



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique ET Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour-Djelfa-

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية و البيطرية

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

Screening phytochimique des huiles essentielles de
Thymus algeriensis et *Teucrium polium* poussant à l'état spontané
dans la région de Djelfa

Présenté par:

Encadreur: Mr. KACIMI ELHassani Mohamed

- Makhloufi Djihane
- Makhloufi Achouak

Soutenu devant le jury composé de:

Président : Mr. LAHRACHE Mokhtar Boualem

Promoteur : Mr. KACIMI ELHassani Mohamed

Examineur : Mr. LAHRACHE Talal

Année universitaire: 2022/2023

Remerciement

Ce mémoire est l'aboutissement d'un travail de plusieurs mois, qui clôturé un processus de maturité scientifique.

Nous remercions ALLAH, le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce travail.

Notre remerciement s'adresse également à notre encadreur *Dr. Kacimi ELHassani Mohamed* pour avoir accepté de diriger ce travail, ainsi que son soutien, ses conseils, son encouragement et ses compétences

Nos vifs remerciements pour les membres du jury d'avoir accepté de juger ce travail ;

Enfin, Merci à tous ceux et celles qui nous ont soutenu d'une manière ou d'une autre, de près ou de loin.

Dédicace

À la mémoire de ma mère

À Mon Cher père

À mes sœurs

À mon frère

À tous mes amis et proches

Makhloufi Achouak

Dédicace

À mes parents

À mes frères

À ma sœur

À tous mes amis et proches

Makhloufi Djihane

Sommaire

Introduction.....	11
Partie 01:Synthèse bibliographique.....	13
Chapitre 1 : Généralités sur les espèces étudiées.....	14
1/Les plantes médicinales et aromatiques	15
1.1/Historique des plantes aromatiques et médicinales	15
1.2/Définition d'une plante médicinale	15
1.3/Importance et intérêt des PAM dans le monde	16
1.4/Famille des Lamiacées	16
1.4.1/ Teucrium polium	17
2/Historique	17
3/Caractéristique botanique	18
4/Habitat et répartition géographique	20
5/Phytochimie de la plante	20
6/Usages médicaux traditionnels	21
1.4.2/Thymus algeriensis	21
1/Historique	22
2 /Caractéristiques botaniques	23
3/ Habitat et répartition géographique	24
4/Phytochimie de la plante	25
5/Usages médicaux traditionnels	25
Chapitre 2 : Les huiles essentielles	26
1 /Utilisation historique et actuelle des huiles essentielle	27
2/Définition de l'huile essentielle	27
3/Localisation dans la plante	28
4 /Rôle des huiles essentielles chez la plante	28
5/Caractérisation physique et organoleptique des huiles essentielles	29
6/Méthodes d'analyse des extraits de plantes	29
6.1/Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS)	29
6.2/Chromatographie liquide à haute performance (HPLC)	30
7 / Composition chimique	30
8/Activités biologiques des huiles essentielles	32
9/Mode d'extraction.....	33
10/ La filière des huiles essentielles en Algérie	38
11/Utilisations d'huiles essentielles dans l'agroalimentaire	39

Partie 2 : Réalisation Expérimentale.....	40
Chapitre 1 : Matériel et Méthodes.....	41
1/Objectif du travail	42
2/Matériel et méthode	42
2.1/Matériel végétal	42
2.3/ Extraction des huiles essentielles	44
2.4/ Analyse chromatographique	45
Chapitre 2: Résultats et discussion.....	48
1/ Rendement de l'extraction	49
1.1/ Rendement de l'huile essentielle de <i>Teucrium polium</i>	50
1.2/ Rendement de l'huile essentielle de <i>Thymus algeriensis</i>	50
2/Composition chimique	51
2.1/ Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Teucrium polium</i>	51
2.2/ Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Thymus algeriensis</i>	60
Conclusion.....	67
Références bibliographiques.....	68
Annexe	73
Résumé.....	75

Liste des abréviations

AFNOR : Agence Française de Normalisation

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

INRAA : L'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie

SM : Spectrométrie de Masse

% : Pourcentage

µl : Microlitre

µm : Micrometer

°C : Degré Celsius

h: Heure

min : Minute :

ml : Milliliter

mm : Millimeter

Liste des figures

Figure01 : Carte de répartition géographique de la famille des lamiacées

Figure02 : *Teucrium polium*

Figure03 : Aspect morphologique de *Teucrium polium*

Figure04 : Carte de répartition de *Teucrium polium*

Figure05 : *Thymus algeriensis*

Figure06 : Aspect morphologique de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut

Figure07 : Carte de répartition de *T. algeriensis* Boiss. & Reut. à travers l'Afrique du Nord

Figure08 : Principe d'extraction par entraînement à la vapeur

Figure09 : Schéma d'un montage Hydrodistillation

Figure10 : Schéma de l'extraction par expression à froid

Figure11 : Schéma de l'extraction par solvant organique

Figure12 : Schéma d'Extraction par fluide à l'état supercritique

Figure13 : Schéma d'Extraction sans solvant assistée par micro-ondes

Figure14 : *Teucrium polium* L. (Plante sèche et broyée).

Figure15 : *Thymus algeriensis*. (Plante sèche et broyée).

Figure16 : Hydrodistillation pour l'extraction des huiles essentielles

Figure17 : Extractions liquide – liquide

Figure18 : Evaporation rotative

Figure19 : Filtration des traces d'eau par $MgSO_4$

Figure20 : Echantillon l'huile essentielle

Figure21 : Appareil de chromatographie en phase gazeuse

Figure22 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Teucrium polium*

Figure23 : Intégration du chromatogramme de l'huile essentielle de *Teucrium polium*

Liste des figures

Figure24: Chromatogramme de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis*

Figure25 : Intégration du chromatogramme de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis*

Liste des tableaux

Tableau01: Différents noms donnés au *Teucrium polium* L

Tableau02: Différents noms donnés au *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut

Tableau03: Données sur les espèces végétales étudiées

Tableau04: Rendement des huiles essentielles de *Teucrium polium* et *Thymus algeriensis*

Tableau05: Comparaison entre le rendement des huiles essentielles de *Teucrium polium* avec la littérature

Tableau06: Comparaison entre le rendement des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* avec la littérature

Tableau07: Composition chimique de l'huile essentielle de *Teucrium polium*

Tableau08: Comparaison entre les compositions chimiques des huiles essentielles de *Teucrium polium* obtenues avec la littérature

Tableau09: Composition chimique de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis*

Tableau10: Comparaison entre les compositions chimiques des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* obtenues avec la littérature

Introduction

L'Afrique du Nord, dont l'Algérie, est reconnue pour sa grande diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques. Plantes, en particulier dans les régions semi-arides, arides et sahariennes (**Zouaoui et al, 2020**).

La phytothérapie est l'art d'utiliser les plantes pour se soigner. Du grec «phyton» qui signifie plante et «therapein» qui signifie soigner, il s'agit donc d'une thérapeutique allopathique (c'est-à-dire soigner par des substances qui ont l'effet inverse à la pathologie dont souffre le patient) destinée à prévenir et traiter des troubles fonctionnels et des états pathologiques bénins par des plantes médicinales dénuées de toxicité dans les conditions normales d'utilisation (**Karnache et Laiche, 2020**).

Les plantes médicinales et aromatiques sont utilisées depuis l'antiquité comme conservateurs, colorants, exhausteurs de goût et aromatisants. De plus, ces plantes qui constituent depuis longtemps la base de la médecine traditionnelle dans le monde entier à diverses fins, notamment pour le traitement des maladies infectieuses, ont également fait l'objet d'études, en particulier dans les industries chimique, pharmaceutique et alimentaire, en raison de leur utilisation potentielle pour améliorer la santé. Elles sont devenues «produits industriels» avec de nouveaux concepts comme la phytothérapie, l'aromathérapie, les nutraceutiques, les cosméceutiques élargissant ainsi le champ de leur utilisation. Les nouvelles applications innovantes à valeur ajoutée incluent leur utilisation dans les aliments fonctionnels, l'élevage et la protection des plantes en agriculture(**Bendjabeur, 2019**).

Les huiles essentielles présentent des propriétés bactériostatiques, bactéricides, vermicides, antiseptiques, anti-infectieuses, insecticides et anti-inflammatoires. De plus, leurs propriétés antioxydantes et antiradicalaires améliorent la durée de vie des aliments et intéressent aussi les consommateurs pour leurs valeurs nutraceutiques et les bienfaits sur la santé(**Ngoule, 2015**).

Le présent travail a pour but l'extraction et la caractérisation des huiles essentielles provenant de deux plantes médicinales et aromatiques *Thymus algeriensis* et *Teucrium polium* et d'étudier les différences qualitatives et quantitatives entre les saisons et les années et les différences en rendement pour ces deux plantes.

Introduction

Ce travail est organisé en deux parties :

La partie I : Synthèse bibliographique, qui rassemble des généralités sur les plantes utilisé dans ce projet, cette partie sera répartie en 2 chapitres

Chapitre 1 : Généralitéssurles plantes médicinales et aromatique utilisé dans ce projet *Thymus algeriensis* et *Teucriumpolium*

Chapitre 2 : Généralités sur les huiles essentielles

Partie II : Est consacrée à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions.

Partie 01: Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur les espèces étudiées

1/ Les plantes médicinales et aromatiques :

1.1/ Historique des plantes aromatiques et médicinales :

Depuis les années 80, on assiste à un regain d'intérêt pour la culture des plantes aromatiques et médicinales (PAM) aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en voie de développement. Dans les pays industrialisés, on s'intéresse aux PAM comme cultures de substitution à une agriculture moderne intensive souffrant de la surproduction à l'échelle mondiale (céréales par exemple). Ce type d'agriculture est souvent considéré comme une culture bien adaptée à des régions défavorisées (régions montagneuses par exemple) (**Meskaoui et al. 2008**).

Les plantes sont une source immense de molécules chimiques complexes exploitées par l'homme dans plusieurs industries telles que l'industrie cosmétique, l'industrie agroalimentaire, et l'industrie pharmaceutique. L'homme préhistorique, qui avait très peu de moyens, devait se nourrir des produits de cueillette et de chasse. En assimilant la flore locale, il a découvert les plantes utiles et indispensables pour survivre. Ce régime, essentiellement végétarien constitue le berceau de l'utilisation des produits naturels. A cette époque, bien que les huiles essentielles ne soient pas signalées nommément, les plantes aromatiques étaient largement employées (**Diop et al, 2023**).

1.2/ Définition d'une plante médicinale :

La majorité de la population mondiale (75%) représentant la tranche vivant sous le seuil de la pauvreté, utilise les plantes pour subvenir aux besoins de santé primaire, malgré l'existence des médicaments synthétiques (**Daouda, 2015**). Le pouvoir de guérison des plantes provient des effets de leurs métabolites secondaires. Ces métabolites interviennent dans la défense contre les parasites pathogènes. On distingue plusieurs groupes métabolites notamment les phénols (simples phénols, acides phénoliques, quinones, flavonoïdes, flavones, flavonols, tannins et les coumarines), les alcaloïdes, les terpénoïdes et polypeptides (**Daouda, 2015**).

D'après Peyron (2000), ces diverses plantes peuvent être, tour à tour ou ensemble, aromatiques, médicinales, cosmétiques ou de parfumerie. Les unes et les autres sont utilisées sous diverses formes: en l'état, transformées (déshydratées, surgelées ...), élaborées (extraits, huiles essentielles, oléorésines, isolats). Elles peuvent également se distinguer selon les organes récoltés.

1.3/Importance et intérêt des PAM dans le monde :

Les PAM en tant que ressources locales des territoires ruraux offrent de véritables atouts au développement rural et territorial basé sur l'innovation rurale et la valorisation socio-économique des savoirs faire locaux. Elles peuvent, ainsi jouer un rôle prépondérant dans la diversification économique et la création de nouvelles perspectives d'emploi au sein des régions rurales où les alternatives professionnelles sont souvent rares(Neffati et Sghaier, 2014)

1.4/Famille des Lamiacées :

La famille des Lamiaceae, Labiaceae ou Labiées, est composée de plantes odorantes et herbacées à tige quadrangulaire pouvant devenir des arbrisseaux ; leurs feuilles sont opposées par 2, leurs fleurs bisexuées, irrégulières, à calice tubuleux ou en cloche persistant, à corolle à tube très développé et leur fruit sec se séparant en 4 articles contenant chacun 1 graine. C'est l'une des familles les plus utilisées en tant que plantes aromatiques et médicinales et comportant de nombreuses plantes exploitées en parfumerie, aromathérapie et industrie pharmaceutique.

La famille des Lamiaceae, comprend environ 7000 espèces, réparties dans plus de 250 genres dans le monde dont 28 genres et 146 espèces en Algérie. La plus grande diversité est rencontrée dans le bassin méditerranéen, l'Asie centrale suivi le continent Américain, les Iles du pacifique, l'Afrique équatoriale et la Chine(Chabane.s, 2021)

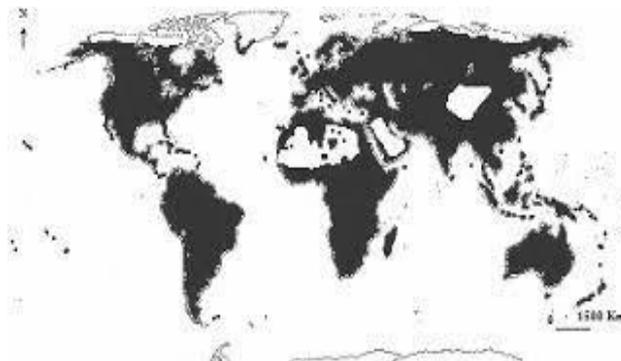


Figure01: Carte de répartition géographique de la famille des lamiacées

1.4.1/ *Teucrium polium* :

T. polium *Lamiaceae*, ou la germandrée tomenteuse «Kayatta ou Djaâda, Gattaba» est une plante méditerranéenne. Cette espèce est connue par sa richesse en métabolites secondaires tels que les huiles essentielles et les polyphénols(Bendif , 2017) .

Le genre *Teucrium* appartient à la famille des *Lamiaceae* ou labiées qui comptent également des végétaux plus communs tels que le thym (*Thymus herba-barona*) et la lavande sauvage (*Lavandulastoechas*). Cette famille est l'une des principales familles de plantes dicotylédones, qui comprend environ 258 genres et 6 900 espèces plus ou moins cosmopolites, mais particulièrement répandues de puis le bassin méditerranéen jusqu'en Asie centrale(Fertout et al, 2017) .



Figure02: *Teucrium polium*

2/Historique :

Le nom scientifique du genre, *Teucrium*, provient du grec *Teucros*, nom d'un prince troyen qui aurait découvert les propriétés médicinales de la plante. Le nom français Germandrée est une altération du latin médiéval *calamendria*, croisement probable de *calamentum*, sorte de menthe, avec *comedria*, latinisation du grec *chamaedrys* signifiant littéralement "chêne à terre" (en référence à la germandrée petit-chêne)(Bendjabeur, 2019)

3/Caractéristique botanique :

➤ *Description botanique :*

Teucrium polium L. (syn *Teucrium capitatum* L. ou germandrée feutrée) est l'une des 300 espèces du genre *Teucrium* de la famille des Lamiacées. (Bahramikia et Yazdanparast 2012) dont 20 se trouvent en Algérie, et 12 sous espèces dont le *polium* subsp *capitatum* (Bendjabeur, 2019) .

