

MAST-Bio-138
01

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de Biologie



Inscrit Sous le N° 5695
Date le 06/10/2011
Centre: ...

Mémoire

Présenté pour obtenir le grade

DE DIPLOME DE MASTER EN BIOLOGIE

Option : SCIENCE DES ALIMENTS

Par
Khalida HADDOUCHE

Soutenu le 27/09/2011

THEME :

Étude de l'effet antibactérien des huiles essentielles de
Thymus ciliatus ssp coloratus

JURY:

M. ARIBI M	Maitre de conférences A, Univ. TLM	Président
M. TEFIANI C.	Maître Assistant A, Univ. TLM	Promoteur
M. REBIAHI S.	Maitre Assistant A, Univ. TLM	Examineur
M. MOUMANI M.	S/G du Parc National de Tlemcen	Examineur
M. KAZI TANI S.	Directeur du Parc National de Tlemcen	Invité

Année universitaire 2010 - 2011

Avant propos

Différentes espèces végétales sont connues depuis longtemps pour leurs effets antimicrobiens. Les plantes aromatiques et médicinales constituent une richesse naturelle très importante dont la valorisation demande une parfaite connaissance des propriétés à mettre en valeur. Les propriétés médicales des plantes médicinales dépendent de la présence d'agents bioactifs variés et appartenant à différentes classes chimiques. Ces propriétés, dues souvent à la fraction d'huile essentielle (HE), peuvent être mises à profit pour traiter les infections ou conserver les aliments. L'usage des huiles essentielles en médecine ne fut jamais abandonné malgré la découverte de processus de synthèse organique et la naissance de l'industrie pharmaceutique. Elles sont considérées comme un véritable réservoir de molécules de base qui sont irremplaçables.

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatique et médicinales y pousse spontanément. L'intérêt porté à ces plantes n'a cessé de croître au cours de ces dernières années. Leurs propriétés, dues notamment à la fraction huile essentielle, peuvent être mises au profit des industries pharmaceutiques, agroalimentaires, de même que l'agriculture.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail, à mes très chers parents.

À mon mari.

À mes enfants Meryem, Touhami et Fatema Zohra

À mes frères Sid'Ahmed, Réda et surtout Mustapha.

À mes sœurs Salima, Amina et Chahida.

À toute ma famille.

À ma très chère amie et sœur Amel.

Àu personnel du Parc National De Tlemcen.

À mes collègues de la promotion master II, option « Sciences des aliments » 2010-2011, surtout AMINA

À toute personne qui me connais.

Remerciements

Avant, tout je remercie Dieu de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de réaliser ce présent travail.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à mon directeur de mémoire **M. Tefiani C. (Maître assistant à l'Université de Tlemcen)**, qui m'a honoré en acceptant de diriger ce travail, je lui exprime mes sentiments de reconnaissance les plus sincères pour sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils et surtout de m'avoir accordé une libre expression de mes idées.

Je tiens à remercier **M. Aribi M. (Maître de conférences A à l'université de Tlemcen)** d'avoir accepté la présidence du jury de mon travail, qu'il trouve ici toutes mes expressions respectueuses.

J'exprimer ma très grande considération, et mon profond respect à **M. REBIAHI S. (Maître assistant A à l'université de Tlemcen)** et **M. MOUMANI M. (Secrétaire général du Parc National de Tlemcen)** d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

Je n'oublie pas de remercier sincèrement,

M. Chabane Sari D. (Directeur du laboratoire des produits naturels de l'Université de Tlemcen), de m'avoir accordé la possibilité de formation en m'accueillant cordialement dans son laboratoire.

M. Benkada D. (Maître assistant à l'Université de Tlemcen), qui m'a fait bénéficier de ses connaissances, son aide permanente dans la documentation.

M. Selles C. (Maître assistant à l'Université de Tlemcen), pour son aide précieuse.

A tous les enseignants de la promotion master II, option « Science des aliments », 2010-2011 ; qu'ils trouvent ici le témoignage de ma sincère reconnaissance, pour leurs apports très constructifs.

Ma profonde gratitude, et mes expressions de reconnaissance à **M. Kazi Tani S. (Directeur du Parc National de Tlemcen)**, qui m'a donné la chance d'aller au monde de la recherche et m'a accordé une exceptionnelle possibilité pour la réalisation de la partie expérimentale de ce travail.

Au personnel du Parc National de Tlemcen, en particulier, **Cherbal A. (secrétaire de la direction du Parc National de Tlemcen)**, pour son soutien moral ; **M. Morro C.** et **Benaissa H. (Ingénieurs au Parc National de Tlemcen)**, pour leurs aides considérable, je ne peux que les remercier tous.

Aux responsables des laboratoires de la faculté des sciences de l'Université de Tlemcen ; **M. Sebaa B. (Laboratoire d'Agronomie), M.Hassani A. (Laboratoire de microbiologie)** ; à l'équipe du **laboratoire de botanique** pour sa contribution à l'identification de l'espèce.

A toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail et dont je n'ai pas mentionné les noms à travers ces lignes ; je vous dis tous Merci !

Khalida

Etude de l'effet antibactérien de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus ssp coloratus*

Résumé

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

Le présent travail porte sur une étude qualitative du pouvoir antibactérien de l'huile essentielle de la plante médicinale: *Thymus ciliatus ssp coloratus* ; provenant de la région d'El Meffrouch appartenant au territoire du Parc National de Tlemcen, une aire protégée renfermant une diversité floristique. L'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne de la plante par hydrodistillation a permis d'obtenir un rendement de 0,31% ; cependant les résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis de trois bactéries pathogènes (*Escherichia coli* ; *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*) par la méthode de diffusion sur disque (technique de l'aromatogramme) ; ont montré que les huiles essentielles de cette plante possèdent un effet bactéricide contre les bactéries Gram négatif concernées par l'étude (*P. aeruginosa* et *E. coli*) et relativement bactériostatique contre les bactéries Gram positif (*S. aureus*), avec un coefficient d'activité plus ou moins important pour *P. aeruginosa*.

Mots clés

Thymus ciliatus, huiles essentielles, activité antibactérienne, bactéries pathogènes.

The effect of antibacterial essential oil of *Thymus ciliatus ssp coloratus*

Abstrat

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

This work focuses on a qualitative study of antibacterial essential oil of the medicinal plant: *Thymus ciliatus ssp coloratus* of the region of El Meffrouch belonging to the territory of Tlemcen National Park a protected area containing a large diversity of flora. The extraction of essential oils of the aerial part of the plant by hydrodistillation yielded a return of 0,31%, However the results of the antibacterial activity against the three pathogenic bacteria (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*) by the technique of Aromatogramme ; have shown that essential oils of this plant have an action bactericidal against Gram negative bacteria (*P.aeruginosa*) , and bacteriostatic against Gram-positive bacteria (*S. aureus et E. coli*), with activity important coefficient for *P. aeruginosa*.

Keywords

Thymus ciliatus, essential oils, antibacterial activity, pathogenic bacteria.

دراسة التأثير البكتيري للزيت الأساسي لنبات الصعترأو الزعيترة

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 والصناعات الغذائية. هذا العمل يركز على دراسة نوعية النشاط المضاد للجراثيم للزيت الأساسي للنبات الطبي: الصعتر. و قد أسفرت عملية استخراج الزيوت الأساسية من الجزء الهوائي لهذه النبتة بواسطة طريقة تقطير الماء على إنتاج 0,31 % ، إلا أن نتائج النشاط المضاد للبكتيريا تجاه البكتيريات الثلاثة (القولونية، المكورات العنقودية والمذهبة الزائفة) المسببة للأمراض و كذلك إتلاف المواد الغذائية, اعتمادا على طريقة الإنتشار من القرص و هو ما يعرف بالأروماتوغرام أظهرت أن الزيوت الأساسية لهذا النبات تقضي على البكتيريا السالبة التي شملتها الدراسة (المذهبة الزائفة و القولونية) كما أن لها تأثير مثبت حيث توقف نمو البكتيريا الموجبة (المكورات العنقودية) المعنية بالدراسة مع العامل النشط العالي نوعا ما بالنسبة للمذهبة الزائفة .

الكلمات الرئيسية

الزيوت الأساسية, النشاط المضاد للجراثيم, نبات الصعترأو الزعيترة, بكتيريا مضرّة.

Table des illustrations

Liste des tableaux

Tableau 01 : Seuil d'efficacité (Concentration Minimale Inhibitrice) des huiles essentielles sélectionnées de thym contre quatre bactéries pathogènes.....	18
Tableau 02 : Composition chimique des huiles essentielles de <i>Thymus ciliatus</i> du Maroc...	23
Tableau 03 : Le polymorphisme intraspécifique dans le thym.....	25
Tableau 04 : Souches utilisées dans la présente expérimentation.....	30
Tableau 05 : Caractères organoleptiques de l'huile essentielle de <i>Thymus ciliatus</i> ssp <i>coloratus</i>	34
Tableau 06 : Valeurs moyennes avec l'écart types du diamètre des zones d'inhibition d' <i>Escherichia coli</i>	36
Tableau 07 : Valeurs moyennes avec l'écart types du diamètre des zones d'inhibition de <i>Staphylococcus aureus</i>	38
Tableau 08 : Valeurs moyennes avec l'écart types du diamètre des zones d'inhibition de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	41

Liste des figures

Figure 01 : Biosynthèse des terpènes.....	7
Figure 02 : Structure schématique du leucoplaste sécréteur.....	8
Figure 03 : Modalités du transfert des terpènes dans les cellules des canaux sécréteurs des Conifères.....	9
Figure 04 : Compartimentation de la biosynthèse des monoterpènes dans les cellules sécrétrices.....	10

Figure 05 : Structure chimique des composés sélectionnés (les terpènes) des huiles essentielles.....	13
Figure 06 : Structure chimique des composés sélectionnés (les composés aromatiques) des huiles essentielles.....	14
Figure 07 : Effets cytologiques de l'extrait d'éthanol de galanga sur les cellules de <i>Staphylococcus aureus</i>	17
Figure 08 : Profil chromatographique de l'huile essentielle de <i>Thymus ciliatus</i>	24
Figure 09 : Structures chimiques du thymol et du carvacrol.....	24
Figure 10 : Représentation de la zone de récolte.....	27
Figure 11 : Représentation graphique des différents rendements (%) de l'huile essentielle <i>T.ciliatus</i> ssp <i>coloratus</i>	34
Figure 12 : Représentation graphique du diamètre des zones d'inhibition d' <i>Echerichia coli</i> .	36
Figure 13 : Représentation graphique du diamètre des zones d'inhibition de <i>Staphylococcus aureus</i>	39
Figure 14 : Représentation graphique du diamètre des zones d'inhibition <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	42

Liste des photos

Photo 01 : <i>Thymus ciliatus</i> ssp <i>coloratus</i> ; de la région du Mefrouch (commune de Terny - Tlemcen).....	20
Photo 02 : Appareil type Clevenger pour l'hydrodistillation.....	28
Photo 03 : Zones d'inhibition (halots claires) d' <i>E.coli</i> confronté à : (T ₀) eau physiologique ; (T) acide acétique ; (1) HE à 10µl ; (2) HE à 15µl.....	37
Photo 04 : Zones d'inhibition (halots claires) de <i>S.aureus</i> confronté à : (T ₀) eau physiologique ; (T) acide acétique ; (1) HE à 10µl ; (2) HE à 15µl.....	39
Photo 05 : Zones d'inhibition (halots claires) de <i>P. aeruginosa</i> confronté à : (T ₀) eau physiologique ; (T) acide acétique ; (1) HE à 10µl ; (2) HE à 15µl.....	42

Liste des abréviations

l : litre.

g : gramme.

m : mètre.

Has : hectares.

HE : huile essentielle.

E. coli : *Escherichia coli*.

S. aureus : *Staphylococcus aureus*.

P. aeruginosa : *Pseudomonas aeruginosa*.

Tc : *Thymus ciliatus*.

PNT : Parc National de Tlemcen.

Liste des annexes

Annexe I : Rendements en huile essentielle de *thymus ciliatus* ssp *coloratus*.

Annexe II : Milieux de culture.

Annexe III : Résultats de l'aromatogramme.

Annexe IV : Mesure de l'activité antibactérienne de l'HE de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus*.

Table des matières

Avant propos
Dédicaces
Résumés
Table des illustrations

Introduction..... 1

Chapitre 1 : Généralités sur les plantes médicinales et les huiles essentielles

1. Les plantes médicinales.....4

1.1. Les métabolites secondaires : produits naturels des plantes.....4

1.2. Les huiles essentielles.....5

1.2.1. Définition.....5

1.2.2. Biosynthèse des huiles essentielles.....6

1.2.2.1. Biosynthèse des terpènes.....6

1.2.2.2. Biogénèse des monoterpènes.....6

1.2.2.2.1. Site de biosynthèse.....6

1.2.2.2.2. Élaboration et sécrétion.....9

1.2.3. Composition chimique des huiles essentielles.....11

1.2.4. Pouvoir et activité antimicrobienne des huiles essentielles.....11

1.2.5. Propriétés et mode d'action des huiles essentielles.....14

1.2.6. Toxicité des huiles essentielles.....15

1.3. Applications potentielles des huiles essentielles en industries agro-alimentaire.....18

2. Description du genre *Thymus*.....19

2.1. Le Thym19

2.2. Description morphologique de *Thymus ciliatus*.....20

2.3. Classification taxonomique.....20

2.4. Usage traditionnel du Thym21

2.5. L'huile essentielle de Thym22

2.6. Composition chimique de l'huile essentielle de Thym.....	22
2.7. Le Thymol et le carvacrol.....	24
2.8. Polymorphisme chimique dans le genre <i>Thymus</i>	25
3. Travaux antérieurs réalisés sur <i>Thymus ciliatus</i>	25

Chapitre 2: Matériels et Méthodes

2.1. Matériel végétal.....	27
2.1.1. Représentation de la zone de récolte.....	27
2.1.2. Provenance du matériel végétal.....	27
2.1.3. La conservation de la plante.....	27
2.1.4. Parties utilisées.....	27
2.2. Méthodes.....	28
2.2.1. Extraction.....	28
2.2.1.1. Procédés d'extraction et conservation de l'huile essentielle.....	28
2.2.2. Calcul du rendement en huile essentielle.....	29
2.2.3. Test de l'activité antibactérienne.....	29
2.2.3.1. Microorganismes testés et préparation de l'inoculum.....	30
2.2.3.1.1. Origine des bactéries.....	30
2.2.3.1.2. Conservation des souches.....	30
2.2.3.1.3. Milieux de culture.....	30
2.2.3.1.4. Préparation des inoculums.....	30
2.2.3.2. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	31
2.2.3.2.1. Méthode de diffusion en milieu solide: technique de l'aromatogramme.....	31
2.2.3.2.2. Le coefficient d'activité.....	32
2.2.3.2.3. Analyse statistique.....	33

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1. Rendement en huiles essentielles.....	34
3.2. Etude de l'activité antibactérienne.....	35
3.3.1. Activité antibactérienne des HES vis à vis d' <i>Escherichia coli</i>	35
3.3.2. Activité antibactérienne des HES vis-à-vis de <i>Staphylococcus aureus</i>	38
3.3.3. Activité antibactérienne des HES vis-à-vis de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	40

Discussion générale.....	44
Conclusion et perspectives.....	47
Références bibliographiques.....	49
Annexes	

Introduction

INTRODUCTION

La plante est un organisme vivant qui existe depuis l'antiquité. Elle constitue un maillon très important et fondamental dans le cycle biologique de vie des autres organismes vivants tel que les animaux aussi bien les êtres humains. L'ensemble de ses organes forme une usine productrice, des milliers de substances qui sont différentes sur le plan structural ainsi que biologique. Cette usine utilise le CO₂ dégagé dans l'atmosphère et l'H₂O comme matières premières par le biais de la photosynthèse pour produire la première matière organique qui est C₆H₁₂O₆. Toutes les catégories de molécules sont synthétisées par la suite, chacune selon sa voie de biosynthèse (Madi, 2010).

Dans ces dernières années, les recherches scientifiques s'intéressaient aux composés des plantes qui sont destinés à l'utilisation dans le domaine phytopharmaceutique. Les molécules issues des plantes dites naturelles sont considérées comme une importante source de médicaments; sachant que plus de 120 composés provenant de plantes sont aujourd'hui utilisés en médecine moderne et près de 75% d'entre eux sont appliqués selon leur usage traditionnel (Bérubé, 2006). Actuellement l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime environ 80% des habitants de la planète ont recours aux médecines traditionnelles à base de plante en tant que soins de santé primaire (Bérubé, 2006).

En phytochimie et pharmacologie seule une petite partie de 400000 espèces végétales connues était exploitée (Waridel, 2003), et une espèce peut contenir jusqu'à plusieurs milliers de constituants différents et d'intérêts variés.

En industrie alimentaire, jusqu'à présent de nombreux micro-organismes pathogènes ; tels que *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria monocytogenes* et *Campylobacter jejuni*, ont été signalés comme agents responsables de maladies d'origine alimentaire et d'altération des aliments (Betts et al., 1999; Deak et Beuchat, 1996; Pitt et Hocking, 1997; Walker, 1988). Les aliments frais et/ou transformés sont ouverts à la contamination au cours de leur production, leur vente et leur distribution. (Deak et Beuchat, 1996). Ainsi à l'heure actuelle, il est nécessaire d'utiliser des produits chimiques de conservation afin de prévenir la multiplication des microbes dans les aliments (Sagdiç et Ozcan, 2003).

En raison de l'impact des aliments avariés sur l'économie et des préoccupations du consommateur sur la sécurité des aliments contenant des produits chimiques, beaucoup d'attention a été accordée aux composés d'origines naturels (**Alzoreky et Nakahara, 2003; Hsieh et al., 2001**).

Récemment un intérêt considérable a été suscité aux huiles essentielles extraites à partir de plantes aromatiques et dotées d'activités antimicrobiennes vis-à-vis d'agents pathogènes et / ou des micro-organismes produisant des toxines dans les aliments (**Alzoreky et Nakahara, 2003; Soliman et Badeaa, 2002; Valero et Salmeron, 2003**).

A cet effet, et dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne en générale et celle du Parc National de Tlemcen en particulier, on s'est intéressé aux espèces de la famille des labiées qui est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antimicrobien. La plante sur laquelle a porté notre choix est une espèce de thym (*Thymus ciliatus* ssp *coloratus*) provenant de la région d'El Meffrouch appartenant au territoire du Parc National de Tlemcen ; bien que relativement abondante et largement utilisée, cette espèce et sous espèce a été peu étudiée.

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* vis-à-vis de trois bactéries pathogènes.

Notre étude sera donc répartie en trois chapitres, initiés par une recherche bibliographique où nous apportons dans un premier chapitre une généralité sur les plantes médicinales et les huiles essentielles, leurs compositions, leurs biosynthèses, leurs activités biologiques plus particulièrement celles du thym. Nous effectuerons également une présentation botanique de l'espèce thymus, sa localisation géographique dans le monde et dans notre pays, son utilisation et les travaux antérieurs dont elle a fait l'objet.

La partie expérimentale est subdivisée en deux chapitres, le premier (chapitre deux) présente les matériels, les méthodes et techniques utilisées pour la réalisation de ce travail à savoir :

- La provenance du matériel végétal et les parties utilisées.
- L'extraction de l'huile essentielle.

- Le test de l'activité antibactérienne.

Le second (chapitre trois) abordera les différents résultats et leurs discussions.

En fin, une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

Partie

Bibliographique

chapitre 1

Généralités sur les plantes médicinales

et les huiles essentielles

Chapitre 1 : Généralités sur les plantes médicinales et les huiles essentielles

1. Les plantes médicinales

Depuis l'antiquité l'homme utilise les plantes comme une source principale de nourriture, par la suite s'est développé pour les utiliser comme médicaments et remèdes afin de soigner les différentes maladies, jusqu'à maintenant les plantes sont encore destinées à la santé humaine. D'après les études statistiques, plus de 25% des médicaments dans les pays développés dérivent directement ou indirectement des plantes (**Damintoti et al., 2005**), sachant que pour la synthèse d'un seul médicament 10000 molécules doivent être synthétisées et testées (**Bérubé, 2006**).

