



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Education Supérieure et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES

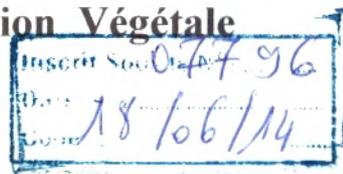
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département d'Agronomie et des Forêts

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master

Option : Amélioration de la Production Végétale

Thème :



**ETUDE DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE DES HUILES
ESSENTIELLES DE *THYMUS CILIATUS-EU-CILIATUS*
(ZAITRA) DE LA RÉGION DE TLEMCEN**

Présenté par : BENSLIMANE Imène

Soutenue : Juin 2014

Devant le jury composé de :

Mr. EL HAITOUM	A	MCA	Président
Mr. BELKHATIR	D	MAA	Examineur
Mme. BENMAHDI	F	MAA	Examinatrice
Mr. TEFIANI	C	MAA	Promoteur



Année Universitaire : 2013/2014

Remerciements

Mon remerciement s'adressent tout d'abord à DIEU, le tout puissant qui m'a tracé le chemin de ma vie et accordé la volonté et la patience nécessaire à la réalisation de ce mémoire ;

Je tiens à remercier en premier lieu Monsieur TEFIANI C (MAA) à l'université de Tlemcen pour avoir encadré et dirigé ce travail et pour sa disponibilité, ses conseils et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer, d'être le directeur de mon mémoire, pour son aide, son soutien et sa simplicité dans l'orientation ;

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements aux membres de jury :

Mr. ELHAITOU M A, Maître conférence au département d'Agronomie à l'université de Tlemcen, d'avoir présidé ce travail.

Mr. BELKHATIR D, Maître assistant au département d'Agronomie à l'université de Tlemcen d'avoir examiné ce travail.

Mme. BENMAHDI F, Maître assistant au département d'Agronomie à l'université de Tlemcen d'avoir examiné ce travail.

A tous ceux qui m'ont soutenu afin de réaliser cette étude avec toutes les expressions de gratitude et de respect.

DÉDICACES

Avec l'aide de Dieu le tout puissant, nous avons pu achever ce travail que je dédie :

A la lumière de mes yeux et le bonheur de mon existence les plus chères et les plus idéaux hommes et femmes dans ma vie « **mon père et ma mère** » pour l'amour qu'ils m'ont porté et pour leur soutien et conseils, m'ont donné confiance, courage et sécurité. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma grande affection et amour ;

A mes très chers frères : Bounoir, Abdelkader, Amine ;

A mes très chères sœurs : Nabila, Fatiha ;

A mon grand-père et ma grand-mère ;

A mes tantes, mes oncles et tous leurs enfants ;

A toutes mes amies : Soumia, Houria, Leila..... ;

A tous qui m'ont aidé à l'intérieur ou à l'extérieur de la faculté ;

A toute la promotion **2013/2014 « Master II : Production et amélioration végétale ».**

A toute personne qui m'aime de loin ou de près et j'aime de leurs dire : Vous étiez comme des fleurs, dont chacune a une odeur et un parfum particulier, des fleurs symbole de pureté d'amour et tendresse.

Liste des tableaux

<u>Tableau 01</u> : Localisation de principales espèces de <i>Thymus</i>	05
<u>Tableau 02</u> : Les différentes appellations de <i>Thymus ciliatus</i>	09
<u>Tableau 03</u> : Composition chimique en H.E de <i>Thymus ciliatus</i> de provenance diverse....	17
<u>Tableau 04</u> : Mode d'action de quelques antioxydants.....	28
<u>Tableau 05</u> : IC ₅₀ des feuilles des cinq stations.....	44
<u>Tableau 06</u> : IC ₅₀ de l'hydrolysate des feuilles.....	46
<u>Tableau 07</u> : IC ₅₀ des fleurs.....	47

Liste des figures

Figure 01 : <i>Thymus ciliatus</i>	06
Figure 02 : Schéma générale de la biosynthèse des terpènes.....	15
Figure 03 : Situation géographique de la zone d'étude.....	35
Figure 04 : Montage de l'appareil clevenger.....	37
Figure 05 : Les étapes de la réalisation de l'activité antioxydante.....	40
Figure 06 : Histogramme du rendement des différentes stations.....	42
Figure 07 : L'activité antioxydante de l'huile essentielle de feuilles de <i>Thymus ciliatus</i>	45
Figure 08 : L'activité antioxydante d'hydrolysat des feuilles de <i>Thymus ciliatus</i>	47
Figure 09 : L'activité antioxydante de l'huile essentielle de fleurs de <i>Thymus ciliatus</i>	48

Liste des acronymes

AFNOR : Association Française de Normalisation

AI : Collaboration

C° : Degré Celsius

DPPH : 2,2-Diphényl -1- Picrylhydrazyl

EOR : Espèce Réactive d'Oxygène

Fig : Figure

IC₅₀ : concentration inhibitrice de 50%

g : Gramme

H : heur

H.E : Huile essentielle

Kg : Kilogramme

L : Litre

ml : Millilitre

mm : Millimètre

Rdt : Rendement

RL : Radicaux Libres

Ssp : Sous espèce

T : Thymus

T° : Température

T.C : Thymus ciliatus eu-ciliatus

Tab : Tableau

U.V : Ultra Violet

V/V : Volume

µg : Microgramme

% : Pourcentage

Sommaire

RESUMES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ACRONUMES

INTRODUCTION GENERALES.....1

Partie I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Présentation de la plante : *Thymus ciliatus*

I-1- Origine et représentation générale de *Thymus ciliatus*.....3

I-2- Répartition géographique du Thym.....4

I-2-1-Répartition de quelques espèces du Thym en Algérie.....5

I-3- Description botanique.....5

I-3-1-Les appareils végétaux.....6

I-4-Classification et systématique de *Thymus ciliatus*.....7

I-5-Culture et fertilisation de *Thymus*.....9

Chapitre II : Etude des huiles essentielles

II-1- Définition.....10

II-2-Localisation et répartition des huiles essentielles.....10

II-3-Fonction des huiles essentielles.....11

II-4-Les procédés d'extraction des H.E.....12

II-4-1-Distillation à la vapeur d'eau.....12

II-4-1-1-Hydro distillation.....12

II-4-1-2-Entrainement à ma vapeur d'eau.....13

II-4-2-L'expression à froid.....13

II-5-Les propriétés physiques des huiles essentielles.....13

II-6-Les propriétés chimiques des huiles essentielles.....14

II-7-Biosynthèse des huiles essentielles.....14

II-8-Composition chimiques des H.E.....	15
II-8-1-Composés terpéniques	16
II-8-2-Composés aromatiques.....	16
II-8-3-Composés identifiés dans diverse huile essentielles de Thym.....	16
II-9-Les facteurs de variabilité des H.E de Thym.....	18
II-9-1-Existence chémotypes.....	18
II-9-2-Modification au cours des stades végétatifs.....	19
II-10-Activité biologique des H.E.....	19
II-10-1-Activité antibactérienne des H.E de Thym.....	20
II-10-2-Activité antioxydante des huiles essentielles de <i>Thymus ciliatus</i>	22
II-11-Toxicité et conservation des H.E.....	23
II-12-Mode d'utilisation.....	24
II-12-1-Domaine médicinale.....	24
II-12-2-Domaine agro-alimentaire.....	24
II-12-3-Domaine culinaire.....	25
Chapitre III : Radicaux libres et antioxydants	
III-2-Origine du stress oxydant.....	26
III-3-Radicaux libres.....	27
III-4-Définition des antioxydants.....	27
III-5-Types des antioxydants.....	27
III-6-Mode d'action des antioxydants.....	28
III-7-Les sources d'antioxydants.....	28
III-7-1-Les antioxydants synthétiques.....	28
III-7-2-Les antioxydants naturels.....	29
III-7-2-1-La vitamine C.....	29
III-7-2-2-La vitamine E.....	29
III-7-2-3-Les caraténoides.....	30

III-7-2-4-Le sélénium.....	30
III-7-2-5-Le zinc.....	30
III-7-2-6-Les composées phénoliques.....	31
Partie II : ETUDE EXPERIMENTAMLE	
Chapitre I : Matériel et méthodes	
I-Prévenance et récolte de matériel végétale.....	33
II-Situation géographique des stations d'étude.....	33
III-Obtention des huiles essentielles.....	36
III-1-Mode opératoire.....	36
III-2-Rendement.....	37
IV-Examen organoleptiques.....	37
V Analyses des huiles essentielles.....	38
V-1- Activité antioxydante.....	38
V-2-Principe.....	39
Chapitre II : Résultats et interprétations	
II-1-Propriétés organoleptiques.....	41
II-2-Rendement des huiles essentielles.....	41
II-3-Activité antioxydante.....	44
II-3-1- Activité antioxydante des huiles essentielles des feuilles de <i>Thymus</i>	44
II-3-2- Activité antioxydante des huiles essentielles de l'hydrolysat des feuilles de <i>Thymus</i>	46
II-3-3- Activité antioxydante des huiles essentielles des fleurs de <i>Thymus</i>	47
Conclusion générale.....	49
Références bibliographiques.....	50

Introduction générale

Introduction

L'utilisation des plantes aromatiques par l'homme est une pratique antique (**Majinda et al., 2001**). De nos jours la majorité des habitants du globe terrestre utilise de très nombreuses plantes, tenant compte de leurs propriétés aromatiques comme l'assaisonnement ou comme remède en médecine traditionnelle (**Mohemmedi, 2006**).

Le continent africain est doté d'une biodiversité parmi les plantes riche dans le monde, avec un nombre très élevé des plantes utilisées comme médicament, comme aliments naturels et pour des buts thérapeutiques. De nombreuses substances naturelles ont été identifiées et beaucoup d'entre elles sont utilisées dans la médecine traditionnelle pour la prophylaxie et le traitement des maladies (**Bengarnia et Mekki, 1998**).

Malgré la nature hétérogène d'une biodiversité immense du continent africain en générale et de particulier ; il y a eu peu d'efforts consacrés au développement des agents thérapeutiques de ces plantes (**Millago et al., 2005**).

L'importance économique des plantes aromatiques et médicinales du fait de leurs propriétés biologiques, thérapeutiques, odoriférantes..., de leur impact au niveau de l'environnement et de leur multiples utilisations dans diverses industries, suscite un intérêt croissant en biologie et même en chimie organique ; plus la moitié de la population mondiale de ces plantes est assurée par les pays en voies de développement. On estime un chiffre d'affaire de plus de 7,5 milliards de dollar (**Peyron, 2000**). Les huiles essentielles comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes. Elles ont de multiples propriétés biologiques (**Iserin, 2001**).

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales y poussent spontanément. L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années. Leurs propriétés dues notamment à la fraction d'huile essentielles, peuvent être mises à profit pour traiter les infections mycosiques. A cet effet et dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne, on s'est intéressé aux espèces de la famille des Lamiacées qui est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et extrait à forte pouvoir antimicrobien et antioxydant (**Badjah, 1978**).

Notre intérêt s'est porté à l'étude de *Thymus ciliatus* plante médicinale et aromatique très utilisée en médecine traditionnelle et comme condiment alimentaire par la population locale.

En l'occurrence, l'espèce *Thymus ciliatus ssp eu- ciliatus* que nous étudions pour les objectifs et les raisons suivants :

- ❖ L'évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles (feuilles, fleurs et hydrolat) vis-à-vis des radicaux libres en utilisant la méthode du DPPH.

Ce travail s'articule au tour de deux grandes parties qui engendrent cinq chapitres ci-après :

- La première partie aborde la revue bibliographique qui regroupe trois chapitres
 - 1- La botanique de *Thymus ciliatus*.
 - 2- Généralité sur les huiles essentielles.
 - 3- Les antioxydants.
- La seconde partie définit l'étude expérimentale qui inclut deux
 - 1- Matériel et méthodes.
 - 2- Résultats et discussion.

Partie I :

Revue Bibliographique

Chapitre I :

Description botanique
de la plante *Thymus*
ciliatus

Chapitre I: Description botanique sur la plante *Thymus ciliatus*

I-1- Origine et représentation générale de *Thymus ciliatus*

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Djertil, Khieta, Hamriya (Trabut, 1933)	<i>Thymus ciliatus</i> Desf (Quezel et Santa, 1963)

Le Thym est une plante aromatique et médicinale, connue depuis l'oligocène, contient une vaste famille d'angiospermes regroupant surtout des plantes herbacées et sous arbustes réparties dans le monde entier (**Encyclopédie, 1985**).

Le nom *Thymus* dérive du mot grec *Thymos* qui signifie parfumer à cause de l'odeur agréable que la plante dégage (**Pariente, 2001**).

Selon **Passet (1979)**, le genre *Thymus* est défini comme un ancien groupe tertiaire, ayant son origine dans le Sud-est de l'Espagne.

Il est très utilisé par la population maghrébine en médecine traditionnelle et comme condiment alimentaire (**Hamiche, 1988**).

Selon **Richard et al. (1985)**, le Thym appartenant à la famille des Lamiacées et regroupant plus de cent espèces sont actuellement connues sur le pourtour du bassin méditerranéen. Il se trouve dans les zones tempérées de l'hémisphère nord.

Le Thym a une saveur amère et chaude avec des variations en fonction de la race chimique et il préfère les sols calcaires et argileux (**Garnier et al, 1961**)

Il est considéré comme une drogue à l'huile essentielle, mais il est peu probable que les constituants de cette dernière seraient les seuls responsables des activités attribuées à la drogue (**Bruniton, 1993**)

I-2-Répartition géographique du Thym

➤ Dans le monde

Le genre *Thymus* est un des **220** genres les plus diversifiés de la famille des labiacées. La partie occidentale du bassin méditerranéen est le centre de diversité de ce genre (**Morales, 2002**). Comme beaucoup de labiées elles sont connues pour leurs huiles essentielles aromatiques.

Le genre *Thymus* est inclus dans les continents Euro-Asiatiques, la partie nord-ouest de l'Afrique (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye) ainsi que dans les montagnes d'Ethiopie, les montagnes d'Arabie du Sud ouest et dans la péninsule de Sinaï (**Morales, 1986**).

➤ En Algérie

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales en regard de sa superficie et sa diversité bioclimatique. Le Thym comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur toute le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (**Badjah, 1978**).

Le Thym fréquent dans le Nord algérien dans la wilaya de Tlemcen et est rencontré de façon anarchique de part et d'autre des routes dans les broussailles, pelouses rocaille, et les montagnes. Ce genre se développe spontanément, caractérisé par une morphologie extrême ciliée et localisée au Nord de l'Algérie (**Mohemmedi, 2006**).

I-2-1-La répartition de quelques espèces du Thym en Algérie

Tableau 01 : Localisation des principales espèces de *Thymus*
(Saidj, 2006)

Le nom scientifique	Découverte par	Localisation	Nom local
<i>Thymus ciliatus</i>		Nord d'Algérie	Zaitra
<i>Thymus munbyanus</i>	Boisset Reuter	Endémique dans le secteur Nord d'Algérie	Djertil
<i>Thymus hirtus</i>	Willd	Commun sauf sur le littoral	Djertil Hamrya
<i>Thymus commutatus</i>	Battandier	Endémique Oran	

I-3 -Description botanique

Les Thym (*Thymus*) sont des plantes basses sous ligneuses. Selon **Quezel et Santa (1963)**, *Thymus ciliatus* est un sous arbrisseau qui peut atteindre **25-40cm** de hauteur, présentant des racines, un système racinaire pivotant étalé et des tiges très ramifiées ligneux en sa partie inférieure la multiplication par rhizome est assez robustes. Les fleurs sont réunies en épis, ces dernières peuvent atteindre **16 à 20 mm** de largeur et sont localisées à l'extrémité des branches, le calice est tubuleux à deux lèvres ; la lèvre supérieure possède **3 dents**, la lèvre inférieure en possède **2 ciliées** et dentées, la corolle possède **4 étamines** saillantes, feuilles florales sont différentes des feuilles culinaires qui sont en générale fortement dilatées à leur position inférieure.

- ❖ Tige : très ramifiée et ligneuses en sa partie inférieure
- ❖ Feuille : *Thymus* présente de nombreuses petites feuilles florales peu dilatées et opposées, sans stipules courtement pétiolées, oblongues, glabres (**Quezel et Santa, 1963**).

➤ Les appareils reproducteurs de *Thymus ciliatus* :

- ❖ Fleur : Très grande, rouge, ou violacée, dépassent **1 cm** de long
 - Corolle (bilabée),
 - Androcée (4 étamines didynames),
 - Gynécée (2 carpelles soudés et style bifide),
 - Ovule anatropé (**Quezel et Santa, 1963**).
- ❖ Fruit : Tétrakène lisse, reste longtemps au calice desséché.
- ❖ Graine : Exalbumine.

