

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



*Synthèse bibliographique des résultats de recherche sur
l'application des huiles essentielles de quelques espèces
de la famille des lamiacées obtenues à l'Université de
Khemis Miliana*

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Faculté : Science de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre.

Département : Sciences Agronomiques.

Spécialité : Sciences et Techniques des Productions Animales

Soutenu le : 02/06/2015

Par : MENNAL Houria

CHENNAFI Samia

Jury

Président:	Mr. MOUSS Abdelhak Karim	Maitre assistant
Promoteur:	Mr. KOUACHE Ben moussa	Maitre assistant
Examineur :	Mr HAMIDI Djamel	Maitre assistant
	Mr AIT OUAZZOU Abdenour	Maitre assistant

Année universitaire : 2014/2015

Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour faire ce travail.

Nous remercions notre Promoteur : Mr. KOUACHE Ben moussa. Pour ses précieux conseils et ses encouragements

Nous remercions les membres du jury : Mr Mouss Abdelhak, Mr Hamidi Djamel et Mr Ait Ouazou A

Nous remercions également tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

Pour tous la promotion de STPA 2014/2015

Dédicaces

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde mes chers parents qui m'ont permis de continuer mes études dans les meilleures conditions et qui m'ont appris à ne jamais baisser les bras.

A la mémoire de mon grand-mère et mon grand-père qui toujours aimé et comblé par ses bénédictions ; que dieu le tout puissant les accueillent en son vaste paradis.

Je dédie aussi cette modeste réalisation à :

-Mes très chers frères Mustapha ; Mohamed ; Amine.

- Mes très chères sœurs F.Zahra ; Nadia ; Ahlem ; Nesrine; Hanane.

Mes chers oncles ; tantes ; cousins et cousines.

Ainsi que pour tous mes amis et mes collègues (Mebarqa ; Hanane ; Houria)

Samia

Dédicaces

Je dédie ce délicat travail à :

La lumière de ma vie, ma mère pour leur encouragement et sacrifices que le Dieu me la garde et la protège.

Mon père « que Dieu l'accueille en son vaste paradis In chaallah » Ainsi pour toutes mes chères sœurs en particulier : Ratiba.

Le soutiens dans ma vie, mes frères : Bilal, Ibrahim, Chemesseddine.

A tous ma famille, surtout à mes neveux et mes nièces : Bouchra, Illef, Hanadi, Hind, Mohammed, Moussa.

A mes amis : FTZ, Bouchra, Samia, Karima, Halima et Zina.

Houria

Liste des Figures

Figure N°1 : l'expression à froid

Figure N°2 : Machine d'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau

Figure N°3 : Distillation à vapeur saturée

Figure N°4 : Appareillage d'extraction par hydro diffusion

Figure N°5 : Méthodes d'extraction avec le solvant organique volatil

Figure N°6 : Appareille d'extraction par micro-onde

Figure N°7: Schémas de *Thymus vulgaris*

Figure N°8 : Espèce d'origan

Figure N°9 : Espèce de menthe

Figure N°10 : Espèce de romarin

Figure N°11. : Espèce de Basilic

Figure N°12 : Espèce de lavande

Liste des Tableaux

Tableau N°1 : description des plantes de la famille des lamiacées.

Tableau N°1-A : description des plantes de thym et origan.

Tableau N°1- B : description des plantes de menthe et romarin

Tableau N°1- C : description des plantes de lavande et basilic.

Tableau N°2 : les méthodes d'extractions des huiles essentielles.

Tableau N°3 : les travaux antérieurs

Tableau N°4 : synthèse bibliographique (faculté ST)

Tableau N°5 : synthèse des résultats (faculté ST).

Tableau N°6 : synthèse bibliographique (faculté SNV)

Tableau N°7 : synthèse des résultats (faculté SNV).

Tableau N°8: Tableau représente les différentes étapes des travaux réalisés au niveau de l'université de Khemis Miliana.

Tableau N°8-A: Activités antimicrobiennes

Tableau N°8-B: Lutte contre les insectes

Tableau N°8-C: Les facteurs influençant le rendement

Sommaire

1-Liste des figures

2-Liste des tableaux

Résumé

Introduction 01

Partie bibliographique

Chapitre I

La famille de lamiacée

I.1. Présentation de la famille de <i>Lamiacées</i>	02
I.1.1. présentation de la famille	02
I.1.2. Botanique	02
I.2. Description des plantes	03
I.2.1. <i>Genre Thymus</i>	03
I.2.2. <i>Genre Origan</i>	03
I.2.3. <i>Genre Menthe</i>	04
I.2.4. <i>Genre Romarin</i>	04
I.2.5. <i>Genre Lavande</i>	05
I.2.6. <i>Genre Basilic</i>	05

Chapitre II

Les Huiles Essentielles

II.1. Définition	07
II.2. Répartition, localisation et fonction des huiles essentielles	08
II.3. Composition et propriétés et des huiles essentielles	09
II.4. Les facteurs de variation de la composition et de rendement des huiles essentielles	11
II.4.1. Les facteurs intrinsèques	11
II.4.2. Les facteurs extrinsèques	12
II.5. Conservation et précautions d'emploi des huiles essentielles	13
II.6. Les principales voies d'utilisation	14

Chapitre III

Les activités des huiles essentielles

III.1. Anti-infectieuses	15
III.1.a. Anti bactériennes	15
III.1.b. Insecticides	15
III.1.c. Antiparasitaires	15
III.1.d. Antivirales	15
III.1.e. Antiseptiques	15
III.2. L'activité anti inflammatoire	15
III.3. L'activité antioxydant	16
III.4. L'activité acaricide	16

Chapitre IV

Les travaux réalisés sur Lamiacées

IV.1. Les travaux antérieures	18
IV.2. Synthèses des résultats	19
IV.3. Discussions	24
Conclusion général	27
Références bibliographique	29
Annexes	35

المخلص

تدخل هذه الدراسة في إطار تلخيص الأبحاث العلمية المنجزة في جامعة خميس مليانة للزيوت الطيارة و التي تخص بعض الأنواع من عائلة الشفويات من جهة , و معرفة الفعالية البيولوجية لهذه الزيوت من جهة أخرى.

وبعد ذلك قمنا بمعالجة هذه المعلومات فلاحظنا أن:

- الزيوت الطيارة لها فعالية ضد الحشرات
- فعالية ضد الجراثيم (البكتيريا والخمائر)
- فعالية ضد قراد الفاروا
- صف إلى العوامل الخارجية أو الداخلية التي تؤثر على مردود الزيوت الطيارة

و في الأخير لخصنا الأبحاث العلمية التي في متناولنا والمتعلقة بالزيوت الطيارة لبعض النباتات من عائلة الشفويات **كلمات مفتاحية:** زيوت طيارة, الشفويات, البكتيريا, قراد النحل (الفاروا)

Abstract

This study is the bibliographic synthesis of the results of the essential oils of some spices of the family of *Lamiaceae*.

These results are obtained on the university of Khemis Miliana one hand, and see the biologic activity of these essential oils on another hand,

We province:

- the insecticide activities
- anti microbial activities
- acaricide activities
- and the changing factors of the quality and the quantity of these oils

Key words: essential oils, *Lamiaceae*; Bacteria; varroae.

