

الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة جيلالي بونعامة

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département de Biologie



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de diplôme de **Master** en

Domaine : Science de la Nature et de la vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Étude comparative des activités biologiques de quelques plantes médicinales endémiques d'Algérie

Présenté par :

- Boudani Sarra
- Hadjeres Wardia

Devant le jury:

M^{me}Sassoui .D MCB Présidente (U.D.B.Khemis Miliana)

M^{me}Benazzouk .S MAB Promotrice (U.D.B.Khemis Miliana)

M^{me} Abdelli .W MCB examinateur (U.D.B.Khemis Miliana)

Année universitaire : 2021 /2022



Dédicace

*Je dédie ce travail à mes parent
qu'ils trouvent ici tout ma
gratitude pour leur soutien A mes
frères Imad Ridha Mohammed
Akreme ,A mes Amis A ceux qui
m'ont tout donné sans rien en
retour surtout kheled Bougare ,et
je dédie toute la famille Boudani .*

SARRA
BOUDANI



*Louange à Allah, seigneur de
l'univers, le tout
Puissant et Miséricordieux, qui
m'a inspiré et comblé de bienfaits,
je lui rends grâce
Je dédie ce travail
A mes chers parents ma mère et
mon père
Pour leur patience, leurs amours,
leur soutien et leurs
Encouragements au long de mes
études,
Et je dédie tout la famille
Hadjeres*

Hadjeres Wardia



REMERCIEMENTS

*En premier lieu, nous tenons à remercier
ALLAH le tout*

*Puissant de nous avoir donné la foi et de nous
avoir permis d'en arriver là.*

*Un merci également à nos familles pour leur
courage, les*

*Sacrifices qu'ils ont consentis pendant la
durée de nos études et pour leur soutien aussi
bien moral que financiers.*

*Mes vifs remerciements vont au précieuse
participation et son soutien à tout moment.*

*Nous adressons nos sincères remerciements
et notre profonde gratitude à notre
enseignante, BENAZZOUK.Salima, et les
jury Madame Sasssoui et madame Abdelli
pour sa patience et son aide dans le travail.*

*Je remercie les membres distingués des jurys
d'avoir lu et évalué mon mémoire.*

*Nous remercions tous nos collègues, et
Boudani Kanza*

Résumé

Thymus vulgaris, *Allium sativum* et *Teucrium polium* sont des plantes médicinales, qui commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Elles ont fait l'objet de plusieurs études pour leur éventuelle utilisation, sous différentes formes (huile essentielle, extraits), comme alternative aux produits chimiques antimicrobiens, pour le traitement de différentes maladies et infections. L'objectif de la présente étude est de rassembler, comparer et discuter les résultats de plusieurs travaux antérieurs, relatifs au pouvoir inhibiteur de l'huile essentielle et des extraits aqueux et organiques, des trois plantes vis-à-vis de différents isolats bactériens et fongiques. Les données collectées montrent que l'huile essentielle et les extraits bruts de *Thymus vulgaris*, *Allium sativum* et *Teucrium polium* exercent un pouvoir inhibiteur sur les souches testées, ce pouvoir varie selon la plante, l'espèce pathogène et la forme utilisée (huile ou extrait).

Mots clés : *Thymus vulgaris*. *Allium sativum*. *Teucrium polium*. Huile essentielle. extraits .pouvoir antimicrobien

Abstrat

Thymus vulgaris, *Allium sativum* and *Teucrium polium* are medicinal plants, which are beginning to have a lot of interest as a potential source of natural bioactive molecules. They have been the subject of several studies for their possible use, in different forms (essential oil, extracts), as an alternative to antimicrobial chemicals, for the treatment of different diseases and infections. The objective of the present study is to gather, compare and discuss the results of several previous works, related to the inhibitory power of the essential oil and the aqueous and organic extracts of the three plants towards different bacterial and fungal isolates. The data collected show that the essential oil and the crude extracts of *Thymus vulgaris*, *Allium sativum* and *Teucrium polium* exert an inhibitory power on the tested strains, this power varying according to the plant, the pathogenic species and the form used (oil or extract).

Key words : *Thymus vulgaris*. *Allium sativum*. *Teucrium polium*. Essential oil. extracts .antimicrobial power

المخلص

Tecruim polium و *Allium sativum* و *Thymus vulgaris* هي نباتات طبية بدأت تحظى باهتمام كبير كمصدر محتمل للجزيئات الطبيعية النشطة بيولوجياً. لقد كانت موضوع العديد من الدراسات لاستخدامها المحتمل ، في أشكال مختلفة (زيت أساسي ، مستخلصات) ، كبدائل للمواد الكيميائية المضادة للميكروبات ، لعلاج الأمراض والالتهابات المختلفة. الهدف من هذه الدراسة هو جمع ومقارنة ومناقشة نتائج العديد من الأعمال السابقة المتعلقة بالقوة المثبطة للزيت العطري والمستخلصات المائية والعضوية للنباتات الثلاثة مقابل العزلات البكتيرية والفطرية المختلفة. تظهر البيانات التي تم جمعها أن الزيت العطري والمستخلصات الخام من *Allium sativum* و *Thymus vulgaris* و *Allium sativum* تمارس قوة مثبطة على السلالات التي تم اختبارها ، وتنفوت هذه القوة وفقاً للنبات والأنواع المسببة للأمراض والشكل المستخدم (الزيت أو المستخلص.)

الكلمات المفتاحية : *Allium sativum* و *Tecruim sativum* و *Thymus vulgaris*. زيت اساسي. القوة المضادة للمكروبات.

sommaire

Introduction	01
--------------------	----

CHAPITRE I LES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES(PAM)

I.1 Les plantes médicinales	04
I.2 Phytothérapie	04
I.3 Drogue végétale	05
I.4 Notion de totum	05
I.5 Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie	06
I.6 Les différents principes actifs de la plante médicinale	08
I.7 Principaux groupe du métabolisme du Carbone	09
I.7.1 Les composés phénoliques et leurs dérivés	10
I.7.2 Les composés azotés	10
I.7.3 Composés terpéniques (les huiles essentielles).....	11
I.8 Utilisation et intérêt des plantes médicinales	12
I.8.1 Les principes d'utilisation des plantes médicinales	13
I.8.2 Les risques d'utilisation des plantes médicinales	13
I.8.3 Les parties utilisées	14
I.8.4.I intérêt des plantes Médicinales	14
I.9.Substances antimicrobiennes d'origine végétale.....	14
I.9.1.Principaux composés phénoliques à pouvoir antimicrobiens.....	14
I.9.2. Pouvoir antimicrobien des huiles essentielles.....	16

CHAPITRE II INVESTIGATION DES CARACTERISTIQUES DE PLANTES

MODÈLES

II. 1 .Présentation des caractéristiques de la Lamiacée <i>Teucrium polium</i>	19
II.1.1. Famille botanique d'appartenance	19
II.1.2. Aire de répartition en Algérie et dans le monde.....	19
II.1.3. Description botanique	19
II.1.4. Attribution du genre.....	20
II.1.5. Taxonomie et systématique de la plante.....	20
II.1.6. Composition en métabolites secondaires de la Lamiacée <i>Teucrium polium</i>	20
II.1.7. Utilisation et Intérêts du genre <i>Teucrium</i>	21
II.2. Présentation des caractéristiques de la Labiacée <i>Thymus vulgaris</i> L.....	21
II.2.1. Famille botanique d'appartenance.....	21
II.2.2. Aire de répartition en Algérie et dans le monde	21
II.2.3. Description botanique	22
II.2.4. Attribution du genre (Quezel et Santa, 1963).....	22
II.2.5. Taxonomie et systématique de la plante	23
II.2.6. Composition en métabolites secondaires de la Labiacée <i>Thymus vulgaris</i> L.....	23
II.2.7. Utilisation et intérêts du genre <i>Thymus</i>	23
II .3 présentation des caractéristiques de l'amaryllidacée <i>Allium sativum</i>	24
II .3.1 . Famille botanique d'appartenance	24
II .3.2. Aire de répartition en Algérie et dans le monde.....	24

II.3.3 . Description botanique	25
II .3 .4. Attribution du genre	26
II.3.5.Taxonomie et systématique de la plante	26
II.3.6.Composition en métabolites secondaires de l’Amaryllidacée	26
II.3.7. Utilisation et intérêts du genre <i>Allium</i>	27

CHAPITRE III : TRAVAUX ANTERIEURS

III.1. Huile essentielle	29
III.1.1. Rendement en huile essentielle	29
III.1.2. Étude de l’activité antimicrobienne	30
III.1.2.1. Résultats de la diffusion sur disque	30
III.1.2.2. Résultats de la CMI	32
III .2 .les extraits aqueux et les extrait organique	35
III 2 .1 Rendement en extrait	36
III .2.2 testes antimicrobien.....	37
III.2.2.1Test de sensibilité	37
III.2.2.2 CMI	39
V : conclusion	43

Liste des abréviations

HE : huile essentielle

PAM : plantes Aromatique et médicinales.

EAq : extrait aqueux

E.M : extrait méthanoïque.

CMI : concentrations minimales inhibitrices.

R.E : rendement

ATCC : American type culture collection =collection américaine des cultures type.

Méoh : Méthanol

E .Coli : *Escherichia coli*.

S .aueus : *Staphylococcus aureus*

% : pourcentage.

mg/ml : milligramme par millilitre .

mm: millilitère .

Fig : figure .

A . Sativum : *Allium sativum*.

T . polium : *Teucrium polium*

T .Vulgaris : *Thymus vulgaris*

Nd : Zone non déterminée..

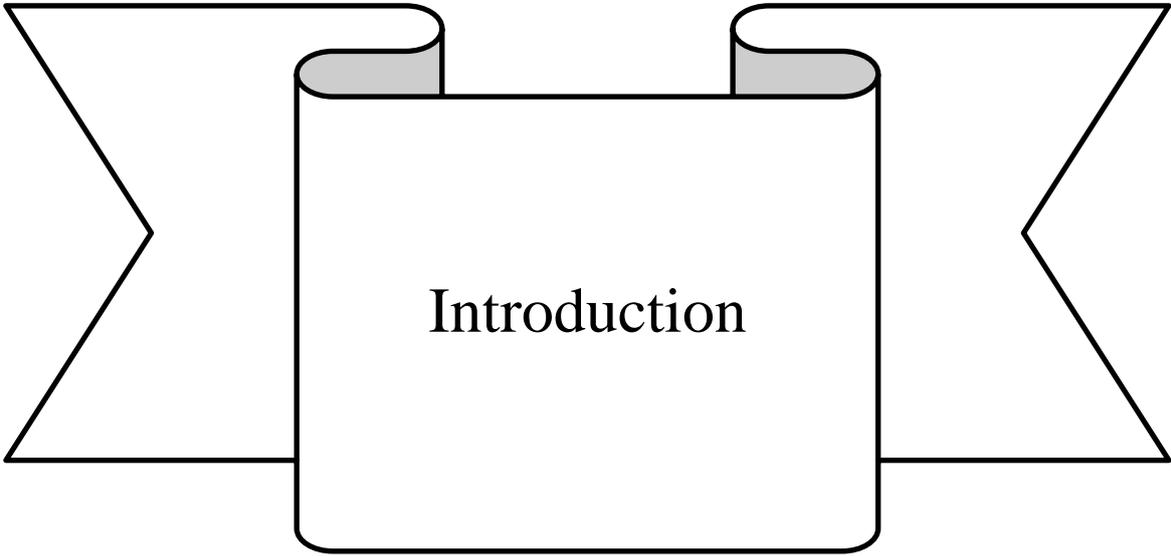
OMS :Organisation Mondiale de la Santé

Liste de figures

Figure 1 : Les plantes aromatiques et médicinales les plus utilisées au quotidien.....	06
Figure 2 : Schéma de la biosynthèse des métabolites secondaires des plantes.....	10
Figure 3 : Aspect morphologique de <i>Teucrium polium</i>	20
Figure 4 : Aspect morphologique de <i>Thymus</i>	22
Figure5 : <i>Allium sativum</i> L	25

Liste de tableaux

Tableau 1: Zones Importantes pour les Plantes en Algérie Tellienne.....	07
Tableau 2 : Principales plantes médicinales et leurs usages médicinaux.....	12
Tableau 3 : Les rendements en huiles essentielles.....	13
Tableau 4 : Activité antimicrobienne des huiles de <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Teucrium polium</i> et <i>Allium Sativum</i> sur certains agents pathogènes évaluée par la mesure de la zone d'inhibition.....	31
Tableau 5 : Les concentrations minimales inhibitrices des huiles de <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Teucrium polium</i> et <i>Allium sativum</i> contre des isolats bactériens et fongiques.....	33
Tableau 6 : les rendements des extrait bruts de <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Tecrium polium</i> , <i>Allium sativum</i> , cités par déférentes études.....	35
Tableau 7 : Tests de sensibilité microbienne aux extraits aqueux et organiques de <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Teucrium polium</i> et <i>Allium sativum</i>	37
Tableau 8: les concentrations minimales inhibitrices des extraits bruts de <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Teucrium polium</i> et <i>Allium sativum</i> contre des isolats bactériens et fongiques.....	38



Introduction

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales et urbaines en Afrique et représentent le principal moyen par lequel les individus se soignent (**Badiaga, 2011**). Malgré les progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (**Tabuti et al., 2003**).

