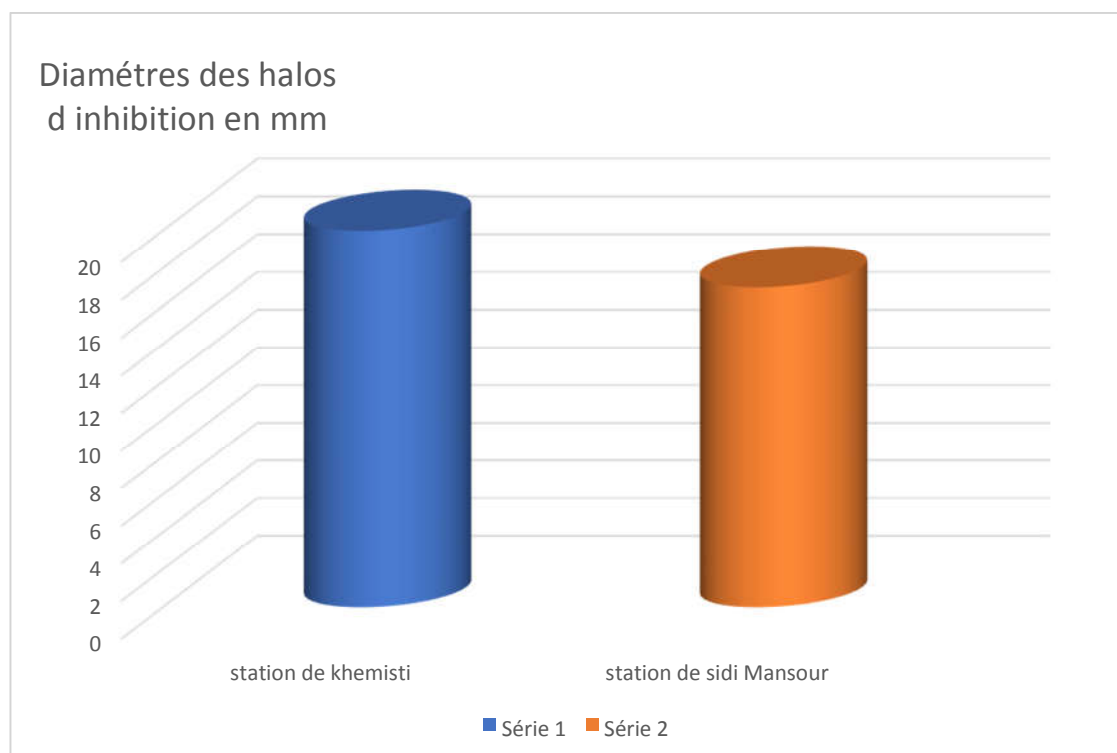


Figure 29 : Diamètres des halos d'inhibition (en mm) des deux souches bactériennes testées (*S. aureus*) par 25 μ L d'huile essentielle des deux région .

Ces résultats suggèrent que l'efficacité de l'huile essentielle de *Teucrium capitatum* L contre *S. aureus* peut être influencée par la concentration appliquée ainsi que par l'origine géographique de la plante, probablement en raison de variations dans sa composition chimique.

Généralement le mode d'action des H.E dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane. (Cox et al,2000 . Carson et al, 2002).

Wan (1998) a relié la résistance des bactéries Gram - à leur membrane externe hydrophile qui peut bloquer la pénétration de composés hydrophobes dans la membrane cellulaire cible. Et d'après Faleiro (2003) l'action relative des thujones et de l'eucalyptol (ou 1,8-cinéole) a été associée à leur basse hydrosolubilité et la capacité de former des liaisons hydrogènes, ce qui limite leur entrée dans les Gram - qui possèdent des voies hydrophobes inopérants dans la membrane externe .