Teucrium polium L. (Nom commun germandrée feutrée) est une plante herbacée vivace à base boisée et un pédoncule rond ainsi qu'un caractère pubescent. Il possède une tige dressée, haute de 10 à 12 cm, qui est entièrement ramifiée dans la partie supérieure. Les feuilles mesurent 2 cm de long et plus à 4 mm de large avec une marge intacte et plissée dans la partie inférieure alors qu'elle est crénelée et tendu dans le supérieur, à la place. Les fleurs sont rassemblées en petits verticillées et leur couleur va du rose au jaune fleurissant entre avril et août (Claudio, 2017)



Partie végétative



La fleur et la tige

Figure03 : Aspect morphologique de *Teucrium polium*

➤ *Classification taxonomique :*

Le genre *Teucrium* appartient à la famille des Lamiaceae, sous-famille des Ajugoideae. Les membres du genre *Teucrium* L. sont représentés dans la région méditerranéenne par 160 taxons appartenant à sept sections : *Teucrium* L., *Chamaedrys* (MILL.) SCHREB. *Polium* (MILL.) SCHREB. *Isotriodon* BOISS., *Scorodonia* (HIIL) SCHREB. *Scordium* (MILL.) RCHB., et

Chapitre 1 : Généralités sur les espèces étudiées

Spinularia Boiss. *Teucrium polium* L. ssp. *Capitatum* (L.) Arcangeli (syn *Teucrium capitatum* L.) appartient à la section *Polium* qui est la plus grande et la plus morphologiquement diverse section du genre (**Bendjabeur, 2019**)

➤ *Noms vernaculaires :*

Teucrium polium est connu par différents noms dont la synthèse est traitée dans le tableau 1

Tableau 1: Différents noms donnés au *Teucrium polium* L. (**Bachtarzi, 2018**)

Pays	Noms
Nom Local	Djaada ; jaad ; Djaida ; Katabetledjrah
Nom arabe	Khiyatata
Nom Amazigh	Goutiba; Felfla-Timzourin; Haida; Timtchich
Nom latin	<i>Teucrium polium</i> L, synonymes : <i>Teucrium tomentosum</i> <i>Teucrium gnaphalodes</i> , <i>Teucrium chamaedrys</i> et <i>Teucrium capitatum</i>
Angleterre	mountaingermander
France	Pouliot de Montagne ; germandrée tomenteuse ; germandrée blanc-grisâtre

➤ *Systematique de la plante:*

Selon Fattah, 2019

- Règne: planta
- Embranchement :Angiospermes
- Classe :Dicotylédones
- Ordre :Tubiflorale
- Famille :LabiéesouLamiacées
- Genre :*Teucrium*
- Espèce:*Polium* L.

- Sous espèce : Thymoides

4/Habitat et répartition géographique :

Cette plante est présente dans la majorité des pays du Moyen-Orient et de la Méditerranée. En Algérie, elle est assez commune dans l'espace méditerranéensaharienne, plus rare au Sahara septentrional et au Tassili, elle pousse dans les lieux rocaillieux et secs, les lits arides, roches et sables C'est une plante méditerranéenne, commune dans l'atlas saharien. Elle pousse surtout dans les lits pierreux des oueds et dans les roches en altitude entre 1200 et 2600 m(Bendif, 2017)

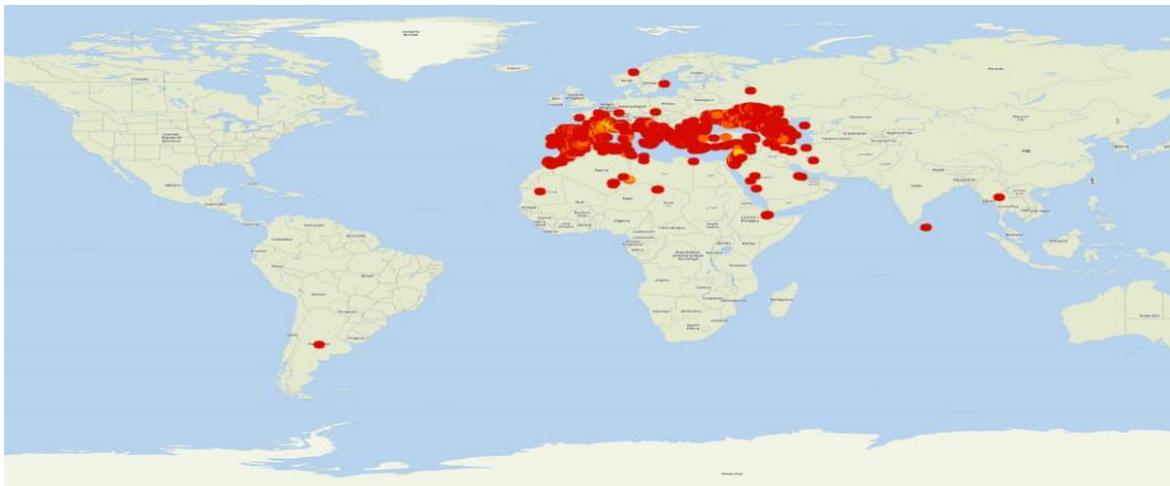


Figure04: Carte de répartition de *Teucrium polium*

5/Phytochimie de la plante :

Les polyphénols

Lesterpénoïdes avec un squelette néo clerodane et avec plus de 220 diterpènes

Les huiles essentielles principalement monoterpéniques/ les sesquiterpènes hydrocarbures et sesquiterpènes oxygénés

Les glycosides phenylethanoides tels que la verbascoside, poliumoside et la vandulifolioside

Les glycosides de flavones avec aglycones très méthylés ont identifié six flavones aglycones: luteoline, apigénine, diosmétine, cirsiol, cirsimaritine et cirsilinoléol, cependant les composés stéroïdiens

Chapitre 1 : Généralités sur les espèces étudiées

L'analyse des principes actifs révèle la présence des saponines, des tanins et des alcaloïdes

(Fettah, 2019)

6/Usages médicaux traditionnels :

T. polium est utilisé depuis plus de 2000 ans en médecine traditionnelle pour divers types de conditions pathologiques, telles que les troubles gastro-intestinaux, les inflammations, le diabète et rhumatisme.

Il est également utilisé comme agent antibactérien, antiulcéreux, hypotenseur, antispasmodique, anorexique et antipyrétique. La plante possède des activités hypoglycémiantes et insulinothropes, réduit le poids corporel et abaisse l'hypertension artérielle et possède des propriétés hypolipidémiantes, antinociceptives et antioxydantes, comparables à celles de l' α -tocophérol (Menichini et al, 2009).

1.4.2/*Thymus algeriensis* :

La plante *Thymus algeriensis* Boiss. Et Reut. Appartient au genre *Thymus* (Thym) de la famille Lamiaceae, une grande partie de ces plantes sont utilisées et connues depuis longtemps en tant que herbes aromatiques et médicinales. Cette famille est considérée comme l'une des principales familles productrices d'huiles essentielles et aussi une source riche en flavonoïdes et polyphénols (Mokhtari, 2019)

T. algeriensis est une plante herbacée parfumée et aromatique largement utilisée, fraîche ou séchée, comme herbe culinaire. De plus, cette plante est également largement utilisée en médecine traditionnelle et est connue pour ses propriétés antiseptiques, antispasmodiques, antibactériennes et antifongiques. Les huiles essentielles des parties aériennes sont utilisées comme ingrédients aromatiques dans une grande variété de produits alimentaires, de boissons et de confiseries, ainsi que dans la parfumerie.

En Algérie, le *Thymus* Boiss algérien. Reut. (Synonyme *Thymus hirtus* Willd. Subsp. *algeriensis* Boiss. Et Reut.) Plante connue sous le nom de "Himria" dans la langue

vernaculaire algérienne, est classée par les habitants locaux, en particulier dans les communautés rurales, comme un élément important et indispensable dans la guérison de certaines maladies courantes de l'âge (Ouakouak et al, 2021)



Figure05 : *Thymus algeriensis*

1/Historique :

Thym est presque l'herbe utile parfaite. Le mot grec Thymos signifie «courage ou force» et semble approprié pour l'herbe qui revigore les sens. Un autre mot possible serait du terme grec "fumiger" comme cette herbe fut brûlée pour chasser les insectes piqueurs de la maison. On croyait qu'un lit de thym fut une maison aux fées. Le thym représentait le style et l'élégance des premiers Grecs, la chevalerie au Moyen Âge et l'esprit républicain en France. Ce fut au début du Moyen Age que les moines bénédictins apportèrent du thym en Europe centrale et en Angleterre. Thym oreillers furent pensés pour soulager l'épilepsie et la mélancolie. De la quinzième à travers le dix-septième siècle, le thym fut utilisé pendant la peste qui balaya L'Europe. Pendant la première guerre mondiale, l'huile essentielle a été utilisée comme antiseptique sur les champs de bataille(**Bendjabeur, 2019**)

Dans son travail sur les plantes médicinales et les poisons, Dioscoride (Premier siècle, traduction de Laguna, 1555) mentionne le thym comme "Thymo", "Serpo" et "Zygis". Les Egyptiens utilisaient le thym, "thym" pour embaumer les morts. Les Romains brûlaient et

répandaient du thym sur le sol pour éloigner les créatures venimeuses. Ils utilisaient du thym pour aromatiser le fromage. Le célèbre miel de thym sauvage fut fait par les abeilles sur

le mont. Hymette près d'Athènes. St. Hildegard le mentionna comme un traitement pour la lèpre et la paralysie (Bendjabeur, 2019)

2 /Caractéristiques botaniques :

➤ Description botanique :

Le genre *Thymus* est représenté par de nombreuses espèces végétales aromatiques, dont *T. algeriensis* qui est un arbuste éphémère, diploïde ($2n = 2x = 30$) et gynodioïque appartenant à la section *Hyphodromi* et à la sous-section *Subbracteati*. Il pousse sauvagement dans diverses zones bioclimatiques s'étendant du subhumide au bas aride et sur des sols calcaires pauvres et fertiles.

T. algeriensis est une plante vivace avec des entrenœuds de 4 à 7 mm de long émergeant en touffes depuis la souche ligneuse courte. Les feuilles sont opposées, linéaires-lancéolées (6-12 mm) et présentent les deux faces vertes. Les fleurs sont petites (5-7 mm) et ont une couleur de corolle blanchâtre pourpre ou rose violacé, avec la lèvre supérieure fendue et la lèvre inférieure divisée en trois lobes. La période de floraison et de fructification se situe entre fin avril et juin (Mahdi et al. 2022)



Partie végétative



La fleur et la tige

Figure06 : Aspect morphologique de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut

Chapitre 1 : Généralités sur les espèces étudiées

Classification taxonomique :

Le grand genre *Thymus* L. (Lamiaceae) comprend environ 350 espèces aromatiques et vivaces originaires d'Europe et d'Afrique du Nord dont 66 poussent en Europe et 18 en Afrique, *Thymus* est divisé en huit sections : *Micantes*, *Mastichina*, *Piperella*, *Teucroides*, *Pseudothymbra*, *Thymus*, *Hyphodromi* et *Serpyllum*. Elles-mêmes divisées en sous-sections (Bendjabeur, S .2019) .

➤ **Noms vernaculaires :**

Tableau 02 : Différents noms donnés au *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut(**Kebbi, 2021**)

Pays	Noms
Nom Local et Nom Amazigh	azoukni, djertil, djouchchen, mezouchen, hamriya, hamzoucha, mezoukech, rebba, touchna

➤ **Systématique de la plante :**

Selon Kabbi, 2021

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Astéridae

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Thymus*

Espèce : *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut

3/ Habitat et répartition géographique :

Chapitre 1 : Généralités sur les espèces étudiées

Les espèces de *Thymus* sont bien adaptées au climat chaud et sec de la région méditerranéenne et sont répandues dans les régions arides de la péninsule ibérique où ils y poussent à l'état sauvage (**Bendjabeur, 2019**)

T. algeriensis est l'espèce la plus répandue en Afrique du Nord. Elle est endémique de la Libye, de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc (**Nikolic et al, 2014**) (Figure 07).

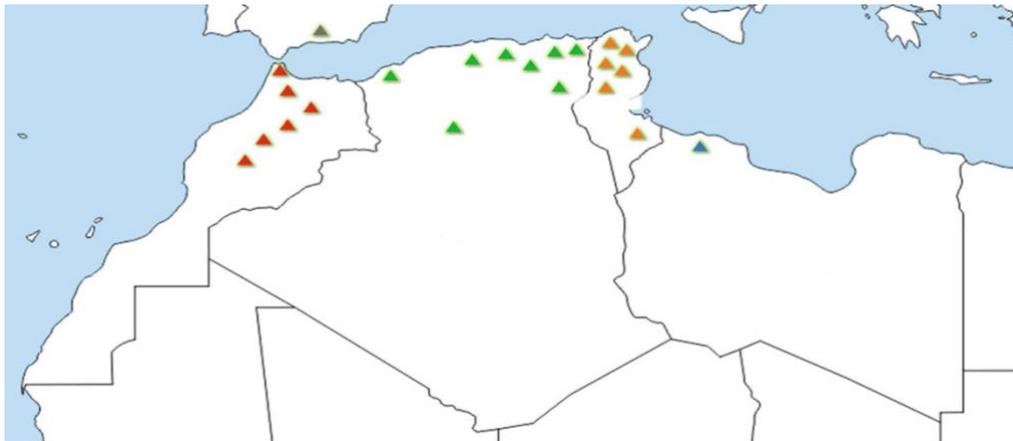


Figure07:Carte de répartition de *T. algeriensis* Boiss. & Reut. à travers l'Afrique du Nord

4/Phytochimie de la plante :

Les principales études sur la composition chimique de la plante ont été réalisées sur la fraction volatile. Cependant, pour la fraction non volatile, quelques flavonoïdes ont été isolés tels que : taxifoline, ériodictyol, 5,6-dihydroxy-7- $3'$, 4'-triméthoxyflavone et 5, 6,4'-trihydroxy-7,3'-diméthoxyflavone. 5hydroxy-6,7,3',4'-tetraméthoxyflavone (5-desmethylinensetin), quercetin-3-O-rutinoside, uteolin-7-O-rhamnoside (**Bendjabeur, 2019**)

5/Usages médicaux traditionnels :

T. algeriensis est utilisé dans la médecine traditionnelle comme assaisonnement frais ou sec, pour les troubles respiratoires et digestifs, et contre l'avortement. Il est également utilisé dans le traitement des maladies infectieuses (par exemple, les troubles gastro-intestinaux, la dysenterie, les rhumes, la diarrhée, l'adénome de la prostate) (**Ziani et al, 2019**)

Chapitre 2 : Les huiles essentielles

1 /Utilisation historique et actuelle des huiles essentielle :

On sait que les herbes et les épices furent utilisés pour leurs propriétés de conservation, d'arôme et de saveur depuis l'Antiquité. Cependant, ce sont les historiens grecs et romains qui documentèrent pour la première fois l'utilisation des HE pour le traitement médical et l'aromathérapie. Au XIIIe siècle, les effets pharmacologiques des HE ont été décrits dans de nombreuses pharmacopées de l'époque, mais leur utilisation n'a été largement répandue qu'au XVIe siècle

En pense qu'en 1881, De La Croix, fut la première personne à effectuer une analyse antimicrobienne des vapeurs d'HE. Les utilisations les plus courantes des huiles essentielles aujourd'hui comprennent les aromatisants dans les aliments et les essences dans les parfums et les produits pharmaceutiques, et ceci pour leurs propriétés fonctionnelles

Une variété de produits disponibles dans le commerce exploitent les propriétés antibactériennes des HE, comme les antiseptiques et les aliments pour suppléments animaux **(Bendjabeur, 2019)**

2/Définition de l'huile essentielle :

La norme AFNOR NFT75-006 définit l'huile essentielle (HE) comme «un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydrodistillation, soit à partir des fruits de citrus par des procédés mécaniques. Les HE sont ensuite séparées de la phase aqueuse par des procédés physiques».

Le terme huiles essentielles (HES) dérive de « quintaessentia », un nom donné par le médecin suisse Paracelsus aux extraits de plantes obtenues par distillation, il signifie la fragrance et la quintessence de la plante.