Résumé

Cette étude est pour la synthèse bibliographique des résultats de recherche sur les huiles essentielles de quelques espèces de lamiacées qui réalisent au niveau d'Université de Khemis Miliana d'une part et connaître les activités biologiques de ces huiles, d'autre part.

Il en ressort ce qui suit :

- Les activités insecticides des huiles essentielles «contre les ravageurs de blé ».
- Les activités antimicrobiennes « contre les bactéries et les levures ».
- Les activités acaricides « comme par exemple contre le varroa des abeilles ».
- Et enfin les facteurs influençant le rendement des huiles essentielles.

Mots clé : huiles essentielles. Lamiacée. Bactérie. Varroa.

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 vivant tel que les animaux aussi bien les être humain (**Medi, 2010**).

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilise diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies, ces plantes représentent un réservoir immense de composes potentiels attribue aux métabolites secondaire qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique possédant un très large éventail d'activités biologiques.

Les plantes médicinales et aromatiques demeurent une source inépuisable de substances biologiquement actives. Dans la majorité des pays du sud, ces plantes constituent une composante fondamentale dans les secteurs de santé et d'agro-alimentaire. Face aux limites thérapeutiques des médicaments chimiques, le développement de la recherche sur les plantes médicinales a été orienté vers l'obtention de phytomédicaments présentes sous diverses formes galéniques simples répondant à une réglementation précise en manière d'évaluation portant sur l'innocuité, l'efficacité thérapeutique et la stabilité. Ainsi, les huiles essentielles commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle des molécules naturelles bioactives (**Chikhoune, 2007**).

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

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition qu'au rendement .Cette variabilité est fondamentale car les activités qui déroulent des huiles essentielles peuvent être très différentes (**Garnéro, 1991 ; Bruneton, 1999 ; Benini, 2007**). Cette variabilités peut s'expliquer par des facteurs d'origine intrinsèques, spécifiques du bagage génétique de la plante ou extrinsèques, liées au condition de croissance et développement de la plante (**Bouguerra, 2012**).

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales, au regard de sa superficie et de sa diversités bioclimatique. Ces espèces sont très riches en huiles essentielles et sont utilisées en médecine populaire pour leurs propriétés antiseptiques, antidiarrhéiques et antibronchiques. A cet effet et dans le cadre de la valorisation de la flore Algérienne, nous nous sommes intéressés aux travaux réalisés au niveau de l'université de Khemis Miliana sur la famille des lamiacées. Le travail s'introduit par une revue bibliographique relative à la matière végétale, son utilisation et par les travaux antérieurs relatifs à ces plantes.

Partie

bibliographique

CHAPITRE I :

La famille des Lamiacées

I.1. Présentation de la famille des Lamiacées

I.1.1. La présentation

La région méditerranéenne d'une manière générale et notamment l'Algérie, avec son climat doux et ensoleillé est particulièrement favorable à la culture des plantes aromatiques et médicinales. La production des huiles essentielles à partir de ces plantes pourrait constituer à ce titre une source économique importante pour notre pays.

La famille des *Lamiacées* est l'une des plus répandues dans le règne végétal (Naghbi, et al, 2005). C'est une famille d'une grande importance aussi bien pour son utilisation en industrie alimentaire et en parfumerie qu'en thérapeutique. Elle est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant (Gherman et al, 2000 ; Bouhdid et al, 2006 ; Hilan et al, 2006).

Cette famille comprend près de 6700 espèces regroupées dans environ 250 genres (Miller, et al, 2006). La région méditerranéenne a été le centre principal pour domestication et culture de Labiatae.

Les genres les plus cités dans la littérature sont : Menthe (Choudhury et al, 2006), Origan (Dimitrijevic et al, 2007), Romarin (Gachkar et al, 2007), Basilic (Lee SJ et al, 2005).

I.1.2. Botanique

La famille des lamiacées une très grande variété comprenant les espèces de menthe, sauge et thym. Un bon nombre de ces espèces sont des plantes médicinales et épices. Cette famille comprend plus de 3000 espèces qui caractérisent les climats de type méditerranéen. Ce sont des plantes odorantes et herbacées à tige quadrangulaire pouvant devenir des arbrisseaux (Romarin, Thym); leurs feuilles opposées par deux, leurs fleurs bisexuées, irrégulières, à calice tubuleux ou en cloche persistant, à corolle à tube très développé et leur fruit sec se séparant en quatre articles contenant chacun un graine. (Hilan et al ; 2005).

Tableau N°1 : description des plantes de la famille des lamiacées.

Tableau N°1 - A : description des plantes de thym et origan.

Les caractéristiques	Description	Origine de la plante	Composition majoritaire d'huiles essentielles (en %)	Utilisation	Propriétés thérapeutiques
Les espèces					
<p>Thym</p> <p>N.S: <i>Thymus vulgaris</i> N.A : zaàtar = الزعتر Famille : <i>Lamiacée</i></p>	<p>plante basses sous - ligneuses, pouvant atteindre 40 cm de hauteur. Ils possèdent de petites feuilles recourbées sur les bords de couleur verte foncé, et qui sont recouvertes de poils et de glandes (appelés trichomes).</p>	<p>Elle pousse également sur les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie du sud-ouest. On peut la trouver également en Sibérie et même en Himalaya. (Dob et al, 2006).</p>	<p>2 composés majoritaires représentent 29 et 28% <i>Thymol et Carvacrol</i>. (Hachama. K ; 2012).</p>	<p>♦dans les industries de l'aromatation, de la parfumerie, des cosmétiques et de la pharmacologie</p>	<p>♦Propriétés antivirales, ♦antispasmodique ♦ antifongiques, ♦anti -inflammatoires, et antibactériennes</p>
<p>Origan</p> <p>N.S : <i>Origanum vulgare</i> N.A : الزعيرة Famille : <i>Lamiacée</i></p>	<p>Les plants atteignent le plus souvent une taille variant entre 30 et 60 cm. Les tiges sont velues et pourvues de feuilles arrondies, vertes et un peu denté,</p>	<p>on la trouve aux Açores, à Madère, aux Canaries, autour de la Méditerranée, en Europe du Nord (Finlande, Norvège, Suède), de l'ouest à l'est de l'Asie, en Asie centrale et à Taiwan, etc...</p>	<p>. carvacrol (4–89) thymol (0–74)</p>	<p>♦très soutenue pour des usages traditionnels en agroalimentaire mais également pour de nouveaux débouchés comme les additifs alimentaires pour animaux (Mheen 2006).</p>	<p>♦un effet antiseptique, légèrement tonique et digestif, ♦un anti-inflammatoire, antispasmodique expectorant, diurétique et sudorifique. Elle provoque la menstruation, apaise les nerfs, soulage les maux de tête et de dents, aussi à lutter contre les insomnies.</p>

Tableau N°1 - B : description des plantes de menthe et romarin.