IV .3.Sensibilité des souches bactérienne

En fonction des diamètres d'inhibition, on peut classer les souches bactériennes utilisées dans cette étude selon leur sensibilité vis-à-vis l'activité bactéricide a 15 μ L et 25 μ L d'huile essentielle *Teucrium capitatum* L.En effet, *S. aureus* est classé parmi les bactéries sensibles ou Intermédiaire et l'espèce *E. coli* est Considérée comme une bactérie non sensible ou résistante

IV .4.Comparaison entre notre Résultats et Résultats de region (bouira)**IV .4.1.Méthode et Résultats –**

Échantillon de Bouira (Dra) L'huile essentielle de *Teucrium polium* L. a été extraite à partir de 100 g de matière végétale sèche (feuilles et fleurs) récoltée dans la région de Dra (wilaya de Bouira). Le séchage a été effectué à l'air libre, à température ambiante (20–25 °C), pendant environ 10 à 15 jours. L'extraction a été réalisée par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger. Le rendement obtenu est relativement faible, estimé à 0,26 %. Concernant l'activité antibactérienne, le test réalisé avec 15 μ l d'huile essentielle a montré une faible inhibition vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* (8 mm) et une quasi-absence d'effet contre *Escherichia coli* (7 mm). Ces résultats indiquent une activité modeste, probablement liée à une concentration réduite en composés bioactifs dans l'échantillon. (Bentahar et Lamri .2018)

IV .4.2.La Comparaison

Dans le cadre de cette étude, nous avons comparé les performances de l'huile essentielle de *Teucrium polium* L. extraite de trois régions différentes : Dra (Bouira), Khemisti, et Sidi Mansour, en utilisant un volume unique de 15 μ l pour tester l'activité antibactérienne. __Rendement en huile essentielle Dra (Bouira) : 0,26 % (à partir de 100 g de matière sèche) Khemisti : 0,59 % (200 g) Sidi Mansour : 0,73 % (200 g) __ Le rendement le plus faible a été enregistré à Bouira, tandis que Sidi Mansour a donné la quantité la plus élevée. Cela s'explique probablement par des facteurs écologiques, tels que la nature du sol, le climat, l'altitude et la richesse naturelle en composés volatils. __Activité antibactérienne (15 μ l) Tableau 06 : Mesure d'inhibition bactérien pour 15 μ l concentrations de l'huile essentielle de *Teucrium capitatum* L (station de khemisti et sidi Mansour et Dra bouira)

Activité antibactérienne (15 µl)

Tableau 06 : Mesure d'inhibition bactérien pour 15 µl concentrations de l'huile essentielle de *Teucrium capitatum* L (station de khemisti et sidi Mansour et Dira bouira)

Région	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Dira (Bouira)	8 mm	7 mm
Khemisti	17 mm	00 mm
Sidi Mansour	15 mm	00 mm

Les résultats montrent que : __L'échantillon de Khemisti présente la meilleure activité inhibitrice contre *S. aureus* (17 mm), suivi de Sidi Mansour (15 mm), alors que l'échantillon de Bouira montre une activité plus faible (8 mm). Aucun des trois échantillons ne montre une activité significative contre *E. coli*, ce qui confirme la résistance naturelle de cette souche Gram négatif aux composés présents dans l'huile essentielle de *Teucrium polium* L . --- Conclusion de la comparaison Cette comparaison met en évidence que la région de Khemisti est la plus favorable, aussi bien en termes d'activité antibactérienne que de qualité de l'huile essentielle. En revanche, l'échantillon de Bouira (Dira) présente des résultats nettement plus faibles, que ce soit pour le rendement ou pour l'efficacité antibactérienne. Ces écarts soulignent l'importance :

- De la provenance géographique, • Des conditions environnementales locales, • Et du stade de maturité des plantes au moment de la récolte.

Conclusion générale et perspectives

Conclusion générale et perspectives

Conclusion

Cette contribution a fait l'objet d'une étude du pouvoir inhibiteur biologique et du rendement en huile essentielle de *Tecrium Capitatum L* la région de Tissemsilt .