Avec une superficie de 2 381741 km², l'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération chez les populations, le plus souvent rurales. C'est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées (**Ilbert et al., 2016**). La flore algérienne recèle un grand nombre d'espèces classées en fonction de leur degré de rareté : 289 espèces assez rares, 647 espèces rares, 640 espèces très rares, 35 espèces rarissimes et 168 espèces endémiques (**FAO, 2012**).

La phytothérapie est l'une des plus vieilles médecines du monde. Elle représente une alternative intéressante pour traiter et soigner sans créer de nouvelles maladies. Malgré le développement phénoménal de l'industrie pharmaceutique et chimique, l'intérêt populaire pour la phytothérapie n'a jamais cessé d'évoluer. De nos jours ces deux types de médication se retrouvent intimement liés puisque le modèle moléculaire de la plupart des médicaments mis sur le marché, ont pour origine la plante (**Belkacem, 2009**).

En raison de l'effet secondaire des produits chimiques antimicrobiens et de la résistance que les micro-organismes pathogènes établissent contre les antibiotiques, beaucoup d'attention a été prêtée aux plantes qui commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. elles font l'objet de plusieurs études pour leur éventuelle utilisation, sous différentes formes (huile essentielle, extraits aqueux et extraits organiques), comme alternative pour le traitement des maladies infectieuses.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à trois espèces de plantes médicinales, à savoir *Allium sativum* ou plus communément ail. Celle-ci appartient à la famille des

Amaryllidaceae et est bien connue de la population, comme possédant de nombreux bienfaits notamment le traitement de l'insuffisance veineuse, l'hypertension, l'action antibactérienne, et bien d'autres (**Gambogouet *al.*, 2018**), *Thymus vulgaris* ou thym, qui est une espèce de plante toujours verte, de la famille des Lamiacées, originaire des régions méditerranéennes et adaptée à de nombreux climats différents à travers le monde. Le genre *Thymus* comprend environ 400 espèces, dont plusieurs sont largement utilisées en médecine traditionnelle (**Ghorab et *al.*, 2014**), et *Teucrium polium*, de la famille des Lamiacées, elle pousse spontanément en Algérie, très répandue dans les hauts plateaux Algérois, Oranais et Constantinois, aussi dans l'Atlas saharien oranais (**Fourment 1942 in Daghbouche 2018**), connue pour sa richesse en métabolites secondaires.

Notre travail consiste en une étude bibliographique et comparative des activités biologiques, notamment le pouvoir antimicrobien, des trois plantes suscitées. ces dernières ont été choisies pour leur intérêt médicinal L'étude est répartie en trois chapitres, le premier chapitre est consacré aux plantes médicinales, le deuxième est une investigation des caractéristiques des plantes modèles étudiées, et dans le troisième, nous avons rassemblé et discuté les résultats obtenus dans plusieurs études antérieures, pour achever ensuite le travail, par une conclusion générale.

CHAPITRE I LES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES(PAM)



I.1. Les plantes médicinales

Une plante médicinale, c'est une plante utilisée en phytothérapie moderne et traditionnelle, pour ses propriétés médicinales, vis-à-vis de certaines maladies affectant l'Homme (**Lamnaouer, 2010**). La plante est dite médicinale, si elle est inscrite en Pharmacopée et possède un usage exclusivement médicinal. Pour la Pharmacopée française, les plantes médicinales sont des drogues végétales qui possèdent des propriétés médicamenteuses et peuvent également, avoir des usages alimentaires et condimentaires ou hygiéniques. Une plante médicinale c'est celle qui possède des propriétés pour soulager, prévenir ou guérir. Ces vertus peuvent se trouver dans les feuilles, les racines de la plante médicinale, ou parfois dans les trois parties. Les plantes dites médicinales sont utilisées sous plusieurs formes : en tisane, en poudre, en baumes, en huiles essentielles ou en compresses (**Descheemaeker, 2010 ; Wills et al. 2000**).

Les végétaux constituent la source la plus importante de substances naturelles utilisées en thérapeutique. Les matières premières utilisées sont très nombreuses et rattachées aux familles botaniques des plus archaïques (par exemple, Varech, *Fucus vesiculosus*, *Fucaceae*) aux plus évoluées (par exemple, armoise annuelle, *Artemisia annua* L., *Asteraceae*). De même, les classes de métabolites d'intérêt sont très variées, allant de composés peu spécialisés comme les polysaccharides, ou les flavonoïdes, aux dérivés terpéniques anticancéreux issus de voies de biosynthèses plus complexes.

Réglementairement, les plantes médicinales sont définies comme des plantes dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Les listes de plantes médicinales sont relativement variables d'un pays à l'autre (**Boutefnouchet 2020**). Environ 35 000 espèces de plantes sont employées à l'échelle mondiale à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne, les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important (**Elqaj et al., 2007**).

I.2. Phytothérapie

Le mot phytothérapie se compose étymologiquement de deux racines grecques "Photon" et "thérapie" qui signifient respectivement "plante" et "traitement" (**Mansour, 2015**). D'après l'O.M.S (2000), la phytothérapie est la somme des connaissances, compétences et pratiques qui reposent sur les théories, croyances et

expériences propres à une culture et qui sont utilisées pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que pour prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir .Des maladies physiques, mentales ou le déséquilibre social. Elle est reliée à une expérience pratique et à des observations faites de génération en génération, et transmises de façon orale ou écrite.

I.3.Drogue végétale

La drogue végétale est la substance de plante fraîche ou desséchée, utilisée en phytothérapie. On retrouve parfois la plante entière, mais le plus souvent ce sont des parties de plantes comme les fleurs, fruits, feuilles, racine et écorce. On retrouve également les exsudats comme le latex, baume et gomme, mais qui ne doivent avoir subi aucun traitement. Leur qualité est garantie si les conditions de culture, récolte, séchage et stockage sont respectées (**Bailleul, 2009**). Les préparations à base de drogues végétales se présentent en extraits, huiles et poudres.

L'expression drogue végétale désigne une matière première naturelle, servant à la fabrication des médicaments (**Mohammedi, 2013**).

I .4.Notion de totum

Le totum se définit comme l'extraction de l'ensemble de composants de la plante médicinale (**Hervé, 2011**). Le terme totum désigne l'ensemble des constituants de plante supposés actifs, agissant en synergie et par complémentarité pour moduler, modérer ou renforcer l'activité de la drogue végétale (**I.E.S.V, 2015**). De même, s'il est capital de maîtriser l'action des différents principes actifs pris isolément, la phytothérapie différente de la médecine classique, recommande d'utiliser la plante entière, plutôt que la molécule active obtenue au laboratoire (**Iserin, 2001**). Le totum de plante permet d'utiliser des doses moindres qu'avec un principe actif isolé Pour un même niveau d'activité, évitant ainsi les effets secondaires spécifiques des fortes doses (**Carillon, 2009**) par exemple :si on extrait chimiquement l'harpagoside la molécule active anti-inflammatoire de l'harpagophytum on a une Action anti- inflammatoire moindre que si on utilise toute la plante *harpagophytum* (**Garber, 2015**).

I.5. Les plantes aromatiques et médicinales en Algérie

Avec une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie est le plus grand pays riverain de la Méditerranée. Il est reconnu par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques, ainsi que leurs diverses utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. Ce sont des savoir-faire ancestraux transmis de génération en génération chez les populations, le plus souvent rurales. C'est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées (Fig. 1).

Dans le Hoggar et en absence de médecins, dans certaines contrées isolées, les Touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils. En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et que les routes sont coupées, les montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (fumigation de feuilles d'eucalyptus contre la grippe). Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoise blanche pour lutter contre les indigestions (Mokkadem, 2004).



Figure 1. Les plantes aromatiques et médicinales les plus utilisées au quotidien

(Sahi in Ibert *et al* ;2016)

La richesse de la flore algérienne est donc incontestable, elle recèle un grand nombre d'espèces classées en fonction de leur degré de rareté : 289 espèces assez rares, 647 espèces rares, 640 espèces très rares, 35 espèces rarissimes et 168 Espèces endémiques (FAO, 2012). Ces plantes sont certes abondantes, mais dispersées géographiquement et ont des potentialités de rendement faible, leur

CHAPITRE I LES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES(PAM)

contrôle est difficile, leur exploitation ne suffit pas à couvrir les besoins nationaux de la médecine, la pharmacie et de l'herboristerie.

Ces plantes se localisent majoritairement dans des Zones Importantes pour les Plantes (ZIP). Une ZIP est un « site naturel ou semi-naturel présentant une richesse botanique exceptionnelle et/ou une composition remarquable de plantes. **Yahi et al, (2010)**, sur la base d'un travail bibliographique ont défini 14 ZIP en Algérie tellienne (Tableau 1).

Tableau 1. Zones Importantes pour les Plantes en Algérie Tellienne (**Yahi et al, 2010**)

Les ZIP	Description	Doneness floristiques
El Kala 2	Monts de la Medjerda	32 menacées, 20 endémiques
Peninsula de l'Edough	Monts et peninsula	38 menacées, 11 endémiques
Bélezma	Massif forestier	43 menacées, 12 endémiques
Chaîne des Babors	Massif forestier	50 menacées, 23 endémiques
Massif de l'Akfadou	Massif Forestier	38 menacées, 28 endémiques
Djurdjura	Massif Forestier et delouses orophytiques	88 menacées, 40 endémiques
Theniet El Had	Massif forestier	30 menacées, 19 endémiques
Chréa	Massif forestier et gorges	63 menacées, 22 endémiques
Djebel Ouahch	Milieus ouverts	21 menacées, 12 endémiques
Gouraya	Matorral et falaises calcaires	17 menacées, 11 endémiques
EL Kala 1	Complexe de zones humides et Littorals	94 menacées, 20 endémiques
Guerbès	Plaine, milieu marécageux	41 menacées, 4 endémiques
Sahel d'Oran	Falaises et dunes côtières	36 menacées, 2 endémiques

CHAPITRE I LES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES(PAM)

En Algérie, les plantes médicinales et aromatiques continuent à être utilisées dans les milieux ruraux par les populations qui connaissent encore certains usages de ces plantes médicinales (**Neffati et Sghaier, 2014**)

Parmi les médicaments plantes utilisés en Algérie, on distingue deux principaux groupes :

➤ Groupe 1: Il regroupe très peu d'espèces sauvages, peu exigeante et poussant dans des sols très divers et régions climatiques allant de la zone subhumide, non loin de la côte méditerranéenne aux zones arides et semi-arides à l' extrême sud, ou le climat est chaud et sec. Ces espèces sont collectées manuellement de manière aléatoire et anarchique, causant des dommages, des pertes et des blessures à la plantes mère.

La récolte est souvent aléatoire et n'obéit à aucune règle et ne respecte aucun stade phénologique de la plante médicinale (**Reguieg, 2011**).

➤ Groupe 2: Ce groupe comprend des espèces exigeantes en eau et engrais et cultivés sur de petites parcelles. D'après Reguieg (2011), les espèces du groupe 2 sont cultivées parfois sur les bords des jardins ou des parcelles, dans le sud elles sont cultivées sous- étage du palmier dattier, le long du canal d'irrigation.

I.6.Les différents principes actifs des plantes médicinales

Les végétaux peuvent produire, à côté des métabolites primaires qui sont les glucides, les protides, les lipides, d'autres métabolites appelés ; métabolites secondaires (**Macheix et al. 2005**).

