

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

تعماجي للاليج. تماعنوب

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'études

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

Domaine:SNV.

Filière:Biologie.

Spécialité:Microbiologie Appliquée

Propriétés biologiques et divers rôles bénéfique de *Thymus vulgaris* :

Etude bibliographique.

Présenté par :

- AMEUR Nezha
- KERRACHE Ghania
- MOULOU DJ Sanaa

Devant le jury :

Mme CARTELO	MCB	Président	(U.D.B Khemis Miliana)
Mr BADACHE	MAA	Promoteur	(U.D.B Khemis Miliana)
Mme LADAIDI	MAA	Examineur	(U.D.B Khemis Miliana)

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et le tout miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second,

Lien, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de notre Encadreur Mr BADACHE Hakim pour ces précieux conseils et son aide durant toute la période du travail, on la remercie très chaleureusement pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Enfin,

Nous remercions le personnel administratif et pédagogique de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie en particulier le Département de biologie.

Dédicaces

Je dédie ce travail.

A MES TRÈS CHERS PARENTS,

Mon père AMEUR Jlyes et Ma mère SOUALAH Ghania Vous resterez toujours dans mon Cœur Que Dieu vous garde.

A MES SŒURS,

Basma,Aya,Jlaf.

A TOUTES MES AMIES ,MES COUSINES,

Fatima Zohra,Amira,Khaoula et surtout Ghania et Sanaa.

A MES NIÉCES,

Mohamed Abdelrahmane et célia.

A TOUTES LES PERSONNES QUI NOUS ONT AIDÉS À ACCOMPLIR CE TRAVAIL.

A Toutes la famille AMEUR et SOUALAH.

AMEUR NEZHA.

Dédicaces

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL,

Accompagné d'un profond amour à celle qui m'a arrosé d'espoirs à la Source d'amour qui m'a béni par,

MA MÈRE & MON TRÈS CHER PÈRE, QUE DIEU LE GARDE.

Ames chers frères et sœurs ma source de Bonheur et de plaisir

A MON SUPPORTER ,

qui m'ont encouragé Durant la préparation de ce mémoire mon marrimokamedSekkaçhla.

A MES AMIS,

Ceux avec qui j'ai goûté les plus beaux moments, « les amis du Collège ». Ceux qui ont participé à cette recherche « Nezha et Sanaa»

KERRACHE GHANIA.

Dédicaces

JE DÉDIE CET TRAVAIL ,

A ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études, aussi avec la grande plaisir de mon père.

A MON MARI ET MA FILLE, MES SOEURS ,

Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A MA FAMILLE, MES PROCHEs,

Ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A TOUS MES AMIS ,

Qui m'ont toujours encouragé surtout Nezha et ghania mes proches amis à qui je souhaite plus de succès. A tous ceux que j'aime.

MOULOUDJ SANAA.

Tables des matières

REMERCIEMENTS.

LISTE DES FIGURES.

LISTE DES TABLEAUX.

INTRODUCTION.....01

CHAPITRE I : LA FAMILLE DES LAMIACEAE.

I .1.Généralité.....	03
I .2. le genre de thymus.....	03
I .3- Thymus Vulgaris.....	03
I .4.Origine et la distribution de la plante.....	04
I .5 Place de la plante dans la systématique.....	04
I .6 .Exigence écologique et habitat	05
I . .7. Origine et Description botanique de la plante	05
I . .8. composition chimique (Thymus Vulgaris)	06
I . .9 Répartition géographique	07
I . .9.1. Dans le monde.....	07
I . .9.2. En Algérie.....	07
I .10.Domaine d'usage du Thym.....	08

CHAPITRE II : LES HUILLES ESSENTIELLES

II .2/ Les huiles essentielles :.....	11
II .1 Historique.....	11
II .2.Définition général des huiles essentielles.. ..	11
II .3.Localisation et le Rendement.....	12
II .4.Composition chimique.	12
II .4.1/-Composants terpéniques.....	12

II.4.2/- Lescomposants aromatiques.....	14
II.4.3.composants d'origine divers.....	15
II.5. Composition chimique des huiles essentielles de thym	15
II.6.Profil chromatographique.....	17
II.7.Notion de chémotype.....	17
II.8.Propriété physique.....	18
II.9. Les voies d'administration.....	18
II.10. Toxicité.....	18
II.11.Domains d'utilisation les huiles essentielles.....	19
II.12. Procédés et équipements d'extraction des huiles essentielles	20
II.12.1/- Méthodes traditionnelles d'extraction des huiles essentielles.....	21
II.12.2 Méthodes innovantes d'extraction des HE.....	23
II.11.Contrôle de qualité et normalisation.....	23

CHAPITRE III : METABOLITES SECONDAIRES.

III.1. Généralités.....	26
III.2. Classification des métabolites.....	26
III.2.1. Métabolites primaires.....	26
III.2.2. Métabolites secondaires.....	26
III.3. Classification de métabolite secondaire.....	27
III 3.1. Les composés Phénoliques.....	27
III 3.2. Les Alcaloïdes.....	28
III 3.3.Les Terpènes.....	28
III.4.Les principaux métabolites isolés du genre Thymus	30
III.4.1. Acides phénoliques isolés du genre Thymus	30
III.4.2. Flavonoïdes isolés du genre Thymus	33
III.5. Les huiles essentielles du genre Thymus.....	35

III.5.1.Composition de thym à partir de plantes, d'extraits de plantes ou d'huiles essentielles 35

III.5.2. L'huile essentiell du Thymus vulgrais36

CHAPITRE IV : LES ACTIVITEES BIOLOGIQUES DES HUILES ESSENTIELLES DE THYM.

IV. 1. Activité Antibactérienne.....39

IV.2.Activité Antifongique.....42

IV.3.Activité Antioxydant.....48

CHAPITRE V : L'INTERET ECOLOGIQUE ET INDUSTRIELLE DE LA FAMILLE LAMIACEAE(THYMUS VULGARIS).

V. 1. Intérêt industrielle.....51

V. 2.Intérêt agroalimentaire.....51

V. 3. Intérêt En parfumerie.....51

V. 4. Intérêt En phytothérapie.....51

V. 5. Intérêt nutritionnel et pharmacologique.....52

V. 6. Intérêt économique.....52

CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....54

REFERENCE BIOBIOGHRAPHIQUE56

Résumé :

L'objectif principal de ce travail est d'étudier la propriété biologique et divers rôles bénéfiques de *Thymus vulgaris*. Une recherche bibliographique a été réalisée sur l'espèce du Thymus.

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition que de leur rendement. Cette variabilité est fondamentale car les activités qui découlent des huiles essentielles peuvent être très différentes. Dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne et à travers une étude bibliographique approfondie, on s'intéresse à l'espèce de la famille des Lamiacées, l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antimicrobien et antioxydant.

Les mots clés : *Thymus Vulgaris, Métabolisme secondaire, Activité antibactérienne, Antifongique, Activité antioxydant, composition chimique, Les huiles essentielles.*

Abstract

The main objective of this work is to study the biological property and various beneficial roles of *Thymus vulgaris*. A Bibliographic research was carried out on the species of *Thymus*. Essential oils show great variability, both in terms of their composition and their performance.

This variability is fundamental because the activities that derive from essential oils can be very different. Within the framework of the valorization of the Algerian flora and through an in-depth bibliographical study, we were interested in the species of the Lamiaceae family, one of the families most used as a world source of spices and extracts with strong antimicrobial and antioxidant power.

Key words : *Thymus Vulgaris, Secondary metabolism, Antibacterial activity, Antifungal, Antioxidant activity, chemical composition, Essential oils.*

الملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة الخصائص البيولوجية والأدوار المفيدة المختلفة للزعر ، وقد تم إجراء بحث ببيولوجرافي على أنواع الزعر. تظهر الزيوت الأساسية تنوعًا كبيرًا ، سواء من حيث تكوينها أو أدائها. هذا التباين أساسي لأن الأنشطة المشتقة من الزيوت الأساسية يمكن أن تكون مختلفة تمامًا. في إطار تامين النباتات الجزائرية ومن خلال دراسة ببيولوجرافية متعمقة ، اهتمنا بأنواع عائلة لامياسيا ، وهي إحدى العائلات الأكثر استخدامًا كمصدر عالمي للتوابل والمستخلصات ذات القوة القوية المضادة للميكروبات ومضادات الأكسدة.

كلمات المفتاحية *Thymus Vulgaris* :، التمثيل الغذائي الثانوي ، النشاط المضاد للبكتيريا ، مضاد الفطريات ، النشاط المضاد للأكسدة ، التركيب الكيميائي ، الزيوت الأساسية

Liste des figures.

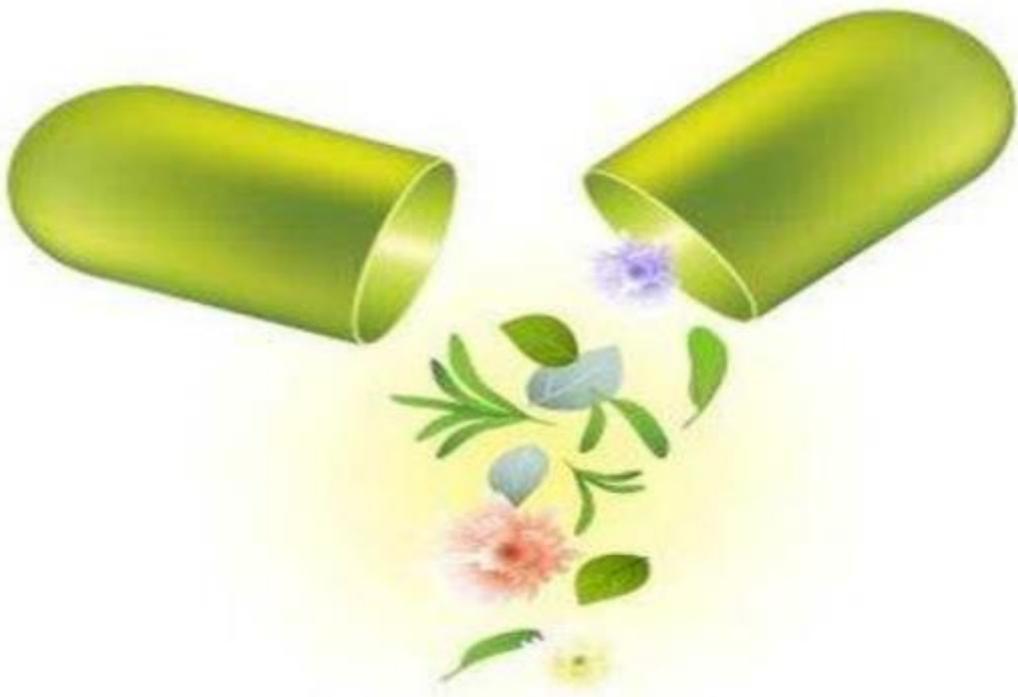
Figure 1 : Aspects morphologiques de Le Thymus Vulgaris.	05
Figure 2 : Le Thymus Vulgaris.	06
Figure 3 :Distribution du genre Thymus dans le monde.	07
Figure 4 :Formule de l'isoprène.	14
Figure 5 :Exemples de composés aromatiques C6-C3 caractéristiques des huiles essentielles.	14
Figure 6 :Appareillage utilisé pendant l'hydrodistillation d'huile essentielle.	21
Figure 7 : Entraînement à la vapeur d'eau .	22
Figure 8 : Hydrodistillation assistée par micro-ondes.	23
Figure 9 : Structure chimique des terpènes dans l'huile essentielle de thym.	36

Liste des Tableaux :

Tableau 1: Localisation des principales espèces du thym en Algérie .	08
Tableau 2 : Composition chimique de l'huile essentielle de T. vulgaris.	15
Tableau3:Distribution des acides phénoliques dans le genre Thymus.	30
Tableau 4 : Distribution des flavonoïdes dans les espèces du genre Thymus.	33
Tableau5 : Propriétés du thymol et du carvacrol.	35
Tableau 6: Composition chimique du Thymus vulgaris .	37
Tableau 7 : Activité antibactérienne de Thymus Vulgaris.	39
Tableau 8 : Activité antifongique de Thymus Vulgaris.	43
Tableau 9 : Activité antioxydant de Thymus Vulgaris.	49

Liste des abréviations.

AFNOR	Association française de normalization.
EA	Efficacité anti-radicalaire .
HE	Huile essentielle.
PAM	Plantes Aromatiques et Médicinales.
pH	Potential Hydrogène.
T. algeriensis	<i>Thymus algeriensis .</i>
T. fontanessii	<i>Thymus fontanessii.</i>
T. numidicus	<i>Thymus numidicus.</i>
T. Vulgaris	<i>Thymus vulgaris .</i>
T. Capitatus	<i>Thymus capitatus.</i>
°C	Degré Celsius
%	Pourcentage.



INTRODUCTION

Introduction

Les plantes ont, toujours, fait partie de la vie quotidienne de l'Homme, il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux. Elles ont été utilisées dans la médecine traditionnelle pendant plusieurs millénaires et à travers les siècles, la connaissance des plantes médicinales et des remèdes végétaux n'a pas cessé de s'enrichir (**Mpondo et al., 2017**).

Actuellement, cette médication, par les plantes, connaît un regain d'intérêt notable, et, c'est grâce aux études scientifiques basées sur les méthodes analytiques et les expérimentations nouvelles, que le monde médical découvre de plus en plus, le bien fondé des prescriptions empiriques des plantes médicinales (**Lahsissene et al., 2009**).

L'Algérie possède une position géographique particulière lui accordant une large bande de végétation très variée notamment les plantes aromatiques médicinales. La flore algérienne recèle un patrimoine végétal très riche, mais peu connu par manque d'études sur les vertus et les richesses qu'il peut probablement engendrer, celui-ci est malheureusement très peu exploité (**Boudoumi, 2014**).

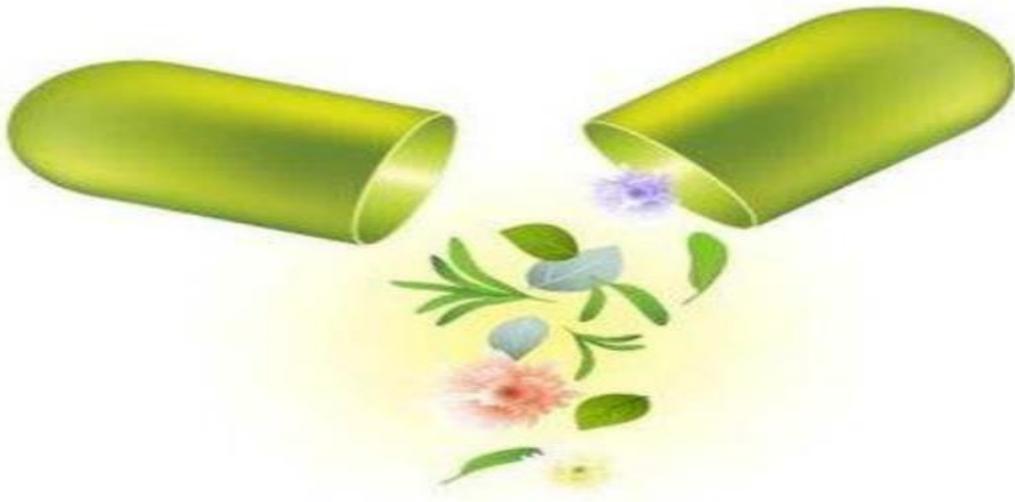
L'une des valorisations possibles de cette richesse naturelle, que sont les plantes, est l'extraction de leurs huiles essentielles ; produits connus et utilisés par les égyptiens, les perses et les grecs, pour leurs propriétés aromatisants et médicinales (**Iserin, 2001**).

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition que de leur rendement. Cette variabilité est fondamentale car les activités qui découlent des huiles essentielles peuvent être très différentes (**Benini, 2007 ; Bruneton, 1999 ; Garnero, 1991**).

A cet effet, dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne et à travers une étude bibliographique approfondie, on s'est intéressé aux espèces de la famille des lamiacées l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antimicrobien et antioxydant (**Bouhdid et al., 2006**).

La plante sur laquelle a porté notre choix est l'espèce *Thymus vulgaris*, ce choix est justifié par le fait que cette plante est riche en principes actifs (huiles essentielles) et possède des activités biologiques diverses et importante.

Pour cela, notre étude bibliographique sera répartie en cinq chapitres initiée par le premier chapitre qu'est consacré par la présentation de la famille lamiaceae et l'espace *Thymus Vulgaris*. Dans le second chapitre nous aborderons les huiles essentielles de *Thymus Vulgaris*. Le troisième chapitre qui traitera la métabolisme secondaire de *Thymus Vulgaris*. Le quatrième chapitre qui abordera les différents activités biologiques de *Thymus Vulgaris* et en terminera par le cinquième chapitre qui abordera les différents intérêts de *Thymus Vulgaris*.



CHAPITRE I

LA FAMILLE DES LAMIACEAE.

I . 1. Généralité sur la famille de Lamiaceae :

Les lamiacées ou Labiacées sont des importantes familles de plantes Dicotylédones qui comprend environ 6000 espèces et près de 210 genres. Arbustes, sous-arbrisseaux ou plantes Herbacées, la famille est très importante dans la flore de l'Algérie. Certains Genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des Espèces. dont l'aire de dispersion est extrêmement étendue, mais avec une prépondérance pour les régions méditerranéennes : Thymus, Lavande, Romarin caractérisent la flore des garrigues. Les lamiacées sont rares, par contre, dans la région arctique et en haut Montagne. (Demane et Serrai, 2021).

I . 2. L'importance de la famille de Lamiaceae :

Les Labiacées sont les plus connues pour leurs huiles. La famille est aussi célèbre pour la présence de diterpénoïdes à ses membres (Rivera Nunez, 1992). Cette famille est l'une des principales sources culinaires. Les espèces de Mentha, thymus, Salvia, Origanum, Ocimum sont utilisées comme arômes alimentaires, et légumes. En outre, plusieurs espèces de la famille sont utilisées dans les techniques traditionnelles et médecine moderne. L'Algérie est le berceau des traditions et des connaissances phytothérapeutiques. Un très grand nombre de genres de la famille des Lamiaceae sont des sources riches en terpénoïdes, flavonoïdes et iridoïdes glycosylés. Le genre Phlomis comprend près de 100 espèces est particulièrement riche en flavonoïdes, phényléthanoïdes, et en iridoïdes glycosylés. Le genre Salvia (sauge), comprenant près de 900 espèces majoritairement riche en diterpénoïdes (AKabouche., 2005). et le genre Marrubium (Marrube) comprend près de 30 espèces qui peuvent se trouver dans un nombreux pays du globe (Bonnier., 1988).

I . 3. le genre de thymus :

Le genre Thymus, membre de la famille des Lamiacées, contient environ 400 espèces de plantes aromatiques vivaces, plantes herbacées semperviventes ou semi-semperviventes avec de nombreuses sous-espèces, variétés, sous-variétés et formes (Borugă et al., 2014). L'espèce la plus connue c'est le Thymus vulgaris.

I . 4. Thymus Vulgaris :

Thymus vulgaris est une espèce aromatique et médicinale de la famille des Lamiacées Originaire des régions méditerranéennes et a été adaptée à de nombreux climats différents à travers le monde (Fani et Kohanteb, 2017). Le nom « Thymus » dérive du mot grec « thymos » qui signifie « parfumer » à cause de l'odeur agréable que la plante dégage (Pariente, 2001), communément appelé thym de jardin ou thym commun (Shmeit et al., 2020) et en Algérie elle est nommée zaater. Cette plante a été utilisée par les Grecs comme encens dans leurs temples et par les Romains dans la cuisine et comme source de miel (Balladin et Headley, 1999), elle est utilisée depuis l'antiquité comme ingrédient culinaire, pour ajouter de la saveur aux fromages et aux liqueurs, et pour aromatiser les viandes comme le lapin, l'agneau (Satyal et al., 2016).

Et en médecine, il est utilisé comme anti spasmolytique ,antibactérien, antifongique, , expectorant, antiseptique, anthelminthique et antitussif (**Özguven et Tansi, 1998**).

I .5.ORIGINE ET DISTRIBUTION DE LA PLANTE :

Thymus vulgaris L. est indigène de l'Europe du sud, on le rencontre depuis la moitié orientale de la péninsule ibérique jusqu'au sud-est de l'Italie, en passant par la façade Méditerranéenne française (**Özcan et Chalchat, 2004 ; Amiot, 2005**). Il est maintenant cultivé Partout dans le monde comme thé, épice et plante médicinale (**Kitajima et al., 2004**).

Le *Thymus vulgaris* se présente toujours dans un état sauvage en plaines et collines, comme la lavande, le romarin, la sauge et beaucoup d'autres plantes sauvages (**Kaloustian et al., 2003**). Cette plante spontanée pousse abondamment dans les lieux arides, caillouteux et ensoleillés des Bords de la mer à la montagne (**Poletti, 1988**).