Rappelons que nous avons choisi deux sites d'étude, khemisti et Sidi Mansour pour faire la comparaison des résultats obtenus suite à l'étude de deux paramètres cités .

La méthode d'extraction des huiles essentielles a partir des feuilles et fleur composées de *Tecrium capitatum L* était L'hydrodistillation dont le rendement en huile essentielle était 0.59 %, enregistré pour le site de khemisti et 0.73% pour le site de sidi Mansour Nos constatations pour expliquer cette variabilité intra spécifique du rendement en huile essentielle à L'échelle de la même espèce sont principalement la variété des conditions écologiques . Parmi ces facteurs ,l'altitude ainsi que le type de sol.

La partie microbiologique pour estimer l'activité antibactérienne a été réalisée selon la méthode de diffusion sur gélose ou encore l'Antibiogramme. Cette dernière a démontré qu'une dose de 15 µL et 25 µL d'huile essentielle de *Tecrium capitatum L* chaque site d'étude a généré des diamètres d'inhibition de bactéries et que les *Staphylococcus aureus* (Gram+) ont des diamètres d'inhibitions supérieurs à ceux des *Escherichia coli* est 00 . L'activité antibactérienne est due à la cytotoxicité des HE qui peuvent endommager la membrane cellulaire des bactéries lorsqu'elles passent à travers leur paroi cellulaire et leur membrane cytoplasmique (déstructuration de la membrane et ses polysaccharides).

Enfin, selon les résultats obtenus, ce travail sur les huiles essentielles de *Teucrium capitatum L*. doit être complété par d'autres études, soit sur la même espèce récoltée dans différentes régions, soit sur d'autres espèces du genre *Teucrium*. En effet, ces plantes aromatiques et médicinales sont riches en biomolécules actives, ce qui permettrait de les valoriser dans la production de biopesticides ou de bio-fongicides.

Il serait également très intéressant de tester ces huiles essentielles sur d'autres bactéries ou germes pathogènes, en dehors d'*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, notamment sur des souches multirésistantes ou impliquées dans des infections nosocomiales.

Par ailleurs, l'évaluation de leur activité antifongique, antivirale ou encore leur potentiel antioxydant pourrait ouvrir de nouvelles perspectives dans le domaine pharmaceutique et agroalimentaire.

Conclusion générale et perspectives

Des études toxicologiques et pharmacocinétiques seraient également nécessaires pour garantir une utilisation sécurisée et efficace de ces extraits naturels.

En tant que généticien spécialisé en génie génétique et en amélioration des plants , il serait également pertinent d'envisager l'identification et l'isolement des gènes responsables de la biosynthèse des composés bioactifs chez *Teucrium capitatum* L. Une telle approche permettrait, à long terme, de transférer ces voies biosynthétiques vers des micro-organismes modèles (comme *E. coli* ou *Saccharomyces cerevisiae*) à travers le génie génétique, afin de produire ces molécules à grande échelle et de manière durable.

Une telle stratégie permettrait de contourner les limitations liées à la disponibilité des plantes sauvages et de garantir une production constante et contrôlée des principes actifs.

D'un point de vue agronomique, il serait également essentiel de développer des protocoles de domestication et de culture de *Teucrium capitatum* L en milieu contrôlé ou en champ. Cela inclut l'étude de ses besoins pédoclimatiques, la sélection de génotypes à fort rendement en huile essentielle, ainsi que l'optimisation des pratiques culturales (semis, irrigation, fertilisation, etc.). La domestication de cette espèce pourrait permettre de garantir une production durable et standardisée des matières premières, tout en réduisant la pression sur les populations sauvages et en préservant la biodiversité.

Références bibliographiques

Références bibliographique

A

- _ **Abrassart, j.l. (1992)** . guide pratique d'aromathérapie : usages et biens faits des huiles essentielles des plantes. ed. masson, pp. 95-98.