En partant de ces résultats et données, les biologistes et les chimistes reconnaissent l'importance majeure de produits naturels; ce qui peut expliquer le grand intérêt porté à la recherche de composés issus des sources naturelles. Les plantes avec leur nombre illimité constituent un réservoir immense de nouveaux composés médicinaux potentiels, grâce à ses molécules qui présentent l'avantage d'une grande diversité de structure chimique et activités biologiques (**Madi, 2010**).

1.1. Les métabolites secondaires : produits naturels des plantes

Chez les végétaux, comme chez autres organismes vivants, des enzymes spécifiques participent à la formation de petites molécules qui constitueront les éléments de base des macromolécules : protéines, acides nucléiques, polysaccharides, et les lipides. Leur synthèse caractérise les cellules ou les organismes en croissance, et constitue le métabolisme primaire. (**Ferrari, 2002**) En outre, l'une des singularités des végétaux est de former de nombreux composés qui ne se rencontrent pas chez tous les êtres vivants ce qui indique qu'ils n'entrent pas dans le métabolisme général mais qui prend naissance de ses produits; ce sont les métabolites secondaires. Ces derniers sont les outils principaux de la coévolution plante-être vivant et environnement (**Scalbert, 2004**).

Les métabolites secondaires se classent en trois grands groupes :

- ✚ Phénols : tanins, lignine, mélanine, flavonoïdes
- ✚ Azotés : alcaloïdes, bétalaïne, hétérosides cyanogènes et glucosinolates
- ✚ Terpènes : hémiterpènes (C5), monoterpènes (C10), sésquiterpènes (C15), Diterpènes (C20), triterpènes (C30), tétraterpènes (C40) et polyterpènes (+ que C40).

Les terpènes, c'est la plus grande catégorie de métabolites secondaires. Elle contient les hormones végétales, les pigments, les stérols, les hétérosides et une grande partie d'huiles essentielles.

Les terpénoïdes sont des molécules à nombre de carbones multiple de cinq (5), et dont le précurseur est l'isopentényl diphosphate ou IPP. Ce sont des lipides synthétisés à partir de l'acétyl-CoA, ce sont donc des molécules hydrophobes avec comme motif commun cette base isoprène (C₅H₈). Les terpénoïdes sont stockés dans les vacuoles au niveau de l'écorce, des épines, des racines ou encore des feuilles (figure 01). On en retrouve également dans le latex.

Pour la plante, les terpenoïdes sont pour la plupart des anti-herbivores et sont également utiles au développement de la plante :

- Les brassinostéroïdes stimulent la croissance des feuilles.
- Les gibbérellines (diterpènes) sont des hormones végétales impliquées dans beaucoup de réponses de la plante, elles provoquent aussi un allongement de la tige et favorisent la floraison.
- Les caroténoïdes, quant à eux, sont impliqués dans la photosynthèse et l'aspect coloré des végétaux (carotte, tomate,...), mais sont aussi précurseurs d'hormones végétales.
- Les huiles essentielles ont une fonction de défense contre les herbivores et les insectes.

1.2. Les huiles essentielles

1.2.1. Définition

L'huile essentielle est définie comme l'extrait naturel de plantes ou d'arbres aromatiques. Les huiles essentielles sont donc des substances odorantes concentrées, obtenues à partir de plantes par entraînement à la vapeur d'eau, hydrodistillation ou expression (pression à froid). Le terme "huile essentielle" a été inventé au 16^{ème} siècle par le médecin suisse Parascelsus von Hohenheim pour désigner le composé actif d'un remède naturel. Il existe aujourd'hui

approximativement 3000 huiles, dont environ 300 sont réellement commercialisées, destinées principalement à l'industrie des arômes et des parfums (**Oussalah et al., 2007**).

Les substances aromatiques naturelles, appelées essences, sont produites dans des glandes spécialisées de différentes parties des plantes (fleur, feuille, tige, écorce, racine, fruit, graine). L'huile essentielle ne se compose que de substances aromatiques volatiles, elle est soluble dans l'huile et dans l'alcool mais pas dans l'eau.

La composition des huiles essentielles est très complexe, elles peuvent renfermer jusqu'à plusieurs centaines de molécules chimiques différentes. Les plus fréquemment rencontrés sont les alcools (phénols et sesquiterpénols), les cétones, les aldéhydes terpéniques, les esters, les éthers, les terpènes et les oxydes (**Willem, 2006**).

1.2.2. Biosynthèse des huiles essentielles

1.2.2.1. Biosynthèse des terpènes

Les huiles essentielles produits du métabolisme secondaire des plantes, se compose généralement de :

- 1- Les métaux volatils synthétisés via le précurseur isopentenyl pyrophosphate (IPP), consistent en des mélanges complexes se composants des mono-sesquiterpènes hydrocarbonés et des matériaux oxygénés dérivé d'eux.
- 2- Phényl propanoïdes de la voie acide shikimique, et leurs produits de biotransformation (**Hatanaka et al., 1987**).

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'une unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C_5H_8) reconnue par Wallach en 1953. Cet isoprène (I) est la base du concept de la « règle isoprénique » énoncée en 1953 par Ruzika. Cette règle considère le diphosphate d'isopentényl(II), désigné sous le nom d'isoprène actif, comme le véritable précurseur de la molécule terpénique (**Mohammedi, 2006**).

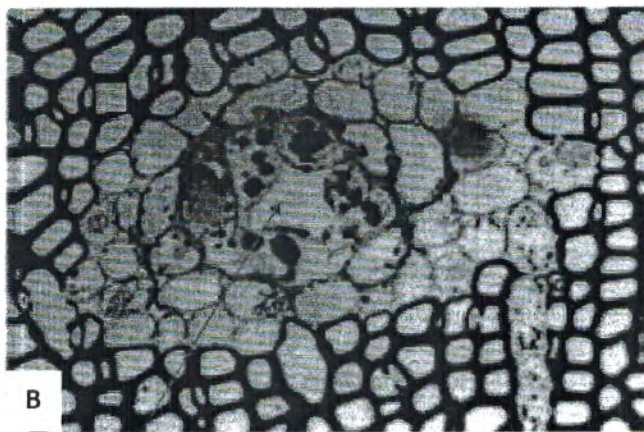
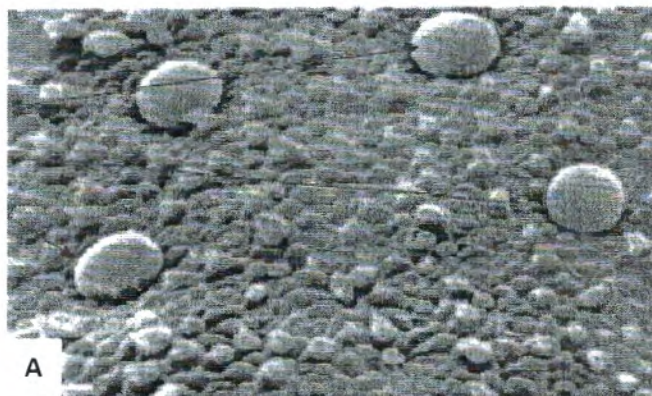
1.2.2.2. Biogénèse des monoterpènes

1.2.2.2. 1. Site de biosynthèse

Les leucoplastes jouent un rôle primordial dans la biosynthèse des monoterpènes, selon un processus intense et bref (figure 02). Le transport et l'accumulation de ces composés seraient

assurés par le réticulum endoplasmique. Des structures d'association de type membranaire se mettent en place entre les leucoplastes et le réticulum endoplasmique (figure 03). Les cellules sécrétrices vivantes mais inactives peuvent retrouver leur potentialité de synthèse terpénique après une blessure (Lamarti et al., 1994).

Feuille de thym : trichomes glandulaires où sont synthétisés les mono et les sesquiterpènes qui sont responsable des arômes.



Feuille de citron : cavité de sécrétion

Tuyau résinifère du pin

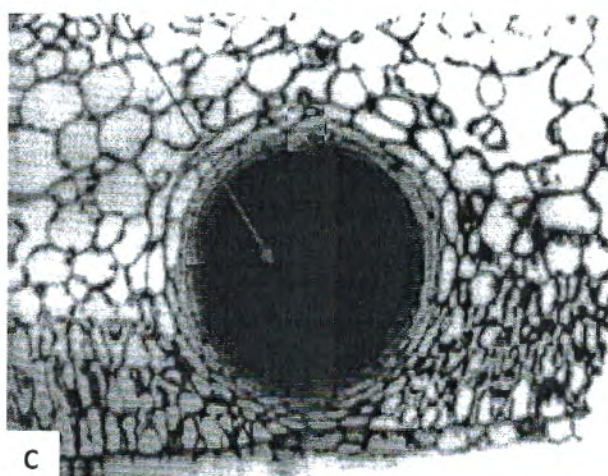


Figure 01 (A-B-C) : Biosynthèse des terpènes (Anonyme 2).

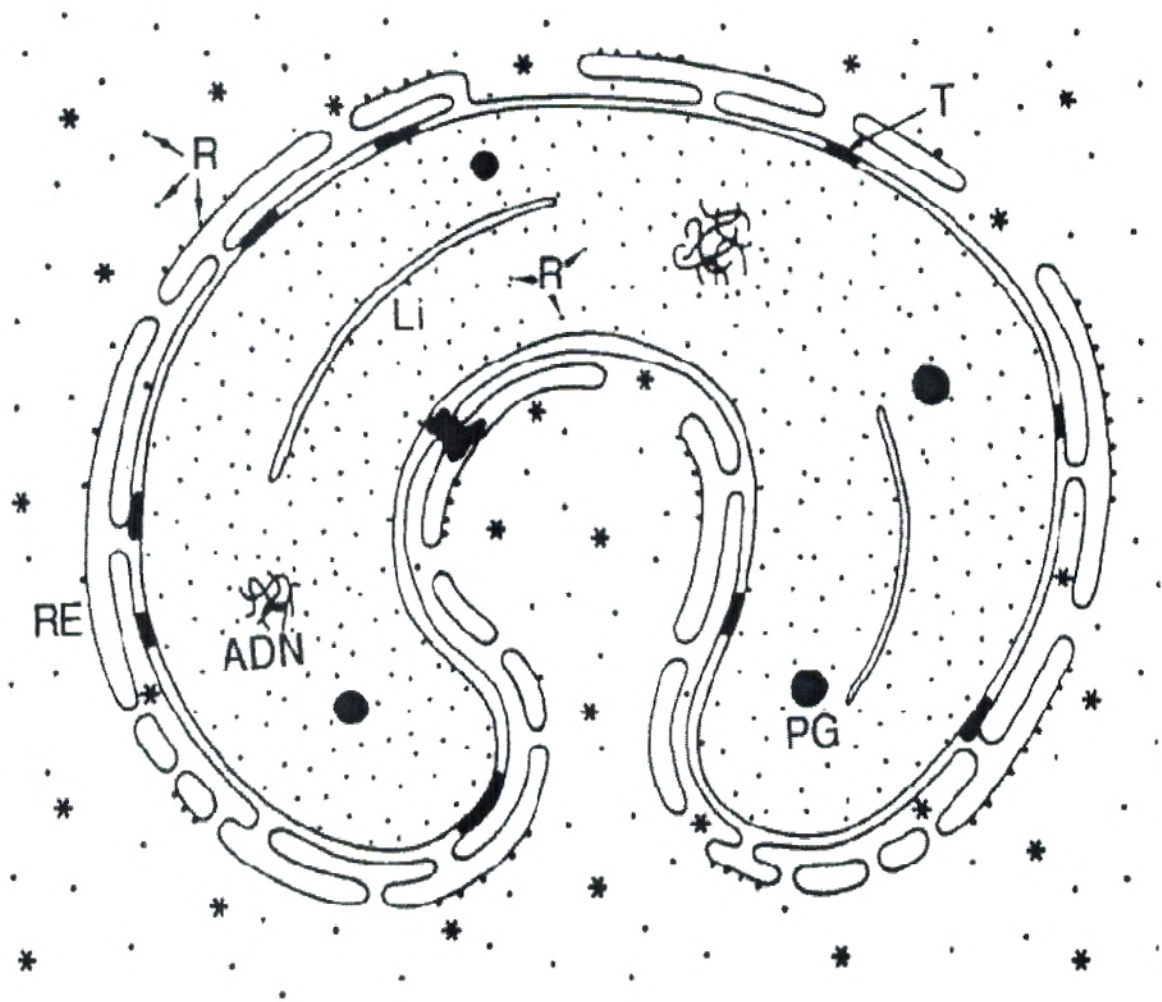


Figure 02 : Structure schématique du leucoplaste sécréteur (Carde, 1979).

ADN : fibrilles d'acide désoxyribonucléique

PG : platoglobules

R : ribosomes

RE : réticulum endoplasmique

T : terpène

Li : lamelle interne

1.2.2.2.2. Élaboration et sécrétion

Dans les conditions normales, les leucoplastes constituent le support indispensable de séquences enzymatiques conduisant à l'élaboration des monoterpènes (Gleizes *et al.*, 1983 ; Pauly *et al.*, 1986). Ils sont capables de former le diphosphate de géranyle en C10 (GPP), de farnésyle en C15 (FPP) et de géranylgeranyle en C20 (GGPP).

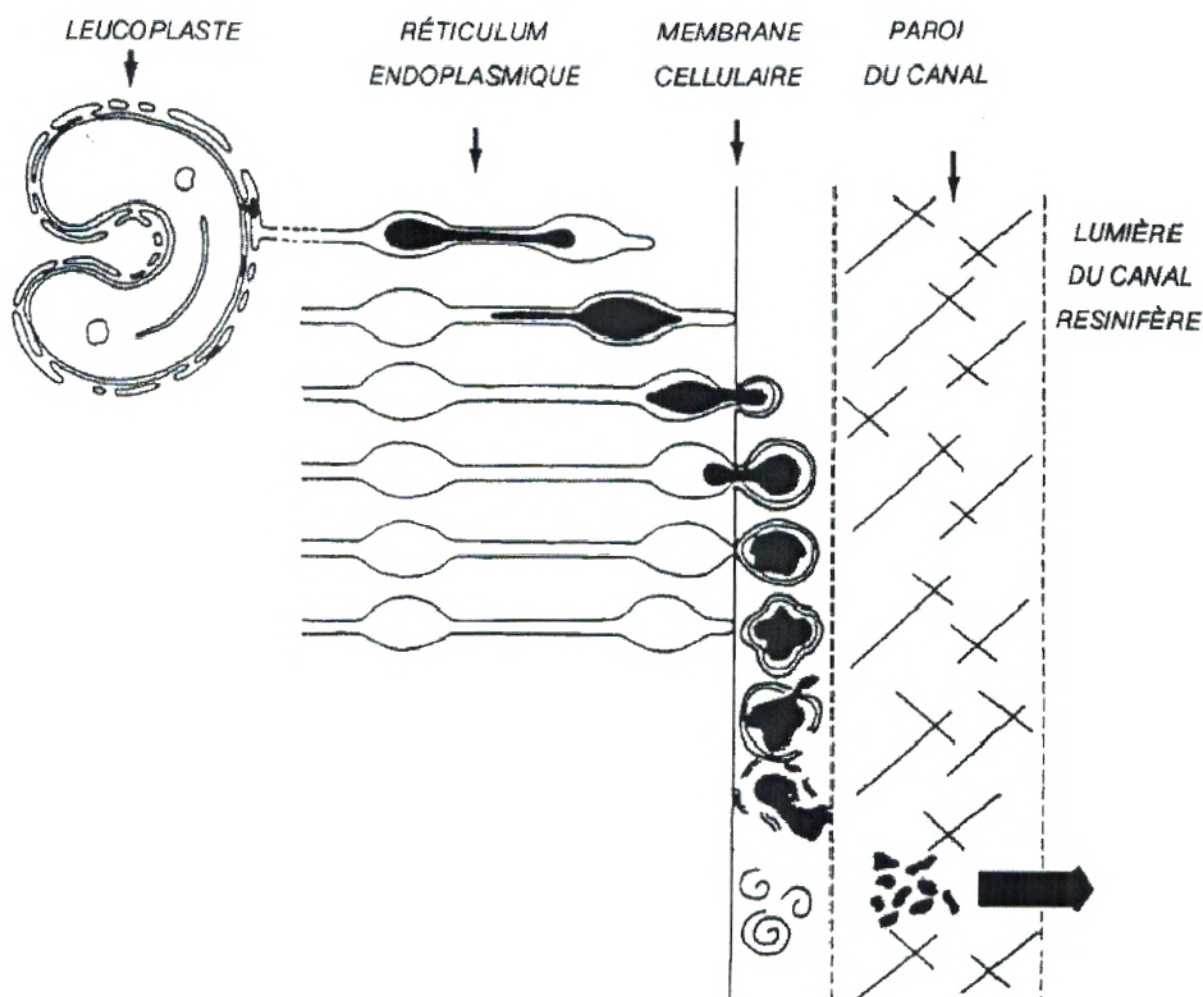


Figure 03 : Modalités du transfert des terpènes dans les cellules des canaux sécréteurs des Conifères (Carde, 1979).

Le diphosphate d'isopentényle (IPP), élaboré dans le cytoplasme, pénètre par un mécanisme encore inconnu dans le leucoplaste, où il subit dans le stroma l'isomérisation en diphosphate de diméthylallyle (DMAPP). MVA : acide mévalonique ; PT : prényltransférases (figure 04) (Dagan, 1988).

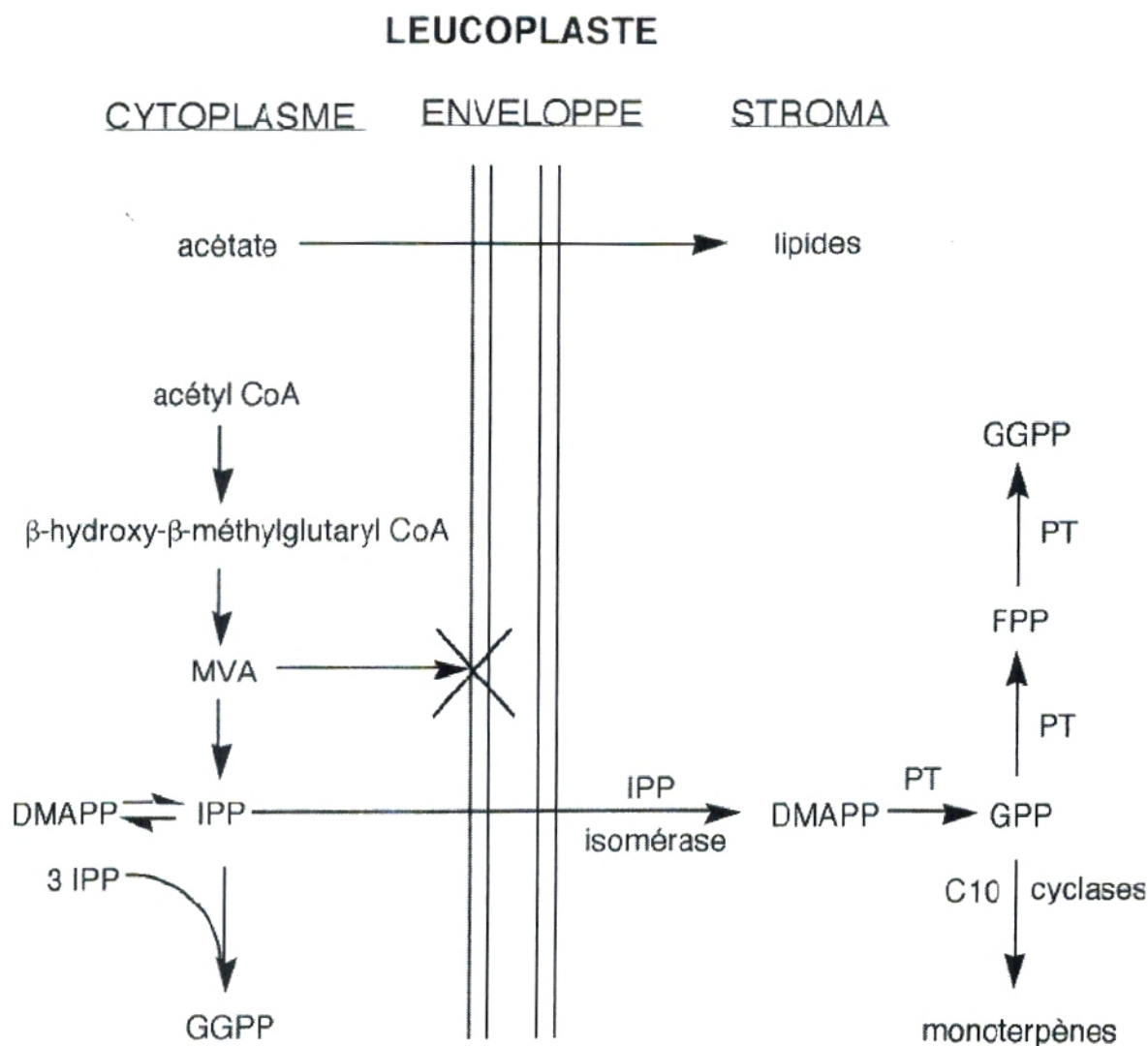


Figure 04 : Compartimentation de la biosynthèse des monoterpènes dans les cellules sécrétrices (Dagan, 1988).