I .6.Place de la plante dans la systématique.

La situation botanique de l'espèce *Thymus vulgaris* L. est donnée ci-dessous (**Goetz et Ghédira, 2012**):

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Embranchement : Magnoliophyta

Sous-embranchement : Magnoliophytina

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Thymus*

Espèce : *Thymus vulgaris* L.

Noms vernaculaires : Thym vulgaire, thym des jardins, farigoule, frigoule, barigoule, thym commun, thym cultivé et saatar ou zaatar (en arabe زعتر ou صعتر)

I .7. Exigence écologique et habitat :

Les espèces de Thym sont plus efficaces dans les sols grossiers et rugueux. Il est très important que les sols soient légers et bien drainés avec un pH de 5 à 8. Bien que le Thym se développe facilement, sur les sols calcaires secs et pierreux, il peut être cultivé dans des sols umides et lourds, mais il devient moins aromatique. La période de végétation de cette plante est de 200 à 210 jours (GhasemiPirbalouti et al. 2015). Le thym pousse bien sur des endroits naturels, sur sol légers et calcaires mais il prospère tout aussi bien sur sols fertiles argileux mais non détrempés. Et Il nécessite des endroits bien la sécheresse. C'est d'ailleurs sur sols pauvres que se développe le mieux son arôme. Dans des endroits de fortes gelée, une protection est recommandée durant l'hiver sa multiplication se fait par semis superficiel (germination à la lumière), réalisé mi-avril ou plus rarement en août, en rangées encadrées environ 20 à 30 cm ; de préférence sur sol léger et sablonneux (Eberhard et al., 2005).

I . 8. Description botanique de la plante :

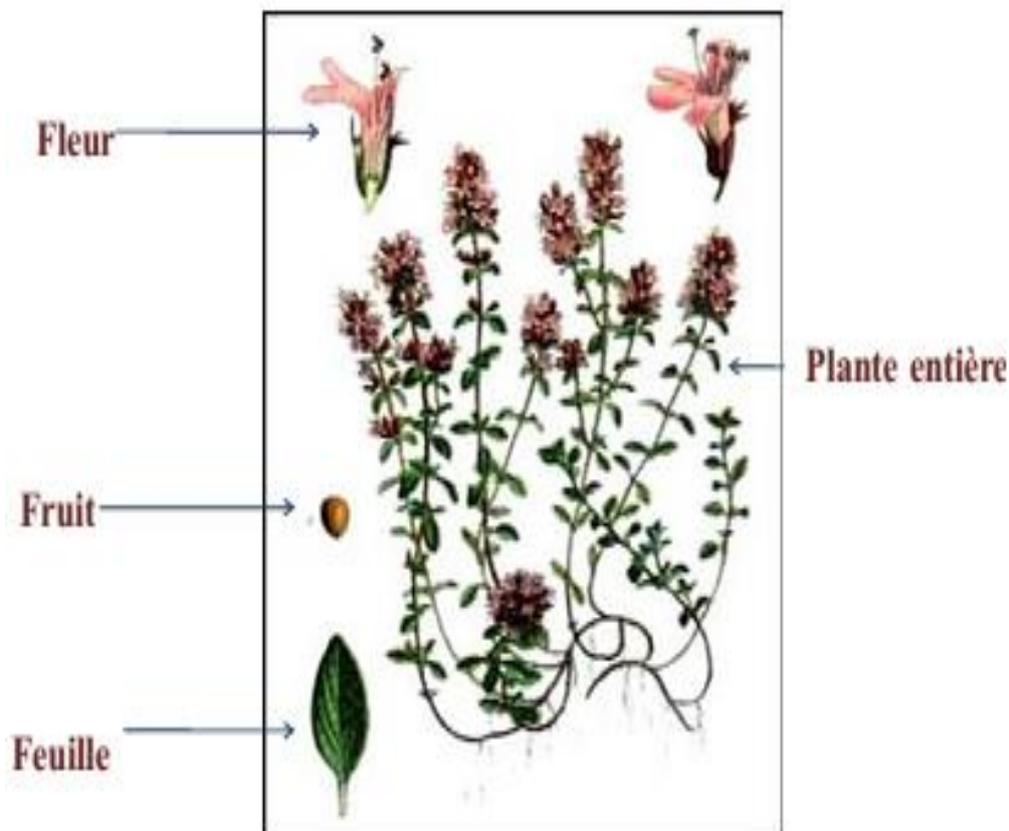


Fig 1 : Aspect morphologique de Thymus Vulgaris (Demane et Al,2020).

La plante *Thymus vulgaris* est un arbuste buissonnant à base ligneuse, de 10 à 40 cm (**Fani Et Kohanteb, 2017**), avec des tiges dressées, ligneuses, très rameuses. Les feuilles sont petites, opposées à bord enroulé, subsessiles, blanchâtre, sur le dessous, à limbe coriace. Les fleurs sont petites, mauves, zygomorphes, en glomérules ovoïdes. La plante présente une forte odeur persistante de thymol. Le fruit est un tétrakène à quatre nucules brun. (**Bruneton, 2016 ; Boulade, 2018**).



Fig02 : Le *Thymus Vulgaris*(Demane et Serai ,2021).

I . 9. composition chimique (*Thymus Vulgaris*):

La teneur en huile essentielle de la plante varie de 5 à 25 ml/Kg et sa Composition fluctue selon le chémotype considéré (**Bruneton., 1999**). ; L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a été analysée en utilisant la Chromatographie en phase gazeuse (CPG) couplée à une spectrométrie de masse (SM), 30 composés ont été identifiés et caractérisés, les plus abondants sont respectivement : thymol (44,4 – 58,1 %), p-cymène (9,1 – 18,5 %), δ -Terpinène (6,9 – 18,0%), carvacrol (2,4 – 4,2 %), linalol (4,0 – 6,2 %). La Caractéristique d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* était sa teneur élevée du Thymol (**Guillén et Manzanos., 1998 ; Balladin et Headley., 1999 ; Hudaib et al., 2002 ; Bouhdid et al., 2006**).

Le contenu phénolique total, flavonoïdes, catéchine, et anthocyanine dans l'infusion aqueuse préparée du *thymus vulgaris* a été déterminé par des Méthodes spectrophotométriques(**Kulišić et al. ; 2006**). Tableau : Teneur en polyphénols (en μg EAG/mg d'extrait) dans l'infusion aqueuse du *Thymus vulgaris* (**Kulišić et al. ; 2006**).

I . 10. Répartition géographique.**I . 10. 1. Dans le monde.**

Le thym est réparti entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la méditerranée Il est très répandu Dans le nord-ouest africain (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye), les montagnes d'Éthiopie et D'Arabie du sud-ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Égypte. Il se trouve également En région Macaronésienne (îles Canaries, Madère et les Açores) et en Himalaya. Il peut même Atteindre les limites de la région tropicale et du Japon.dans le nord, il pousse en Sibérie, en Europe nordique jusqu'aux bords du Groenland (**Abdelli,2017**).

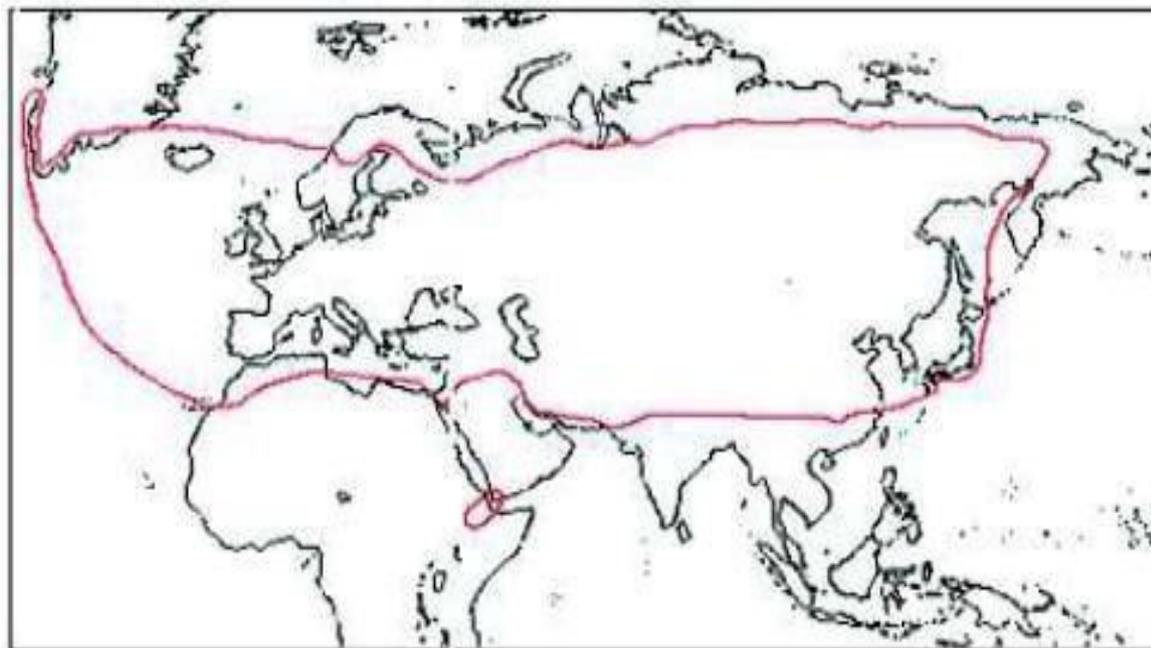


Fig 03 :Distribution du genre Thymus dans le monde(Mansouri.I et al 2020)

I . 10. 2. En Algérie :

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales au regard de sa superficie et sa diversité bioclimatique. Le thym est une plante répandue en Algérie. Les différentes espèces Qui y existent sont réparties le long du territoire national, du Nord Algérois à l'Atlas saharien, Et du Constantinois à l'Oranais (**Touhami, 2017**).

Tableau 1 : Localisation des principales espèces du thym en Algérie (Czemerys, 2007)

Espèce	Localisation	Nom local
<i>Thymus capitatus</i>	Région de Tlemcen	Zaâteur
<i>Thymus fontanasii</i>	Commun dans le Tell et endémique de l'est de l'Algérie	Zaâteur
<i>Thymus commutatus</i>	Endémique d'Oran	Zaâteur
<i>Thymus numidicus</i>	Le sous-secteur de l'atlas tellien, la grande et la petite Kabylie, Skikda à la frontière tunisienne et le Tell Constantinois	Tizaâtar
<i>Thymus guyonii</i>	Le sous-secteur des Hauts plateaux algérois- oranais et Constantinois	Tizaâtar
<i>Thymus lancéolatus</i>	Le sous-secteur de l'atlas tellien (Terni de Médéa Ben-chicao) et le sous-secteur des Hauts plateaux algérois, oranais (Tiaret) et constantinois	Zaâteur
<i>Thymus pallidus</i>	Le sous-secteur de l'Atlas Saharien et constantinois	Tizerdite
<i>Thymus hirtus</i>	Commun sauf sur le littoral	Djertil Hamrya
<i>Thymus vulgaris</i>	Les lieux arides, caillouteux et ensoleillés des bords de la mer à la montagne	Zaatar

I . 11. Domaine d'usage du Thym :

• Usage traditionnel :

Le thym est utilisé comme aromate en cuisine, c'est une plante condimentaire très appréciée en Algérie et dans différentes parties du monde pour aromatiser les plats, les Fromages et les boissons alcoolisées. C'est une plante médicinale recommandée contre tous Les types de faiblesse, et indiquée pour les crampes d'estomac, les inflammations Pulmonaires les palpitations, ainsi que les affections de la bouche (**Daidj, 2007 ; Djeroumi Et Nacef, 2004 ; Mayer, 2012**). Il est considéré aussi comme l'un des remèdes populaires les plus utiles et efficaces, dans le Traitement des affections respiratoires ; rhume, grippe, et angine par trempage des feuilles Sèches. Egalement Utilisé dans le nettoyage et la cicatrisation des plaies, l'expulsion des Gaz intestinaux et contre la mauvaise digestion, grâce à ses propriétés stomachiques Antiseptiques des voies respiratoires et pectorale (**Baba Aissa, 1990 ; Hadouche, 2011**).

- **Usage médicinal et pharmaceutique :**

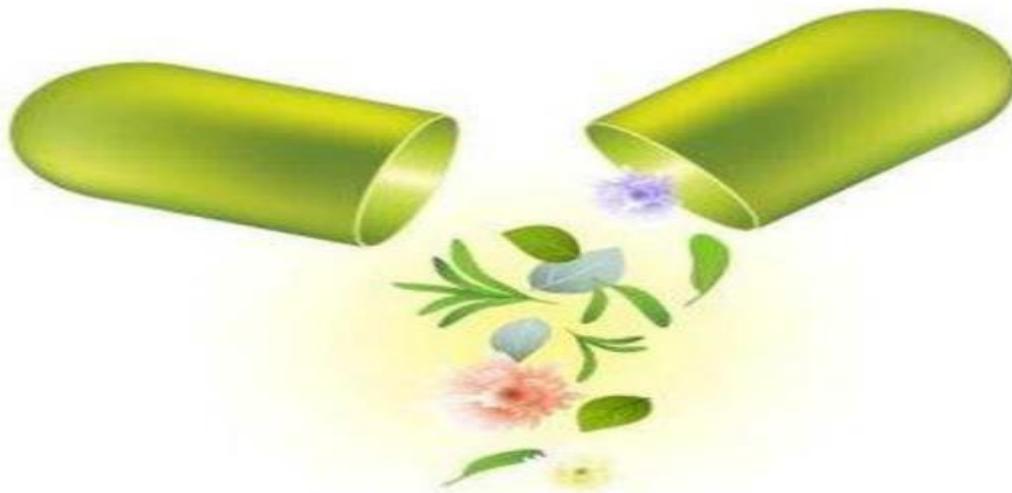
Les feuilles du thym sont riches en HEs dont les propriétés sont mises en profit en phytothérapie et en médecine, comme produit vétérinaire (antiparasite, antispasmodique, Antiseptique et digestif), en plus des études ont confirmé leur activités antiseptique et spasmolytique.

Le thym possède des vertus antiseptique utilisées pour soigner les infections Pulmonaires, il calme les toux quinteuses, diminue les sécrétions nasales et soulage les Problèmes intestinaux (**Frederich, 2014 ; Saidj, 2007**). Plus de 90 espèces de Lamiacée Sont inscrites dans la pharmacopée parmi lesquelles le thym (**Nouioua, 2012**). En Pharmacie, le thymol et le carvacrol sont employés en collutoires, dans les dentifrices, les Savons, les onguents, les lotions, les pastilles pour la gorge et les remèdes antigrippes.

Plusieurs études ont montré que le thymol possède de nombreuses activités Biologiques telles que l'activité antispasmodique, antimicrobienne, fongicide, insecticide, Antioxydante, anticancérigène et anti-inflammatoire (**Daoudi, 2016**). Par ailleurs, les extraits de thym ont montré une large activité antibactérienne en inhibant la croissance des Bactéries à Gram positif et Gram négatif (**Qaralleh et al., 2009**).

- **Usage cosmétique :**

Le thym herbe aromatique est connu pour son agréable odeur, il entre dans la Composition de beaucoup de produits cosmétiques. L'huile essentielle du thym riche en Thymol est utilisée pour la confection de savons, de produits de beauté, des parfums, des Détergents, d'articles de toilette, produits d'hygiène, et bien d'autres produits. Par ailleurs, Il a été démontré que le thym est un bon remède contre la chute de cheveux (**Benteyeb et Djemmal, 2014 ; Saidj, 2007 ; Zrira, 2003**).



CHAPITRE II

LES HUILLES ESSENTIELLES.

II .Les huiles essentielles :

II .1. Historique :

Les premières traces d'utilisation des plantes remontent à 40 000 av. J.-C. en Égypte Antiquité en 4500 av. J.-C., nous apporte une description détaillée du papyrus Plantes utilisées en médecine, parfum et embaumement des morts (**Desramaux 2018**). Le papyrus égyptien Ebers datant de 1600 av. J.-C. La première série consacrée aux plantes médicinales (**Hessas&Simoud, 2018**). De plus, les Des traces d'utilisation de plantes médicinales existent dans les textes chinois antérieurs 5000 avant J.-C. En Inde, les Védas, livres sacrés écrits vers 1500 avant J.-C., Contient également des témoignages de connaissances botaniques. La première extraction d'huiles essentielles par distillation à la vapeur a été Dirigé par le médecin arabe Ibn Sinna « Avicenne » (980-1037), qui a développé un Les premières huiles essentielles pures sont encore produites. Il faudra attendre la fin des croisades Vers le 12ème siècle et les chevaliers retournèrent en Europe pour pouvoir ramener La découverte de la distillation à la vapeur et l'utilisation des huiles essentielles. Comment est-ce L'aromathérapie va s'installer en Occident (**Veyrune, 2019**). En 1910 René-Maurice Gattefossé, chimiste, parfumeur et père de l'aromathérapie Le scientifique, qui s'est brûlé la main dans une explosion dans son laboratoire, a d'excellents réflexes Mettez la main dans un récipient rempli d'huile essentielle de lavande. Soulagé En un instant, ses blessures cicatrisèrent à une vitesse étonnante. Surpris par ce résultat, il A décidé d'étudier les huiles essentielles et leurs propriétés et a inventé le mot aromathérapie du grec « aroma » (parfum) et « therapeia » (soin) (**Abadlia et Chebbour, 2014 ; Laurent, 2017**). Aujourd'hui, l'aromathérapie est largement répandue dans le monde, la connaissance de L'utilisation des plantes est précise. De nombreux laboratoires font des recherches Aromathérapie Certifiée Biologique (**Desramaux, 2018**)

II . 2. Définition Général du huilles essentielles :

Le terme « huile essentielle » a été inventé par des médecins suisses au 16ème siècle Parascelsus Von Hohenheim désigné composé actif de médecines naturelles (**Burt, 2004**). Cette définition est plus ou moins définie par l'AFNOR (Association Française de Normalisation) : « Les huiles essentielles sont des produits dérivés d'une matière Matières premières d'origine végétale, par distillation à la vapeur ou procédé Préparé mécaniquement à partir du zeste frais de certains agrumes, ou par distillation sèche. Huile Les substances essentielles sont ensuite séparées de la phase aqueuse par un procédé physique » (**Afnor, 2000 ; 2010**). Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires produits par définition Les plantes comme moyen d'éloigner les ravageurs herbivores. Ces extraits contiennent Une moyenne de 20 à 60 composés, majoritairement des molécules de faible complexité (monoterpènes, sesquiterpènes, etc.) (**Yahyaoui, 2005 ; Benayad, 2008**). Ces huiles sont les cellules sécrétoires sont synthétisées à l'aide de l'énergie solaire et sont appelées différentes appellations : essence botanique, essence aromatique, huile essentielle ou parfum (**Belkou et al., 2005**). Le terme "huile" s'explique par les propriétés que présentent ces composés Dissoudre dans les graisses et transmettre leurs propriétés hydrophobes. Le mot "nécessaire" rend En matière de parfum, les

plantes émettent des odeurs plus ou moins fortes (**Bouamer et al., 2004 ; Anton et Lowstein, 2005**).

II.3. Localisation et Rendement :

En pratique, les HE sont principalement extraites de deux types de plantes : les agrumes et les PAM. Parmi les espèces végétales, 10 % seulement sont dites « aromatiques ». La capacité à accumuler l'HE est cependant la propriété de certaines familles de plantes réparties au sein de l'ensemble du règne végétal, aussi bien représentées par la classe des gymnospermes que celle des angiospermes (**Roux et Catier, 2007**). Les HE sont des sécrétions naturelles élaborées par le végétal et contenues dans les cellules ou parties de la plante comme celles des fleurs (rose), sommités fleuries (lavande), feuilles (citronnelle), écorce (cannelier), racines (iris), fruits (vanillier), bulbes (ail), rhizomes (gingembre) ou graines (muscade). Pour certaines HE comme celles de lavande ou de sauge, c'est la plante entière qui est utilisée. Seules les parties sécrétrices ou les plus concentrées de la plante sont récoltées à la période de rendement optimum : avant la floraison (menthes), pendant (lavandes) et après celle-ci (plantes à Graines) ou encore après la rosée du matin (fleurs fragiles) (**Salle, 1991**). Les HE sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des structures histologiques ou glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule (**Deysson, 1978 ; Festy, 2008 ; Bruneton, 1999 ; Anton et Lobstein, 2005**).