- _ **Ammour, fatima zohra. (2023)** . contribution à l'étude de l'effet fertilo-améliorateur des huiles essentielles du mélange de plante chez le béliar (pimpinella anisum). thèse.

- _ **Anton, r. & lobster, a. (2005)** . plantes aromatiques. épices, aromates, condiments et huiles essentielles. tec & doc, paris, 522p.

- _ **Asma Farhart .(2010)** .Vapo-Diffusion assistée par Micro-ondes : Conception, Optimisation et Application

- _ **Avlessi, f., alitonou, g.a., djenontin, t. s., tchobo, f., yèhouénou, b., menu, c. & sohounhloué, d. (2012)** . chemical composition and biological activities of the essential oil extracted from the fresh leaves of chromolaena odorata (l. robinson) growing in benin. isca journal of biological sciences, 1(3): 7-13.

B

- _ **Bahramikia, s. & yazdanparast, r. (2012)** . Phytochemistry and medicinal properties of Teucrium polium L. (Lamiaceae). Phytotherapy Research, 26(11), 1581–1593.

- _ **Baser, k.h.c. & buchbauer, g. (2015)** . Handbook of essential oils: science, technology, and applications. CRC Press.

- _ **Bayer, e., buttler, k.p., finkenzeller, x. & grau, j.(1990)** . Guide de la flore méditerranéenne. Paris : Delachaux et Niestlé, pp. 156–157.

- _ **Belkhiri, fatima zohra. (2015)** . Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L. (méthode de l'hydrodistillation). Thèse, université non spécifiée.

Références bibliographique

- _ **Bencheikh, salah eddine.(2017)** . Étude de l'activité des huiles essentielles de la plante *Teucrium polium* ssp. *Aurasianum* (Labiatae). Thèse, université non spécifiée.

- _ **Bendjabeur, salah. (2019)** . Étude phytochimique et activités biologiques des huiles essentielles et des extraits éthanoliques de *Teucrium polium* subsp. *Capitatum* , *Thymus algeriensis* et *Ammoides verticillata* . Mémoire de Master 2, université non spécifiée.

- _ **Bendif, hamdi. (2017)** . Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae : *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *Coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter , Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord et Fourr. Thèse, université non spécifiée.

- _ **Bentahar Abla, Lamri Nabila (2018)** Extraction des huiles essentielles de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* L et *Teucrium polium*) et formulation des pommades antimicrobienne.

- _ **Benzeggoota, nairouz. (2004/2005)** . Thèse de magistère, université non spécifiée.

- _ **Bbertella. (2019)** . Étude de l'activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles d' *Artemisia herba-alba* , *Artemisia campestris* et *Rosmarinus tournefortii* . Thèse de doctorat, université Ahmed Ben Bella – Oran 1.

- _ **Bonnier, g.e.m. (1990)** . La grande flore en couleurs de Gaston Bonnier : France, Suisse, Belgique et pays voisins . Paris : Éditions Belin.

- _ **Boyle, w. (1955)** . Spices and essential oils as perspectives. *American Perfumer and Essential Oil Review* , 66, 25–28.

- _ **Bouhata, M. T. et al. (2014).** Cartographie et typologie des terres agricoles dans la wilaya de Tissemsilt. *Revue des Sciences de la Terre*, 6(2), 23–30.

- _ **Brumnes, l. (1998)** . Les plantes aromatiques et médicinales . Paris : Bordas Éditions.

- _ **Bruneton, j. (1993)** . Pharmacognosie et phytochimie : plantes médicinales (2e éd.). Paris Lavoisier.

Références bibliographique

_ **Bruneton, j. (1999)** . Pharmacognosie : phytochimie ; plantes médicinales (3e éd.). Paris : Technique et Documentation, Éditions médicales internationales, 1120 p.