1.2.3. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des très complexes mixture naturelle qui contient jusqu'à 20-60 composés à des concentrations différentes. Ils sont caractérisés par deux ou trois composés majoritaires avec des concentrations nettement élevées (20-70%) par rapport aux autres composés présents en faible quantité. Généralement, les composés majoritaires déterminent les propriétés biologiques des huiles essentielles. Ces composés comprennent deux groupes de biosynthèse (figure 05). Le premier est composé de terpènes et de terpénoïdes et le second de constituants aromatiques et aliphatique (composés organiques à chaîne carbonée ouverte) (Bakkali et al., 2008).

Les huiles essentielles des plantes ont trouvé leur place en aromathérapie, en pharmacie, en parfumerie, en cosmétique et dans la conservation des aliments. Leur utilisation est liée à leurs larges spectres d'activités biologiques reconnues (Caccioni et Guizardi, 1994 ; Cowan, 1999 ; Nielsen et Rios, 2000 ; Lamiri et al., 2001 ; Cimanga, 2002).

1.2.4. Pouvoir et activité antimicrobienne des huiles essentielles

De nos jours, le développement des techniques d'analyses chimiques a permis de révéler qu'une espèce végétale est une usine qui peut synthétiser des milliers de constituants chimiques différents. Ceux-ci appartiennent à deux types de métabolites : primaires et secondaires.

Les métabolites secondaires peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes, par opposition aux métabolites primaires qui alimentent les grandes voies du métabolisme basal.

Ces métabolites secondaires exercent cependant une action déterminante sur l'adaptation des plantes à leur environnement. Ils participent ainsi, de manière très efficace, à la tolérance des végétaux à des stress variés (attaque de pathogènes, prédation d'insectes, sécheresse, lumière UV, ...). D'un point de vue appliqué, ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes médicinales (Colmar, 2007).

Reconnues depuis la plus haute antiquité pour leurs puissantes propriétés thérapeutiques, les huiles essentielles issues de la distillation des plantes aromatiques méritent d'occuper une place importante dans la médecine moderne.

Les huiles essentielles et leurs pouvoirs pour combattre les infections sont un des domaines les mieux étudiés (Turbide, 2009).

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles est connue de façon empirique depuis l'antiquité. Dans son livre " Antiseptiques essentiels" publié en 1938, René-Maurice Gattefossé, décrit déjà l'avancé considérable de la recherche dans le domaine de l'aromathérapie. Depuis, l'utilisation des huiles essentielles s'est développée et est devenue une sérieuse alternative à la médecine des antibiotiques dans les pathologies infectieuses **(Zhiri, 2006)**.

L'intérêt de l'utilisation des huiles essentielles est évident : elles peuvent être un remède naturel, dont l'action n'est ni invasive ni agressive. Bien prescrites par les thérapeutes, elles peuvent traiter diverses infections et remplacer à moindre coût et risques les antibiotiques **(Rhaim, 2003)**.

Lorsque l'on parle d'activité antimicrobienne, on distingue deux sortes d'effets : une activité létale ou bactéricide et une inhibition de la croissance ou activité bactériostatique. Le plus souvent, l'action des huiles essentielles est assimilée à un effet bactériostatique. Cependant, certains de leurs constituants chimiques semblent avoir des propriétés bactéricides **(Zhiri, 2006)**.

L'activité biologique des huiles essentielles est liée à sa composition chimique, aux groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et à leurs effet synergiques **(Lahlou, 2004)**. Les composés avec la plus grande efficacité antibactérienne et le plus large spectre sont des phénols **(Pibiri, 2006)**. Ces derniers constituent le réservoir de molécules guérisseuses d'un grand nombre de maladies connues et sont l'arme de défense du règne végétal.

Les phénols entraînent notamment des lésions irréversibles sur les membranes et sont utiles dans les infections bactériennes, virales et parasitaires, quelque soit leur localisation **(Zhiri, 2006)**. Les alcools avec 10 atomes de carbones ou (monoterpénols) viennent immédiatement après les phénols, en termes d'activité **(Dorman et Deans, 2000)**.

Les groupes moléculaires avec les plus puissantes actions antibactériennes sont également des antifongiques efficaces mais ils doivent être utilisés sur de plus longues périodes. Des études fondamentales ont également montré que les alcools et les lactones sésquiterpéniques avaient une activité antifongique **(Dorman et Deans, 2000)**.

De nombreuses familles de molécules ont montré *in vitro* une activité antivirale et parmi elles, les monoterpénols et les monoterpénals. Les virus sont généralement fortement sensibles aux molécules aromatiques et de nombreuses pathologies virales sévères montrent des améliorations importantes avec leurs utilisations **(Zhiri, 2006)**.

1. Terpenes

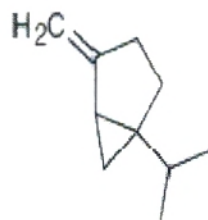
-Monoterpenes

Carbure monocyclic

Cymene ("y") or p.cymene

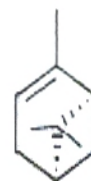


Sabinene

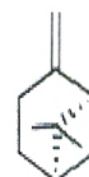


Carbure bicyclic

Alpha-pinene

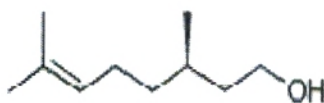


Betapinene

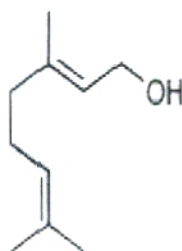


Alcohol acyclic

Citronellol

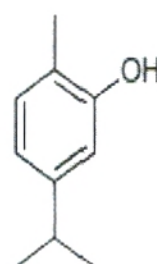


Geraniol

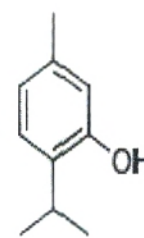


Phenol

Carvacrol



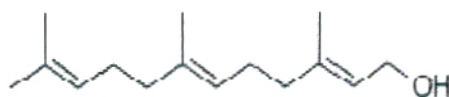
Thymol



-Sesquiterpenes

Carbure

Farnesol



Alcohol

Caryophyllene

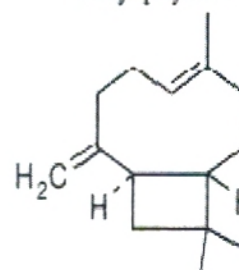


Figure 05 : Structure chimique des composés sélectionnés (les terpènes) des huiles essentielles (Bakkali et al., 2008).

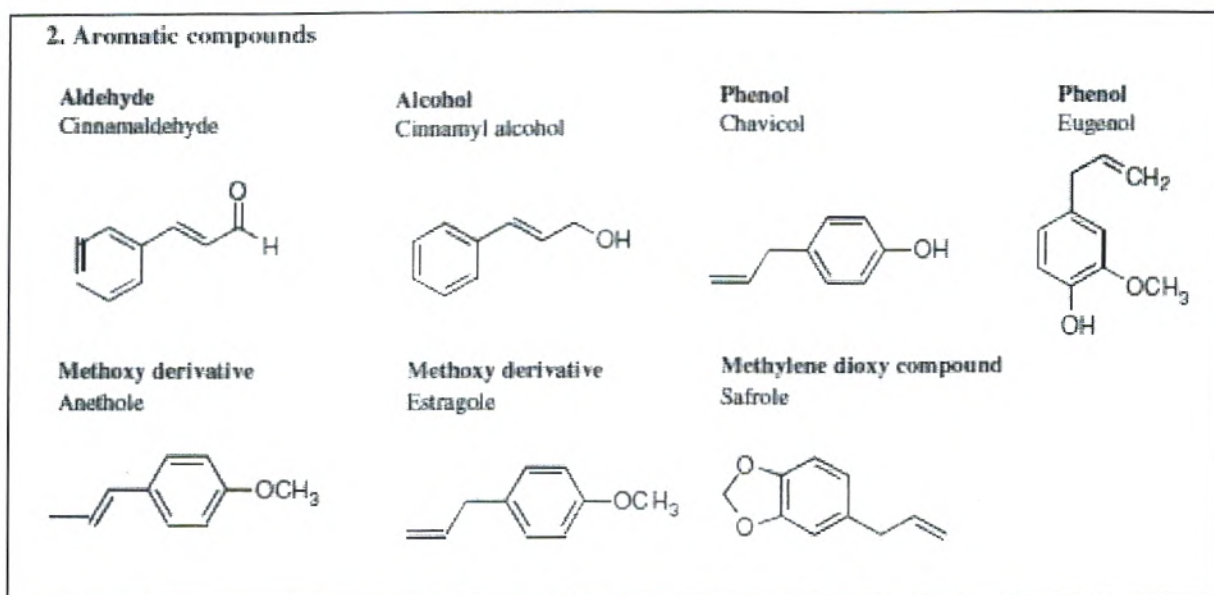


Figure 06 : Structure chimique des composés sélectionnés (les composés aromatiques) des huiles essentielles (**Bakkali et al., 2008**).

1.2.5. Propriétés et mode d'action des huiles essentielles

Les huiles essentielles contiennent un certain nombre de composés chimiquement bien définis et qui exercent des activités métaboliques précises. Elles fonctionnent selon ce point de vue de la même manière que les drogues de synthèse utilisées en médecine. Ce pendant, dans le cas de l'aromathérapie les composés présents dans les huiles essentielles sont essentiellement naturels, agissent en synergie les uns avec les autres, de manière complémentaire sans la présence, même en trace, de composés chimiques « toxiques » (**Karuna, 2006**).

L'observation sur les effets contre les bactéries et les champignons pathogènes est due à une activité chimique directe. La toxicité des huiles essentielles sur les germes explique les actions fongicides, bactériostatique, bactéricide et bactériolytique (**Turbide, 2009**).

Les huiles essentielles apportent une alternative efficace et valable sur le plan antibactérien pour plusieurs raisons :

- ✓ Leurs mélanges synergiques éliminent les germes sans possibilité de créer une résistance ;
- ✓ Elles sont toxiques, stimulent l'immunité et la résistance de l'organisme ;

- ✓ Les huiles essentielles n'ont pas d'effets secondaires si on les compare aux antibiotiques.

Les mécanismes antibactériens des huiles essentielles sont relativement bien connus. Une des possibilités d'action est la génération de lésions irréversibles sur la membrane des cellules bactériennes (figure 07), qui induisent des pertes de matière cytoplasmique, perte de sel, perte de substrats énergétiques (glucose, ATP), amenant directement à la lyse de la bactérie (cytolyse) et donc à sa mort. Une autre possibilité d'action est l'inhibition de la production par les bactéries des toxines responsables du déclenchement des processus infectieux (**Karuna, 2006**).

Les modes d'actions antifongiques sont assez semblables à ceux décrits pour les bactéries. Cependant, il faut deux phénomènes supplémentaires inhibant l'action des levures : l'établissement d'un gradient de pH et le blocage de la production d'énergie des levures « phénomène de respiration » (**Karuna, 2006**).

Les huiles essentielles sont redoutables d'efficacité envers les parasites externes. Leur mode d'action est double : certaines molécules aromatiques détruisent les parasites en « brûlant leur système respiratoire (dérivés phénoliques et oxydes terpéniques) et d'autres (phénols méthylethers, les cétones terpéniques ou les lactones sesquiterpéniques,...) agissent en générant une paralysie des parasites suivie de leur mort (**Karuna, 2006**). Deux ou trois familles de molécules aromatiques présentes dans certaines huiles essentielles sont capables d'avoir une activité vermifuge ou vermicide : les aldéhydes aromatiques, les phénols aromatiques et les cétones terpéniques, aux quels il faut ajouter un oxyde terpénique particulier, l'ascaridol. Ces molécules sont très puissantes et sont également dotées d'une toxicité certaine pour l'animal comme pour l'homme (**Karuna, 2006**).

1.2.6. Toxicité des huiles essentielles

Certaines substances naturelles peuvent présenter des effets néfastes pour l'homme au même titre que certaines substances de synthèse. Les huiles essentielles contenant surtout des phénols et des aldéhydes peuvent irriter la peau, les yeux et les muqueuses. Les inflammations cutanées siègent de manière privilégiée sur les paupières et les aisselles. De plus, certaines huiles essentielles peuvent provoquer des réactions cutanées allergiques (**Meynadier et**

Raison-Peyron, 1997). Les réactions de la maladie sont variées et peuvent apparaître jusqu'à 03 jours après le contact du produit avec la peau. Ils vont du simple prurit (démangeaison) à l'eczéma allergique en passant par des plaques, un aspect psoriasique, voire des pigmentations ou dépigmentations locales. La proportion de la population développant des allergies cutanées dues aux parfums est en augmentation car l'utilisation de parfums et de produits parfumés ne cesse d'augmenter (**Hayakawa, 1987**).

Il a été démontré que les allergènes présents dans l'air jouent un rôle évident dans la formation d'eczéma, soit par inhalation, soit par contact cutané (**Elberling et Skov, 2007**). La toxicité des huiles essentielles peut aussi provenir des contaminants (si l'huile essentielle est impure) et/ou des produits de dégradation de celles-ci car elles se modifient à l'air, à la chaleur et à la lumière.

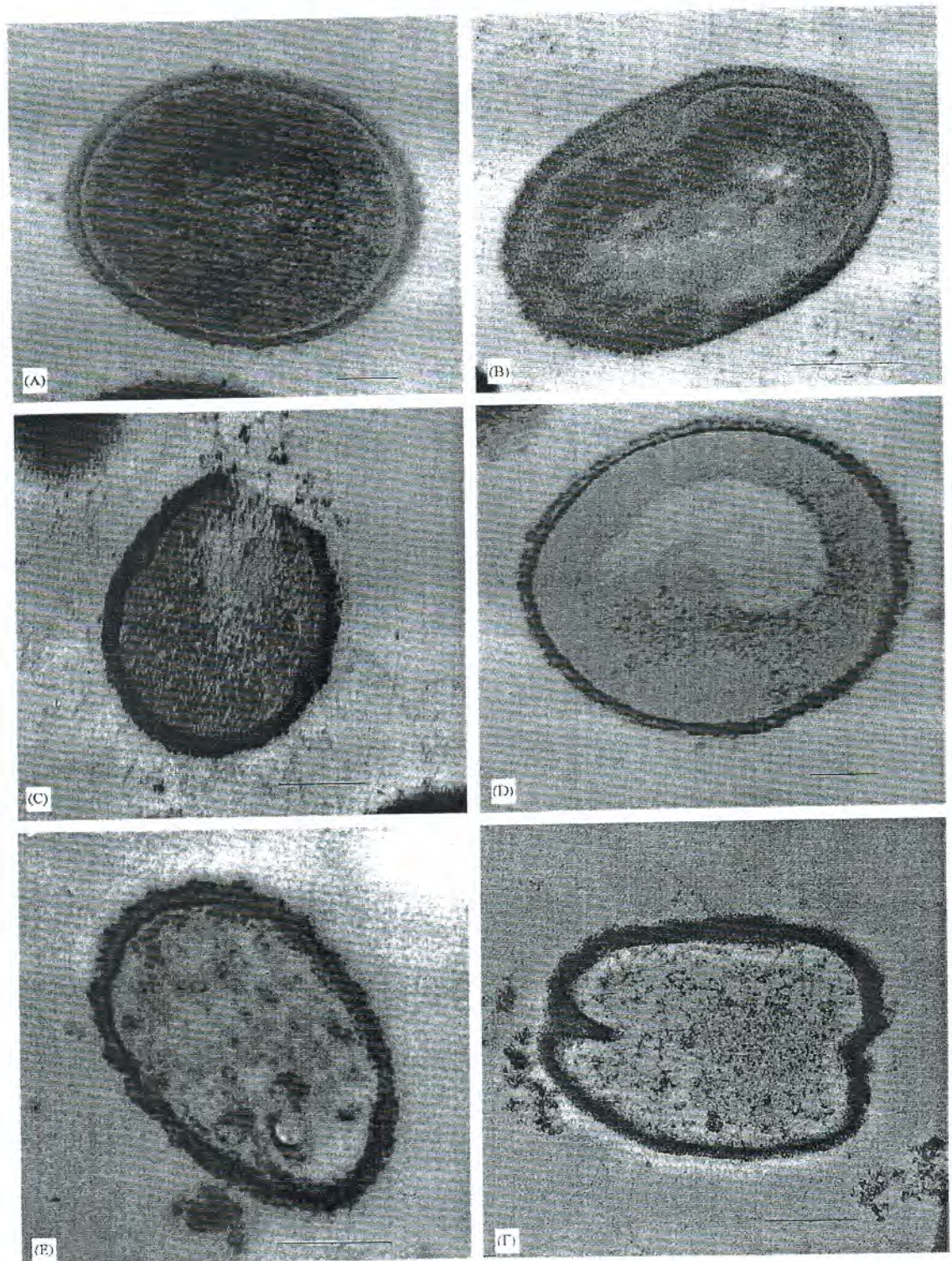


Figure 07 : Effets cytologiques de l'extrait d'éthanol de galanga sur les cellules de *Staphylococcus aureus* : (A) cellule de *S. aureus* après le traitement par l'éthanol ; (B) cellule de *S. aureus* après traitement par l'eau distillée et (C-F) cellule de *S. aureus*. Après le traitement par l'extrait d'éthanol de galanga (Onmetta-aree et al., 2006).

1.3. Applications potentielles des huiles essentielles en industries agro-alimentaire

La tendance actuelle des consommateurs à rechercher une alimentation plus naturelle, a entraîné un regain d'intérêt des scientifiques pour ces substances. Depuis deux décennies, des études ont été menées sur le développement de nouvelles applications et l'exploitation des propriétés naturelles des huiles essentielles dans le domaine alimentaire.

Plusieurs huiles essentielles ont une activité antimicrobienne avérée. Les études faites à travers le monde, montrent que les huiles essentielles peuvent être ajoutées à peu près à tous les aliments. Ainsi, les huiles essentielles d'origan, de thym, de cannelle ou de coriandre sont efficaces pour les viandes, les volailles, les charcuteries et les légumes; l'huile essentielle de menthe pour les produits frais (salades, yaourts...); les huiles essentielles à base de carvacrol ou de citral pour les poissons; les huiles essentielles de thym, de noix de muscade ou de gingembre pour les céréales (plus particulièrement celles riches en carvacrol pour le riz); et les huiles essentielles à base de carvacrol ou de cinnamaldéhyde pour les fruits (**Oussalah et al., 2007 ; Burt, 2004**).