<p>Menthe</p> <p>N.S : <i>Mentha Rotundifolia Eh</i> N.A: نعناع مستدير الورقة Famille : <i>Lamiacée</i></p>	<p>feuilles rondes, épaisses et ridées, de poils denses et blanchâtres qui la rendent douce au toucher. Les petites fleurs sont rassemblées en épis terminant les rameaux. La hauteur de la plante est de 25 à 80 cm, la fleur est de 5 mm de long.</p>	<p>Dans les régions méditerranéennes</p>	<p>Pipéritène ; 33,03</p>	<p>♦la menthe s'utilise contre la fièvre, la faiblesse la toux, les nausées, les maux de l'estomac, la mélancolie, les maladies de poitrines, l'hystérie, les troubles de la vue</p>	<p>♦stimulante du système nerveux, ♦tonique, ♦stomachique, ♦antiseptique, ♦analgésique, ♦vermifuge</p>
<p>Romarin</p> <p>N.S : <i>Romarinus officinalis L</i> N.A : إكليل الجبل Famille : <i>Lamiacée</i></p>	<p>Les feuilles sont étroitement lancéolées linéaires, faibles et coriaces, les fleurs d'une bleue pale, maculées intérieurement de violet sont disposées en courtes grappes denses s'épanouissent presque tout au long de l'année</p>	<p>des régions méditerranéennes, le <i>Romarin</i> pousse spontanément dans le Sud de l'Europe.</p>	<p>(1 à 2% dans la plante) contient : de l'α-pinène (7 à 80%). 2 à 4 % de dérivés triterpéniques</p>	<p>♦largement utilisée dans l'industrie alimentaire (boissons alcoolisées, desserts, bonbons, Ets.) ♦Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale, les dysménorrhées et comme antispasmodique.</p>	<p>♦antioxydant, ♦antimicrobienne et anti radicalaire Carnosol du romarin possède une activité antivirale contre le virus du SIDA (HIV)</p>

Tableau N°1 - C : description des plantes de lavande et basilic.

<p>Lavande</p> <p>N.S : <i>Lavandula stoechas</i> L N.A : الخزامى Famille : <i>Lamiacée</i></p>	<p><i>Lavandula</i> est un sous arbrisseau à tige et feuilles persistantes, jusqu'à 1 mètre de longueur, étroit, vert pâle, peuvent s'étendre du gris bleuâtre profond au vert à brun pâle, fleurs de couleur.</p>	<p>origine méditerranéenne</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Cétones (envi. 80%) ◆ Monoterpènes (environ 7%) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tisane en sachet. ◆ Bain de lavande. ◆ Utilisation de leurs huiles essentielles seules ou en synergie. ◆ Infusion de fleurs de lavande. ◆ utilisée comme insecticide, 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Anti catarrhale puissante ◆ Mucolytique ◆ Anti-inflammatoire ◆ Anti-infectieuse spécifique ◆ Tonique ◆ Cicatrisante
<p>Basilic</p> <p>N.S : <i>Ocimum Basilicum</i> N.A : الحبق Famille : <i>Lamiacée</i></p>	<p>est une plante herbacée ligneuse, très ramifiée, parfumée atteignant 80 cm de hauteur, avec des tiges quadrangulaires. Les feuilles sont opposées, denticulées dans la partie supérieure, ovales, canées.</p>	<p>Certainement originaire de l'Inde. le basilic est cultivé dans la zone méditerranéenne depuis plusieurs milliers d'années</p>	<p>Linalool, methyl chavicol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ utilisé en cuisine pour sa saveur très agréable et mentholée. ◆ en aromathérapie 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ antidouleurs ◆ antistress. ◆ Tonique digestif ◆ Anti -Inflammatoire ◆ Antiviral ◆ Antispasmodique puissant, ◆ Antibactérienne, ◆ Antalgique.

CHAPITRE II :***Les huiles essentielles*****II.1. Généralités sur les plantes médicinales :**

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme. Puisqu'il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux. **(Benkiki, 2006).**

Les plantes médicinales sont toutes les plantes qui ont une activité pharmacologique pouvant conduire à des emplois thérapeutiques. Cela grâce à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain.

Elles sont utilisées en pharmacie humaine et vétérinaire, en cosmétologie. Ainsi que dans la confection de boissons, soit nature. Soit en préparation galéniques soit encore sous forme de principes actifs, comme matière pour l'obtention de médicaments.

Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne **(Elqaj et al, 2007).**

L'utilisation des plantes médicinales comme source de remède pour se soigner ou prévenir des maladies est originaire des millénaires jusqu'à la récente civilisation chinoise, indienne et du Proche-Orient. Elle est devenue certainement un art. Au fil des siècles, la thérapeutique par les plantes s'est dissociée des pratiques magiques pour devenir empirique puis scientifique. Dans les pays industrialisés, les recherches dans le domaine des plantes médicinales durant les dernières décennies. Néanmoins, les substances actives isolées constituent environ 25% des préparations médicamenteuses. **(Benkiki, 2006).**

II.1. Historique et Définition des Huiles essentielles**II.1.1. Historique**

Les huiles essentielles ont, à toutes époques, occupé une place importante dans la vie quotidienne des hommes qui les utilisaient autant pour se parfumer, aromatiser la nourriture ou même se soigner. **(Bakkali, 2008)**

L'utilisation des huiles essentielles remonte à plus de quatre mille ans avant notre ère. En effet, les historiens rapportent que les égyptiens savaient comment préparer une essence végétale à partir des conifères. La Chine, la Perse et l'Inde, sont des pays où la distillation se pratiquait depuis déjà des millénaires. Les grecs à leurs tours, connaissaient la distillation et l'enseignaient aux romains. **(Zhiri, 2006)**

Au moyen âge, les arabes découvrent la distillation en se servant d'un alambic dont le modèle n'a pas changé depuis. Les arabes ont toujours importé des épices, plantes et substances odoriférantes, qu'ils vendaient en l'état ou après transformation (**Lais ,2001**). Au XII siècle, la pharmacie naissante favorise le développement de la distillation.

Actuellement dans les pays développés, les huiles essentielles sont considérées comme des médicaments à part entière et font objet de contrôles scientifiques pour leur emploi dans l'aromathérapie mais cette dernière exige des huiles essentielles pures et naturelles (**Valent ,2001**).

II.1.2.Définition

Beaucoup de travaux sont réalisés dans ce sens, du fait de l'importance incontestable des huiles essentielles dans divers secteurs économiques, comme par exemple, l'industrie de la parfumerie et de la cosmétique, l'industrie alimentaire, l'industrie pharmaceutique et plus particulièrement, la branche de l'aromathérapie qui utilise leurs propriétés bactéricides et fongicides.

C'est un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec. **AFNOR (2000)**. Cette définition est cependant restrictive car elle exclut aussi bien les produits extraits à l'aide de solvants que ceux obtenus par tout autre procédé.

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

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de substances organiques aromatiques liquides qu'on trouve naturellement dans diverse partie des végétaux. Elles sont concentrées, volatiles, non huileuses et sensibles à la décomposition sous l'effet de la chaleur. (**Belhadi, 2010**).

Une huile essentielle contient en moyenne soixante-quinze molécules actives :

-Essence :

L'essence se différencie de l'huile essentielle, il s'agit d'une substance aromatique naturelle que secrète la plante dans ses organes producteurs.

-Aromathérapie :

L'aromathérapie est l'utilisation médicale des extraits aromatiques de plantes. Ce mot vient du latin « *aroma* » signifiant odeur et du grec « *therapeia* » signifiant traitement. Il s'agit donc de soigner à l'aide de principe odorifères. (**Chami, N., Chami, F., Bennis, S., Trouills, J., Remmal, A., 2004**).