Quezel et Santa, (1963) décrivent trois sous-espèces appartenant à *Thymus ciliatus* :

Ssp. eu-ciliatus : Fleurs très grandes rouges ou violacées dépassant **1 cm** de long.

Ssp. Coloratus : Sous arbrisseau très rameaux, à capitule dense et gros. Feuilles florales souvent très colorées et glabrescentes plus ou moins tachées de pourpre au moins à la base.

Ssp. Munbyanus : feuilles florales vertes, fleurs pâles ne dépassant pas **7 à 8 mm**.

I-4- Classification et systématique de *Thymus ciliatus*

L'organographie et l'anatomie des plantes permettent de regrouper un certain nombre de caractères communs à plusieurs groupes de végétaux, elles retiennent aussi quelques caractères originaux et différentiels (embryologique, génétique et chimique). Le tout permet d'établir une classification appelée systématique spécifique pour chaque plante (**Batandier et Trabut, 1890**).

L'identification du genre *Thymus* est assez difficile cela revient à la variabilité de l'espèce (**Quezel et Santa, 1963**).

Selon les deux auteurs, on peut trouver 11 espèces coté de *Thymus ciliatus* existent en Algérie :

<i>T. capitatus</i>	<i>T. guyonii</i>	<i>T. numidicus</i>
<i>T. fontanesii</i>	<i>T. lanceolatus</i>	<i>T. hirtus</i>
<i>T. commutatus</i>	<i>T. pallidus</i>	<i>T. ciliatus</i>
<i>T. dreatensis</i>	<i>T. glandulascus</i>	<i>T. algeriensis</i>

Selon **Quezel et Santa (1963)**, *Thymus ciliatus* est classé comme suit

Embranchement : Phanérogames

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Gamopétales

Série : Gamopétales Hypogynes

Sous-série : Division Bicapétalées

Sous-ordre : Lamiales

Famille : Labiées (lamiacées)

Tribu : Saturiés

Genre : *Thymus*

Espèce : *Ciliatus*

Genre-espèce : *Thymus ciliatus*

Ssp : *eu-ciliatus*

Coloratus

Munbyanus

Tableau 02: Les différentes appellations de *Thymus ciliatus* (Quezel et Santa ,1963).

Nom vulgaire	Thym-Djertil
Nom arabe	Zaitra
Nom anglais	Headed Thyme
Nom berbère	Azoukni

I-5-Culture et fertilisation de *Thymus*

Les différents essais portant sur la fertilisation d'une culture de Thym ont montré que les niveaux de rendements pouvaient être améliorés par une fertilisation sans apporter de modification dans la composition de l'H.E pour un sol présentant un niveau de fertilité correct avec des rendements suivants : 100 Kg/ha d'Azote, 100-150 Kg/ha de l'acide phosphorique et 100-150 Kg/ha de potassium. La fumure minérale annuelle est apportée très tôt (début mai) (**Encyclopédie, 2000**).

Dans les sols pauvres en calcium et magnésie, il est vivement conseillé de faire des apports de ces éléments lors de la plantation et les années suivantes en couvert, de l'ordre de 50Kg /ha de choux et 10-15 Kg/ha de Magnésie (**Encyclopédie, 2000**).

Pour une culture de thymus restant en place cinq à sept ans, une bonne fumure organique est souhaitable lors de la plantation (30 T de fumier) (**Encyclopédie, 2000**)

Chapitre II : Généralité sur les huiles essentielles

Chapitre II : Généralités sur les huiles essentielles

II-1-Définitions

Selon **Lawrence (1979)**, les huiles essentielles sont une substance huileuse, lipophile, intensément parfumée d'origine végétale distribuable et généralement volatile dans un courant de vapeur.

Les huiles essentielles appelées « essences » sont des substances odorantes huileuses, volatiles, incolores ou légèrement teintées, inflammables, s'altérant facilement à l'air (**Benhabiles, 1995**).

Selon **Afnor (1989)**, l'H.E est un produit obtenu à partir d'une matière première végétale soit par l'enchaînement à la vapeur, soit par les procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus ou bien par distillation à sec. Les huiles essentielles sont ensuite séparées de la phase aqueuse par des procédés physiques.

Ces substances aromatiques produites par de nombreuses plantes se présentent sous la forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, les branches, le bois elles ne présentent qu'une petite quantité par rapport à la masse végétale (**Padrini et Lucheroni, 1997**).

Il est important de distinguer entre les huiles essentielles et les huiles fixes (huile d'olive) ainsi que les graisses contenues dans les végétaux. Seules sont volatiles les H.E et leur tache sur papier sont passagers et elles diffèrent en plus par leur composition chimique et leurs caractéristiques (**Chamoulleau et Belaiche, 1979**).

Les huiles essentielles sont divisées en quatre groupes selon leurs couleurs :

- ❖ Les huiles essentielles incolores
- ❖ Les huiles essentielles jaunes
- ❖ Les huiles essentielles bleues
- ❖ Les huiles essentielles vertes- brunes ou jaune vert.

Il n'existe pas deux plantes offrant le même parfum (**Benhabiles, 1995**).

II-2-Localisation et répartition des huiles essentielles

Il arrive très fréquemment que la composition des huiles essentielles d'une plante soit très variable, selon qu'elle soit extraite de l'un ou l'autre organe de cette plante (**Kubeezka, 1986**).

Les huiles essentielles sont retrouvées dans tous les organes végétaux, Fleurs bien sur (bergamotier, Tubéreuse) mais aussi feuilles (Citronnelles, laurier...) mais elles sont moins renfermées dans des racines (Vertier), des rhizomes (Gingembre), du bois (Santal), des écorces (Cannelier), des fruits (Badianier) ou des grains muscadier (**Bruneton, 1987**).

Chez les plantes médicinales et aromatiques, à l'exception de leur racines, tout l'appareil aérien (tige, feuille, fleur) présente des formations glandulaires très développées, mais il ressort que la plus grande densité du système glandulaire est relevée sur le limbe foliaire, donc il convient de noter que les H.E sont élaborées au sein du Cytoplasme de certaines cellules, elles s'en séparent par synérèse sous forme de petites gouttelettes, par suite elles sont accumulées sous la cuticule dans les poils glandulaires sécréteurs situés au niveau des deux épidermes de la feuille et sur les tiges pendant la longue période allant de l'épanouissement des feuilles hors du bourgeon au stade des feuilles adultes de la, se remarque le rôle important de la cuticule dans le stockage des H.E (**Perrin et Colsan, 1985**).

Selon **Belaiche (1979)**, la morphologie des formations glandulaire permet de distinguer différents types d'éléments sécréteurs :

- ✚ Des cellules sécrétrices, incluses dans l'épiderme ou à l'extrémité des poils.
- ✚ Des poches sécrétrices, formées par des cellules qui se sont modifiées.
- ✚ Des canaux sécréteurs, obtenus par l'allongement des poches sécrétrices.
- ✚ Des poils sécréteurs.

II-3- Fonction des huiles essentielles

La fonction biologique des H.E demeure le plus souvent obscure. Il est toutefois vraisemblable qu'ils ont un rôle écologique, vu le rôle de certaines d'entre-elles aussi bien dans le domaine des interactions végétales (inhibiteur de germination agent allelopatique) que dans celui des interactions végétales-animales (protection contre les prédateurs, insectes, champignons). Pour certains auteurs il pourrait constituer des supports de « communication » (**Bruneton, 1993**).

Selon **Balaiche (1979)**, les vapeurs aromatiques saturer l'air autour de la plante : le jour, elles empêchent la température de l'air de monter jusqu'à un degré insupportable, facilitant ainsi certaines réactions chimiques. Ils interviennent également, par leurs odeurs caractéristiques dans l'attraction de pollinisation (**Ormeno et al., 2007**).

II-4- Les procédés d'extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles se fait par différentes méthodes ce qui introduit cette diversité c'est d'abord la variété des matières premières et ensuite la sensibilité considérable de certains parfums qui obligent à n'employer que des moyens peu violents sans intervention d'agents chimiques trop énergique (**Garnero, 1991**).

Quand on examine les H.E il faut avoir à l'esprit deux précautions :

- ✚ Le matériel botanique d'où est issue l'H.E
- ✚ Le mode d'obtention des H.E et les transformations chimiques qui l'accompagnent (**Garnero, 1991**).

Après la récolte suivant la partie de la plante à extraire (plante entière, pétales de fleurs, fleurs, feuilles, racines ou fruits), le procédé d'extraction mis en œuvre est différent.

Il existe plusieurs procédés d'obtention des H.E dont l'expression à froid, l'extraction par solvant organique volatil ; l'extraction à l'eau surchauffée, l'extraction au CO₂ supercritique, par ultrasons par l'entraînement à la vapeur d'eau et par l'hydrodistillation (**Bruneton, 1999**). De tous ces procédés, ces deux derniers sont les plus employés à l'échelle industrielle pour la production d'H.E (**Wang et al., 2008**). Parmi ces différents types de procédés, nous citons principalement :

- ✚ Extraction par distillation.
- ✚ L'expression à froid.

II-4-1- Extraction par distillation

L'extraction par distillation est appliquée pour la majorité des H.E. Elle est définie comme la séparation d'un mélange de composés liquides, basée sur la volatilité relative des différents constituants du mélange (**Guenther, 1972**).

II-4-1-1- Hydro distillation

C'est la méthode la plus simple et la plus répandue, toute fois des phénomènes physiques et chimiques se produisent et risquent de modifier sensiblement le contenu du matériel végétal ainsi l'H.E qui en est libérée risque-t-elle aussi d'être modifiée (**Badjah, 1978**).

Cette méthode consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter intact ou éventuellement broyé dans un alambic rempli d'eau distillée qui est ensuite portée à ébullition, les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'H.E s'en

séparent de l'hydrolat par simple différence de densité. L'H.E étant plus légère que l'eau, (sauf quelques rares exceptions), surnage au-dessus de l'hydrolat (**Bruneton, 1999**). Cependant, l'hydrodistillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques (**Lucchesi, 2005**).

II-4-1-2-Entrainement à la vapeur d'eau

L'enchainement à la vapeur d'eau consiste à récupérer l'H.E, des végétaux, en faisant passer à travers ces derniers un courant de vapeurs d'eau, qui entraine l'H.E

Les extraits obtenus sont refroidis, décantés, et l'H.E est récupérée (**Benhabiles, 1995**).

L'enchainement à la vapeur d'eau s'effectue de façon à ce que la substance végétal ne doit pas être posée directement sur la source de chaleur pour ne pas détériorer l'huile mais sur une grille se trouvant sur un récipient où l'eau est en ébullition (**Padrini et Luchironi., 1996**).

II-4-2-L'expression à froid

L'huile essentielle est contenue dans les sacs oléifères de l'écorce du fruit que l'on désigne encore sous le terme de Zeste (**Garnero, 1991**). On utilise des machines qui extraient l'HE en créant dans les écorces des zones de compression et de dépression suffisantes pour que l'H.E puisse être libérée (**Garnero, 1991**).

Elle constitue le plus simple des procédés, mais ne s'applique qu'aux agrumes dont l'encore des fruits comporte des poches sécrétrices d'essences. Ce procédé consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais pour détruire les poches afin de libérer l'essence. Le produit ainsi obtenu porte le nom d'essence, car il n'a subi aucune modification chimique (**Roux, 2008**).

II-5-les propriétés physiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent en commun un certains nombre de propriétés physiques. Leur densité et le plus souvent inférieure à 1, elles sont généralement des liquides à la température ordinaire, elles sont solubles dans les alcools et dans les plus part des solvants organiques (**Paris et Hurabielle, 1981**).

- ❖ Leur point d'ébullition varie de **160°C à 240°C**.
- ❖ Leur densité est inférieure à celle de l'eau, varie de **0,75 à 0,99**.
- ❖ Elles ont un indice de réfraction élevé.

❖ Elles sont très altérables, sensibles à l'oxydation, elles sont donc de conservation limitée (**Bruneton, 1993**).

❖ Elles sont dextrogyres ou lévogyres, rarement inactive sur la lumière polarisée.

❖ Elles dissolvent les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et réduisent certains sels (**Bruneton, 1993**).

❖ Elles sont douées d'un pouvoir rotatoire puisqu'elles sont formées principalement de composés asymétriques (**Bruneton, 1999**).

II-6- Les propriétés chimiques des huiles essentielles

❖ Les huiles essentielles sont volatiles, solubles dans l'alcool et dans l'huile mais pas dans l'eau. Ce sont des substances odorantes.

❖ Une huile essentielle n'a rien avoir avec une huile végétale obtenue par pression. En effet, elle ne contient pas de corps gras.

❖ Une H.E contient de nombreuses molécules chimiques différentes.

La chromatographie en phase gazeuse est une technique qui permet d'étudier la composition chimique des H.E (**Albayati, 2008 ; Bakkali et al., 2008 ; Tajkarimi et al., 2010**).

II-7-Biosynthèse des huiles essentielles

Les huiles essentielles extraites des labiées sont en grande partie constituées de monoterpènes. On y trouve également des sesquiterpènes et des phenylpropanes (**Hegnauer, 1966**).

D'après **Gleizes (1985)**, l'isoprène (C₅H₈) a pu être considéré comme point de départ de la biosynthèse des terpènes

Toutefois, l'isoprène n'a jamais été trouvé libre dans la nature, par contre on a trouvé dans les tissus vivants un intermédiaire qui est l'acide mélavonique.

La première substance dont on a montré expérimentalement qu'elle était un précurseur des isoprénoides et l'acétate :

La condensation de deux molécules, d'acétates activés par pyrophosphorylation donne naissance à l'aceto-acétyle COA. Ce dernier est condensé à une autre molécule d'acétyle COA pour former le -hydroxy- -méthylglutaryl CoA (H.M.G.CoA) ; celui-ci est réduit en acide mélavonique (M.V.A), qui est alors transformé en isopentenyl pyrophosphate (IPP) et de son isomère diméthylallylpyrophosphate (D.M.A.P.P) s'effectue la synthèse des composés en C₁₀ (Geranyl pyrophosphate), précurseur des monoterpènes qui par addition

d'isopentenylpyrophosphate au géranyl pyrophosphate. On obtient le farnesyl pyrophosphate en C15, conduisant au sesquiterpènes **Fig 2 (Guignard, 1996)**.

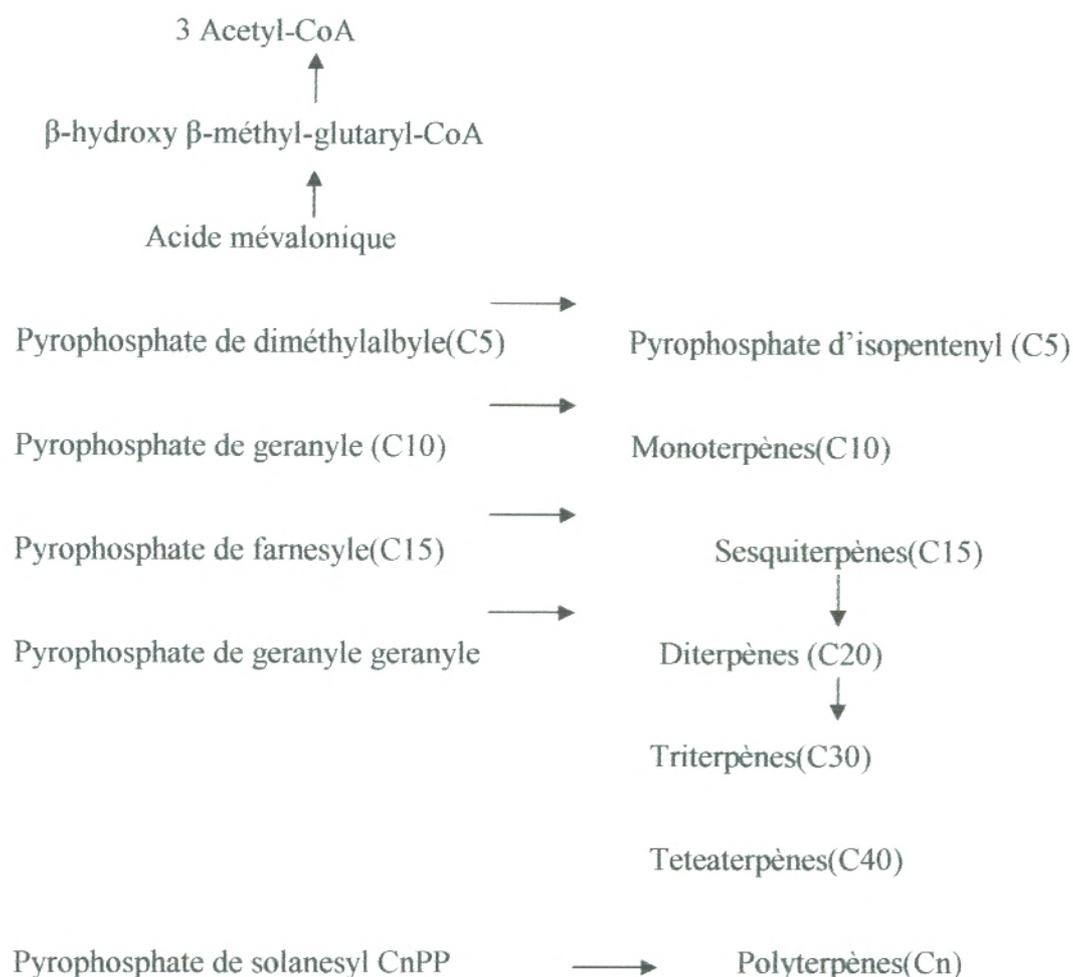


Figure 02 : Schéma générale de la biosynthèse des terpènes (Guignard, 1996).