_ **Burt, s. (2004)** . Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. International Journal of Food Microbiology , 94, 223–253.

C

_ **Caddick L.R., Rudall P.J., Wilkin P., Hedderson T.A.J., and Chase M.W., 2002** .

Phylogenetics of dioscoreales based on combined analyses of morphological and molecular data. Botanical Journal of the Linnean Society , 138: 123-144.

_ **Chabane, Sarra, Amel Boudjelal, Edoardo Napoli, Abderrahim Benkhaled, and Giuseppe Ruberto, 2021**. Phytochemical Composition, Antioxidant and Wound Healing Activities of *Teucrium polium* Subsp. *Capitatum* (L.) Briq. Essential Oil. Journal of Essential Oil Research , 33 (2): 143-151.

_ **Claudio Frezza, 2017** . Phytochemical studies on the polar fractions of plants belonging to the Lamiaceae family with aspects of chemotaxonomy, ethno-pharmacology, nutraceuticals and phytochemical evolution.

_ **Coste H., Flahault C.H., 1980** . Flore descriptive et illustrée de la France de la corse et des contrées limitrophes. Tome III, 2ème édition, Scientifique et Technique, Paris, 139-140.

_ **Cowan M. M., 1999** . Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews, 12 (4): 564-570.

D

_ **Daouda, m toure, 2015** . Etude chimique et biologique des huiles essentielles de quatres plantes .These

_ **Debuigne g., 1972**. Dictionnaire des plantes qui guérissent. Librairie Larousse . Pp. 130.

Références bibliographique

_ **Diop, absa, moussa karé, et issa samb, 2023** . Extraction, caractérisation et évaluation de l'activité antioxydante de l'huile de *Chrysopogon Nigritanus* .

_ **Dorman h.j. and deans s.g., 2000** . Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* , Vol. 88, pp. 308-316.

_ **D.Roux**, Botanique pharmaceutique phytothérapie, 2ème Edition Lavoisier, Paris, **2004**.

F

Fesneau, and A. Canavaté, La Médecine aromatique: propriétés et utilisations des huiles essentielles végétales. **1976** .

G

_ **Gharaibeh M.N., Elayan H.H. Salhab A.S., 1988** . Hypoglycaemic effects of *Teucrium polium*. *J. Ethnopharm.*, 24, 93-99

_ **Goudjil Mohamed Bilal (2016)** . Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques

_ **Guignard B., Coste C., Menigaux C., Chauvin M., 2001**. Reduced isoflurane consumption with the bispectral index monitoring. *Acta Anesthesiol Scand*, 45: 308-14

H

_ **Hammer K.A., Carson C.F. & Riley T.V., (1999)** .- Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *Journal of Applied Microbiology*. 86: 985–990.

_ **Heath H.B.,(1981)** . Source Book of Flavours. Westport: Avi, pp.890.

_ **Heywood V.H., Brummitt R.K., Culham A., Seberg O., 2007**. Flowering Plant Families of the World. Kew: Royal Botanic Gardens, 23-339.

Références bibliographique

I

_ **Institut National de la Cartographie et de la Télédétection (INCT), Algérie. (2017).** Atlas des zones agro-écologiques d'Algérie. Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche.

K

- **Kalemba D. & Kunicka A., (2003) .-** Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Current Medicinal Chemistry. 10: 813-829.

_ **Kim J.S., Lee B.H., Kim S.H., Ok K.H., Cho K.Y., 2006.** Response to environmental and chemical signals for anthocyanin biosynthesis in non-chlorophyllous corn (*Zea mays* L.) leaf. J. Plant Biol., 49:16-25

L

_ **Lemire, N. (2000) .**Gazette thérapeutes, 26-30, Ed. Atlas

M

_ **Mann C.M., Cox S.D. and Markham J.L., (2000) .-**The outer membrane of *Pseudomonas aeruginosa* NCTC 6749 contributes to its tolerance to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (Tea tree oil). Letters in Applied Microbiology, 30: 294-297.