- Aromatologie :

L'Aromatologie ou l'aromathérapie scientifique est une science mettant en relation la biochimie aromatique et les activités thérapeutiques des huiles essentielles.

- Huiles Essentielles ChemoTypées:

Les H.E.C.T. correspondent aux Huiles *Essentielles ChemoTypées* qui sont une forme de classification chimique, botanique et biologique de la molécule présente en majorité dans une huile essentielle.

Par exemple, l'H.E.C.T. de *Thymus vulgaris* à carvacrol est connue pour son activité antiseptique majoritairement alors que l'H.E.C.T. de *Thymus vulgaris* à thymol a des propriétés anti-infectieuses majeures. (Franchomme. P, Jollois. R, Penoel. D ,2012)

Il est donc préférable de choisir une H.E.C.T. lorsqu'on utilise les huiles essentielles en thérapeutique.

II.2. Répartition, localisation et fonction des Huiles essentielles

II.2.1. Répartition

On rencontre les huiles essentielles dans divers familles botaniques elles se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante et forment dans le cytoplasme de cellules spécialisées (Degryse et al, 2008).

Le végétal aromatique fabrique de faibles quantités des huiles essentielles dans ses cellules excrétrices, de 0.01% à 5% de son poids, qu'il concentre ensuite dans des poches situées dans certains de ses parties (soit endogènes soit exogènes) : fleur, fruit, feuille, tige, rhizome, écorce...etc. (Anonyme, 2002).

II.2.2. Localisation

Les Huiles essentielles n'existent pas quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produite dans le cytoplasme des cellules sécrétrices (accumulent dans des cellules glandulaires spécialisées), situées sur ou à proximité de la surface des tissus de plantes (recouvertes d'une cuticule). Ensuite, elles sont stockées dans des cellules (dite cellules à huiles essentielles) « *Lauraceae* », dans des poils sécrétrices « *Lamiaceae* », dans des poches sécrétrices « *Myrtaceae* ou *Rutaceae* » ou dans des canaux sécrétrices « *Apiacidae* ou *Asteraceae* ».

Les huiles essentielles sont situées dans des glandes minuscules dans différentes parties de la plante aromatique.

II. 2.3. Fonction

La cause et le but de la formation des huiles essentielles sont encore presque inconnus.

- *Fleur* : l'odeur attire les abeilles pour féconder les fleurs.
- *Plantes et racines* : dispositif de production contre la transpiration et l'infection par les bactéries ; propriétés fongicides et bactéricides.

Selon Benamor, Haddad (1993), les Huiles Essentielles ont deux fonctions principales :

- *Protéger* les parties durables des plantes contre les micro-organismes.

- Favoriser la pollinisation en attirant les insectes pollinisateurs et une action répulsive contre les animaux herbivores.

II.3. Composition et Propriétés physico-chimiques

II.3.1. Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes :

- Le groupe de terpénoïdes.
- Le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

D'après (**Guenter, 1975**). La structure des composés des huiles essentielles est constituée d'un squelette hydrocarboné, constituant une chaîne plus ou moins longue. Sur ce squelette de base est souvent présent un ou plusieurs sites fonctionnels semblables ou différents. La majorité des sites fonctionnels sont des sites oxygénés avec un ou plusieurs atomes d'oxygène, pour quelques groupes fonctionnels azotés ou soufrés.

II.3.2. Propriétés physico-chimiques

En ce qui concerne les propriétés physico-chimiques, les Huiles Essentielles forment un groupe très homogène (**Bruneton, 1993**), Les principales caractéristiques sont :

- Liquides à température ambiante.
- Volatiles et très rarement colorées.
- Une densité faible pour les huiles essentielles à forte teneur en monoterpènes
- Un indice de réfraction variant
- Solubles dans les alcools à titre alcoométrique élevé et dans la plupart des solvants

Organiques mais peu solubles dans l'eau.

- Douées d'un pouvoir rotatoire puisqu'elles sont formées principalement de composés asymétriques
- Très altérables, sensibles à l'oxydation et ont tendance à se polymériser donnant lieu à la formation de produits résineux, il convient alors de les conserver à l'abri de la lumière et de l'humidité.

Tableau N°2 : les méthodes d'extractions des huiles essentielles.

Techniques		Mode d'opération	La Température	Les Références
Distillation « Piochon 2008 »	<i>Hydrodistillation</i>	.Immerger la matière végétale directement dans l'eau et portée ensuite à ébullition. .Dégradation de certaines molécules aromatiques.	Supérieur à 100°C	Lucchesi, 2005
	<i>Distillation par l'entraînement a la vapeur d'eau</i>	Placer la matière végétale sur une grille perforée de passe la vapeur d'eau pour éviter les phénomènes d'hydrolyse.		
	<i>Hydro diffusion</i>	L'avantage de cette technique est d'être plus rapide et moins dommageable pour les composés volatils.		
Extraction à froid		Cette méthode ne peut être utilisée que lorsque la matière première végétale est déchiquetée à forte pression, de façon à faire sortir l'essence des glandes qui la secrètent ou des cellules qui la contiennent et le produit obtenu n'a aucune modification chimique		Bruneton, 1993 et Roux, 2008
Extraction assistée par micro ondes		La matière végétale est chauffée par micro ondes, les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau et ensuite récupérés par « condensation, refroidissement, et par décantation »		Roux, 2008
Extraction par les solvants et les graisses		Les solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevée que l'eau mais l'inconvénient de cette technique c'est les solvants organiques pose de problèmes de toxicités de solvants résiduels.	- 12°C à -15°C	Brian, 1995 et Hernandez, 2005.
Extraction au CO2 supercritique		.Combiner les caractéristiques des gaz et des liquides et en outre minimiser tous les processus de dégradation et d'isomérisation. .L'inconvénient de cette technique c'est la basse polarité du dioxyde de carbone le plus employé.	31°C	

II.4. Les facteurs de variation de la composition et du rendement des huiles essentielles

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur Composition, qu'au plan du rendement des plantes d'origine. Cette variabilité est fondamentale Car les activités biologiques qui découlent des huiles essentielles peuvent être très différentes (**Bruneton, 1999; Benini, 2007**). Cette variabilité peut s'expliquer aussi par différents facteurs d'origine intrinsèque ou extrinsèque.

II.4.1. Les facteurs intrinsèques

II.4.1.1. Le cycle végétatif :

Pour une espèce donnée la proportion des différents éléments constitutifs de l'huile essentielle peut varier de façon importante tout au long du développement. Ainsi des changements importants sont observés au cours de la plante à fruits.

II.4.1.2. L'organe producteur :

Tous les organismes de mêmes espèces peuvent renfermer une huile essentielle, dont la composition peut varier selon sa localisation.

II.4.1.3. L'origine botanique :

La teneur en huile essentielle ainsi que sa composition peuvent varier d'une espèce végétale à une autre malheureusement, les produits étalés sur le marché sont dépourvus totalement ou partiellement de la dénomination botanique, voire même de son origine géographique.

II.4.1.4. Chémotype :

Un Chémotype est une race chimique. En fait, une même espèce végétale peut fournir des huiles essentielles de compositions chimiques différentes. Ces différences sont dues à la période de récolte des plantes, au mode d'extraction utilisé, aux facteurs environnementaux (altitude, ensoleillement, nature du sol, ...) (**Fellah et al .2006 ; Sokmen et al .2004 ; Loziene, Venskutonis, 2005**).