II-8-Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des produits du métabolisme secondaire des plantes (Hatanaka et al., 1987). Elles sont un mélange, complexe et éminemment variable, de constituants qui appartiennent de façon quasi-exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distincts :

*Le groupe des terpenoïdes d'une part ;

*Le groupe des composées aromatiques dérivées du phényl-propane d'autre part (Bruneton, 1993).

Les monoterpènes sont classés en différentes catégories selon la structure et leur squelette carboné, on distingue aussi les types réguliers et irréguliers, les premiers sont eux mêmes subdivisés en terpènes acycliques, cyclopentanoïdes et cyclohexanoïdes, ces derniers étant de loin, les plus représentés (**Croteau, 1981**).

Tous ces composés existent sous forme d'hydrocarbures ou de dérivés oxygénés : alcools, aldéhydes, cétones, oxydes, estères ou lactones (**Paris et Hurabielle, 1981**).

II-8-1-Composés terpéniques

➤ Les monoterpènes ($C_{10}H_{16}$) : sont issues du couplage de deux unités « isopréniques ». Ils peuvent être acycliques (myrcènes, ocimène) monocyclique (α et γ -terpinène, p-cymène) ou bicycliques (pinène, camphène, sabinène). Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle (citrus...) (**Bruneton, 1999**).

➤ Les sesquiterpènes ($C_{15}H_{24}$) : un grand nombre de sesquiterpènes sont des constituants habituels des H.E des végétaux supérieurs attribués à ces fractions volatiles. (**Bruneton, 1999**).

La variation structurelle justifie l'existence de nombreux alcools (géraniol, α -terpinéol, bornéol, trans farnésol), phénols (thymol) aldéhydes (citronnelle) cétones (carvone, β -vetivone), esters (Acétate de cédryle), éthers (1,8-cinéole) (**Bruneton, 1999**).

II-8-2-Composés aromatiques

Les dérivés du phénylpropane (C_6-C_6) sont beaucoup moins fréquents que les précédents, ce sont très souvent des allyles et propénylphénols, parfois des aldéhydes, on peut également rencontrer dans les H.E des composés en (C_6-H_1) comme la vanilline ou comme l'anthranilate de méthyle (**Bruneton, 1999**).

II-8-3-Composés identifiés dans diverse huile essentielle de thym

La composition en H.E renferme des alcools, des phénols des aldéhydes, des cétones, des esters et quelques dérivés du phényle propane. En faisant une comparaison de composition chimique en H.E (Tableau 03) du thym de différentes provenances on remarque une grande diversité de leurs constituants (**Richard et al., 1985**).

Le thymol et le carvacrol sont les plus importants constituants du genre *Thymus* sauf pour *T. serpyllum* qui est caractérisé par l'absence de ces composés (**Loziane et al., 1998**).

Tableau 03 : Composition chimique en H.E de *Thymus ciliatus* de provenance diverse

Auteurs Constituants(%)	BENDJILALI Et al, (1987) Maroc	HOUMANI Et al, (2002) Algérie(Blida)	MEDDINI et al, (2003) Algérie(Tlemcen)	
			Béni Mester	Sidi-Abdelli
α thylene	0,50	0,30	0,88	1,07
Pinene	3,50	1,40	0,36	0,63
Camphene	3,20	0,20	0,78	0,10
Bpinène	3,20	0,20	0,78	0,10
Sabinène	0,20	0,20	-	-
Myrcène	1,20	0,60	0,22	2,60
Terpinène	-	-	0,16	1,73
Cymène	0,80	15,20	3,50	5,50
Limonène	0,90	0,50	0,32	0,56
Terpinène	0,40	2,60	4,74	6,94
Camphre	28,40	-	-	-
Linalol	11,40	2,20	1,21	0,81
Borneol	31,60	0,40	0,13	-
Terpinène-4-ol	1,30	0,40	-	-
Acetate de linalyl	12,90	-	-	-
Acetate d' α - terpinyl	42,90	-	-	-
Thymol	29,30	15,10	0,28	0,25
Carvacrol	21,70	51,30	79,68	74,83
Caryophyllène oxyde	8,20	0,40	0,21	0,17

Crespo et al. (1991), ont classé les H.E du genre *Thymus* en deux grands groupes :

- Le premier groupe concerne les espèces riches en alcool (Thymol, carvacrol) et /ou le précurseur de la biosynthèse gamma-terpinène ;
- Le deuxième groupe renferme un composé d'hydrocarbure monoterpénique (camphène, p.cymène...).

Selon **Bhaskara et al. (1998)**, les H.E du genre *Thymus* sont riches en hydrocarbures monoterpènes phénoliques.

II-9-Les facteurs de variabilité des H.E de Thym

La production des huiles essentielles de bonnes qualités commence d'abord par la sélection de la meilleure espèce voire le meilleur chémiotype. Car, si une espèce végétale présente les caractéristiques botaniques, son rendement en huiles essentielles et sa composition chimique, dépend non seulement de l'origine botanique, mais essentiellement du chémiotype considère (**Granger et al, 1963**).

En dehors de l'origine botanique et du chémiotype, le cycle végétatif, les facteurs environnementaux, les pratiques culturelles et les techniques d'extraction employées jouent un rôle déterminant quant à la composition d'huiles essentielles (**Granger et al., 1963**).

II-9-1- Existence des chémiotypes

La composition chimique d'une huile essentielle varie selon l'espèce productrice .En effet il n'existe pas deux plantes offrant le même parfum (**Padrini et Lucheroni, 1996**).

Pour une même espèce botanique il existe plusieurs races chimiques ou chémiotypes (**Lawrence, 1980**).

Selon **Bruneton (1993)**, les chémiotypes ou les races chimiques fréquentes chez les plantes à H.E. (**Danute, 2001**) a enregistré plus de vingt chémiotypes d'H.E ont été notés dans les différentes espèces du genre *Thymus*

D'après **Adzet et al. (1977)**, Une même espèce peut comprendre plusieurs chémiotypes différents alors qu'un même chémiotypes peut se trouver chez d'autres espèces

An sein de l'espèce de *T. vulgaris* on compte 7 chémiotypes différents (**Granger et Passet, 1973**).

Six (6) chémiotypes existent dans le sud de France : Génariol, Linalol, α -terpinéol, thujanol-1-4, terpinéol-1-4, Thymol et Carvacrol. Par contre 1 chémiotype à Cinéol provient de l'Espagne (**Adzet et al., 1977**).

Selon **Garcia Martin et Garci Vallejo (1984)** et **Lawrance (1990)**, *Thymus zygis* présente 9 chémiotypes (Thymol, Carvacrol, carvacrol/thymol, linalol, géranyl, acétate/géraniol, terpinéol, myrcénol, 1.8 Cinéol/linalol et 1.8 cinéol/camphre).

Marc Corticchiato et al., (1998), ont pu distinguer neuf (9) chémiotypes pour *Thymus herba barona* : Thymol, Carvacrol, linalol, Géraniol, α -terpinyl, acétate, terpinen-4-ol, caervone, cis dihydrocarvone.

D'après **Benijilali et al., (1987)**

❖ *Thymus broussontii* : Boissier se répartissent en 3 chémiotypes, un à carvacrol, un à bornéol et un à thymol.

❖ *Thymus pallidus* : cosson possède 3 chémiotypes : à thymol ou carvacrol, à cis et trans_dihydrocarvones et camphre.

❖ *Thymus satureioides* : cosson présente 2 types : à bornéol ou à carvacrol.

❖ *Thymus algeriensis* : Boiss et Reut se partagent en deux populations à thymol et carvacrol.

❖ *Thymus ciliatus* : Desf Benth montre une très grande hétérogénéité.

Les travaux d'**Adzet et al., (1977)**, ont amené à introduire la notion de chémiotype pour distinguer les individus génétiquement différents à l'intérieur d'une même espèce, en utilisant les constituants majoritaires Tableau 7.

II-9-2-Modification au cours des stades végétatifs

Au cours de la croissance du végétal, d'importantes modifications quantitatives et qualitatives de la composition chimique des huiles essentielles peuvent être observée (**Granger et al., 1963**).

Pour une espèce donnée la proportion des différents constituants d'une H.E peut varier de façon importante toute au long du développement (**Bruneton, 1987**).

Ainsi la phase de développement d'une plante peut exercer de notable influence sur les concentrations de quelques composés (**Codignola, 1984**).

Des variations importantes peuvent se produire au cours de cycle végétatif autant en ce qui concerne la teneur en H.E que la composition chimique d'H.E (**Garnero, 1991**).

II-10-Activité biologique des H.E

Beaucoup d'H.E sont reconnues pour leurs d'activités antifongiques, antimicrobiennes, cytostatiques et insecticides. Parmi ces H.E on cite l'H.E du thym, qui est sans doute reconnue pour son activité antibactérienne. Un certain nombre non négligeable de travaux ont été

réalisé sur l'action des HE du thym contre des germes pathogènes *in vitro* qu'*in vivo*. (Djelmoudi et Medjehed, 2001).

Djelmoudi et Medjehed (2001), ont montré que l'H.E de *Thymus ciliatus*, possède un pouvoir fongistatique élevé vis-à-vis des dermatophytes (*Microsporus canis* et *Trichophyton rubrum*) et les levures (*Candida albicans stellatoidea*, *C. albicans* (IPP 411)).

Le thymol comme composé important des HE du genre *Thymus* est très efficace contre une gamme étendue de microorganismes, il a également montré son activité d'empêcher la croissance des moules mycotoxigéniques et la production des toxines. Les concentrations élevées en thymol ($\leq 0.4\text{g/l}$) ont prouvé leur activité antifongique en empêchant la croissance d'*Aspergillus parasitus* et d'*Aspergillus flavus* (Piccaglia et al., 1993).

Selon Chiej (1983), la solution aqueuse du thymol détruit en 2 mn le bacille de la thyroïde, en 4mn le streptocoque, et en une heure le bacille de coque.

L'essence du thym inhibe la croissance du germe de seigle par libération de faibles quantités d'éthylène (Phlak, 1971).

Tous les chémotypes de *T. vulgaris* sont de bons antibactériens puisque leur action bactériostatique en 18 heures ne dépasse jamais 2mg/ml, à l'exception du pseudomonas.

De même, l'activité bactéricide en 24 heures se situe pour les deux germes testés, quelque soit le chémotype considéré entre 0,3 et 3,3mg/ml. Les types à thymol et carvacrol étant les plus efficaces, suivis de près par les types à géraniol et linalol (Bouchberge, 1976).

L'H.E de *Thymus ciliatus* exerce un effet antimicrobien élevé sur les coliformes (*Escherichia coli*, *Citrobacter amalonaticus*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter aerogenes*) (Bengarnia et Mekki, 1992).

II-10-1-Activité antimicrobienne des huiles essentielles du Thym

Il est connu depuis l'antiquité que les huiles essentielles présentent une activité antiseptique non négligeable. Elles sont utilisées dans de nombreux domaines : pharmacie, cosmétique, agro-alimentaire...etc. A la fin du XIX et au début du XX siècle, plusieurs travaux scientifiques relataient l'action antiseptique de plusieurs huiles essentielles (Kaloustian, 2008).

En phytothérapie, les H.E sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne comme les bactéries endocanalaire ou la microflore vaginale, et d'origine fongique comme les dermatophytes, les moisissures allergisantes, ou les champignons opportunistes. Elles présentent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc les antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**Billerberck, 2007**).

Des études récentes ont prouvé que les huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celle des moisissures et des levures et que leurs activité antibactérienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatiles majeurs (**Bouaoun et al., 2007 ; Dorman et al., 2000 ; Oussala et al., 2006**).

Sacchetti et al. (2005); ont étudié l'activité antifongique de 11 H.E en utilisant cinq levures de pourritures d'aliments : *Candida albicans*, *Rhodotorula glutinis*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces cerevisiae*, et *Yarrowia lipolytica*. Les résultats obtenus ont montré que H.E de *Thymus citriodorus* x et *Cymbopogon citratus* étaient les plus efficaces pour inhiber les 5 levures testées. Les effets antifongiques du thym sur les différentes levures et moisissures ont été décrits dans plusieurs études (**Feng et Zheng, 2007; Omidbeygi et al, 2007**).

En effet, l'effet anticandidosique *in vitro* de l'H.E a été rapporté par plusieurs auteurs (**Kaloustian, 2006 ; Pinto et al., 2006 ; Maksimovic et al., 2008**)

Les H.E du Thym et l'origan sont hautement efficaces, c'est leur composition chimique qui détermine leur pouvoir antibactérien cela revient à leur composé majoritaires (**Bekhechi et al., 2008**)

Ainsi, il est admis que l'huile à phénol est plus efficace que les huiles à alcools et esters (**Tantaoui et al., 1993**).

L'ordre de l'activité antimicrobienne de ces composés est le suivant : **Phénol>Alcool> Aldéhyde > Cétones >Oxyde> Hydrocarbure> Ester (Bekhechi et al., 2008)**

Winward et al. (2002), ont montré que la nature antimicrobienne des huiles essentielles est apparemment en rapport avec leur fort contenu phénolique en particulier en thymol et carvacrol. Ces résultats sont en accord avec ceux donnés par (**Sokmen et al., 2004**,

Cosentino et al., (1999). Ils ont prouvé que : plus les teneurs en phénols sont élevées, plus les huiles essentielles sont efficaces.

Pinto et al., (2006), ont rapporté que les espèces du genre *Thymus* (*T.vulgaris*, *T.zygis*), qui contiennent une quantité importante de phénols, présentent un large aspectre d'activité sur les moisissures et champignons filamenteux.

Kaloustian et al., (2008): confirment que ce sont les phénols (Thymol, Carvacrol), qui donne a l'huile essentielle le caractère antibactérien. Par ailleurs, ces résultats sont en accord avec ceux données par d'autres études (**Valero et Frances, 2006**)

Casentino et al., (1999), ont montré que les phénols ne sont pas les seuls responsables de l'intégralité de l'activité ; la totalité de la composition chimique, doit être prise en compte, de même **Lahlou (2004)** a prouvé que l'activité (antimicrobienne, antivirale, insecticide, larvicide, et ovicide) des huiles essentielles est supérieure à celle de ses composés majoritaires testés séparément.

II-10-2-L'activité antioxydant des H.E

Les propriétés antioxydants des huiles essentielles sont depuis peu massivement étudiées. Les HE de la cannelle, muscade, Claus de girofle, basilic, persil, origan et le thym possèdent de puissants composés antioxydants (**Edris, 2007**), dont parmi le thymol et le carvacrol sont les plus actifs (**Bouhdid, 2006**). L'activité antioxydant des huiles essentielles est également attribuée à certains alcools, éthers, cétones et aldéhydes monoterpéniques : le Linalool, Le 1.8-cinéale, Le géraniale/néral, Citronellal,

L'isohtmenthone, La menthone, et quelques monoterpènes : γ -terpinène, et l' α terpinolène(81).

Jukie et Milos (2005), ont montré dans une étude portée sur l'huile essentielle de *Thymus* que les chimiotypes phénoliques (Thymol et carvacrol) et non phénoliques (linalool) sont capable de réduire le radicale 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl(DPPH) mais avec un effet plus élevé enregistré pour les chimiotypes phénoliques.