_ **Mebarki Noudjoub ,** these magister **2010.**

_ **Mehani.M,** Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Eucalyptus camendulensis* dans la région d'Ouargla, thèse doctorat. Université de KASDI Merbah, Ouargla, **2015.**

_ **Meskaoui, Abdelmalek EL, Dalila Boust, Abdelkader Dahchour, El Houssaine Harki, Abdellah Farah, et Abdeslam Ennabili. 2008.** « Plantes médicinales et aromatiques marocaines : opportunités et défis » .

Références bibliographique

N

- _ **Nadjia, Mme Fertout- Mouri. 2014** .Ecophytochimie d'une labiée (Teucriumpolium) des monts de Tessala, Algérie occidentale. These.
- _ **Ntezurubanza, L (2000)** ., Essential oils of Rwanda. LASEVE, University of Québec, Chicoutimi, Canada. 2000, 247.

O

- _ **Oranges.R, Passet, G.Teulade. (1973)** .Les plantes médicales à essences et chimiotaxonomie, 17ème journée de l'aromate lourd ,12 mai 1973
- _ **Oussou K.R.,(2009).** –Etude chimique et activité biologiques des huiles essentielles de sept plantes aromatiques de la pharmacopée Ivoirienne. Doctorat de l'Université de Cocody Abidjan, 241p.

P

- _ **Peyron, R., Laurent, B., and Garcia-Larrea, L. (2000).** Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, 30(5), 263-288.
- _ **Pibiri M.C(2006).** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. thèse de Doctorat, Lausanne, Canada ,p:177.
- _ **Porter N,(2001)** . Essential oils and their production. Crop & Food Research. Number 39.
- _ **Puech S., (1984)** . Les Teucrium (Labiées) de la section Polium du bassin méditerranéen occidental (France et péninsule ibérique). Natur. Monsp. Bota., 1-71. Puech S. 1985. Contribution à l'étude des Teucrium de la section polium (Labiatae) de Tunisie (suite). Bull. Sor. bot. Fr., 132, lettrrs bot., (1),41- 50

Références bibliographique

Q

_ **Quezel P.S. and Santa, (1963)** . Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed :CNRS, Paris, 45 p

R

_ Rai M.K., Acharya D. et Wadegaonkar P. (2003) . Plant derived-antimycotics: Potential of Asteraceous plants, In: Plant-derived antimycotics:Current Trends and Future prospects, Haworth press, N-York, London, Oxford. 165-185

_ **Rajabalian S., 2008** . Methanolic extract of *Teucrium polium* L. potentiates the cytotoxic and apoptotic effects of anticancer drugs of vincristine, vinblastine and doxorubicin against a panel of cancerous cell lines. *Exp Oncol.*, 30(2):133-8.

_ **Randrianarivelo.R.** Étude de l'activité antimicrobienne d'une plante endémique de Madagascar «*Cinnamosma fragrans* », alternative aux antibiotiques en crevetticulture. Thèse de Doctorat. Université d'Antananarivo (2010).

_ **Raynaud J., Blanchet J-M.(2006)** , Prescription et conseil en aromathérapie. Paris : Tec et Doc, 247p.

S

_ Sipailiene A., Venskutonis P.R., Baranauskiene R. and Sarkinas A. (2006) .- Antimicrobial Activity of commercial samples of thyme and marjoram oils. *Journal of Essential Oil Research.* 18: 698-703.

W

_ **Wan, J., Wilcock, A., Coventry, M.J. 1998** . "The effect of essential oils of basil of the growth *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas fluorescens*.", *J. Appl. Microbiol.*

Références bibliographique

_ **West C., 2010** . Caractérisation et classification de systèmes chromatographiques. Habilitation à Diriger des Recherches 3 Orléans, Université d'Orléans.