Contrairement à ce que le terme pourrait laisser penser, les HESne contiennent pas de corps gras (lipides), et ne sont pas « essentiel » dans le sens qu'elles sont nécessaires à la croissance ou au métabolisme. Ce sont des composés aromatiques volatils, qui ont un aspect huileux, elles sont obtenues à partir de plantes aromatiques par plusieurs procédés d'extraction , Elles sont solubles dans les lipides et les solvants organiques et possèdent une densité inférieur à celle de l'eau**(Ammoure, 2023)**

3/Localisation dans la plante :

La teneur des plantes en huiles essentielles est généralement faible, de l'ordre de 1 %. Elles sont largement répandues chez les végétaux supérieurs. Elles peuvent être stockées dans tous les organes, 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 recouvertes d'une cuticule, dans le cas le plus simple, les huiles essentielles se forment dans le cytosol des cellules où, soit elles se rassemblent en gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles, soit elles s'accumulent dans les vacuoles des cellules épidermiques ou des cellules du mésophyle de nombreux pétales dans l'accumulation des huiles volatiles. Ces structures regroupent les poils et canaux sécréteurs et les poches sécrétrices. D'autres structures histologiques spécialisées souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante sont impliquées (Nadjia, 2014) Sur le site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes. En raison de leur caractère lipophile et donc de leur perméabilité extrêmement réduite vis-à-vis des gaz, ces membranes limitent fortement l'évaporation des huiles essentielles ainsi que leur oxydation à l'air(Nadjia, 2014)

4 /Rôle des huiles essentielles chez la plante :

Les huiles essentielles permettent aux plantes de s'adapter à leur environnement et à assurer leur défense. En effet, étant fixées au sol elles n'ont que les composés chimiques issus du métabolisme secondaire, stockés à l'endroit où ils seront le plus utiles comme arme de défense contre les parasites et les prédateurs. Les plantes possédant ces composés toxiques, qualifiés de phagodétendants ou d'inappétants, sont moins consommées.

De façon générale, les terpénoïdes jouent un rôle fondamental dans les interactions entre les organismes vivants, permettant par exemple à une plante d'attirer les pollinisateurs, ou les prédateurs ou les parasitoides des herbivores venant l'attaquer. C'est en particulier ce dernier rôle qui donne toute son importance à une stratégie bioinspirée de recherche de composés antifongiques, antibactériens ou bioinsecticides parmi les métabolites secondaires, et en particulier les huiles essentielles(Toudert, 2015)

5/Caractérisation physique et organoleptique des huiles essentielles :

Chaque extrait est caractérisé par ces propriétés organoleptiques telles que l'odeur, l'aspect et la couleur.

a) L'odeur L'odorat est un sens chimique très sensible et l'habileté des parfumeurs à classer et caractériser des substances chimiques parviennent à doser les produits naturels et leur perception peut aller jusqu'au dix millièmes de grammes par litre d'air.

b) La couleur La coloration d'une huile essentielle dépend des produits qui la constituent, certains solvants ont le pouvoir d'extraire beaucoup de pigments, ce qui intensifie la couleur d'une huile donnée.

c) L'aspect d'un extrait dépend des produits qui la constituent, qui peuvent nous apparaître sous forme solide, liquide ou bien solide- liquide (**Rahma et Imane, 2018**)

6/Méthodes d'analyse des extraits de plantes :

L'analyse des huiles essentielles et des polyphénols reste une étape importante, cependant, elle demeure une opération délicate nécessitant la mise en œuvre de diverses techniques comme : (**Bendif, 2017**)

6.1/Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) :

Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse est aujourd'hui une des techniques les plus utilisées en chimie analytique.

Le principe cette technique consiste à transférer les composés séparés par chromatographie en phase gazeuse par la phase mobile (Gaz vecteur) dans le spectromètre de masse au niveau duquel, ils vont être fragmentés en ions de masse variables dont la séparation sera en fonction de leur masse.

La principale difficulté rencontrée lors de ce couplage est due à la grande différence de pression

En effet, la spectrométrie de masse requiert un niveau de pression très bas, alors que la chromatographie en phase gazeuse se déroule à un niveau de pression plus élevé.

L'identification est ensuite réalisée par comparaison des indices de rétention et des spectres de masse des constituants individualisés avec ceux des produits de référence contenus dans des bibliothèques informatisées contenant plusieurs milliers de spectres (Bendif, 2017)

6.2/Chromatographie liquide à haute performance (HPLC) :

La chromatographie liquide à haute performance est indiquée pour étudier les constituants non volatils des concrètes et des absolues ou pour effectuer des préfractionnements. Elle peut être couplée également à un analyseur de masse.

Cette technique utilise une phase stationnaire et une phase mobile liquide circulant sous l'effet d'une haute pression.

Après la séparation des différents constituants de l'échantillon, un logiciel assure l'acquisition et le traitement des données. (Bendif, 2017)

7 / Composition chimique :

Les compositions chimiques de nombreuses huiles essentielles ont été décrites. Elles varient en fonction de différents facteurs, tels que le stade de développement des plantes, les organes prélevés, la période et la zone géographique de récolte

Les constituants des huiles essentielles peuvent être répartis en deux classes en fonction de leur voie de biosynthèse : les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes. La classe des terpénoïdes est la plus variée au niveau structural. Les terpénoïdes, dont 25 000 sont connus comme métabolites secondaires, dérivent du précurseur isoprénique à cinq carbones, l'isopenténylpyrophosphate. Les plus petits terpénoïdes sont les hémiterpénoïdes (C₅), qui sont formés d'une seule unité isoprénique. Les autres molécules, appartenant à cette classe, résultent de la condensation de plusieurs isoprènes. Ainsi, les monoterpénoïdes (C₁₀) sont constitués de deux unités isopréniques alors que les sesquiterpénoïdes (C₁₅) sont formés par l'association de trois isoprènes. Les mono et les sesquiterpénoïdes sont les plus représentés dans les huiles essentielles. Les phénylpropanoïdes, ou composés phénoliques, sont biosynthétisés à partir des acides aminés aromatiques que sont la phénylalanine et la tyrosine. Ils sont généralement caractérisés par la présence d'un groupement hydroxyle fixé à un cycle phényle.

➤ **A/Les terpénoïdes :**

Sont des terpènes qui ont subi des modifications enzymatiques par addition d'un atome d'oxygène, ils peuvent être regroupés en alcools, esters, aldéhydes, cétones, éthers, phénols (Exdeterpénoïdes : thymol, carvacrol, linalool, menthol, géranol. linalyl acétate). Dans le cas des huiles essentielles, seuls les terpènes les plus volatils, c'est à dire, ceux dont la masse moléculaire n'est pas élevée sont observés. Ils répondent dans la plupart de cas à la formule générale $(C_5H_8)_n$. Les constituants des huiles essentielles sont très varié. L'activité antibactérienne des terpénoïdes est en rapport avec leurs groupements fonctionnels et la délocalisation d'électrons (**Kebbi, 2021**)

➤ **B/Les chémotypes :**

La connaissance des chémotypes d'une huile essentielle et leur comportement est nécessaire car elle permet de concevoir l'activité pharmacologique, de prévoir aussi la pharmacocinétique et la biodisponibilité.

La composition chimique de l'huile essentielle pour une même espèce botanique n'est pas immuable. Les huiles essentielles sont élaborées par les plantes aromatiques au sein des cellules sécrétrices. Leur élaboration dépend entièrement du rayonnement solaire Son absence affecte le rendement des produits aromatiques et leur nature. En sa présence, et tout particulièrement en fonction de la présence de tel ou tel rayonnement, les types de composants pourront varier considérablement au sein d'une même espèce. Par exemple, le basilic cultivé en pleine lumière à Madagascar a un taux de chavicol de 57% alors que la même plante cultivée à l'abri de la lumière en contient 74%. Cette variabilité peut être influencée également par la composition du sol et la position géographique ; le *Lippiamutiflora* récoltée au Togo a révélé les chémotypes à citral, à thymol (acétate de thymyle), à para-cymène, à 1-8 cinéole (**Bencheikh, 2017**)

➤ **C/Les composés aromatiques :**

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénols. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des huiles essentielles. Par exemple, l'eugénol est responsable de l'odeur du clou du girofle (**Nadjia, 2014**)

➤ **D/Les composés d'origines diverses :**

Compte tenu de leur mode d'extraction, les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydrodistillation. Ces produits peuvent être azotés ou soufrés.

- Alcools : menthol, géraniol, linalol,...
- Aldéhydes : géraniol, citronellal,...
- Cétones : camphre, pipéritone
- Phénols : thymol, carvacrol ...
- Esters : acétate de géranyl,...
- Acides : acide gérannique,...
- Oxydes : 1,8-cinéole,...
- Phénylpropanoïdes ; eugénol.
- Terpènes : limonène, para-cymène,
- Autres : éthers, composés soufrés, composés azotés, sésquiterpènes,...(**Nadjia, 2014**)

8/Activités biologiques des huiles essentielles :

La détection des propriétés biologiques nécessaire pour la survie des plantes est la base dans la recherche de propriétés biologiques similaires pour faire face aux différents dérèglements de l'organisme humain et animale

La première mise en évidence de l'action des huiles essentielles contre les bactéries a été réalisée en 1881 par Delacroix. Depuis, de nombreuses huiles ont été définies comme antibactériennes

Un antioxydant est un réducteur, mais un réducteur n'est pas nécessairement un antioxydant. Les antioxydants peuvent être définis comme étant des substances qui, présentes à de faibles concentrations par rapport à un substrat oxydable, sont capables de ralentir ou d'inhiber l'oxydation de ce substrat par la libération d'un ou plusieurs électrons les huiles essentielles peuvent exercer d'autres effets bénéfiques Un effet anti-inflammatoire, antitumorales et D'autres applications médicales Il a également été démontré que les huiles essentielles facilitent la pénétration transdermique de substances médicamenteuses lipophiles, comme l'œstradiol(**Choukri, 2015**)

9/Mode d'extraction:

L'extraction d'une l'huile essentielle (HE) est nécessairement une opération complexe et délicate. Elle a pour but, en effet, de capter et recueillir les produits les plus volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et cela sans en altérer la qualité. Pour mesurer la difficulté de l'entreprise, il suffit de garder présente à l'esprit la rapidité avec laquelle se dégage, puis disparaît ou se dénature, le parfum d'une fleur, même la plus odorante, lorsqu'on en a froissé les pétales. Une fois la cuticule cireuse des poches épidermiques brisée, l'essence s'en échappe et plusieurs molécules odorantes se dispersent dans l'air ambiant(**Nadjib et Amine, 2019**)

Bien que e plusieurs méthodes d'extraction innovantes aient été mises au point, seules la distillation et l'expression à froid permettent d'obtenir des huiles essentielles conformes à la pharmacopée européenne. Même si les procédés innovants n'aboutissent pas à des huiles essentielles au sens réglementaire, ils permettent l'obtention de plusieurs constituants des HE et des principes aromatiques intéressants. Ainsi les principes des techniques traditionnelles et des procédés innovants d'extraction sont décrits ci-dessous(**Mnayer, 2014**)

➤ 9.1/Extraction par entraînement à la vapeur :

C'est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des HE. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en une phase aqueuse (HA) et une phase organique (HE). L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile. De plus, le parfum de l'HE obtenue est plus délicat et la distillation, régulière et plus rapide, fait que les notes de tête sont riches en esters(**Nadjib et Amine, 2019**)

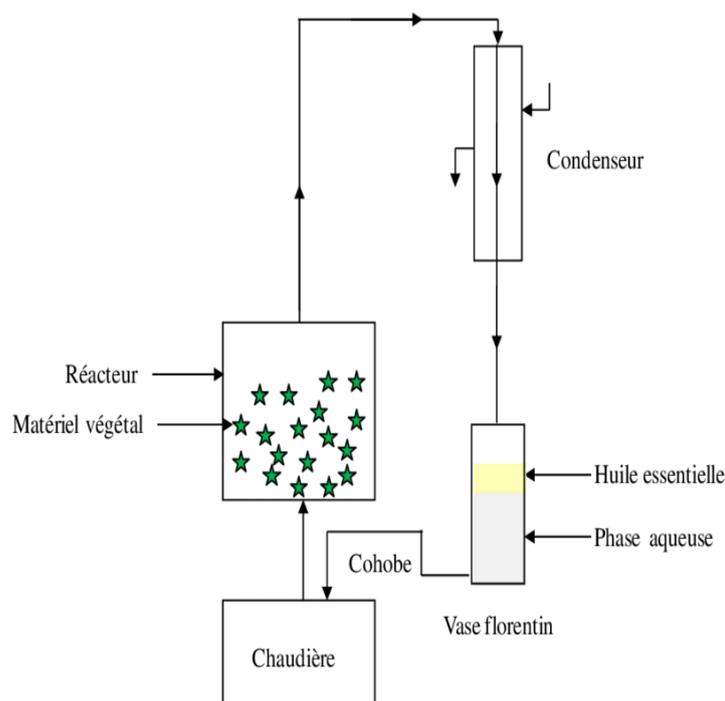


Figure08 : Principe d'extraction par entraînement à la vapeur(Nadjib et Amine, 2019)

➤ **9.2/Hydrodistillation:**

C'est une technique largement utilisée pour l'extraction des huiles essentielles. L'avantage de cette technique réside en la diminution de la température de distillation. Les composés volatils sont donc entraînés à des températures beaucoup plus basses que leur température d'ébullition, ce qui évite leur décomposition. C'est une technique largement utilisée pour l'extraction des huiles essentielles. L'avantage de cette technique réside en la diminution de la température de distillation. Les composés volatils sont donc entraînés à des températures beaucoup plus basses que leur température d'ébullition, ce qui évite leur décomposition.

L'opération consiste à introduire 50g de masse végétale séchée dans un ballon de 1litre, on y ajoute une quantité d'eau distillée correspondant à 2/3 du volume du ballon. L'opération d'extraction est réalisée pendant 6 heures à partir du début d'ébullition. Le distillat obtenu est soumis à une extraction liquide-liquide, trois fois par le chloroforme (CHCl₃) et la phase organique est séchée par le sulfate de magnésium anhydre (MgSO₄). Après une simple filtration, on procède à l'évaporation pour l'élimination totale du solvant. Enfin l'huile obtenue est conservée dans un flacon fumé et bien scellé à une température de 5°C(Asma, 2019)

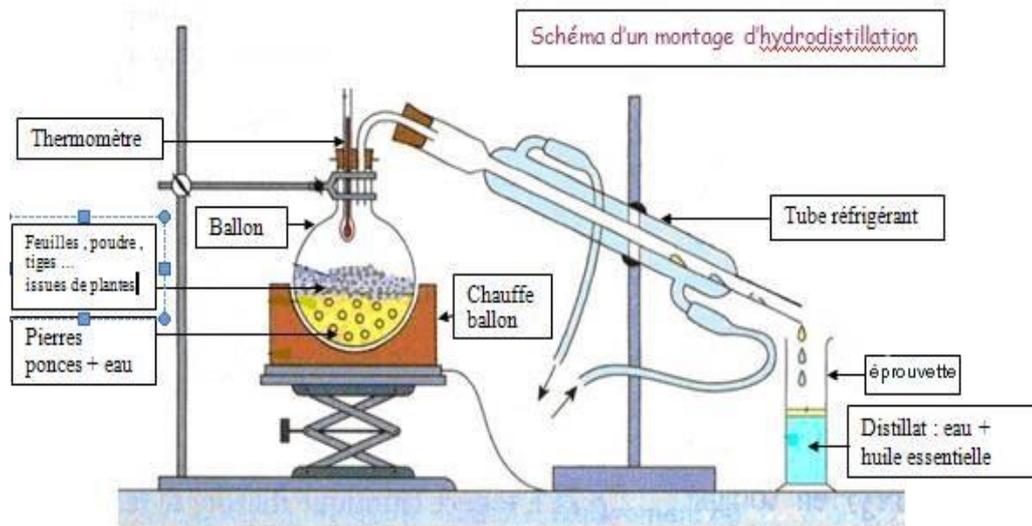


Figure09 : Schéma d'un montage hydrodistillation

➤ 9.3/Expression à froid :

Elle constitue le plus simple des procédés, mais ne s'applique qu'aux agrumes dont l'écorce des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences. Il s'agit d'un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices. Le produit obtenu porte le nom d'essence, car il n'a subi aucune modification chimique(Nadjia, 2014)