Selon **Fuhrman et al., (1995)**, Les H.E sont reconnus pour leurs nombreuses activités biologiques. Les H.E sont susceptibles de réagir avec la plupart des espèces réactives oxygénés L'action antioxydant de ces phytonutriments ne s'exerce pas seulement par l'inhibition et désactivation des radicaux libres, elles se manifestent aussi par la neutralisation

d'enzymes oxydantes et par la chélation des traces d'ions métalliques responsables de la reproduction des radicaux libres (**Halliwell, 1994 ; Cotelle, 2001**).

A cause de leurs faibles potentiels redox, les flavonoïdes sont thermodynamiquement capables de réduire les radicaux libres oxydants comme le superoxyde, le peroxyde, l'alkoxyde, l'hydroxyde par le transfert d'oxygène et le radicale flavonoxy qui en résulte peu réagir avec un autre radicale pour former une structure quinone stable (**Jovanovic et al., 1998**).

D'autres études ont montré que les flavonoïdes sont de bons inhibiteurs d'enzymes responsables de la production des radicaux libres comme le xanthine oxydase qui est une source biologique importante du radical superoxyde (**Hansaki et al., 1994 ; Cos et al., 1998**).

II-11-Toxicité et conservation des H.E

D'après **Valnet (1984)**, la majorité des intoxications par les plantes connus est la causes d'un surdosage car leur accumulation dans l'organisme crée des affections dégénératives et même des effets secondaires, plus banales : vomissement, vertige, syncopes ... De même certaines épices de lièvres utilisées en infusion répétées pour traiter la toux, provoquent chez certaines personnes des cirrhoses hépatiques.

Selon **Luc Salle et Palletier (1991)**, les H.E sont des médicaments et une dose excessive peut entrainer des troubles très grave (Coma, Epilepsie). Seul un praticien averti est apte à vous les prescrire, par contre les baumes, les huiles de corps, les huiles de bains, les alcools, vendus dans le commerce sont sans danger, si bien sur on respecte la posologie

Le carvacrol comme le thymol est très irritant, astringent et costique, ingère à la dosez de **2g**, il provoque un peu de gastralgie avec nausées à plus hautes doses, il détermine la diarrhée (**Bruneton, 1987**).

Les enfants et les femmes enceintes, ne peuvent utiliser qu'une petite quantité de l'extrait d'H.E à dilution de 1%. Ne pas utiliser l'extrait d'H.E pour les jeunes bébés .De crainte d'une perte prématuré de fœtus, éviter l'utilisation des extraits d'H.E pour quelques femmes enceintes .Ne pas laisser a la portée des enfants. Ne pas verser sur les yeux, Si cela arrive, sécher à l'aide d'huile d'olive et laver à volonté avec de l'eau. Malgré ces quelques

avertissements, la plus part des extraits d'H.E peuvent être utiliser en toute sécurité, et donnent un grand plaisir au vis de ceux qui les utilisent (**Katherine, 1999**) .

Ces substances très délicates s'altèrent facilement et perdent leurs propriétés si elles ne sont pas conservées dans des récipients bien clos, à l'abri de l'air et de la lumière C'est la raison pour laquelle elles sont livrées dans des flacons en verre teintés et doivent être conservées dans un endroit frais (**Padrini et Lucheroni, 1996**).

II-12-Mode d'utilisation

L'utilisation des H.E par l'homme remonte à forte longtemps, puisque dans l'antiquité déjà, les égyptiens, les perses et les grecs, s'avaient procédé à leurs extractions et montaient à profit leurs propriétés aromatisants et médicinales (**Belaiche, 1979**) .

Les populations maghrébines utilisent le thym abandonnant aussi bien dans la cuisine qu'en médecine traditionnelle (**Fournier, 1945**).

II-12-1-Domaine médicinale

Selon **Evant (1998)**, le thym a été crédite d'une longue liste de propriétés pharmacologiques, telle que le spasmolytique, antiseptique, antitussive et expectorant.

D'après **Auge (1992)**, c'est un stimulant qui convient aux surmenés, aux asthéniques, dans l'anémie et l'atonie intestinale avec fermentation, c'est un bon antispasmodique fluidifiant, expectorant double d'un antiseptique de valeur dans les catarrhes chroniques aussi utilisé dans les cas de grippe, des rhumes et de coqueluches.

Le thym a de puissantes vertus antiseptiques, il sert à traiter les maux de gorge et s'utilise en bain de bouche (**Negre, 1999**).

Dans un autre cadre et selon **Kuresn et Stanley (1999)**, le thym est utilisé longuement dans la supplémentation diététique due à leur capacité antioxydante.

II-12-2-Domaine Agro-alimentaires

Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour augmenter la durée de vie des aliments. Ainsi, les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires sont également connus pour posséder des activités antioxydants et antimicrobiennes sur plusieurs

bactéries responsables de la pollution des aliments et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaires (**Dorman et Deans, 2000**).

Plusieurs travaux ont montré que les H.E de Thym, de Cannelle, d'Origan et d'autres plantes aromatiques ont un effet inhibiteur sur la croissance et la toxigenèse de plusieurs bactéries et champignons responsables d'infections alimentaires (**Nielsen et Rios, 2000**)

Les H.E sont très efficace contre les moisissures responsables de la détérioration des denrées alimentaires lors de leur stockage (**Sahr et Nielson, 2003**).

Le Thym est très utilisé en cuisine pour son arôme agréable ainsi qu'en parfumerie (**Chej, 1982**).

Selon **Chej (1982)**, les abeilles le recherchent et le miel obtenu possède les propriétés de la plante.

Bekhechi (2006), ont introduit les plantes aromatiques en particulier le thym parce qu'ils ont remarqué qu'il exerce une action sélective très importante sur la flore du beurre qui pourra réussir la préparation du Smen

II-12-3- Domaine culinaire

Incroyable ce que le Thym peut magnifier la ratatouille, les légumes farcis, coulis de tomates, œufs brouillés à la tomate ou au poivron, plat à gratiner poissons au four, pommes de terres frites, bouillons de viande ou de légumes et courts bouillons (**Negre, 1999**).

Le thym et marié aux autres herbes de Provence des fait merveilles dans presque tous les plat méridionaux, des grillades sans façon jusqu'aux petit plat (**Negre, 1999**).

Chaque variété de Thym ajoute sa note parfumée au plat qu'elle accompagne, les feuilles et les fleurs se consomment fraîches en salade, elles s'utilisent aussi en tisane, en garniture ou en assaisonnement de vinaigre, et beurres (**Negre, 1999**).

Chapitre III :
Radicaux libres et
Antioxydants

Chapitre III : Radicaux libres et antioxydants

III-1-Origine du stress oxydant

La découverte d'espèces chimiques radicalaires présentes normalement dans l'organisme a bouleversé notre compréhension des mécanismes biologiques **(Favier, 2003)**.

Ces radicaux libres sont produits par divers mécanismes physiologiques car ils sont utiles pour l'organisme à dose raisonnable ; mais la production peut devenir excessive ou résulter de phénomènes toxiques exogènes et l'organisme va devoir se protéger de ces excès par différents systèmes antioxydants **(Favier, 2003)**.

Dans les circonstances quotidiennes normales, des radicaux libres produits en permanence en faible quantité comme les médiateurs tissulaires ou les résidus des réactions énergétiques ou de défense, et cette production physiologique est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense, d'ailleurs adaptatifs par rapport au niveau de radicaux présents. Dans ces circonstances normales, on dit que la balance antioxydants / prooxydants est en équilibre. Si tel n'est pas le cas, que ce soit par déficit en antioxydants ou par suite d'une surproduction énorme de radicaux, l'excès de ces radicaux est appelé « stress oxydant » **(Favier, 2003)**.

Cette rupture d'équilibre, lourde de conséquence, peut avoir de multiples origines. L'organisme peut avoir à faire face à une production beaucoup trop forte pour être maîtrisée, qui sera observé dans les intoxications aux métaux lourds, dans l'irradiation, dans les ischémies/reperfusions suivant des thromboses **(Favier, 2003)**.

La rupture d'équilibre peut provenir d'une défaillance nutritionnelle ou de la carence en un ou plusieurs des antioxydants apportés par la nutrition comme les vitamines ou les oligo-éléments, présent en quantité limitée dans notre alimentation. Enfin, la mauvaise adaptation peut résulter d'anomalies génétiques responsables d'un mauvais codage d'une protéine soit enzymatiquement antioxydante, soit synthétisant un antioxydant, soit régénérant un antioxydant, soit couplant la défense à l'énergie, soit d'un promoteur de ces mêmes gènes que la mutation rendra incapable de réagir à un excès de radicaux **(Favier, 2003)**.

Généralement, le stress oxydant sera la résultante de plusieurs de ces facteurs et se produira dans un tissu et un type cellulaire bien précis, objet de la défaillance et non pas dans l'organisme **(Favier, 2003)**.

III-2-Radicaux libres

Un radical libre se définit comme tout atome, groupe d'atomes ou molécule possédant un ou plusieurs électrons non appariés dits célibataires sur l'orbitale externe. Cette caractéristique rend les radicaux libres très électrophiles car ils vont tenter de ré-apparier leur électron célibataire en agressant toute molécule susceptible de se faire arracher un électron; leur durée de vie est ainsi très courte. L'espèce agressée est rendue à son tour radicalaire initiant de cette façon un processus de réaction en chaîne. Les radicaux libres sont des composés caractérisés par une structure électronique déséquilibrée qui leur confère une grande réactivité sur les constituants organiques et sur les structures cellulaires (**Bruneton, 1999**).

III-3-Définition des antioxydants

Les antioxydants sont des composés très divers qui regroupent des protéines à activité enzymatique (superoxyde dismutase, glutathion peroxydase, catalase) et non enzymatique (séquestrant des métaux) et des petites molécules liposolubles (vitamine E, β -carotène) ou hydrosolubles (vitamine C, acide urique) (**Bruneton, 1999**).

Une définition large du terme antioxydant donnée par B. Halliwell est « toute substance qui, présente à faible concentration comparée à celle du substrat oxydable, retarde ou prévient de manière significative l'oxydation de ce substrat » (**Bruneton, 1999**).

En tant qu'additif alimentaire, un antioxydant est une molécule qui protège les aliments contre les réactions d'oxydations qui accélèrent leur vieillissement. Ceci est dû essentiellement à l'oxygène de l'air, la lumière, les traces de métaux et éventuellement certains enzymes (**Bruneton, 1999**).

III-4-Types d'antioxydants

Selon leur mode d'action, les antioxydants sont classés en deux catégories (**Justine, 2005**).

- ✚ un système de défense primaire : composé d'enzymes et de substances antioxydants
 - ❖ le superoxyde dismutase (SOD) : diminue la durée de vie de l'anion superoxyde O⁻²

- ❖ la catalyse : transforme le peroxyde d'hydrogène(H₂O₂) en simple d'eau
- ❖ la glutathion peroxydase(GPx) : détruit le peroxyde d'hydrogène et les peroxydes lipidiques
- ❖ les molécules piègeurs : le glutathion(GSH), l'acide urique, les protéines à groupement thiols, ubiquinone, etc. .

✚ **un système de défense secondaire** : composé d'enzymes protéolytiques, des phospholipides, des ADN endonuclease et ligase, des macroxyprotéinases (Mohehmedi, 2006).

III-5-Mode d'action des antioxydants

Tableau 04 : Mode d'action de quelques antioxydants (Justine, 2005).

	NATURE	MODE D'ACTION
Défenses non enzymatiques	Bêta carotène	Fixation des métaux de transition
Défenses enzymatiques	Superoxyde dismutase	Catalyse la dismutation de l'anion superoxyde
	Catalase	Métabolite H ₂ O ₂
	Gluthathion peroxydase	Action réductrice sur H ₂ O ₂ et les hydroperoxydes

III-6-Les sources d'antioxydants

III-6-1-Les antioxydants synthétiques

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques sont utilisés pour empêcher les aliments gras de rancir et pour protéger les vitamines liposolubles (A, D, E et K) contre l'oxydation .Les esters d'acides galliques, le butylhydroxytoluene et le butylhydroxyanisole, Appartiennent à cette catégorie. Les vitamines C et E ont également des propriétés antioxydants et ont l'avantage d'augmenter la valeur nutritive des aliments (Maamri, 2008).

Ils sont généralement préparés en laboratoire, et principalement à partir de composants chimiques. Dans l'industrie alimentaire, l'ajout d'antioxydants naturels dans les aliments est une technique complètement nouvelle (**Maamri, 2008**).

Les antioxydants synthétiques ont été testés quant à leurs effets carcinogènes ou mutagènes, mais de nombreux constituants naturels des aliments n'ont pas encore été testés (**Lhuillier, 2007**).

III-6-2-Les antioxydants naturels

Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydants *in vivo* ont été proposées. Elles incluent le bêta carotène, l'albumine, l'acide urique, les œstrogènes, les polyamines, les flavonoïdes, l'acide ascorbique, les composés phénoliques, la vitamine E...etc. Elles peuvent stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (**Mohemmedi, 2006**).

III-6-2-1- La vitamine C

L'acide L-ascorbique ou vitamine C est considéré comme le plus important antioxydant dans les fluides extracellulaires. L'action de la vitamine C est très controversée quant à son effet protecteur ou activateur face à la toxicité de l'oxygène. Selon le pH et la présence de métaux de transition, la vitamine C peut prendre une forme réduite ou oxydée. Le passage de l'une à l'autre se fait par l'intermédiaire d'un radical libre, le radical ascorbyle, et en présence de glutathion/glutathion-réductase. La vitamine C forme donc un couple redox- avec une forme intermédiaire radicalaire-capable de capter l'oxygène singulet et certaines espèces radicalaires. C'est ainsi qu'elle protégerait la peau de la toxicité induite par les rayonnements UV mais, à forte concentration, la vitamine C peut se comporter comme un pro-oxydant générateur de radicaux libres (**Milane, 2004**).

III-6-2-2- La vitamine E

Est un antioxydant important qui protège les cellules contre les dommages associés aux radicaux libres et par conséquent, prolonge la vie cellulaire tout en ralentissant le processus de vieillissement. Et la diminution de l'athérosclérose (**Mohemmedi, 2006**).

La vitamine E joue un rôle important dans l'agrégation de la β -amyloïde ($A\beta$), d'ailleurs, les données cliniques ont prouvé que les patients d'Alzheimer obtiennent des avantages remarquables au traitement par la vitamine E. Il a été déterminé que la vitamine E naturelle,

semble être deux fois plus bio disponible que la vitamine E synthétique. La vitamine E est rencontrée surtout dans les huiles végétales, les noix et les germes de diverses graines **(Mohemmedi, 2006)**.

III-6-2-3- Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des constituants membranaires des chloroplastes et forment un groupe de pigments liposolubles. Ils contribuent à la coloration jaune, orange ou rouge des fruits et légumes. Ils sont souvent retrouvés dans les plantes alimentaires **(Mogode, 2005)**.

Ils sont très nombreux et représentent la principale source alimentaire de rétinol. En plus de leur activité de provitamine A. Les principaux caroténoïdes incluent : l'alpha carotène, bêta carotène, lycopène, phytofluène, lutéine, viloxanthine, alphacryptoxanthine et bêta cryptoxanthine **(Hale, 2003)**.

III-6-2-3- Le sélénium

Le sélénium (Se) joue un rôle clé dans la protection des cellules et de leurs constituants contre l'attaque radicalaire. Cette fonction est due à sa présence dans le site actif des glutathions peroxydases sélénodépendantes, et à l'activité biologique anti radicalaire des Scléroprotéines **(Bouldjadj, 2009)**.

Il entre dans la composition du glutathion peroxydase. Il protège les cellules de l'oxydation et il est nécessaire pour le métabolisme de l'iode **(Mylène, 2006)**.

III-6-2-4- Le zinc

Le zinc (Zn) joue un rôle antioxydant indirect en assurant la stabilisation de la Cu-Zn SOD

- ❖ le zinc inhibe la production des espèces radicalaires de l'oxygène ERO par les métaux de transition, en entrant en compétition avec le fer et le cuivre.
- ❖ le zinc protège les groupements thiols (SH) des protéines contre l'oxydation induite par le fer, en empêchant la formation de ponts disulfure intramoléculaires.
- ❖ l'activité antioxydant du zinc pourrait également passer par l'induction de metallothionéines pouvant piéger les ERO **(Bouldjad, 2009)**.