Les métabolites secondaires, également appelés produits secondaires ou produits naturels, sont des composés organiques qui ne sont pas directement impliqués dans la croissance ni dans le développement ou la reproduction. Ils ne participent même pasdirectement à la respiration, à la translocation, à la synthèse de protéines, à l'assimilation des nutriments, à la photosynthèse, ou à la différenciation. Bien que les métabolites secondaires n'aient aucun effet immédiat sur la survie des plantes, mais ont

Un effet à long terme. Cependant, l'absence de ces métabolites peut causer non seulement l'altération de la survie de la plante mais aussi la mort immédiate. Ces

Composés ont tendance à être plus complexes que les métabolites primaires. De tels composés, comprennent généralement des pigments, des agents anti-tumoraux, des effecteurs de la compétition écologique et de la symbiose et des molécules de défense chimique des plantes telles que les alcaloïdes et les stéroïdes. Les métabolites secondaires sont généralement présents à de faibles concentrations dans tous les organismes vivants ; cependant, ces composés sont largement distribués dans les plantes et jouent un rôle crucial pour la plante afin qu'elle puisse interagir avec son environnement (**Fattahi *et al*, 2016**).

Les principes actifs d'une plante médicinale sont des éléments essentiels, ce sont des composés naturels présents dans ces plantes aromatiques et médicinales. Ces composants sont en faible quantité dans la plante, à peine quelques pour-cent du poids total des plantes, mais ; ils sont à l'origine de ces vertus thérapeutiques (**Sebai et Boudali, 2012**).

I.7.Principaux groupes du métabolisme secondaire du Carbone

Les métabolites secondaires des plantes sont des métabolites qui n'assurent pas des fonctions essentielles dans la plante. Les métabolites primaires assurent des fonctions essentielles.

Les métabolites secondaires sont classés en fonction de leurs origines biosynthétiques, en trois groupes (**Taïz, Lincoln & Eduardo Zeiger ;2006**), à savoir :

- Les composés phénoliques.
- Les alcaloïdes (azotés).
- Les terpenoides.

Chaque groupe est constitué de milliers de composés ayant des effets différents sur l'homme. D'après la figure 2, Taïz, Lincoln & Eduardo Zeiger en 2006 nous résumant les différentes voies de biosynthèse du métabolisme secondaire, qui va déboucher sur la production des trois types de composés secondaires (les produits azotés, les composés phénoliques et les terpénoïdes).

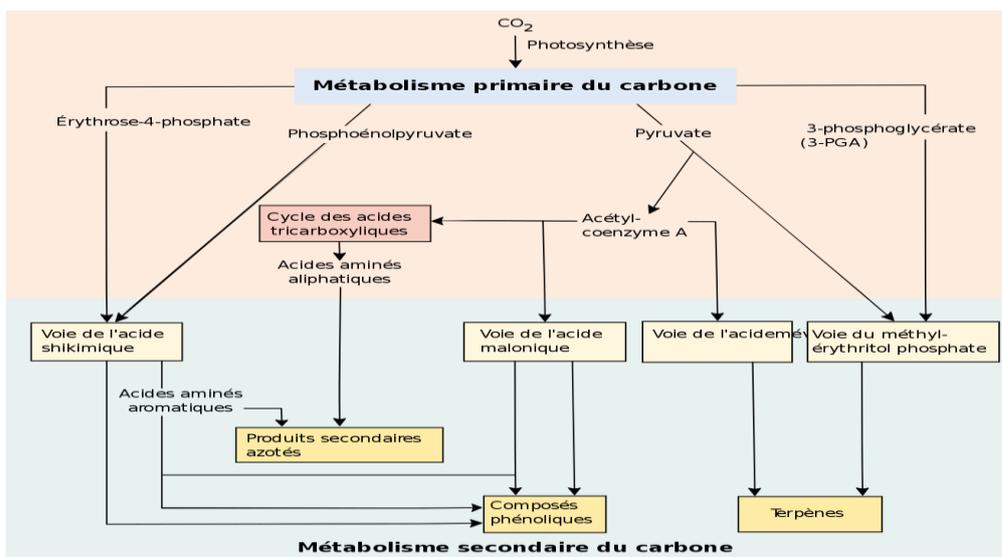


Figure 2 . Schéma de la biosynthèse des métabolites secondaires des plantes

(Taiz, Lincoln & Eduardo Zeiger, 2006).

I.7.1. Les composés phénoliques et leurs dérivés

Ces composés constituent les principales matières actives trouvées au niveau des plantes médicinales. Ce sont des antioxydants, des antibactériens et antifongiques (Macheix et al, 2005). Les composés phénoliques sont répandus dans tous les fruits et légumes (Waksmundzka-Hajnos et Sherma, 2011). On trouve les flavonoïdes, les tanins, les anthocyanes, les acides phénoliques, les quinones et les coumarines. La quantification des composés phénoliques est réalisée par analyse spectrophotométrique ou chromatographique.

I.7.2. Les Composés azotés

Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, ayant des propriétés thérapeutiques ou toxiques (Dellile, 2007), par exemple la caféine.

La troisième catégorie importante de métabolites secondaires comprend les composés azotés tels que les alcaloïdes, les glucosinolates et les glycosides cyanogènes. Les alcaloïdes sont des composés à petit poids moléculaire et ils ont plus de 12 000 composés contenant de l'azote (Facchini 2001).

I.7.3. Composés terpéniques(les huiles essentielles)

Les terpènes représentent la famille biochimique la plus répandue et regroupent les principaux composants des huiles essentielles (HE's).

Ce sont des substances huileuses, volatiles et odorantes et que l'on extrait par l'entraînement à la vapeur d'eau ou l'hydro distillation (**Iserin, 2007**). Les huiles essentielles se situent dans des glandes minuscules de différentes parties des plantes, soit dans les feuilles, les fleurs, les fruits, les graines et même l'écorce et les racines. Plus de 2000 espèces de plantes, contiennent des huiles essentielles, ces espèces sont réparties sur 60 familles. Les huiles essentielles des plantes peuvent être aussi utilisées en aromathérapie, en pharmacie, en parfumerie, en cosmétique et dans la conservation des aliments (**Amarti, 2009**).

La différence de composition constatée chez les huiles essentielles, est vraisemblablement à mettre en rapport avec les facteurs abiotiques tels que le climat des régions de provenance des échantillons, les facteurs géographiques comme l'altitude et la nature du sol. Au sein d'une même espèce la composition chimique de l'huile essentielle peut être différente, on parle alors de races chimiques ou de chémotypes. Il s'agit d'un polymorphisme chimique: une espèce peut être homogène au niveau de son caryotype et produire des huiles essentielles de compositions différentes. Un cas exemplaire, est le thym commun (*Thymus vulgaris*) dont la variabilité chimique est largement influencée par son environnement (sol, altitude, pression animale ou humaine) et le climat (température, pluviométrie, et ensoleillement). Le thym comprend 7 chémotypes différents: cinéol, géraniol, linalool, terpinéol, thuyanol, thymol, et carvacrol. Chaque chémotype étant responsable d'effets qui lui sont propres et qui peuvent parfois se révéler antagonistes (**Baser 2010**). De nombreux travaux révèlent la

Variation de la composition en fonction de la période de récolte, par exemple la menthe poivrée récoltée en début de floraison a une huile essentielle riche en néo menthol et en menthane tandis qu'en fin de floraison, cette huile est riche en menthol (**Bruneton 1987 in Daghbouche 2018**)

La séparation et l'identification des constituants volatils d'un extrait se fait par

CHAPITRE I LES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES(PAM)

Chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse « CPG/SM ».

I.8.Utilisation et intérêt des plantes médicinales

L'utilisation de plantes médicinales concerne aujourd'hui, plus de la moitié de la population mondiale. Parmi les médicaments obtenus à partir de plantes, on trouve l'artémisinine, substance isolée d'une armoise chinoise (*Artemisia annua*) est utilisée contre la malaria (**Mouchet et al, 2004**).

Le tableau 2 . représente les principales plantes médicinales et leurs usages médicaux (**Iserin, 2001**).

Plante	Usages médicaux
Aloès (<i>Aloe vera</i>)	Pâte de plante fraîche contre les plaies et brûlure bénignes
Consoude (<i>Symphytum officinale</i>)	Onguent ou cataplasme de feuilles contre les entorses et contusions.
Grande camomille (<i>Tanacetum parthenium</i>)	Feuilles fraîches ou teinture contre les migraines et maux de tête.
Mélicite (<i>Melissa officinalis</i>)	Infusion contre l'anxiété, sommeil difficile, indigestion. Lotion contre l'herpès.
Souci (<i>Calendula officinalis</i>)	Crème contre les coupures, écorchures. Infusion contre les mycoses.
Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Infusion comme le tonique du système nerveux et contre la digestion difficile.
Sauge officinale (<i>Salvia officinalis</i>)	Infusion contre la maux de gorge, aphtes et diarrhées.
Millepertuis (<i>Hypericum perforatum</i>)	Teinture contre la dépression et troubles de la ménopause. Huile antiseptique et cicatrisante.
Thym (<i>Thymus vulgaris</i>)	Infusion contre la toux, rhume et infections pulmonaires. Lotion contre les mycoses

I.8.1. Les principes d'utilisation des plantes médicinales

D'après **Graz et Falquet, (2000)**, il existe des principes de base à observé avant d'utiliser une plante médicinale et qui sont :

- Identification de la plante par l'observation minutieuse des différents organes (des fleurs, feuilles, fruits).
- La partie à utiliser, le mode de préparation, le mode d'utilisation, la dose à utiliser, la posologie (quantité de préparation à absorber par jour).
- La durée du traitement, les restrictions, les contre-indications, les précautions à observer.

Comme tous les médicaments, certaines plantes médicinales provoquent des effets secondaires. Pour cette raison, ces plantes doivent être employées avec précaution. L'utilisation des plantes médicinales nécessite l'avis d'un spécialiste. En effet, l'éphédra (*Ephedra sinica*) mal dosée est très toxique. La consoude (*Symphytum officinale*) peut avoir des effets fatals dans certaines circonstances. Toutefois, lorsqu'un traitement à base de plantes est suivi correctement, les risques d'effets secondaires sont fort limités (**Iserin, 2001**).

I.8.2. Les risques d'utilisation des plantes médicinales

Pour **Fourneau, (2011)**, Il existe quelques risques à éviter avant d'utiliser une plante médicinale, dont on peut citer :

- Confusion entre des espèces qui se ressemblent.
- Présence sur la plante médicinale, de substances toxiques et de résidus phytosanitaires.
- Développement de micro-organismes (aflatoxines)

Un dosage arbitraire et imprécis des produits, ainsi que des méthodes de préparation non hygiéniques peuvent nuire à l'utilisateur.

I.8.3. Les parties utilisées

Les parties utilisées de la plante sont récoltées de différentes manières, on peut récolter la plante entière à la floraison, les feuilles après leurs développements complets et avant la floraison. Les fleurs et les rameaux fleuris sont récoltés avant l'épanouissement total des fleurs. Les racines des plantes annuelles sont récoltées à la fin de la période végétative. Les fruits et les graines sont récoltés légèrement avant la maturité. Les écorces des arbres sont récoltées au début du printemps ou pendant la saison sèche (Iserin, 2001).

I.8.4. Intérêt des plantes Médicinales

A l'exception du siècle passé, les hommes n'ont eu que les plantes pour soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou malaria. Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques décroît. Les bactéries et virus sont adaptés aux médicaments et devenus résistent (Benhamza, 2008). C'est pour cette raison que l'absinthe chinoise *Artemisia annua* est utilisée à nouveau, pour soigner la malaria lorsque les protozoaires responsables de la maladie résistent aux médicaments. On estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques (Iserin, 2001).

I.9.Substances antimicrobiennes d'origine végétale

Un antibiotique est défini comme un composé chimique dérivé ou produit par des organismes vivants, capable à de faibles concentrations d'inhiber la croissance microbienne (Evans 1989 in Daghbouche 2018). Cette définition est limitée à des antibiotiques produits par des micro-organismes, mais celle-ci peut être étendue pour inclure des substances similaires présentes dans les plantes supérieures. Les plantes ont de nombreuses façons de générer des composés antimicrobiens pour se protéger contre les pathogènes (Kuc 1990 in Daghbouche 2018). Un grand intérêt est suscité pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens, due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les microorganismes résistant aux antibiotiques. Une des approches courantes pour la recherche des substances biologiquement actives est le criblage des micro-organismes ou des plantes, qui sont des sources de beaucoup

d'agents thérapeutiques utiles. En particulier, l'activité antimicrobienne des huiles essentielles et des extraits de plantes ont formé la base de beaucoup d'applications, y compris, pharmaceutiques, médicales et agro-alimentaires (**Prasad et al, 2016**).