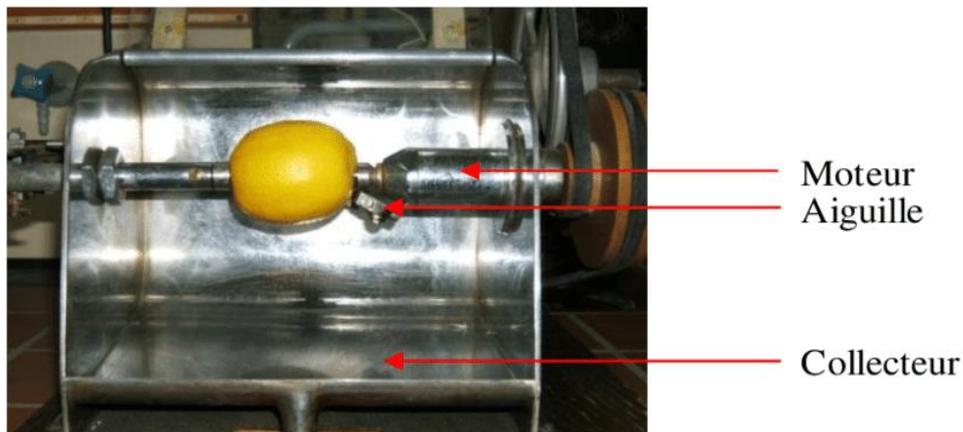


Figure10 : Schéma de l'extraction par expression à froid

➤ **9.4/Extraction par solvant organique :**

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer, dans un extracteur, un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. L'emploi restrictif de l'extraction par solvants organiques volatils se justifie par son coût, les problèmes de sécurité et de toxicité, ainsi que la réglementation liée à la protection de l'environnement. Cependant, les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation et cette technique évite l'action hydrolysante de la vapeur d'eau. Face à cette situation, deux nouvelles techniques ont été mises au point, ces dernières années, pour la distillation des substances d'arômes à partir des plantes : l'extraction assistée par micro-ondes et l'extraction par le CO₂ supercritique (Nadjib et Amine, 2019)

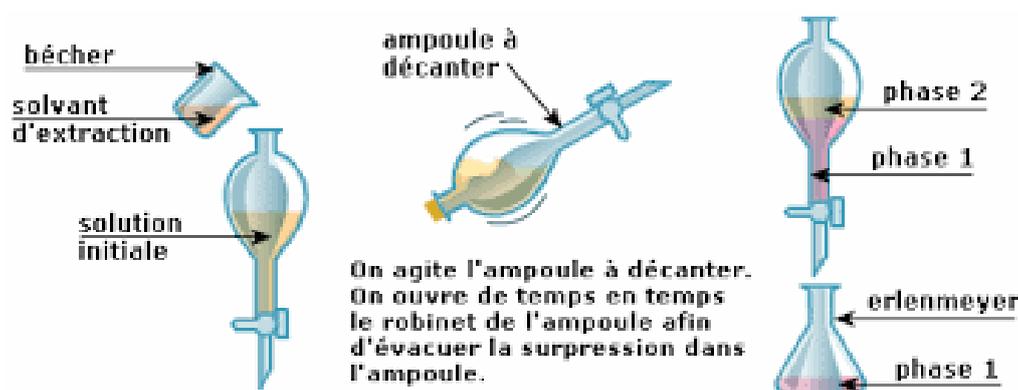


Figure11: Schéma de l'extraction par solvant organique

➤ **9.5/Extraction par fluide à l'état supercritique**

L'extraction par fluide supercritique (SFE), est une technique verte et innovante, qui est de plus en plus utilisée, La spécificité des fluides supercritiques repose sur leurs propriétés physiques, qui peuvent être modulées par une augmentation de pression et/ou température, au-delà de leurs valeurs critiques, conduisant ainsi à une augmentation du transfert de masse avec le soluté à extraire. Ces propriétés permettent également d'ajuster la sélectivité solvant d'un fluide supercritique vers un composé cible, ce qui est particulièrement souhaitable dans le cas de l'extraction.

Les fluides supercritiques présentent l'avantage de ne laisser aucun résidu dans l'extrait et la matière ; le dioxyde de carbone est le fluide le plus utilisé pour cette opération, ce fluide a l'avantage d'être moins coûteux, non toxique et chimiquement inerte. Le procédé

d'extraction par CO₂ supercritique consiste en deux étapes principales : l'extraction suivie d'une séparation, le solvant (ici CO₂) après une étape de refroidissement et de pompage, est porté en conditions supercritiques. Le CO₂ supercritique percole dans l'extracteur contenant la matière à extraire, avec un flux ascendant ou descendant suivant les installations. La séparation du mélange extrait-CO₂ supercritique a lieu par détente du CO₂ supercritique dans un ou plusieurs séparateurs. Cette étape permet de récupérer d'une part l'extrait et d'autre part, le CO₂ gazeux. A la suite de cette étape, le CO₂ est recyclé dans l'installation (Mehdi, 2019)

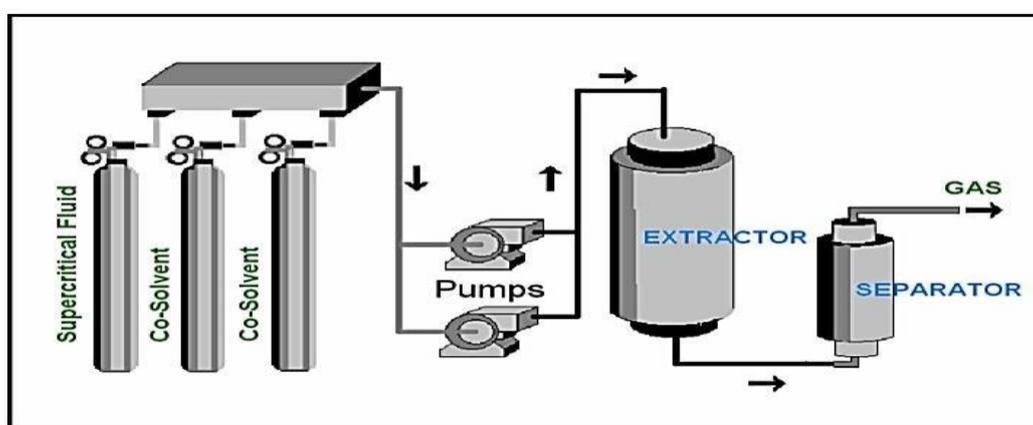


Figure12: Schéma d'extraction par fluide à l'état supercritique

➤ **9.6/ Extraction sans solvant assistée par micro-ondes :**

Consiste à placer le matériel végétal dans un réacteur micro-ondes sans ajout d'eau ou de solvant organique. Le chauffage de l'eau contenue dans la plante permet la rupture des glandes renfermant l'huile essentielle. Cette étape libère l'huile essentielle qui est ensuite entraînée par la vapeur d'eau produite par la matière végétale. Un système de refroidissement à l'extérieur du four micro-ondes permet la condensation du distillat, composé d'eau et d'huile essentielle, par la suite facilement séparable par simple décantation (Lucchesi, 2005)

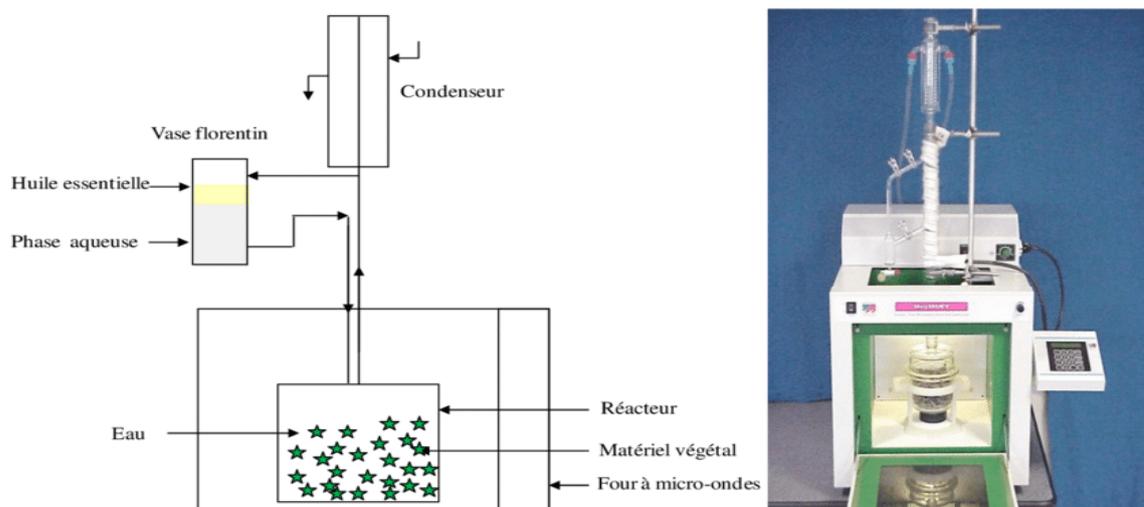


Figure13: Schéma d'Extraction sans solvant assistée par micro-ondes

10/ La filière des huiles essentielles en Algérie :

L'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, 'INRAA' dans son rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture en 2006, signale plus de 626 espèces, sous espèces et variétés médicinales. Selon le même rapport sur les 1 600 espèces spontanées utiles et cultivées, l'Algérie n'en utilise que 1 % (**Bessah et El-Hadi, 2015**)

Concrètement, la première grande action concernant les plantes médicinales fut la création en 1941 du comité de contrôle de la production, de la répartition et de la vente des plantes médicinales et aromatiques en Algérie. L'un des objectifs majeurs de ce comité était de combler l'importante pénurie de drogues officielles et limiter ainsi les importations (**Bessah et El-Hadi, 2015**)

La filière des huiles essentielles est un créneau potentiellement lucratif, il dispose de réelles perspectives de développement. C'est un secteur porteur de croissance économique. Il a l'avantage d'être une activité nécessitant une main d'œuvre disponible créatrice d'emplois susceptibles de réduire la pauvreté et d'améliorer la qualité de vie d'une population en pleine expansion. En effet, cette activité, à forte valeur ajoutée, peut générer des revenus auprès des populations locales et permettre le développement de marchés de niche (**Bessah et El-Hadi, 2015**)

11/Utilisations d'huiles essentielles dans l'agroalimentaire :

Les huiles essentielles entrent dans la composition des aliments sous formes d'aromates ou d'épices et parfois comme condiments. C'est le cas des *Ocimum* (les basilics), du *Zingiber officinalis* (gingembre), du *Petroselinum crispum* (persil), des piper (poivre), des extraits des Citrus. **(OBAME, 2009)**

Maintenant, l'industrie agroalimentaire utilise les HEs dans les préparations surgelées non seulement pour rehausser le goût mais aussi pour empêcher les contaminations alimentaires qui se développent (effet antimicrobien) **(Rahma et Imane, 2018)**

Partie 2 : Réalisation Expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et Méthodes

1/Objectif du travail :

Ce travail a été réalisé au niveau des laboratoires de la faculté des sciences de la nature et de la vie et au niveau du laboratoire de la recherche en chimie organique et substances naturelles à l'Université Zaine Achour de Djelfa entre 01/02/2023 à 20/07/2023 ;

L'étude effectuée vise à :

- L'extraction de l'huile de : *Teucriumpolium* et *Thymusalgeriensis* par la méthode d'hydrodistillation et calcul des rendements respectifs ;
- Étude de la composition chimique des huiles essentielles extraites à partir des deux plantes étudiées.

2/Matériel et méthode :

2.1/Matériel végétal :

Nous avons utilisé *Teucriumpolium* (figure 14), *Thymusalgeriensis* (figure 15), les zones et les dates de récolte sont présentées dans le tableau 03.

Tableau03: Données sur les espèces végétales étudiées

Espèce	Date de récolte	Région de récolte
<i>Teucriumpolium</i>	Décembre	Dar Chioukh
	Janvier	Dar Chioukh
	Février	El Hiouhi
	Mars	Dar Chioukh
<i>Thymus algeriensis</i>	Décembre	Menâa
	Janvier	Dar Chioukh
	Février	El Hiouhi
	Mars	Dar Chioukh

2.2/Préparation des échantillons :

Le matériel végétal récolté est constitué de la partie aérienne de la plante dont les feuilles et tiges. Les plantes collectées ont été séchées à l'air libre, à la température ambiante et à l'abri de la lumière.



Plante sèche



Plante broyée

Figure14: *Teucrium polium L.* (sèche et broyée).



Plante sèche



Plante broyée

Figure15: *Thymus algeriensis.* (Plante sèche et broyée).

2.3/ Extraction des huiles essentielles :

L'extraction des huiles essentielles été effectuée par entraînement à la vapeur (Hydrodistillation) (figure 16). Pour cela, une masse végétale de 50 g est immergée dans l'eau distillée dans un ballon, le tout est ensuite porté à ébullition. Le chauffage est maintenu pendant deux heures et demie. Le distillat est récupéré dans un récipient, ce dernier est ensuite scellé avec du para film, et gardé au frais et à l'obscurité. Extractions liquide – liquide (figure 17) du distillat est effectué à l'aide de l'étherdiéthylique en vue d'extraire l'huile essentielle depuis la phase aqueuse dans laquelle elle se trouve initialement vers la phase organique extractrice.



Figure16 : Hydrodistillation pour l'extraction des huiles essentielles



Figure17: Extractions liquide – liquide

Les traces d'eau de la phase organique récupérée sont éliminées par le biais des sulfates de magnésium $MgSO_4$ déshydratés (figure 18), cette opération est suivie d'une filtration afin de retenir les cristaux déshydratants. La phase organique subit ensuite une évaporation rotative dont la température du bain Marie est réglée à celle d'évaporation du solvant (35- 36°C) (figure 19).



Figure18:Filtration des traces d'eau par $MgSO_4$



Figure19: Évaporation rotative

L'huile essentielle est ainsi obtenue, après l'avoir pesée, elle est stockée à 4°C et à l'obscurité pour ensuite procéder aux analyses de GC/MS.

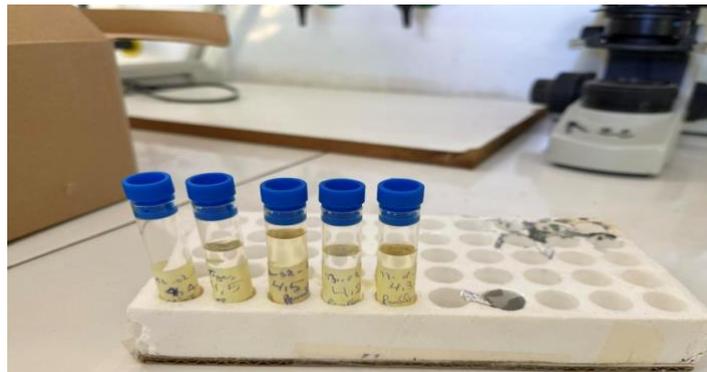


Figure20:Échantillon de l'huile essentielle

2.4/ Analyse chromatographique :

Les huiles essentielles obtenues ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectroscopie de masse.

➤ Caractérisation chimique par GC/MS :

L'analyse chimique est effectuée pour chaque huile essentielle en vue d'apprécier la variation de la composition chimique en fonction des différences inter et intra espèces notamment celles morphologiques, géographiques ou saisonnières.

➤ **Préparation de l'échantillon :**

5µL d'huile essentielle sont dilués dans l'hexane (1mL). Le contenant est scellé par un septum à haute performance.

➤ **Conditions analytiques :**

Instrument: Perkin Elmer Gas Chromatograph Clarus680 coupled to Mass Spectrometer ClarusSQ 8T.

Une colonne Rtx-5MS (30 m × 0.25 mmID, 0.25 µm df, RESTEK, USA) est directement couplée au spectromètre de masse.

Le gaz vecteur est l'hélium (1mL/min).

Température d'injection : 250°C

Température du détecteur : 280°C

Température initiale : 70°C pendant 4 minutes.

Montée en température : 4°C/min jusqu'à 180°C maintenus 10 minutes. (Kulisic, Radonic, Katalinic, & Milos, 2004)

Les chromatogrammes obtenus subissent, chacun, plusieurs investigations exhaustives afin d'identifier les composés organiques isolés.

Cela exige d'abord une intégration du chromatogramme, opération qui permet de déduire l'aire des pics y figurant.

La comparaison des spectres de masse théoriques avec ceux expérimentaux permettent de déduire la structure développée des composés en question.

Les résultats de l'analyse chimique sont présentés sous forme d'un tableau dans lequel figurent les noms de composés isolés avec leurs proportions, leurs structures et leurs numéros CAS respectifs.



Figure21: Appareil de chromatographie en phase gazeuse

Chapitre 2: Résultats et discussion

1/ Rendement de l'extraction:

L'opération d'extraction des huiles essentielles du *Teucrium polium* et *Thymus algeriensis* dans les mois de 2022 et 2023. Les deux tableaux regroupent les rendements obtenus dans les stations d'étude.