Les travaux réalisés sur milieux de cultures synthétiques par l'équipe du laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées (RESALA) INRS-Institut Armand-Frappier ont été confirmés dans les aliments, mais à des doses un peu plus élevées (tableau 01). Cependant, le seuil d'efficacité des huiles les plus efficaces étant très bas, souvent inférieurs à 0.1%, leur ajout en très faibles quantités n'altère pas les qualités organoleptiques de l'aliment. En outre, les huiles essentielles possèdent des propriétés antioxydantes, et antiradicalaires qui améliorent la durée de vie de l'aliment et intéressent aussi le consommateur pour leurs valeurs nutraceutiques et les bienfaits sur la santé. Ainsi, l'incorporation des huiles essentielles directement dans les aliments (viandes hachées, légumes hachés, purées de fruit, yaourts...) ou l'application par vaporisation en surface de l'aliment (pièce de viande, charcuterie, poulet, fruits et légumes entiers...) contribuent à contrôler la flore microbienne et à préserver l'aliment des phénomènes d'oxydation. Selon la bactérie et le procédé utilisé, la sensibilisation augmente de 2 à 10 fois. Par exemple, l'huile essentielle mélangée à des carottes hachées, emballées sous air ou sous atmosphère modifiée, permet de multiplier par trois la sensibilité de *Listeria*, de même que pour de la viande hachée emballée sous les mêmes conditions, une augmentation très significative de la sensibilité de *E. coli* (2.5 fois) et de *Salmonella* (4.5 fois) est constatée

Tableau 01 : Seuil d'efficacité (Concentration Minimale Inhibitrice) des huiles essentielles sélectionnées de thym contre quatre bactéries pathogènes (Oussalah et al., 2007).

Huiles essentielles				Concentration minimale inhibitrice (CMI) ²			
Nom commun	Origine	Partie de la plante utilisée ¹	Composés majoritaires de l'huile essentielle (en %)	pour chaque bactérie testée (en %)			
				<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
Thym sauvage	Spain	Plante en fleur	1,8-cineole (47), linalool (24), limonene (7)	>0.8	>0.8	0.8	>0.8
Thym à bornéol	Moroc	Plante en fleur	Borneol (26), camphene (9), carvacrol (7)	0.2	0.2	0.05	0.4
Serpolet	Albanie	Plante en fleur	Carvacrol (23), p-cymene (20), γ-terpinene (18)	0.1	0.1	0.05	0.2
Thym à carvacrol	France	Plante en fleur	Carvacrol (33), p-cymene (24), thymol (12)	0.05	0.05	0.025	0.1
Thym à linalol	France	Plante en fleur	Linalool (60), linalyl acetate (10)	>0.8	0.2	0.1	>0.8
Thym à thujanol	France	Plante en fleur	Trans-thujanol-4 (44), mycene 8-ol (13)	0.8	0.4	0.4	>0.8
Thym à thymol	France	Plante en fleur	Thymol (38), p-cymene (19), γ-terpinene (17)	0.05	0.1	0.025	0.2

¹Chaque huile essentielle possède une activité spécifique variable selon les microorganismes et les conditions environnementales.

²Le seuil d'efficacité ou concentration minimale inhibitrice (CMI) est définie comme étant la plus faible concentration en huile capable d'inhiber toute croissance bactérienne. Ces résultats expérimentaux ont été obtenus dans un milieu modèle et sont donnés à titre indicatif.

en présence d'huile essentielle. Aussi, l'huile essentielle combinée à un chauffage doux (55°C pendant 1 minute) a permis d'inhiber totalement *Salmonella* alors qu'en absence d'huile, un chauffage de plus d'une heure était nécessaire pour arriver au même résultat. Enfin, pour renforcer leur efficacité, il y a eu lieu de stabiliser les huiles essentielles dans des polymères comestibles (biofilm, enrobage, capsule, émulsion), qui permettent leur diffusion vers l'aliment tout au long de son entreposage. L'application de bio-films contenant des huiles essentielles sur des tranches de viande contaminée, a permis de réduire très significativement la croissance de bactéries pathogènes au delà d'une semaine d'entreposage. (Oussalah et al., 2007 ; Burt, 2004).

Toutefois, quelques limites existent à l'utilisation des huiles essentielles comme agents de conservation dans les aliments, notamment le pouvoir aromatisant de certaines d'entre elles. Cependant des techniques de désaromatisation existent et sont de plus en plus efficaces. Un autre aspect à prendre en compte, c'est de vérifier que l'huile essentielle sélectionnée n'a pas d'effet antimicrobien contre les bactéries utiles, notamment les ferments d'acidification, d'aromatisation et d'affinage, indispensables à la fabrication des produits. Moyennant ces précautions d'usage, l'emploi des huiles essentielles lors de la transformation des aliments peut présenter un triple intérêt: aromatisant, antioxydant et antimicrobien (Oussalah et al., 2007 ; Burt, 2004).

2. Description du genre *Thymus*

2.1. Le thym

L'utilisation du thym dans la vie humaine date depuis très longtemps, il était dédié à Vénus parce qu'il apportait de l'énergie vitale pour le corps. Aetius, est un célèbre médecin grec du V^e siècle, recommandait le thym pour les sciaticques, les douleurs des reins et de la vessie, la colite et les ballonnements, pour les mélancoliques et ceux qui un esprit troublé. Au XI^e siècle, Hildegarde et Albert le mentionnaient contre la lèpre, la paralysie et les maladies nerveuses (anonyme 1). L'origine du nom sujette à diverses interprétations : Thym proviendrait du mot latin "thymus" qui signifie "parfumé". Thym à partir du mot grec "thumus" qui signifie "courage" (anonyme 1).

Le thym appartient à la famille des labiées, environ 215 espèces sont cultivées dans le monde (Ebrahimi et al., 2008). En Algérie, il est représenté par de nombreuses espèces qui ne

se prêtent pas aisément à la détermination. Citant ainsi quelques espèces connues en Algérie : *T.vulgaris*, *T.serpyllum*, *T.algeriensis*, *T.hirtus*, *T.fontanésii*. (Quezel et Santa, 1963).



Photo 1(a-b) : *Thymus ciliatus* ssp *coloratus*; de la région du Mefrouch (commune de Terny - Tlemcen).

2.2. Description morphologique de *Thymus ciliatus*

Le *Thymus ciliatus* est une espèce spontanée, c'est un arbrisseau de petite taille, mais pouvant former des touffes bien étalées sur le sol ; les feuilles florales sont différentes des feuilles caulinaires, en général fortement dilatées à leur portion inférieure. Rencontrée dans les broussailles, matorrals, sur substrats calcaires et siliceux et sur sols rocaillieux et bien drainés, la plante se répartit sur (Benabid, 2000).

Elle se développe spontanément, caractérisée par une morphologie externe ciliée. Elle est localisée au niveau du bassin méditerranéen et dans le Nord de l'Algérie. Les écologistes ont localisé sa présence au niveau de la wilaya de Tlemcen (Terny, Sidi Djillali et Imama, etc...

2.3. Classification taxonomique

En 1963, Quezel et Santa ont désigné plus de 100 espèces de plantes aromatiques appartenant à la famille des labiées.

Pour le genre *Thymus*, son identification est assez difficile ; cela revient à la variabilité de l'espèce et ses hybrides ; ainsi le *Thymus ciliatus* est une espèce qui appartient à :

Embranchement.....	Phanérogames
Sous Embranchement.....	Angiospermes
Classe.....	Dicotylédones
Sous Classe.....	Gamopétales
Série.....	Gamopétales Hypogynes
Sous Série.....	Division Bicarpétalées
Ordre.....	Tubiflorales
Sous Ordre.....	Lamiales
Famille.....	Labiées
Tribu.....	Saturiés
Genre.....	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>ciliatus</i>
Sous espèce.....	- <i>coloratus</i>
	- <i>eu-ciliatus</i>
	- <i>minbyanus</i>

2.4. Usage traditionnel du Thym

Le thym est utilisé fréquemment par les populations autochtones grâce à ses diverses propriétés importantes. C'est une plante aromatique très odorante, utilisée dans la cuisine algérienne pour faire les différents plats ; recommandée contre tous les types de faiblesse, et indiquée pour les crampes d'estomac, les inflammations pulmonaires et les palpitations, ainsi que les affections de la bouche, les contusions (lésion produite par un choc sans déchirure de la peau), et les accidents articulaires (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

Il est considérée aussi comme l'un des remèdes populaires les plus utiles et efficaces, dans le traitement des affections respiratoires ; rhume, grippe, et angine.

Il contribue également dans le nettoyage et la cicatrisation des plaies, et aussi l'expulsion des gaz intestinaux (**Hans, 2007**).

2.5. L'huile essentielle de Thym

L'huile essentielle de thym a un goût fort piquant, épicé, herbeux et une odeur qui est maintenue par le séchage soigneux. Elle contient du thymol à des proportions variables suivant l'origine de l'espèce notamment.

En pharmacie, le thymol et le carvacrol sont employés en collutoires, dans les dentifrices, les savons, les onguents, les lotions, les pastilles pour la gorge et les remèdes antigrippes.

En aromathérapie, les indications de l'huile essentielle de thym sont nombreuses : abcès, arthrite, brûlures cystite, diarrhée, eczéma, œdème, maladies infectieuses, morsures d'insecte, insomnie, obésité, circulation insuffisante, sinusite, blessures, entorses et l'infection de l'appareil urinaire, soulage les maux de tête et les migraines.

Grâce au thymol, l'huile essentielle de thym fonctionne comme expectorant et est fréquemment employé en sirops contre la toux.

Selon le docteur (**Valnet, 1984**), l'huile essentielle de thym tue le bacille de typhoïde en quelques minutes seulement.

2.6. Composition chimique de l'huile essentielle du thym

Les huiles essentielles de thym sont largement utilisées comme agents antiseptiques dans plusieurs domaines pharmaceutiques et comme aromatisants pour de nombreux types de produits alimentaires (**Papageorgio, 1980**). Le genre *Thymus* englobe de nombreuses espèces et variétés et la composition chimique de leurs huiles essentielles a été étudiée depuis longtemps (**Baser et al., 1992 ; 1998 ; Vila, 1995 ; Guillen et Manzanos, 1998 ; Lozeine et al., 1998 ; Saez, 1998 ; Tumen et al., 1998**). Les huiles essentielles de plusieurs espèces de thym ont déjà prouvé leurs propriétés antibactériennes et antifongiques (tableau 01); (**Pellecuer et al., 1980 ; Benjilali et al., 1987a ; 1987b ; Agnihotri et Vaidy, 1996**).

Selon les travaux d'**Amarti et al. (2010)** ; (tableau 02) ; l'huile essentielle de *T. ciliatus* du Maroc est composée principalement de thymol (44,2 %), de β -E-ocimène (25,8 %) et d' α -terpinène (12,3 %) accompagnés d'autres constituants à des teneurs relativement faibles : linalol (3,24 %), δ -3-carène (3,1 %), 1,8-cinéole (2,63 %) et carvacrol (2,4 %).

Tableau 02 : Composition chimique des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* du Maroc. (Amarti et al., 2010).

N°	IK	Composés	Tc Aire %	N°	IK	Composés	Tc Aire %
1	926	tricyclène	-	26	1156	isobornéol	-
2	931	α -thujène	0,64	27	1165	bornéol	-
3	939	α -pinène	0,35	28	1177	terpin-4-ol	0,5
4	953	camphène	-	29	1189	α -terpinéol	-
5	967	verbenène	-	30	1204	verbenone	-
6	976	sabinène	0,56	31	1235	thymol méthyl éther	0,23
7	978	1-octène-3-ol	-	32	1282	α -terpin-7-al	-
8	980	β -pinène	-	33	1290	thymol	44,2
9	1001	δ -2-carène	-	34	1298	carvacrol	2,4
10	1011	δ -3-carène	3,1	35	1376	α -copaène	-
11	1018	α -terpinène	12,3	36	1384	β -bourbonène	-
12	1026	p-cymène	0,47	37	1390	β -cubebène	-
13	1031	limonène	-	38	1404	Z-caryophyllène	-
14	1033	1,8-cinéole	2,63	39	1418	E-caryophyllène	-
15	1040	β -Z-ocimène	-	40	1461	allo-aromadandrène	-
16	1050	β -E-ocimène	25,8	41	1480	germacrène D	-
17	1062	γ -terpinène	0,74	42	1504	α -Z-bisabolène	-
18	1068	cis-hydrate-sabinène	-	43	1509	β -bisabolène	-
19	1082	méta-cymènène	-	44	1524	δ -cadinène	-
20	1087	fenchone	-	45	1538	α -cadinène	-
21	1098	linalol	3,24	46	1574	germacrène D-4-ol	-
22	1109	6-camphénol	-	47	1581	oxyde de caryophyllène	0,25
23	1125	α -campholénal	-	48	1592	longibornéol	-
24	1139	trans-pinoarvéol	-	49	1653	α -cadinol	-
25	1143	camphre	-	50	1679	acétate de longibornéol	-
				51	1700	acétate de caryophyllène	-
Total							97,41

IK : indices de Kovats ; Tc : *Thymus ciliatus* ; - : absence

Les analyses chromatographiques des huiles essentielles ont permis d'identifier donc 15 composés qui représentent environ 97,41 % pour *T. ciliatus*, (tableau 02, figure 08).

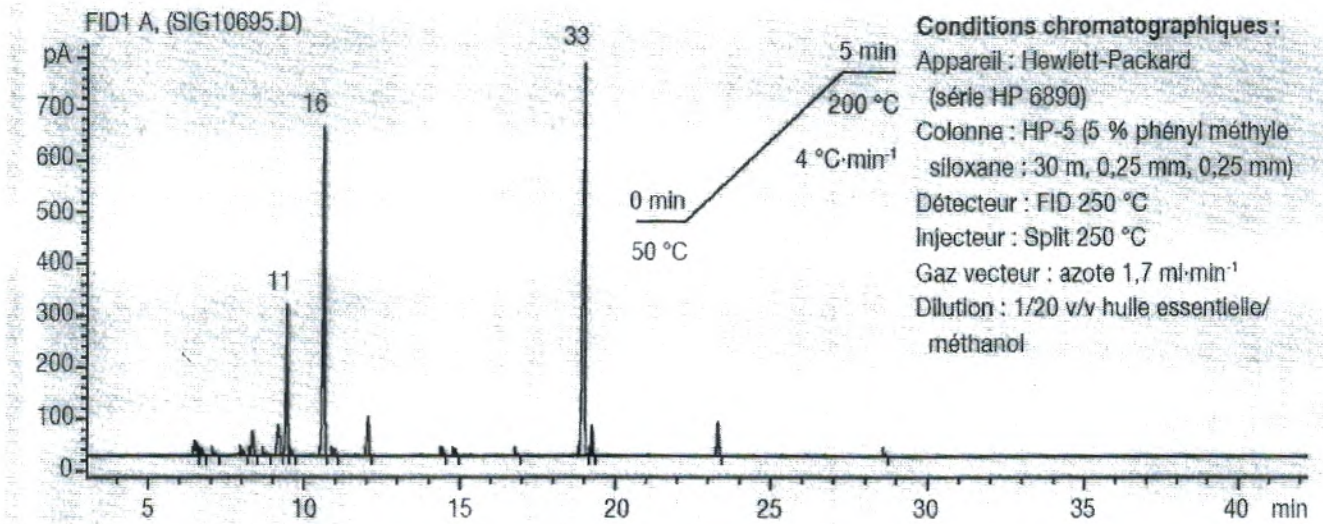


Figure 08 : Profil chromatographique de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* (les numéros de pics peuvent s'identifier dans le tableau) (Amarti et al., 2010).

2.7. Le thymol et le carvacrol

Les excellentes capacités curatives de l'huile essentielle de thym sont dues à la présence de deux composés souvent majoritaires dans le genre thymus (figure 09), l'un des ingrédients actifs de l'huile essentielle de thym est le carvacrol. La présence de cette substance est confirmée par de nombreuses expériences de laboratoire et des recherches effectuées dans plusieurs universités aux États-Unis. L'autre ingrédient actif est le thymol. Ces deux substances chimiques agissent ensemble comme de puissants agents antibactériens, antifongiques, antiviraux et antiparasitaires (Anonyme 3).

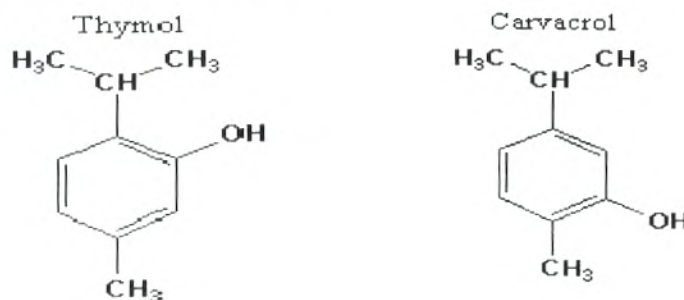


Figure 09 : Structures chimiques du thymol et du carvacrol (Schwämmle et al., 2001)

2.8. Polymorphisme chimique dans le genre *Thymus*

Le polymorphisme chimique dans le genre *Thymus* s'accroît avec l'extension de l'aire géographique vers les régions plus septentrionales au climat plus diversifiés. Cette évolution chimique des espèces, parallèle à l'évolution morphologique, semble en relation avec la phylogénie du genre (Adzet et al., 1977). Ainsi *Thymus vulgaris* de France présente six chimiotypes nettement tranchés, d'origine génétique, plus tard un septième chimiotype a été mis en évidence sur les populations Espagnoles de la même espèce ; ce qui explique la diversité de leurs huiles essentielles (Adzet et al., 1977).

En effet, (Benjilali et al., 1987a ; 1987b) ont montré que le profil chimique de 14 échantillons de *T. ciliatus* de différentes régions du Maroc est très variable. La teneur et la nature des composés majoritaires varient considérablement d'un échantillon à l'autre en fonction de l'origine des plantes et ont conclu que L'huile essentielle de *T. ciliatus* présente un polymorphisme chimique très important.

Tableau 03 : Le polymorphisme intraspécifique dans le thym (Adzet et al., 1977).

Espèces	<i>longiflorus</i>	<i>membranaceus</i>	<i>mastichina</i>	<i>aestivus</i>	<i>hiemalis</i>	<i>piperella</i>	<i>zygis</i>	<i>vulgaris</i>	<i>nitens</i>	<i>herba-barona</i>
Chimiotypes	<i>autoninae</i>									
Cinéole	●	●	●	○	○			●**		
Bornéol (camphre)				○	●			○		
Thymol, carvacrol (γ-Terpinène)			?		●	●	●	●	●	●
trans-Thuyanol-4								●		
Terpinéol-4								●		
Linalol		●					●	●		
α-Terpinéol								●	●	
Géraniol								●***	●	
Carvone (limonène)										●

● chimiotypes certains
 ○ chimiotypes douteux
 ? chimiotype décalé, mais semble être *T. aestivus* × *T. vulgaris*
 ** chimiotype présent en Espagne, absent en France
 *** chimiotype présent en France, semblant absent en Espagne.

3. Travaux antérieurs réalisés sur *Thymus ciliatus*

Les huiles essentielles de cette espèce n'ont pas fait l'objet de beaucoup de travaux ; selon la bibliographie consultée, on peut citer :

En 1990, Bouchenak Khelladi B, une étude de la composition chimique de HE de *T. ciliatus*

de Terny et de Sidi-Djillali situées dans la Wilaya de Tlemcen a été réalisé où 07 composés ont été mis en évidence par l'analyse chromatographique sur couche mince et 13 composés par l'analyse chromatographique en phase gazeuse.

En 2010, Amarti et ses collaborateurs ont fait des études sur la composition chimique et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* et *Thymus ciliatus* du Maroc.