I.9.1.Principaux composés phénoliques à pouvoir antimicrobiens

De nombreuses études «in vitro» menées sur le pouvoir des composés phénoliques, confirment que ces composés sont considérés comme agents antimicrobiens contre un grand nombre de microorganismes pathogènes, avec des spectres d'activités variables (**Scalbert 1991 in Daghbouche 2018**). En effet certains quinones, présentent un effet bactériostatique sur les bactéries à Gram positif, mais pas vis à vis des bactéries à Gram négatif (**Riffel 2002**). Tandis que les acides phénoliques ont des propriétés antiseptiques urinaires, antifongiques et antibactériennes (**Richard 1992 in Daghbouche 2018**).

De récentes études ont montré que les coumarines exercent plusieurs activités antimicrobiennes (**Benedicte1998in Daghbouche 2018**), spécialement dans l'inhibition de la croissance de *Saccaromyces cerevisiae* et de la germination des spores

d'Aspergillus niger. Pour leur activité antibactérienne, il a été noté qu'ils sont plus efficaces contre les Gram positifs.

Les flavonoïdes avec leurs différentes classes dont les plus importantes sont: les flavones, flavonols, flavonones, flavonones 3-oles, flavanes-3,4 dioles, et les anthocyanidines ont révélés avoir un grand potentiel antibactérien (**Alan 1996 in Daghbouche 2018**)

D'autre part, les tanins sont largement connus par leurs propriétés inhibitrices des microorganismes grâce à leur pouvoir à former des complexes stables avec les protéines et en les précipitant (**Nguz 1996 in Daghbouche 2018**). Ils exercent une activité antibactérienne par interaction avec la membrane cellulaire, qui induit un changement morphologique de la bactérie, en inhibant l'activité des protéases, des protéines de transport et des adhésines (**Murphy 1999 in Daghbouche 2018**).

L'action de deux extraits méthyléthylcétone et acétate d'éthyle de *Rosmarinus officinalis* vis-à-vis des trois souches bactériennes *E.coli* et *P.aeruginosa* et *S.aureus* est testée, ces extraits révèlent une bonne activité antibactérienne qui est dû aux flavonoïdes (**Adouane 2016**).

Le pouvoir antimicrobien a été conduit sur deux espèces des hautes altitudes à savoir ; la Fabacée; *Cytisus triflorus* L'Her de Chréa (monts de l'Atlas Blidéen) et la Lamiacée; *Teucrium polium* (monts des Aurès-Chéla - wilaya de Khenchela). Les extraits méthanoliques du stade végétatif ont fournis les meilleurs potentiels antibactériens contre *Staphylococcus aureus* et *Salmonella enterica* pour les extraits de *C. triflorus* et contre *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, et *Salmonella enterica* pour *T. polium*

par rapport aux extraits des stades floraison et fructification, , avec une concentration importante de phénols totaux et de flavonoïdes dans les extraits du stade végétatif de *Cytisus. triflorus* L'Her et de *Teucrium polium*. (Daghbouche 2018).

L'activité antimicrobienne de Trois plantes médicinales, à savoir ; Cis tanche tinctorial et Cis tanche violacea, *Zygophyllum album*, *Citrullus colocynthis* contre six souches bactériennes « *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*,

Pseudomonas aeruginosa, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* » et une seule souche fongique le «*Fusarium oxysporum* f.sp albedinis » a été mise en évidence, avec un effet inhibiteur notable des extraits de ces plantes (Kadri 2020).

Les tests phytochimiques effectués sur les extraits hydrométhanoliques de la partie aérienne et racinaire de la *Cistanche violacea*, et la *Cistanche tinctoria* et le *Citrullus colocynthis* et le *Zygophyllum album*, ont révélé la présence de tanins et de flavonoïdes et de saponines en bonnes proportions. (Kadri 2020).

I.9.2. Pouvoir antimicrobien des huiles essentielles

En phytothérapie les HE's sont utilisées contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, comme les bactéries endocanaliaires ou la microflore vaginale, ou d'origine fongique comme les dermatophytes, les moisissures allergisantes ou les champignons opportunistes (De Billerbek 2002). Elles représentent aussi des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants entant qu'agents antimicrobiens à large spectre (De Billerbek 2007). Cette activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, en particulier de leurs composés volatils majeurs (Mebarki 2010).

CHAPITRE I LES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES(PAM)

Les résultats des activités antimicrobiens procédés par le test préliminaire ; méthode de diffusion et par les paramètres quantitatifs ; MIC et MMC ont dénoncés que l'activité des huiles essentielles de *Cytisus triflorus* L'Her et de *Teucrium polium* était liée à l'indice phénologique en rapport avec l'accumulation de ces composés volatiles en particulier l'huile essentielle du stade végétatif qui a été la plus adaptative dans la consécration inhibitrice. Les mêmes résultats font apparaitre que les huiles essentielles exerçaient des activités à impact significatif envers les bactéries à Gram positif à

Savoir ; *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus*, ainsi qu'à la bactérie à Gram négatif *Escherichia coli*. L'activité antifongique a été signalé envers les champignons ; *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* et *Alternaria alternata* et même envers la levure *Candida albicans* (Daghbouche 2018).

CHAPITRE II INVESTIGATION DES CARACTERISTIQUES DE PLANTES MODÈLES



I.1. Présentation des caractéristiques de la Lamiacée *Teucrium polium*

II.1.1. Famille botanique d'appartenance

Les *Lamiaceae* communément appelées Lamiacées est une importante famille de plantes Dicotylédones qui comprend environ 3500 espèces et quelque 200 genres, répartis en sept sous-familles. Ce sont des plantes herbacées ou des arbustes, réparties dans le monde entier. Les Lamiacées herbacées, annuelles ou vivaces, sont très nombreuses dont certains genres sont surtout abondants dans les régions méditerranéennes comme le romarin et la menthe. Importante famille pour les composés aromatiques, huiles essentielles, parfums, plantes médicinales etc. (**Guignard et al., 2001**).

II.1.2. Aire de répartition en Algérie et dans le monde

Le genre *Teucrium* est l'un des genres les plus riches en espèces. Ces germandrées comptent plus de 340 espèces, on les retrouve un peu partout à travers le monde ; au sud-ouest de l'Asie, en Europe et au nord d'Afrique, mais elles poussent principalement dans les zones arides et rocheuses du bassin méditerranéen (**Sticher et al. 1999**). L'espèce *Teucrium polium* pousse spontanément en Algérie, très répandue dans les hauts plateaux Algérois, Oranais et Constantinois, aussi dans l'Atlas saharien oranais (**Fourment 1942 in Daghbouche 2018**).

II.1.3. Description botanique :

La germandrée *Teucrium polium* Algérienne est polymorphe et cosmopolite, à corolle bilabiée; à lèvre inférieure de la corolle, à cinq lobes inégaux, corolle caduque blanche. Le calice est vert grisâtre, à feuilles linéaires ou lancéolées vert grisâtre à marge en général révoluée, denticulées-crênelées et à Inflorescences en têtes denses, un peu allongées, à bractées florales réduites mais semble aux feuilles. La floraison est en avril à juin (**Fourment 1942 in Daghbouche 2018**) (Fig 3).



Figure 3 .Aspect morphologique de *Teucrium polium*
(Fourment 1942 in Daghbouche 2018)

II.1.4. Attribution du genre

Le genre *Teucrium*, se présente sous plusieurs noms vernaculaires (Fourment 1942 in Daghbouche 2018) :

Nom vernaculaire Algérien: Djàdaa; Jaàd; Djaida

Nom Arabe: Khayata; Harcha

Nom Amazigh: Goutiba; Felfla-Timzourin; Haida; Timtchich

Nom Français: Germandrée

Nom Latin: *Teucrium*

Nom scientifique binominal: *Teucrium polium*

II.1.5. Taxonomie et systématique de la plante

La classification botanique de *Teucrium polium* selon Caddik et al, (2002) est la suivante:

Embranchement: Angiospermes

Classe: Dicotylédones

Ordre: *Lamiales* .

Famille: *Lamiacées*

Genre: *Teucrium*

Espèce: *polium*

II.1.6. Composition en métabolites secondaires de *Teucrium polium*

Plusieurs études ont montré que les plantes appartenant au genre *Teucrium* sont soupçonnés d'être riches en monoterpènes, en sesquiterpènes, en saponines, en stérols,

en polyphénols, en flavonoïdes, en quelques alcaloïdes, en huiles essentielles, en acides gras, en esters, et en diterpènes (Cozzani et al. 2005).

L'huile essentielle de *Teucrium polium* spp *aurasiacum* récoltée en Algérie a révélé un rendement important, et a donné une composition chimique caractérisée par la présence de l' α -cadinol, l' α -muurolène, l' α -pinène et le β -pinène essentiellement (Djabou 2013). Selon Moghtader 2009, les composés volatiles majoritaires de *Teucrium polium* L sont l' α -pinène, le linalool, le caryophyllène-oxyde et le caryophyllène.

Une gamme de polyphénols et de flavonoïdes à savoir la cirsimarine, le cirsiol, le cirsilinol, le 5-hydroxy-6, 7,3', le 4'-tetraméthoxyflavone, la salvigénine, l'apigénine-5-galloylglucoside, l'apigénine-7-glucoside, la vicentine et la lutéoline-7-glucoside a été repérée chez l'espèce *Teucrium polium* européen (Harborne et al., 1986 in Daghbouche 2018). La phényléthanoïde glycoside et les glycosides phénylpropanoïdes ont été détectés chez l'espèce *Teucrium polium* L (Marino et al., 2012).

II.1.7. Utilisation et intérêts du genre *Teucrium*

Teucrium polium a été reconnue depuis longtemps en médecine populaire dans le traitement de différentes inflammations et les rhumatismes (Panovska 2007). Ces extraits ont montrés des pouvoirs antispasmodiques, antibactériens, antipyrétiques, tonifiants, des effets analgésiques (Panovska 2007), des effets antioxydants et des effets hypolipidémiques (Ricci 2005).

II.2. Présentation des caractéristiques de la Labiacée *Thymus vulgaris* L

II.2.1. Famille botanique d'appartenance

Le genre *Thymus vulgaris* L appartient à la famille des *Labiatae* communément appelé labiacées, qui est la même famille que les *lamiaceae* communément appelées *Lamiacées*

II.2.2. Aire de répartition en Algérie et dans le monde

Thymus est l'un des 250 genres les plus diversifiés des lamiacées. Selon Dob et al., (2006), il existe près de 350 espèces de *thymus* distribué entre l'Europe, l'Asie

occidentale et la Méditerranée. C'est une plante très commune en Afrique du Nord-ouest (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye). Selon Nickavar et al., (2005), environ 110 genres de *thymus* sont concentrés dans le bassin méditerranéen. C'est pourquoi on peut considérer la région méditerranéenne comme étant le centre de ce genre. Le thym est indissociable de la culture méditerranéenne.

II.2.3. Description botanique

Le thym commun, thym cultivé ou Farigoule *Thymus vulgaris* est un petit arbuste vivace à port étalé, dont le feuillage persistant est fortement aromatique (Fig4). C'est un Sous-

Arbrisseau de 10 - 30 cm , d'un vert blanchâtre ou grisâtres , très aromatique , avec :

Des tiges ligneuses, dressées ou ascendantes, non radicales, tortueuses, formant un petit buisson très serré.

- Des rameaux tomenteux-blanchâtres tout autour
- De petites feuilles, lancéolées-rhomboidales ou linéaires, obtuses, enroulées par les bords, non ciliées à la base, couvertes en dessous d'un tomenteux dense et court.
- Des fleurs rosées ou blanchâtres, en têtes globuleuses ou en épis à verticilles inférieurs écartés
- Un calice velu, à tube un peu bossu en avant à la base. (Soto Mendivil et al 2006)



Figure 4 : Aspect morphologique de *Thymus*

(Iserin ,p.,2001).