Tableau 04 : Rendement des huiles essentielles de *Teucrium polium* et *Thymus algeriensis*

<i>Teucrium polium</i>					
Mois	Décembre	Janvier	Février		Mars
Rendement	1.3%	0.13%	0.03%	0.01%	0.21%

<i>Thymus algeriensis</i>					
Mois	Décembre	Janvier	Février		Mars
Rendement	-	0.03%	0.01%	0.01%	0.20%

Calcul **de**
rendement :

Le rendement en huile essentielle (exprimé en pourcentage) est calculé par le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids du matériel végétal utilisé (Fertout et al, 2017)

$$\text{Rd}\% = m_1 / m_0 \times 100\%$$

Rd : Rendement d'huile essentielle en pourcentage (%).

m₁ : masse de l'huile en gramme.

m₀ : masse de la matière végétale sèche en gramme.

D'après le tableau ci-dessus, nous remarquons que les rendements en huiles essentielles des plantes étudiées varient de 0.01% à 0.21%, ça varie entre 0.01% et 0.21% chez huiles essentielles de *Teucrium polium*. Alors que ça varie entre 0.01% et 0.20% chez huiles essentielles de *Thymus algeriensis*.

Le rendement peut être extrêmement variable suivant différents facteurs édaphiques et climatiques dont il convient de citer : l'origine géographique, la période de récolte, la durée de séchage et le procédé d'extraction(Touaibia et al, 2020).

1.1/ Rendement de l'huile essentielle de *Teucrium polium* :

Le rendement en huile essentielle est rapporté dans le (Tableau 05), était inférieurs à celui obtenu dans les études antérieures (1) (Bendjabeur et al, 2018)et(2)(Menichini et al, 2009)et supérieur à(3)(Roukia et Mahfoud, 2013)

Tableau 05 : Comparaison entre le rendement des huiles essentielles de *Teucrium polium* avec la littérature

<i>Teucrium polium</i> (1)	<i>Teucrium polium</i> (2)	<i>Teucrium polium</i> (3)
0.27%	0.35%	0.1%

1.2/ Rendement de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* :

Le rendement en huile essentielle est rapporté dans le (Tableau 06).Il se montre inférieur à celui obtenu dans les études précédentes(Ait-Ouazzou et al, 2011)et(Zouari et al, 2011)et(Hazzit et al, 2009).

Tableau 06 : Comparaison entre le rendement des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* avec la littérature

<i>Thymus algeriensis</i> (1)	<i>Thymus algeriensis</i> (2)	<i>Thymus algeriensis</i> (3)
2.2%	2.25%	0.4%

2/Composition chimique :

2.1/ Composition chimique de l'huile essentielle de *Teucrium polium* :

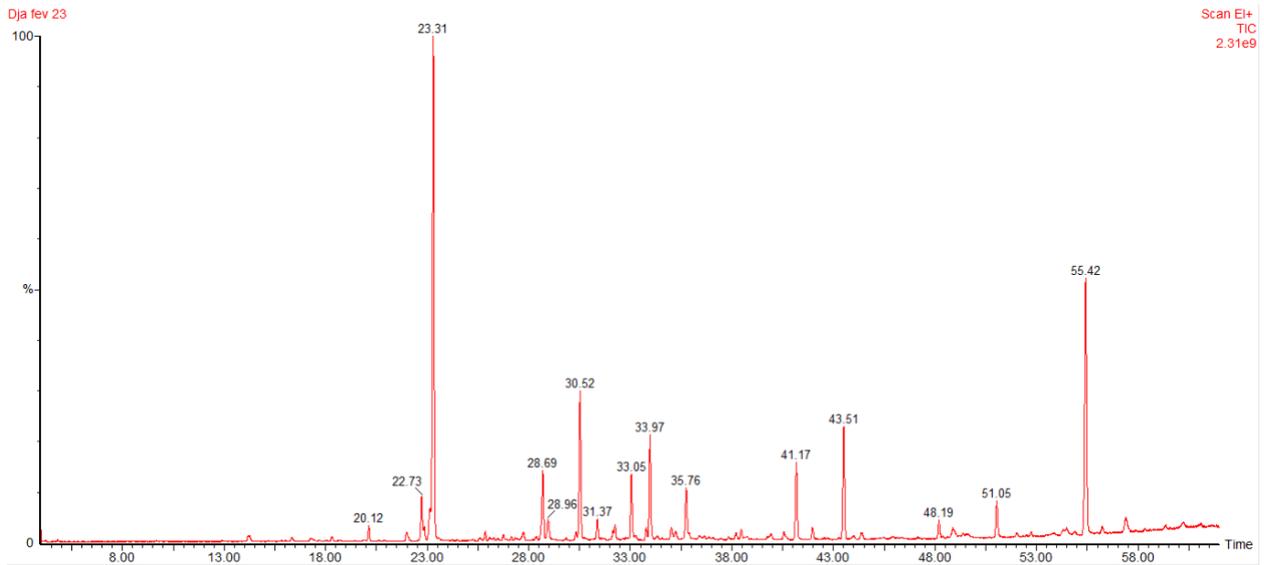


Figure22 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Teucrium polium*

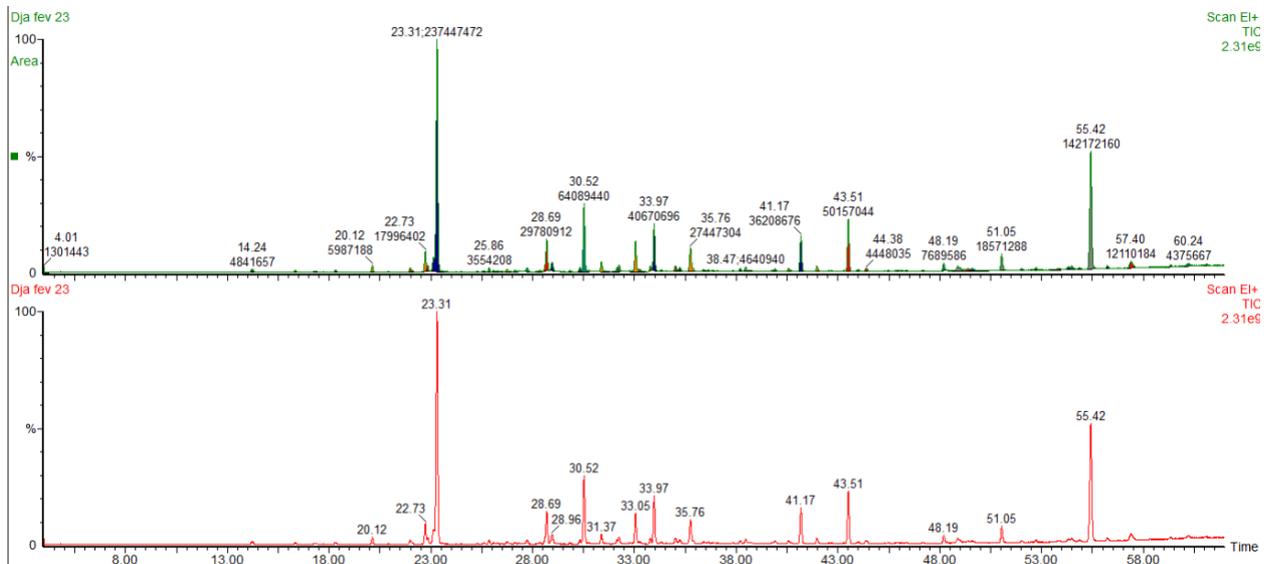


Figure23 : Intégration du chromatogramme de l'huile essentielle de *Teucrium polium*

Les figures présentées ci-dessus montrent le profil chromatographique ainsi que l'intégration des pics résolus des composés organiques séparés.

Les figures présentées ci-dessus montrent le profil chromatographique ainsi que l'intégration des pics résolus des composés organiques séparés.

La composition chimique de l'huile essentielle de *Teucrium polium* extraite à partir d'un échantillon récolté pendant la saison printanière depuis la région de Menaâ et poussant sur rocailles ensoleillées à une altitude de 1060 m est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 07 : La composition chimique de l'huile essentielle de *Teucrium polium*

Tr	Aire du pic	Composé	Pourcentage
16,323	2549265	Camphor	0,35777558
17,274	2590853,5	endo-Borneol	0,3636123
18,309	2304712,5	α -Terpineol	0,32345395
20,12	5987187,5	Cyclopropanecarboxylicacid, nonyl ester	0,84026944
20,9	549591,688	Thymoquinone	0,07713223
21,98	6046839	1,4-dihydroxy-p-menth-2-ene	0,8486412
22,731	17996402	2-Undecanone	2,52569784
22,861	5247605,5	Thymol	0,7364731
23,306	237447472	Carvacrol	33,3244705
28,688	29780912	Cyclopropanecarboxylicacid, undecyl ester	4,17959018
28,958	10151771	9-Methyl-10-methylenetricyclo[4.2.1.1(2,5)]decan-9-ol	1,42474624
30,319	3810899,5	2,6-Di-tert-butylbenzoquinone	0,53483917
30,524	64089440	4,6-di-tert-Butyl-m-cresol	8,99460682
31,374	9277362	2-Tridecanone	1,30202766
32,255	6199611	ButylatedHydroxytoluene	0,87008193
33,05	28524234	4-Hydroxy-3-pentyl-cyclohexanone	4,00322221
35,026	6148301	Spathulenol	0,86288084
35,761	27447304	4-(3,4-Methylenedioxyphenyl)-2-butanone	3,8520809
41,173	36208676	Benzofuran, 2,3-dihydro-2,2,4,6-tetramethyl-	5,08169215
41,963	5706603,5	3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde	0,80089099

43,514	50157044	ND	7,03927028
44,384	4448035	Isopsoralen	0,62425769
48,186	7689586	2,5,5,8a-Tetramethyl-6,7,8,8a-tetrahydro-5H-naphthalen-1-one	1,07919187
55,424	142172160	Cyclopropa[3,4]cyclohepta[1,2-a]naphthalene, 1,1a,1b,2,3,7b,8,9,10,10a-decahydro-5-methoxy-10-methylene-	19,9530949

La composition chimique des constituants volatils de l'huile essentielle est présentée dans le tableau ci-dessous. 24 composés, constituant 98 % de l'huile essentielle totale, ont été identifiés avec succès. Les principal constituant identifié est le carvacrol comme produit majoritaire. Ces résultats se montrent cohérents avec ceux cités dans la littérature notamment le produit majoritaire.

Toutefois, en raison de la diversité des chemotypes, le métamorphisme chimique donne lieu à plusieurs produits majoritaires, cela mène à déduire que la plante étudiée présente un profil chimique à carvacrol comme chémotype.

Tableau08 : Comparaison entre les compositions chimiques des huiles essentielles de *Teucrium polium* obtenues avec la littérature

Composition chimique	<i>Teucrium polium</i> , A, Tamanrasset (6)	<i>Teucrium polium</i> , A, biskra (1)	<i>Teucrium polium</i> .A, Bouira(2)	<i>Teucrium polium</i> , A. Tessala (3)	<i>Teucrium polium</i> , A. Grèce(4)	<i>Teucrium polium</i> , A .Msila(5)
Tricyclène	-	-	-	Tr	-	-
α -Pinene	-	0.50	3.3	3,21	0.2	9.7
β -Pinene	0.25	1.93	11.3	9,03	0.2	32.8
β -Myrcene	0.11	0.29	1.7	-	-	-
Limonene	11.18	1.29	4.0	1,04	-	-
α -Thujene	-	-	0.1	0,58	-	0.1
p-Cymene	1.14	0.28	1.1	0,96	0.3	0.1
Myrcène	-	-	-	0.1	-	7.8
p-Cymen-7-ol	-	-	-	-	1.0	-
α -terpinolene	0.08	1.65	0.1	-	-	-
Camphene	-	-	0.1	0,06	-	0.3
Sabinene	-	-	0.1	0.52	0.5	-
1,8-cinéol	-	-	-	2,41	-	-

α -Cubebene	0.91	0.54	0.1	-	-	-
Camphenilone	-	-	-	-	-	Tr
β -Cubebene	0.46	-	-	0.02	0.1	-
β -Farnesene	-	7.56	-	-	-	-
γ -Cadinene	1.42	1.20	0.6	0.13	-	0.3
α -Cadinene	-	-	0.1	-	-	0.5
δ -Cadinene	10.02	2.72	2.2	2,67	2.9	0.1
β -Cadinene	1.51	-	-	-	-	-
α -Phellandrene	0.08	-	Tr	0,07	-	-
α -Muurolene	0.88	1.54	0.3	-	-	-
γ -Muurolene	-	-	-	-	-	0.1
α -Copaene	0.46	-	0.1	0.07	0.7	-
β -Copaene	-	-	-	-	-	Tr
α -Calacorene	1.45	0.73	0.2	-	0.3	-
Eudesma-3,7(11)-diene	0.30	-	-	-	-	-
β -thujone	0.20	-	-	-	-	-
Campholenal	0.10	-	-	-	-	-
Camphre	-	-	-	0.15	-	-
1,5-Epoxysalvial-4(14)-ene	-	-	0.3	-	-	-
α -Terpineol	0.08	-	-	-	0.6	-
4-Terpineol	-	-	-	-	-	-
Chrysanthenylacetate	0.35	-	-	-	-	-
Ledene	0.03	-	-	-	-	-
α -Terpineolacetate	0.60	-	-	-	-	-
β -Terpineol	-	-	-	-	-	Tr
Terpinolene	-	-	-	-	-	0.2
Thuja-2.4 (9)-diene	-	-	-	-	-	0.1
Cycloisositivene	0.07	-	-	-	-	-
Octen-1-ol, acetate	1.08	-	-	-	-	-
Ionone	0.24	-	-	-	-	-
α -Cadinol	2.02	-	-	-	4.5	0.6
β -Damascenone	0.08	-	-	-	-	-
Calarene	0.61	-	-	-	-	-
Cis-Z- α -Bisaboleneepoxide	1.02	-	-	-	-	-
β -Selinene	0.26	-	-	-	-	-
β -Fenchocamphorone	-	-	-	-	-	0.1
endo-Fenchol	-	-	-	-	-	0.1
Octen-3-ol	-	-	-	0.6	-	-
Octanol	-	-	-	0.11	-	-

α -Terpinene	-	-	0.1	11,45	Tr	Tr
cis-Sabinol	-	-	-	-	1.3	0.3
4-Terpinenyl acetate	0.18	-	-	-	-	-
trans-Sabinol	-	-	-	-	-	0.1
trans-Carveol	-	-	-	-	-	0.1
cis-Verbenone	-	-	-	-	3.7	-
cis-Carveol	0.17	-	-	-	0.6	-
Germacrene D	0.30	0.19	25.0	18,92	3.1	16.6
Germacrene B	3.07	-	-	-	0.7	0.2
Germacrene D 4-ol	0.41	-	-	-	2.7	0.2
Cumin aldehyde	-	-	-	-	0.2	-
δ -2-carène	-	-	-	0.05	-	-
δ -3-carène	-	-	-	2,88	-	-
Cis-hydrate de sabinène	-	-	-	0,15	0.3	-
trans-Sabinene hydrate	-	-	-	-	0.2	-
Cis-calaménène	-	-	-	0.03	-	-
α -terpinéol	-	-	-	0.04	-	-
ρ -cymène-8-ol	-	-	-	0.03	-	-
Isoeugénol	0.03	-	-	0.02	-	-
3-octanone	-	-	-	0.11	-	-
γ -Patchoulene	-	-	-	-	-	0.3
trans-Caryophyllene	-	9.49	-	-	-	-
α -Amorphene	-	0.91	-	-	3.0	-
γ -Elemene	0.15	9.25	-	-	0.4	-
δ -Elemene	-	-	-	-	-	0.1
β -Elemene	0.40	-	-	-	0.3	0.1
Aromadendrene	0.36	1.05	0.2	-	-	-
Nerol	-	-	-	-	-	0.2
Cumin aldehyde	-	-	-	-	-	0.1
Trans β -Farnesene	0.16	-	-	-	-	-
β -Bourbonene	0.13	-	1.1	0.02	0.3	1.3
Epizonarene	1.22	-	-	-	-	-
Isocaryophyllene	0.24	-	-	-	-	-
β -bisabolène	-	-	-	0,38	-	-
Allo-aromadendrène	-	4.34	0.3	0.02	0.4	0.5
α -Longipinene	-	0.98	-	-	-	-
α -Guaiene	0.53	11.33	-	-	-	-
Caryophylladienol I	-	-	-	-	1.3	-
Cis- α -Bisabolene	3.43	-	-	-	-	-
trans-Pinocarvylacetate	-	-	-	-	-	0.1
Myrtenylacetate	0.40	-	-	-	-	Tr