II.4.1.5. Tissus sécréteurs :

L'huile essentielle est produite et stockée dans les tissus sécréteurs de la plante. Ces tissus sont divisés en deux groupes, Ceux qui produisent l'huile essentielle sur la surface de la plante et qui sécrètent habituellement des substances directement à l'extérieur de la plante (sécrétion Exogène) et, ceux qui produisent dans le corps de la plante et sécrètent des substances dans les espaces intercellulaires spécialisés (sécrétion endogène).

II.4.2. Les facteurs extrinsèque

II.4.2.1. Les conditions climatiques et environnementales

Influencent directement sur la production de l'huile essentielle. En effet, un climat sec et ensoleillé favorise leur production, cause pour laquelle les plantes sont plus riches en huile essentielle lorsqu'elles poussent dans un climat chaud et sec.

Les conditions environnementales influencent aussi la composition des huiles essentielles. La température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la pluviométrie et les conditions édaphiques (composition du sol) représentent autant de causes potentielles de variations de la composition chimique d'une plante aromatique donnée (**Fellah et al. 2006 ; Sokmen et al. 2004 ; Loziene, Venskutonis, 2005**).

Pour la même espèce, le même génotype et le même stade de développement, les facteurs extrinsèques peuvent engendrer des modifications quantitatives et qualitatives importantes pour les huiles essentielles. En effet, Ils ont remarqué que les facteurs extrinsèques les plus importants qui influencent la production des huiles essentielles sont le climat (température et lumière) et le sol (eau et fertilisants).

La composition chimique des huiles essentielles varie aussi en fonction du cycle circadien et des saisons (**Anton, Lobstein, 2005**) L'heure de la récolte du matériel végétal ainsi que le moment de l'année sont en effet des facteurs importants (**Lahlou, 2004**).

II.4.2.4. Effet du stade de développement et période de récolte du plant

L'importance du choix de la période de récolte pour obtenir une huile de qualité et de quantité. Ils ont trouvé que le rendement diffère d'une période à une autre. De même, ils ont montré l'influence de l'âge ou le stade de développement de la plante sur le rendement et la composition de l'huile.

L'origine, les conditions climatiques et la partie extraite (feuille et/ ou fleur) de l'espèce peuvent influencer sur la composition de l'huile essentielle.

C'est procédé d'extraction des plantes aromatiques et médicinales depuis leur collecte jusqu'à leur transformation industrielle. Il peut induire des modifications profondes des huiles essentielles. En effet, le mode de récolte, les conditions de transport, de séchage et de stockage peuvent générer des dégradations enzymatiques importantes, même les procédés d'extraction des huiles essentielles peuvent être responsables dès leurs instabilités. (**Brunton, 1995**).

Le rendement et la composition chimique des huiles essentielles varient également en fonction de la méthode d'extraction. La durée de séchage affecte aussi bien le rendement que la composition.

Les conditions principales requises pour une production rentable en huile essentielle sont : un bon matériel végétal, la variété de la plante, le sol, l'équipement de distillation, le climat.

II.5. Conservation et précautions d'emploi des huiles essentielles

II.5.1. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles doivent être conservées correctement pour préserver leur qualité. Avec le temps, elles s'oxydent, ce phénomène étant amplifié par la chaleur, l'air, la lumière...etc.,

Il faut les conserver dans un endroit frais, à l'abri de la lumière, dans du verre brun ou de l'aluminium vitrifié. Une essence bien distillée se conserve trois ans au moins (**Benbouli, 2005**).

II.5.2. précautions d'emploi des huiles essentielles

Les huiles essentielles doivent être prises à bon escient et à doses adaptées afin d'éviter de dommageables effets secondaires.

-Les personnes présentant un terrain allergique doivent systématiquement procéder à un test allergique de tolérance : en mettant par exemple deux gouttes d'huile essentielle dans le pli du coude et en observant toute réaction cutanée.

-Certaines huiles essentielles pures sont dermocaustiques (agressives pour la peau), comme l'huile essentielle de thym vulgaire. Il faudra donc les diluer dans une huile végétale (amande douce, olive...).

-Il faut se laver les mains après toute application cutanée.

-Il ne faut jamais appliquer d'huile essentielle pure sur les yeux, le nez, le conduit auditif, les muqueuses ano-génitales. Il existe des exceptions avec l'huile essentielle de Géranium bourbon utilisée dans les saignements de nez ou par exemple, l'huile essentielle de Giroflier utilisée pour soigner les aphtes.

En cas de contact ou d'ingestion accidentel, il ne faut pas utiliser de l'eau mais diluer avec une huile végétale de qualité. En effet, les huiles essentielles ne sont pas solubles dans l'eau.

-Il faut éviter d'utiliser l'huile essentielle de *Mentha piperata* sur une zone trop étendue du corps car elle peut provoquer des convulsions, un effet vasoconstricteur et anesthésiant. Elle est fortement contre-indiquée chez la femme enceinte, et chez le nourrisson jusqu'aux enfants âgés de moins de sept ans.

-Et enfin, il faut éviter de laisser les flacons à la portée des enfants.

II .6. Les principales voies d'utilisation des huiles essentielles

II.6.1. La diffusion atmosphérique

Il faut utiliser un diffuseur qui ne chauffe pas les huiles essentielles afin qu'elles ne s'oxydent pas. Cette voie d'administration est préférée dans certaines indications comme pour les huiles essentielles utilisées pour une indication respiratoire comme l'*Eucalyptus globulus*, le Pin.

II.6.2. La voie interne

La voie interne peut être utilisée avec beaucoup de précaution.

a- La voie orale :

L'ingestion ne doit jamais se faire pure : il faut toujours les diluer avec de l'huile végétale ou par exemple dans du miel car celles-ci ne sont pas solubles dans l'eau et laisser fondre sous la langue.

Il est préférable de ne jamais ingérer plus de trois gouttes d'une même huile essentielle plus de trois fois par jour.

b-La voie rectale :

Cette voie permet une absorption rapide et efficace des principes actifs des huiles essentielles en évitant le circuit digestif.

c-La voie gynécologique :

Elle permet une action rapide localement avec l'emploi d'ovules vaginaux fabriqués sur le même modèle que les suppositoires en aromathérapie. (**Baudoux, D., Blanchard, J-M. Malotaux, A.F, 2006.Willem, J.P, 2002**).

II .6.3. La voie externe

a- La voie cutanée :

L'huile essentielle est appliquée pure ou en mélange avec une huile végétale préférentiellement au niveau des poignets ou du plexus solaire.

b- Le bain :

On peut également mettre quelques gouttes d'huile essentielle dans un bain. Là encore, la dilution avec une huile végétale hydrosoluble est recommandée pour éviter tout risque de réaction cutanée du fait de leur insolubilité et ainsi de leur contact avec la peau en trop grande concentration.

Les huiles essentielles sont toujours insolubles dans l'eau, pour cette raison, il faut utiliser un dispersant en quantité quatre fois supérieure à celle de l'huile essentielle pour disperser le tout dans le bain. (**Bernadet, M, 2007**).