II.2.4. Attribution du genre (Quezel et Santa, 1963)

Le genre *Thymus* se présente sous plusieurs noms vernaculaires

Nom Arabe: Zaatar

Nom Français: *thym*

Nom Latin: *Thymus*

Nom scientifique binominal: *Thymus vulgaris* L

II.2.5. Taxonomie et systématique de la plante

La classification botanique de *Thymus vulgaris* L **Quezel et Santa, 1963**, est la suivante:

Embranchement: Spermaphytes (Phanérogames)

Classe: Dicotylédones

Ordre: *Lamiales*

Famille: *Labiacées* (labiées)

Genre: *Thymus*

Espèce : *Thymus vulgaris* L

II.2.6. Composition en métabolites secondaires de la Labiacée *Thymus vulgaris*

Le genre *Thymus* est connu pour sa grande variété morphologique et chimique. En outre, Il a une composition distinguée variée largement utilisée dans les produits de phytothérapie.

La GC-MS de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L a identifié 40 constituants chimiques totalisant 99,99 %, parmi lesquels le phéno 1,2 méthyle 5 (1 méthyléthyle) (CAS) et le thymol sont les principaux composés (48,75 et 32,42, respectivement). De plus, l'extrait d'huile contenait de l'acide di carboxylique 1,2 benzène , 3 nitro (CAS) (8,12 %), de la thymo quinone et du méthyle 3 bromo 5 chloro 6 méthyle 2,4 bis [2 (triméthylsilyl 1) éthoxyméthoxy] benzoate (1,30 et 1,81 %), respectivement (**Aldosary et al,2021**).

Les principaux constituants de l'huile essentielle de feuilles de *Thymus vulgaris* sont 2 composés phénoliques, le thymol (2-isopropyl-5-méthylphénol) et son isomère conformation el, le carvacrol (5-isopropyl-2-méthylphénol). D'autres composants de l'huile essentielle sont l'éther méthylique de thymol, le cinéol, le Cyrène, l' α -pinène et le bornéol (**Nikolic et al. 2014**).

II.2.7. Utilisation et intérêts du genre *Thymus*

Le genre *Thymus* comprend environ 400 espèces, dont plusieurs sont largement utilisées en médecine traditionnelle (**Ghorab et Kabouche 2014**). *Thymus vulgaris* est l'espèce la plus importante et est traditionnellement administrée pour la coqueluche, la bronchite, la gastrite laryngite, la congestion des voies respiratoires supérieures et la diarrhée. L'huile de *Thymus vulgaris* ou l'extrait de feuilles a également été utilisé dans le traitement du mal de gorge, de l'amygdalite, des maladies des gencives, des

rhumatismes et de l'arthrite (Tsai, et al., 2011). Cette huile essentielle a été considérée comme un agent antiseptique, antimicrobien, antispasmodique, antioxydant et antitussif. Une enquête avait déterminé l'activité antimicrobienne de l'huile de *Thymus vulgaris* sur certains agents pathogènes oraux. L'huile de *Thymus vulgaris* a été préparée par hydro distillation et testée contre 30 isolats cliniques de chacun des *Streptococcus Pyogenes*, *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, *Porphyromonas gingivalis* et *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*.

Les données présentées dans cette étude ont révélé une forte activité antimicrobienne in vitro de l'huile de *Thymus vulgaris* sur des isolats cliniques de *S. pyogenes*, *S. mutans*, *C. albicans*, *A. actinomycetemcomitans* et *P. gingivalis* et pourraient donc être utilisées dans les bains de bouche, les dentifrices ou l'aromathérapie pour la prévention et traitement des infections buccales associées (Fani et Kohanteb 2017).

Selon Aldosary et al., 2021, l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a réduit la formation de radicaux DPPH de manière dose-dépendante.

II.3. Présentation des caractéristiques de l'Amaryllidacée *Allium sativum*

II.3.1. Famille botanique d'appartenance

Les *Amaryllidaceae*, en français Amaryllidacées, sont une famille de plantes monocotylédones herbacées. Cette famille compte plus de 1000 espèces réparties en une soixantaine de genres, dont plusieurs sont cultivés pour leur intérêt ornemental. Pour la plupart, ce sont des plantes ornementales, les plus connues étant l'Amaryllis et la

Belladonne. La grande majorité des amaryllidacées sont des plantes bulbeuses et montrent une saison de repos marquée bien protégée sous terre durant une saison froide ou sèche. Elles sont donc principalement caduques, mais il existe quelques exceptions comme le Clivia qui reste en feuilles toute l'année. Les Amaryllidacées sont très cultivées, dans les jardins comme en intérieur (Laurain 2010).

II.3.2. Aire de répartition en Algérie et dans le monde

La famille est principalement originaire des régions tempérées chaudes, subtropicales et tropicales, avec une forte concentration en Afrique. Il est utilisé voici plus de 5.000 ans dans les steppes d'Asie centrale dont il est originaire. Sa seconde branche de diversification se situe autour de la Méditerranée (Chevallier 2017).

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (F.A.O 2018 in Mahdi 2020), la production de l'ail au niveau mondial est estimée à un peu

plus de 28 millions tonnes. La consommation d'ail se trouve en deuxième position après l'oignon. La production d'ail est très élevée concernant l'Asie. Ce continent arrive en première place avec 26 millions tonnes d'ail produit en 2018. Suivi par l'Europe, l'Amérique, l'Afrique et pour finir par l'Océanie. e l'Algérie occupe la 11ème place en termes de production d'ail et productivité. L'Afrique est le quatrième producteur d'ail au monde. L'Égypte assure la plus grosse production d'ail au niveau africain avec 286.213 tonnes d'ail produites en 2018. Tandis que l'Algérie est le 2^{ème} producteur d'ail de l'Afrique avec 202.201 tonne. Cependant, la production d'ail en Algérie reste très faible contrairement à la production et à la consommation d'autres légumes en 2018. L'ail peut se cultiver dans les différentes régions Algériens, puisqu'il supporte correctement le froid, même si les terres argilo-sableuses lui procurent un meilleur rendement. Cependant il est le deuxième allium le plus consommé après l'oignon, mais sa consommation a tendance à décroître légèrement depuis quelques années.

II.3.3. Description botanique

A.sativum est une Plante vivace (Fig4) de 20-40 cm, glabre, à odeur très forte avec :
bulbe bulbillifère à tunique membraneuse,
tige cylindrique, feuillée jusqu'au milieu, enroulée en cercle avant la floraison,
feuilles linéaires-élargies, planes, lisses,
spathe caduque, univalve, terminée en pointe très longue dépassant l'ombelle,
fleurs blanches ou rougeâtres, en ombelle pauciflore et bulbillifère,
péricarpes connivent en cloche,
étamines incluses, les 3 intérieures à 3 pointes presque égales. (Anonyme)



Figure 4 *Allium Sativum* L(Bernice, D.,2009).

II.3.4. Attribution du genre

Le genre *Allium* se présente sous plusieurs noms vernaculaires

Nom Arabe: Thoume

Nom Français: Ail

Nom Latin: *Allium*

Nom scientifique binominal: *Allium sativum* L

II.3.5. Taxonomie et systématique de la plante

Selon l'APG, 2009, (Groupe des Angiospermes Phylogéniques), la classification botanique d'*Allium Sativum* L est la suivante:

Ordre: *Asparagales*

Famille: *Amaryllidaceae*

Genre: *Allium*

Espèce : *Sativum*

II.3.6. Composition en métabolites secondaires de l'Amaryllidacée *Allium Sativum* L

L'ail est consommé à des fins culinaires, médicinales et antimicrobiennes. L'arôme de l'ail est dû au composé organosulfuré volatil «Allicine» qui le rend populaire (Ianzoti, 2006). L'action antibactérienne grâce à l'allicine s'est avérée avoir un potentiel même en agriculture biologique (Portz et al., 2008 in Mahdi 2020). L'ail est également riche en protéines, calcium, magnésium, fer, potassium, zinc et sélénium, de plus, c'est une source abondante de certaines vitamines comme la vitamine A, les vitamines B6, B1 Vitamine C. L'ail renferme aussi des acides phénoliques (famille des polyphénols), des acides organiques, les saponosides, les flavonoïdes (l'apigénine et la myricétine) ou encore, les phytohémagglutinines et les gibbérellines (Colin, 2016).

II.3.7. Utilisation et intérêts du genre *Allium*

L'ail est utilisé pour ses vertus culinaires reconnus universellement, au même titre que les oignons, les poireaux et les échalotes. Elle est utilisée comme épice ou condiment, et commercialisée sous différents formes (poudre, jus, extrait, macération ...etc.) (Teuscher et al., 2005). Depuis des milliers d'années, l'ail est utilisé comme médicament contre le rhume, la grippe et d'autres types d'infections. Des études pharmacologiques récentes indiquent que l'ail est une source exceptionnelle de composés organosulfurés, possédant de fortes propriétés antioxydantes, antibactériennes, antifongiques, anticancéreuses et antimicrobiennes. L'huile d'ail s'est également avérée propice à l'hypoglycémie, à l'hypertension (Lecerf, 2016 ; Mercier-Fichaux, 2016).

L'aromatogramme et la détermination de la CMI ont montré qu'*Allium sativum* possédait une grande activité inhibitrice aussi bien contre les bactéries Gram positives que contre les bactéries Gram négatives. Le piégeage du radical libre DPPH et le pouvoir de réduction du fer (FRAP) ont montré que les extraits méthanolique et aqueux de *Allium sativum* exerçaient une activité antioxydante très variable (**Mokrane et Aici 2021**)

CHAPITRE III
TRAVAUX ANTERIEURS

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

Nous rappelons que notre travail consiste en une étude bibliographique et comparative des activités biologiques de trois plantes, à savoir *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum*, et pour ce faire, nous allons nous contenter de rassembler et discuter les résultats obtenus par certaines études antérieures. Ces dernières portent sur l'utilisation des plantes sus citées, sous différentes formes et l'évaluation de leurs activités antimicrobiennes et/ou antioxydants. L'étude des activités biologiques des PAM , se fait aussi bien sur les huiles essentielles des plantes, que sur les extraits bruts, à savoir les extraits aqueux et les extraits organiques.

III.1. Huile essentielle

Plusieurs travaux rapportent l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum*. Les huiles essentielles sont extraites par hydrodistillation et l'évaluation de leurs pouvoirs antimicrobiens se fait par la technique de diffusion sur disques (aromatogramme) et la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).

III.1.1. Rendement en huile essentielle

Le tableau 3 présente les rendements en huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum*, cités par différentes études.

Tableau 3 .Les rendements en huiles essentielles de *Thymus vulgarise* ,*Teucrium polium* ,*Allium sativum*.

La plante	HE (%)	Références
<i>Thymus vulgaris</i>	1.6	Fani et Kohanteb (2017)
	0.45_0 .74 (matière fraîche)	Sidali et al ; (2014)
	0.96_2 .7 (matières sèche)	
<i>Teucrium polium</i>	1.7	Abujai et al ;(2006)
	0 .8	Abujai et at ;(2006)
<i>Allium sativum</i>	0.20	Satyal et al ;(2017)
	0.15	Chekki et al; (2014)

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

Selon le tableau 3, les rendements en huiles essentielles des plantes étudiées sont dans l'ensemble faibles, et diffèrent d'une espèce à une autre. Cette différence pourrait être expliquée par les caractéristiques propres à chaque espèce. Pour la même espèce, les rendements varient d'une étude à une autre, en fonction de plusieurs facteurs, à savoir la partie de la plante étudiée, le stade phénologique de la plante, la période de récolte, l'état du matériel végétal (frais ou sec) et la procédure d'extraction. L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a été obtenue par hydro distillation des feuilles fraîches et sèches avec des rendements respectivement variant de 0,45 à 0,74% et de 0,96 à 2,7%. Le rendement s'améliore en fonction de la période de l'inflorescence qui correspond au début du mois de Mai (0.74 et 2.7), de plus l'hydro distillation de la matière végétale sèche et fraîche montre qu'à l'état sec les rendements sont meilleurs que ceux de la matière fraîche (L Sidali. et al. 2014).

III.1.2. Étude de l'activité antimicrobienne

III.1.2.1. Résultats de la diffusion sur disque

Les activités antimicrobiennes de l'huile de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum* ont été déterminées par le test standard de sensibilité à la diffusion sur disque sur milieu solide. L'activité antimicrobienne a été évaluée par la mesure de la zone d'inhibition de croissance en millimètres. Les résultats du test de diffusion sur disque de gélose concernant les zones d'inhibition de la croissance des isolats bactériens et fongiques testés contre l'huile de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum* de quelques travaux sont résumés dans le tableau 4

Tableau 4 . Activité antimicrobienne des huiles de *Thymus vulgarise*, *Teucrium polium* et *Allium Sativum* sur certains agents pathogènes évaluée par la mesure de la zone d'inhibition.