III-6-2-5- Les composées phénoliques

Les polyphénols végétaux regroupent une grande variété de composées comportant entre autres les flavonoïdes, les tanins,... On trouve parmi leurs nombreux intérêts potentiels. De plus, une synergie peut être observée entre leur action et celle de la vitamine C (**Heim et al., 2002**).

Les flavonoïdes

Les flavonoïdes pourraient être à l'origine des vertus préventives et curatives de plusieurs plantes médicinales. La principale propriété, initialement attribuée aux flavonoïdes, est d'être vasculoprotectrices et venotonique, car ils sont capables de diminuer la perméabilité des capillaires sanguins et de renforcer leur résistance (**Bruneton, 1999**).

Actuellement les flavonoïdes sont connus par de remarquables activités pharmacobiologiques comme entre des effets, antiviraux, antimicrobiens et anticancéreux (**Narayana et al., 2001**) ; **Seyoum et al., 2006**) anti-allergiques, anti-inflammatoires, anti-thrombotiques, anti-tumoraux et hépatoprotecteurs (**Middleton et al., 2000**). Ces activités sont attribuées en partie aux propriétés antioxydantes de ces composés naturels.

Ces dernières années, une importance particulière a été accordée aux propriétés antioxydantes des flavonoïdes qui sont attribuées à :

- ✓ Leur capacité de piéger directement les radicaux libres ;
- ✓ De chélater les ions métalliques impliqués dans la production des EOR via les réactions de Fenton et Haber-Weiss ;
- ✓ D'inhiber quelques enzymes en particulier les oxydases ;
- ✓ D'activer les enzymes antioxydantes (**Heim et al., 2002**).

Les tanins

Les tanins inhibent la peroxydation lipidique des mitochondries du foie et du microsomes mais aussi l'oxydation de l'acide ascorbique et du linoléate lors de la peroxydation des tanins donnent des protons face aux radicaux libres, et ainsi des radicaux tanniques stables sont formés (**Boubacar et Mogode, 2005**).

Les lignanes

Les lignanes les plus étudiés du point de vue de leur activité antioxydant sont les dérivés bifuranyles des de graines de sésame (*Sesamum indicum* DC., *Pedaliaceae*).

La forte résistance à la détérioration oxydative de l'huile de sésame a suscité depuis plusieurs années de nombreuses recherches sur les graines de sésame (**Boubacar, 2005**).

Les lignanes diarylfuranofuraniques tels que le sésaminol, ont démontré des propriétés antioxydants expliquant ainsi la stabilité de cette huile (**Mogode, 2005**).

Les coumarines

Les coumarines sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes (**Mogode, 2005**).

Les conditions structurales requises pour l'activité antioxydant des coumarines sont similaires à celles signalées pour les flavonoïdes (**Mogode, 2005**).

Les xanthones

Les propriétés pharmacologiques reconnues des xanthones sont l'inhibition de la monoamine oxydase, leur activité antimicrobienne, et leur cytotoxicité. La manguiférine est une xanthone qui possède la propriété d'inhibition envers la peroxydation des lipides ainsi que des propriétés de capteur des radicaux libres contre les anions superoxydes (**Mogode, 2005**).

Les dérivés d'acide phénolique

On retrouve dans de nombreux fruits, légumes, le café, les prunes, le raisin et les pommes. Les composés possédant les activités antioxydants et anti radicalaires sont l'acide caféique, l'acide gallique et l'acide chorogénique (**Boubacar, 2005**).

La plupart de ces composés sont issus de l'acide hydrox cinnamique, de l'acide coumarique, de l'acide caféique (**Boubacar, 2005**).

Il ne faut cependant pas ignorer leur propriété antitumorale car ils ont la capacité de bloquer la nitrosation des amines. Cette nitrosation se fait par réduction du nitrite en oxyde nitrique ou encore par formation des dérivés C- nitroso. Linoléique et la peroxydation lipidique microsomale. Il inhibe aussi la peroxydation lipidique dépendante du fer dans les mitochondries et possède une forte capacité de capter le radical libre DPPH (**Boubacar, 2005**).

Partie II :

Etude expérimentale

Chapitre IV :

Matériel et méthodes

Chapitre IV : Matériel et Méthodes

I- Prévenance et récolte de matériel végétale

I-1- Période de récolte du matériel végétale

Notre plante *Thymus ciliatus* provient de 4 stations de la wilaya de Tlemcen (*Oued Sekkak, Ain Fezza, Sebaa Cheoukh, El-Mekamet*).

Après la récolte, nos échantillons sont nettoyés, étalés et séchés pendant deux semaines dans des conditions bien précises et respecte à savoir :

- A l'abri de la lumière
- A l'abri de l'humidité
- A une T° ambiante (18°C) et dans un endroit bien aéré.

Seul la partie aérienne (feuilles, fleurs, tiges) est utilisées pour l'obtention des huiles essentielles.

II-Situation géographique de la wilaya de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen est située à l'extrême Nord de l'Algérie, bordée au Nord par la cote méditerranéenne, au Sud par la wilaya de Naâma, à l'Est par les wilayas d'Ain Témouchent et de Sidi-Bel-Abbès et à l'Ouest par la frontière Algéro-Marocaine.

- **Situation géographique des différentes zones d'étude**

- ✚ Station 1 : Oued Sekkak**

Le site du barrage Sekkak se trouve au Nord Ouest algérien, près du village d'Ain Ouahab aux abords septentrionaux de la plaine d'Hennaya. Il est situé à 1km à l'Est du village d'Ain- Yousef à 20km au Nord du Tlemcen et à 43km au Sud Ouest de la ville d'Ain temouchent.

- ✚ Station 2 : Ain-Fezza**

Le village Ain-Fezza, le lieu de nos prélèvement se situe à 12km à l'est du centre ville de Tlemcen à altitude 860m par rapport au niveau de mer son ancien nom Ifri désigne sa nature montagnaise et qui englobe plusieurs grottes et cours d'eau (**Anonyme 3,2006**).

✚ Station 3 : Sebaa Chioukh

Les monts de Sebaa chioukh se présentent sous forme de massif montagneux s'étendant sur une superficie de 250km². Il fait partie de la chaîne Tellienne inférieure qui prend pied à l'Ouest avec les monts des Traras et s'étend à l'Est avec les monts de Berkecheet Tessala.

Ce massif se trouve dans l'entre-deux, Monts de Traras et plaines Oranaises. Il est limité au Nord et Nord-Est par la wilaya d'Ain temouchent, au Sud par la Daïra de Ouled Mimoun, à l'Ouest par la daïra de Remchi et au Sud-ouest par les deux communes d'Ain-Yousef et El-fehoul

Son relief accuse **60%** de terres en pente supérieure à **25%**, son altitude varie entre **150m et 600m**.

La zone est éloignée à peu près de 30 km du chef de la wilaya. Son climat est Semi-aride tempéré avec une précipitation moyenne de 400mm/an, pouvant atteindre les 800mm/an. Le couvert végétal est représenté par des terrains cultivés ou parcours.

✚ Station 4 : *El-Mekamet*

La zone fait partie de la wilaya de Tlemcen ; à l'extrême Nord-ouest de l'Algérie, elle fait partie de la commune d'El-Fehoul, située à une altitude moyenne de **170 mètres**.

Elle est limitée par :

- Est : la wilaya d'Ain temouchent
- Sud : la commune de Ben sekrane
- Nord ouest : la commune d'Ain Yousef
- Nord : la commune de Sabaa chioukh.

Avec la pluviométrie la zone d'étude est marquée par un réseau hydrographique important composé d'un oued principal (Oued Isser) de **140 Km** de longueur situé à l'est de la wilaya de Tlemcen.



Figure 03 : Situation géographique de la zone d'étude (Google Maps, 2013).

III- L'obtention des huiles essentielles

Nous avons utilisé comme technique d'extraction la distillation à la vapeur d'eau (hydrodistillation).

- Distillation à la vapeur d'eau :

La distillation à la vapeur est appliquée pour la majorité des huiles essentielles. Elle est définie comme étant la séparation d'un mélange de composés liquides basé sur la volatilité relative des différents constituants de mélange.

- L'hydrodistillation :

C'est une méthode simple et très utilisée. Toute fois des phénomènes physiques et chimiques se produisent et risquent de modifier sensiblement le contenu de matériel végétal ; de même l'huile essentielle qui en est libérée.

Les substances volatiles du *Thymus ciliatus* ont été obtenues par hydrodistillation, technique qui consiste à immerger directement le matériel végétal dans l'eau distillée portée à ébullition

Les substances volatiles sont entraînées par la vapeur d'eau ; le distillat récupéré est séparé par décantation

III-1- Mode opératoire

Pour notre travail, on a utilisé la technique d'hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger.

La durée moyenne de l'extraction est d'environ deux heures et demi (**2h30**). Une fois, les huiles essentielles obtenues, elles sont conservées dans des tubes en verre stérile, fermés et enveloppés et gardés au réfrigérateur à une température de **4°C**.

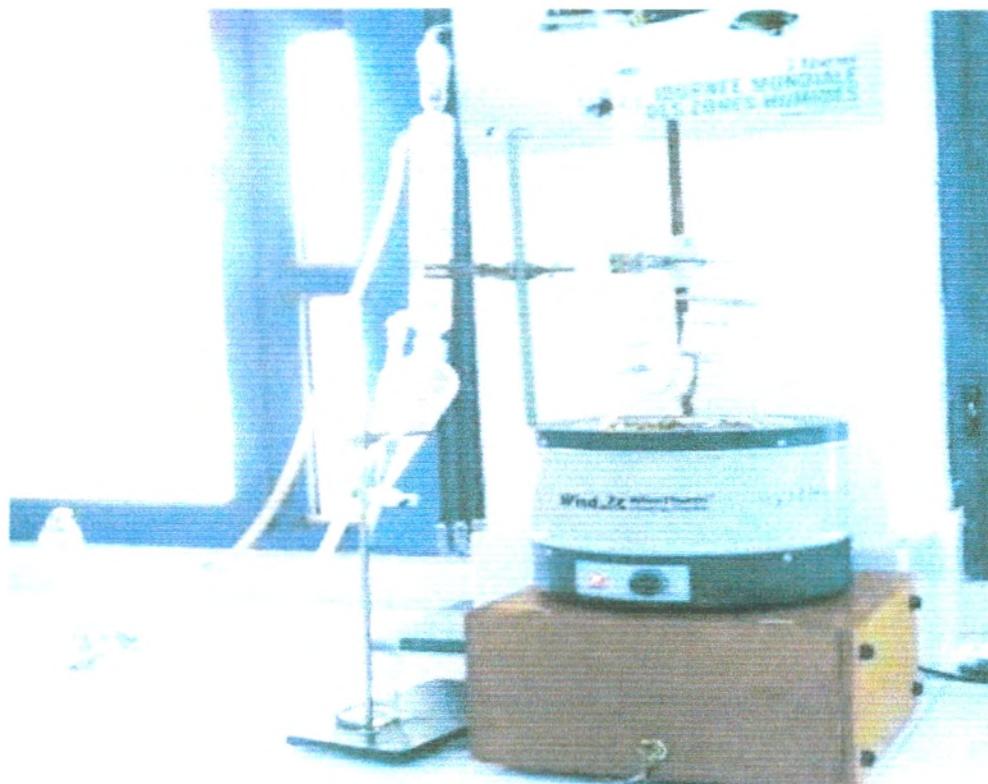


Figure 04: Montage de l'appareil Clevenger (Photo personnelle)

III-2- Le rendement (Rd)

Selon la norme **Afnor (1989)**, le rendement en huile essentielle (Rd en **H.E**) est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction (**M'**) et la masse de la matière végétal utilisée (**M**). Le Rd est exprimé en %, et il est donné par la formule suivante :

$$Rd\% = M' \cdot 100 / M$$

Rd : rendement en H.E exprime en pourcentage(%).

M' : masse en gramme d'H.E obtenue.

M : masse en gramme de matière végétale séchée.

IV-Examen organoleptique

Il consiste en un essai olfactif, toutefois, il est nécessaire de décrire brièvement l'aspect de l'essence et même sa saveur.

L'essai olfactif apporté à l'analyse des huiles essentielles est un élément de très grande valeur puisqu'il permet d'en étudier la qualité première : le parfum, on peut classer les odeurs en six groupes caractérisés chacune par une note comprenant elle même plusieurs nuances.

- ✓ La note florale(Fleurie) : Rosée, Jasminée.
- ✓ La note agreste : Menthe, Camphrée, Herbacée.
- ✓ La note fruitée : Hespéridé, Fruitée, Amendée, Anisée.
- ✓ La note boisée : Epicée, Sautalée, Caryophyllée.
- ✓ La note balsamique : Vanillée, Olibanée, Golbannée.
- ✓ La note animale : Musquée, Ambrée

V- Les analyses des huiles essentielles

La connaissance des propriétés bénéfiques des huiles s'est transmise au fil du temps et, aujourd'hui encore, de nombreux professionnels se réfèrent à ces connaissances empiriques. Nous avons pu le constater lors des entretiens téléphoniques que nous avons eu avec certains d'entre eux.

On peut donc légitimement se demander ce qu'il en est de la recherche scientifique à ce sujet.

Ces propriétés empiriques sont elles confirmées par des études fiables et complètes.

A partir de l'étude de plusieurs publications scientifiques nous allons préciser l'avancement actuel des connaissances des propriétés des huiles essentielles

Nous verrons en premier temps les différentes propriétés qui ont été étudiées, puis nous discuterons de la comparaison des résultats des différentes études ainsi que des perspectives de nouveaux domaines d'applications des huiles essentielles.

V-1- L'activité antioxydante

Plusieurs méthodes sont utilisées pour mesurer les activités antioxydantes des extraits volatiles des plantes aromatiques. L'activité antiradicalaire de l'huile essentielle de *thymus ciliatus* a été évaluée par la capacité de balayage du radical libre DPPH.

Cette méthode décrite pour la première fois par **Blois (1958)** consiste à suivre la réduction du radical libre DPPH (2,2- diphenyl -1-picrylhydrazyl) par un antioxydant à l'aide

de spectrophotométrie UV-visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par la présence de l'huile essentielle.

Le DPPH est initialement violet, se décolore lorsque l'électron célibataire s'apparie. Cette décoloration est représentative de la capacité des composés de l'huile essentielle à piéger ces radicaux libres indépendamment de toute activité enzymatique. Ce test nous permet donc d'obtenir des informations sur le pouvoir antiradicalaire direct de notre HE.

Méthode

L'activité antioxydante *in vitro* a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage d'un radical en utilisant le réactif **2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)** comme radicale stable.

Selon le protocole décrit par **Hazzit et al.,(2009)**. La solution de DPPH a été préparée par solubilisation de **0.005g** de DPPH dans **200ml** de l'éthanol, la couleur de la solution est violette, prépare **8** épandorfs contiennent **200µl** de Ethanol et marquée sur les étiquettes de chaque épandorf les dilutions par l'ordre de décroissance (**1/32** jusqu'à **1/4096**). Dans le premier epandorf on met **200µl** de l'H.E ou bien l'hydrolat de *Thymus ciliatus eu-ciliatus* et on mélange bien puis on prend de chaque dilution **200µl** par une micropipette et on le verse dans la dilution qui suit et on homogénéise jusqu'à la dernière dilution.

Pour chaque dilution on prépare **3** répétitions pour chaque dilution qu'on introduit **975µl** de la solution de DPPH après on ajoute **25µl** de chaque dilution des H.E et des hydrolats sans oublier le témoin qu'on laisse **60min** à l'obscurité et à température ambiante du laboratoire pour que la réaction s'accomplisse. L'absorbance du milieu réactionnel a été mesuré à 517 nm.

Le pourcentage d'inhibition du radical du DPPH par l'échantillon a été calculé suivant la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(A_B - A_T) / A_B] * 100$$

AB: Absorbance du blanc (uniquement du DPPH) (t=0).

AT: Absorbance des différentes concentrations (t=30min).

Chaque test a été répété trois fois.