II.4. Composition chimique :

La composition des huiles essentielles est très complexe, ce sont des mélanges très variables et analysables qui appartiennent presque exclusivement à deux groupes aux caractéristiques biologiques distinctes : le groupe des terpénoïdes (terpénoïdes) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane, qui peuvent également contenir des produits résultant de divers processus de dégradation impliquant des composants non volatils (**Benayad, 2008 ; Guinoiseau, 2010**)

II.4.1. composés terpéniques :

D'après (Couic-Marinier et Lobstein, 2013), Ils sont classés selon :

- Leurs fonctions : alcools (Géranol, Linalol), esters (Acétate de linalyle), aldéhydes (Citral, citronellal), cétones (Menthone, Camphre, Thuyone), éthers-oxydes (Cinéole).
- Leur structure : linéaire (Farnésène, Farnésol) ou cyclique ; monocyclique (Humulène, Zingiberène), bicyclique (Cadinène, Caryophyllène, Chamazulène) ou tricyclique (Cubébol, Patchoulol, Viridiflorol). }

- ✓ Ils sont subdivisés en fonction du nombre d'entités isoprènes en monoterpènes (C₁₀H₁₆) constitués de deux isoprènes, sesquiterpènes (C₁₅H₂₄) constitués de trois isoprènes, Diterpènes (C₂₀H₃₂) constitués d'alcènes. Les tétraterpènes sont constitués de huit isoprènes qui produisent des caroténoïdes. Les polyterpènes ont la formule

générale : $(C_5H_8)_n$ ou n peut être compris entre 9 et 30. Les terpénoïdes sont des terpènes possédant une ou plusieurs fonctions chimiques (alcools, aldéhydes, cétones, acides)

- **Les monoterpènes :**

Les monoterpènes sont formés du couplage de deux unités isoprène ($C_{10}H_{16}$), sont volatils dans la vapeur d'eau, ont souvent une odeur agréable, et représentent la majorité, parfois plus de 90%, des huiles essentielles (**Bakkali et al., Année 2008**). En raison de leurs structures diverses, ils ont de multiples fonctions (**Lakhdar, 2015**) :

- Carbure : Acyclique: « Myrcene, Ocimene.. », Monocyclique: « Terpinenes, p-cimene, phellandrenes.. », Bicyclique: « Pinenes, Camphene, Sabinene.. ». Il est à signaler qu'à ces terpènes se rattachent un certain nombre de substances à fonction chimique. }
- Alcools : Acyclique : « Geraniol, Linalol, Citronellol, Lavandulol, Nerol.. », Monocyclique : « Menthol, α -terpineol, Carveol.. », Bicyclique: « Borneol, Fenchol, Chrysanthenol, Thuyon-3-ol ». }
- Aldéhydes : Acyclique: « Geraniol, Neral, Citronellal.. ». }
- Cétones : Acyclique: « Tegetone », Monocyclique: « Menthone, Carvone, Pulegone, Piperitone », Bicyclique: « Camphor, Fenchone, Thuyone, Ombellulone, Pinocamphone, Pinocarvone... ». }
- Esters: Acyclique: Linalylacetate ou Propionate, Citronellylacetate, etc., Monocyclique: Menthyl or α -terpinylacetate, etc..., Bicyclique: isobornylacetate, etc... }
- Ethers: « 1,8-cineole, Menthofurane... ». }
- Peroxydes: ex : « Ascaridole », etc. }
- Phénols: ex : « Thymol », « Carvacrol ».

- **Les sesquiterpènes :**

Les sesquiterpènes contiennent 15 atomes de carbone. Ils sont moins volatils et ont des points d'ébullition plus élevés que les monoterpènes (**Baser et Buchbauer, 2015**). Ce sont des dérivés hydrocarbonés de formule C_{15} . C'est la classe de terpènes la plus diversifiée et elle est divisée en plusieurs classes structurelles, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Les sesquiterpènes sont structurellement et fonctionnellement similaires aux monoterpènes (**Bakkali et al., 2008**).

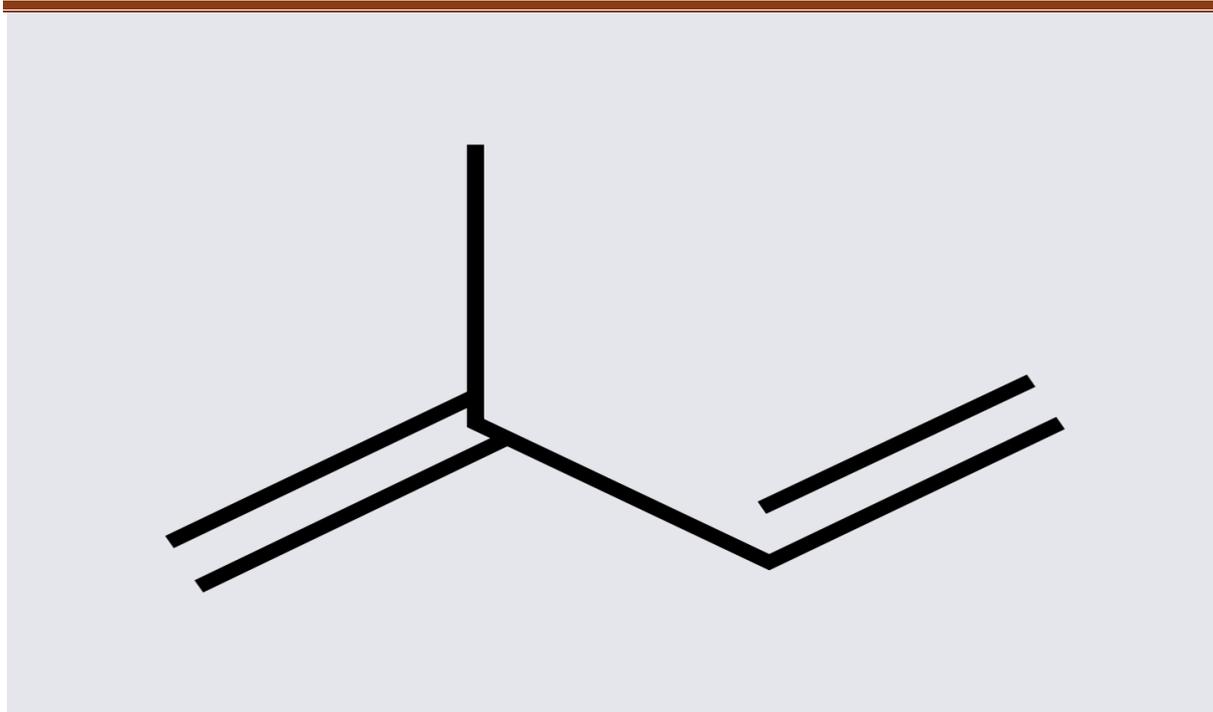
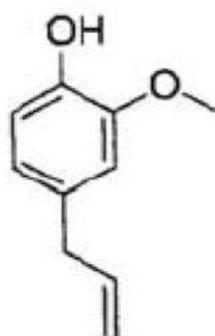


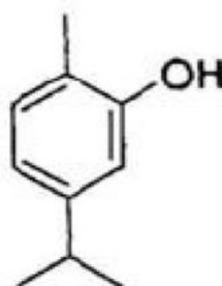
Fig 04 : Formule de l'isoprène (Fillatre, 2011)

II .4.2. Les composants aromatiques :

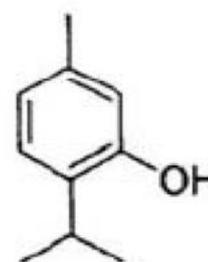
Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane sont moins fréquents dans les huiles essentielles que les monoterpènes et les sesquiterpènes. Les lactones dérivées de l'acide cinnamique, comme les coumarines, sont majoritairement entraînées par la vapeur d'eau et sont donc présentes dans certaines HE (**Couic-Marinier et Lobstein, 2013**). Ils sont également intéressants sur le plan olfactif. Par exemple, l'eugénol est responsable de l'odeur caractéristique du clou de girofle, l'anéthole est l'odeur de l'anis, et le cinnamate de méthyle et l'anéthole de méthyle permettent de distinguer des chémotypes intéressants parmi les espèces de basilic (**Bruneton, 1999**).



Eugénol



Carvacrol



Thymol

Fig 05 :Exemples de composés aromatiques C6-C3 caractéristiques des huiles essentielles (Bruneton, 1999)

II .4.3.Composés d'origine diverses :

Ce sont les produits de la conversion de molécules non volatiles (composés issus de la dégradation d'autres composés). Ces composés produisent souvent des saveurs fruitées (Bruneton, 1999).

II. 5. Composition chimique des huiles essentielles de thym :

Tableau 2 : Composition chimique de l'huile essentielle de T. vulgaris.

Composés principaux	Origine	Références
Thymol (58,1 - 44,4%) p-cymène (18,5 - 9,1%) γ-terpiène (18,0 - 6,9%) carvacrol (4,2 - 2,4%)	Algérie (Mostaganem)	Benmadi et Abida, 2018
Thymol (70 - 30%) p-cymène (20 - 15%) Carvacrol (15 - 3%) γ-terpinène (10 - 5%)	Algérie (M'sila)	Binate et dikes, 2018
Thymol (67,3 %) γ-Terpinène (10,1 %) p- cymène (6,0 %)	Algérie (Tlemcen)	Abdelli, 2017
γ-terpinène (25,70 %) thymol (20,83 %) p-cymène (20,04 %)	Algérie (Djelfa)	Benabed et al., 2018
Carvacrol (55,1%) γ-terpinène (12,6%) p- cymène (9,2%) linalool (3,8%)	Algérie (Ain Defla)	Sidali et al., 2016
Carvacrol (83,8%) p-cymène (8,15%) γ-terpinène (4,96%)	Algérie (Bouira)	Benachenhou et Sahari, 2020.
Linalool (82, 88%) Thymol (4,92%)	Algérie (Blida)	Bouguerra et al. (2017)
Thymol (42,01%) p-cymène (14,34%) γ-terpinène (12,06 %) carvacrol (5,07%)	Maroc	Lakhdar, 2015
Thymol (55,3%) p- cymène (11,2%) carvacrol (8,7%) β-caryophyllene (4,2%)	Iran	Bahisht et al., 2020
Thymol (40,98%) p-cymène (15,32%) γ-terpinène (12,01 %)	Egypte	Al saqqa et al., 2018
Thymol (55-36%) p-cymène (28-15%)	France	David, 2019.

γ-terpinène (10,5%) linalool (6,5-4%)		
Thymol (44,97 %) p-cymène (7,61%) γ-terpinène (7,08 %)	Pologne	Wesolowska et Jadczyk, 2019
Thymol (64,45%) γ-terpinène (9,22%) p_cymène (6,18%) carvacrol (2,82%)	Inde	Valizadeh et al., 2015.
Thymol (54,26%) p-cymène (6,18%) carvacrol (7,61%)	Arabie Saoudite	Agili, 2014
Carvacrol (78,4 %) p-cymène (4,6 %)	Maroc	El Hattabi et al., 2016
Carvacrol (85%) thymol (83%) p-cymène (6,0%) linalool (21%)	Pologne	Marzena et al., 2010
Carvacrol (41,1%) thymol (30,6%) p-cymène (11,2%) γ-terpinène (9,5%)	Estonie	Zeghib, 2013.
γ-terpinène (32,60%) thymol (29,10%) para- cymène (23,56%)	Inde	Punyashreeta et al., 2019.
p-cymène (45,90%) thymol (23,72%) cis-sabinène hydrate (5,9%) linalool (3,90%)	Cameroun	Florentine et al., 2016
Bornéole (28,4%) thymol (16,6%) carvacrol méthyl ether (9,6%) Camphène (6,9%)	Mexique	Erica et al., 2006
Linalool (39,21%) terpinène 4-ol (10,21%) Myrcène (6,31%) α-pinène (4,08%)	Espagne	Deschepper, 2017

Les espèces de *T. vulgaris* sont connues pour leurs polymorphismes chimiques. En fait, elle est représentée par au moins sept à huit chémotypes différents, tels que définis par les ingrédients. Le composant principal de son huile essentielle.

Selon notre étude, les espèces de *T. vulgaris* dans différentes régions d'Algérie sont caractérisées par quatre chémotypes, à savoir : thymol et la teneur en M'sila varie entre (30% - 70%), Carvacrol dans les wilayas : Ain Defla, Chlef et Bouira (48,4% - 83,8%), Gamma-terpinène (25,7%) Djelfa et Linalool à Blida (82,88%).

Composition chimique de l'HE de *T. vulgaris*, collectée à divers endroits Des régions géographiquement très éloignées peuvent être représentées en termes de chémotypesPétrole:

Maroc, Turquie, Iran, France, Égypte, Roumanie, Pologne, Yémen, États-Unis, Le Brésil, l'Inde et l'Arabie Saoudite sont très riches en thymol, avec des niveaux aussi élevés que varie entre (30,86 % – 64,45 %). Il faut savoir que le chémotype du thymol est Plus commun chez les espèces de *T. vulgaris*.

Le Maroc, la Pologne et l'Estonie sont des chémotypes de carvacrol avec des quantités variables entre (41,1 % - 85 %).

L'Espagne, l'Italie et la Croatie sont riches en linalol avec des teneurs comprises entre : (39,21 % – 60,55 %) . De plus, l'espèce *T. vulgaris* d'Inde a un chémotype γ -terpinène (32,60%), c'est-à-dire Le Cameroun est un chémotype p-cymène (45,90%), les espèces du Mexique apparaissent comme Bornéol le plus composé (28,4 %)(**Abed et al 2021**).

Modifications de la composition chimique de l'huile essentielle de thym *Vulgaris* détectées de différents pays est liée à plusieurs paramètres, par exemple : état les différences climatiques et géographiques, les facteurs environnementaux et période de cueillette. La méthode d'extraction a un impact considérable sur la composition Huiles essentielles (**Binate et al 2018**).

II .6.Profil chromatographique :

La meilleure carte d'identité quantitative et qualitative d'une HE reste cependant son profil Chromatographique. Il permet de connaître très exactement sa composition chimique et de rechercher des traces de produits indésirables (pesticides) ou d'éventuelles falsifications.Le profil correspond à la liste des constituants sélectionnés parmi ceux qui sont représentatifs et caractéristiques d'une HE, accompagnée, pour chacun d'eux, de limites de concentration et, Eventuellement, des rapports entre concentrations. Un constituant est dit représentatif lorsqu'il est présent dans tous les échantillons à une concentration Dont la dispersion statistique est sensiblement gaussienne (**Gilly, 1997 ; Lis-Balchin, 2006**).

II .7.Notion du Chémotype :

Le chémotype d'une huile essentielle est une référence précise qui indique le composant biochimique majoritaire ou distinctif présent dans l'huile essentielle. Cet élément permet de distinguer des huiles essentielles extraites d'une même variété botanique mais d'une composition biochimique différente. Cette classification permet de sélectionner les huiles essentielles pour une utilisation plus précise, plus sûre et plus efficace. Ce polymorphisme chimique existe chez certaines espèces : *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata*, *Origanum vulgare*. Il est important de noter que les huiles essentielles à chémotypes différents présentent non seulement des activités différentes mais aussi des toxicités très variables (**Pibiri, 2005**).

II .8.Propriétés physiques :

les huiles essentielles sont habituellement liquides et cependant sien patronyme elles sont Habituellement rien grasses.

- ❖ Elles sont volatiles inflammables et s'évaporent de incontinent degrés plusieurs; de contrecoup Il oriental conseillé pour les emmagasiner sur seul emplacement débours et pour les prendre de l'écart incontinent flammes.
- ❖ Elles sont solubles sur l'huile et l'alcool et forment une interruption sur l'eau.
- ❖ Elles sont aromatiques ce lequel conformé seul facteur principal due conditionnement Rien diluées Elles sont peu puissantes; elles doivent alors demeurer diluées soit sur une graisse soit une Cellulite pour appui soit sur pour l'alcool (**Joanna2012**).
- ❖ Leur moment d'ébullition différent pour 160°à 240°C.
- ❖ Elles ont seul indicateur pour déviation pensionnaire.
- ❖ Elles sont dextrogyres soit lévogyres rarement inactives dans la luminosité obsédé.(**Bekhechi et abdelouahide,2010**).

II .9.Voies d'administration :

Différentes voies d'administration peuvent être distinguées :

- La voie olfactive où les molécules aromatiques sont captées par l'épithélium olfactif pour être Transmises au cerveau émotionnel et où chaque odeur est lue comme plaisante ou déplaisante, Attirante ou repoussante.

- La voie cutanée où les HE sont facilement absorbées par la peau en raison de leur grande affinité Pour les lipides. Pour cela, il est possible d'incorporer les HE dans les crèmes, gels et huiles Végétales.

- La voie orale qui est une voie majeure dans le cadre des traitements sérieux.

- Les voies rectale et vaginale via des suppositoires, recommandées surtout en pédiatrie afin de courtcircuiter le système digestif (**Belaiche, 1979 ; Lardry et Haberkorn, 2007 ; Festy, 2008 ; Grosjean, 2011**).

II .10. Toxicité :

Alors que de nombreux ouvrages font référence à la toxicité de nombreux produitsPhytopharmaceutiques, celle des HE est moins investiguée. Les interactions de ces produitsavec les Médicaments sont aussi peu mentionnées. On trouve cependant quelquesinformations sur les Toxicités suivantes :

- **Toxicité par ingestion :**

La toxicité d'une HE peut être fixée par la détermination de la Dose Létale 50 (DL50). Les HE d'usage commun ont une toxicité par voie orale faible avec des DL50 supérieures à 5 g/kg sauf pour la Sarriette et l'origan (DL50 = 1.4 g/kg). D'autres ont une DL50 inférieure à 1g/kg (boldo = 0.13 g/kg ; Moutarde = 0.34 g/kg ; basilic, estragon et hysopé = 1.5 ml/kg) tandis que la toxicité chronique est assez mal connue (**Bruneton, 1999 ; Roux, 2008**).

- **Toxicité dermique :**

Le thym, l'origan et la sarriette sont connus pour leur pouvoir irritant, l'angélique et la bergamote sont photosensibilisantes alors que la cannelle est dermocaustique et allergisante (**Martini, 2011**).

- **Toxicité selon la composition :**

Une utilisation prolongée des essences à thuyones (thuya, absinthe, sauge officinale) est neurotoxique. En effet, ces substances cétoniques induisent des troubles psychiques et sensoriels. D'autres monoterpènes sont toxiques à fortes doses : camphre, menthol, cinéole et anéthol. Les phénols sont dermatotoxiques et hépatotoxiques. Elles brûlent la peau et détruisent les cellules hépatiques (**Mathieu et Fonteneau, 2008**).

II.11. Domaines d'utilisation des Huiles essentielles :

En raison de leurs diverses propriétés, les HEs sont devenues une matière d'importance économique considérable avec un marché en constante croissance. En effet, elles sont commercialisées et présentent un grand intérêt dans divers secteurs industriels comme en pharmacie, en alimentation, en parfumerie et en cosmétiques (**Ouis, 2015**).

- **En parfumerie et cosmétologie :**

Les propriétés odoriférantes des huiles essentielles confèrent à ces dernières une importance importante en parfumerie et en cosmétique. Elles représentent environ 60% des matières premières de l'industrie des parfums synthétiques, du parfumage, des savons et des cosmétiques (Chagra, 2019). L'utilisation des HEs dans les crèmes et les gels permet de préserver ces cosmétiques grâce à leur activité antiseptique et antioxydante, tout en leur assurant leur odeur agréable (**Ait Salem, 2016**).

Les huiles essentielles, matières premières par excellence des parfumeurs, sont Classées en fonction de leurs odeurs. Ainsi les huiles essentielles de citron, de bergamote ou Encore de lavande constitueront la note la plus éphémère, dite note de tête. Des essences Fleuries comme celles de rose ou de néroli participeront à l'élaboration de la note de cœur. Enfin, la note de fond, la plus durable des trois, comportera plutôt des essences boisées ou Epicées comme le santal ou la cannelle (**Deschepper, 2017**).

• En dentisterie :

Grâce à leurs propriétés aromatisants et antiseptiques, les HEs ont été largement utilisées dans les bains de bouche conçus pour l'hygiène buccodentaire. Les préparations à Base du thymol, d'eucalyptol et du menthol sont parmi les plus utilisées depuis longtemps dans le monde, surtout aux États-Unis. Cependant, c'est juste en 1987 que les bains de Bouche préparés à base d'HE ont été approuvés par l'Association Dentaire Américaine (ADA), attribué à leur efficacité antimicrobienne et leur sûreté (**Benbelaid, 2015**).

• En pharmacie :

Les effets bénéfiques des composés volatils des huiles essentielles sont utilisés depuis fort longtemps par les anciennes civilisations pour soigner les pathologies cocourantes aujourd'hui, après avoir été délaissées un temps soit peu par la médecine, le potentiel thérapeutique des huiles essentielles et de leurs constituants volatils est reconsidéré et les etudes qui leurs sont consacrées abondent dans la littérature scientifique (**Piochon, 2008**).