Souche microbienne	<i>Thymus vulgaris</i> mm	<i>Teucrium polium</i> mm	<i>Allium sativum</i> mm
<i>Streptococcus sp.</i>	15 Sidali et al ; (2014)		
<i>Staphylococcus aureus</i>	13 Sidali et al ; (2014)	7.83 - 10.01 Daghbouche 2018 16 Belmekki et al (2013)	12 Chekki et al; (2014)

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

<i>Klebsciella pneumoniae</i>	10 Sidali et al ; (2014)		
<i>Escherichia coli</i>	10 Sidali et al ; (2014)	6 – 9.12 Daghbouche 2018 16 Belmekki et al (2013)	No Activity Chekki et al; (2014)
<i>Candidat albicans</i>	13 Sidali et al ; (2014) 10.4 - 37.4 Fani et Kohanteb (2017)	6 – 7.17 Daghbouche 2018	
<i>Streptococcus pyogenes</i>	12.7 - 42 Fani et Kohanteb (2017) 38 Sfeir et al ;(2013)		
<i>Streptococcus Mutans</i>	11.7 - 38 Fani et Kohanteb (2017)		
Porphyromonas Gingivalis	8.2 - 29.9 Fani et Kohanteb (2017)		
Aggergatibacter actinomycetemcomitans	10.9 - 32.7 Fani et Kohanteb (2017)		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		6 Daghbouche 2018 9 Belmekki et al (2013)	No Activity Chekki et al; (2014)
<i>Salmonella enterica (a)</i> <i>Salmonella typhi (b)</i>		6 – 20.95 (a) Daghbouche 2018	4 (b) Chekki et al; (2014)
<i>Bacillus subtilis (a)</i> <i>Bacillus cereus (b)</i>		8.36 – 24.55 (a) Daghbouche 2018 15 (b) Belmekki et al (2013)	9 (b) Chekki et al; (2014)
<i>Aspergillus brasiliensis</i>		6 – 14.42 Daghbouche 2018	
<i>Fusarium oxysporum</i>		7.85 – 10.45 Daghbouche 2018	

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

Streptococcus pyogenes, *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, *Porphyromonas gingivalis* et *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, sont des agents pathogènes oraux, isolés à partir d'infections orales apparentées.

III.1.2.2. Résultats de la CMI

La concentration minimale inhibitrice (CMI) est la concentration la plus faible à laquelle on n'a pas observé de croissance de microorganismes. La concentration minimale inhibitrice des huiles de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum* contre les isolats bactériens et fongiques a été réalisée par la méthode de micro dilution en bouillon en utilisant des plaques de culture cellulaire à 96 puits (F,Sahin et al ; 2003). Le tableau 5 : représente les concentrations minimales inhibitrices des huiles de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium Sativum* contre des isolats bactériens et fongiques, rapportées par quelques travaux.

Tableau 5. Les concentrations minimales inhibitrices des huiles de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum* contre des isolats bactériens et fongiques.

Souche microbienne	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Teucrium polium</i>	<i>Allium sativum</i>
<i>SP. Streptococcus</i>	75% (V/V) Sidali et al ; (2014)		
<i>Staphylococcus aureus</i>	25 % (V/V) Sidali et al ; (2014)	12.5 (µg/ml) Daghbouche 2018 3 (µl/ml) Belmekki et al (2013)	
<i>Klebsciella pneumoniae</i>	25 % (V/V) Sidali et al ; (2014)		
<i>Escherichia coli</i>	25 % (V/V) Sidali et al ; (2014)	50 (µg/ml) Daghbouche 2018 4 (µl/ml) Belmekki et al (2013)	
<i>Candidat albicans</i>	25 % (V/V) Sidali et al ; (2014) 16.3 (µg/ml) Fani et Kohanteb (2017)	R : Resistance Daghbouche 2018	
<i>Streptococcus pyogenes</i>	3.6 (µg/ml) Fani et Kohanteb (2017)		

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

Streptococcus Mutans	1.9 (µg/ml) Fani et Kohanteb (2017)		
Porphyromonas Gingivalis	32 (µg/ml) Fani et Kohanteb (2017)		
Aggergatibacter actinomycetemcomitans	32 (µg/ml) Fani et Kohanteb (2017)		
Pseudomonas aeruginosa		50 (µg/ml) Daghbouche 2018 – Belmekki et al (2013)	
Salmonella enterica (a) Salmonella typhi (b)		12.5 (µg/ml) (a) Daghbouche 2018	
Bacillus subtilis (a) Bacillus cereus (b)		100 (µg/ml) (a) Daghbouche 2018 5 (µl/ml) (b) Belmekki et al (2013)	
Aspergillus brasiliensis (a) Aspergillus flavus (b)		12.5 (µg/ml) (a) Daghbouche 2018 25.9 % (b) Belmekki et al (2013)	
Fusarium oxysporum		25 (µg/ml) Daghbouche 2018 10.53% Belmekki et al (2013)	

Les données rapportées par les différentes études ont révélé une activité inhibitrice des huiles essentielles étudiées sur plusieurs isolats bactériens et fongiques. Le pouvoir antimicrobien varie selon l'espèce végétale et selon la sensibilité du microorganisme à l'agent antimicrobien, qui est l'huile essentielle.

Pour les tests de diffusion sur disques de gélose, **Fani et Kohanteb, (2017)** a utilisé plusieurs doses d'huile de *Thymus vulgaris* 32,68,128 et 256 (g/ml, et les zones d'inhibition étaient proportionnelles aux doses . Les *S. pyogènes* isolés de patients atteints de pharyngite étaient les souches les plus sensibles à l'huile de *Thymus vulgaris* car ils produisaient les zones d'inhibition de croissance les plus larges (42 mm) et la concentration minimale inhibitrice la plus faible (3,6 µg/mL).

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

Solano et al ; (2006) ont rapporté que les isolats de *S. pyogenes* produisaient des zones d'inhibition de croissance plus larges (34 mm) contre l'huile de *Thymus vulgaris* par rapport au disque de pénicilline à 6 unités, qui produisait des zones d'inhibition de 24 mm. Considérant la forte activité inhibitrice de l'huile de *Thymus vulgaris* contre *S pyogenes* comme présenté dans notre étude et d'autres, il semble raisonnable d'utiliser cette huile essentielle en aromathérapie, en particulier chez les patients souffrant d'infections des voies respiratoires causées par des *S pyogènes* telles que l'amygdalite, la pharyngite, la sinusite et la bronchite.

Les données présentées dans l'étude de **Fani et Kohanteb , (2017)** montrent une forte activité inhibitrice de l'huile de *Thymus vulgaris* avec zones d'inhibition de croissance de 38mm et une concentration minimale inhibitrice de 1,9 µg/-ml sur des isolats cliniques de *S .mutans* , le principal agent étiologique des caries dentaires. *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* et *Porphyromonas gingivalis* sont les 2 bâtonnets anaérobies à Gram négatif qui sont les agents étiologiques les plus répandus des maladies parodontales. Les isolats cliniques de *A. actinomycetemcomitan-s* et *P. gingivalis* étaient sensibles à l'huile de *Thymus vulgaris* avec une concentration moyenne minimale inhibitrice de 32 µg/ml (**Fani et Kohanteb ,2017**) . cependant, une valeur plus élevée de la concentration minimale inhibitrice de l'huile de *Thymus vulgaris* (62,5 mg/mL) sur ces bactéries parodontopathiques est rapportée par d'autres chercheurs (**Rodriguez-Garcia et al ;2010**). Ces divergences dans les valeurs de concentration minimales inhibitrices signalées par différents chercheurs de diverses régions sont principalement attribuées à la composition chimique de l'huile et les concentrations des ingrédients actifs (thymol, carvacrol, p-cymène, etc.) qui sont largement déterminées par le génotype de la plante et l'influence de facteurs environnementaux, notamment les conditions géographiques, la nature du sol, la température, la saison de collecte et de récolte des plantes, *C.albicans* isolés de patients atteints de stomatite de dentier étaient tous sensibles à l'huile de *Thymus vulgaris* avec une concentration minimale moyenne inhibitrice de 16,3 µg/ml (**Fani et Kohanteb ,2017**).

L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* représente une activité antimicrobienne intéressante vis-à-vis des bactéries et levure testées sauf *SP.Sterptococcus* qui se révèle un peu résistante avec une concentration minimale d'inhibition de 75% (V/V), Ainsi, la concentration de 25% (V/V) a été suffisante pour arrêter la croissance des autres

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

bactéries testées (*Staphylococcus aureus*, *Klebsciella* et *E.coli*). La levure testée candidat albicans a montré une sensibilité équivalente à l'H.E avec les trois bactéries précédentes, où une concentration de 25%(V/V) était suffisante pour inhiber leur croissance (**Sidali et al ; 2014**) .

Les données présentées dans l'étude de **Fani et Kohanteb., (2017)** .ont révélé une forte activité antimicrobienne in vitro de l'huile de *Thymus vulgaris* sur des isolats

Gingivalis et qui pourraient donc être utilisées dans les bains de bouche, les dentifrices ou l'aromathérapie pour la prévention et le traitement des infections buccales associées.

Concernant l'activité antibactérienne de *T. polium*, les résultats montrent que l'huile a inhibé la croissance des souches bactériennes, avec des zones d'inhibition allant de 6 à 16 mm, en fonction de la sensibilité des bactéries testées (**Belmekki et al .,2013**). Cependant et selon le même auteur, ces zones d'inhibition sont inférieures à celles des antibiotiques qui présentent de larges zones d'inhibition à de très faibles concentrations. Comme on peut le voir dans le tableau 5, *S. aureus* et *E. coli* sont les microorganismes les plus sensibles avec la zone d'inhibition la plus élevée (16mm) et la valeur de CMI la plus faible (3µl/ml), et que *S. aeruginosa* est le microorganisme le plus résistant . Pour les mêmes bactéries,

Daghbouche. ,(2018) rapporte des valeurs de CMI différentes et beaucoup plus élevées, ceci pourrait être expliqué par le fait que l'auteur a utilisé pour l'extraction de

l'huile des plantes à un stade phénologique précis (floraison) et a testé plusieurs doses (800,400,200,100,50,25,12.5 et 6.25 µg/ml). Selon le même auteur, Candidat albicans exprime une certaine résistance face aux huiles de *T.polium* , quelque soit la dose appliquée.

Les résultats de l'activité antifongique de l'huile de *T.polium* appliquée à une dose de 10µl/ml , montrent que l'huile a modérément réduit de 25.9% la croissance de *A. flavus* , et de 10.53% , la croissance de *F. oxysporm* (**Belmekki et al ;2013**). Ces resultats rejoignent ceux de **Daghbouche (2018)**, qui estime que l'huile de *T.polium* exerce une forte bioactivité sur *F.oxysporm* et *A.brasiliensis* .

L'huile essentielle d'*Allium sativum* exerce un pouvoir antibactérien modéré sur les souches bactériennes étudiées. *S.aureus* est le microorganisme le plus sensible à l'action

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

de l'huile avec une zone d'inhibition de 12 mm, tandis que *S.typhi* est le microorganisme le plus résistant, avec une zone d'inhibition de 4 mm (**Chekki et al; 2014**).

L'efficacité antimicrobienne des huiles essentielles de *T.vulgaris*, *T.polium* et *A.sativum* a été démontré vis-à-vis d'une panoplie de microorganismes, bactériens et fongiques, ces essences ont montré une forte activité antimicrobienne contre toutes les souches testées. Ce grand pouvoir est attribué principalement à leurs teneurs élevées en composés oxygénés : le carvacrol et le linalol, pour *T. vulgaris* (**Sidali et al ; (2014)**, Carvacrol, Germacrene D et pinène pour *T .polium* **Belmekki et al ; 2013**) et les composés sulfurés, tel que Diallyl disulfide DADS pour *A.sativum* (**Chekki et al ; 2014**).

III .2. les extraits aqueux et les extrait organique

Plusieurs travaux rapportent l'activité antimicrobienne des extraits aqueux et les extraits organiques de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum*. Les extraits bruts sont préparés par macération de la poudre des plantes dans l'eau, pour les extraits aqueux et dans un solvant, tel que l'Éthanol, pour les extraits éthanoliques ou le Méthanol pour les extraits méthanoliques. L'évaluation de leurs pouvoirs antimicrobiens se fait par la technique de diffusion sur disques (aromatogramme) et la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).