Cependant, des études plus accélérées et approfondies ont été focalisé sur le genre *Thymus* d'une façon générale.

En 1979, Belaïche a déterminé le pouvoir antimicrobien des H.E. du *Thymus vulgaris* rouge d'Espagne en la complétant par une analyse chromatographique par C.P.G. dont les résultats ont montré que l'H.E. du *Thymus* est constituée de 37,2% de phénols totaux donc 34,9% de thymol et 2,3% de carvacrol. Il en déduit que cette H.E est plutôt bactéricide que bactériostatique.

En 1977, Adzet et en **1987, Benjilali** et leurs collaborateurs ont consacré leurs travaux à l'étude du polymorphisme chimique dans le genre *Thymus*.

Effectivement, d'autres études ont été faites sur beaucoup d'espèces du genre *Thymus* et qui ont fait l'objet d'une référence bibliographique de notre présent travail.

Partie

Expérimentale

Chapitre 2

Materiels et Méthodes

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

2.1. Matériel végétal

2.1.1. Représentation de la zone de récolte

Le choix de la station a été basé sur la richesse floristique que présente le Parc National de Tlemcen particulièrement les plantes aromatiques très diversifiées dans la composition de leurs huiles essentielles dont la qualité et la quantité sont influencées par la diversité des altitudes, des sols et du climat (**Amarti et al., 2010**).

La station de récolte dite " Meffrouch" se situe dans la commune de Terny, cette dernière se trouve au Sud de la Wilaya dans le territoire du Parc National de Tlemcen, (figure 10), où elle occupe la majeure partie du sud avec une superficie de 3200 Has (**Plan de gestion du PNT, 2007**).

2.1.2. Provenance du matériel végétal

La partie aérienne de la plante *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* (Photo 01) a été récoltée dans la station du Mefrouch s'élevant à une altitude de 1120 m selon le service technique du Parc National de Tlemcen et dont l'identification a été minutieusement faite par l'équipe du laboratoire de botanique de l'Université de Tlemcen.

2.1.3. La conservation de la plante

La cueillette, a été effectuée la fin du mois de Mai 2011 en période de pleine floraison où les huiles essentielles atteignent un taux maximum (**Mebarki, 2010**).

2.1.4. Parties utilisées

Suivant la méthode de **Gueorguiev (1988)**, la partie aérienne de la plante en question a été prélevé au hasard puis séché à l'ombre à 25°C pendant quelques jours.

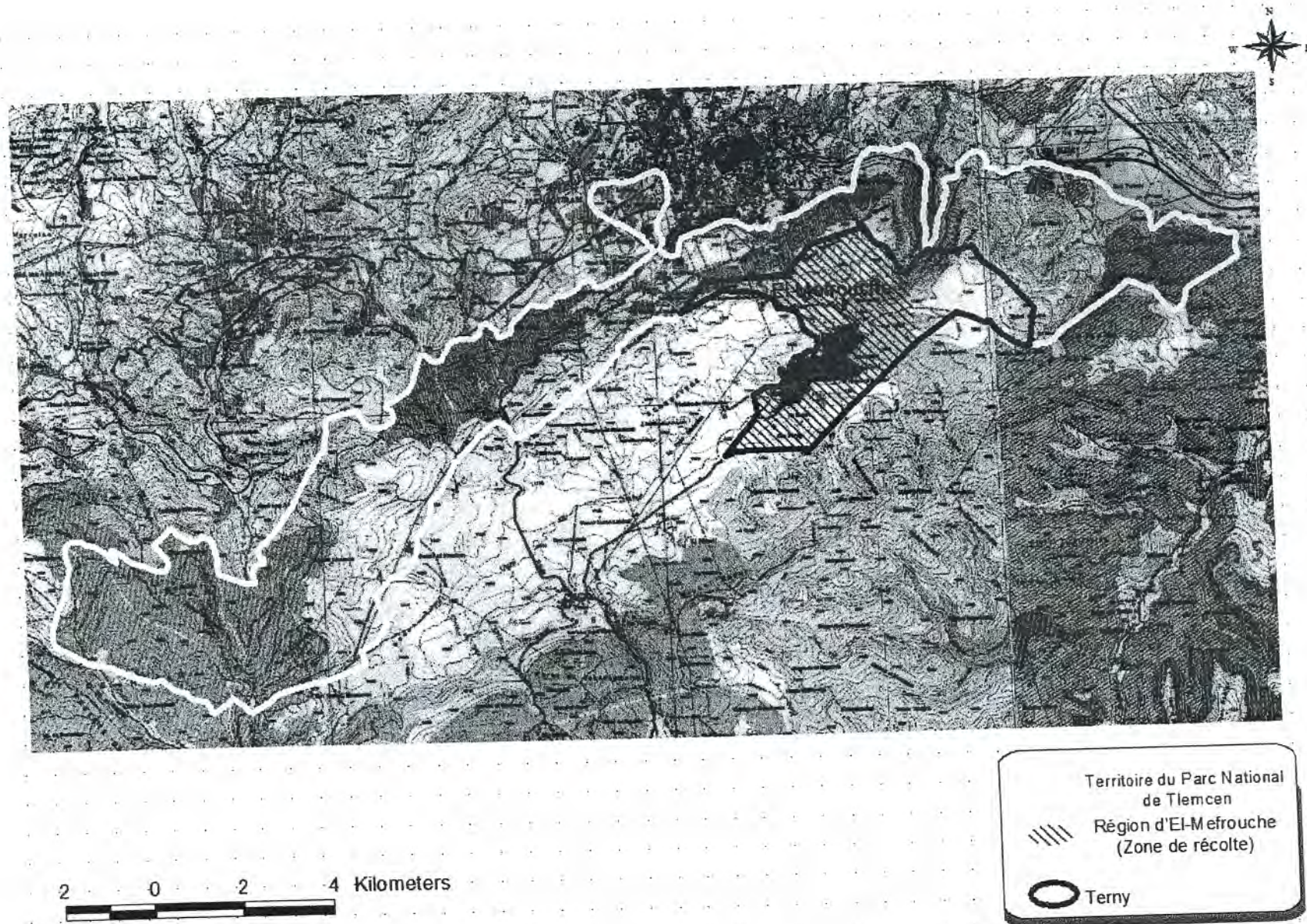


Figure 10 : Représentation de la zone d'étude (carte topographique du PNT).

2.2. Méthodes

2.2.1. Extraction

2.2.1.1. Procédés d'extraction et conservation de l'huile essentielle

La distillation reste la méthode la plus utilisée pour l'obtention des composés d'arômes du fait qu'elle produit des substances volatiles facilement analysables par chromatographie en phase gazeuse et exigent une technologie relativement simple, donc un coût plus bas ainsi qu'une reproductibilité facilement contrôlable (**Bendjilali, 2004**).

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (**Clevenger, 1928**). Trois distillations de 150 g chacune de matériel végétal séché (partie aérienne) avec 01 l d'eau dans un ballon de 02 litres surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant ; la distillation a été réalisée par ébullition, pendant 03 heures après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur. Les vapeurs chargées d'huile ; en traversant un réfrigérant se condensent dans une burette graduée (photo 02).

Après décantation, l'huile essentielle est récupérée par aspiration à l'aide d'une pipette-pasteur et est conservée dans des tubes en verre fermés hermétiquement à l'abri de la lumière et à une température de +4°C.

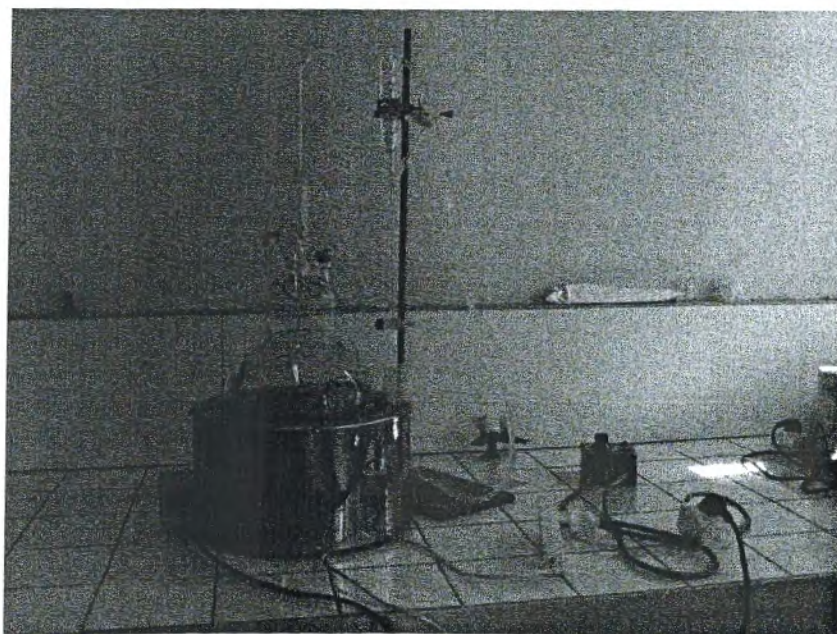


Photo 02 : Appareil type Clevenger pour l'hydrodistillation

2.2.2. Calcul du rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse sèche du matériel végétal à traiter (Carré, 1953. In : Bekhchi, 2002).

Le rendement, exprimé en pourcentage, est calculé par la formule suivante :

$$Rd = m/m_0 \times 100$$

Ou

$$Rd = \sum m / \sum m_0 \times 100$$

Avec :

Rd : rendement en H.E exprimée en pourcentage ;

m : masse en gramme de l'H.E ;

m₀ : masse en gramme de la matière végétale sèche.

2.2.3. Test de l'activité antibactérienne

Les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont dues à la fraction d'huile essentielle contenue dans les plantes. Ces derniers ont un spectre très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des moisissures et des levures. Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leurs composition, chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs (Caillet et Lacroix, 2009).

Cette étude très minutieuse vise la mise en évidence de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* sur trois groupes de microorganismes (tableau 04). Ce sont des agents pathogènes et / ou des micro-organismes produisant des toxines dans les aliments. (Alzoreky et Nakahara, 2003; Valero et Salmeron, 2003) ; et sont parmi ceux qui causent les maladies les plus courantes, provoquant ainsi des infections importantes.

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* a été testée par une méthode rapide (la méthode de diffusion sur disque).

2.2.3.1. Microorganismes testés et préparation de l'inoculum

2.2.3.1.1. Origine des bactéries

Trois bactéries (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*) ont été choisies pour leur fréquence élevée à contaminer les denrées alimentaires et pour leur pathogénicité ; elle proviennent d'une collection de référence (tableau 04).

Tableau 04 : Souches utilisées dans la présente expérimentation.

Bactéries		Microorganismes testés	Références
Gram négatif	Bacilles	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853
Gram positif	Coccies	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923

2.2.3.1.2. Conservation des souches

Les souches bactériennes ont été conservées à 4°C, dans la gélose nutritive inclinée.

2.2.3.1.3. Milieux de culture

Suivant la méthode employée et selon les souches étudiées, nous avons utilisé les milieux de cultures suivants :

- Bouillon Cœur-cervelle (BHIB) ;
- Gélose Agar (BHIA).

2.2.3.1.4. Préparation des inoculums

Les souches pures sont revivifiées dans un bouillon nutritif à 37°C ± 1°C pendant 24 heures.

2.2.3.2. Evaluation de l'activité antibactérienne

La méthode des disques est intensivement employée pour étudier l'activité antibactérienne des substances naturelles et les extraits des plantes. Ces analyses sont basées sur l'utilisation des disques comme réservoirs contenant la solution des substances à examiner.

Dans notre étude la méthode utilisée est la suivante :

2.2.3.2.1. Méthode de diffusion en milieu solide : (technique de l'aromatogramme)

Le principe de la méthode utilisée (**Méthode de Bauer et al., 1966. In: Kechkar, 2008**), consiste à mesurer le diamètre de la zone d'inhibition de la croissance microbienne autour d'une source d'antibiotique déposée à la surface de la gélose. Cette source peut être, soit du papier buvard imprégné d'une concentration fixe d'antibiotique, soit une cupule (puit cylindrique) remplie d'une dilution d'antimicrobien. Un gradient de concentration est obtenu par diffusion du produit antimicrobien à partir de la zone source ; aucune culture n'est alors observée dans la zone où la concentration d'antibiotique est égale ou supérieure à la CMI (concentration minimale inhibitrice). La mesure de la zone d'inhibition a lieu après 24 h d'incubation à 37°C.

L'aromatogramme (du grec arôma signifiant "arôme", et gramma signifiant "lettre, écriture") (**Belaiche, 1979**) ; inspirée de l'antibiogramme permet de déterminer l'activité inhibitrice des huiles essentielles par la mesure du diamètre d'inhibition autour du disque de cellulose imprégné d'huile essentielle (**De Billerbeck, 2007**).

L'aromatogramme représente cependant un point de repère essentiel puisque sa technique est identique à celle utilisée pour mesurer l'activité des antibiotiques.

Ensemencement- dépôt de disques, incubation et lecture

Dans les possibles conditions aseptique et selon le protocole décrit par **De Billerbeck (2007)**, l'ensemencement des pathogènes (*Escherichia coli* ; *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*) a été effectué en profondeur dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum, il s'agit de répartir 01 ml de l'inoculum dans des boites de pétri,

auquel est ajouté le milieu d'enrichissement gélose Agar (BHIA) préalablement préparé et stérilisé par autoclavage à 121°C pendant 20 minutes et refroidis à 45 °C ; l'étape suivante consiste à déposer à l'aide d'une pince stérile, dans chaque boîte de pétri quatre (04) disques en papier filtre de 06 mm de diamètre déjà stérilisé puis imprégnés d'HE de *T.ciliatus ssp coloratus* à deux différents volume, avec deux témoin ; l'un positif (l'acide acétique et l'autre négatif (l'eau physiologique).

Les disques utilisés sont chargés respectivement comme suit :

- ✓ 1^{er} disque « T₀ » : témoin négatif avec 10 µl d'eau physiologique ;
- ✓ 2^{ème} disque « T » : témoin positif avec 10 µl d'acide acétique ;
- ✓ 3^{ème} disque 1 : avec 10 µl d'huile essentielle de *T. ciliatus ssp coloratus*
- ✓ 4^{ème} disque 2 : avec 15µl d'huile essentielle de *T. ciliatus ssp coloratus*

Les disques sont alors placés sur la gélose puis pressés afin de s'assurer de leur application.

Les manipulations sont répétées trois fois afin de minimiser l'erreur expérimentale et garantir un bon déroulement de la méthode.

L'incubation des boîtes est faite à 37°C pendant 24h.

Les diamètres des zones d'inhibitions sont mesurés à l'aide d'une règle, à l'extérieur de la boîte fermée. La moyenne de deux diamètres pour chaque disque est calculée pour plus d'exactitude.

2.2.3.2.2. Le coefficient d'activité

Le coefficient d'activité « A » pour les souches bactériennes dont les zones d'inhibition sont importantes est estimé selon **Pibiri (2006)** par la formule suivante:

$$A = Z' / q$$

Avec

$$Z' = \pi (Z^2 / 4)$$

Dont

Z' : la surface d'inhibition

q : la quantité d'huile essentielle (en µl)

Z : le diamètre d'inhibition (cm), diamètre du disque imbibé est inclus.

2.2.3.2.3. Analyse statistique

L'analyse statistique des résultats (ANOVA) a été réalisée par un logiciel statistique (Statbox V. 6.40 copyright Grimmer logiciels 1997-2002 Paris) après trois répétitions de chaque paramètre. La comparaison des moyennes est évaluée lorsque $P < 0.05$.

Chapitre 3

Résultats et Discussion

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1. Propriétés organoleptiques de l'huile essentielle extraite

L'examen organoleptique de cette huile (tableau 05) 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 qu'est le parfum.

Tableau 05: Caractères organoleptiques de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus*

	Couleur	Aspect	Odeur	Saveur
Huile essentielle de <i>Thymus ciliatus</i> ssp <i>coloratus</i>	Jaune clair	Liquide	Aromatique	Fortement piquante

3.2. Rendement en huile essentielle

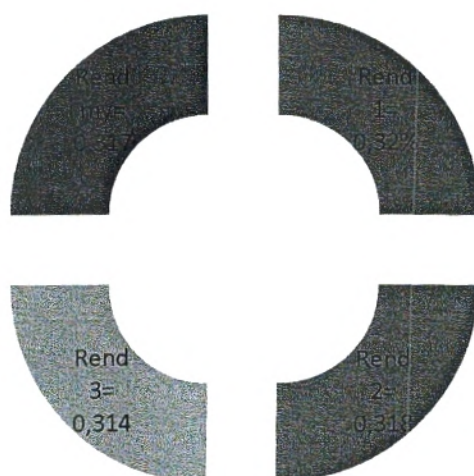


Figure 11: Représentation graphique des différents rendements (%) de l'huile essentielle *T. ciliatus* ssp *coloratus*.

Les rendements moyens en huiles essentielles ont été calculés en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante. Les échantillons de *T. ciliatus* ssp *coloratus* ont fourni un taux d'environ 0,31% (figure 11). Ce taux est plus faible par rapport à celui obtenu à partir de *T. ciliatus* du Maroc (Amarti et al., 2010). Cette différence a été rencontrée par les mêmes auteurs lors de leurs travaux sur *T. algeriensis* du Maroc où le rendement en huile essentielle était de 0,30% ; comparé à celui de l'Algérie avec 1,13 % obtenu par Dob et al. (2006).

Le faible rendement en huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* (0,31 %) de notre étude peut être attribué à deux facteurs principaux liés d'une part au matériel végétal et d'autre part aux modes d'extraction (Garnero, 1975).

D'autres travaux rapportent que la teneur et la nature des composés majoritaires varient considérablement d'un échantillon à l'autre en fonction de l'origine des plantes ; c'est le cas pour *T. ciliatus* de l'Algérie, pour lequel Giordani et al. (2008) ont montré que l'huile essentielle de cette espèce originaire de Djebel Ansel est dominée par le thymol (60,52 %). Alors que le carvacrol (72,4-80,3 %) est le constituant principal de huit provenances de *T. ciliatus* ssp. *eu-ciliatus* de la région de Tlemcen (Bousmaha et al., 2007).

3.3. Etude de l'activité antibactérienne

3.3.1. Activité antibactérienne des HES vis à vis d'*Escherichia coli*

Selon Moustardier (1968) ; Leminor et Veron (1982), *Escherichia coli* est un saprophyte constant du tube digestif, tout particulièrement du colon chez l'homme, il peut dans certain circonstances acquérir un pouvoir pathogène et dans ce cas c'est soit en donnant une lésion du voisinage péri-intestinal par pénétration directe dans le péritoine, dans le tissu cellulaire péri-réctal, soit le plus souvent en passant dans le sang et déterminant une septicémie qui lorsqu'elle est grave, prend l'allure de la fièvre typhoïde, elle peut se localiser sur le poumon (broncho-pneumonie à colibacille), (infection chez les lithiasiques) et sur les reins donnant alors toute la gamme des infections urinaires.

Les résultats de l'action inhibitrice de l'HE de *T. ciliatus* ssp *coloratus* vis à vis d'*E. coli* ATCC 25922 a été évalué après 24 H de coculture sur milieu solide à 37°C sont illustrés par le tableau 06, figure 12 et la photo 03 ; où l'on constate que les diamètres des zones d'inhibition atteints sont de 0 ; $26,33 \pm 3,32$; $12,33 \pm 1,25$ et $18,83 \pm 5,008$ respectivement

pour le témoin, l'acide acétique, l' HE à 10µl et l' HE à 15µl et qui constituent statistiquement quatre groupes différents ($P < 0,05$).

Tableau 06 : Valeurs moyennes avec l'écart types du diamètre des zones d'inhibition d'*Escherichia coli*.