L'industrie pharmaceutique utilise les huiles essentielles en raison de leurs Pouvoirs : anti-infectieux, antiseptiques, cicatrisant, énergisant, antidouleur et anti-inflammatoire. Les huiles essentielles sont également utilisées pour l'aromatisation des Formes médicamenteuses destinées à la voie orale. Elles constituent également le support D'une thérapeutique particulière : l'aromathérapie (thérapie par les huiles essentielles des Plantes aromatiques) (**Abed et al 2021**).

• En agro-alimentaire :

Les huiles essentielles sont utilisées comme condiments, aromates ou épices. C'est le Cas des essences de gingembre, de girofle, de vanille, de basilic, de poivre et de citrus. Les Huiles essentielles extraites de citrus, par exemple, trouvent leur utilisation dans la confiserie, les sirops, les biscuiteries. On note leur intégration aussi dans les boissons, les Produits laitiers, les soupes, les sauces, les snacks, les boulangeries ainsi que la nutrition Animale (**Abadlia et Chebbour, 2014**).

II .12.Procédés et équipements d'extraction des huiles essentielles :

Les essences ou huiles essentielles sont ce que les plantes produisent de plus précieux. Depuis les temps les puis reculés, les hommes se sont ingénies à trouver des techniques d'extraction

des essences des plantes afin de pouvoir les utiliser pour en faire des médicaments, des cosmétiques, des parfums. Ainsi, après la récolte, et suivant la partie de la plante à extraire (plante entière, pétales de fleurs, feuilles, racines ou fruits), le procédé d'extraction mis en œuvre est différent et par conséquent la composition de l'extrait en est affectée.

Ce qui introduit cette diversité, c'est d'abord la variété des matières premières et ensuite la sensibilité considérable de certains parfums qui n'obligent à employer que des moyens peu violents sans interventions d'agents chimiques trop énergiques.

Le choix du type d'extraction doit permettre de : Retirer des végétaux des essences aromatiques avec le rendement le plus élevé.

Conserver aussi intact que possible les parfums les plus délicats. Ainsi, la méthode d'extraction des huiles essentielles intervient de façon déterminante dans le rendement en huile et dans sa composition (**Franchomme, 2001**). Parmi les différents procédés d'extraction, nous citerons principalement :

II.12.1.Méthodes traditionnelles d'extraction des huiles essentielles :

• L'hydrodistillation(HD) :

Dans le cas de l'HD, la plante se trouve dans un réacteur où elle est en contact direct avec l'eau bouillante. Selon la densité ou la quantité de la plante utilisée, elle peut flotter ou être complètement immergée dans l'eau. Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. Le chauffage permet l'éclatement et la libération des molécules volatiles contenues dans la matière végétale. La vitesse de vaporisation des composés volatiles des plantes aromatiques médicinales par l'HD est connue par la variation de leur concentration en fonction de la résistance à la diffusion de l'HD dans les tissus cellulaires et également selon la solubilité des molécules volatiles dans l'eau (**Afnor, 1980 ; Hernandez Ochoa 2005**).

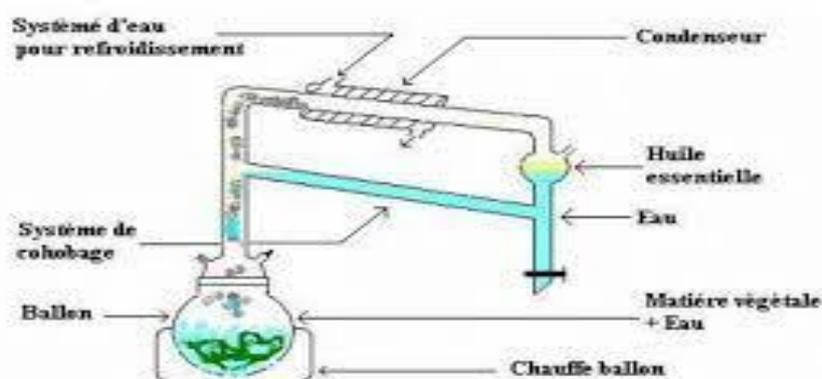


Fig 06 :Appareillage utilisé pendant l'hydrodistillation d'huile essentielle (Hernandez Ochoa2005)

• Distillation à vapeur saturée :

Le végétale n'est pas en contact avec l'eau : la vapeur d'eau est injectée au travers de la masse végétale disposée sur des plaques perforées. Pour raccourcir le Temps de traitement, limiter l'altération des constituants de l'huile essentielle et Economiser l'énergie ' il est possible de travailler en surpression modérée (1à3 bar). La Conséquence de la surpression étant une augmentation de la température, la qualité Du produit peut en souffrir. La distillation à vapeur saturée peut également être conduite en continu, dans Des installations automatisées. Pour certaines productions (lavande, menthe), on utilise des alambics mobiles qui sont en fait des bennes de récolte conçues pour être Intercalées par l'agriculteur lui –même, après remplissage, dans un montage de Distillation.(**bruneton,1999**).

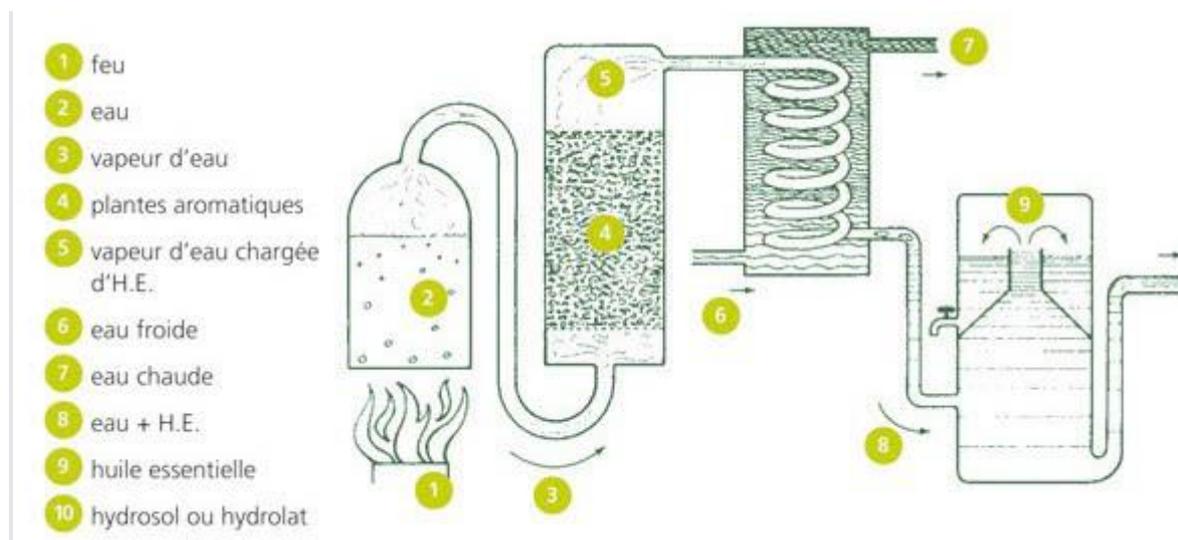


Fig 07 : Entrainement à la vapeur d'eau (Aouina et Lakhdari ,2019)

• Extraction par solvant organique sur appareillage soxhlet :

L'extraction par solvant organique à chaud est actuellement largement utilisée. Le principe de cette méthode consiste à faire tremper les plantes dans un solvant organique volatil à chaud, soit pour obtenir des produits que l'on ne peut extraire par un autre procédé, soit en vue de rendement plus élevés. Dans l'appareillage soxhlet un système de régénération interne du solvant permet de mettre en contact en permanence le végétale avec du solvant pur. Le choix du solvant est influencé par des paramètres technique et économique : sélectivité, stabilité, inertie chimique et température d'ébullition pas trop élevée pour permettre son élimination totale (**Marrouf, 2009**).

II.12.2.Méthodes innovantes d'extraction des HE :

• Hydrodistillation assistée par ultrasons :

Il s'agit dans ce cas précis d'un traitement de la plante «pré» ou «post» opératoire. En effet, la structure des parois des plantes et les tissus cellulaires se désorganisent, Sous l'effet des ondes ultrasonores et les micros cavitations générées par les ultrasons. Ainsi, ces changements favorisent la diffusion de l'eau dans les tissus cellulaires, ce Qui peut également influencer sur la cinétique d'extraction des molécules aromatiques des HEs. Les principaux avantages de ce procédé sont l'accélération de la cinétique D'extraction et l'amélioration du rendement.

• Extraction assistée par micro-ondes :

C'est une technique récente développée dans le but d'extraire des produits naturels comparables aux HEs et aux extraits aromatiques. Dans cette méthode, la Plante est chauffée par un rayonnement micro-ondes dans une enceinte dont la Pression est réduite de façon séquentielle : les molécules volatiles sont entraînées dans le mélange azéotrope formé avec la vapeur d'eau propre à la plante traitée. Ce chauffage, en vaporisant l'eau contenue dans les glandes oléifères, crée à l'intérieur De ces dernières une pression qui brise les parois végétales et libère ainsi le contenu En huile.

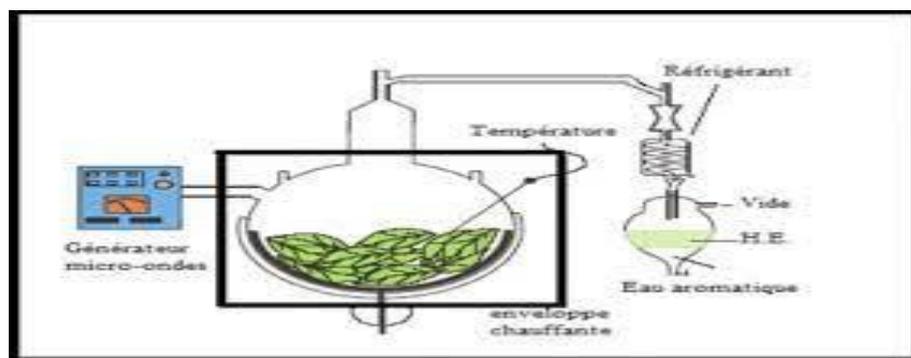


Fig 08 :Hydrodistillation assistée par micro-ondes(Lucchesi,2005).

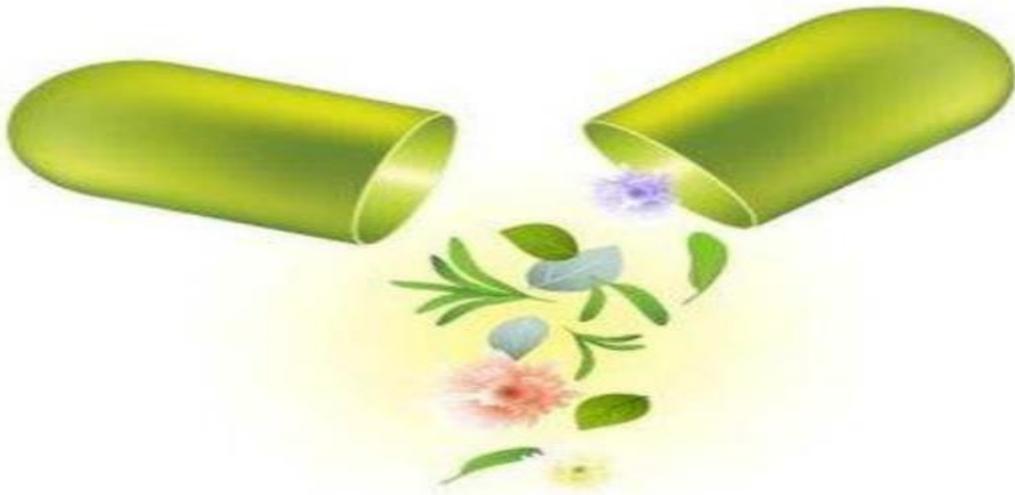
II.13. Contrôle de qualité et normalisation :

L'importance et le développement du marché des HE s'expliquent par le nombre et la diversité des Domaines d'application de ces extraits. Ils induisent aussi la nécessité de proposer des méthodes de Contrôle analytique garantissant leurs caractéristiques.

C'est pourquoi, ces extraits font l'objet de nombreuses analyses dont les objectifs principaux sont la caractérisation des substances composant l'HE ou la découverte de nouvelles molécules, mais également le contrôle qualité et la recherche d'adultération dans un milieu où la fraude est tentante, notamment à cause des enjeux économiques.Les nombreux paramètres intervenant dans la composition des HE ont amené les organismes de normalisation à imposer un certain nombre de règles qui concernent principalement les caractéristiques physico-chimiques, les

propriétés organoleptiques, le profil chromatographique et la quantification relative des différents constituants (**Afnor, 2000**).

Les méthodes de détermination des caractéristiques physico-chimiques à utiliser sont décrites avec précision dans le recueil de normes publiées par l'Association Française de Normalisation (**Afnor, 2000**) Elles-mêmes identiques aux normes internationales de l'ISO. Les points de contrôles à effectuer pour se prémunir de la falsification des HE concernent l'origine géographique, l'espèce botanique, l'organe producteur (feuilles, fleurs, fruits, écorces...), les caractéristiques organoleptiques (couleur, odeur, densité et indice de réfraction). En plus de ces points de contrôle, on peut conclure que la meilleure carte d'identité quantitative et qualitative d'une HE se base sur le profil chromatographique en phase gazeuse. Il permet de connaître exactement la composition chimique et de chercher d'éventuelles traces de produits indésirables tels les pesticides ou des produits chimiques ajoutés (**Dris et Jain, 2004**).



CHAPITRE III

LES METABOLITES SECONDAIRES.

III.1.Généralité :

Les effets pharmacologiques vastes et polyvalents des plantes médicinales dépendent essentiellement de leurs constituants phytochimiques. En général, les constituants phytochimiques des plantes se répartissent en deux catégories en fonction de leur rôle dans les processus métaboliques de base, à savoir les métabolites primaires et secondaires. Les métabolites végétaux primaires sont impliqués dans les fonctions vitales de base ; par conséquent, ils sont plus ou moins similaires dans toutes les cellules vivantes .

D'autre part, les métabolites végétaux secondaires sont des produits de voies subsidiaires comme la voie de l'acide shikimique. Au cours de l'étude, l'effet médicinal des herbes est orienté vers les métabolites végétaux secondaires. Les métabolites végétaux secondaires ont joué un rôle important dans le soulagement de plusieurs aliments dans la médecine traditionnelle et les usages populaires . (Right et Boukhalat,2020)

III.2.Classification des métabolites :

Les réactions chimiques qui ont lieu dans le protoplasme des cellules végétales donnent naissance à deux types de produits : les métabolites primaires et les métabolites secondaires.

III. 2.1. Métabolites primaires :

Les métabolites primaires comprennent de petites molécules telles que les sucres, les acides aminés, les acides tricarboxyliques ou les intermédiaires du cycle de Krebs, les protéines, Les acides nucléiques et les polysaccharides. Finalement, les métabolites primaires sont similaires dans toutes les cellules vivantes .

III.2.2. Métabolites secondaires :

On appelle métabolites secondaires des composés biosynthétisés naturellement par les végétaux mais qui ne participent pas directement au métabolisme végétal.

Un métabolite secondaire est une molécule qui, par exclusion, n'appartient pas au métabolisme primaire. Les métabolites secondaires sont historiquement plus spécifiques aux plantes, bactéries et champignons, mais on découvre également des métabolismes spécifiques à certains groupes animaux.

Contrairement aux métabolites primaires, ils ne participent pas directement au développement de l'organisme (la plante, typiquement). Cependant, ces composés ne sont pas totalement différents des métabolites primaires. En effet, ils dérivent parfois des mêmes voies de biosynthèse et certains, comme la chlorophylle et la lignine ont des fonctions indispensables pour la croissance de la plante, et pourraient donc faire partie des métabolites primaires .

Les métabolites secondaires des plantes sont divisés en trois catégories selon leur structure chimique : les phénols, les alcaloïdes et les terpènes .

Ils constituent Un groupe de produits naturels, ils ont une variété de propriétés, notamment des antioxydants, Antibactérien, anti-inflammatoire, anti-cancer, etc. Il existe de nombreux produits du Métabolisme secondaire, avec plus de 200 000 structures définies et des changements structuraux anormaux, mais le rendement est faible . (Right et Boukhalat,2020)

III.3.Classification des métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires peuvent être divisés en trois groupes distincts : les composés phénoliques, les alcaloïdes, et les terpènes .

III. 3.1. Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires d'un poids moléculaire élevé, largement distribués dans le règne végétal. Ils sont des molécules aromatiques constituées d'un groupement phényle (C₆) et d'un hydroxyle (-OH). Ils sont caractérisés, comme l'indique le nom, par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structures plus ou moins complexes. On peut nommer dans cette famille les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins (et lignines). La plupart de ces composés phénoliques dérivent d'acides aminés aromatiques : la tyrosine et la phényl alanine.

- **Les acides phénoliques** : Un acide phénolique ou acide-phénol est un composé organique possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (Meriane, 2018).
- **Les flavonoïdes** : Les flavonoïdes (ou bioflavonoïdes) sont des métabolites secondaires des plantes partageant tous une même structure de base à 15 atomes formée par deux cycles aromatiques reliés par trois carbones (C₆-C₃-C₆) .
- **Les Tanins** : Les tanins sont des polyphénols polaires du poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Da. Ils sont constitués soit de polyol (glucose le plus souvent) des acides phénoliques soit d'oligomères ou polymères de flavonoïdes .

Les composés phénoliques correspondent à une grande variété de substances possédant un cycle aromatique portant au moins un groupement hydroxyle. Certains phénols peuvent avoir les propriétés physiologiques concernant la régularisation de la croissance et du développement, comme l'acide lunularique, un acide dihydro-stilbène- carboxylique qui aurait le rôle d'hormone de type dormine (acide abscissique) chez l'hépatique *Lunularia cruciata*. Mais le rôle écologique de ces composés phénoliques reste le plus important en effet les pigments flavonoïdes (en association avec les caroténoïdes) contribuent à l'attraction des animaux vis-à-vis des fruits et des fleurs colorés à disperser ou polliniser. De plus, ils sont parfois excrétés de la plante et peuvent affecter la croissance des autres plantes dans l'environnement immédiat. Certains flavonoïdes et surtout les tanins, astringents, sont des antiappétants protégeant les plantes de la prédation de nombreux animaux. Ils peuvent également être toxiques pour les insectes : l'acide chlorogénique, très courant, en association avec le flavonoïde la «rutine» des trichomes des feuilles de la tomate est toxique pour *Heliothis zea*. Enfin certaines classes

de phénols agissent comme agents antimicrobiens pour diverses bactéries, virus et champignons . (Right et Boukhalat,2020)

III.3.2. Les Alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des composés azotés complexes, de nature basique, dérivant des Acides aminés par des voies de biosynthèse longues et complexes. Ce groupe contient plus De10.000 composés, dont le premier est la narcotine (nascapine) de l'Opium, découvert en 1803 Par Derosne. Ils sont classifiés selon leur hétérocycle (Marouf et Reynaud, 2007). Ces Composés présentent diverses activités biologiques. Ce sont pour la plupart des poisons Végétaux très actifs comme la strychnine. Selon leur composition chimique et surtout leur Structure moléculaire, on peut les diviser en plusieurs groupes :

- Alcaloïdes isoquinoléiques : morphine, éthylmorphine, codéine et papavérine contenues Dans l'opium du pavot.
- Alcaloïdes quinoléiques : tige feuillée de la rue commune.
- Alcaloïdes pyridiques et pipéridiques : ricinine du ricin, trigonelline du fenugrec, conine (poison violent) de la ciguë.
- Alcaloïdes dérivés du tropane : scopolamine et atropine de la belladone.
- Alcaloïdes stéroïdes : racine de vétrate, douce-amère ou aconite (aconitine).

Le principal rôle des alcaloïdes est de défendre la plante contre les mammifères et les Insectes. Leur mode d'action dépend de l'espèce végétale : quelques plantes possèdent des Alcaloïdes qui entraînent des syndromes neurologiques. Ces espèces ont provoqués de Nombreuse intoxication et la mort de bétails. Pour les plantes de type digitale, la digitaline entraîne une augmentation des contractions cardiaques voire un arrêt cardiaque selon la dose.

III.3.3. Les terpènes :

Les terpènes forment une classe de substances naturelles organiques dont beaucoup sont Rencontrées quotidiennement et dont les noms traduisent souvent un caractère familier .

Elles comprennent le menthol, à l'origine de l'odeur des Crayons de bois, l'acide abiétique, constituant important de la résine des pins, les gommes Naturelles et la gutta-percha utilisée pour faire les enveloppes des balles de golf, la bétuline, Pigment blanc de l'écorce de bouleaux, le β -carotène, pigment orange des carottes et de Nombreuses baies, le caoutchouc, très variés tant structuralement que du point de vue de leurs Activités biologiques, les composés de ce groupe, constitués uniquement des éléments carbone, Hydrogène et oxygène, comportent des huiles essentielles, des résines, des stéroïdes et des Polymères comme le caoutchouc.