III. 2 .1 Rendement en extrait

Le tableau 6 présente les rendements des extraits de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum*, cités par différentes études **Tableau 6**. les rendements des extraits aqueux et éthanoliques de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum*.

La plante	Extrait aqueux (%)	Extrait éthanolique ou extrait méthanolique (%)	Référence
<i>Thymus vulgaris</i>	1.94	6.24	Yakhlel Ghania (2010)

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

<i>Teucrium polium</i>	5.56	4.95	Dadhbouche 2018
		17.5	Chabane 2021
<i>Allium sativum</i>	16 .68	28.72	Bakli (2020)
	6.24		Cheradi et Sarni 2016
		56 .85	Douaouy 2017)

Selon Le tableau 6 , les rendements en extraits des plantes étudiées diffèrent d'une espèce à une autre, Cette différence pourrait être expliquée par les caractéristiques propres à chaque espèce. Pour la même espèce, les rendements sont variables selon le solvant utilisé. Pour *Thymus vulgaris*, le rendement en extrait organique est plus important que celui de l'extrait aqueux (**Yakhlel Ghania 2010**), tant dis que pour *Teucrium polium*, le rendement en extrait aqueux est plus important que celui de l'extrait éthanolique (**Daghbouche 2018**), et pour le même extrait éthanolique, le rendement varie d'une étude à une autre, ceci pourrait être expliqué par plusieurs facteurs, à savoir la partie de la plante étudiée, le stade phénologique de la plante, la période de récolte, l'état du matériel végétal (frais ou sec) (**Daghbouche 2018 et Chabane 2021**). En revanche, pour *Allium sativum*, le rendement en extrait éthanolique est plus important que celui de l'extrait aqueux, et les valeurs sont variables d'une étude à une autre (**Bakli 2020, Cheradi et Sarni 2016 ,Douaouy 2017**).

III.2.2. Tests antimicrobiens

Deux méthodes différentes sont employées pour l'évaluation de l'effet antimicrobien des différents extraits bruts de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum* :

- la méthode de diffusion à partir d'un disque de papier qui permet la mise en évidence de l'activité antimicrobienne des différents extraits ;
- la méthode des microdilutions, qui a pour objectif la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) à partir d'une gamme de concentrations de produit dans le milieu de culture.

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

III.2.2.1. Test de sensibilité

Les résultats du test de sensibilité microbienne aux extraits aqueux et organiques de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum* sont regroupés dans le Tableau 6 L'action microbiostatique se traduit par l'apparition d'une zone d'inhibition autour du disque de papier imprégné d'extrait brut étudié.

Tableau 7. Tests de sensibilité microbienne aux extraits aqueux et organiques de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum*

Souche microbienne	<i>Thymus vulgaris</i>		<i>Teucrium polium</i>		<i>Allium sativum</i>	
	Extrait aqueux (mm)	Extrait organique (mm)	Extrait aqueux (mm)	Extrait organique (mm)	Extrait aqueux (mm)	Extrait organique (mm)
S. aureus					25.6 <i>Momoh et al 2016</i>	09 <i>Gulfaraz et al 2014</i>
S.a ureus ATCC25923	45.9±1.5 Hambaba 2011	38.1±0.8 Hambaba 2011				
E. coli	33.6±1.0 Yakhlef 2011	Nd Yakhlef 2011			16 Balji et al 2012	14 Balji et al 2012
<i>E. coli</i> ATTCC25922	42.5±1.5 Aberkane 2011	34.3±1.2 Aberkane 2011				
<i>Bacillus subtilis</i>					18.6 Gull et al 2012	12 Gulle et al 2012
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC9372			10.33±0.29 Firdaws 2018	+ Fridaws 2018		

CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

<i>Salmonella</i> <i>enterica</i> ATCC43972			10.33±0.29 Salima 2018	10.75±1.77 Salima 2018		
<i>Klebsilla</i> <i>pneumoinaie</i> ATCC700603			+ firdaws 2018	+ firdaws 2018		

+ :croissance totale ,Nd : Zone non déterminée .

III.2.2.2.CMI

Le Tableau 8 , regroupe les CMI des extraits bruts de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum* et qui sont obtenues par la méthode de micro dilution en milieu gélosé tel que rapportés par différentes études

Tableau 8.les concentrations minimales inhibitrices des extraits bruts de *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium Sativum* contre des isolats bactériens et fongiques

Souche microbienne	<i>Thymus vulgaris</i>		<i>Teucrium polium</i>		<i>Allium sativum</i>	
	Extrait aqueux	Extrait organique	Extrait aqueux	Extrait organique	Extrait aqueux	Extrait organique
<i>S.aureus</i>					80mg/ml Momoh <i>et al</i> 2016	09mg/ml Gufra <i>et al</i> 2014
<i>S.aureus</i> ATCC25923	156µg/ml Yakhlef 2011	312µg/ml Yakhlef 2011				
<i>E.coli</i>	2500µg /ml yakhlef 2011	5000 µg /ml Yakhlef 2011			100µg/ml Balaji et al 2012	150µg/ml Balaji et at 2012
<i>E.coli</i> ATTCC25922	156 µg /ml Yakhlef 2011	2500µg /ml Yakhlef 2011	250mg/ml Salima 2018	62.5mg/ml Salima 2018		
<i>Bacillus subtilis</i>					0.1mg/ml Gull et al 2012	1.0mg/ml Gull et al 2012

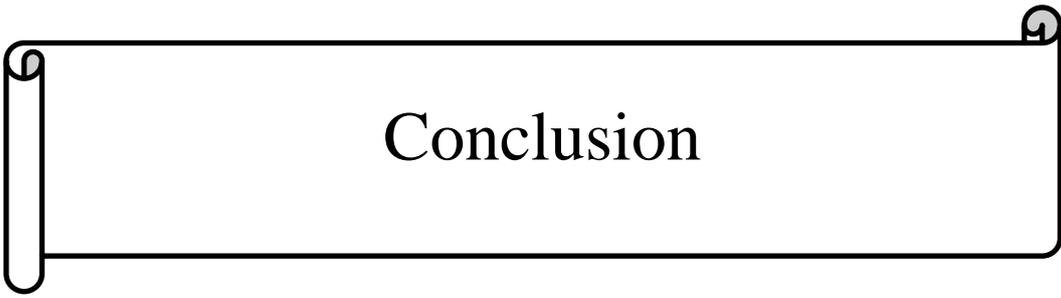
CHAPITRE III TRAVAUX ANTERIEURS

<i>Bacillus subtilis</i> ATCC9372		62.5mg/ml Firdaws 2018	125mg/ml Firdaws 2018			
<i>Salmonella enterica</i> ATCC43972		62.5mg/ml Salima 2018	62.5mg/ml Salima 2018			
<i>Klebsilla pneumoinaie</i> ATCC70093	62.5 µg /ml Fidaws 2018	125 µg /ml Fidaws 2018				

Les données rapportées par les différentes études ont révélé une activité inhibitrice des extraits étudiés sur plusieurs isolats bactériens. Le pouvoir antibactérien varie selon l'espèce végétale et selon la sensibilité du microorganisme à l'agent antimicrobien, qui est l'extrait aqueux ou organique.

Selon le tableau 7 et 8, le pouvoir inhibiteur de l'extrait aqueux est plus important que celui de l'extrait organique, quel que soit le type de plante. Ce pouvoir inhibiteur est indiqué par une forte zone d'inhibition autour du disque et une faible concentration inhibitrice de l'extrait.

L'activité antibactérienne des extraits de plantes dépend d'un certain nombre de facteurs tels que, la période de récolte, les conditions édaphoclimatiques, la méthode d'extraction, la composition chimique, ainsi que les types de microorganismes testés et les conditions de réalisation des tests (**Bachiri et al., 2016**).



Conclusion

En raison de l'effet secondaire des produits chimiques anti- microbiens et de la résistance que les micro-organismes pathogènes établissent contre les antibiotiques, beaucoup d'attention a été prêtée aux plantes aromatiques et médicinales, qui commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Elles font l'objet d'études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour le traitement des maladies infectieuses.

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressées à l'étude de l'effet Antimicrobien de quelques plantes largement utilisées en médecine traditionnelle. Pouce faire, nous avons rassemblé et discuter les résultats obtenues par certains travaux antérieures qui portent sur l'utilisation des plantes à savoir *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum*, pour leur pouvoir antimicrobien. L'évaluation de leurs activités antimicrobiennes se fait aussi bien sur leurs huiles essentielles, que sur leurs extraits bruts, à savoir les extraits aqueux et les extraits organiques

Nous concluons dans cette étude bibliographique, que *Thymus vulgaris*, *Teucrium polium* et *Allium sativum* sous ses différentes formes (huile essentielle ou extraits) sondes plantes à fort pouvoir antimicrobien et méritent des études plus approfondie pour exploiter leurs propriétés.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Aburjai T, Hudaib M, Cavrini V (2006). Composition of the Essential Oil from Jordanian Germander (*Teucrium polium L.*). J. Essent. Oil Res.18:97-99.

Adouane, S.,(2016) Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région méridionale des Aurès.). Mémoire de magistère en science agronomique. Université. Mohamed Khider – biskra.

Aici,B et MokraneI.,(2021) . évaluation du pouvoir antioxydant et antibactérien d'extraits d'*Allium sativum*, mémoire de fin d'étude, Université de Khemis Miliana.

Amart.i, (2009). Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth du Maroc. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement 14(1): 141-148.

APG .,(2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. Vol.161 :105-121 p.

B

BadIaga M. ,(2011) . Étude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* (Smith). Une plante médicinale africaine récoltée au Mali, Thèse de Doctorat, Université de Bamako, 137 p.

Bailleul ,F., (2009). Cours de pharmacognosie. Faculté de pharmacie, France.

Bakli ,S., (2020) .Activité antimicrobienne, antioxydante et anticoccidienne des extraits phénoliques de quelques plantes médicinales locales. Thèse doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif ,216p.

Baser , k.H.C, Bucauer G., (2010) .Handbook of essential oils: Science, Technology and Applications, CRC Press NW, 48

Références bibliographiques

Belkacem ,H .,(2009) . les interferences lexicales d'ordre phonétique dans la production écrite d'élèves de terminale : Doctorante ; universite de mostaganem

Belmekki , N., Bendimerad, C .,Bekhechi , X Fernande(2013) . Chemical analysis and antimicrobial activity of *Teucrium polium* L. essential oil from Western Algeria. J. Med. Plants Res 7 : 897 - 902

Benhamza,L.,(2008) : effets biologiques de la petite centauree erythraea centaurium (L.). thèse de doctorat d'état, univ. Mentouri, Constantine, 55 p.

Boullard ,B.,(2003).Plante médicinales du monde : réaliés et croyances .Paris .pp.1092_11àè

Boutefnouchet S ., (2020).Obtention, production et identification des principes actifs d'origine naturelle in Pharmacognosie, Ed : Elsevier Masson, : 504 p

C

Caddick, L.R., Rudall P.J., Wilkin, P., Hedderson T.A.J., Chase M.W.,(2002) .Phylogenetics of dioscoreales based on combined analyses of morphological and molecular data. Botanical Journal of the Linnean Society. 138, pp:123– 144.

Chabane S., (2021) . Caractérisation, toxicité et activités biologiques de *Teucrium polium*, Thèse doctorat, Université Mohamed Boudiaf, M'sila.

Cheradi D, Sarni C., (2016) . Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux d'ail (*Allium sativum*) et son application pour la conservation de la viande fraiche de dinde, université Mouloud MAMMERI de Tizi-ouzou. 63 p.

Chevallier,A .,(2017) .Larousse des plantes Médicinales. Identification, préparation et soins.

Colin,L.,(2016) .L'ail et son intérêt en phytothérapie .Thèse de doctorat, Université de Lorraine 118 p.

Cozzani et al., Cozzani S., Muselli A., Desjobert J.M., Bernardini A.F., Tom F., (2005). Chemical composition of essential oil of *Teucrium polium* subsp. capitatum (L.) from Corsica. J. Essent. Oil Res. 10, pp: 113–

Références bibliographiques

Curini, M.,(2005) .Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil of *Teucrium marum* (Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*. 98, pp: 195–

D

Daghbouche, S.,(2018) . caractérisation et valorisation des métabolites secondaires de *Teucrium Polium* et *Cytrus Triflorus L* ; effet saisonnier et régional sur l'expression des molécules bioactives. Thèse de Doctorat, université Blida 1.