	Témoin	Acide Acétique	HE 10	HE 15
Moyennes (mm)	0	26,333	12,333	18,833
Ecart types(mm)	0	3,329	1,258	5,008
Comparaison de moyennes	D	A	C	B

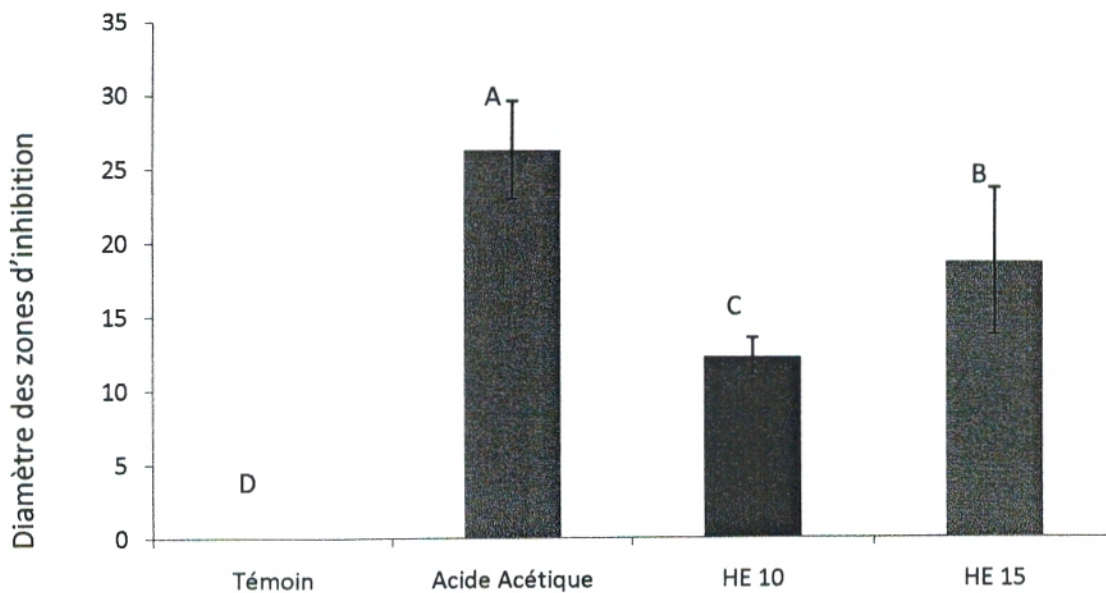


Figure 12 : Représentation graphique du diamètre des zones d'inhibition d'*Escherichia coli*.

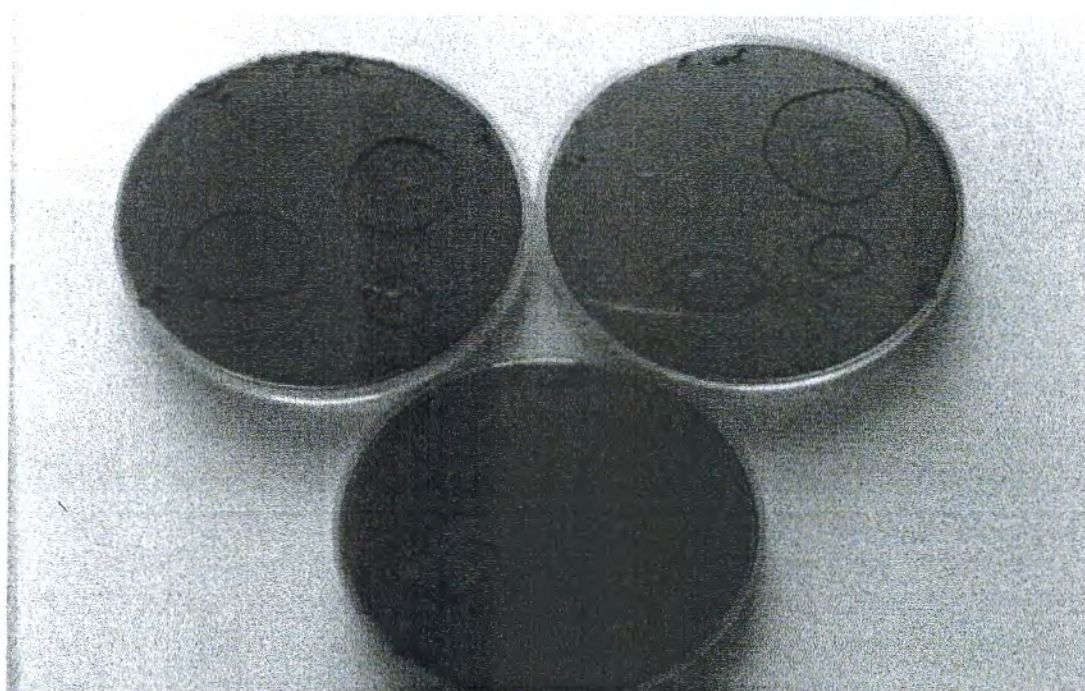


Photo 03 : Zones d'inhibition (halots claires) d'*E. coli* confronté à : (T₀) eau physiologique ; (T) acide acétique ; (1) HE à 10 μ l ; (2) HE à 15 μ l

Nodorostova et al. (2009) reportent que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus pulegioides*, *Thymus serpyllum* et *Thymus vulgaris* envers *Escherichia coli* ATCC 25922 est de l'ordre de 0,033 μ l/cm³.

Dans un même sens, **Karagoz et al. (2010)** ont fait la même constatation en étudiant l'effet antimicrobien de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur *Escherichia coli* et *Escherichia coli* 0157 : H7. En plus, ils ont remarqué que plus on augmente la concentration de l'huile essentielle plus le diamètre d'inhibition est important et c'est le même constat fait dans notre étude, 12,33 \pm 1,25 mm pour 10 μ l d'huile essentielle contre 18,33 \pm 5,008 mm pour 15 μ l d'huile essentielle.

En étudiant l'effet antimicrobien de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* Boiss et Reut de Tunisie **Zouari et al. (2011)** ont signalé un diamètre d'inhibition contre *Escherichia coli* ATCC 25922 de l'ordre de 14 \pm 1mm ce qui avoisine nos résultats avec *Thymus ciliatus* ssp *coloratus*.

La même constatation d'effet inhibiteur de l'huile essentielle de *Thymus spathulifolius* avec un diamètre de la zone d'inhibition de 32 mm sur *Escherichia coli*-A1 a été faite par **Atalay et al. (2004)**.

Amarti et al. (2010) ont constaté que *Thymus ciliatus* possède un effet inhibiteur vis-à-vis d'*Escherichia coli* avec la concentration de 1/2000 v/v comparé à *Thymus algeriensis* qui a eu un effet inhibiteur avec une concentration vingt fois plus élevée (1/100 v/v) vis à vis de la même souche, ce qui confirme l'efficacité d'activité antimicrobienne de *Thymus ciliatus* comparé à *Thymus algeriensis*.

3.3.2. Activité antibactérienne des HES vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*

Les Staphylocoques sont des saprophytes habituel de la peau et même des muqueuses de l'intestin en particulier, ils provoquent des manifestations suppurées et aussi des réactions fibrino-leucocytiques- spécialement une espèce ubiquitaire : *Staphylococcus aureus* qui tient son nom de son pigment dorés : c'est un coque (coccus) poussant en groupe (staphylos) et formant des colonies jaunes dorés (aureus) qui est susceptible de produire des processus de septicémie ou de septico-pyomie par mécanisme embolique. Ce germe est pyogène, présente des symptômes de gastroentérites dues aux entérotoxines qu'il possède. Les maladies provoquées sont de deux types : intoxication alimentaire caractérisée par des vomissements, puis apparaissent diarrhée, douleurs abdominales, rarement un collapsus cardiaque ou entérocolite aigue pseudomembraneuse (**Leminor et Veron, 1982 ; Pelczar, 1982**).

Après 24 heures de coculture de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 avec l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* ainsi que l'acide acétique et l'eau physiologique, quatre groupes statistiques ($P < 0,05$) apparaissent (figure13 ; photo 04) avec des diamètres de $25,67 \pm 0,57$ mm pour l'acide acétique, $13 \pm 3,5$ mm pour 10 μ l d'HE et $13,5 \pm 5,63$ mm pour 15 μ l d'HE et sans enregistrer de zones d'inhibition pour l'eau physiologique (tableau 07)

Tableau 07 : Valeurs moyennes avec l'écart types du diamètre des zones d'inhibition de *Staphylococcus aureus*.

	Témoin	Acide Acétique	HE 10	HE 15
Moyennes (mm)	0	25,667	13	13,5
Ecart types(mm)	0	0,577	3,5	5,635
Comparaison de moyennes	D	A	C	B

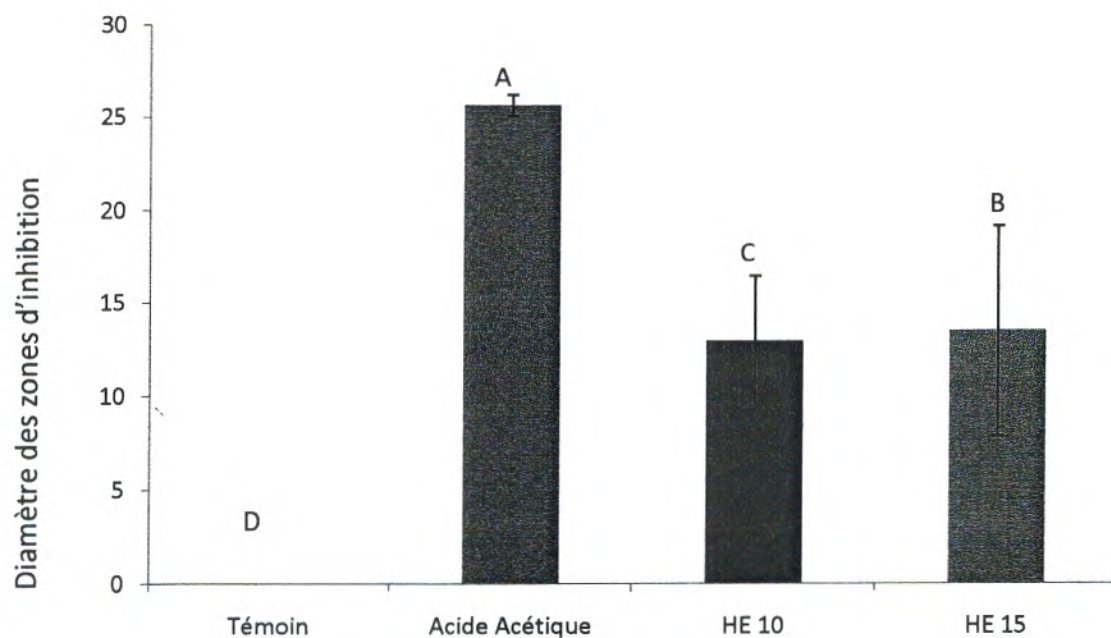


Figure 13 : Représentation graphique du diamètre des zones d'inhibition de *Staphylococcus aureus*.

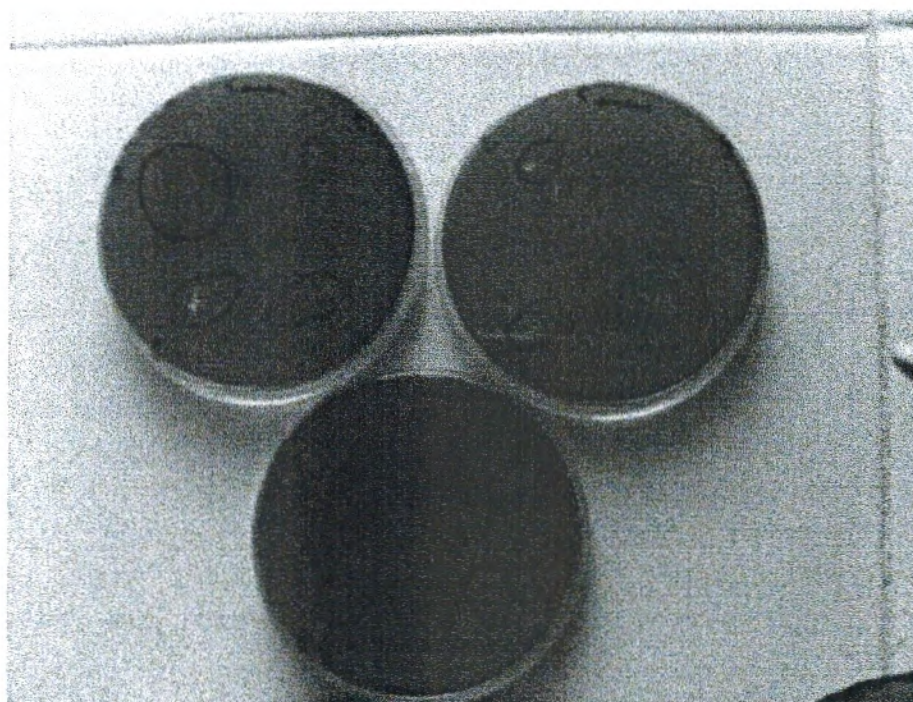


Photo 04 : Zones d'inhibition (halots claires) de *S. aureus* confronté à : (T₀) eau physiologique ; (T) acide acétique ; (1) HE à 10 μ l ; (2) HE à 15 μ l

Au cours de leurs études sur l'effet antimicrobien de *T. ciliatus* et *T. algeriensis* sur quelques souches bactériennes ; **Amarti et al. (2010)** ont constaté un effet fortement inhibiteur qui a donné l'absence de viabilité de *Staphylococcus aureus* même à la dilution 1/3000 v/v pour l'HE de *T. ciliatus* et uniquement 1/100 v/v pour l'HE de *T. algeriensis* ce qui montre un important effet inhibiteur des huiles essentielles de *T. ciliatus* vis-à-vis de *S. aureus* comparé à la résistance d'*Escherichia coli* et *Micrococcus luteus* qui a donné une viabilité à la même concentration.

Une constatation similaire a été faite par **Nodorostova et al. (2009)** mais en faisant l'étude sur les effets inhibiteurs des HE de *T. vulgaris*, *T. serpyllum* et *T. pulegioides* sur *S. aureus* ATCC 25923 ce qui a donné des concentrations minimales inhibitrices (CMI) respective de l'ordre de 0,017 ; 0,033 et 0,033 $\mu\text{l/cm}^3$.

Dans le même contexte mais dans une autre étude **Al Bayati (2008)** a enregistré une concentration minimale inhibitrice de l'ordre de 31,2 $\mu\text{g/ml}$ d'HE de *T. vulgaris* vis à vis de *S. aureus*.

Dans une autre étude faite par **Atalay et al. (2004)** et qui ont étudié l'effet inhibiteur de l'HE extraite de *T. spathulifolius* sur plusieurs souches bactériennes dont parmi *Staphylococcus aureus* A 215 et *S. aureus* ATCC 29213 car en imprégnant un disque par 10 μl d'HE, le résultat obtenu était d'une zone d'inhibition de l'ordre de 23 et 21 mm.

Dans une étude similaire, **Karagoz et al. (2010)** enregistrent des diamètres d'inhibitions allant de 30 mm à $49,5 \pm 0,5$ mm avec des concentrations d'HE de *T. vulgaris* allant de 01 à 05 % vis à vis de *S. aureus*.

Bounatirou et al. (2007) dans leur études plus approfondies, ont testé l'effet inhibiteur des huiles essentielles de *T. capitatus* de la Tunisie durant tous le stade annuel de vie de la plante et ont trouvé que durant le stade de floraison la plante exerce un effet inhibiteur plus important avec $19,4 \pm 1,7$ et $23,4 \pm 3,3$ mm respectivement vis-à-vis de *S. aureus* C15 et *S. aureus* ATCC 25923 par rapport au stade post-floraison avec $17,3 \pm 1,1$ et $17,4 \pm 1,6$ mm de diamètre de la zone d'inhibition.

3.3.3. Activité antibactérienne des HES vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*

Selon **Leuclerc (1983)**, *Pseudomonas aeruginosa* est un bacille pyocyanique, qui se rencontre dans le milieu extérieur eaux d'égouts et plus rarement le sol, est habituellement un commensal de l'homme, des animaux qui vit à l'état saprophyte sur le revêtement cutaneo-muqueux (plis cutanés, tube digestif, voies génito-urinaires).

- Il provoque chez les animaux des enzooties fréquentes, en particulier dans les élevages de lapins (dysenteries, broncho-pneumonies).
- Chez l'homme, il peut devenir virulent à la suite d'une maladie générale, d'un traumatisme ou d'une intervention chirurgicale et se comporte soit comme un germe de surinfection secondaire.
- Les infections à bacilles pyocyaniques sont très diverses : suppurations superficielles ou profondes, en particulier après des brûlures, rhino pharyngites, otites, pleurésies, endocardites, méningites, diarrhées consécutives.

Après avoir mis en évidence rapide l'activité inhibitrice de l'huile essentielle de *T. ciliatus* ssp *coloratus* vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 après 24 heures à 37 °C sur un milieu solide en plus de l'acide acétique comme témoin positif et l'eau physiologique comme témoin négatif ce qui a révélé un effet inhibiteur plus important que les souches précédemment étudiées avec des diamètres de zones d'inhibition de l'ordre de $17,5 \pm 7,365$ mm pour l'HE à la dose de 10 μ l et de $20,5 \pm 5,268$ mm pour l'HE à la dose de 15 μ l (tableau 08 ; figure. 14 et photo 05).

Tableau 08 : Valeurs moyennes avec l'écart types du diamètre des zones d'inhibition de *Pseudomonas aeruginosa*.

	Témoin	Acide Acétique	HE 10	HE 15
Moyennes (mm)	0	15,333	17,5	20,5
Ecart types (mm)	0	9,292	7,365	5,268
Comparaison de moyennes	B	A	A	A

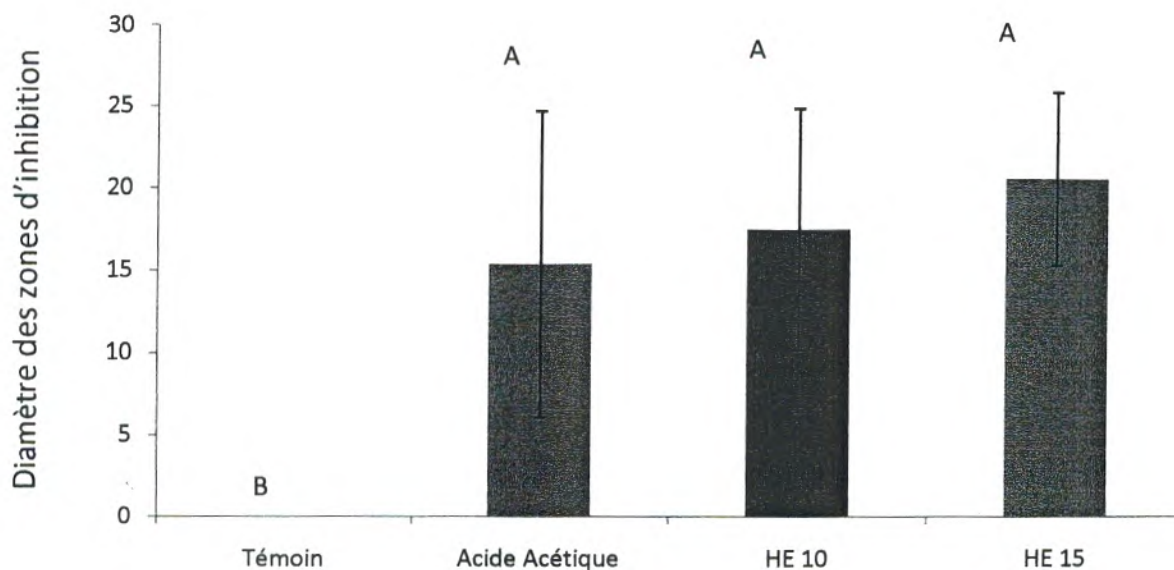


Figure 14 : Représentation graphique du diamètre des zones d'inhibition de *Pseudomonas aeruginosa*.