CHAPITRE III

Les principales activités des huiles essentielles

L'activité des huiles essentielles et des extraits aromatiques est souvent réduite à l'activité de leurs composés majoritaires, ou ceux susceptibles d'être actifs. Evalués séparément sous la forme de composés synthétiques, ils confirment ou infirment l'activité des huiles de compositions semblables. Il est cependant probable que les composés minoritaires agissent de manière synergique. De cette manière, la valeur d'une huile essentielle tient à l'intégrité de ses composants et non seulement à ses composés majoritaires (**Lahlou M., 2004**).

Les composés chimiques de plus grande efficacité et à plus large spectre sont les phénols, les alcools, les aldéhydes, les cétones et plus rarement les terpènes.

III.1. Anti-infectieuses

a-Antibactériennes : la qualité microbiologique des aliments constitue l'une des bases essentielles de leur aptitude à satisfaire aussi bien la sécurité des consommateurs que la conservation des aliments. Un aliment, exposé à la détérioration par les bactéries et les moisissures peut voir diminuer ses caractéristiques sensorielle, nutritive et sanitaire.

Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les Phénols, les terpènes ou terpénoïdes ont aussi des effets contre les bactéries et différents autres germes causant des problèmes dans le domaine médicale et agroalimentaire. Cependant le mécanisme de l'action de ces terpènes n'est pas entièrement compris et qu'il peut être s'agit de la rupture de la membrane par les composés lipophiles (**Cowan .M.M ,1999**).

b- Insecticides : Certaines huiles essentielles sont insectifuges ou insecticides comme celles possédant des fonctions aldéhydes.

c- Antiparasitaires : Les molécules aromatiques possédant des phénols ont une action puissante contre les parasites. Le thym à linalol, est une excellente huile essentielle antiparasitaire.

d-Antivirales : Les virus sont assez sensibles aux huiles essentielles à phénol et à monoterpènes. Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales. Nous pouvons citer l'huile essentielle de thym, et de romarin.

e- Antiseptiques : Les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les huiles essentielles possédant des fonctions aldéhydes ou des terpènes comme l'huile essentielle d'origan, de thym, et de menthe.

III. 2. Anti inflammatoires

Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation par voie interne, externe comme l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*.

III.3. Anti oxydante

Le progrès de l'oxydation a comme conséquence la détérioration complète des aliments. La dégradation oxydative des constituants de nature lipidique de nos aliments présente des inconvénients à la fois aux plans organoleptique, nutritionnel, fonctionnel, économique et hygiénique. La lutte contre l'oxydation des lipides représente donc un enjeu considérable pour les industriels alimentaires. Pour supprimer ou ralentir l'oxydation des lipides, deux voies sont envisageables : tenter de réduire les facteurs favorables à cette oxydation et/ou trouver un réactif qui ralentit l'oxydation : c'est le rôle de l'antioxydant. Ce dernier est défini comme une substance qui, à de faibles concentrations comparées à celles des substrats oxydables, prévient significativement ou retarde l'initiation du processus d'oxydation.

Les huiles essentielles ont une activité anti-oxydante : la capacité anti oxydante de l'huile volatile est étroitement liée à tout le contenu phénol (**Stefanovits. B et al. 2003**). Le carvacrol est un des composants principaux des huiles essentielles de certaines lamiacées, comme l'origan et le thym dont la teneur peut atteindre jusqu'à 86%. L'activité anti oxydante de ces herbes est due au carvacrol, le thymol et un autre phénol (**Schwämmle et al. 2001**). D'après **Draglant et al, (2003)**, des herbes culinaires séchés : le thym, l'origan, tous ont des concentrations très élevées en antioxydant (dépassant les 75m mol/100g). Cette propriété est due essentiellement à la présence de composés phénoliques naturels.

III. 4. Acaricide

La varroose est une maladie parasitaire due à l'infestation des adultes et du couvain d'*Apis mellifera* par l'acarien ectoparasite *Varroa destructor*. Pathologie majeure en apiculture, sa contagiosité et ses effets en font un véritable fléau. Maladie réglementée, elle est classée, et se trouve également sur la liste des maladies à déclaration obligatoire de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (**Oie, 2013**).

L'efficacité maximale d'un produit acaricide est atteinte lorsque la matière active est répartie de façon homogène dans la ruche, de manière à exposer chaque acarien à une dose létale. On distingue des méthodes traditionnelles comme, l'évaporation, l'aspersion ou la fumigation, et des techniques modernes comme l'utilisation de la voie systémique ou l'aérosolisation thermique, comme les huiles de thym et d'origan.

CHAPITRE IV

Les travaux réalisés sur lamiacées

Tout d'abord, la première étape dans notre travail s'est établie d'établir le contact avec les enseignants de deux Facultés de l'Université de Khemis Miliana qui travaillent sur le même thème. Les noms des enseignants sont mentionnés dans le **tableau N°3**.

Après, on a collecté les données et les résultats de **09** documents « mémoires de master, magister et de DEUA » réalisés à l'université de Khemis Miliana ; les informations qui nous intéressent sont « La famille des *Lamiacées*, les activités biologiques des huiles essentielles des espèces de cette famille, les facteurs qui influencent sur le rendement des huiles essentielles ». Nous essayons de faire une synthèse de leurs travaux et leurs résultats. Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau N°5 et 7**.

Et enfin, on a traité ces informations et on a réalisé une synthèse bibliographique globale des résultats qui répond à notre objectif fixé. **Tableau N°8**.

Tableau N°3 : les travaux antérieurs

Application N°1	Caractérisation et effets antimicrobiens d'huile essentielle de la plante médicinale « <i>Thymus vulgaris</i> » (Sid Ali .L / Aouameur .D (faculté : sciences de la technologie). (2012) Promoteur : Hachama. K
Application N°2	Caractérisation des huiles et son application antimicrobienne de la plante « Ocimum Basilicum » (Hamoudi .N) (2012/2013) Promotrice : Guitarni .H.
Application N°3	Extraction et étude de l'activité de thymus vulgaris et de l'origan vulgare de la région de chlef. (Laatab. H., Faculté : ST). (2012.2013). Promoteur : Mekhaneg .B.
Application N°4	Etude de l'Extraction et de l'Activité biologique L'huile essentielle de Thymus vulgaris de la région de Ain Defla (ST). présenté par Brada .K 2011/2012. Promoteur : Brada .M.
Application N°5	Effet insecticide des huiles essentielles de trois plantes ; Mentha Rotundifolia Eh, Lavandula stoechas L et Citrus sinensis sur l'insecte ravageur de blé en poste- récolte Tribolium castaneum (Herbst 1797). (Belhout .Z /Mousli .I (science de la nature et de la vie)) (2011/2012) Promoteur : Karahacene .T
Application N°6	Activité insecticide de trois plantes, la menthe pouliot (<i>Mentha pulegium</i>), le romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>), le thym (<i>Thymus vulgaris</i>) vis-à-vis des adultes et des larves de <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797) le ravageur du blé (Coleoptera : Tenebrionidae). (M ^{elle} .Hamizi. R) (2011/2012) Promoteur : Karahacene .T.
Application N°7	Contribution à l'étude de l'effet de l'huile essentielle de thym « <i>thymus vulgaris L</i> » contre le varroa des abeilles ((mémoire de diplôme de DEUA) (2012/2013) Promoteur Arous .A
Application N°8	Etude de l'influence des paramètres intrinsèque et extrinsèque sur le rendement et la composition d'huile essentielle de <i>thymus vulgaris L</i> (Sakina .Y. ABB) (2012/2013) Promoteur : Kouache B. M.
Application N°9	Influence de la période de récolte sur le rendement des huiles essentielles de deux espèces de lamiacées « <i>Thymus vulgaris L. Origanum vulgare</i> (Zahed K/Brahimi S. (Gestion qualitative de production agricole)) (2012.2013) Promoteur : Kouache B .M.