Leur chaîne carbonée est constituée D'isoprène à cinq atomes de carbone, assemblés d'abord en une chaîne insaturée qui est Ensuite modifiée par oxydation, réduction ou élimination de carbone .

La forme activée de l'isoprène qui sert de précurseur à la biosynthèse de ces composés Est l'isopentényl diphosphate (IPD) formé à partir de l'acétyl-CoA. L'isomère prényl Diphosphate de ce composé sert d'amorce à la biosynthèse.

—Les monoterpènes :

Ils constituent la majeure partie des huiles essentielles qui sont présentes en quantité Appréciable chez environ 2000 espèces de 60 familles végétales. Ils sont rares chez les Légumineuses. Parfois simplement formées dans le cytosol, ces huiles se rassemblent en Gouttelettes ou s'accumulent dans les vacuoles des cellules épidermiques ou du mésophile de Nombreux pétales, ou encore dans des cellules oléifères. Quand la température est élevée, ces Essences traversent la paroi cellulaire et la cuticule sous forme de vapeur (parfum de fleurs). Mais souvent, des cellules glandulaires les éliminent activement dans des compartiments Intercellulaires ou les rejettent vers l'extérieur du végétal. Ils comportent 10 atomes de carbone, et sont issus des couplages de deux unités Isopréniques .

Ils sont pourvus d'une grande diversité Structurale. Leur squelette peut être acyclique, mono, bi, et tricyclique.

—Les sesquiterpènes :

Le squelette de base de ces composés est constitué de 15 atomes de carbone. Depuis L'isolement du farnésol), sesquiterpène linéaire très répandu dans le monde végétal (parfum), le Nombre de molécules sesquiterpéniques n'a cessé de croître : Les composés actuellement décrits Se rattachent à plus de 100 squelettes différents .

—Les diterpènes :

Les diterpènes forment un vaste ensemble de composés en C₂₀, issus du métabolisme du 2E, 6E, 10E, GGPP. Leur représentant le plus simple est le géranylgeraniol. Les diterpènes sont Présents chez certains insectes et chez divers organismes marins, ils sont surtout répandus chez Les végétaux supérieurs, on les classe en fonction de leur diversité structurale .

—Les triterpènes :

Les triterpènes sont des composés en C₃₀, issus de la condensation de six molécules D'isoprène, ils forment un groupe important de produits naturels. Ces composés et leurs dérivés Sont intégralement biosynthétisés par tous les êtres vivants avec deux exceptions : les bactéries Qui ne les utilisent pas et les insectes qui les empruntent aux plantes souvent de façon spécifique Puis les transforment. Le véritable précurseur universel de tous les terpènes est l'acide mévalonique, la Première étape est l'activation de la molécule d'acide acétique. Ceci est réalisé par estérification Avec le groupe thiol d'une molécule complexe, le coenzyme A « HS-CoA » . Le méthyle du Thiol-ester formé, l'acétyl-CoA est très réactif. **(Right et Boukhalat,2020)**

III.4. Les principaux métabolites isolés du genre *Thymus* :III.4.1. Acides phénoliques isolés du genre *Thymus* :

Les acides phénols sont des dérivés de l'acide benzoïque (composés en C6-C1) tels que l'acide gallique élément constitutif des tanins hydrolysables ou de l'acide cinnamique (composés en C6-C3) comme l'acide caféique qui sont souvent estérifiés.

Quinze acides phénoliques sont répertoriés au niveau du genre *Thymus*. Les dérivés de l'acide cinnamique ont été les plus abondants chez plusieurs espèces de ce genre. Seulement quatre acides hydroxybenzoïques sont répertoriés : trois sont cités dans une seule espèce de ce genre : *Thymus capitatus* (L.) Hoff. Et Link et un autre dans les espèces *Thymus vulgaris* L. Et *Thymus comosus* Heuff.

Tableau 03: Distribution des acides phénoliques dans le genre *Thymus*.

Acide phénolique isolés	Espèce(origine)	Référence
Acides phénoliques dérivés de l'acide benzoïque: acides hydroxybenzoïques		
<i>Acide vanillique</i>	<i>T. capitatus</i> (L.) Hoff. Et Link (Tunisie)	<i>Jabriet et al., 2012</i>
<i>Acide galloïque</i>	<i>T. capitatus</i> (L.) Hoff. Et Link (Tunisie)	<i>Jabriet et al., 2012</i>
<i>Acide syringique</i>	<i>T. capitatus</i> (L.) Hoff. Et Link (Tunisie)	<i>Jabriet et al., 2012</i> <i>Angela et al., 2008</i>
<i>Acide syriacique</i>	<i>T. vulgaris</i> L (Roumanie)	
<i>Acide gennéique</i>	<i>T. comosus</i> Heuff. (Roumanie)	
Acides phénoliques dérivés de l'acide cinnamique : acides hydroxy cinnamiques		
<i>Acide p-coumarique</i>	<i>T. capitatus</i> (L.) Hoff. Et Link (Tunisie)	<i>Jabri et al., 2012</i> <i>Boroset et al., 2010</i>
	<i>T. glabrescens</i> Willd. (Angarie)	<i>Boroset et al., 2010</i>
	<i>T. pulegioides</i> L. (Angarie)	<i>Boroset et al., 2010</i>
	<i>T. serpyllum</i> L. (Angarie)	<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T. vulgaris</i> L. (Roumanie)	<i>Angela et al., 2008</i>

	<i>T.comosus</i> Heuff.(Romanie)		<i>Mariana et al., 2007</i>
	<i>T. pulegioides</i> L.(Romanie)		<i>Roby et al., 2013</i>
	<i>T.vulgaris</i> L.(Egypte)		<i>Jabriet al.,2012</i>
Acide			<i>Boroset al.,2010</i>
Caféïque	<i>T. capitatus</i> (L.)Hoff. Et Link(Tunisie)		<i>Boroset al., 2010</i>
	<i>T.glabrescens</i> Willd.(Angarie)		<i>Boroset al., 2010</i>
	<i>T.pulegioides</i> L.(Angarie)		<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T.serpyllum</i> L.(Angarie)		<i>Angelaetal.,2008</i>
	<i>T.vulgaris</i> L.(Romanie)		<i>Mariana etal.,2007</i>
	<i>T.comosus</i> Heuff.(Romanie)		
	<i>T. pulegioides</i> L.(Romanie)		
Acide férulique	<i>T.vulgaris</i> L.(Egypte)		<i>Roby et al.,2013</i>
	<i>T. capitatus</i> (L.)Hoff. Et Link(Tunisie)		<i>Jabriet al.,2012</i>
	<i>T.glabrescens</i> Willd.(Angarie)		<i>Boroset al.,</i>
	<i>T.pulegioides</i> L.(Angarie)		<i>2010Borosetal.,2010</i>
	<i>T.serpyllum</i> L.(Angarie)		<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T.comosus</i> Heuff.(Romanie)		<i>Mariana et al., 2007</i>
	<i>T. pulegioides</i> L.(Romanie)		<i>Jabriet al.,2012</i>
Acide trans-2- Hydroxycinna mique Acide chlorogénique	<i>T. capitatus</i> (L.)Hoff. Et Link(Tunisie)		<i>Robyetal.,2013</i>
	<i>T.vulgaris</i> L.(Egypte)		<i>Jabriet al.,2012</i>
	<i>T. capitatus</i> (L.)Hoff. Et Link(Tunisie)		<i>Boroset al., 2010</i>

	<i>T.glabrescens</i> Willd.(Angarie)	<i>Boroset al., 2010</i>
	<i>T.pulegioides</i> L.(Angarie)	<i>Boroset al., 2010</i>
	<i>T.serpyllum</i> L.(Angarie)	<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T.vulgaris</i> L.(Romanie)	<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T.comosus</i> Heuff.(Romanie)	<i>Roby et al.,2013</i>
Acide	<i>T.comosus</i> Heuff.(Romanie)	<i>Jabriet al., 2012</i>
Rosmarinique	<i>T.vulgaris</i> L.(Egypte)	<i>Boroset al., 2010</i>
	<i>T. capitatus</i> (L.)Hoff. Et <i>Link</i> (Tunisie)	<i>Boroset al., 2010</i> <i>Boroset al., 2010</i>
	<i>T.glabrescens</i> Willd.(Angarie)	
	<i>T.praecox</i> Opiz.(Angarie)	
Acide Caftarique	<i>T.pulegioides</i> L.(Angarie)	<i>Boroset al., 2010</i>
	<i>T.serpyllum</i> L.(Angarie)	<i>Boroset al., 2010</i>
	<i>T.vulgaris</i> L.(Romanie)	<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T.comosus</i> Heuff.(Romanie)	<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T.vulgaris</i> L.(Romanie)	<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T.comosus</i> Heuff.(Romanie)	<i>Angela et al., 2008</i>
	<i>T.pulegioides</i> L.(Romanie)	<i>Marianaetal.,2007</i>
Autres acides phénoliques		
Acide Carnosique	<i>T.vulgaris</i> L.(Egypte)	<i>Robyetal.,2013</i>
Methylrosmarenate	<i>T.vulgaris</i> L.(Egypte)	<i>Roby et al.,2013</i>
Acide quinique	<i>T.vulgaris</i> L.(Egypte)	<i>Robyetal.,2013</i>

III.4.2. Flavonoïdes isolés du genre *Thymus* :

Les principaux métabolites secondaires du genre *Thymus* sont les flavonoïdes. La lutéoline et la 6-hydroxyluté ont des chémo marqueurs de la sous famille des Nepetoideae et en particulier des espèces *Thymus*, la thymusine (5,6-dihydroxy-7,8,4'-triméthoxy flavone) est aussi caractéristique de cette sous-famille. (Kabouche, 2005).

La distribution des flavonoïdes dans les espèces du genre *Thymus* est représentée dans le tableau 04.

Tableau 04 : Distribution des flavonoïdes dans les espèces du genre *Thymus*.

Flavonoïdes isolés	Espèce (origine)	Référence
Flavones aglycones		
Lutéoline		
	<i>T. capitatus</i> (L.) Hoff. Et Jabri et al., 2012	
	<i>T. numidicus</i> Poiret Benkiniouar et al., 2010	
	<i>T. vulgaris</i> L. Bazylko et al., 2007	
	<i>T. vulgaris</i> L. Miura et al., 2002	
	<i>T. broussonetti</i> Boiss Ismaili et al., 2002	
	<i>T. herbabaronae</i> Corticchiato et al., 1995	Méthoxylutéoline
	<i>T. vulgaris</i> L. Miura et al., 2002	
	<i>T. vulgaris</i> L. Miura et al., 1989	
	<i>T. membranaceus</i> subsp. Ferreres et al., 1985	Membranaceus
Apigénine		
	<i>T. capitatus</i> (L.) Hoff. Et Jabri et al., 2012	
	<i>T. glabrescens</i> Willd. Boros et al., 2010	
	<i>T. praecox</i> Opiz Boros et al., 2010	
	<i>T. serpyllum</i> L. Boros et al., 2010	
	<i>T. numidicus</i> Poiret Benkiniouar et al., 2010	
	<i>T. hirtus</i> Merghem et al., 1995	
	<i>Diosmétine</i> <i>T. hirtus</i> Merghem et al., 1995	
	<i>Chrysoériol</i> <i>T. membranaceus</i> subsp. Ferreres et al., 1985	
	<i>Membranaceus</i> 7-Méthoxyapigénine <i>T. vulgaris</i> L. Miura et al., 1989,	
	4'-Diméthoxyapigénine	
	<i>T. vulgaris</i> L. Miura et al., 1989	
Flavones glycosidiques		

Lutéolin-7-O-D-glucoside 2002	T.broussonettiBoissIsmaili et al., T. willdenowiiBoissIsmaili et al., 2001 T.broussonettiBoissIsmaili et al., 2002 T.willdenowiiBoissIsmaili et al., 2001
Lutéolin-7-O-D-glucuronide Lutéolin-3'-O-D-glucuronide Apigénin-7-O-lucosyl (1→2) glucoside	T. glabrescens. Willd.T. praecoxOpiz T. serpyllum .B oros et al.,2010
Flavanones	
Naringenine	<i>T.pulegioides</i> L. Boroset al.,2010
<i>T.serpyllum</i> L.	Boroset al.,2010
<i>T.glabrescens</i> Willd.	Borosetal.,2010
<i>T.praecox</i> Opiz	Borosetal.,2010
<i>T.herbabarona</i> Cortichiatoet al., 1995	
Dihydro quercetine	<i>T.pulegioides</i> L. Borosetal.,2010
<i>T.serpyllum</i> L.	Borosetal.,2010
<i>T.glabrescens</i> Willd.	Borosetal.,2010
<i>T.praecox</i> Opiz	Borosetal.,2010
Eriodictyol	<i>T.pulegioides</i> L. Borosetal.,2010
<i>T.serpyllum</i> L.	Borosetal.,2010
<i>T.glabrescens</i> Willd .	Borosetal.,2010
<i>T.praecox</i> Opiz	Borosetal.,2010
<i>T.herbabarona</i> Cortichiatoetal.,1995	
B.Flavonols	
Quercetine	<i>T.capitatus</i> (L.) Jabri et al.,2012
<i>pulegioides</i> L.	Hoff. Et Link T.
<i>T.serpyllum</i> L.	
<i>T.glabrescens</i> Willd.	
<i>T.praecox</i> Opiz	
Rutine	<i>T.pulegioides</i> L. Boroset al., 2010
<i>T.serpyllum</i> L.	Boroset al., 2010
<i>T.glabrescens</i> Willd.	Boroset al., 2010
<i>T.praecox</i> Opiz	Boroset al., 2010
Boroset al., 2010	

III.5. Les huiles essentielles du genre *Thymus* :

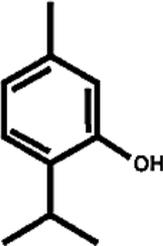
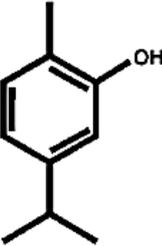
III.5.1. Composition de thym à partir de plantes, d'extraits de plantes ou d'huiles essentielles :

Plusieurs études ont rapporté que le thym est une source riche en composés bioactifs. Parmi les composants phénoliques de l'huile de thym figurent le thymol et le carvacrol, ce dernier étant un isomère du premier. (Ghasemi et al., 2015).

La plante du thym séchée contient de 1 à 2,5% d'huile Essentielle. Sa composition, y compris les structures chimiques des composants. (Saadallah et al., 2020).

Le thymol apporte à l'huile de thym ses particularités Olfactives. Selon le lieu d'origine et les espèces de thym, cette huile offre des pourcentages de Teneur en phénol allant de 40 à 80 pour cent de thymol et jusqu'à 55 pourcent de carvacrol.

Tableau05 : Propriétés du thymol et du carvacrol. (Ghasemi et al., 2015)

	Thymol	Carvacrol
Molecular weight	150 (C ₁₀ H ₁₄ O)	150 (C ₁₀ H ₁₄ O)
Synonym	5-methyl-2-(1-methylethyl)phenol	2-methyl-5-(1-methylethyl)phenol
FEMA ^A	3066	2245
FDA ^B	21CFR 172.515	21CFR 172.515
Occurrence	Thyme (lamiaceae, or labiatae)	Oregano (lamiaceae, or labiatae)
Appearance	White crystals	Colorless to pale yellow liquid
Odor	Pungent, caustic taste	Thymol-like odor
Boiling point, °C	233	237
Density, g/mL	0.969	0.976
Structure		

La composition de l'huile essentielle de *Thymus* est généralement un mélange de Monoterpènes, qui contient généralement 10% de carvacrol et environ 50% de thymol. L'huile Essentielle de thym est également une source de linalol, d' α -terpinéol, de camphre, de caryophyllène et de γ -terpinène. En outre, il a été rapporté que les extraits méthanoliques de thym sont des sources de flavonols, tels que le glucoside de quercétine-7-O, et d'acides phénoliques (acides p-coumarique, Caféique, rosmarinique, cinnamique, carnosique, férulique, quinique et caféoylquinique), ainsi que Les flavanones (naringénine) et les flavones (apigénine) En utilisant d'autres solvants, tels que le Butanol, l'acétate d'éthyle et l'hexane, d'autres composés peuvent être extraits du thym, notamment Des saponines, des stéroïdes, des flavonoïdes, des alcaloïdes et des tanins. (Ghasemi et al., 2015).

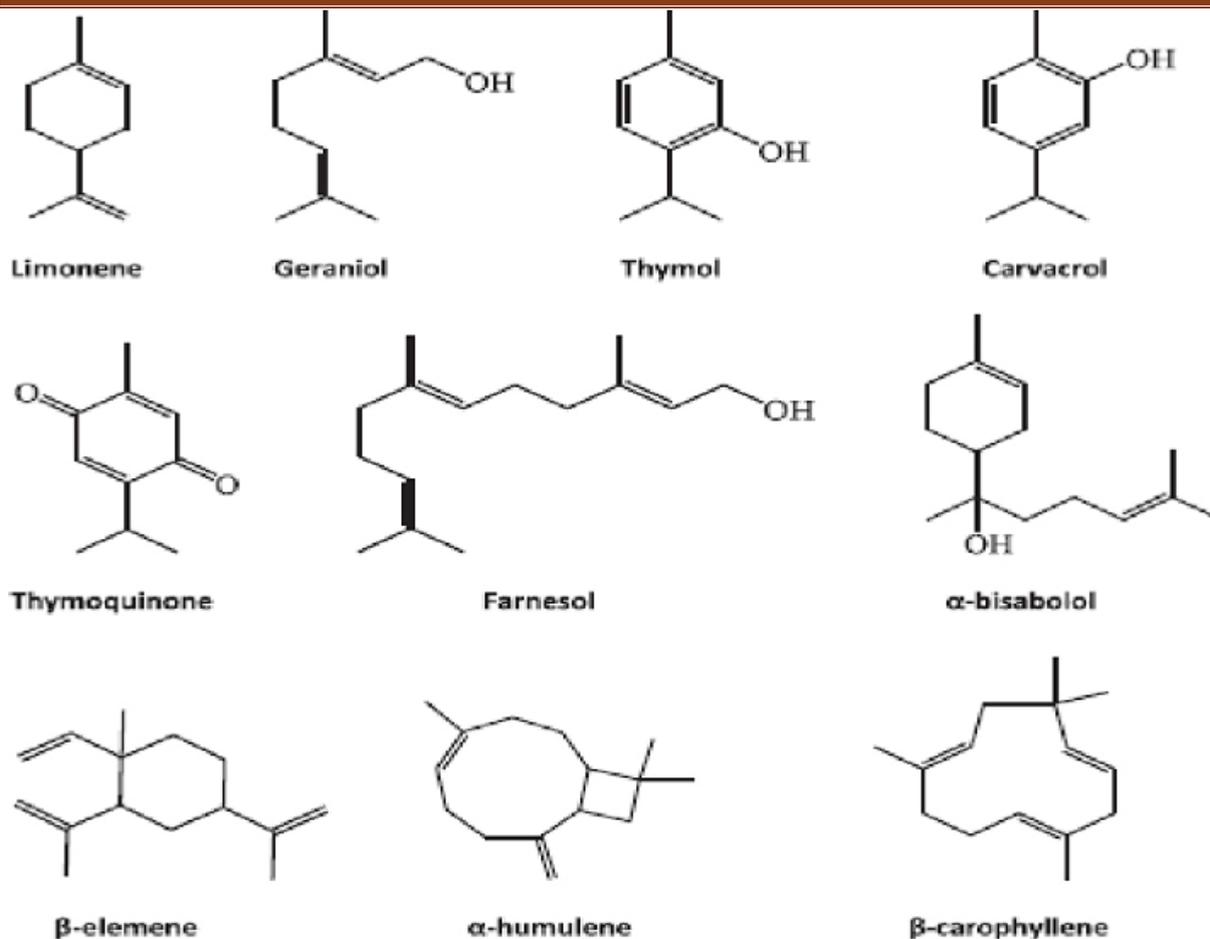


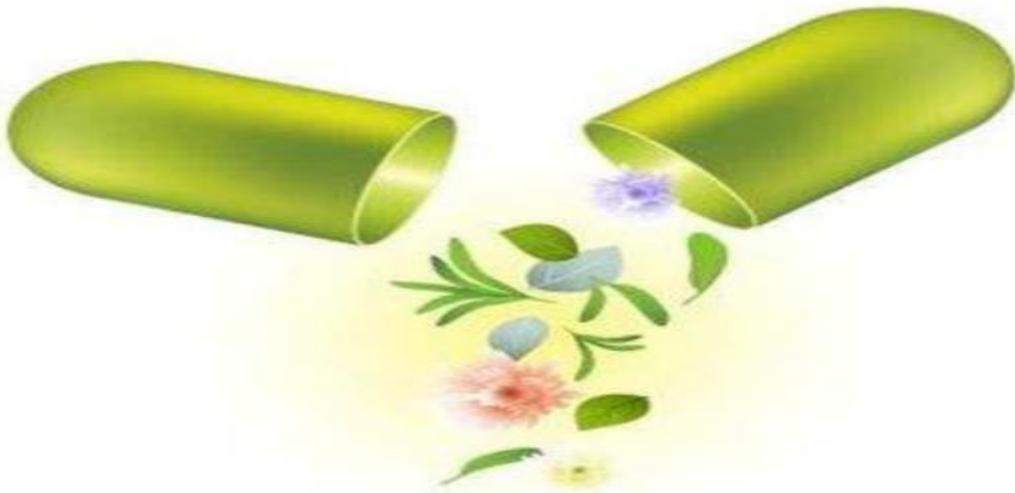
Fig 09 : Structure chimique des terpènes dans l'huile essentielle de thym. (Saadallah et al., 2020)

III. 5.2. l'huile essentielle du *Thymus vulgaris* :

L'huile essentielle de *T. vulgaris* a montré une teneur élevée en monoterpènes oxygénés (56,53%) et de faibles teneurs en hydrocarbures monoterpéniques (28,69%), en hydrocarbures Sesquiterpéniques (5,04%) et en sesquiterpènes oxygénés (1,84%). Le composé prédominant parmi Les composants de l'huile essentielle était le thymol (51,34%) tandis que la quantité de tous les Autres composants de l'huile était inférieure à 19%. (**Hosseinzadeh et al., 2015**) La teneur en huile essentielle de la plante varie de 5 à 25 ml/Kg et sa composition fluctue selon le Chémotype considéré. (**Bruneton, 1999**) ; l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* les plus abondant Sont respectivement : thymol (44,4 – 58,1 %), p-cymene (9,1 – 18,5 %), γ -terpinène (6,9 – 18,0 %), Carvacrol (2,4 – 4,2 %), linalol (4,0 – 6,2 %). La caractéristique d'huile essentielle de *Thymus Vulgaris* était sa teneur élevée du thymol. (**Bouhdid et al., 2006**)

Tableau 06: Composition chimique du *Thymus vulgaris* . (Yakhlef, 2010).