γ -Gurjunene	1.28	1.19	-	-	-	-
β -Gurjunene	-	-	-	-	0.2	-
α -Gurjunene	0.15	3.36	-	-	1.4	-
cis- β -Ocimene	-	-	0.1	-	-	-
cis- β -Guaiene	-	-	-	-	1.2	-
trans- β -Ocimene	9.15	-	0.3	-	-	-
α -Funebrene	-	-	-	-	0.2	-
β -Caryophyllene	-	-	0.5	0.03	-	-
Z-caryophyllène	-	-	-	1.0	-	-
Eremophilene	0.23	-	-	-	-	-
9-Methoxycalamenene	0.52	-	-	-	-	-
Caryophyllenylalcohol	1.08	-	-	-	-	-
Caryophyllene oxide	4.75	-	-	-	-	-
Nerol oxide	-	-	-	-	-	Tr
Geranial	-	-	-	-	-	Tr
Caryophyllene	-	-	-	-	9.8	-
Perillaaldehyde	-	-	-	-	-	0.1
Terpineol-4	-	-	-	-	0.7	-
β -Gurjunene	-	-	0.2	-	-	-
δ -Guaiene	-	4.21	-	-	-	-
γ -Terpinene	0.15	-	0.8	0,58	-	-
β -Ylangene	-	-	-	-	-	0.3
β -Z-ocimène	-	-	-	0.1	Tr	0.2
β -E-ocimène	-	-	-	12,71	-	1.1
Camphor	-	0.72	-	-	-	-
Nopinone	-	-	-	-	0.5	0.3
Nerylacetate	-	-	-	-	-	0.1
Nerylacetone	-	-	-	-	-	0.1
Carvone	0.75	-	-	-	0.3	0.1
Camphénol	-	-	-	0.53	-	-
Cadina-1,4-diene	-	-	-	-	0.4	-
Torreyol	-	-	-	-	7.6	-
Globulol	-	-	-	-	0.3	-
Nopinone	-	-	-	-	2.1	-
Verbenone	0.03	0.47	-	0.02	-	0.1
Verbénène	-	-	-	0.02	-	-
Sabina ketone	-	-	-	-	0.6	-
Valencene	0.27	-	-	-	0.2	-
Anymol	1.06	-	-	-	-	-
Uroazulene	0.68	-	-	-	-	-
Geranylacetone	-	3.65	-	-	-	0.1

ar-Curcumene	-	-	-	-	0.5	-
t-Cadinol	-	-	3.4	-	-	-
Viridiflorol	-	-	-	-	-	0.1
Cadalene	1.31	-	0.5	-	1.1	Tr
Cedrenol	-	-	-	-	0.1	-
Carvacrol	0.04	-	-	7,02	10.1	-
Pinocarveol	-	-	0.2	-	-	-
Pinocarvone	-	1.11	0.3	-	-	0.6
α -Humulene	3.20	-	0.2	-	3.8	0.1
β -Humulene	-	-	-	-	0.4	-
Terpinène-4-ol	-	-	-	0.27	-	0.1
Humuleneepoxide II	-	-	-	-	1.4	-
α -campholénal	-	-	-	0.1	-	-
β -Campholenal	-	-	-	-	-	Tr
Bornéol	-	-	-	0.12	0.1	0.2
Linalool	-	-	-	4,02	0.8	0.2
Linaloolacetate	0.05	-	-	-	-	-
Isobornéol	-	-	-	0.12	-	-
Bisabolol oxide A	1.13	-	-	-	-	-
Umbellulone	-	-	-	-	0.6	-
Isoaromadendreneep oxide	0.35	-	-	-	-	-
β -Citronellol	-	0.41	-	-	-	-
Trans-pinocarvéol	-	-	-	0.07	-	0.8
γ -Muurolene	-	-	0.4	-	-	-
Myrtenol	-	2.42	-	-	1.0	0.6
Myrtenal	0.21	-	-	-	Tr	0.8
2,6-dimethyl-3, 7- α -terpène-7-al	-	1.15	-	-	-	-
Fenchol	-	-	-	0.02	-	-
Spathulenol	0.30	2.82	5.8	4,21	-	1.6
Thymol	-	-	-	0,98	0.1	0.4
β -Selinene	-	-	0.3	0.1	-	0.5
Cubenol	0.18	-	-	-	-	-
α - Cadinol	-	1.21	2.6	-	-	-
Tau –Cadinol	4.30	-	-	-	-	-
cis-Linalool oxide, furanoid	-	-	-	-	0.4	Tr
trans-Linalool oxide, furanoid	-	-	-	-	0.2	-
α -Campholenaldehyde	-	-	0.1	-	-	-
trans- β -Guaiene	-	-	0.3	-	-	1.7
β -Eudesmol	0.56	0.59	-	-	-	-

Aglaïene	0.80	-	-	-	-	-
Bicyclogermacrène	-	-	-	11.04	0.7	3.2
Farnesol	-	6.14	-	-	-	-
α -Bisabolol	-	0.6	-	-	-	-
Dotriacontane	0.02	-	-	-	-	-
cis(Z)- α -Bisabolene-epoxide	-	-	-	-	0.2	-
Bornylacetate	0.69	0.61	0.1	-	-	0.3
2-Propanone	-	1.97	-	-	-	-
Kaurene	-	-	-	-	0.6	-
Pentacosane	-	-	-	-	0.8	-
Heptacosane	-	-	-	-	2.1	-
Nonacosane	0.04	-	-	-	2.6	-
Tetradecanal	-	-	-	-	-	0.1
Tetratetracontane	0.03	-	-	-	-	-
Heptanal	-	-	-	-	-	Tr
Nonadecane	-	-	-	-	-	Tr
Hentriacontane	-	-	-	-	1.4	-
Isopropyl myristate	0.03	-	-	-	-	-
E- α -bisabolène	-	-	-	0.02	-	-
Elixene	0.12	-	-	-	-	-
6-Methyl-5-hepten-2-one	-	4.41	-	-	-	-
Longipinocarvone	0.21	-	-	-	-	-
β -Maliene	2.11	-	-	-	-	-
Thymohydroquinone	-	-	-	0.01	-	-
(E)-2-Hexenal	-	2.00	-	-	-	0.1
Octadecane	0.13	-	-	-	-	-
epi- α -Cadinol	-	-	-	-	-	0.1
epi- α -Muurolol	-	-	-	-	-	0.4
2-Hexenyl acetate	-	0.55	-	-	-	-
Thymol-méthyl éther	-	-	-	0,95	-	-
Eudesma-4 (14)7-dien-1 β -ol	-	-	-	-	-	0.2
Decanal	-	-	-	-	-	Tr
Eudesm-7 (10)7-en-4-ol	-	-	-	-	-	0.6
Hexyltigate	-	-	-	-	-	Tr
3E-Hexenyl tigate	-	-	-	-	-	Tr
p-Methoxyacetophenone	-	-	-	-	2.2	-
1-Octen-3-yl acetate	-	-	-	-	-	Tr
Salvial-4-(14)-en-1-one	-	-	0.7	-	-	-

Chapitre 2: Résultats et discussion

Eugenol	-	-	-	-	0.4	0.1
Cyclosativene	-	-	-	-	Tr	-
Tetradecane	-	-	-	-	-	Tr
Hexadecane	-	-	-	-	-	0.1
Heneicosane	0.03	-	-	-	-	-
α -Longipinene	-	-	-	-	0.1	-
Aceticacid	-	2.13	-	-	-	-
2-Pentadecyn-1-ol	-	Tr	-	-	-	-
Globulol	0.34	-	-	-	-	-
1,8-Cyclopentadecadiyne	-	0.51	-	-	-	-
Myrtenal	-	-	0.5	-	-	-
Torreyol	2.18	-	-	-	-	-
Métacyménène	-	-	-	0,05	-	-
Carvone	-	-	0.1	-	-	-
Benzeneacetaldehyde	-	-	-	-	-	Tr
Pentyl iso butanoate	-	-	-	-	-	0.1
2-Undecanone	-	-	0.1	-	-	-
epi-Bicyclosequiphellandrene	-	-	0.2	-	0.5	-
Perhydrofarnesylactone	-	-	-	-	-	0.4
Bicyclogermacrene	-	-	10.4	-	-	-
Cadina-1,4-diene	-	-	0.2	-	-	-
Hexahydrofarnesylactone	-	-	0.9	-	0.6	-
Total composés identifiés	87.72	-	81.7	99,91	93.5	-
Monoterpènes hydrocarbonés	-	-	23.1	43,41	1.2	59.7
Monoterpènes oxygénés	-	-	1.3	16,1	13.6	6.2
Sesquiterpènes hydrocarbonés	-	-	43.7	34,45	32.7	
Sesquiterpènes oxygénés	-	-	13.5	4,21	23.1	30.0
Autres composés	-	-	0.1	1,74	-	0.5

Tr: traces (compounds % <0.01%).

2.2/ Composition chimique de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* :

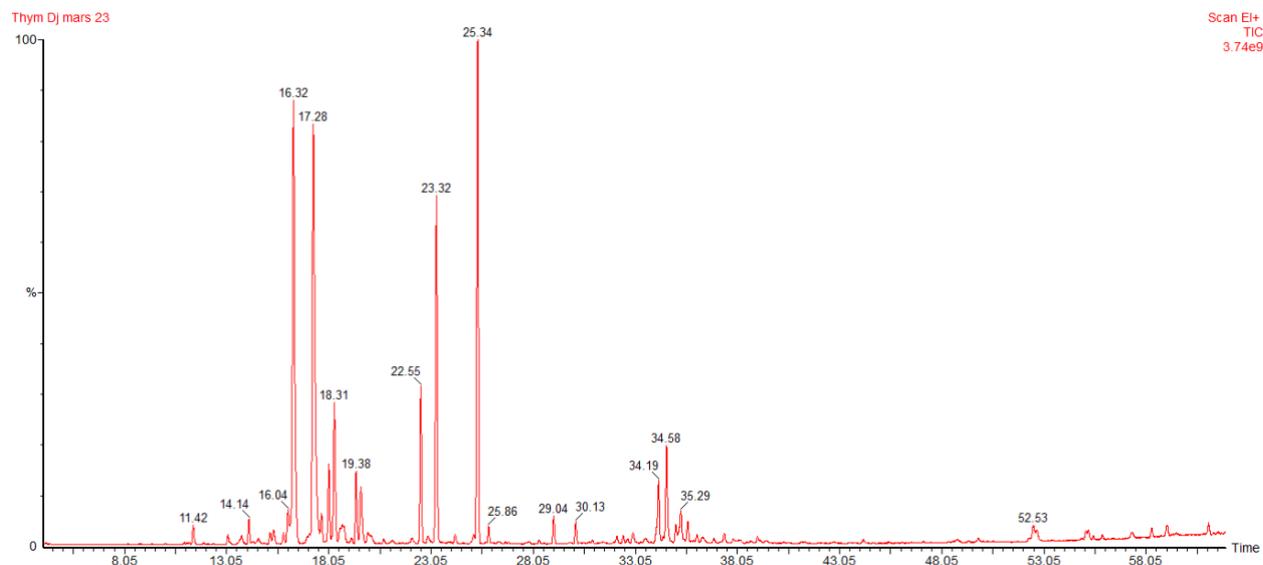


Figure 24 : Chromatogramme de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis*

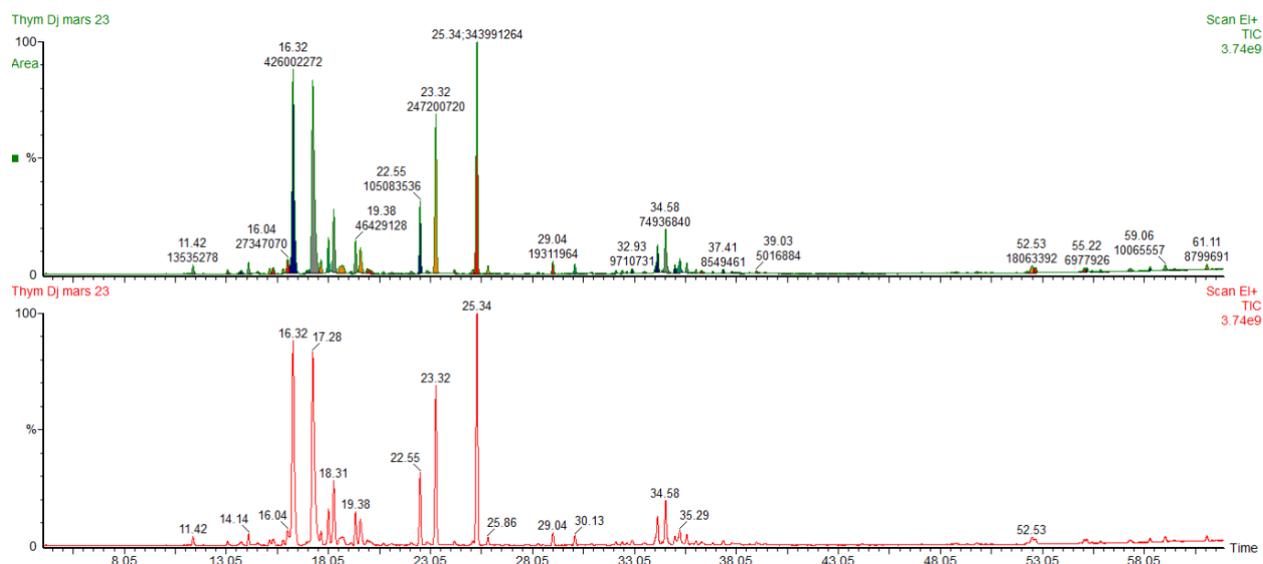


Figure 25 : Intégration du chromatogramme de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis*

Les figures présentées ci-dessus montrent le profil chromatographique ainsi que l'intégration des pics résolus des composés organiques séparés.

Les figures présentées ci-dessus montrent le profil chromatographique ainsi que l'intégration des pics résolus des composés organiques séparés.

La composition chimique de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* extraite à partir d'un échantillon récolté pendant la saison printanière depuis la région de Sed Oum Drouïpoussant sur rocailles ensoleillées est présentée dans le tableau suivant :

Les composés de *Thymus algeriensis* identifiés sont alignés dans le (tableau 08).

Tableau09: La composition chimique de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis*

Tr	Aire du pic	Composé	Pourcentage
13,122	7822227	α -Methyl- α -[4-methyl-3-pentenyl]oxiranemethanol	0,36246795
14,137	15609855	β -Linalool	0,72333265
15,168	8358417,5	p-Mentha-trans-2,8-dien-1-ol	0,38731406
15,343	12630880	α -Campholenal	0,5852923
15,828	6855463,5	cis-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	0,31766987
16,043	27347070	L-Pinocarveol	1,26721412
16,318	426002272	L-camphor	19,7401804
17,284	468210432	endo-Borneol	21,6960307
17,684	21067046	Terpinen-4-ol	0,97620908
18,044	49632748	p-Cymen-8-ol	2,29989242
18,309	105981752	α -Terpineol	4,91100409
18,699	33928152	2-Pinen-10-ol	1,57216964
19,384	46429128	cis-Verbenone	2,15144242
19,63	48000760	cis-Carveol	2,22426903
20,73	3240187,25	D-Carvone	0,15014446
22,551	105083536	(-)-Bornylacetate	4,86938237
22,906	7197763,5	p-Cymen-7-ol	0,33353144
23,316	247200720	Carvacrol	11,4548375
25,337	343991264	α -Terpineolacetate	15,9399375
25,862	11049337	(R)-lavandulylacetate	0,51200644
29,043	19311964	3-Cyclohexene-1-methanol, 5-hydroxy- $\alpha,\alpha,4$ -trimethyl-, (1S-trans)-	0,89488174

32,139	5514949	Piperitenone	0,25555283
34,19	48825984	Nerolidol	2,26250843
34,58	74936840	(S)-(+)-Carvone acetate	3,47243861
35,031	13817755	Spathulenol	0,64028996

La composition chimique des constituants volatils de l'huile essentielle est présentée dans le tableau ci-dessous. 25 composés, constituant 97 % de l'huile essentielle totale, ont été identifiés avec succès. Les principaux constituants identifiés sont le endo-Borneol comme produit majoritaire suivi de L-camphor, α -Terpineolacetate et α -Terpineol. Ces résultats se montrent cohérents avec ceux cités dans la littérature notamment le produit majoritaire.