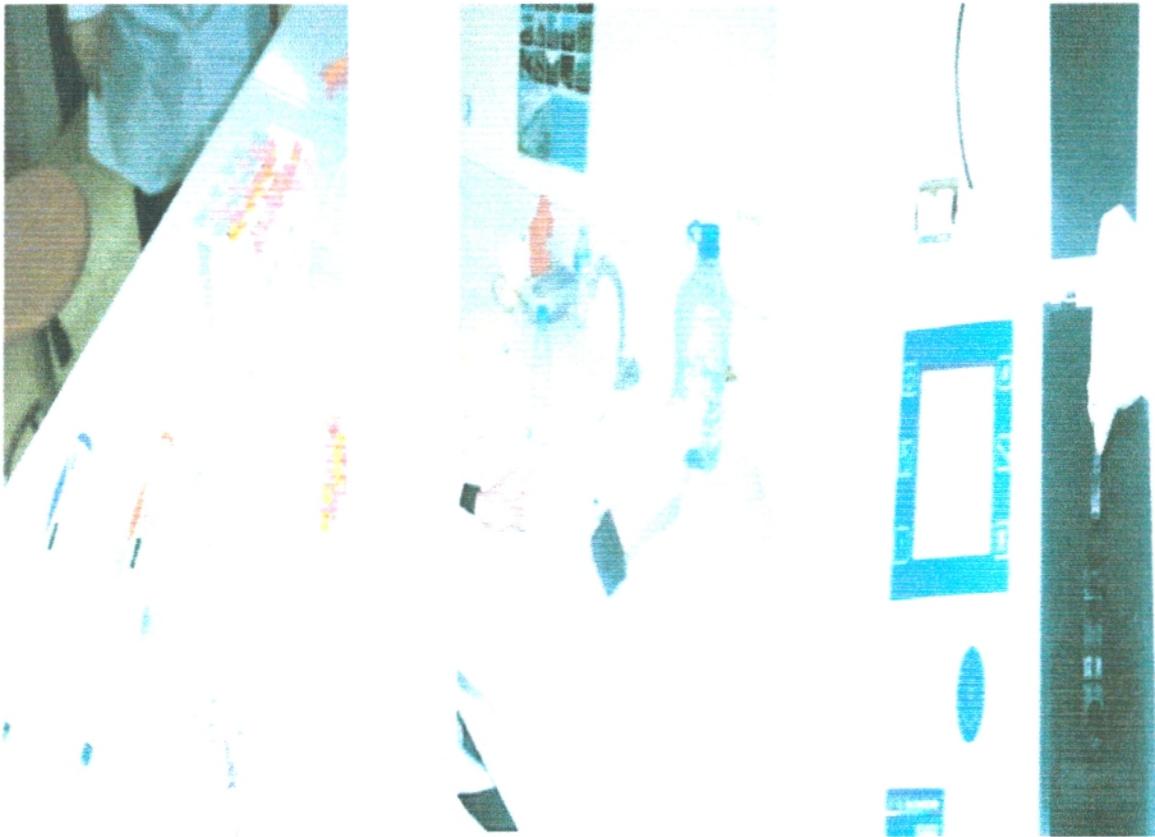


Figure 05 : Les étapes de la réalisation de l'activité antioxydante

Chapitre VI : Résultats et interprétation

Chapitre V : Résultats et Interprétation

II-1-Propriétés organoleptiques

Après l'extraction des huiles essentielles de notre plante par la méthode de Clevenger ; les propriétés sensorielles remarquables de *Thymus ciliatus eu- ciliatus* sont

Aspect : liquide (Huileuse)

Couleur : Jaune

Odeur : très forte

Saveur : piquante et amère

II-2- Rendement en huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été extraites des matériaux végétaux secs, le rendement en H.E (%) varie beaucoup avec la plante utilisée, le matériel employé pour l'extraction, le climat, le moment de la collecte.

Le rendement (%) en huile essentielle a été calculé en fonction de la matière sèche de la partie extraite de la plante.

D'après le calcul du rendement des différentes stations, on a constaté une différence faible entre les stations pour les rendements des tiges, de même pour les feuilles à part la station Sebaa-chioukh qui nous a donné un faible rendement par contre ceux des fleurs on a enregistré des différences considérables (Figure 06).

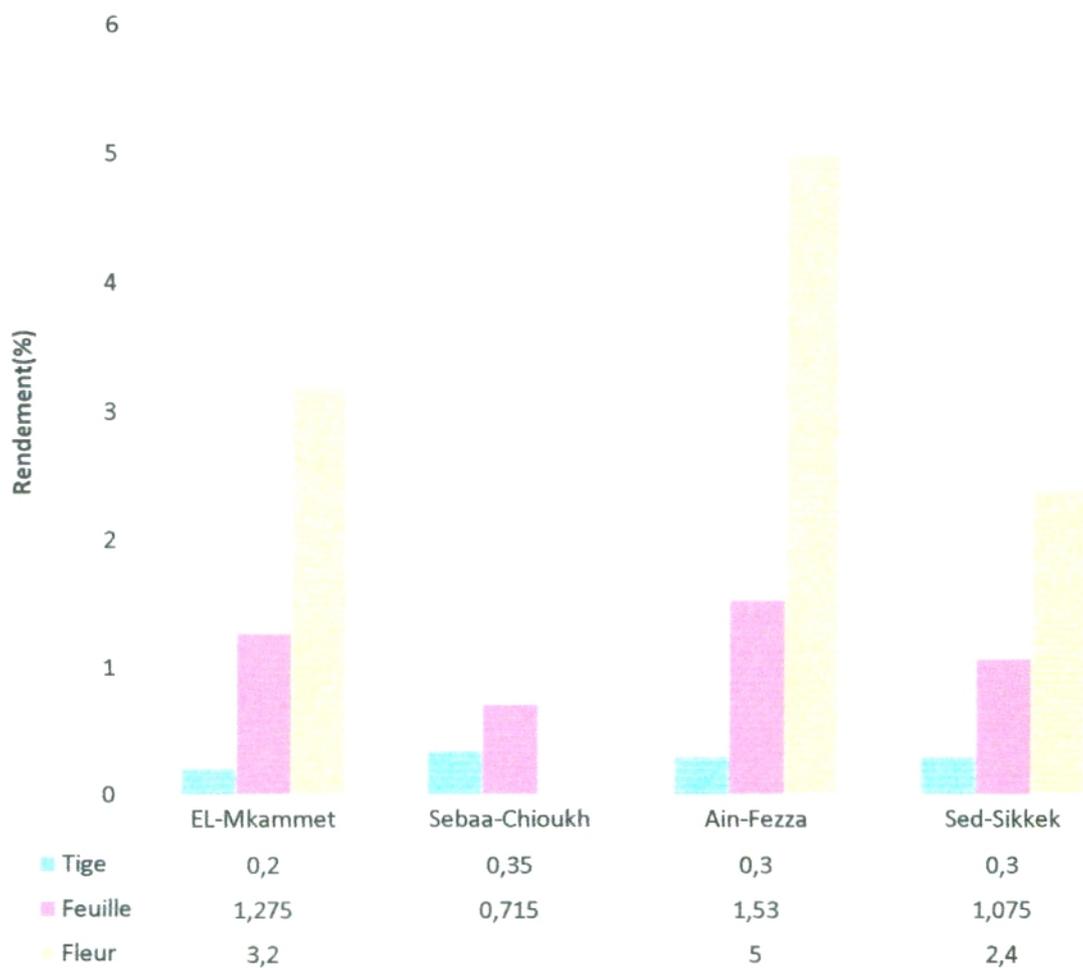


Figure 06: Histogramme du rendement des différentes stations.

Une étude faite par **Bounatirouet *al.*,(2007)**, explique que la différence de rendement en huiles essentielles peut être due à deux facteurs : la région de collecte et la période de collecte car ces auteurs ont enregistré, en étudiant les huiles essentielles de *thymus capitatus* Hoffm.et Link, une différence de rendement allant de 1.2 % à 5.6% et ceci selon la région et le stade de collecte (végétatif, floraison et post floraison). C'est pour cette raison que les connaissances traditionnelles inclues des détails comme la saison durant laquelle des espèces particulières produisent des composés à effets biologiques actifs, quelle parties de la plante contient cette activité biologique et la région (surtout l'altitude) dans laquelle cette espèce est plus active (**Okunda, 2002 ; Chandra, 2004 ; Jagetia et Baliga, 2005**).

Dans une autre étude réalisée par **El Ajjouri et *al.*, (2008)** le rendement moyen en huiles essentielles des échantillons de *thymus capitatus* ont fourni un taux d'environ 2,05% et un taux de 1,75% pour *thymus bleicherianus*.

Haddouchi et *al.*, (2009) dans une étude sur *thymus fontanesii* Boiss & Reut ont enregistré un rendement d'huile essentielle de 2% , par contre Dob et al en 2006 et à partir des tiges et des feuilles de la meme espèce végétale ont obtenu un rendement plus faible de l'ordre de 0,9%

Amarti et *al.*, (2010), dans une étude sur *Thymus ciliatus* du Maroc ont obtenus un rendement en huile essentielle de 1,2%.

Khelif (2013), dans une étude sur *thymus ciliatus* a obtenu un rendement en huiles essentielles de 3%.

II-3- Evaluation de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante peut être due à différents mécanismes, dont parmi la prévention de l'initiation de l'altération des chaînes, la décomposition des peroxydes, l'abstraction continue d'hydrogène, capacité réductrice (**Bounatirou et al., 2007**).

L'activité antioxydante exprime la capacité de réduction des radicaux libres. Pour nos extraits, nous avons employé la méthode au DPPH (**Mohammedi, 2006**).

Ce radical libre présente une coloration violet sombre, lorsqu'il est piégé par des substances antioxydantes. La forme réduite confère à la solution une coloration jaune pâle, le virage vers cette coloration et l'intensité de la coloration de la couleur de la forme libre en solution dépend de la nature, la concentration et la puissance de la substance antiradicalaire (**Mohammedi, 2006**).

II-3-1- Activité antioxydante des huiles essentielles des feuilles de *Thymus*

Tableau 05 : IC₅₀ des Feuilles des cinq stations

Station	IC ₅₀	Ecart type
El - Mkammet	0.4635	0.01335
Sebaa-Chioukh	0.2046	0.0156
Ain-Fezza	0.1513	0.0154
Sed-Sikke	0.0842	0.00018
Portugal	0.0088	0.03571

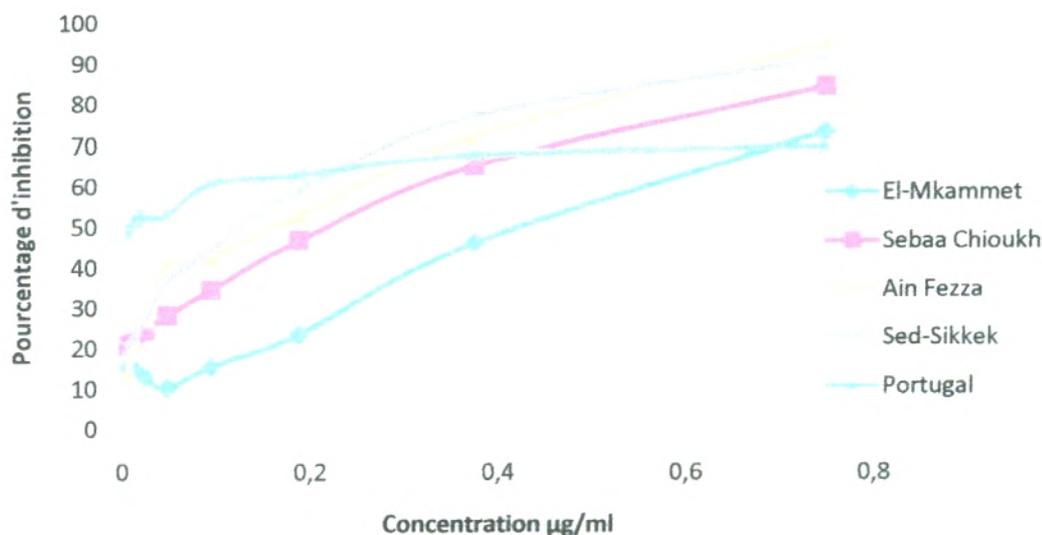


Figure 07 : l'activité antioxydant d'Huile essentielle de Feuille *Thymus ciliatus eu-ciliatus*

D'après l'étude de l'activité antioxydante des feuilles du Thym (Tableau 05, Figure 07), nous avons constaté que *Thymus mastichus* a une excellente activité antioxydante (**0.0088 µg/ml**) par rapport au *Thymus ciliatus* dont la plus active parmi les stations est celle du Sed-Sikkek (**0.0842 ± 0.0001 µg/ml**) et la plus faible est d'El-Mkammet avec une IC_{50} de l'ordre (**0.4625 ± 0.01335 µg/ml**).

Le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle de *thymus ciliatus ssp eu-ciliatus* (Bounatirou et al., 2007).

L' IC_{50} est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur IC_{50} est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande (Bounatirou et al., 2007).

Ferrera et al.,(2006) ont étudiée l'activité antioxydante des trois extraits (H.E, extrait éthanolique et décoction) de *laurus nobilis* cet espèce montre des valeurs élevées en chaque quantité de ces H.E et elle est plus haute pour les extraits polaires. Dans laurier les glycosides flavonol et la vitamine E peuvent expliquer l'activité démontré.

De même **Bounatirou et al., (2007)** en étudiant *Thymus capitatus* n'a pas enregistré une forte activité antioxydante à 0,1% mg/ml qui n'a pas dépassé les 20% d'activité.

Selon **Amarti et al., (2010)** qui ont étudié l'activité antioxydante de quatre espèces de thym du Maroc, qui ont enregistré un bon effet antioxydant tel que *T.capitatus*, *T.ciliatus* et *T. bleicherianus* avec $IC_{50} = 0,069\text{mg/ml}$; $0,074\text{mg/ml}$ et $0,078\text{mg/ml}$ respectivement, ces résultats montrent que l'huile essentielle de *thymus ciliatus* possède une bonne activité antioxydante

Comparée à une étude faite par **Bounatirou et al.(2007)** sur les huiles essentielles de *Thymus capitatus* de Tunisie, les huiles essentielles de *T. ciliatus* ont donné une activité antioxydante nettement supérieure que celle de *T.capitatus* et qui ont enregistré un taux d'efficacité antioxydante de l'ordre de 82,7% pour une concentration de l'ordre de 0,5mg/ml. La même concentration a été faite en comparant l'efficacité antioxydante des huiles essentielles de notre étude celles obtenues par **Tepe et al. (2005)** en étudiant *T. sipyleus* et avec des IC_{50} de l'ordre de 0,22mg/ml pour *T.sipyleus* subsp. *Sipyleus* var. *rosulans* et 2,67mg/ml pour *T. sipyleus* subsp. *Sipyleus*. De même, d'une étude faite sur les huiles essentielles de *T. spathulifolius*. **Sokmen et al., (2004)** ont trouvé une IC_{50} de l'ordre de 0,243mg/ml.

II-3-2- Activité antioxydante des huiles essentielles de l'hydrolysat des feuilles de *Thymus*

Tableau 06 : IC_{50} de l'hydrolysat des Feuilles

Station	IC_{50}	Ecart type
El - Mkammet	0.7129	0.0164
Sebaa-Chioukh	0.6712	0.0217
Ain-Fezza	0.7359	0.0175
Sed-Sikke	0.6428	0.0055

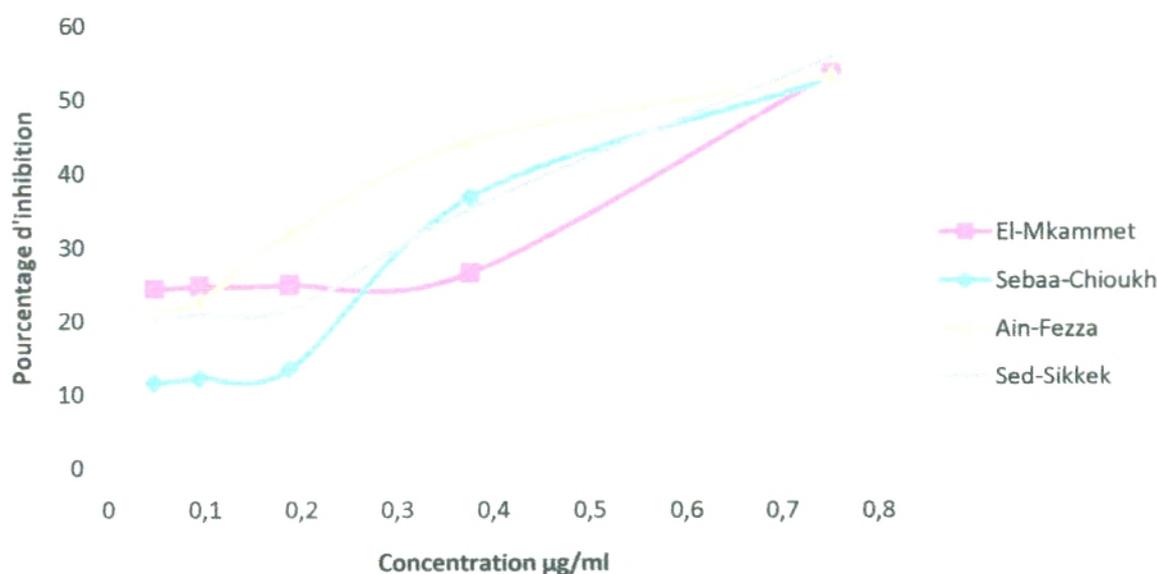


Figure 08 : l'activité antioxydant d'Hydrolysats des Feuilles de *Thymus ciliatus eu-ciliatus*

Les résultats obtenus ci-dessus (Tableau 06, Figure 08) montrent que l'activité antioxydante d'hydrolysats des feuilles des stations locales est faible en comparant avec l'H.E des mêmes feuilles ainsi que la station de Sed-Sikke (IC_{50} **0.6428 µg/ml**) représentative avec une bonne activité par rapport aux autres stations restantes.