De Billerbeck V.-G., Roques C., Vanière P., Marquier P., (2002).Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles *Hygienes*. 3, pp: 248- 251.

De Billerbek .,(2007) . V.GHE et bacteria résistantes aux Antibiotique *Phytothérapie* 5, 249-253.

Djabou , N .,(2013) : Djabou N., Lorenzi V., Guinoiseau E., Andreani S., Giuliani M.C.,

Douaouy, L. , (2017) . Investigation phytochimique et étude des activités biologique d'une variété locale de l'*Allium sativum l*. Université Badji Mokhtar de Annaba. Algérie. 83

E

Elqaj ,M et al, Ahami ,A. et Belghytid .,(2007) .La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.

F

Fani et Kohanteb.,(2017) . Activité antimicrobienne in vitro de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* contre les principaux agents pathogènes oraux. *J Evid Basé Complémentaire Altern Med.* ; 22(4): 660–666

Références bibliographiques

Fani M, DMD, Kohanteb J.,(2017) . In Vitro Antimicrobial Activity of Thymus vulgaris Essential Oil Against Major Oral Pathogens Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine, Vol. 22(4) 660-666.

FAO., (2012) . Etat actuel des ressources génétiques forestières mondiales. Rapport national Algérie. Rome : 63 p.

Fattahi et al.,Fattahi M., Bonfill M., Fattahi B., Torras-Claveria L., Sefidkon F., Cusido R.M., Palazon J., (2016) .Secondary metabolites profiling of Dracocephalum kotschy Boiss at three phenological stages using uni and multivariate methods. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 3(4), pp: 177-185.

Fourneau, C., (2011). Plantes et santé, le point sur la réglementation. Faculté de Pharmacie de Châtenay-Malabry. Université. Paris Sud 11. 67p.

G

GARBE, A., (2015) . Plantes médicinales pour les animaux : lesquelles et comment les utiliser .Phyto-animaux (en ligne). <http://-www.phyto-animaux.com>.

Graz ,., Falquet, J.,(2000) .Séminaires de Phytothérapie Moderne. Association HAÏTI- COSMOS. 25p

Ghorab ,H .,Kabouche ,A .,Kabouche, Z.,(2014) . Composition comparative de l'huile essentielle de Thymus poussant dans divers sols et climats d'Afrique du Nord . J Mater Environ Sci . ; 5 : 298–303.

Guignard et al.,(2001) . Guignard B., Coste C., Menigaux C., Chauvin M., 2001 – Reduced isoflurane consumption with the bispectral index monitoring. Acta Anesthesiol Scand. 45, pp: 308-140.

I

I.E.S.V ., (Institut Européen des Substances Végétales),. (2015) .Phytothérapie clinique individualisée : pour une médecine des substances végétales.

Iserin, P., (2001) . Encyclopédie des plantes médicinales.Ed.Larousse Bordas, Paris :

Références bibliographiques

Iserin, P., (2007). Encyclopédie des plantes médicinales. Ed.Larousse-Bordas, Paris : pp14

Ilbert , H., Hoxha, V., Sahi, L., Courivaud, A., ChaiLlan;C.,(2016) . Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances du marché mondial et stratégies économiques en Albanie et Algérie, CIHEAM, Option méditerranéenne, Série B : Etudes et recherches, 73, France, 226 p.

H

Hélène ,i. Valter ,H.,Lamia ,S.,Alix,C.,Claude ,C(2016).le marché des plantes aromatiques et médicinales :analyse des tendance du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie ,Option par méditerranées , Directeur de la publication :cosimo lacirignola , centre international de hautes etudes agronomiques méditerranéennes international centre for advanced mediterrean agronomic Studies ,série :B :Etudes et recherches .

Hervé, J.,(2011) . Plante médicinale et reconnaissance : Le Totum de la plante médicinale. Floraphyto (en ligne).[http://-www.flora-phyto.com/-content/-de-la-plante-à-son-ut-ilisation](http://www.flora-phyto.com/-content/-de-la-plante-à-son-ut-ilisation)

K

Kabouche, A., Kabouche ,Z., Ghannadi , A., Sajjadi SE., (2007) . Analysis of the Essential Oil of *Teucrium polium* ssp.aurasiacum from Algeria. J. Essent Oil Res. 19:44-46.

Kadri,Y.,(2020) .étude ethnobotanique des plantes médicinales dans le sud-ouest de l'Algérie « cas de la wilaya d'Adrar », Ecole National Supérieur d'Agronomie, El-Harrach.

Kohanteb, J., Sadeghi , E.,(2007) . *Streptococcus pneumoniae* résistant à la pénicilline en Iran . Med Princ Pract . 16 : 29–33.

Référence bibliographique :

LLamnaouer, D., (2010). Plantes médicinales du Maroc : Usages et toxicité. Rabat. Maroc. 49p

Lanzotti, V., (2006). The analysis of onion and garlic. J. Chromatogr. A, 1112: 3-22.

Laurain, D., (2010). production of alkaloids in plant cell and tissue cultures. In : Ramawat KG & Mérillon JM (eds) Bioactive molecules and medicinal plants, Springer-Verlag Berlin, 165-174

Lecerf, J.,Fichaux,B., (2016) . Ail et santé .Phytothérapie 14, 139-139p. Mercier- L'ail un alicament qui a du piquant ! Gralic as a functional food and spice ! Phytothérapie 14, 176-18

L. Sidalil, M. Brada, M-L Fauconnier,G. Lognay ,(2014) . Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Thymus vulgaris du Nord d'Algérie. PhytoChem & BioSub Journal, 8 : 156 – 161

M

Macheix, J., Fleuriet, A., Jay-Allemand, C., (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses polytechnologiques et universitaires romandes, France, 192 p.

Mohamed,M ,(2020). Enquête sur la conduite de la culture d'ail (*Allium sativum*) dans la région de M'sila,Mémoire de fin d'étude, Université de M'Sila.

Référence bibliographique :

- Mansour,S.,(2015) .**Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : Artemisia absinthium L, Artemisia herba alba Asso et Hypericum scarboides- Etude in vivo. Thèse de Doctorat, Univ. Mohamed BOUDIAF, Oran, 19 p.
- Mebarki, N., (2010) .**Extraction de l'huile essentiel de thymus fontanesii dt application à la formulation d'une forme médicamenteuse- antimicrobienne. Thèse magister. Université de Boumerdès. 124p.
- Mohammedi, Z., (2013) .** Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. Thèse Doctorat, Université. Abou Bekr Belkaid. Tlemcen.
- Moghtader ,M., (2009) .** Chemical composition of the essential oil of Teucrium polium L. from Iran. Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci. 5, pp: 843–846.
- Mokkadem ., (2004) in Sahi . ,(2016) Sahi L.,(2016) .** La dynamique des plantes aromatiques et médicinales en Algérie [Troisième partie] in Ilbert H, Hoxha V, Sahi L, Courivaud A, Chailan C.2016 :Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie .Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 73.
- Mouchet, J., Camevale, P., Coosemans, M., Julvez, J., Manguin , S., Lenobie , D.R. and Sircoulon J.,(2004) .**Biodeversité du paludisme dans le monde. Ed.John Libbey Eurotext, Paris, 391p.

N

- Nickavar ,B., Mojab, F., Dolat-Abadi ,R.(2005) .**Analyis of the essential oils of two *Thymus* species from Irene.Food Chemistry . 90:609-611 .
- Nikolic ,M., Glamoclija, J., Ferreira ICFR, et al.,(2014).** Composition chimique, activité antimicrobienne, antioxydante et antitumorale de *Thymus serpyllum* , *Thymus algeriensis* Boiss. et les huiles essentielles de Reut et de *Thymus vulgaris* L. Ind Culture Prod . 2014 ; 52 :183–190

Q

O.M.S (Organisation Mondiale de la Santé), (2000) .Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation de la médecine traditionnelle

P

Panovska ,TK., Kulevanova ,S., Gjorgoski, I., Bogdanova ,M.,Petrushevska ,G.,(2007). Hepatoprotective effect of the ethyl acetate extract of *Teucrium polium L.* against carbontetrachloride--induced hepatic injury in rats. *Acta Pharmacy.* 57, pp: 241.248.

Prasad et al, (2016) . Prasad G., Jamkhande T, Vikas A., Suryawanshi N., Tukaram M.

Q

Quezel ,P., (1963) . Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No.581

R

Riffel, A., Medina L-F., Stefani, V., Santos R-C., Bizani S., Brandelle N., (2002) .In vitro antibacterial Activity of a new series of 1,4- naphtaquinones.Brazi-llian journal of medical and biological research. 35(7),pp: 811-818

Reguieg, L., (2011). Using medicinal plants in Algeria. *American Journal of Food and Nutrition.* 1 (3): pp126-127

Rodriguez-Garcia A, Galan-Wong LJ, Aevalo-Nino , K.,(2005) . Développement et évaluation in vitro de biopolymères Ricci Ricci D., Fraternal D., Giamperi L., Bucchini A., Epifano F., Burini G.,en tant que système d'administration contre le micro-organisme parodontopathogène . *Acta Odontol Latinoam* . 2010 ; 23 :158–163

S

Sfeir J, Lefrancois C, Baudoux D, et al. ,(2013). In vitro antibacterial activity of essential oils against *Streptococcus pyogenes* . *Evid Based Complement Alternat Med.*;2013:269161.

Référence bibliographique :

Sticher et al., Sticher,O.,Bedir E., Tasdemir, D., Calis ,I., et Zerbe O., (1999).Neoclerodane diterpenoids from *Teucrium polium*. *Phytochemistry*. 51, pp: 921-925 :

Solano ,E.,(2006) . Cruz CC, Estrada LA, et al. Effet de l'huile essentielle, de l'infusion et de l'extrait éthanolique de *Thymus vulgaris* L., sur la croissance in vitro du groupe A β -hémolytique *Streptococcus pyogenes* . *CONSEIL Rev Esp Cienc Quim Biol* ; 9 : 73–77.

Soto- Mendivil E.A, Moreno- Rodriguez J.F, Estarron - Espinosa M, Garcia., (2006). Fajardo JA et Obledo - Vazquez E.N - Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *Alternaria citri* -E-Gnosis [online];Vol.4;N°16.

T

Tabuti J.R.S., Lye K.A., Dhiion S.S.,(2003).Traditional herbal drugs of Bulamogi Uganda : plants, use and administration, *Journal of Ethnopharmacology*, 88: 19-44.

Taiz, Lincoln & Eduardo Zeiger Taiz, L., Eduardo, Z.,(2006). Secondary Metabolites and Plant Defense in: *Plant Physiology*, Fourth Edition, Sinauer Associates, 2006, chap. 13.

Teuscher *et al.*, Teuscher, E. ; Anton, R. et Lobstien, A .,(2005). *Plantes aromatiques ; Epices, aromates,condiments et huiles essentielles*. Ed. Paris : Tec & Doc. 522p.

Tsai,*et at.*,(2011) Tsai ML, Lin CC, Lin WC, Yang CH. Activités antimicrobiennes, antioxydantes et anti-inflammatoires des huiles essentielles de cinq herbes sélectionnées. *Biosci Biotechnol Biochem* .; 75:1977–1983.

W

Waksmundzka-Hajnos et Sherma., (2011).High Performance Liquid Chromatography in *Phytochemical Science*. *Chromatographic Science Series*, 102: 477-478

Référence bibliographique :

Wills et al Wills, C. J., Petersen, M., Bryant, W. A., Reichle, M., Saucedo, G. J., Tan, S., Taylor, G., Treiman, J., (2000). A site-conditions map for California based on geology and shear-wave velocity, Bulletin of the Seismological Society of America. 90(6B), 187- 208Graz, B

Y

Yahi N., Benhouhou S.(2010). Algérie. In : Radford E.A, Catullo G., Montmollin B. de (dir.). Zones importantes pour les plantes en Méditerranée méridionale et orientale. Sites prioritaires pour la conservation. UICN. p. 27-30.

Z

Zouari Chekki , ASnoussi, I Hamrouni ,N Bouzouita.,(2014).Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of Tunisian garlic (*Allium sativum*) essential oil and ethanol extract .Mediterranean Journal of Chemis