Tableau N°4 : synthèse bibliographique (faculté ST)

<i>Faculté ST</i>		
	Promoteur	Le travail
Application N°1	Hachama. K	Caractérisation et effets antimicrobiens d'huile essentielle de la plante médicinale « <i>Thymus vulgaris</i> »
Application N°3	Mekhaneg .B	Extraction et étude de l'activité de thymus vulgaris et Origanum vulgare de région de chlef.
Application N°4	Brada. M	Etude de l'extraction et de l'activité biologique l'huile essentielle de thymus vulgaris de la région de Ain Defla

Tableau N°5 : Résultats des travaux (faculté ST).

Applications	Résultats
Antimicrobienne	-L'huile de thym donnée une forte activité sur toutes les souches microbiennes testées, sauf sur <i>Klebsciella pneumoniae</i> elle est modérément inhibitrice. - fortement inhibitrice sur la levure utilisée par apport aux autres bactéries utilisées,
Antimicrobienne	L'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> et d' <i>Origanum vulgare</i> est plus efficace sur les germes <i>E. coli</i> et <i>C.albicans</i> , aussi est efficace sur les autres germes. et plus les concentrations de l'huile essentielle diminuent, plus les diamètres d'inhibition diminuent.
Antimicrobien et antifongique	Huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> à une forte activité inhibitrice sur toutes les souches bactériennes et levure testée.

Tableau°6 : synthèse bibliographique (faculté SNV)

<i>Faculté SNV</i>			
	Promoteur	Le travail	
Application N°6	Arous. A	Contribution à l'étude de l'effet de l'huile essentielle de thym « <i>thymus vulgaris L</i> » contre le varroa des abeilles.	
Application N°2	Guitarni. H.	Caractérisation des huiles et son application antimicrobienne de la plante « Ocimum Basilicum »	
Application N°5	Karahacene .T	Mémoire N°1	Activité insecticide de trois plantes, la menthe pouliot (<i>Mentha pulegium</i>), le romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>), le thym (<i>Thymus vulgaris</i>) vis-à-vis des adultes et des larves de <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797) le ravageur du blé (Coleoptera : Tenebrionidae).
		Mémoire N°2	Effet insecticide des huiles essentielles de trois plantes ; <i>Mentha Rotundifolia</i> Eh, <i>Lavandula stoechas</i> L et <i>Citrus sinensis</i> sur l'insecte ravageur de blé en poste- récolte <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst 1797).
Application N°7	Kouache. B	Mémoire A	Influence de la période de récolte sur le rendement des huiles essentielles de deux espèces de lamiacées « <i>Thymus vulgaris L</i> . <i>Origanum vulgare</i>
		Mémoire B	Etude de l'influence des paramètres intrinsèque et extrinsèque sur le rendement et la composition d'huile essentielle de <i>thymus vulgaris L</i>

Tableau N°7 : Résultats des travaux (faculté SNV).

Applications	Résultats	
Acaricide	-L'huile de thym tuer 121-135 varroas -L'efficacité de traitement est variable d'une application à une autre et une ruchette à une autre. - Le grand nombre de varroa morts est dans le période estival	
Antimicrobienne	-L'HE d'OB possède une activité microbienne fortement inhibitrice contre E. coli et S.aureus de diamètre d'inhibition varie entre (0 -25mm) et également une activité sur la levure (zone d'inhibition=25mm).	
Insecticide	Mémoire N°1	-Les huiles de <i>Mentha pulegium</i> et de <i>Rosmarinus officinalis</i> , très toxiques et très intéressantes pour les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> (la mortalité100%.) -le <i>Thymus vulgaris</i> donne un effet de toxicité moins important (la mortalité n'a pas dépassé les 55%) -l'effet insecticide des trois huiles essentielles sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> , elles donnent des toxicités faibles par rapport aux adultes.
	Mémoire N°2	-Les résultats ont montré pour chaque plante que les effets insecticides varient en fonction des doses et des temps d'exposition des huiles essentielles -Les huiles de <i>Mentha Routundifolia Eh</i> fraîche et de <i>Mentha Routundifolia Eh</i> sèche ont été plus actives que celle de <i>Lavandula stoechas L.</i> (100% pendant 16h et 60% pendant 72h respectivement)
Les facteurs influençant la qualité et la quantité des huiles essentielles	Mémoire A	Le rendement ce varier selon la saison, l'espèce, le cycle végétative et le mois (heur et période) « 0,17à 1, 06% pour le thym et 0à0, 02 pour l'origan »
	Mémoire B	Pour extrinsèque le meilleure rendement c'est dans la période de floraison « Mai » et dans le période matinal « 6-8h »

Tableau N°8: tableau représente les différentes étapes des travaux réalisés au niveau de l'université de Khemis Miliana.**Tableau N°8- A :** activité antimicrobienne.

Données Les applications	Saison d'application	la région et La fréquence d'application	Durée globale	Méthode d'extraction	Rendement En %	Doses utilisé	Les résultats	
Application N°1	Mars – mai	Oued- chorfa (située à l'este de la wilaya d'Ain Defla). -pendant 5à7jours.	3 mois	HD simple	Matières sèche: 2,72 Matières fraîche: 0,74	Selon les souches utilisées	-l'HE de thym donnée une forte activité sur toutes les souches microbiennes testées ($D > 27$), sauf sur <i>Klebsciella pneumoniae</i> elle est modérément inhibitrice ($D = 27$). - fortement inhibitrice sur la levure utilisée par apport aux autres bactéries utilisées, dont la Z.I est de (60mm) de diamètre.	
							Gram+	<i>SP.Streptococcus</i> : D= 29 mm <i>Staphylococcus aureus</i> : 35 mm <i>Klebsciella pneumoniae</i> : 27 mm
							Gram-	<i>Escherichia coli</i> : 45 mm
							Levure	: <i>Condidat albicans</i> : 60 mm
Application N°2	Fin de Mars Et Fin de Juin	La plante à étudier dans Université de .Khemis. Miliana et les souches dans Hôpital .Khemis. Miliana	4 mois	HD assisté par microonde sous pression réduit « UMHD »	Varie entre 0,43-1,55 :M. S 0,95 -0,55 :M.F	/	-L'HE d'OB possède une activité microbienne fortement inhibitrice contre E. coli et S.aureus de D.I varie entre (0 -25mm) et également une activité sur la levure (Zone d'inhibition =25mm)	
Application N°3	Mars-Mai 2013	Oued Sly (située à l'ouest de la wilaya de chlef). -Les souches de l'hôpital sobha. 5min pendant 85min.	3 mois	HD « Clevenger »	Thym : 3,96% Origan : 1,42%	0,5 % 0,25% 0,125% 0,0625%	l'HE de T. vulgaris et d'Origanum vulgare est plus efficace sur les germes E. coli et C.albicans, aussi est efficace sur les autres germes. Et plus les concentrations de l'HE diminuent, plus les Diamètre d'inhibition diminuent.	
Application N°4	Mars-Mai 2012	Mekhatria et El Attaf	3mois	HD	3,9	20µl de chaque dilution. Bactérie : 30°C/24h Levure : 25°C/48 h	L'analyse qualitative et quantitative d'HE de <i>Thymus vulgaris</i> exercé une importante activité inhibitrice vis-à-vis des bactéries et de levure testées, sauf la <i>Ps. Aeruginosa</i> qui se révèle un peu résistante. En effet, toutes les souches bactériennes et levuriennes utilisées se sont inhibées à une concentration comprise entre 0.06% et 1%.	