II-3-3- Activité antioxydante des huiles essentielles des fleurs de *Thymus*

Tableau 07 : IC_{50} des fleurs

Stations	IC_{50}	Ecart type
El – Mkammet	0.784	0.0113
Ain-Fezza	0.1778	0.0169
Sed-Sikke	0.7255	0.0093

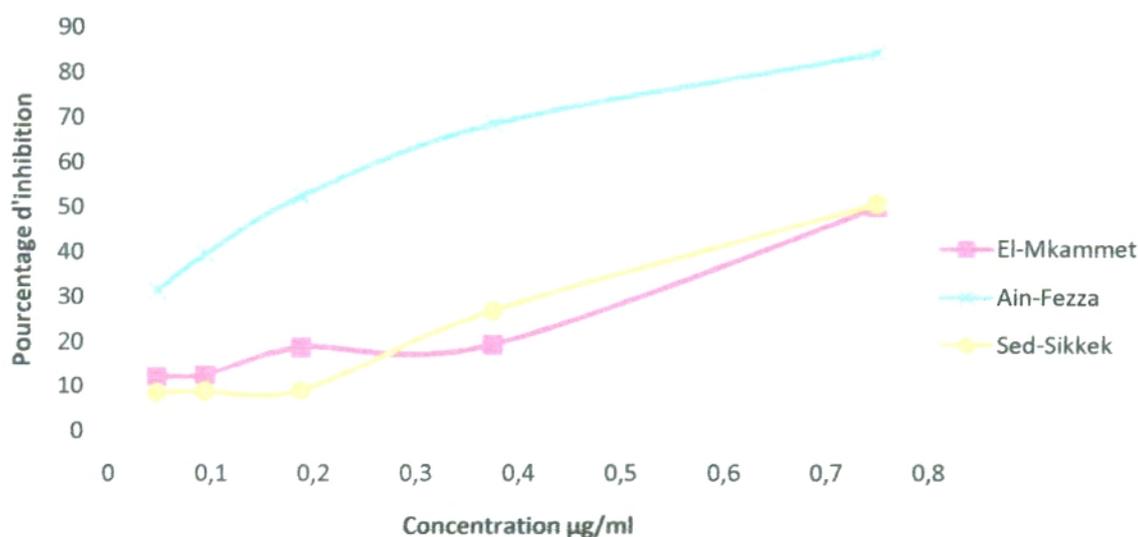


Figure 09 : l'activité antioxydant d'Huile essentielle de Fleur de *Thymus ciliatus eu-ciliatus*

Les résultats constatés (Tableau 07 et Figure 09) par l'activité antioxydante d'H.E des fleurs montrent que la station Ain-Fezza est la plus forte avec une IC_{50} de 0.1778 ± 0.0169 µg/ml par rapport aux El-Mkammet et Sed-Sikke.

Comparé aux fleurs les huiles essentielles des feuilles présentent plus l'activité antioxydant.

Conclusion Générale

Conclusion

Cette étude se voulait une contribution à la connaissance de l'activité antioxydante des huiles essentielles de la plante *Thymus ciliatus* ssp *eu-ciliatus* qui appartient à la famille des labiées.

L'obtention de l'huile essentielle par hydrodistillation reste une méthode simple et efficace, et donne un rendement intéressant. Le calcul de rendement moyen en huile essentielle de notre plante nous a révélé une valeur de 1,14% pour les feuilles et 3,53% pour les fleurs.

L'étude de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH a confirmé les propriétés puissantes que possèdent les huiles essentielles à piéger les radicaux libres. Donc on peut les considérer comme agents antioxydants de première classe et peuvent être employées pour des applications thérapeutiques, sachant que les antioxydants contribuent de manière très efficace à la prévention des maladies telles que le cancer et les maladies cardiovasculaires.

L'application de protocoles standardisés aux huiles essentielles est innovatrice. Il est important que le respect et le rayonnement dont bénéficient ces normes puissent servir à l'acceptation des huiles essentielles, dont des propriétés ne sont pas encore reconnues à leur juste valeur dans les milieux scientifiques et médicaux.

Vu l'importance économique et thérapeutique des plantes aromatiques. Il est temps de passer à des études détaillées sur les activités biologiques de leurs huiles essentielles pour montrer la possibilité de leur exploitation dans les différents domaines.

Et enfin on conclut que cette espèce végétale n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études, pour cette raison, il sera intéressant de se focaliser sur l'étude de la variabilité de la composition chimique en tenant compte de l'âge de la plante, de la période et lieu de récolte, etc... Ceci va permettre d'observer les différents changements sur les plans qualitatifs et quantitatifs des huiles essentielles afin d'estimer à quelles conditions ou à quelle période ces huiles essentielles pourraient avoir une activité intéressante.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

A

ADZET T., GRANGER J., PASSET J., SANS MARTIN R. (1977). Le polymorphisme chimique dans le genre *Thymus* : sa signification taxonomique. *Biochemical Systematics and Ecology*, 15, 259-272.

AFNOR. (1989). Association Française de normalisation, recueil des normes françaises : huiles essentielles, 3^{ème} Ed.AFNOR.Paris.

ALBAYATI F A.(2008). Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anasum* essential oil and methanol extracts. *Journal of Ethnopharmacology*. 116, p403-406

Amarti F., Satrani B., Ghanmi M., Farah A., Aafi A., Aarab L., El Ajjouri M. et Chaouch A. (2010) : Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. Du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(1): 141-148.

Anonyme 3.(2006). Parc national de Tlemcen; Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar.

AUGE C. (1992) . Nouveau Larousse illustre. Tome V.

B

BADJAH H.A.(1978).Extraction analyse et evaluation de la quantité de Lavande Algerienne .These de magistere, Faculté des sciences Univ ;d'Alger.

BAKKALI F., AVERBERCK S., AVERBERCK D., REVIEW M.I. (2008) . Biological effects of essential oils- A review *Food and chemical Toxicology* ; Vol 46 ; p 446-475.

BATANDIER J A., TRABUT L.(1890).Flore de l'Algerie, 4^{ème} Fascicule : Colliflores et Apétale. *Jourdan éditeur*.

BHASAR K.H.C., OZEK T., BEIS S.H.(1998). Constituent of the essential oil *Ruta.Chalepensis*, from Turkey J . *Essent.Oil Res* 8 ; p 413-414.

BEKHCHI C., ATIK-BEKKARA F., ABDELOUAHID D.E.(2006) . Composition et activité antibacterienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algerie phytothérapie ; Vol 6 ; pp153-159.

BELAICHE P. (1979).Traite de phytothérapie et d'aromathérapie .tome I. Edition Maloine (paris).

BENABDALLAH S.A et HASSAINE A. (2002). Contribution a l'étude des caractéristiques physico-chimiques et analyses chromatographiques des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* Des.ssp *Eu-ciliatus* et *coloratus*.Mémoire de D.E.S. Biochimie. Département de biologie, faculté des sciences.Université de Tlemcen.

BENDJILLALI B., HAMMOUMI M. et RICHARD H. (1987). Polymorphismes chimiques des huiles essentielles de Thym du Maroc. Caractérisation des composants *Sciences des aliments*.7, 77-91.

BENHABILES N. (1995). Comparaison des huiles essentielles de deux espèces Algériennes de Romarin .*Rosmarinus Eriocalyx* et *Rosmarinus officianalis*. Extraction et étude analytique These de Magistere ; Option Genie chimique.E .N.Polytechnique,El harrach. Alger ;

BENIJILLALI B. (1987). Polymorphisme chimique des huiles essentielles du Maroc I. Caractérisation des composants. *Science des aliments*.7, 77-91.

BENGARNIA B., MEKKI M F. (1992). Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de trois plantes aromatiques *Artemisia nebra alba*,(CHIH),*Thymus ciliatus* (ZAATAR), *Rosmarinus officinalis* (HALHAL) sur quatre espèces de coliformes (*E. coli*, *Kleibciella oxytoxa*, *Citrobacter amolonalis*, *Enterobacter aerogerms*). Mémoire D.E.S microbiologie I.N.S de biologie.Université de Tlemcen.

BENSAHA D., MEKKAOUI T. (2001). Etude de l'influence de la température et de la lumière du jour sur la teneur en huile essentielle de *Thymus algeriensis* et la mise en évidence du composé majoritaire par CCM et CPG .Mémoire de DES, Physiologie végétale, département de biologie, Faculté des sciences, Université de Tlemcen.

BENZIE I.F., STAIN J.J.(1996) . The ferric reducing ability of plasma(FRAP) as a measure of antioxidant power : the FRAP assay , *Anal , Biochem* ; 239 ;70-76.

BLOIS M.S.,(1958). Antioxydant determination by the use of stable free radical,*Nature*. P181.

BOUAOUN D., HILAN C., GARABETH F., SFEIR R.(2007) . Etude de l'activité antibacterienne de l'huile essentielle d'une plante sauvage *Prangos asperula* Boiss-phytothérapie ; Vol 5 ; p 137-145.

BOUBACAR S. (2005) . « Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *combretum glutinosum* perr.Ex DC(combretaceae) » .Université de Bamako .

BOUCHBERGE S. (1976). Propriétés microbiologiques des huiles essentielles de chimiotypes de *Thymus vulgaris* L. Riv. Ital. Ess. Prof. Plante off Ar. Sop. Cosm. Aérosol, 58(10), 527-536. Science des Aliments, 7, 77-91. Thèse de magister .Option Génie Chimique, Ecole nationale, Polytechnique, EL HARRACHE, Alger.

BOUHDID S., IDAOMAR M., ZHIRI A., BOUHDID D., SKALI S.N., ABRINI J. (2006). Essential oils, chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities, Biochimie, substances Naturelles et environnement, congrès International de biochimie, Agadir . p 324-327.

BOULDJADJ R. (2009). « étude de l'effet antidiabétique et antioxydant de l'extrait aqueux lyophilisé d'*Artemisia herba alba* Asso », Université de Constantine.

BOUNATIROU S., SMITI S., MIGUEL M.G., FALEIRO L., REJEB M.N., NEFFATI M., COSTA M.M., FIGUEIREDO A.C., BARROSO J.G and PEDRO L.G (2007). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *thymus capitatus* Hoff. Et Link. Food Chemistry 105 :146-155 .

BRUNETON J., (1993). Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 2^{ème} Ed, Lavoisier .Tech .Doc .Paris.

BRUNETON J. (1987). Elément de photochimie et de pharmacognosie. Ed. Lavoisier .Tech.doc. Paris.

BRUNETON J. (1999). Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 3^{ème} Ed, Lavoisier .Tech .Doc .Paris.

BUC BERRAYAH.M. (2006). Analyse de la dynamique de systèmes et approche

C

CHAMOULLEAU A., BELAICHE P. (1979). Les usages externes de la phytothérapie Ed Maloine Paris.

CHANDRA S. (2004). Effet of altitude on energy exchange characteristics of some alpine medicinal crops from central Himalayas. Journal of Agronomy and crop science. 190 (1) : 13-20.

CHEJ. (1982). Les plantes médicinales et phytothérapie . Tome XX n°2 , P129-134.

CHIEJ R. (1983). Les plantes médicinales. Edition Solar.

CODIGNOLA A. (1984). L'huile essentielle d'*Artemesia* L. Spontanée en Italie et cultivée au Maroc . Riv. Italiana E.P.P.O.S., 5(3) ,121-149.

CORTICCHIATO M., TOMI F., BERNARDINI A.F et CASANOV.J(1998).Composition and infraspecific variability of essential oil from *Thymus herbabaron* Lois. *Bioch. Syst. Ecol* 26 ;p 915-932 .

COS P., YING L., CALOMME M., HU J.P., CIMANGA K. et autre (1998) structure – activity relationship and classification of flavonoides as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers.*J. Nat. Prod.*61 : 71-76.

COSENTINO S., TUBEROSO C.I.G.(1999) . In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils « *Lett Appl Microbiol* 29-2 ; p 130-135.

COTELLE N. (2001) Role of flavonoides in oxidative stress. *Curr Top Med Chem.*1 :569-590.

CRESPO M.E., GOMIS E., JIMENEZ J et NAVARRO C. (1991). Essential oil of *Thymus serpylloides* ssp *gardorensis*. *Planta Medica*, 2, 161-162.

CROTEAU.R (1981).Biosynthesis of monoterpenes in biosynthesis of isoprenoid compounds.*J.W.Porler and S.L.Spurgeon.*Ed John Wiley, New York: vol 1,225-282.

D

DACOSTA Y.(2003). Phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris; p 317.

DANUTE M., GENOVATTE B. (2001).The α - terpenyl acetate, chemotype of essential oil of *Thymus pulegioides*.*L.Bioch.Syst.Ecol.*29, 69-76.

DJELMOUDI K. , MEDJEHED K.(A.E2001).Contribution a l'évaluation comparative du pouvoir antifongique des huiles essentielles de six plantes aromatiques et médicinales de l'Ouest Algérien. Mémoire D.E.S microbiologie, Département de biologie, fac des sciences, Université de Tlemcen.

DORMAN H.J.D., DEANS S.G.(2000). Antimicrobial agents plants : antibacterial of plant volatile oils « *Journal of Applied Microbiology* 88-2 ; p 308-316.

E

EDIS A.E.(2007). Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents : A review- *Phytother. Res* ; Vol 21 ; p 308-323.

EL AJJOURI MUSTAPHA B. SATRANI M.GHANMI A. AAFI A. FARAH M. RAHOUTI F. AMARTI et ABERCHANE A.(2008). Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L)Hoffm.&Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre. *Biotechnol.Agar.Soc. Environ.* 12(4) : 345-351.

ENCYCLOPEDIE ® « Thym ». Microsoft ® Encarta2000 c (1993) Microsoft corporation.

ENCYCLOPEDIE UNIVERSALIS (1985) Paris

EVANT W.S.(1998) . Pharmacognosy, Ed : Beilière. Tandall (London) .

F

FAVIER A ,(2003). Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique. 108-115.

FENG W., ZHENG X.(2007) .Essential oils to control *Alternaria* in vitro and in vivo- Food Control, Vol.18;pp1126-1130..

FESNEAU M., DE LAROCHEPIQUET P.(2005). Les huiles essentielles d'A-Z.La nature au service de la vie, les essences végétales naturelles. Albin Michel. ISBN: 2-226-06406-0.

FOURNIER C.(1945). Monthly variation of the amounts and composition of the essential and phenols in *Thymus capitatus* and *Thymus herba barona*. Fitoterapia.54, p87-96.

FUHRMAN B., LAVY A., AVIRAM M.(1995)consumption of redwine meals reduces the susceptibility of human plasma and low-density lipoprotein to lipid peroxidation *Am J.Clin. Nutr.*61; 549-554.

G

GARCIA-MARTIN.D AND GARCI-VALLEJO.MC., (1984). Chemotypes of *Thymus Zygis* (Lofl) L.of Guadarrama Sierra and other places in Castile (Spain). In proceeding 9th International essential oil congress, Technical paper book 2,134-146 Singapore.

GARNERO.J(1991).Les huiles essentielles, leurs obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Phytotherapie.Aromatotherapie. 2, p9-20.

GARNIER G., BEZANGER BEAUQUESNE L., BEBRAUX G. (1961).Ressources médicinales de la flore française Ed. Vigot frères. Tome II. Paris.

GLEIZES (1985). Biosynthèse des composés monoterpéniques et ses quilterpéniques.Cite de localisation cellulaire. Acte de colloque : les Menthes en France « aspect scientifique, économique, et industriel »Lyon 20-21 Mars.

GRANGER R., PASSET J.(1973).*Thymus vulgaris* spontane de France, races chimiques et chimiotaxonomie.Phytochemistry.12, 1683-1691.