Toutefois, en raison de la diversité des chemotypes, le métamorphisme chimique donne lieu à plusieurs produits majoritaires, cela mène à déduire que la plante étudiée présente un profil chimique à endo-Borneol comme chemotype.

Tableau10: Comparaison entre les compositionschimique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* obtenu et autre résultat

Constituents	<i>T. algeriensis</i> .M(1)	<i>T. algeriensis</i> .T(2)	<i>T. algeriensis</i> .A,Biskra(3)	<i>T. algeriensis</i> .A,Batna(4)	<i>T. algeriensis</i> .A,msila(5)	<i>T. algeriensis</i> .A,Blida(6)	<i>T. algeriensis</i> .Libya(7)
Methyl 2-methylbutyrate	-	-	-	-	-	0.2	-
α -pinene	3.62	13.6	4.65	0.9	4.562	5.8	1.1
camphene	6.90	3.2	4.61	-	10.732	0.7	0.5
sabinene	0.05	0.8	0.36	-	-	0.1	-
β -pinene	0.87	2.9	1.26	0.9	1.118	3.7	0.5
β -myrcene	0.28	0.2	13.78	-	1.146	1.9	2.3
3-octanol	0.18	-	-	-	-	0.1	-
α -terpinene	0.64	0.1	0.20	-	0.271	1.2	1.6
γ -Terpinene	1.93	0.4	0.30	-	0.151	6.9	4.8
p-cymene	3.67	0.6	0.59	-	1.177	13.0	6.3
limonene	0.60	-	2.35	0.7	-	0.7	-
δ 3-Carene	-	-	-	-	-	0.1	0.1
Carvenone	0.13	-	-	-	-	-	-
1,8-cineole	2.06	13.9	6.31	2.0	5.165	1.5	0.7
trans-Verbenol	-	-	-	-	-	0.4	-
cis-Linaloloxide	-	-	-	-	0.061	-	-
3-Hexen-1-ol	-	-	-	-	-	Tr	-
(E)- 2-Hexenal	-	-	-	-	-	Tr	-
β -ocimene	-	-	0.69	-	0.141	0.1	-
trans- β -Ocimene	-	-	-	-	-	0.9	-
Camphenilone	-	-	-	-	0.132	-	-
α -terpinolene	1.93	-	3.34	-	-	-	0.2
2,4(10)-Thujadiene	-	-	-	-	-	0.1	-
α -Tterpinolene	-	-	-	-	0.566	-	-
Tricyclene	0.38	-	-	-	-	tr	0.1
α -Thujene	0.30	-	0.54	-	0.183	1.5	0.9
α -ocimene	-	1.1	-	-	-	-	-
Thuja-2,4(10)diene	0.07	-	-	-	-	-	-
Myrcene	0.28	-	-	0.7	-	-	-
1-Octen-3-ol	-	-	-	-	-	0.5	-
3-Octanone	-	-	-	-	-	0.1	-
Pinocarvone	-	0.6	-	0.4	-	-	-
Verbenene	-	0.9	tr	0.6	0.384	0.1	-
Thujanol	-	0.5	-	-	-	-	-
trans-Sabinene hydrate	-	-	-	-	2.402	-	-
Verbenone	-	-	-	-	0.046	-	-
Linalool	8.99	2.5	-	0.8	0.193	3.6	1.3

α -Campholenal	-	-	-	-	0.069	0.1	-
α-Cubebene	0.11	-	0.46	-	-	-	-
α-Copaene	0.65	-	1.07	0.4	-	Tr	-
β-Copaene	0.05	-	-	1.0	-	-	-
β-Elemene	-	-	0.86	0.6	0.408	Tr	-
Piperitone	-	-	-	-	1.89	-	-
cis-Linalol oxide	-	-	-	-	-	0.1	-
cis-Sabinene hydrate	-	-	-	-	0.78	1.8	0.4
Terpinolene	-	-	-	-	-	0.2	-
β-Farnesene	0.69	-	5.23	7.8	-	-	-
γ-Cadinene	1.01	-	0.62	4.0	0.158	-	-
δ-Cadinene	0.09	-	-	-	0.489	0.1	0.1
α-Cadinene	0.26	-	1.68	-	-	-	-
Cis-p-menth-2-en-1-ol	-	-	-	-	0.41	-	-
Calamenene	-	-	0.54	-	-	-	-
α-Muurolene	0.28	-	-	-	-	Tr	-
γ -Muurolene	0.28	-	0.88	-	-	-	-
α-Calacorene	-	-	0.23	-	-	-	-
Acorenone	-	-	-	-	8.032	-	-
Acorenone B	-	-	-	-	0.389	-	-
Nootkatol	-	-	-	-	0.232	-	-
Germacrene D	0.07	-	0.86	29.6	-	0.7	0.0
Terpene-4-ol	-	1.3	-	-	-	1.0	-
trans-Dihydrocarvone	-	-	-	-	-	0.1	-
α-Amorphene	-	-	1.72	-	0.521	-	-
α-Agarofuran	-	-	-	-	0.386	-	-
α-Cedrene	-	-	0.71	-	-	-	-
Carvacrol acetate	-	-	-	-	-	-	0.3
Camphor	2.33	16.7	12.29	-	17.452	0.2	1.1
Carvone	-	0.1	1.24	-	-	Tr	-
Carvacrol	7.76	-	-	-	-	3.3	14.0
β-Bourbonene	0.15	-	-	-	-	0.2	-
Isobornylformate	0.74	-	-	-	0.18	-	-
Valencene	0.07	-	Tr	-	0.114	-	-
Thymyl acetate	-	-	-	-	-	0.1	-
Ledol	-	-	-	-	0.242	-	-
α-epi- Muurolol	-	-	-	-	0.383	-	-
Bicyclogermecre	0.20	-	-	4.4	1.583	-	-
trans-Cadina-1(2),4-diene	0.04	-	-	-	-	-	-
Caryophylladienol	-	-	-	-	-	0.4	-
α-Gurjunene	0.30	-	-	-	-	Tr	-
β -Gurjunene	-	-	-	-	0.554	0.1	-
a-Bergamotene	-	-	-	-	-	Tr	-
AROMADENDRENE	-	-	-	-	0.717	-	-
Geranyl acetone	-	-	1.36	-	-	-	-

Geranyl isobutyrate	-	-	-	-	-	Tr	-
Cis-dihydroagarofuran	-	-	-	-	0.59	-	-
Cuminaldehyde	-	-	-	-	-	0.1	-
α -Terpineol	4.73	1.6	5.07	tr	0.583	0.3	-
Carvacrol, methyl ether	2.67	-	-	-	-	0.3	-
Thymol methyl ether	-	-	-	-	-	1.2	-
Borneol	23.48	5.6	3.97	tr	13.907	-	0.6
trans-carveol	-	-	0.30	-	0.127	-	-
Aromadendrene	0.22	-	-	-	-	-	0.1
Caryophyllene <(Z)	0.07	-	-	-	-	-	-
trans-dihydrocarvone	0.27	-	-	-	-	-	-
α -Humulene	0.36	-	-	3.5	-	0.3	0.1
Geranial	-	-	-	-	0.279	-	-
trans- β -Farnesene	-	-	-	-	-	-	-
Alloaromadendrene	0.22	-	-	-	-	-	-
β -Eudesmol	-	0.6	0.28	5.3	-	-	-
Palustrol	-	-	-	-	0.118	-	-
Farnesol	-	-	0.97	-	-	-	-
Geranyl acetate	-	-	-	-	4.263	-	-
trans-Cadina-1(6),4-diene	0.06	-	-	-	-	-	-
cis- β -guaiene	0.21	-	-	-	-	-	-
Elemol	-	8.2	1.20	-	-	-	-
α -Phellandrene	0.08	-	-	-	-	0.2	0.3
β -Phellandrene	0.19	-	-	-	-	-	-
α -Bisabolol	-	-	2.12	-	-	-	-
Linalyl acetate	-	-	9.11	-	-	-	-
Bornyl acetate	-	2.1	4.79	0.5	3.859	-	-
Isobornyl acetate	2.99	-	-	-	-	-	-
t-Cadinol	-	-	-	-	0.331	-	-
α -Cadinol	-	-	-	-	4.139	-	-
β -Bisabolene	-	-	-	-	-	0.1	4.0
Thymol	3.99	-	-	-	-	29.5	56.0
α -Guaiene	-	-	-	2.3	-	-	-
Myrtenyl acetate	-	-	-	0.7	-	-	-
Acetic acid	-	-	2.68	-	-	-	-
Geraniol	-	-	-	-	-	Tr	-
2-Pentadecyn-1-ol	-	-	tr	-	-	-	-
Spathulenol	0.14	-	-	2.2	0.858	-	-
α -Bulnesene	-	-	-	2.4	0.407	-	-
trans-Caryophyllene	-	-	1.78	-	-	-	-
trans- γ -Bisabolene	-	-	-	-	-	-	0.8
Trans-pinocarveol	0.27	1.5	-	1.0	-	0.4	-
E-Nerolidol	-	-	-	2.4	-	-	-
Neral	-	-	-	-	0.075	0.1	-
Germacrene D-4-ol	-	-	-	0.5	1.179	-	-

p-cymen-8-ol	-	0.1	-	-	-	-	-
Cis-carveol	-	0.3	-	-	-	-	-
Myrtenol	-	1.2	-	1.7	0.224	0.2	-
β-caryophyllene	6.39	2.1	-	11.0	0.123	5.0	0.5
β-panainsene	-	3.3	-	-	-	-	-
cis, trans-Farnesol	-	-	-	-	-	0.1	-
Caryophyllene oxyde	0.44	6.8	-	1.6	0.161	5.0	1.0
Tau-cadinol	0.14	-	-	-	-	-	-
γ-Eudesmol	-	1.3	-	-	-	-	-
α-Eudesmol	-	0.6	-	0.5	-	-	1.1
Humuleneepoxide II	-	-	-	0.6	-	-	-
p-cymenene	0.12	-	-	-	-	0.1	-
α-Guaiol	-	-	-	-	-	-	0.1
6-Camphenol	0.10	-	-	-	-	-	-
cis-Verbenol	0.06	-	-	-	-	-	-
Terpinen-4-ol	0.90	-	-	-	0.56	-	0.5
p-Cymen-8-ol	0.15	-	-	-	0.049	-	-
Hexadecanol	-	-	-	-	-	0.1	-
epi-α-Cadinol	-	-	-	0.9	-	-	0.9
Phytol	-	-	-	2.3	-	-	-
Nonacosane	-	-	-	0.6	-	-	-
Eudesm-3-en-6-ol	-	-	-	-	-	-	0.5
trans-Phytol	-	-	-	-	-	Tr	-
Total composés identifiés	95.28	95.3	-	-	97.877	95.0	99.98
Monoterpènes hydrocarbonés	20.00	-	-	-	26.90	37.3	18.6
Monoterpènes oxygénés	56.19	-	-	-	40.56	44.5	74.6
Sesquiterpènes hydrocarbonés	11.77	-	-	-	5.07	6.7	5.5
Sesquiterpènes oxygénés	0.72	-	-	-	17.04	5.5	1.0
Autres composés	6.58	-	-	-	8.30	1.0	0.3

Tr: traces (compounds % <0.01%)

Conclusion

L'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. La valorisation de ces ressources naturelles végétales passe essentiellement par l'extraction de leurs huiles essentielles.

Ces dernières sont des produits à forte valeur ajoutée, utilisées dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques et agroalimentaires (**Bouzouita, 2008**).

Les résultats de la présente étude montrent des rendements en huile essentielles variables selon la saison et la localisation géographique du lieu de collecte des échantillons.

L'analyse chromatographique révèle une grande diversité de composés organiques de chaque huile essentielle.

L'analyse chromatographique de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* a révélé la présence de 25 composés, constituant 97 % de l'huile essentielle totale. Les principaux constituants identifiés sont le *endo*-Borneol comme produit majoritaire suivi de L-camphor, α -Terpineolacétate et α -Terpineol.

Quant à l'huile essentielle de *Teucrium polium* ; le profil chromatographique a fait ressortir l'identification de 24 composés, constituant 98 % de l'huile essentielle totale avec le carvacrol comme produit majoritaire.

Ces résultats sont valables pour les chercheurs qui souhaitent les utiliser dans la fabrication de matériaux pharmaceutiques et cosmétique et d'additifs alimentaires.

Références bibliographiques

Ait-Ouazzou, Abdenour, Susana Lorán, Mohammed Bakkali, Amin Laglaoui, Carmen Rota, Antonio Herrera, Rafael Pagán, et Pilar Conchello. 2011. « Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils of *Thymus algeriensis*, *Eucalyptus Globulus* and *Rosmarinus Officinalis* from Morocco: Antimicrobial Activity of Moroccan Essential

Oils » *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91 (14): 2643-51.

Ammour. FATIMA Zohra, 2023. Contribution à l'étude de l'effet fertilisant-améliorateur des huiles essentielles du mélange de plante chez le bélier (*Pimpinella anisum*). THESE.

Asma.Fettah.2019. « Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante - antibactérienne) des extraits de la plante *Teucrium polium* L. sous espèce Thymoides de la région Beni Souik, Biskra » Thèse.

Bachtarzi.Karina.2018. valuation du potentiel pharmacologique et hépatotoxique du *Teucrium polium* L. Thèse.

Bahramikia, Seifollah, et Razieh Yazdanparast. 2012. « Phytochemistry and Medicinal Properties of *Teucrium polium* L. (Lamiaceae): MEDICINAL PROPERTIES OF *T. POLIUM* ». *Phytotherapy Research* 26 (11): 1581-93.

Bouzouita, N, et N Bouz. 2008. « COMPOSITION CHIMIQUE ET ACTIVITÉS ANTIOXYDANTE, ANTIMICROBIENNE ET INSECTICIDE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *Juniperus phoenicea* ». *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 2008, 10, 119-125

Bencheikh Salah Eddine. 2017 «Etude de l'activité des huiles essentielles de la plante *Teucrium polium* ssp *Aurasianum* Labiatae».Thèse

Bendif Hamdi. 2017. « Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga reptans* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus officinalis* Jord & Fourr. ».

Références bibliographiques

- Bendjabeur, Salah, OtmaneBenchabane, Chawki Bensouici, Mohammed Hazzit, AoumeurBaaliouamer, et Arezki Bitam. 2018. « Antioxidant and Anticholinesterase Activity of Essential Oils and Ethanol Extracts of *Thymus algeriensis* and *Teucrium polium* from Algeria ». *Journal of Food Measurement and Characterization*12 .
- Bendjabeur, Salah.2019 .Etude phytochimique et activités biologiques des huiles essentielles et des extraits éthanoliques de *Teucriumpolium*subsp capitatum, *Thymus algeriensis* et *Ammoidesverticillata*.Mémoire Master 2
- Bessah, R. et El-Hadi Benyoussef2015. « La filière des huiles essentielles Etat de l'art, impacts et enjeux socioéconomiques » *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 18 N°3 (2015) 513 – 528.
- Chabane, Sarra, Amel Boudjelal, Edoardo Napoli, Abderrahim Benkhaled, et 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): 143-51.
- Charles Christian NGOULE, Jean-Pierre NGENE, Marie-Cathérine KIDIK POUKA, Rosette Christelle NDJIB, Siegfried Didier DIBONG et Emmanuel MPONDO
MPONDO.2015.Inventaire et caractérisation floristiques des plantes médicinales à huiles essentielles des marchés de Douala Est (Cameroun)» International Formulae Group.
- Choukri Tefiani.2015. Les propriétés biologiques des huiles essentielles de *Curcuma longa*, *Ammoidesverticillata* et *Thymus ciliatus*spp. eu-ciliatus. THESE
- 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
- Daouda, M TOURE. 2015 « ETUDES CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES HUILES ESSENTIELLES DE QUATRE PLANTES » THESE.
- Diop, Absa, Moussa Karé, et Issa Samb. 2023. « Extraction, caractérisation et évaluation de l'activité antioxydante de l'huile de *ChrysopogonNigritanus* ».