Plante	Phénols totaux	Flavonoïdes	Non- flavonoïdes	Catéchines	Anthocyanines
<i>Thymus Vulgaris</i>	33.3 %	25.0%	8.3%	1.2%	6.7%



CHAPITRE IV

LES ACTIVITES BIOLOGIQUES.

IV.1. Activité Antibactérienne :

La méthode utilisée est la méthode des disques en agar mais légèrement modifiée. En effet, nous avons substitué les disques de papier Whatman par des disques en agar de 6 mm de diamètre et de 2 mm de largeur ou nous avons pu piéger 1,5 µl de l'huile essentielle. L'inoculum utilisé est de 10⁸ UFC/ml. Nous avons utilisé le milieu gélose nutritive à 2% d'agar sur le quel nous avons déposé aseptiquement les disques d'agar. Après 24h d'incubation à la température de 37°C ± 1°C, l'activité antibactérienne est déterminée en terme du diamètre en mm de la zone d'inhibition autour des disques d'agar. Chaque essai est répété trois fois.

Tableau 07: Activité antibactérienne de *Thymus Vulgaris*.

Les souches	Partie de plante	Solvants utilisés	Méthodes utilisées	Références
<i>E.coli</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	La partie aérienne	Méthanol	L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger. Les distillations ont été réalisées par ébullition de 100 g de matériel végétal frais avec 500 ml d'eau dans un ballon pendant 1 heure 30 minutes. L'huile essentielle obtenue est conservée à une température de 4 °C et à l'abri de la lumière. Elle est diluée dans du méthanol (1 %, v/v) avant de procéder à l'analyse CG/SM (chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse).	Cheurfa, M., Allem, R., Sebahia, M. et al. 2013.
<i>Salmonella sp.</i> , <i>E.coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Les feuilles	Eau Distillé	Le matériel végétal fraîchement récolté est lavé et séché au laboratoire à l'ombre. L'extraction de l'huile essentielle du Thym est réalisée par hydrodistillation (appareil de type Clevenger) (El Ajouri et al, 2008). Deux distillations de trois heures chacune ont été effectuées. Dans un ballon de 2 litres surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant, on introduit 100g de matière végétale lavée et séchée avec 900 ml d'eau distillée puis on porte à ébullition. Le rendement en huile est déterminé par rapport à la matière sèche, L'huile est conservée +4°C à l'abri de la lumière et de l'air. Rendement % = $\frac{m_2 \cdot 100}{m_1}$ [masse totale du végétal sec (m1); masse d'huile essentielle (m2)]	HASSANI A1*, SEHARI N1, SEHARI M1, BOUCHENAF A N1, LABDELLI F1 & KOUADRIA M, 2017.
<i>Salmonella sp.</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i>	La plante <i>Thymus Vulgaris</i>	Eau	Les huiles essentielles ont été obtenues par entraînement à la vapeur d'eau à l'aide d'un distillateur de type Clevenger pendant 2h30 mn. Chaque huile, après extraction a été divisée en deux parties. <ul style="list-style-type: none"> • La première a servi à l'analyse chimique alors que ; • La deuxième a été utilisée pour étudier les tests antibactériens in vitro. Les huiles, après leur extraction, sont récupérées et conservées dans de petits flacons opaques et stockées à 4°C avant leur utilisation. 	EL OUALI LALAMI Abdelhakim1*, EL-AKHAL Fouad1,4, OUE DRHIRI Wissal2, OUAZZANI CHAHDI Fouad3, GUEM MOUH Rajae4, GRECHE Hassane2, 2013.

<i>Bacillus subtilis</i> ,	<i>Thymus Vulgaris</i>	Eau distillée.	L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (Clevenger, 1928). Trois distillations ont été réalisées par ébullition pendant une heure trente de 200 g de matériel végétal avec un litre d'eau distillée. Le rendement en huile essentielle a été déterminé en ml par rapport à 100g de matière sèche. L'huile essentielle obtenue a été stockée à 40 C à l'obscurité.	Nadia ZAYYAD¹, Abdellah FARAH² et Jamila BAHHOU^{1,20} 14.
----------------------------	------------------------	----------------	---	---

Les résultats ont montré une forte activité antibactérienne de l'huile essentielle avec des diamètres variant de 22,00 à 45,00 mm. Ceux-ci suggèrent que l'utilisation de l'huile essentielle de thym permettrait de mieux protéger l'homme contre les bactéries responsables de gastroentérites.

Les extraits de thym ainsi que son huile essentielle sont fortement antimicrobiens. Tous les chimiotypes sont actifs, mais l'activité bactéricide est plus marquée, (**Haddouchi et al, 2009**).

Le rendement en huile essentielle obtenu par méthode d'hydrodistillation est élevé chez *Thymus vulgaris* L avec 1,8%. Par ailleurs, l'ajout d'échantillons de plantes vertes dans les silos de riz et de grains est une pratique courante des peuples africains pour chasser les insectes et les rongeurs des denrées stockées (**Weaver et al. 1991**).

Concernant l'effet insecticide de l'huile essentielle du thym, on a constaté qu'elle est fortement insecticide et cela quelques heures seulement après le traitement par fumigation. Par ailleurs, d'autres travaux indiquent que les huiles essentielles extraites de plantes odorantes ont une activité insecticide certaine et possèdent une toxicité effective vis-à-vis des ravageurs de stocks tel que vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus* F. (**Kassimi et al., 2011**).

Ces huiles essentielles agissent par diffusion. C'est ce qui leur permet d'atteindre toutes les interstices dans la masse de graines stockées. Elles peuvent aussi être utilisées en fumigation et leur emploi est facile. (**Mueller, 1990; Kassimi et al., 2011**).

De même que les huiles essentielles des plantes des genres *Chenopodium* et *Eucalyptus*, ont témoigné de leur efficacité insecticide et cela sur six ravageurs de denrées stockées dont *Sitophilus granarius* et *S. zeamais* avec une concentration de 0,4% qui provoqua entre autre la mortalité de 60% des bruches après deux jours de traitement (**Tapondjou et al., 2002**).

D'autre part, les résultats ont démontrés que les femelles sont plus résistantes que les mâles. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par **Selmi et Sadok, (2008)**.

Concernant l'effet antibactérien de l'huile utilisée et on comparant les résultats de l'effet de l'HE avec l'antibiogramme réalisé, le constat est que l'effet antibactérien est aussi remarquable et il est proportionnel à l'augmentation de la concentration en huile essentielle. L'évaluation de l'effet inhibiteur de l'HE vis-à-vis *E. coli* permet d'obtenir les résultats présentés qui montrent un effet inhibiteur de l'HE sont principalement inhibiteur de la croissance bactérienne. D'autre part, pour **Bakkali et al, (2008)**, l'activité antibactérienne est due à la cytotoxicité des HE qui

peuvent endommager la membrane cellulaire des bactéries lorsqu'elles passent à travers leur paroi cellulaire et leur membrane cytoplasmique (déstructuration de la membrane et ses polysaccharides). Enfin, d'après les résultats, *E. coli* est plus sensible à l'huile essentielle car le taux d'inhibition est de 32,22 % et 87,77 % alors que celui de *S. aureus* est de 27,77% à 73,33 %. Toutefois, il faut souligner qu'il existe une sensibilité différentielle des deux bactéries Gram+ et Gram- testées. Cette différence d'effet peut être expliquée par la différence de la composition de la paroi cellulaire et le type de Gram. Plusieurs études ont montré que les bactéries Gram- sont plus résistantes que les Gram+ vis-à-vis des HE.

Ainsi Haddouchi et al (2009) dont leur étude sur l'activité antimicrobienne de l'HE de *T. fontanesii* extraite par hydrodistillation, ont obtenus une inhibition de 31mm sur une bactérie Gram+ (*S. aureus*) et de 9 mm sur une bactérie Gram- (*P. aeruginosa*). La résistance des bactéries Gram- est expliquée par la présence d'une seconde membrane lipopolysaccharidique jouant un rôle de barrière. On outre, elle est plus riche en protéines que celle de Gram+ ce qui les rend plus hydrophiles empêchant ainsi les composés hydrophobes de pénétrer dans la couche lipidique et exercer leur activité antimicrobienne à l'intérieur de la cellule microbienne (Alvesalo et al., 2008).

Rendement en huile essentielle des plantes Étudier *Thymus vulgaris* et *Thymus satureioidis* 0,5 % et 1,1 %, respectivement. Ces Le rendement moyen en huiles essentielles est Calculé en matière sèche. elles sont relativement faible par rapport à certains plantes utilisées dans l'industrie comme source d'huiles essentielles. De nombreux facteurs affectent les performances, Contenu, propriétés physico-chimiques et la composition chimique de l'huile espèces, conditions, etc. facteurs environnementaux, techniques d'extraction, séchage, époque et milieu de récolte, Pratiques culturales et âge du matériel végétal.

Résultats de l'analyse des huiles essentielles Ce composant est indiqué par GC-MS Le Thym est Gamma-Terpinène (22,25 %) et thymol (41,39 %) et La plus riche des huiles essentielles *Thymus satureioides* est le p-cymène (27,59 %) et thymol (14.09). Nous n'avons pas Composés ou Ingrédients avec une concentration de <0,1%.

Les trois huiles essentielles présentent une activité inhibitrice contre tous Micro-organismes testés. Dans ces tests, *T. bleicherianus* et *T. algeriensis* est plus actif que *T. zygis*. En général, les bactéries gram-positives sont plus sensibles que les bactéries gram-négatives ; Mais dans notre cas, nous avons constaté que la souche la plus sensible était *Erwiniachrysanthemum* (Gram-), la CMI est de 1/5000 v/v, la souche résistante est *Streptococcus pneumoniae* (Gram+) MIC à 1/750v/v après *E. coli*. L'huile essentielle de *T. zygis* est moins active que celle de *T. algeriensis*, *T.bleicheirianus*. L'huile essentielle de *T. zygis* est très efficace *Erwinia chrysanthème* (1/3000 v/v CMI). Activité minimale détectée pour *T. zygis* Comparé à *E. coli* (1/500v/v). Les souches les plus sensibles à l'huile *T. algeriensis* est *Bacillus subtilis* et *Erwiniachrysanthemum* (1/5000v/v). *Staphylococcus aureus* est sensible aux deux huiles (*T. algeriensis* et *T. bleicheirianus*) (1/3000v/v). En plus de la forte activité de l'huile essentielle de *T. algeriensis* contre *Escherichia coli* (1/2000v/v), les mêmes résultats ont été obtenus pour *T. algeriensis* et *T. bleicheirianus*. De plus, le La sensibilité de *Streptococcus pneumoniae* à l'huile

est moyenne autres souches. Nos résultats sont similaires à ceux de Rota et al. (2008) qui ont montré une plus grande sensibilité *Staphylococcus aureus* important dans l'huile par rapport à *E. coli* Essentiel pour le thymol de *T. zygissp.* Actions minces. Ces trois huiles ont également de fortes Activité contre *Erwiniachrysanthemum* et *T. Paludis*(**Sqalli et al. 2009**). Cette étude montre que l'activité inhibitrice de *T. algeriensis* et *T. bleicherianus* est très forte. Toutes les souches étudiées étaient fortes par rapport aux travaux antérieurs (**Aouni et al., 2013 ; Belaqziz et al., 2010 ; Cao et al., 2009 ; Mangena et al., 1999**). Le rôle des huiles essentielles Surtout en raison des fortes concentrations de thymol et d'alpha-terpinène, bien que petites Les concentrations de carvacrol et de bornéol dans la composition peuvent être considérées comme Composés clés affectant l'activité de ces trois huiles (**Cao et al., 2009**). L'activité antimicrobienne de la plupart des composés a été reconnue. thymol et Le carvacrol est le plus bactéricide (**Zohary et al., 2004 ; Friedman et al., 2002 ; Aligiannis et al. et al., 2001 ; Dorman et Deans, 2000**).

Thymol peut également être impliqué dans l'inhibition Le processus de transfert d'électrons, dans le transport intracellulaire des protéines, dans Étapes de phosphorylation et autres réactions enzymatiques (**Burt, 2004 ; Ultee et et al., 1999 ; Knobloch et al., 1986**). Le carvacrol est également considéré comme un fongicide, qui Précurseur, le p-cymène, un agent antibactérien faible, mais il peut être associé à par l'expansion de la membrane, entraînant une instabilité de la membrane (**Jamali et al., 2013 ; Christani et al., 2007 ; Ultee et al., 2002**). L'alpha-terpinène assure également l'inhibition Plusieurs espèces bactériennes (**Dorman et Deans, 2000**). Il a été démontré que le bornéol est Composés aux propriétés antibactériennes élevées en raison de leur grande solubilité dans l'eau, ce qui Cela lui confère une grande capacité à traverser les membranes cellulaires bactériennes (**Tabachana et al., 2003 ; Knobloch et al., 1989**).

IV.2.Activité Antifongique :

L'activité antifongique des huiles essentielles des citrus est déterminée sur milieu PDA solide selon la technique proposée par Grover et Moore.(**Grover , Moore (1962)**). Elle est réalisée sur *Aspergillus flavus*, *Fusarium sp.* et *Penicillium digitatum*, champignons phytopathogènes de différentes espèces cultivées. Des dilutions sont préparées pour avoir des concentrations finales 50, 100, 125,130, 150, 250 , 500 et 1 000 µl/ml.

Le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne radiale est calculé selon la formule suivante **Pandey ,Tripathi , Tripathi, et al (1982)** :

dt : diamètre moyen des colonies fongiques dans le témoin .

dT : diamètre moyen des colonies fongiques traitées. La concentration minimale inhibitrice (CMI) est déterminée selon la méthode citée par Mishra et Dubey**Mishra ,Dubey(1994)**et la nature de la toxicité de l'huile est déterminée selon Thompson **Thompson (1989)**.

Tableau 08: Activité antifongique de *Thymus Vulgaris*.

Les souches	Partie de plante	Solvants utilisés	Méthodes utilisées	Les références
Les champignons	La feuille	Eau distillée	Les échantillons de feuilles ont été séchés à l'air libre, à l'abri de la lumière pendant une quinzaine de jours. Cent grammes de la matière végétale ont été soumises à l'hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger selon la pharmacopée européenne et extraites avec 1 l d'eau distillée pendant trois heures. Les huiles essentielles ont été collectées, séchées sur Na ₂ SO anhydre et conservée à une température de 4 °C à l'abri de la lumière. Le rendement est exprimé en gramme d'huile essentielle pour 100 g de matériel végétal sec.	Hamdani FZ. ZiriS .Benallou A. Djani H. BelkacemiA ,(2021).
2- <i>Les champignons</i> – <i>Gloeophyllumtrabeum</i> (<i>Persoon ex Fries</i>) <i>Murril</i> – <i>Poria placenta</i> (<i>Fries</i>) <i>Cooke sensu J. Eriksson</i> – <i>Coniophoraputeana</i> (<i>Schumacher ex Fries</i>) <i>Karsten</i> – <i>Coriolusversicolor</i> (<i>L.</i>) <i>Quélet.</i>	Tiges, Feuilles et Fleurs	Méthanol Eau	L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger. Trois distillations ont été réalisées par ébullition pendant 1 h 30 de 200 g de matériel végétal frais avec 1 l d'eau dans un ballon de 2 l surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant. Le rendement en huile essentielle a été déterminé par rapport à la matière sèche, évaluée à partir de 3 échantillons de 30 g séchés durant 48 heures à l'étuve à 60 °C. L'huile essentielle a été stockée à 4 °C à l'obscurité en présence de sulfate de sodium anhydre. Elle est diluée dans du méthanol (1/20, v/v)	El AJJOURI M, SATRANI B, GHANMI M, AAFI A, FARAH A, RAHOUTI M, AMARTI F & ABERCHANE M ,2007,2008.

			<p>avant de procéder aux analyses CG et CG/SM. Les analyses chromatographiques ont été effectuées sur un chromatographe en phase gazeuse à régulation électronique de pression de type Hewlett Packard (série HP 6890), équipé d'une colonne capillaire HP-5 (30 m x 0,25 mm) avec une épaisseur du film de 0,25 μm, d'un détecteur FID réglé à 260 °C et alimenté par un mélange de gaz H₂/Air et un injecteur split-splitless réglé à 275 °C. Le mode d'injection est split (rapport de fuite : 1/50). Le gaz utilisé est l'azote avec un débit de 1,7 ml·min⁻¹. La température de la colonne est programmée de 50 à 250 °C à raison de 4 °C·min⁻¹. L'appareil est piloté par un système informatique de type « <i>HP ChemStation</i> », gérant le fonctionnement de l'appareil et permettant de suivre l'évolution des analyses chromatographiques.</p> <p>L'identification des constituants a été réalisée en se basant sur leurs indices de Kováts (IK) et sur la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM). Cette dernière est réalisée sur un chromatographe en phase gazeuse de type Hewlett-Packard (série HP 6890) couplé avec un spectromètre de masse (série HP 5973). La fragmentation est effectuée par impact électronique à 70 eV. La colonne utilisée est une colonne capillaire</p>	
--	--	--	---	--

			<p>HP-5MS (30 m x 0,25 mm), l'épaisseur du film est de 0,25 μm. La température de la colonne est programmée de 50 à 250 $^{\circ}\text{C}$ à raison de 4 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$. Le gaz vecteur est l'hélium dont le débit est fixé à 1,5 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$. Le mode d'injection est du mode split (rapport de fuite : 1/70). L'appareil est relié à un système informatique gérant une bibliothèque de spectre de masse NIST 98.</p>	
<p>3-<i>T. mentagrophytes</i>, <i>T. rubrum</i> et <i>E. floccosum</i></p>	<p>La partie aérienne</p>	<p>Eau distillée</p>	<p>Pour évaluer l'activité antifongique des trois HEs, nous avons adopté la technique de contact direct sur gélose. Les champignons ont été cultivés sur milieu Sabouraud afin d'avoir suffisamment de spores. La culture finale des souches fongiques a été réalisée sur de l'agar de dextrose de pomme de terre (PDA) supplémenté d'huiles essentielles à différentes proportions. Les huiles essentielles ont été utilisées sous forme d'émulsions pour pouvoir être manipulées comme des solutions. L'agar-agar à 0,2 % a été choisi comme agent émulsionnant à la place du Tween 80 du fait qu'il est dépourvu de toute influence sur l'activité des HEs. Les différentes dilutions ont été préparées dans une solution d'agar dans l'eau distillée stérile pour obtenir différentes concentrations en HEs, puis elles étaient rajoutées au milieu de culture dextrose agar contenu dans les tubes. La solution mère d'huile essentielle doit</p>	<p>Ismaili R, Lamiri A, and Moustaid K ,2014.</p>

			<p>être au 1/10 et elle a été préparée dans une solution d'agar 0,2 %. À partir des différents tubes contenant des concentrations différentes en HEs, nous avons prélevé 2 ml qu'on a rajouté aseptiquement à 18 ml du milieu dextrose agar. Ainsi, nous avons obtenu différentes concentrations en HEs. Les tubes sont agités au Vortex puis le contenu est coulé dans les boîtes de Pétri</p> <p>L'ensemencement a été réalisé en utilisant une pipette Pasteur au niveau de la surface du substrat. L'inoculum se présente sous forme d'une suspension dans l'eau physiologique de spores provenant d'une culture de sept jours dans le PDA. Chacune des boîtes a étéensemencée par trois espèces différentes qui ont été testées préalablement par d'autres auteurs quant à l'absence d'effets antagonistes entre elles. Enfin, l'incubation a été réalisée à température ambiante pendant quinze jours. La température d'incubation est de 25°C. Chaque essai est répété trois fois afin de minimiser l'erreur expérimentale.</p>	
--	--	--	--	--

Les espèces conjointes *Thymus vulgaris* et *Tetraclinis* ont A fourni des rendements de 2,70 % et 1,10 %, respectivement. Ces valeurs sont proches de celles obtenues par Brada et al. ,légèrement supérieur à celui annoncé Écrit par Cheurfa et al. et El Ouali Lalami et al. pour thym. Concernant les huiles essentielles de *Tetraclinis*, les rendements sont toujours les plus élevés par rapport à ceux obtenus par Toumi et al. et Bourkhiss et al. Plusieurs auteurs ont mentionné que les rendements en huiles essentielles varient selon l'emplacement géographique, la saison, l'organe et l'espèce.