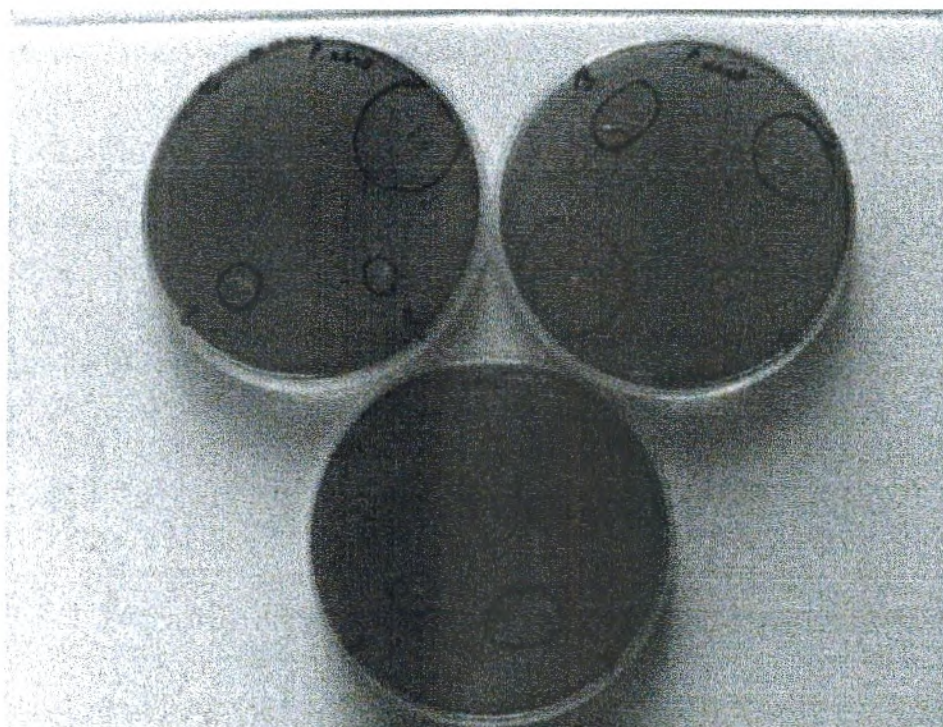


Photo 05 : Zones d'inhibition (halots claires) de *P. aeruginosa* confronté à : (T₀) eau physiologique ; (T) acide acétique ; (1) HE à 10µl ; (2) HE à 15µl

En comparant les résultats de l'effet inhibiteur de L'HE de *T. ciliatus* ssp *coloratus* sur *P. aeruginosa* (tableau 08 ; figure 14) on a constaté que la valeur moyenne du diamètre des zones d'inhibition se rapproche de celle de l'acide acétique et forme donc un groupe homogène suivant la comparaison des moyennes ($P < 0,05$), contrairement aux premiers cas relatifs aux 02 souches *E. coli* et *S. aureus* mais statistiquement la différence est considérable, avec le témoin (eau physiologique) en enregistrant 0 mm pour le témoin contre $15,33 \pm 9,29$; $17,5 \pm 7,36$ et $20,5 \pm 5,26$ mm respectivement pour l'acide acétique, l'HE à raison de 10 μ l et l'HE à raison de 15 μ l.

Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par **Zouari et al. (2011)** qui avaient enregistré un diamètre de la zone d'inhibition de $14,5 \pm 0,5$ mm après 24 heures de coculture de l'HE de *T. algeriensis* avec *P. aeruginosa* ATCC 27853.

Dans une autre étude menée par **Atalay et al. (2004)**, l'effet antimicrobien de l'HE de *T. spathulifolius* sur plusieurs souches microbiennes a été exploré où ils avaient constaté que l'HE a exercé un effet inhibiteur sur *P. aeruginosa* qui s'est traduit par des zones d'inhibition de l'ordre de 24 mm pour *P. aeruginosa* ATCC 9027 et 27 mm pour *P. aeruginosa* ATCC 27859.

Dans un même sens **Karagoz et al. (2010)** ont constaté en étudiant l'effet inhibiteur de l'HE de *T. vulgaris* envers *P. aeruginosa*, que le diamètre de la zone d'inhibition est plus important (allant de $32,5 \pm 1,5$ mm jusqu'à 42 ± 1 mm) pour des concentrations plus importantes (allant de 1% jusqu'à 5%).

Par ailleurs, dans une étude similaire, **Rim et al. (2010)** avaient constaté un faible effet inhibiteur de l'HE de *T. broussounetti* Boiss et *T. marocanus* Ball ; avec des diamètres de zones d'inhibition de l'ordre de $9 \pm 0,1$ mm et $11 \pm 0,1$ mm.

Dans un même contexte, **Haddouchi et al. (2009)** ont constaté des résultats similaires à ceux obtenus par **Rim et al. (2010)** en étudiant l'effet antimicrobien des huiles essentielles de *T. fontanesii* Boiss et Reut vis-à-vis de *P. aeruginosa* avec des diamètres de zones d'inhibition de l'ordre de 8-9 mm.

Par contre, **Nodorostova et al. (2009)** ont constaté que les huiles essentielles de trois espèces de thym (*T. pulegioides*, *T. serpyllum* et *T. vulgaris*) n'ont pas d'effet sur *P. aeruginosa* ATCC 27853.

De même **Al Bayati (2008)** a constaté que pour qu'il y est une inhibition de *P. aeruginosa*, il faut une concentration en huile essentielle de *T. vulgaris* supérieur à 500 μ l/ml.

Discussion générale

D'après les constatations, les diamètres des zones d'inhibition révèlent qu'ils sont fonction du volume d'huile essentielle utilisé. Evidemment, les résultats obtenus de nos deux témoins dans les trois essais indiquent une absence totale de zones d'inhibition dans le cas du témoin négatif «T₀» (0% d'HE) lesquelles sont par contre assez importantes pour notre témoin positif «T», ce qui explique une forte activité inhibitrice ; par ailleurs, les zones claires observées autour de chaque disque imprégné d'huile essentielle pour chaque souche testée témoignent expérimentalement d'une activité antibactérienne assez variable.

Les huiles essentielles agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines (Caillet et Lacroix, 2009).

En se référant à la littérature l'action de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* sur l'ensemble des souches bactériennes testées est estimée comme bactériostatique si le diamètre d'inhibition est supérieur à 12 mm (Baudoux, 2001 ; Sagdac, 2003) ou à 15 mm (Rossi, 2003) ; ce qui concorde avec nos résultats.

Par ailleurs, et selon un volume important (15 µl), la nature de l'activité de l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* sur les bactéries ; est considérée comme bactéricide contre les bactéries gram négatif et bactériostatique contre les bactéries gram positif (Haddouchi et al., 2009) malgré qu'il est communément reconnu que les bactéries à Gram négatif sont plus résistantes aux huiles essentielles (Cosentino et Tuberoso, 1999). Il apparaît dans notre étude, que l'huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* constitue une exception.

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle de cette espèce végétale peut s'expliquer par son profil chimique riche en composés connus pour leur pouvoir antimicrobien comme certains alcools monoterpéniques (Koba et al., 2004) et les phénols (Franchomme, 1981).

Ce pendant, l'étude statistique par le Test de Student (tableaux 6-7-8 ; figures 12-13-14) montre que le degré d'inhibition de la prolifération des deux bactéries pathogènes testées *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* ; est légèrement significatif par rapport à celui du témoin positif « T » (acide acétique), tandis que le degré d'inhibition de la souche

Pseudomonas aeruginosa, est statistiquement significatif comparé toujours au témoin « T ».

En effet plusieurs auteurs (**Pellecuer et al., 1980 ; Gergis et al., 1990 ; Panizzi et al., 1993 ; Trombeta, 2005 ; Satrani, 2008**) ont montré que les huiles essentielles riches en dérivés phénoliques (carvacrol et thymol) possèdent une forte activité antimicrobienne . Ces composés sont doués d'une plus grande efficacité antibactérienne et d'un plus large spectre ; ces derniers entraînent notamment des lésions irréversibles sur les membranes et sont utiles dans les infections bactériennes, virales et parasitaires, quelque soit leurs localisation (**Pibiri, 2006**).

A la lumière des résultats obtenus par **Giordani et al. (2008)** indiquant que l'huile essentielle de *T. ciliatus* de l'Algérie est dominée par le thymol (60,52 %) ; et celui du Maroc avec (44,2%) (**Amarti et al., 2010**) ; on en déduit que l'importante bioactivité de l'huile essentielle de *T. ciliatus* est en relation avec sa teneur élevée en thymol ; par conséquent, la molécule de thymol exerce un effet inhibiteur et létal sur différentes souches et parmi elles, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, sur lesquelles elle provoque des fuites d'ions potassium. par contre, elle n'est pas active sur *Pseudomonas aeruginosa* (**Pibiri, 2006**).

Dorman et Deans (2000) ont démontré que le thymol est le composé qui possède le plus large spectre d'activité antibactérienne contre 25 genres de bactéries testées. Aussi des études réalisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (**OMS, 1999**) ont également montré que ce constituant possède une forte activité antifongique et antibactérienne contre de nombreuses espèces y compris *Aspergillus* sp., *S. aureus* et *E. coli* ; ce qui concorde avec nos résultats obtenus.

Lambert et al. (2001) et **Juven et al. (1994)** ont expliqué ce phénomène par le fait que le thymol se lie aux protéines membranaires et fait augmenter la perméabilité de la membrane cellulaire bactérienne. D'autres travaux ont suggéré aussi que ce composé volatil est responsable de l'inactivation d'enzymes, y compris ceux impliqués dans la production d'énergie et la synthèse des constituants de structure (**Trombeta, 2005**).

Deans et al. (1995), reportent que la susceptibilité des bactéries Gram-positive et les Gram-négative vis-à-vis des huiles essentielles a une petite influence sur l'accroissement du

degré d'inhibition. Cependant, il apparaît que beaucoup d'huiles volatiles exercent une activité importante envers les bactéries Gram-positive ; comme il est souvent reporté que les bactéries Gram-négative sont plus résistantes aux plantes à base d'huile essentielle (**Reynolds, 1996**). Cette résistance est attribuée à la présence de lipopolysaccharides dans la paroi cellulaire qui constitue une barrière pour l'huile essentielle (**Bezić et al, 2003**).

Par ailleurs, dans notre étude, la sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* vis-à-vis de l'huile essentielle de *T. ciliatus* ssp *coloratus* paraît être en relation avec l'un des n-6 des huiles essentielles qui exerce un effet inhibiteur contre cette bactérie (**Giamarellos et al, 1998**). L'effet direct de ce dernier sur les cellules bactériennes, résulte de la peroxydation des radicaux libres, capable d'attaquer la membrane externe et facilite ainsi l'action antimicrobienne (**Rahman et al, 2009**).

Conclusion

Conclusion et perspectives

D'une manière générale, nous avons déduis que le rendement en huile essentielle de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* (0.31%) est relativement faible mais peut être rentable à l'échelle industrielle.

Les nombreuses propriétés naturelles des huiles essentielles en font à la fois des ingrédients nutraceutiques et des agents de conservation très prometteurs pour l'industrie alimentaire. Chaque huile essentielle possède une activité spécifique variable selon les microorganismes et les conditions environnementales, aussi la généralisation de leur action antimicrobienne n'est pas facilement applicable à tous les aliments. Mais, le recours aux huiles essentielles s'avère être un choix pertinent face à un risque de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques. Aussi, leur utilisation en très faibles quantités est envisageable en raison de leur grande efficacité, contrairement à certains additifs comme les sels ou les épices entières. Leur utilisation combinée à d'autres procédés de conservation en fera certainement dans les prochaines années l'agent antimicrobien naturel incontournable pour améliorer la durée de vie des aliments. En outre, l'ajout d'huiles essentielles dans un aliment pourrait lui conférer une valeur nutraceutique.

D'autres propriétés des huiles, notamment antiparasitaire, insecticide, antifongique et antivirale sont actuellement à l'étude pour répondre aux exigences de l'agriculture biologique en développant des biopesticides ou des suppléments alimentaires pour animaux, enrichis en substances naturelles efficaces contre les infections. À plus ou moins long terme, ces travaux pourraient être une réponse face au problème des antibiotiques et de leur résistance, et avoir une application en santé humaine et animale.

L'ensemble de nos résultats obtenus sur la mise en évidence de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'espèce en question, vis-à-vis des trois souches pathogènes testées (*E. coli*, *P.aeruginosa* et *S. aureus*) ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances naturelles biologiquement active. ; ce pendant pour la suite de ce travail, des essais complémentaires seront nécessaires et apporteront plus de confirmation à nos résultats

à savoir : l'étude des caractères physico-chimiques, la détermination de la concentration minimale d'inhibition (CMI), comme il sera intéressant de se focaliser sur l'étude de la variabilité de la composition chimique de la plante puisqu'elle est étroitement liée à des facteurs écologiques (espèce et sous espèce, l'âge de la plante, la période et lieu de récolte,) afin d'estimer l'activité biologique intéressante des huiles essentielles. sur le plan qualitatif et quantitatif.

Enfin, notre étude montre que la flore de l'Algérie particulièrement du Parc National de Tlemcen peut constituer une réserve importante et très diversifiée d'espèces végétales intéressantes, dont les principes actifs peuvent être employés dans plusieurs domaines.

Références Bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Adzet T., Granger R., Passet J., San Martin R., 1977.** Le polymorphisme chimique dans le genre *Thymus* : sa signification taxonomique. *Biochemical Systematics and ecology*, 5,269-272.
- **Agnihotri S., Vaidy A.D.B., 1996.** A novel approach to study antibacterial properties of volatile components of selected Indian medicinal herbs. *Indian J. Exp. Biol.*, 34(7), 712-715.
- **Al Bayati F. A., 2008.** Synergistic antibacterial activity between *T. vulgaris* and *Pinpinella anisum* essential oils methanol extracts. *Journal of Ethnopharmacology*.116, 403-406.
- **Alzoreky N. S., Nakahara K., 2003.** Antimicrobial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology*,80, 223–230.
- **Amarti F., Satrani B., Ghanmi M., Farah A., Aafi A., Aarab L., El Ajjouri M., 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 1** Fiche plante le thym à l'abri des l'infections de l'hiver (en ligne) :
http://www.ponroy.com/ml/images/content/conseils_sante/pdf_conseils_sante/le_thym.pdf.
- **Anonyme 2 Ref. Buchanan, Cap. 24** (en ligne) :
http://biologie.univmrs.fr/upload/p222/2_Metabolisme_Secondaire.pdf
- **Anonyme 3** Traçabilité analytique quantitative de certains principes actifs des extraits végétaux(en ligne) :
http://www.journees-de-la-recherche.org/JRA/Contenu/Archives/5_JRA/qualite/24 IONESCU.pdf
- **Atalay S., Gulluce M., Akpulat A. H., Deferera D., Tepe B., Polissiou M., Sokmen M., Sahin F., 2004.** The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of endemic *thymus spathulifolius*. *Food control*, 15, 627-634.
- **Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M., 2008.** Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446–475.
- **Baser K.H.C., Ozek T., Tumen G., 1992.** Essential oils of *Thymus cariensis* and *Thymus haussknechtii*, two endemic species in Turkey. *J. Essent. Oil Res.*, 4, 659-661.

- **Baser K.H.C., Kirimer N., Tumen G., Duman H., 1998.** Composition of the essential oils of *Thymus canaoviridis* Jalas. *J. Essent. Oil Res.*, **10**, 199-200.
- **Baudoux D., 2001.** L'aromathérapie, se soigner par les huiles essentielles. 2^{ème} Ed., Atlantica, pp : 6-25.
- **Bauer A.W., Kirby W.M., Sherris J.C., Turck M., 1966.** Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pthol.*, 45(4):493-496. **In: Kechkar M., 2008.** Extraction de la silymarine et étude de son activité antimicrobienne. Thèse de magister, Département de Biochimie-Microbiologie, Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Université Mentouri Constantine.
- **Belaiche P., 1979.** Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, « L'aromatogramme », Ed. Maloine, Tome I, Paris.
- **Benabid A., 2000.** Flore et écosystèmes du Maroc. Évaluation et préservation de la biodiversité. Paris : Édition Ibis Press, 159-161.
- **Benjilali B., 2004.** Extraction des plantes aromatiques et médicinales: cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Le pharmacien du Maghreb.
- **Benjilali B., Hammouni M., M'Hamedi A., Richard H., 1987 a.** Essential oil composition of different Moroccan thyme varieties: principal component analysis. *Sci. Aliments*, **7**, 275-299.
- **Benjilali B., Hammouni M., Richard H., 1987b.** Chemical polymorphism of Moroccan thyme essential oils: compounds characterization. *Sci. Aliments*, **7**, 77-91.
- **Bérubé-Gagnon J., 2006.** Isolation et identification de composés antibiotiques des écorces de *Picea mariana*. Mémoire de l'université de Québec
- **Betts G. D., Linton P., Betteridge R. J., 1999.** Food spoilage yeasts: effects of pH, NaCl and temperature on growth. *Food Control*, **10**, 27-33.
- **Bezic N., Skocibusic M., Dinkic V and Radonic A., 2003.** Composition and antimicrobial activity of *Achillea clavennae* L. essential oil. *Phytother Res* **17**:1037-1040.
- **Bouchenak Khelladi B., 1990.** Contribution à l'étude du condensat et du reste après hydrodistillation selon Moritz pendant l'isolation des huiles essentielles du *Thymus ciliatus* de Terny et Sidi Djillali, leur analyse sur CCM, CPG. Thèse d'ingénieur, département de biologie, université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen.
- **Bounatirou S., Smiiti S., Miguel M.G., Faleiro L., Rejeb M.N., Neffati M., Costa M.M., Figueiredo A.C., Barroso J.G., 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

- **Bousmaha L., Atik Bekkara F., Tomi F., Casanova J., 2007.** Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. ssp. *eu-ciliatus* Maire from Algeria. *J. Essent. Oil Res.*, **19**(5), 490-493.
- X - **Burt S., 2004.** Essential oils: a review. *International Journal of Food Microbiology*, **94**, 223-253.
- X - **Caccioni D. R.L., Guizardi M., 1994.** Inhibition of germination of fruit and postharvest pathogenic fungi by essential oil component. *J. Essent. Oil Res.*, **6**, 173-179.
- **Caillet S., Lacroix M., 2009.** Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de recherche en science appliquées à l'alimentation (RESALA), INRS-Institut Armand-Frappier.
- **Carde J.P., 1979.** Le fonctionnement des cellules sécrétrices des canaux chez le Pin maritime : données de la microscopie électronique. - 104^e Congr. Natl. Soc. Savantes, Bordeaux, Sciences, Fasc. II., 275-286.
- **Carré P., 1953.** Précis de technologie et de chimie industrielle. Tome 3., Ed. Ballière J.B. et fils. France. Paris. **In: Bekhchi C., 2002.** Analyse d'huile essentielle d'*Ammodendron verticillata* (Nunkha) de la région de Tlemcen et étude de son pouvoir antimicrobien. Thèse de magister, Département de Biologie, Faculté des sciences, Université de Tlemcen.
- X - **Cimanga K., 2002.** Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. *J. Ethnopharmacology*, **79**, 213-220.
- X - **Clevenger J.F., 1928.** Apparatus for the determination of volatile oil. *J. Am. Pharm. Assoc.*, **17**, 336-341.
- **Colmar N., 2007.** Equipe métabolites Secondaires. Agronomie et Environnement. UMR INPL(ENSAIA)-INRA.
- **Cosentino S., Tuberoso C.I. G., 1999.** In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Lett Appl Microbiol* **29- 2**: (130-135).
- **Cowan M. M., 1999.** Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol .Rev.* **12**, 564-582.
- **Dagan B., 1988.** Les substances de réserve du Pin maritime : rôle éventuel des métabolites secondaires. - *Actual. Bot.*, **1**, 25-40.
- **Damintoti K., Mamoudou H.D., Jacques S., Saydou Y., Souleymane S., Alfred S.T. 2005.** Activités antioxydantes et antibactériennes des polyphénols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle du Burkina Faso. Mémoire de l'université de Burkina Faso.