GRANGER R., PASSET J., VALDIER R.(1963). Diversité des essences de *Thymus vulgaris* .La France et ses parfums, 6, 225-230.

GROSJEAN N.(1993). L'aromathérapie .Santé et bien-être par les huiles essentielles .Ed.

GUENTHER E. (1950). The essential oils, Journal of industrial and engineering chemistry, 5, 485-497.

GUENTHER E.(1972).The essential oils origin in plants production analysis.Ed.R.E Kreiger.Tome I.

GUIGNAR.J.L.(1996). Biochimie vegetal. Edition CNRS(Paris).

H

HADDOUCHI F., LAZOUNI H.A., MAZIANE A., BENMANSOUR A.(2009). Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Bois et Reut. Afrique science.05(2) : 246-259.

HALE A.H.(2003). Screening potato genotypes for antioxydant activity, identification of the responsible compounds and differentiating russet norkotah strains using and microsatellite marker analysis, Office of graduate studies of Texas, p 260.

HALLIWELL B, (1994) Free radicals and antioxidant.Nutr. Rev.52: 253-265.

HAMICHE V. (1988) Systématique morphologique botanique.Ed 1 O.P.U.

HANASAKI Y., OGAWA S., FUKUI S.(1994). the correlation between active oxygens scavenging and antioxidative effects of flavonoides. *Free Radic .Biol. Med.*16 :845-850.

HATANAKA A., KAJIWARA T., ET SEKIYA J., (1987). Biosynthesis pathway for C6 aldehydes formation from linolenic acid in green leaves.Chem.Phys.Lipids.44:341-361.

Hazzit M.,Baalioumer A ., Verissimo A. R., Faleiro M. L., Miguel M., G. (2009) :
Chemical composition and biological activities of Algerian Thymus oils. *Food chemistry.*116,741-721.

HEGNAUER .R (1966).Chemotaxonomie des pflanzen.Tome IV : Bikhanser.Verlag Basel.292-316.

HEIM E. K., TAGLIAFERRO A. R.,BOBILYA D.J.,(2002).Flavonoid atioxydant : chemistry,metabolism and structure-activity relationships. The Journal of Nutritional Biochemistry. 13 ; 572-584.

I

ISERIN P, (2001). Encyclopédie des plantes médicinales, 2ème Ed. Larousse. Londres. Pp : 143 et 225-226

J

JAGETIA .G et BALIGA .M.(2005). The effect of seasonal variation ou the Antineoplastic activity of *Alstonia scholaris* R.Br.in Hela cells. *Journal of Ethnopharmacology.*96 (1-2) : 37-42.

JOVANOVIC S.V., STEENKEN S., SIMIC M.G., HARA Y. (1998) antioxidant properties of flavonoides .AHDIEQ Journal.7 :137-161.

JUKIE M. et MILOS M. Catalytic oxidation and antioxidant propertic of thyme essential oils(*T. vulgarae* L.)- *Croatica chemica Acta* ; Vol.78 ; N°1 ; pp 105- 110.2005.

JUSTINE .(2005) « intert de la supplimentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivors domestiques », THESE pour obtenir le grade de docteur veterinaire . Université Paul-Sabatier de TOULOUSE.

K

KALONSTIAN J., CHEVALIER J., MIKAIL M.,MARTINO M., ABOU L., VERGNES M.F.(2008). Etude de six huiles essentielles . Composition chimique et activité antibacterienne – phytotherapie; Vol 6; p 160-164.

KATHERINE J F.(1999). Essentiel oils Aroma studio com.

KHELIF W.(2013). Etude de quelques activités antiosydantes des huiles essentielles de *Thymus ciliatus eu-ciliatus* Thèse pour l'obtention du diplôme de master II Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.

KUBEEZKA K.H., BOHN I., FORMACEK V.(1986). Progress in essential oil research., Ed.E.J.Brunke, Walter de Gryter Co. Berlin , New York, p 279-298.

KULSIC T., DRAGOVIC-UZELA C.V.,MILOS M.(2006).Antioxidant activity of Aqueous Tea Infusions prepared from Oregano .Thyme and wild thyme , Food technol, Biotechnol.44(4);p 485-492.

KURESH A., YET STANLEY G.D.(1999). Dietary supplementation of time (thymus vulgaris) , essential oil during lifetime of the rat: its effects on the antioxidant status in liver, kidney and heart tissues. Mechanism of ageing and development.109, 163-175. Rapport bibliographique de D.E.A. université Claude Bernard, Lyon I.

L

LAHLOU M.(2004). Methode to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. Phytotherapy Research 18; p435-448.

LAWRANCE B.M. (1990). Thym oil.Inprogress in essential oils perfumer flavost 13(6); 60-63 (1988), 15-63(1990).

LAWRENCE B.M. (1980). The existence of intraspecific differences inspecific in the labiata family. XII Congres international des huiles essentielles (Canne) France.

LAWRENCE B M. (1979).Essential oils, International flavors and fragmans A. Symposium sponsord by the division of agricultural and food chemistry at the 178th meeting of American.C hemical society, wascington, D.C.September 12.

LHULLIER A.(2007) . « Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauria salicifolia hook*, *F ex Oliver*, *agauria polyphylla baker*(ERICACEAE), *tambourissa trichophylla baker* (monimiaceae) et *embelia concinna baker* (myrsinaceae), » Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat, Ecole doctorate de Toulouse.

LOZIANE.K., VAICIUNIENE J., VENSKUTONIS.P.R. (1998). Chemical composition of the essential oil of creeping thyme (*Thymus serpyllum*) growing wild in Lithuania. *Planta Medica*, 64, 772-773.

LUC SALLE J. et PALLETIER J.,(1991). Les huiles essentielles synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Eds Frison Roche.

LUCCHESI M.E ., (2005). Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à extraction des huiles essentielles, thèse de doctorat en sciences, discipline : chimie., université de la Réunion, faculté des sciences et technologies components from spices and herbs and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. *Int .J.Food.Microbiol.* 60 : 219-229.

M

MAAMRI S.(2008) « Etude de *Pistacia atlantica* de deux région de sud algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais antileishmaniens », Thèse pour l'obtention du diplôme de magister Université Boumerdes.

MAJINDA RRT., ABEGAZ BM., BEZABIH M et AUTRES., (2001). Resent resultants from natural production research at the university of Botswana. *Pure.Appl.chem.*73(7):1197-1208.

MAKSIMOVIE Z., MILENKOVIE M., VUCICEVIE D., RISTIC M.(2008). Chemical composition and antimicrobial activity of *Thymus pannonicus* ALL.(Lamiaceae) essential oil –*Cent Eur; J.Biol; Vol.3; N°2; pp 149-154.*

MIDDLETON E., KANDASWAMI C., THEOHARIDES T.C.,(2000).The effects of plants flavonoids on mammalian cells: implication for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacol.Rev.*, 52(4),673-751.

MILANE H.(2004). la quercétine et ses dérivés : molécules à caractère prooxydant ou capteurs de radicaux libres ; études et applications thérapeutiques. Thèse de doctorat, soutenue devant l'université de louis pasteur. strasbourg.

MILLOGO H., GUISSON I.P., NACOULMA O., TRAORE A.S.(2005). Savoir traditionnel et médicaments traditionnels améliorés. Colloque du 9 Decembre Centre européen de santé humanitaire- Lyon.

MOGODE D.(2005). « Etude phytochimique et pharmacologique de *Cassia nigricans* vahl (Caesalpiniaceae) utilisé dans le traitement des dermatoses au Tchad » .Université de Bamako.

MOHEMMEDI Z.(2006) « Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen », Thèse pour l'obtention du diplôme de magister Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.

MORALES.R.(2002) : The history, botany and taxonomy of the genus thymus. In : thyme : the genus thymus. Ed. Taylor and Francis, London. pp. 1-43.

MORALES.R.(1986) : Taxonomie de los generous *Thymus* (ex lui de la sect.sepyllum) y thymbra en la peninsula. Iberica. Ruizia. 3, 1-324.

MYLENE.B (2006).effets d'un antioxydant, la temol sur les actions métaboliques et vasculaires de l' insuline chez le rat insulino résistant avec un surplus de poids.Québec.

N

NARAYANA, K.R., REDDY, M.S., CHALUVADI,M.R., KRISHINA,D.R. (2001). Bioflavonoides classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. Indian journal of pharmacology. 33.2-16. Mémoire de thèse magistère en biochimie.

NEGRE.(1999). La guide du jardinier, plantes aromatiques . Koeneman verlagsells . Allemagne .

NILSEN P V.,RIOS R.(2000).Contitative rick analysis of aflatoxion toxicity for the consumers of kenkey-a fermented maize production Food control 3, p1

O

OKUNDA A L.(2000). *Ageratum conyzoides* .L.(Asteraceae),Fitoterapia.73 (1) :1-16.

OMIDBEYGI M., BARZEGAR M., HAMIDI Z.,NAGHDIBADI H.(2007). antifungal activity of thyme , summert savory and clove essential oils against *Aspergillus xavus* in liquide medium and tomato paste-Food control ; aArticle in press .

ORMENO E., FERNANDEZ C., MEVY J.P.(2007). Plant coexistence alters terpene emission and content of mediterranean species phytochemistry ; Vol 68 ;p 840-852.

OUSSALA M., CAILLET S., SAUCIER L., LACROIX M.(2006) . Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat-meat Science ;Vol73 ;P 236-244.

P

- PADRINI F., LUCHERONI M T., (1996).** Le grand livre des huiles essentielles- guide pratique , n retrouvé vitalité, bien-êtreuhy et beauté avec les essences et l'aromassage énergétique avec de 100 photographies, Edition de vecchi, Paris ., p 11-15-61 et 111.
- PARDINI F., LUCHERONI M.T., (1997).**La nature des huiles essentielles. Ed.Dexecchi.
- PARIENTE L . (2001).** Dictionnaire des sciences pharmaceutiques et biologiques. 2^{ème} Ed. Académie nationale de pharmacie. Paris p1643.
- PARIS M ET HURABIELLE., (1981).** Abrégés de matière médicinale .Pharmacognosie Tome I. Ed. Masson. Paris. France.
- PASSET J.(1979) .** La variabilité chimique chez le thym, Ces manifestations, sa signification parfums. Cosmétique arôme .28 , P39-42.
- PERRIN A.,COLSON M.(1985).** L'appareil sécréteur chez les menthes : Modalités de stokage des essences dans les glandes à tête pluricellulaire .Actes du colloque : Les menthes en France ; aspects scientifiques. Economiques et industriel. Université Claude Bernard, Lyon I.
- PEYRON L.(2000).**Aspect international du marché des plantes aromatiques et médicinales .Annales de la recherche forestière au Maroc, N° spéciale, Casablanca 16 Novembre ,3-14.
- PHLAK F.(1971).** Physiological activity of volatil substances in plants in air and water media.Biol.Plant. 13 (3), 165-173.
- PICCAGLIA R., MAROTTI M., GIOVANELLIE., DEANS S.G., EAGLESHAM E. (1993).** Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. Industrial Crops and Products 2(1993) 47-50.Ed. Elsevier Science Publishers B.V.
- PINTO E., PINA -VAZ C., SALGUEIRO L., GONCELVES M.J., COSTA-DE-OLEVEIRA S., CAVALEIRO C., PALMEIRA A ., RODRIGUES A. MARTINEZ-DE-OLIVEIRA J.(2006).** Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* dermatophyte species *Journal of Medical Microbiology*; Vol 55; p 1367-1373.

Q

- QUEZEL P. et SANTA S., 1963.** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques Ed.Trea, pp 166 - 7.

R

RICHARD H., BENDJILALI B., BANQUOUR N., BARITAUX O., (1985). Etude de diverses huiles essentielles du Thymus du Maroc Lebensxm-wiss. Faculté de pharmacie , Marsielle

ROUX., (2008). Conseil en aromathérapie ., 2ème Edition, pro-officia., p187.Their main components upen *Cryptococcus neoformans*.Mycopathologia. 128 : p 151-153.

S

SACCHETTI G, MAIETTI S, MUZZOTI M, SCOGTIANI S, RADICE M, BRUNI R- Comparative evaluation of 11 essential of different origins functional antioxidants , antiradicals and antimicrobials in foods- Food Chemistry.Vol. 91 ; pp 621-632.2005

SAIDJ F.(2006) . Extraction de l'huile essentielle de thym : *Thymus numidicus kabylica* . These de Magistere en technologie des hydrocarbures , Dépa rtement génie des procédés chimiques et pharmaceutiques ; université M'hamed Bougara .BOUMERDES.

SEYOUM,A., ASRES,K.,EL FIKY, F.K (2006). Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoides.Journal of phytochemistr. 67 : 2058-2070.

SOKMEN A., GULLUCE M.,AKUPULAT H.A., DAFERERA D., TEPE B., POLISSION M., SOKMEN M., SAHIN F.(2004). The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and methanolextracts of endemic *Thymus spathulifolius*, Food control ; Vol 15 ; po 627-634.

SOTO-MENDIVIL E A., MORENO-RODRIGEZ J F., ESTARRON-ESPINOSA M.,GARCIA-FAJARDOJ A., OBLELO-VAZQUEZ E N.(2006). Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *alternaria citri-E-Gnosis* (online) ; Vol (4) ; N°16.

SUHR K.I., NILSEN P.V.(2003) .Antifungal activity of essential oils evaluated by two different applications techniques against bread spoilage fungi.Journal of applied microbiology ;94 ;

T

TAJKARIMI M M., IBRAHIM S A., CLIVER O D . (2001). Antibacterial herb and compound in food . Journal of Ethnopharmacology.21 ; p1199-1218 .

TRABUT L.(1933) Flore du Nord de l'Afrique, Répertoire des Noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique

V

VALERO M., FRANCES E.(2006). Synergistic bactericidal effect of carvacrol cinnamaldehyde or thymol and refrigeration to inhibit *Bacillus cereus* in carrot broth-Food microbiology ; Vol 23 ; p68-73.

VALNET T .(1984).Aromathérapie, traitement des maladies par les essences des plantes .Ed Maloine S.A, Paris.

W

WANG J., SUN B., CAO Y., TIAN.(2008). Li X- Optimisation of ultrasound- assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran-Food Chemistry; Vol 106., p 804-810.

WINWARD G.P, AVERY L.M, STEPHENSON T, JEFFERSON B.(2002). Essential oils for the disinfection of grey water- tech Rep Ser; Vol.905; pp1-109.

Résumé

Les plantes médicinales constituent une source immense de métabolites secondaires, dont les huiles essentielles dotées de nombreuses activités biologiques ; souvent recherchée dans le domaine phytopharmaceutique et en agro-alimentaire.

Le présent travail porte sur une étude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Thymus ciliatus ssp eu-ciliatus*. L'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne de cette plante par hydrodistillation a permis d'obtenir un rendement important qui est de 2,33% ; cependant l'activité antioxydante a été évaluée par le test **DPPH**. Les résultats obtenus ont montré que notre huile possède une bonne activité antioxydante.

Mots clés :

Thymus ciliatus ssp eu-ciliatus, huile essentielle, activité antioxydante.

Summary

Medicinal plants are an immense source of secondary metabolites essential oils which feature numerous biological activities, often sought in the phytopharmaceutical and food industries.

This work focuses on a study of antioxidant activity of essential oil of the medicinal plant : *Thymus ciliatus ssp eu-ciliatus*. The extraction of essential oils of the aerial part of the plant by hydrodistillation yielded a significant return of 2,33%, but the antioxidant activity was evaluated by the **DPPH** test. The results obtained showed that our oil has good antioxidant activity.

Key words :

Thymus ciliatus ssp eu-ciliatus, essential oils, antioxidant activity.

ملخص

النباتات الطبية تشكل مصدرا هائلا من الأيضات الثانوية منها الزيوت الأساسية التي تتميز بالعديد من الأنشطة البيولوجية المطلوبة في كثير من الأحيان في مجال الصيدلة بالأعشاب و الصناعات الغذائية

هذا العمل يركز على دراسة بعض الأنشطة المضادة للأكسدة للزيوت الأساسية لنبات الزعيرة. وقد أسفرت عملية استخراج الزيوت الأساسية من الجزء الهوائي لهذه النبتة بواسطة طريقة تقطير الماء على إنتاج مردود هام قدر ب 3%، و مع ذلك تم تقييم النشاط المضادة للأكسدة عن طريق اختبار DPP

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن هذه الزيت الأساسية لديها نشاط جيد مضاد للأكسدة

كلمات مفتاحية

Thymus ciliatus ssp eu-ciliatus (نبات الزعيرة), الزيوت الأساسية, مضادات الأكسدة.