Les huiles essentielles sont extraites des feuilles de trèfle à quatre feuilles et de thym par hydrodistillation. L'analyse CG/MS a identifié et caractérisé 22 composés, soit 91,75% du total Huile essentielle de Thym et 19 composés Représente 90,65% de l'huile essentielle de Tetraclinis. Le composé principal est le carvacrol (48,56%) et thymol (17,54%) pour le thym et Acétate de bornyle (20,50 %) et camphre (28,03 %) Trypanosomes articulaires.

Les résultats de composition chimique montrent que l'huile essentielle de thym appartient au chémotype thym carvacrol, tandis que l'huile essentielle de trèfle appartient au chémotype carvacrol. Chémotype de camphre articulaire de Tetraclinis. les résultats Similaire à celui obtenu par Cheurfa et al et Toumi Attendre. Ils rapportent que la plupart des composés Changements quantitatifs et qualitatifs sous l'influence conditions écologiques, origine géographique et Certaines espèces ont été analysées.

Résultats de l'activité antifongique de l'huile essentielle de thym et de l'huile essentielle quadruple sur milieu de culture Le PDA a montré que ceux-ci avaient un fort effet inhibiteur sur la croissance radiale des hyphes d'*Aspergillus flavus* et de *Fusarium*. et *Penicillium*. Cependant, l'huile essentielle de thym exposée En revanche, il a un pouvoir inhibiteur très important Articulation Tetraclinis, qui provoque une inhibition Croissance d'*Aspergillus flavus* et de *Fusarium*. et *Penicillium* à partir de 125 µl/ml. D'autre part avec L'huile essentielle de Tetraclinis, qui possède une Les trois champignons testés avaient une résistance allant jusqu'à A une concentration de 130 µl/ml, la croissance est inhibée. Les hyphes radiales se développent complètement et le taux d'inhibition est d'environ 100 %. Ils sont aussi remarqué que le pouvoir inhibiteur du thym et des huiles essentielles quadruples augmentait avec Se concentrer. Les auteurs rapportent que la croissance Le mycélium diminue avec l'augmentation de la concentration dans les huiles essentielles. présentation de l'huile essentielle de thym Diminution de la CMI avec *Aspergillus flavus*. les Résultats avec Giordani et Kaloustian rapporte une forte capacité antifongique Huile essentielle du chémotype thymol du thym.

Une grande partie de l'activité antimicrobiennes des huiles essentielles du genre *Thymus* semble être associée aux composés phénoliques (thymol et carvacrol) . Le fort pouvoir antifongique enregistré chez les huiles essentielles de thyme peut être attribué à sa composition chimique où la plupart des recherches mentionnent le thymol et le carvacrol comme composés majoritaires . Brada et al. et Cheurfa et al. rapportent que les composés majoritaires des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* de la région de Chlef sont le carvacrol et le thymol. Des recherches rapportent que le thymol et le carvacrol contrôlent la croissance mycélienne en causant des troubles de l'activité vitale des parois cellulaires fongiques . Les composés phénoliques par leur nature chimique agissent au niveau de la membrane et sur les enzymes incorporés à la membrane. Ils se lient aux protéines membranaires et font augmenter la perméabilité de la membrane d'une part et d'autre part ils sont responsables de l'inactivation d'enzymes, y compris ceux impliqués dans la production d'énergie et la synthèse des constituants de structure comme ils opèrent sur les hyphes mycéliens, la perte de rigidité et l'intégrité de la paroi cellulaire des hyphes, entraînant ainsi la mort du mycélium . En perspective de ce travail, des études plus poussées sur la synergie d'action entre les deux huiles sont nécessaires à rechercher par d'autres expérimentations ultérieures.

IV.3. Activité antioxydant :

L'évaluation préliminaire de l'activité antioxydante des échantillons a été réalisée en utilisant la méthode du radical stable 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), qui a été initialement développée par Blois (1958). Le DPPH, de couleur violette en solution, présente un maximum d'absorption à 515 nm. Le pouvoir antioxydant des HE testées a été estimé par comparaison avec un antioxydant naturel (Acide ascorbique). Tous les tests ont été réalisés avec trois répétitions pour chaque concentration. L'activité du balayage du radical DPPH a été mesurée selon le protocole décrit par Lopes-Lutz et al. (2008), où 100 µl de chacune des solutions méthanoïques des HE testées à différentes concentrations sont mélangées avec 1300 µl d'une solution méthanoïque de DPPH (0,004%). Après une période d'incubation de 30 minutes à la température de laboratoire, l'absorbance est lue à 517nm. L'inhibition du radical libre DPPH par l'acide ascorbique a été également analysée pour comparaison.

La cinétique de la réaction et les paramètres de calcul de l'activité antioxydante pour l'acide ascorbique et les HE étudiées, ont été calculés.

Détermination du pourcentage d'inhibition :(Khoudali et al., 2014)

L'inhibition des radicaux libres en pourcentages (I%) est calculée en utilisant la formule suivante :

$$I \% = [1 - (\text{Abstest} / \text{Abscontrôle})] \times 100$$

Abstest : absorbance de l'échantillon.

Abscontrôle : absorbance contrôle négatif.

Tous les essais ont été effectués en triple.

La cinétique des réactions des HE et de l'acide ascorbique avec le DPPH a été inscrite à chaque concentration examinée. Les concentrations en HE et en acide ascorbique, en fonction des pourcentages du DPPH inhibés, ont été tracées à la fin des réactions afin d'obtenir l'index IC50. Ce paramètre est défini comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du DPPH initiale de 50%.

Détermination du temps d'équilibre TEC50 :(Houbairi et al., 2015)

Le paramètre TEC50 est défini comme le temps atteint à l'équilibre avec une concentration d'antioxydant égale à IC50. Ce temps est déterminé graphiquement.

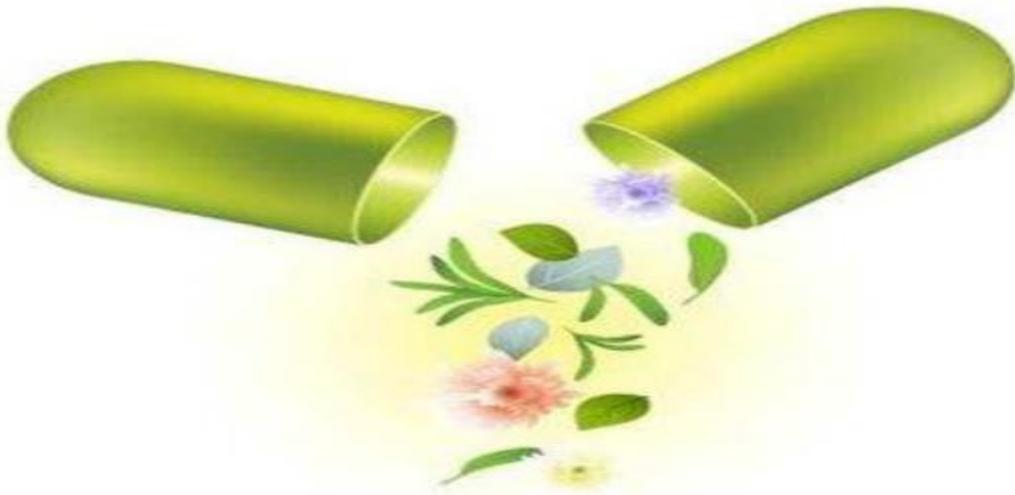
Détermination du paramètre d'efficacité anti-radicalaire EA :(Houbairi et al., 2015)

Les deux facteurs IC50 et TEC50 peuvent être combinés afin d'obtenir le paramètre d'efficacité anti-radicalaire: $EA = TEC50 / IC50$.

Tableau 9 : Activité antioxydant de *Thymus Vulgaris*.

Partie du plante	Solvants utilisées	Méthodes utilisées	Références
les feuilles, les écorces des fruits, la résine, les branches et le bois.	Eau distillée.	Les échantillons de <i>T. vulgaris</i> ont été cueillis dans la province de Tafilelt, <i>C. limonum</i> dans la province d'Agadir et <i>M. spicata</i> dans la province de Settat. Les cueillettes ont été réalisées pendant le mois d'Avril. Les feuilles du thym, de la menthe ainsi que les fruits du <i>C. limonum</i> ont été coupés à la main et mises dans des sacs cartonnés, transportés au laboratoire et conservés à température ambiante jusqu'à utilisation. Les HE ont été préparées par hydrodistillation, en utilisant un appareil de type Clevenger (Meyer-Warnod, 1984), dans un ballon de 5 litres contenant 2 litres d'eau distillée et surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur et 2 cm de diamètre reliée à un réfrigérant. Les extractions ont été répétées trois fois pour chaque HE afin de récupérer des volumes considérables. Après l'élimination des traces d'eau par du sulfate de sodium anhydre, les HE obtenues ont été stockées dans des petits flacons opaques et mises dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'à leur utilisation pour les tests de l'activité antioxydante.	Ismaili R, Houbairi S, Lanouari S, MoustaidKh, Lamiri A,(2017).

Méthodes de recherche de l'activité antioxydante des HE Piégeur de radicaux libres DPPH indiqué pour toutes les huiles étudiées A une activité antioxydante modérée et l'HE de *T. vulgaris* a Une activité puissante sur l'acide ascorbique. Cette étude présente des perspectives d'application Industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. Cette Les résultats obtenus peuvent contribuer à la valeur de ces plantes Produits aromatiques et médicinaux marocains.



CHAPITRE V

**L'INTERET ECOLOGIQUE ET
INDUSTRIELLE.**

V.1. Intérêt industrielle:

les espèces de Tectona sont utilisées dans l'industrie du bois où elles Produisent un bois précieux et imputrescible recommandé pour la fabrication des ponts De bateaux, de meubles de jardin ...etc. En plus, l'effet inhibiteur des huiles essentielles de quelques espèces de cette famille sur le Développement bactérien et fongique laisse entrevoir des perspectives d'application dans les Domaines de l'industrie alimentaire et pharmaceutique (**Dupont et Guignard, 2007**).

V.2. Intérêt agroalimentaire :

nombreuses espèces de cette famille sont l'une des principales sources culinaire du monde entier. Les espèces de Mentha, Thymus, Salvia, Origanum, Coleus Et Ocimum sont utilisées comme légumes et arômes alimentaires, ainsi que les tubercules de Quelques espèces de Stachys sont comestibles (**Saad 2017**).

V. 3. Intérêt En parfumerie :

Beaucoup d'espèces sont utilisées en parfumerie pour leurs essences Aromatiques volatiles tel que Lavandulaangustifolia, Pogostemonpatchouly, Melissa Officinalis et Rosmarinusofficinalis ...etc. (**Saad 2017**).

V.4. Intérêt En phytothérapie :

Plusieurs espèces de cette famille sont utilisées dans la médecine Traditionnelle et moderne en raison de leurs propriétésphytothérapeutiques et leur richesse En éléments actifs particulièrement les huiles essentielles comme Lavandula, Teucrium, Thymus et Salvia .

→ L'étude de Akriti et Pawar (2011) montre que l'extrait aqueux de la partie aérienne d'Ajuga Bracteosawall ex. Benth présente une activité diurétique et analgésique.

→ L'huile essentielle obtenue à partir des feuilles de Lavandulaangustifolia Mill. Présente desPropriétés anti-inflammatoire et analgésique.

→ Les huiles essentielles obtenues à partir des parties aériennes de Thymus capitatus et Thymus Bleicherianus présentent une bonne activité antimicrobienne .

→ L'huile essentielle extraite à partir des feuilles et des fleurs de Rosmarinusofficinalis ont des Propriétés cardiotonique, diurétique et antiseptique .

→ L'extrait aqueux et éthanolique des parties aériennes de Zhumeriamajdae montre une activité significative antinociceptive et anti-inflammatoire.

→ Les recherches sur Salvia officinalis L. montrent que les extraits aqueux et méthanolique ont Des propriétés antioxydante et antidiabétique (**Saad 2017**).

V. 5. Intérêt nutritionnel et pharmacologique :

Cette famille est, l'une des principales sources de légumes et de plantes médicinales du monde entier. Les espèces de *Mentha*, *Thymus*, *Salvia*, *Origanum*, *Coleus* et *Ocimum*, sont utilisées comme des légumes, des arômes alimentaires et dans l'industrie du bois (*Tecton*). En culture ornementale d'intérieur, on retrouve quelques espèces du genre *Savory* (*Saturejahortensis*), crosne de *Tubifera*, *Salvia* et *Coleus* Notons également que, plusieurs espèces de cette famille, sont utilisées en médecine traditionnelle et Moderne, comme *Lavandula*, *Teucrium*, *Thymus* et *Salvia*.

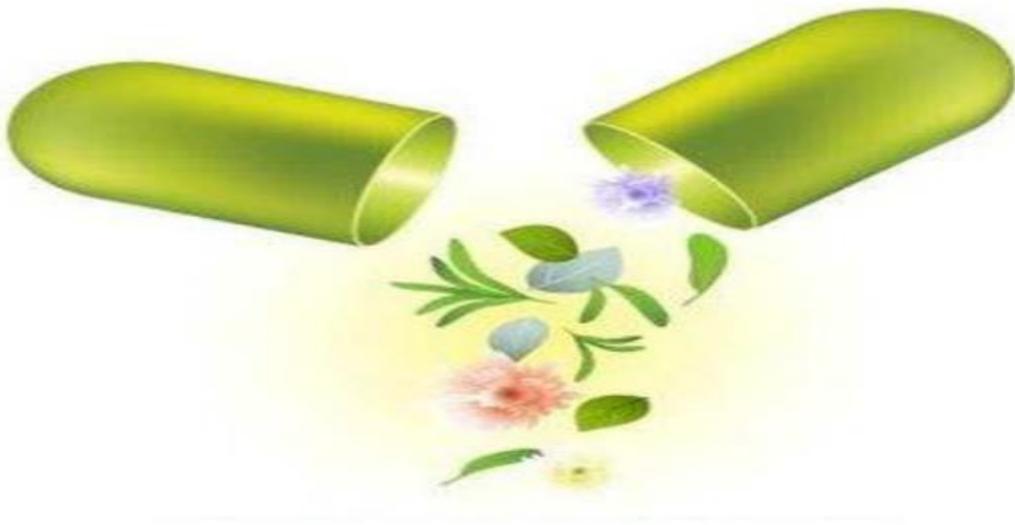
Plusieurs travaux, réalisés *in vitro* et *in vivo*, rapportent des résultats intéressants pour certaines molécules antioxydants d'origine végétale telles que les dicatéchols, la curcumine, les triterpènes pentacycliques et les flavonoïdes.

Dans la pharmacopée traditionnelle africaine, les plantes de la famille *Lamiaceae*, sont utilisées comme diurétique, anti-syphilitique, anti-diarrhéique, cicatrisante, antiseptique et dans le traitement de nombreuses affections telles que : les problèmes intestinaux ou encore le météorisme (ballonnement du ventre, dû à des gaz). De nombreuses espèces de cette famille, ont confirmé leur intérêt pharmacologique dans la littérature. (Ahmia et al 2020).

V. 6. Intérêt économique :

La famille renferme, de nombreuses espèces économiquement, importantes soit par leurs huiles essentielles, soit par leur usage condimentaire, elles appartiennent aux genres *Mentha* (la menthe), *Lavandula* (la lavande), *Marrubium nepeta* (l'herbe aux chats), *Ocimum* (le Basilic) *Origanum* (l'origan), *Rosmarinus* (le romarin), *Salvia* (la sauge), *Satureja* (la sarriette) Et *Thymus* (le thym).

Le tubercule de quelques espèces de *stachys* est comestible. *Tectona* (le teck) fournit un bois d'œuvre important. De nombreux genres contiennent des espèces ornementales : on peut citer parmi eux *Ajuga* (le bugle), *Callicarpa*, *Clerodendrum*, *Plectranthus*, *Holmskiodia*, *Leonotis*, *Monard*, *Salvia* (Ahmia et al 2020).



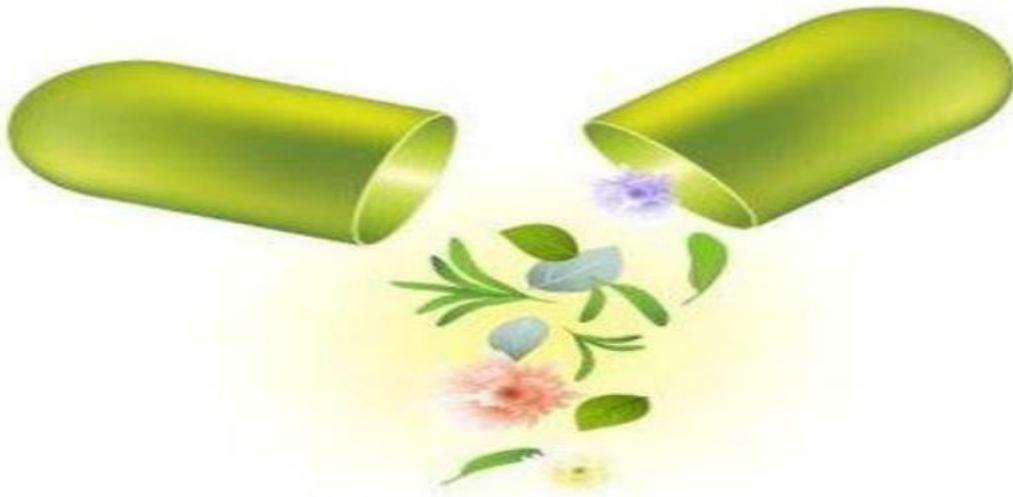
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Conclusions et perspectives

Dans ce mémoire, nous avons passé en revue des études sur *Thymus Vulgaris*. et ses l'huile essentielle ; son importance ethnopharmacologique, phytochimie et certaines activité biologiques.

Ce pendant, la composition chimique de *Thymus* comprend plusieurs groupes tels que lesterpénoïdes aromatiques, de flavonoïdes et d'acides phénoliques. Le thymol et le carvacrol sont les principaux composés phénoliques de l'huile de thym. Les principaux composés nonphénoliques sont le linalol et le p-cymène, carvacrol, du thymol, du gamma-terpinène, du p-cymène et du bornéol, qui sont responsables de plusieurs effets biologiques telsqu'antioxydant.

Les résultats encouragent, trouver par des travaux antérieur de plusieurs chercheurs, sur l'utilisation des huiles essentielles de *Thymus Vulgaris*, en tant qu'agents antioxydant et antimicrobiens, stimulent d'autres essais cliniques, qui devraient être mis en œuvre à des futures fins pharmaceutiques prometteuses.



RÉFÉRENCES BIO BIO

GRAPHIQUE

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Abadlia, M et Chebbour, A.H. (2014). Contribution à l'étude des huiles essentielles de la plante menthapiperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Mémoire de Master, Université Constantine 1, Algérie.

Abdelli W. (2017). Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de Juniperusphoenicea et de Thymus vulgaris. Thèse de doctorat en Microbiologie Appliquée, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 104p.

ABED. S, MESSAADIA .B, DJESSAS .M (2021), Etude des propriétés physicochimiques et biologiques de Thymus vulgaris L. Mémorial de maître, Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie.

AFNOR. « Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles ». AFNOR, Paris, 2000, 661-663.