- **Deak T., Beuchat L. R., (1996).** Handbook of food spoilage. New York, USA: CRC Press.

- Deans S G., Noble R C., Hiltunen R., Wuryani W et Penzes LG., 1995.** Antimicrobial and antioxidant properties of *Syzygium aromaticum* (L) Merr Perry: impact upon bacteria, fungi and fatty acid levels in ageing mice. *Flavour Frag J* 10:323–328.

- De Billerbeck V. G., 2007.** Huile essentielle et bactéries résistantes aux ATB. *Phytothérapie*. 5, pp : 249-25

- **Djerroumi A., et Nacef M., 2004.** 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed Palais du livre. P 135 -131.

- **Dob T., Darhmane D., Benabelkader T. et Chelghoum T.C., 2006.** Studies on the essential oils and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. *Int. J. Aromatherapy*, 16(2), 95-100.

- **Dorman H.J.D., Deans S.G., 2000.** Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatile oil. *Journal of Applied Microbiology* 88, pp: 308-316.

- **Ebrahimi N. S., Hadian J., Mirjalili M.H., Sonboli A. et Yousefzadi M., 2008.** Essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages. *Food chemistry*., 110 : 927-931.

- **Elberling J., Skov P.S., 2007.** Increased release of histamine in patients with respiratory symptoms related to perfume. *Clin Exp Allergy*., 37 (11): 1676-80.

- **Ferrari J., 2002.** Contribution à la connaissance du métabolisme secondaire des Thymelaeaceae et investigation phytochimique de l'une d'elles : *Gnidia involucrata* Steud. ex A. Rich. Thèse de doctorat de l'université de Lausanne.

- **Franchomme P., 1981.** L'aromatologie visée anti-infectieuse. 1-2, pp : 28-47.

- **Garnero J., 1975.** Quelques problèmes rencontrés au cours de l'obtention du contrôle et de l'étude de la composition des huiles essentielles. Journée de dermatopharmacie(Nice), 105-126.

- **Gergis V., Spiliotis V., Poulos C., 1990.** Antimicrobial activity of essential oils from Greek *Sideritis* species. *Pharmazie*, 45, 70.

- **Giamarellos-Bourboulis E. J., Grecka P., Dionyssiou-Asteriou A et Giamarellou H., 1998.** In vitro activity of polyunsaturated fatty acids on *Pseudomonas aeruginosa*: Relationship to lipid peroxidation. Prostaglandins Leukotrienes Essential Fatty Acids, 58,283–287.

- **Giordani R., Hadeff Y. et Kaloustian J., 2008.** Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia*, **79**, 199-203.
- **Gleizes M., Pauly G., Carde J.P., Marpeau A., Bernard-Dagan C., 1983.** Monoterpene hydrocarbon biosynthesis by isolated leucoplasts of *Citrofortunella mitis*. - *Planta*, **159**, 373-381.77.
- **Gueorguiev E., 1988.** Technologie de production des huiles essentielles; Ed. De l'Ista, PP 61-77, Plovdiv.
- **Guillen M.D., Manzano M.J., 1998.** Study of composition of different parts of a Spanish *Thymus vulgaris* L. *Plant Food Chem.*, **3**, 373-383.
- **Haddouchi F., Lazouni H. A., Meziane A., Benmansour A., 2009.** Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss. et Reut. *Afrique science*. **05 (2)** : 246-259.
- **Hans W.K., 2007.** 1000 plantes aromatiques et médicinales. Terre édition.
- **Hatanaka A., Kajiwara T., Sekiya J., 1987.** Biosynthesis pathway for C6-aldehydes formation from linolenic acid in green leaves. *Chem phys Lipids*. **44**, 341-361.
- **Hayakawa R., 1987.** Depigmented contact dermatitis due to incense. *Contact Dermatitis*, **16**, 272-274.
- **Hsieh P.C., Mau J. L., Huang S. H., 2001.** Antimicrobial effect of various combinations of plant extracts. *Food Microbiology*, **18**, 35-43.
- **Juven B.J., Kanner J., Schved F. et Weisslowicz H., 1994.** Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J. Appl. Bacteriol.*, **76**, 626-631.
- **Karagoz E. Z., Jemis C. P., Coskum B. K., Candogan K., 2010.** Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oil on fresh ground beef patties. *Meat science*, **86**; 283-286.
- **Karuna V., 2006.** Huiles essentielles pour la cosmétique et le bien être. Propriétés thérapeutiques et toxicité des huiles essentielles.
- **Koba K., Sanda K., Raynaud C., Nenonene Y. A., Millet J et Chaumont J. P., 2004.** Activités antimicrobiennes d'huiles essentielles de trois *Cymbopogon* sp. Africains vis à vis de germes pathogènes d'animaux de compagnie. *Ann. Méd. Vét.*, **148**, pp : 202-2
- **Lahlou M., 2004.** Methods to study photochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research* **18**, pp 435-448.

- **Lamarti A., Badoc A., Deffieux G., Carde J. P., 1994.** Biogénèse des monoterpènes. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux., **133**, 69-78.
- **Lambert R.J.W., Skandamis P.N., Coote P. et Nychas G.J.E., 2001.** A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.*, **91**, 453-462.
- **Lamiri A., Lhlaoui S., Benjilali B., et Berrada M., 2001.** Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly, *Mayetiola Destructor* (say). *Field crops Res.*, **71**, 9-15.
- **Leminor L., Veron M., 1982.** Bactériologie Médicale. Ed. Flammarion, Medecine-Sciences, Paris 767.PP.
- **Leuclerc H, 1983.** Microbiologie générale, Ed. Doin, P : 194-283.
- **Loziene K., Vauciunine J., Venskutonis P., 1998.** Chemical composition of the essential oil of creeping thyme (*Thymus serpyllum* L.) growing wild in Lithuania. *Planta Medica*, **64**, 772-773.
- **Madi A., 2010.** Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques. Thèse de magister, Département de biologie et écologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Mentouri Constantine.
- **Mebarki N., 2010.** Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse- antimicrobienne. Thèse de magister, Département de Génie des Procédés Chimiques et Pharmaceutiques, Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie, Université M'hamed Bougara Boumerdèse.
- **Meynadier J.M., Raison-Peyron N., 1997.** Allergie aux parfums. *Re. Fr. Allergol.*, **37** (5), 641-650.
- **Mohammedi Z., 2006.** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de magister, Département de Biologie, Faculté des sciences. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
- **Moustardier G., 1968.** Bactériologie Médical, 3^{ème} Edition.
- **Nielsen P.V et Rios R., 2000.** Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. *J. Food Microbiol.* **60**: 219-229.
- **Nodorostova L., Kloucek P., Ladislav Kokoska L., Stolcova M., Pulkrabek J., 2009.** Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria. *Food control.* **20**: 157-160.
- **Oonmetta-aree J., Suzukib T., Gasaluck P., Eumkeb G. 2006.** Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *LWT.* **39**, 1214-1220.

- **Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 1999.** *Monographs on selected medicinal plants*. Geneva, Switzerland: OMS.
- ✕ - **Oussalah M., Caillet S., Saucier L., Lacroix M., 2007.** Inhibitory effects of selected plant essential oils on four pathogen bacteria growth: *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. 18 (5), 414-420.
- Panizzi L., Flamini G., Gioni P.L., Morelli I., 1993.** Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean lamiaceases. *J. Ethnopharmacology*, **39**, 169-170.
- **Papageorgio V., 1980.** GLC-MS computer analysis of the essential oil of *Thymus capitatus*. *Planta Medica Suppl.*, 29-33.
- **Pauly G., Belingheri L., Marpeau A., Gleizes M., 1986.** Monoterpene formation by leucoplasts of *Citrofortunella mitis* and *Citrus unshiu*. Steps and conditions of biosynthesis. - *Plant Cell Rep.*, **5**, 19-22.
- **Pelczar M.J., 1982.** Elément de microbiologie, Ed. Hrwtée, P1-14.
- **Pellecuer J., Jacob M., Simeon de Buechberg M., Allegrini J., 1980.** Therapeutic value of the cultivated mountain savory (*Satureia Montana* L.). *Acta Hort.*, **96**, 35-39.
- **Pibiri M.C., 2006.** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles Thèse de Doctorat n° 3311, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.
- **Pitt J. I., Hocking A. D., 1997.** Fungi and food spoilage (seconded.). UK, London: Blackie Academic et Professional, p. 596.
- **Plan de gestion du Parc National de Tlemcen., 2007.** Phase A : approche descriptive et analytique, p. 20.
- **Quezel P., et Santa S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed Centre National de la recherche scientifique.
- ✕ **Rahman A., Reza S. M., Kanga S. C., 2009.** *In vitro* inhibition of foodborne pathogens by volatile oil and organic extracts of *Poncirus trifoliata* Rafin. Seeds. *J Sci Food Agric* 2009, **89**, 876-881.
- **Reynolds J. E. F., 1996.** *The Extra Pharmacopoeia*, 31st edition. Royal Pharmaceutical Society of Great Britain, London.
- **Rhaim N., 2003.** Aromathérapie: une alternative thérapeutique naturelle. La presse- Tunisie.
- **Rim A., H Harrak R., Romane A., Oufdou K., Elfels E. A., 2010.** Antimicrobial and insecticidal activity of the Endemic *Thymus broussonetti* Boiss et *Thymus maroccanus* Ball. *Rec. Nat. Prod.* 4 (4) : 230-237.

- **Rossi P. G., 2003.** Caractérisation et valorisation des produits issus de la biomasse : activité biologique des huiles essentielles. Université de Corse.
- **Satrani B., 2008.** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, **146**, 85-96.
- **Sagdac O., 2003.** Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish Thyme and oregano hydrosols. *Lebensm-Wiss U-Technol* 36, pp: 467-73.
- **Sagdic O., Ozcan M., 2003.** Antibacterial activity of Turkish spice hydrosols. *Food Control*, 14, 141-143.
- **Saez F., 1998.** Variability in essential oils from populations of *Thymus hyemalis* Lange in southeastern Spain. *J. Herbs Spices Med. Plants*, **5**, 65-76.
- **Scalbert A., 2004.** Fruits et légumes, polyphénols et santé (en ligne) : <http://culturesciences.chimie.ens.fr/dossiers-chimie-societe-article/FruitsPolyphenol.html#d0e17>.
- **Schwämmle B., Winkelhausen E., Kusmanova S., Steiner W., 2001.** Isolation of carvacrol Assimilating Microorganismes. *Biotechnol.* **39**(4), 314-345.
- **Soliman K. M. et Badeaa R. I., 2002.** Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 40(11), 1669-1675.
- **Trombetta D., 2005.** Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob. Agents Chemother.*, **49**(6), 2474-2478.
- **Turbide M., 2009.** Aromathérapie: les huiles essentielles pour combattre les infections. Art., Gammaforce Flash Santé.
- **Tumen G., Baser K.H.C., Demirci B., Ermin N., 1998.** The essential oils of *Satureja coerulea* Janka and *Thymus aznavourii* Velen. *Flavour Fragrance J.*, **13**(1), 65-67.
- **Valero, M., et Salmeron, M. C., 2003.** Antibacterial activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth. *International Journal of Food Microbiology*, 85(1-2), 73-81.
- **Valnet J., 1984.** Aromathérapie : traitement des maladies par les essences de plantes. Ed. Maloine S. A, Paris.
- **Vila R., 1995.** Composition and study of the variability of the essential oil of *Thymus funkii* Cosson. *Flavour Fragrance J.*, **10**, 379-383.
- **Walker S. J., 1988.** Major spoilage micro-organisms in milk and dairy products. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 41, 91-92.

- **Waridel P., 2003.** Investigation phytochimique des plantes aquatiques *Potamogeton pectinatus* L., *P. lucens* L., *P. perfoliatus* L. et *P. crispus* L. (Potamogetonaceae). Thèse de doctorat de l'université de Lausanne.

✕ **Willem J. P., 2006.** Les Huiles Essentielles: Médecine d'Avenir. Editions du Dauphin in <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/04325/index.html?lang=fr>.

- **Zouari N., Fakhfakh N., Zouari S., Bougatef A., Karraya A., Neffati M., Ayadi M. A., 2011.** Chemical composition, angiotensin I -converting enzyme inhibitory, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of Tunisian *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. (Lamiaceae). Food Bioprod. Process. (Article in press).

- **Zhiri A., 2006.** Les huiles essentielles, un pouvoir antimicrobien avéré. Art., Nutra News.

Annexes

Annexe I : Rendements en huile essentielle de *Thymus ciliatus ssp coloratus***Tableau 5** : Les rendements (%) en huile essentielle de *Thymus ciliatus ssp coloratus*

HE de Tc	m ₁ d'HE Obtenu en (g)	0,48	m ₂ d'HE Obtenu en (g)	0,51	m ₃ d'HE Obtenu en (g)	0,49	Rd moyen Obtenu en (g)
	Rd ₁ (%)	0,320	Rd ₂ (%)	0,318	Rd ₃ (%)	0,314	0,317

Annexe II : Milieux de culture**Composition des milieux de culture (g/l) :**

- **Bouillon nutritif : Bouillon Cœur cervelle**

Formules en g/l

- Infusion de cervelle de veau	200
- Infusion de cœur de bœuf	250
- Bio- Gelycone.....	10
- Chlorure de Sodium.....	5
- Phosphate disodique.....	2,5
- Glucose.....	2
- pH.....	7,4

- **Préparation de la gélose Agar**

- Bouillon Cœur cervelle	1L
- Gélose Agar.....	15g

Annexe III : Résultats de l'aromatogramme

Tableau 06 : Moyennes de diamètres des zones d'inhibition (en mm) de l'HE de Tc relatives aux différentes souches selon la technique de l'aromatogramme.

	<i>Escherichia coli</i>				<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			
	T ₀	T	V ₁	V ₂	T ₀	T	V ₁	V ₂	T ₀	T	V ₁	V ₂
1 ^{er} essai	0	28	13,5	15	0	26	14,5	20	0	26	25,5	26
2 ^{ème} essai	0	22,5	12,5	24,5	0	25	15,5	10,5	0	09	16	15,5
3 ^{ème} essai	0	28,5	11	17	0	26	09	10	0	11	10,5	20
Moyennes (mm)	0	26,33	12,33	18,83	0	25,66	13	13,5	0	15,33	17,33	20,5

T₀ : Témoin négatif ; T : Témoin positif ; V₁ : 10 µl ; V₂ : 15 µl

Annexe IV : Mesure de l'activité antibactérienne de l'HE de *Thymus ciliatus ssp coloratus*

Tableau 07 : Calcul du coefficient d'activité de l'HE de *Thymus ciliatus ssp coloratus* sur les trois souches bactériennes par la technique de l'aromatogramme.

	<i>Escherichia coli</i>				<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			
	T ₀	T	V ₁	V ₂	T ₀	T	V ₁	V ₂	T ₀	T	V ₁	V ₂
Z (cm)	0	2,63	1,23	1,88	0	2,56	1,3	1,35	0	1,53	1,73	2,05
A (cm ² /µl)	0	0,542	0,118	0,184	0	0,514	0,132	0,095	0	0,183	0,234	0,219

T₀ : Témoin négatif ; T : Témoin positif ; V₁ : 10 µl ; V₂ : 15 µl ; Z : diamètre d'inhibition ;

A : coefficient d'activité

Nom : Haddouche Prénom : Khalida	date de soutenance : 27/09/2011
Faculté des sciences de la Nature et de Vie, Des Sciences de la terre et de l'Univers. Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen	
Etude de l'effet antibactérien de l'huile essentielle de <i>Thymus ciliatus</i> ssp <i>coloratus</i>	
<p>Résumé</p> <p>Les plantes médicinales constituent une source immense de métabolites secondaires, dont les huiles essentielles, dotées de nombreuses activités biologiques ; souvent recherchées dans le domaine phytopharmaceutique et agro-alimentaire.</p> <p>Le présent travail porte sur une étude qualitative du pouvoir antibactérien de l'huile essentielle de la plante médicinale: <i>Thymus ciliatus</i> ssp <i>coloratus</i>; provenant de la région d'El Meffrouch appartenant au territoire du Parc National de Tlemcen, une aire protégée renfermant une diversité floristique.. L'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne de la plante par hydrodistillation a permis d'obtenir un rendement de 0,31% ; cependant les résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis de trois bactéries pathogènes (<i>Escherichia coli</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Pseudomonas aeruginosa</i>) par la méthode de diffusion sur disque (technique de l'aromatogramme) ; ont montré que les huiles essentielles de cette plante possèdent un effet bactéricide contre les bactéries Gram négatif (<i>P.aeruginosa</i> et <i>E. coli</i>) et relativement bactériostatique contre les bactéries Gram positif (<i>S. aureus</i>)., avec un coefficient d'activité Plus ou moins important pour <i>P. aeruginosa</i>.</p> <p>Mots clés : <i>Thymus ciliatus</i>, huiles essentielles, activité antibactérienne, bactéries pathogènes.</p>	
The effect of antibacterial essential oil of <i>Thymus ciliatus</i> ssp <i>coloratus</i>	
<p>Abstrat</p> <p>Medicinal plants are an immense source of secondary metabolites essential oils which feature numerous biological activities, often sought in phytopharmaceutical and food industries. This work focuses on a qualitative study of antibacterial essential oil of the medicinal plant: <i>Thymus ciliates</i> ssp <i>coloratus</i>, of the region of El Meffrouch belonging to the territory of Tlemcen National Park a protected area containing a large diversity of flora. The extraction of essential oils of the aerial part of the plant by hydrodistillation yielded a return of 0,31%, However the results of the antibacterial activity vis-à-vis the three pathogenic bacteria (<i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i> and <i>Pseudomonas aeruginosa</i>) by the technique of Aromatogramme ; have shown that essential oils of this plant have an action bactericidal against Gram negative bacteria (<i>P.aeruginosa</i> et <i>E. coli</i>) , and bacteriostatic against Gram-positive bacteria (<i>S. aureus</i>),with activity important coefficient for <i>P. aeruginosa</i>.</p> <p>Keywords <i>Thymus ciliatus</i>, essential oils, antibacterial activity, pathogenic bacteria.</p>	
التعرف على النشاط المضاد للبكتيريا للزيت الأساسي لنبات : الصعترأو الزعيرة	
<p>ملخص:</p> <p>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 والصناعات الغذائية. هذا العمل يركز على دراسة نوعية النشاط المضاد للجراثيم للزيت الأساسي للنبات الطبي: الصعتر المتواجد بمنطقة المفروش المنتمية للحظيرة الوطنية لتلمسان و التي تعدّ كمناطق محمية تحتوي على تنوع كبير من النباتات.. و قد أسفرت عملية استخراج الزيوت الأساسية من الجزء الهوائي لهذه النبتة بواسطة طريقة تقطير الماء على إنتاج 0,31 ٪ ، إلا أن نتائج النشاط المضاد للبكتيريا تجاه البكتيريا الثلاثة (القولونية، المكورات العنقودية والمذهبة الزائفة) المسببة للأمراض وكذلك إتلاف المواد الغذائية، اعتمادا على طريقة الإنتشار من القرص و هو ما يعرف بالأروماتوغرام أظهرت أنّ الزيوت الأساسية لهذا النبات تقضي على البكتيريا السالبة التي شملتها الدراسة (المذهبة الزائفة و القولونية) كما أن لها تأثير مثبت حيث توقف نمو البكتيريا الموجبة (المكورات العنقودية) المعنية بالدراسة ، مع العامل النشاطي العالي نوعا ما بالنسبة للمذهبة الزائفة .</p> <p>الكلمات الرئيسية الزيوت الأساسية، النشاط المضاد للجراثيم، نبات الصعترأو الزعيرة، بكتيريا مضرّة.</p>	
2010 – 2011	