Références bibliographiques

- Fertout-Mouri, N., A. Latrèche, Z. Mehdadi, F. Toumi-Bénali, et M. B. Khaled. 2017a. « Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Teucrium polium* L. du mont de Tessala (Algérie occidentale) ». *Phytothérapie* 15 (6): 346-53.
- Hazzit, M., A. Baaliouamer, A.R. Veríssimo, M.L. Faleiro, et M.G. Miguel. 2009. « Chemical Composition and Biological Activities of Algerian Thymus Oils ». *Food Chemistry* 116 (3): 714-21.
- Karnache. Sofiane, LAICHE. Hamza.2020. «Extraction des huiles essentielles d'une plante médicinale locale » Mémoire Master 2.
- Kebbi. Sara,2021. « Investigation phytochimique et biologique des espèces *Centaurea involucreta*, *Senecio massaicus*, *Thymus algeriensis* et *Marrubium vulgare* » THESE.
- Lucchesi, Marie-Elisabeth. 2005 « Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles ».THESE
- Mahdi, Ismail, Widad Ben Bakrim, Gabin Thierry M. Bitchagno, Hassan Annaz, Mona F. Mahmoud, et Mansour Sobeh. 2022. « Unraveling the Phytochemistry, Traditional Uses, and Biological and Pharmacological Activities of *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut ». Édité par Esra K Peli Akkol. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2022 (mai): 1-39.
- Megdiche-Ksouri, W, M Saada, B Soumaya, M Snoussi, Y Zaouali, et R Ksouri. 2015. « Potential Use of Wild *Thymus algeriensis* and *Thymus Capitatus* as Source of Antioxidant and Antimicrobial Agents » *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 23(4), 1046-1056.
- Mehdi. LOUAER, 2019. « ETUDE DE L'EXTRACTION DES HUILES VEGETALES DES NOYAUX DE DATTES ET GRAINES DE SESAME PAR CO2 SUPERCRITIQUE » THESE.
- Menichini, Federica, Filomena Conforti, Daniela Rigano, Carmen Formisano, Franco Piozzi, et Felice Senatore. 2009. « Phytochemical Composition, Anti-Inflammatory and Antitumour Activities of Four *Teucrium* Essential Oils from Greece ». *Food Chemistry* 115 (2): 679-86.

Références bibliographiques

- Meskaoui, Abdelmalek EL, Dalila Bousta, Abdelkader Dahchour, El Houssaine Harki, Abdellah Farah, et Abdeslam Ennabili. 2008. « PLANTES MEDICINALES ET AROMATIQUES MAROCAINES : OPPORTUNITES ET DÉFIS ».
- Mnayer, Dima. 2014. « Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens » THESE.
- Mokhtari Mouna.2021. Recherche des métabolites secondaires dans les espèces *Thymus algeriensis* et *Diplospiza rupestris*. THÈSE.
- Nadjia, Mme FERTOUT- MOURI. 2014.Ecophytochimie d'une labiée (*Teucrium polium*) des monts de Tessala, Algérie occidentale. THESE.
- Nadjib, BOUKHATEM Mohamed, et FERHAT Amine. 2019. « MÉTHODES D'EXTRACTION ET DE DISTILLATION DES HUILES ESSENTIELLES : REVUE DE LITTÉRATURE » Revue Agrobiologia (2019) 9(2): 1653-1659.
- Neffati, M. Sghaier, M.2014 DEVELOPPEMENT ET VALORISATION DES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES (PAM) AU NIVEAU DES ZONES DESERTIQUES de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie)
- Nikolić, Miloš, Jasmina Glamočlija, Isabel C.F.R. Ferreira, Ricardo C. Calhelha, Ângela Fernandes, Tatjana Marković, Dejan Marković, AbdulhamedGiweli, et Marina Soković. 2014. « Chemical Composition, Antimicrobial, Antioxidant and Antitumor Activity of *Thymus Serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and *Reut* and *Thymus Vulgaris* L. Essential Oils ». *Industrial Crops and Products* 52 (janvier): 183-90.
- OBAME ENGONGA Louis Clément.2009. « Etude Phytochimique, Activités Antimicrobiennes et Antioxydantes de Quelques Plantes Aromatiques et Médicinales Africaines » THESE.
- Ouakouak, Hamza, Adel Benarfa, Mohammed Messaoudi, Samir Begaa, Barbara Sawicka, Naima Benchikha, et Jesus Simal-Gandara. 2021. « Biological Properties of Essential Oils from *Thymus algeriensis* Boiss ». *Plants* 10 (4): 786.
- Rahma, YAACOUB, et TLIDJANE Imane.2018. « Caractérisation physico-chimiques et analyses biologiques de l'huile essentielle des grains de *Cuminum cyminum* L. et de

Références bibliographiques

Foeniculumvulgare Mill. extraite par hydrodistillation et CO2 supercritique : Etude comparative. MEMOIRE

Roukia, Hammoudi, et Hadj Mahammed Mahfoud. 2013. « Chemical Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Essential Oil from *Teucrium polium*Geyrii (Labiatae) ».Journal of Medicinal Plants Research.Vol. 7(20), pp. 1506-1510.

Taleb-Toudert Karima.2015. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae).thèse.

Touaibia, Meriem, Dhoha Abdelali, Faiza RaberElmaizi, Fairouz Saidi, et DhohaAbdellali. 2020. « Phytochemical characterization and evaluation of some biological activities of felty germander essential oil: *Teucrium polium* L. (LAMIACEAE) »RHAZES: Green and Applied Chemistry, Vol. 11, 2021, 2, 97~107.

Ziani, Borhane E.C., Sandrina A. Heleno, Khaldoun Bachari, Maria Inês Dias, Maria José Alves, Lillian Barros, et Isabel C.F.R. Ferreira. 2019. « Phenolic Compounds Characterization by LC-DAD- ESI/MSn and Bioactive Properties of *Thymus algeriensis*Boiss. & Reut. and Ephedra Alata Decne ». *Food Research International* 116 (février): 312-19.

Zouaoui, Nassim, Haroun Chenchouni, Ali Bouguerra, Theofilos Massouras, et Malika Barkat. 2020. « Characterization of Volatile Organic Compounds from Six Aromatic and Medicinal Plant Species Growing Wild in North African Drylands ». *NFS Journal* 18 (mars): 19-28.

Zouari, Nacim, Nahed Fakhfakh, Sami Zouari, Ali Bougatef, Aida Karray, Mohamed Neffati, et M.A. Ayadi. 2011. « Chemical Composition, Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Essential Oil of Tunisian *Thymus algeriensis*Boiss. et Reut. (Lamiaceae) ». *Food and Bioproducts Processing* 89 (4): 257-65.

Annexe

Annexe 01 :

Sur le tableau07:

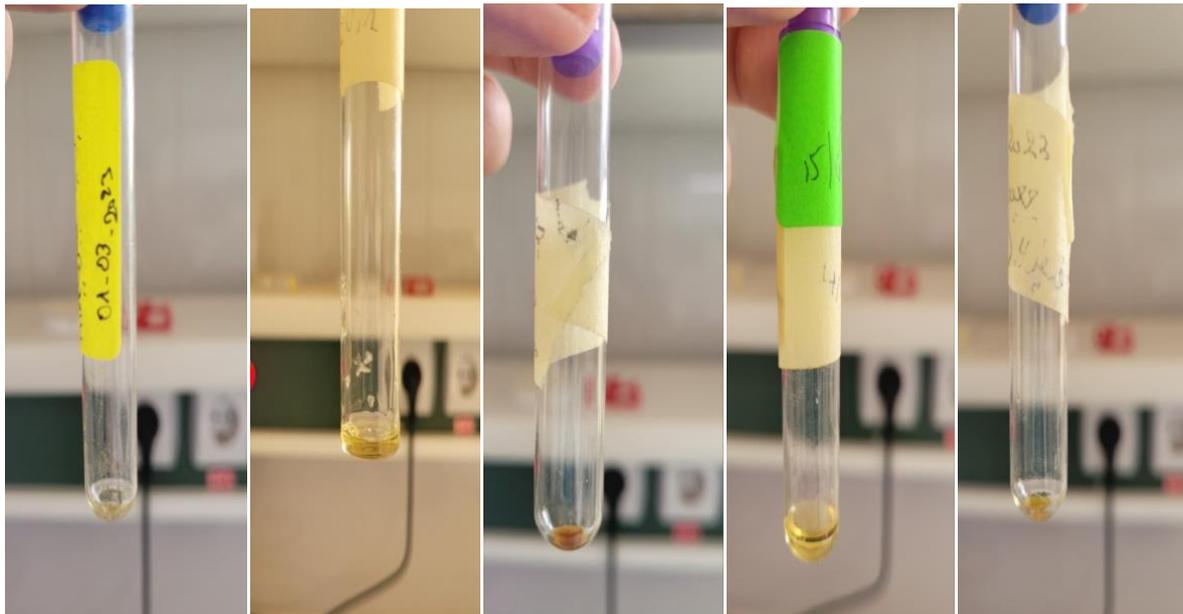
- (1) L'échantillon ont été prélevé dans la région de Biskra, précisément la région de Djémorah (latitude : 35°04'27"N, longitude : 05°53'00"E, altitude : 600–900 m) dans le nord-est de l'Algérie. La région est caractérisée par un climat chaud et aride (indice d'aridité De Martonne = 9)(**Zouaoui et al, 2020**)
- (2) les parties aériennes de *T. polium* au stade floraison ont été collectées en 2017 dans les régions de Bouira, Algérie(**Bendjabeur et al, 2018**)
- (3) le matériel végétal (parties aériennes) a été récolté au mois d'avril 2014 au niveau d'une station située sur le versant sud du mont de Tessala, à 753m(**Fertout et al, 2017**)
- (4) Aerial parts of *T. polium* ssp. *capitatum* were collected in June, 2006, at Gournes, about 15 km east of Heraklion-Crete. Greece (**Menichini et al, 2009**)
- (5) Les parties aériennes fleuries de *Teucriumpolium*subsp. *capitatum* ont été collectés en mai 2018, à M'sila (Algérie).(**Chabane et al, 2021**)
- (6) Les parties aériennes de *T. poliumgeyrii* ont été collectées en novembre 2007 à Tamanrasset (centre du Hoggar), dans le sud algérien(**Roukia et Mahfoud, 2013**)

Sur le tableau 08 :

- (1) : La plante a été collectée en juin 2009 dans la partie nord-est du Maroc, dans différentes zones de MergChoum, une montagne de la ville de Taourirt(*Thymus algeriensis*)(**Ait-Ouazzou et al, 2011**)
- (2) : Les échantillons de plantes sauvages *T. algeriensis*été collecté au cours de la phase végétative en janvier 2013, respectivement à Ras-Jdir (latitude : 33°8'N, longitude : 11°33'E ; pluviométrie annuelle moyenne < 200 mm) et Zaghouan (latitude 36°16'N, longitude 9°59'E ; étage bioclimatique subhumide)(**Megdiche-Ksouri et al, 2015**)
- (3) L'échantillon ont été prélevé dans la région de Biskra, précisément la région de Djémorah (latitude : 35°04'27"N, longitude : 05°53'00"E, altitude : 600–900 m) dans le nord-est de l'Algérie. La région est caractérisée par un climat chaud et aride (indice d'aridité De Martonne = 9)(**Zouaoui et al, 2020**)

- (4) *T. algeriensis* was collected in June 2015 from Foug-Toub region (57 km southeast from Batna, 35°24'18" Nord, 6°32'59" East, Altitude: 1164 m) (Kebbi, 2021)
- (5) Parties aériennes avant la floraison de *T. algeriensis* de la région d'El-Guetfa, M'sila, Algérie. (Ouakouak et al, 2021)
- (6) *T. algeriensis* du parc national de Chrea à 800 m d'altitude Algérie (Hazzit et al, 2009)
- (7) Les échantillons de *Thymus algeriensis* poussant à l'état sauvage ont été collectés pendant la phase de floraison en mai 2010, à Zentan (Libye), qui est situé au sommet de la montagne occidentale (Aljabel Algarbi), à une altitude d'env. 700 m au-dessus du niveau de la mer Les plantes ont été identifiées par le Dr A. Felaly, Faculté des sciences, Université Al-Gabel Al-Garbi, Libye. (Nikolić et al, 2014)

Annexe 02 : Quelques résultats des huiles médicinales et aromatiques



Résumé

Le présent travail a porté sur l'extraction et la caractérisation chimique des huiles essentielles de deux plantes poussant à l'état spontané dans la steppe de la région de Djelfa à savoir : *Thymus algeriensis* et *Teucrium polium*. Les résultats de la présente étude montrent des rendements en huile essentielles variables selon la saison et la localisation géographique du lieu de collecte des échantillons. L'analyse chromatographique révèle une grande diversité de composés organiques de chaque huile essentielle. L'analyse chromatographique par GC-MS de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* a révélé la présence de 25 composés, constituant 97 % de l'huile essentielle totale. Les principaux constituants identifiés sont le endo-Borneol comme produit majoritaire suivi de L-camphor, α -Terpineolacetate et α -Terpineol. Quant à l'huile essentielle de *Teucrium polium*; le profil chromatographique a fait ressortir l'identification de 24 composés, constituant 98 % de l'huile essentielle totale avec le carvacrol comme produit majoritaire.

Mots clés

Huiles essentielles, GC-MS, *Teucrium polium*, *Thymus algeriensis*

Abstract

The present work focused on the extraction and chemical characterization of essential oils from two plants growing spontaneously in the steppe of the Djelfa region, namely: *Thymus algeriensis* and *Teucrium polium*. The results of the present study show variable essential oil yields depending on the season and the geographic location of the sample collection location. Chromatographic analysis reveals a large diversity of organic compounds in each essential oil. Chromatographic analysis by GC-MS of the essential oil of *Thymus algeriensis* revealed the presence of 25 compounds, constituting 97% of the total essential oil. The main constituents identified were endo-Borneol as the main product followed by L-camphor, α -Terpineol acetate and α -Terpineol. As for the essential oil of *Teucrium polium*; the chromatographic profile revealed the identification of 24 compounds, constituting 98% of the total essential oil where carvacrol was the majority product.

Keywords

Essential oils, GC-MS, *Teucrium polium*, *Thymus algeriensis*

ملخص

تهدف الدراسة للاستخلاص والتوصيف الكيميائي للزيوت الأساسية من نبتتين تنموان طبيعياً في مراعي سهوب منطقة الجلفة، وهما: *Thymus algeriensis* و *Teucrium polium*. تظهر نتائج الدراسة الحالية تبايناً في إنتاجية الزيوت العطرية تبعاً للموسم والموقع الجغرافي لموقع جمع العينات. يكشف التحليل الكروماتوغرافي عن تنوع كبير في المركبات العضوية لكل زيت أساسي. كشف التحليل الكروماتوغرافي بواسطة تقنية الفصل اللوني الاستشرابي المشفوعة بمطيافية الكتلة للزيت الأساسي لنبات *Thymus algeriensis* عن وجود 25 مركباً، تشكل 97% من إجمالي العينة المدروسة حيث أفضت النتائج لتوصيف المركبات العضوية التالية كمركبات غالبية في التركيب الكيميائي: α -Terpineol acetate and α -Terpineol، L-camphor، Borneol في حين بين التوصيف الكيميائي للزيت الأساسي المستخلص من نبات *Teucrium polium*؛ عن تحديد 24 مركباً، تشكل 98% من إجمالي الزيت العطري حيث كان carvacrol هو المركب العضوي الغالب.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية؛ التوصيف الكيميائي؛ الفصل اللوني الاستشرابي؛ *Thymus algeriensis*؛ *Teucrium polium*