Agili, F.A. (2014). Chemical composition, antioxidant and antitumor activity of Thymus vulgaris L. essential oil. Middle-East Journal of Scientific Research, 21(10): 1670-1676.

Ahmia .S et Fethallah. F(2020) ,Inventaire de quelques Lamiaceae et caractérisation de L'huile essentielle de Thym (Thymus vulgaris) dans Différentes régions ,mémorial de maître, Université de Blida 1 ,Algérie.

Ait Salem, L. (2016). Evaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de Pinus sylvestris et Pelargoniumasperum en combinaison avec la nisine sur des bactéries pathogènes. Mémoire de master. Université MoulodMameri, Tizi Ouzou, Algérie.

Al Saqqa G., Alian A., Ismail F., Ramzy S. (2018). Chemical composition of rocket, thyme and parsley essential oils and their effect on some fungi and aflatoxin production Chemistry debt, 4(4):277-282.

Alexandre, P et Ronoel, L.O. (2008). Chemical composition of Thymus vulgaris L. (thyme) essential oil from the Rio de Janeiro state. Journal of the Serbian chemical society, 73(3): 307-310.

Anton R. and Lobstein A., 2005. Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Tec. & Doc., Paris, 522p.

Baba Aissa, F. (1990). Les plantes médicinales en Algérie, édition le monde des pharmaciens, p173.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475.

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Balladin D A., Headley O. (1999). Evaluation of solar dried thyme (*Thymus vulgaris* Linné) herlos. *Renewable Energy*. 17: 523-531.

Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2015). Handbook of essential oils: science, technology, and applications. (Ed 2).

Bekhechi, C., abdelouahid, D. (2010). les huiles essentielles. Office des publications

Belaiche, P. (1979). Traité de phytothérapie et d'aromathérapie.

Belkou H, Beyoud F. et Taleb BahmedZ, Approche de la composition biochimique de la menthe vert (*menthe spicata* L) dans la région de Ouargla, Mémoire DES, univ Ouargla. 2005. pp2,61.

Benabed K H., Gourine N., Ouinten M., Bombarda I., Yousfi M. (2017). Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Three Algerian Lamiaceae Species. *Current Nutrition and Food Science*, Bentham Science Publishers, 13 (2), pp.97 – 109.

Benachenhou, R et Sahari, I. (2020). Valorisation des huiles essentielles du Thym en Aromathérapie. Mémoire de master, Université Blida 1, Algérie.

Benayad, N. (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines: moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. (Thèse de doctorat, Université de Mohamed V. Agdal).

Benbelaid, F. (2015). Effets des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur *Enterococcus faecalis* responsable d'infections d'origine dentaire. Thèse de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.

Benini, C. (2007). Contribution à l'étude de la diversification de la production des huiles essentielles aux Comores. Mémoire d'Ingénieur. Université Gembloux, pp109.

Benmadi, Z et Abida, H. (2018). Effet des extraits de *Thymus vulgaris* chez *Escherichia coli* responsable des infections uro-génitales. Mémoire de Master, Université Abdel Hamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.

Benteyeb, A et Djemmal, S. (2014). Contribution à la mise en évidence in vitro de l'efficacité des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* et *Thymus dreatensis* contre les champignons lignivores, Mémoire de Master en microbiologie, université Constantine 1.

Binata, G et Dikes, L. (2018). Etude de l'effet antibactérien et prébiotique des extraits de *Thymus vulgaris* et de *Thymus serpyllum*. Mémoire de Master, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, Algérie.

Bouamer A .Bellaghit M. et Mollay Amara. Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe vert et la menthe poivrée de la région de Ouargla; Mémoire DES .Unive. Ouargla, 2004p 2-5; 10; 19; 21-22.

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Boudoumi, K. (2014). Etude de l'Influence du lieu et de la période de récolte de l'espèce «*Thymus vulgaris* L. » sur le rendement et la composition chimique des huiles essentielles. Mémoire de Master. Université de Djelfa, Algérie

Bouguerra N., Djebbar F.T., Soltani N. (2017). Algerian *Thymus vulgaris* essential oil: Chemical composition and larvicidal activity against the mosquito *Culex pipiens*. *International Journal of Mosquito Research*, 4(1): 37-42.

Bouhdid S., Idaomar M., Zhiri A., Baudoux D., Skali N.S et Abrini J. (2006). *Thymus* essential oils : chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. Congrès international de biochimie, Agadir, Maroc

Boukhatem1 M, Ferhat2 M, Kameli3 A, Saidi1 F, Taibi1 H, and Teffahi Dj 4, 2014, Valorisation de l'essence aromatique du Thym (*Thymus vulgaris* L.) en aromathérapie anti-infectieuse (Potential application of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) *essential oil as antibacterial drug in aromatherapy*] *Innovative Space of Scientific Research Journals vol(08) :1418 – 1431.*

Boulade C . (2018) . Lamiaceae : caractéristiques et intérêts thérapeutiques à l'officine. Thèse de Doctorat en Pharmacie . Université Toulouse III Paul Sabatier.

Brada M., Achour D., Wathelet J.P., Lognay G. (2009). Study of Essential Oils of Some Plants from Algeria (*Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris* and *Rutachalepensis*).

Bruneton J. (2016). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 5ème édition. Paris TEC et DOC, 1488 p.

Bruneton J. « Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales ». Editions Tec & Doc, Paris 1999, éditions médicales internationales, pp: 483-560.

Burt S. A. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications

Chagra, K. (2019). Etude des propriétés physico-chimiques et biologiques de clou de girofle (*Syzygium aromaticum* L.). Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.

Chaib.S ,2021, Encapsulation d'une huile essentielle extraite de *Thymus vulgaris* : Effet sur ses propriétés physico-chimiques et biologiques, thèse de doctorat, UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI OUM EL BOUAGHI, Algérie.

Cheurfa, M., Allem, R., Sebaihia, M. et al. Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les bactéries pathogènes responsables de gastroentérites. *Phytothérapie* 11, 154–160 (2013).

Couic-Marinier, F., & Lobstein, A. (2013). Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités Pharmaceutiques*, 52(525), 22–25.

Couic-Marinier, F., & Lobstein, A. (2013). Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités Pharmaceutiques*, 52(525), 22–25.

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Czemerys, R., “*Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs.*” *Food Chemistry*, V. 105, (2007),940–949.

Daidj, N. (2007).L'évolution des chaînes de valeur dans le secteur des jeux vidéos. Edition Mutanier des STIC. Acteurs, Ressources et Activité, Paris, p193-221.

Daoudi, F. (2016).Analyse chimique et propriétés biologiques des huiles essentielles de *Chiliadenus rupestris* et *Thymus coloratus* (Zaater) de la région de Tlemcen. Thèse de Master en chimie, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie, p 7-11.

David, M. (2019). Le thymol - sources propriétés et applications. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, France.

de Master, Université Constantine 1, Algérie.

Demane & Serai (2021), *Thymus Vulgaris Et Mentha Viridis* L Description Botanique ‘ Utulisation Traditionnelle Et Propriétés Thérapéutiques (Synthèse Théorique), Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique, Université Mohamed Boudiaf M'Sila ,44p.

Derraux, M (2018). Huile essentielles en dermacosmétologie, sciences pharmaceutique édition dumas.

Deschepper, R. (2017). Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Mémoire de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, France.

DEYSSON G. « Organisation et classification des plantes vasculaires ». Ed. SEDES et CDVI, Paris 1978, Tome II, 381 p.

Dris, R., & Jain, S. M. (Eds.). (2004). Production practices and quality assessment of food

Dupont F. et Guignard J. L. (2007). Abrégé botanique systématique moléculaire. 14ème Edition Elsevier Masson, Paris, 285 p.

El Hattabi L., Talbaoui A., Amzazi S., Bakri Y., Harhar H., Costa J et al. (2016). Chemical composition and antibacterial activity of three essential oils from south of Morocco (*Thymus satureoides*, *Thymus vulgaris* and *Chamaelum nobilis*). *Journal of Materials and Environmental Science*, 7(9): 3110-3117.

EL OUALI LALAMI Abdelhakim1*, EL-AKHAL Fouad1,4, OUEDRHIRI Wissal2, OUAZZANI CHAHDI Fouad3, GUEMMOUH Rajae4, GRECHE Hassane2, 2013, Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : *Thymus vulgagris* et *Thymus satureioïdis*, *LES TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE* 31 ,vol 8 N 31.p27-33.

EL AJJOURI M, SATRANI B, GHANMI M, AAFI A, FARAH A, RAHOUTI M, AMARTI F & ABERCHANE M ,2007,2008, Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

pourriture du bois d'œuvre. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment 1370-6233 1780-4507.

El-Akhal^{1,2}, F. Greche³, H. Ouazzani H. Chahdi⁴, R. Guemmouh², A. El Ouali Lalami¹ 2015, Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* cultivées au Maroc, J. Mater. Environ. Sci. 6 (1) , 214-219 (F. El-Akhal et al 2015).

Fani M., Kohanteb J. (2017). In vitro antimicrobial activity of *Thymus vulgaris* essential oil against major oral pathogens..Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine 22(4),660–666.

Fani M., Kohanteb J. (2017). In vitro antimicrobial activity of *Thymus vulgaris* essential oil against major oral pathogens..Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine 22(4),660–666.

Festy, D. (2008). 100 réflexes aromathérapie: Je me soigne avec les huiles essentielles.+ pratiques,+ efficaces,+ faciles. Nouvelle édition enrichie. Leduc. s Éditions.

Festy, D. (2008). 100 réflexes aromathérapie: Je me soigne avec les huiles essentielles.+ pratiques,+ efficaces,+ faciles. Nouvelle édition enrichie. Leduc. s Éditions.

Florentine M.C., Ndoye F., Maximilienne A., Sylvain, L.S., Riwoom, H.S., François Xavier Etoa. (2016). Chemical composition, antioxidant effects and antimicrobial activities of some spices essential oils on food pathogenic bacteria. African journal of biotechnology, 15 (16): 649-656.

Franchomme, P., Pénoél, D., Jollois, R. (2001). L'aromathérapie exactement, encyclopédie, 4ème Ed. ROGER JOLLOIS.

Frederich, M. (2014). Les plantes qui nous soignent: de la tradition à la médecine moderne, centre inter facultaire de recherche du médicament. Chargé de cours à la faculté de médecine, université de Liège, p 62.

Garnero, J. (1991). Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed. Encyclopédie des médecines naturelles. Paris, France. pp 2-20.

GhasemiPirbalouti, A., EmamiBistghani, Z., & Malekpoor, F. (2015). An overview on genus *Thymus*. Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs), 6(2), 93-100.

Gilly, G. (1997). Les plantes à parfum et huiles essentielles à Grasse: botanique, culture, chimie, production et marché. Editions L'Harmattan.

Goetz P., Ghédira K, 2012, Phytothérapie anti-infectieuse. Springer Science & Business Media, 394p.

Grosjean, N. (2011). Les huiles essentielles: Se soigner par l'aromathérapie. Editions Eyrolles.

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Grover RK, Moore JD (1962) Toxicometric studies of fungicides against brown rot organisms *Sclerotinia fructicola* and *S. laxa*. *Phytopathology* 52:876–80 .

Guinoiseau, E. (2010). Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles: séparation, identification et mode d'action. (Thèse de doctorat, Université de Corse).

Haddouche, K.H. (2011). Etude de l'effet antibactérien des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* sp. *coloratus*. Mémoire de Master, Université, Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Algérie.

Hamdani FZ, Ziri S, Benallou A, Djani H, Belkacemi A , (2021) ,Fort potentiel antifongique des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Tetraclinis articulata* (High Antifungal Capacity of the Essential Oils of *Thymus vulgaris* and *Tetraclinis articulata*), *Phytothérapie*, DOI 10.3166/phyto-2021-0272, 190-194.

HASSANI A1*, SEHARI N1, SEHARI M1, BOUCHENAF A N1, LABDELLI F1 & KOUADRIA M ,2017, Etude des propriétés insecticides et bactéricides de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. dans la lutte contre les ravageurs des semences et denrées stockées, *Revue Écologie-Environnement* (13), 1112-5888. p5-11.

Hernandez Ochoa, L.-R. (2005). Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine "solvant/actif" d'origine végétale. Thèse de doctorat en sciences des agro ressources. Institut nationale polytechnique de Toulouse. N°2264.

Hessan.T. et simoud S (2018) contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus* sp. Mémoire de doctorat, université mouloud Mameri Tizi Ouezou, Algérie.

Hosseinzadeh, S., Jafarikukhdan, A., Hosseini, A., & Armand, R. (2015). The application of medicinal plants in traditional and modern medicine: a review of *Thymus vulgaris*. *International Journal of Clinical Medicine*, 6(09), 635.

in foods-a review *International J. Food Microbiol*, 94:pp223-253.

Iserin, p. (2001). Encyclopédie des plantes médicinales ,2 Ed. Larousse. Londres, pp 225- 226.

Ismaili R ,Houbairi S, Lanouari S, Moustaid Kh, Lamiri A,(2017), Etude De L'Activité Antioxydante Des Huiles Essentielles De Plantes Aromatiques Et Médicinales Marocaines, *European Scientific Journal* April 2017 edition Vol.13, No.12 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

Ismaili R, Lamiri A, and Moustaid K ,2014, Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles de trois plantes aromatiques marocaines, *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 12, pp. 499-505.

Joanna, H. (2012). Le guide des huiles essentielles et leurs applications thérapeutiques. Le

Kaloustian J., El-Moselhy T. F., Portugal H. (2003) Chemical and thermal analysis of the biopolymers in thyme (*Thymus vulgaris*). *Therm. Ochimica. Acta.* 401 : 7786.

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Kitajima J., Ishikawa T., Urabe A., Satoh M. (2004) Monoterpenoids and their glycosides from the leaf of thyme. *Phytochemistry*. 65 : 3279-3287.

Lahsissene H., Kahouadji A., Tijane M., Hseini S. (2009). Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de zaër (Maroc occidental). *Lejeunia, revue de botanique [en ligne]*, n° 186.

Lakhdar, L. (2015). Évaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *aggregatibacter actinomycetemcomitans*: étude in vitro. (Université Mohammed de Rebat. Doctoral dissertation).

Lardry, J. M., & Haberkorn, V. (2007). L'aromathérapie et les huiles essentielles. *Kinésithérapie, la revue*, 7(61), 14-17.

Lis-Balchin, M. (2006). *Aromatherapy Science: A Guide For Healthcare Professionals*. Pharmaceutical Press.

Mansouri I, Benkoussa R (2020), Évaluation des activités biologique et l'effet cytotoxique des huiles essentielles du *Thymus Vulgaris*. Mmoire de mastre, Université L'arbi Ben Midi Om Bouaghi, Algérie.

Marrouf.A. (2009), Tremblin, G., *Abrege de biochimie appliquée*, EDP science.

Martini, M. C. (2011). Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie. <http://www.lavoisier.fr/>.

Marzec M., Polakowski C., Chilczuk R., Kolodziej B. (2010). Evaluation of essential oil content, its chemical composition and price of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Kerva Polonica*, 56 (3): 38-52.

Mathieu, M. J., & Fonteneau, J. M. (Eds.). (2008). *Le manuel porphyre du préparateur en pharmacie: préparation du BP, formation continue*. Wolters Kluwer France.

Mayer, F. (2012). Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : Etude de cas en maison de retraite. Thèse pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, p 17.

Mebarki, N. (2010). Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse - antimicrobienne. Thèse de Doctorat, Université M'hamed Bougara, Boumèrdes, Algérie.

Mishra AK, Dubey NK (1994) Evaluation of some essential oils for their toxicity against Fungi causing deterioration of stored food commodities. *App Environ Microb* 60:1101–5.

Mpondo E., Paul Ngene J., Mpounze Som L., Etame Loe G., Ngo Boumsong P., Yinyang J., et al., (2017). Connaissances et usages traditionnels des plantes médicinales du département du haut Nyong. *Journal of Applied Biosciences*, 113: 11229-11245.

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Nadia ZAYYAD¹, Abdellah FARAH² et Jamila BAHHOU¹,2014,Analyse chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des trois Espèces de Thymus : Thymus zygis, T. algeriensis et T. bleicherianus,Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 83,p 118 – 132.

Nouioua, W. (2012).Biodiversité et ressources phylogénétiques d'un écosystème forestier «Paeoniamascula (L.) Mill.». Thèse de Magister en Biodiversité et Gestion des Ecosystèmes, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.

O.Y.(2009).Antibacterial activity in vitro of Thymus capitatus from Jordan. Revue de Pak J PharmSci, 22(3):247-51.

Ouis, N. (2015).Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse de Doctorat, Université d'Oran 1, Algérie.

Özcan M., J.-C. Chalchat (2004) Aroma profile of Thymus vulgaris L. Growing Wild in Turkey. Bulg. J.Plant Physiol. 30 (4) : 68-73.

Ozguven M., Tansi S., (1998). Drug yield and essential oil of Thymus vulgaris L. as in influenced by ecological and ontogenetical variation. Turk. J. Agric. Forest 22, 537–542.

Pandey DK, Tripathi NN, Tripathi RD, et al (1982) Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of Hyptissuaveolens. Z PflanzenkPflanzen89:344–9.

Pariente L. (2001). Dictionnaire des sciences pharmaceutique et biologique. 2 ème Ed. Académie nationale de pharmacie. Paris 1643 p.

Pibiri M.-C, 2005, Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle. Thèse de doctorat. Polytechniques Fédérale de Lausanne. France.

Piochon, M. (2008). Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse, Université du Québec, chicoutimi.

plantementhapiperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Mémoire

Poletti A. (1988) Fleurs et plantes médicinales. 2ème Ed. Delachaux &Nistlé S. A. Suisse. Pp : 103 et 131.

Punya Shree H N., Nitin Mehta., Manish Kumar C., Rajesh V., Harsh Panwar. (2019). In vitro evaluation of antimicrobial and antioxidant efficacy of thyme (Thymus vulgaris L.) essential oil Journal of animal research 9 (3) : 443-449.

Qaralleh H.N., Abboud M.M., Khleifat K.M., Tarawneh K.A., et Al Thunibat

RIGHI.H et BOUKHALAT .N,2020,Phytochimie et activité antioxydante du genre Thymus (synthèse théorique), mimore de mastre, Université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, Algérie.

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Roux, D. (Ed.). (2008). Conseil en aromathérapie. Wolters Kluwer France.

Roux, D., & Catier, O. (2007). Botanique Pharmacognosie Phytothérapie. Wolters Kluwer France.

SAAD.S (2017), Analyse de la diversité chimique par les composés phénoliques, Marrubium deserti De Noé. Etude ethnobotanique et propriétés médicinales, thèse de doctorat, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene USTH, /Algérie.

Saadallah ,H., Radjehi ,B., Dakhli ,D. (2020) . Les activités biologiques des constituants bioactifs de Thym (Thymus algeriensis) . Mémoire de Master .Univ .MohammedElsedik Ben Yahia Djijle

Saidj, F. (2007). Extraction des essences du Thymus numediuskabylliica. Thèse de Doctorat, Université M'hamed Bougara, Boumerdès, Algérie.

Shazia S., Muzafar G., Wagay. (2011). essential oil composition of thymus vulgaris L. and their uses. j essent oil res, 16: 69-74.

Shmeit H., Fernández Y., Novy E., Kloucek P., Orosz P., Kokoska L.(2020). Autopolyploidy effect on morphological variation and essential oil in Thymus vulgaris L. Scientia Horticulturae.

Sidali L., Brada M., Fauconnier M.L., Lognay G. (2014). Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Thymus vulgaris du Nord d'Algérie. PhytoChem&Biosub Journal, 8(3):10-163.

Thompson DP (1989) Fungitoxic activity of essential oil components on food storage fungi. Mycologia 81:151-3.

Touhami A. (2017). Etude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres Thymus récoltées dans les régions de l'Est Algérien pendant les deux périodes de développement. Thèse de doctorat, chimie, Université Badji Mokhtar Annaba, 134p. universitaires.

Veyrum,p(2019), place des huiles essentielle en dermacosmétique. thèse de doctorat Marseille université France.

Wesolowska, A et Jadczyk, D. (2019). Comparison of the Chemical Composition of Essential Oils Isolated from Two Thyme (Thymus vulgaris L.) Cultivars. Not Bot HortiAgrobo, 47(3): 829-835.

Yahyaoui N. Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L sur Rhyzoperlhudominicu (F .)(Coleoptera, Bostrychidae) et Tribolium confusum (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach, 2005.

REFERENCE BIOBIOGRAPHIQUE

Zeghib, A. (2013). Etude phytochimique et activités anti oxydante, anti proliférative, antibactérienne et antivirale d'extraits et d'huiles essentielles de quatre espèces endémiques du genre thymus. Thèse de Doctorat, Université de Constantine .Algérie.

Zrira, S. (2000). Marché des plantes aromatiques des plantes aromatiques et médicinales au Maroc, Cour, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202, Rabat, Maroc, p 2-3.