Tableau N°8 –B : Lute contre les insectes.

Données Les applications	Saison d'application	la région et La fréquence d'application	Durée globale	Méthode d'extraction	Rendement %	Doses utilisés	Résultat
Travail N°4	Juillet-octobre	Média (Berrouaghia Oued chaair Souaghui) Pendant 4h	3mois	HD Simple	2,21	5 µl 10 µl 15 µl 20 µl	-Les huiles de <i>Mentha pulegium</i> et de <i>Rosmarinus officinalis</i> , très toxiques et très intéressantes pour les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> (la mortalité 100%.) -le <i>Thymus vulgaris</i> donne un effet de toxicité moins important (la mortalité n'a pas dépassé les 55%) -l'effet insecticide des trois huiles essentielles sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> , elles donnent des toxicités faibles par rapport aux adultes.
Travail N°5	Mars- avril 2012	Ain Defla : - trois répétitions T.O : chaque 4h pendant 16h pour (M) et chaque 24h pendant 72h Pour (R et T) Arib : chaque 24h pendant 3J	2mois	HD Simple	/	5 µl 10 µl 15 µl 20 µl	-Les résultats ont montré pour chaque plante que les effets insecticides varient en fonction des doses et des temps d'exposition des huiles essentielles -les huiles de <i>Mentha rotundifolia Eh</i> fraîche et de <i>Mentha rotundifolia Eh</i> sèche ont été plus actives que celle de <i>lavandula stoechas L.</i> (100% pendant 16h et 60% pendant 72h respectivement)
Travail N°6	Avril – Mai 2012	Oued chorfa -Chaque 3J	2mois	HD Simple	/	Par fumigation	-L'huile de thym tuer 121-135 varroas -L'efficacité de traitement est variable d'une application à une autre et une ruchette à une autre. - Le grand nombre de varroa morts est dans le période estival.

Tableau N°8-C: Les facteurs influençant sur le rendement.

Les données Les Applications	Saison d'application	la région et La fréquence d'application	Durée globale	Méthode d'extraction	Rendement En %	Doses utilisés	Les résultats
Application N°7	Juin –mai	El-Mekhatria deux fois par mois entre 12h à 14h	11mois	HD « Clevenger »	Thym 0,17-1,06 Origan 0,02, 0,2	/	Le rendement ce varier selon la saison, l'espèce, le cycle végétative et le mois (heur et période) « 0,17à 1, 06% pour le thym et 0,02 pour l'origan »
Application N°8	Mars- mai	-Tmoulga -Boukaben -Harchaoua	3mois	HD « Clevenger »	Thym 1,79% 2,02% 2,2%	/	Pour extrinsèque le meilleure rendement c'est dans la période de floraison « Mai » et dans le période matinal « 6-8h »

Discussion des résultats :

L'Huiles Essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Origanum vulgare* est plus efficace sur les germes *Escherichia. Coli* et *Candidat. Albicans*, aussi huiles essentielles est efficace sur les autres germes.

Nous constatons, que même diluée notre huiles essentielles exerce une activité inhibitrice remarquable. Plus les concentrations de l'huile diminuées, plus les zones d'inhibitions diminuées. Tableau N°8-A.

Les huiles essentielles ont des activités acaricides. En effet, on remarque que le plus grand nombre de mortalités se situe durant la période estivale parce que les acariens deviennent plus vulnérables. Le taux d'infestation diminue par l'application des huiles essentielles. Signalons aussi, que ces dernières présentent des activités insecticides se traduisant par un taux de mortalité, après un traitement par les huiles essentielles, qui varie en fonction du la durée du traitement (même espèce), de la dose utilisée (même espèce) et de l'espèce (différentes espèces). Voir le Tableau N°8-B.

Enfin, le rendement des huiles essentielles varie en fonction de la période de cueillette (stade floraison), l'heure de cueillette (le même stade de floraison) et la région de la cueillette (communes) Tableau N°8.

Conclusions

Conclusion

Les huiles essentielles sont connues par leur richesse en molécules bioactives qui sont utilisées dans différents domaines. A cet effet on a effectué une analyse bibliographique des travaux sur les huiles essentielles de quelques espèces des *Lamiacées* qui sont réalisés au niveau de l'Université de Khemis Miliana.

Dans notre travail nos résultats montrent que les huiles essentielles de « thym, origan, menthe, romarin, lavande, basilic » se caractérisent par :

- Pouvoir de lutte contre les insectes (menthe et romarin 100%, lavande 60%, thym 55%) et les acariens (121-135 varroas mort par le thym).
- Les huiles essentielles ont des activités anti-inflammatoires (*E. coli* et *S. aureus* « 0 -25mm », les levures (25mm) »).
- Présentent des activités antimicrobiennes.
- Et enfin on a les facteurs influençant sur le rendement des huiles essentielles.

A la lumière de nos résultats, on observe que le rendement des huiles essentielles de ces espèces varie selon :

-Les facteurs extrinsèques et intrinsèques.

- et par la période et l'heure de récolte (période de floraison « avril, juillet » et à « 06h-08h » matinal).

Notre étude révèle que les travaux réalisés au niveau de l'Université de Khemis Miliana restent insuffisants et doivent être complétés par :

- 1- d'autres axes de recherche dans ce domaine.
- 2- l'élaboration d'une carte de répartition de ces espèces.
- 3- La mise en application de ces résultats obtenus sur le terrain.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

- AFNOR (2000):** Recueil de normes Françaises “Huiles essentielles”, AFNOR, Paris. AFNOR NFT 75-006. 2000.
- Anonyme, 2002:** thymus vulgaris image processed by Thomas schoepke www.plant.pictures.de
Antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisien Thymus capitatus Hoff. Antimicrobial activity of the essential oil of Thymus algeriensis Boiss et Reuter.
- Degryse et al, 2008 :** Lutte biologique par l’huile essentielle de Rosmarinus officinalis. Mémoire de Mme Frouhat. Z et Lahcini. B.UKM, Ouargla.
- Anton et Lobstein 2005 :** Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Tec. & Doc., Paris, 522
- Bakkali, 2008:** Avarbeck S, Avarbeck D, Review MI-Biological effect of essential oils- A review Food and Chemical Toxicology.
- Baudoux, D, 2007.** Le formulaire d’aromathérapie pratique pour le prescripteur et le conseil pharmaceutique. Edition Inspir, 2007.
- Baudoux, D., Blanchard, J-M. Malotaux, A.F, 2006.** Les cahiers pratiques d’aromathérapie selon l’école française, Soins palliatifs .Edition Inspir, 2006. Belaagoune S. ET Himed L. (2007). Etude de l’activité antioxydant d’une huile essentielle de
- Belhadi, 2010 :** Mémoire Master Académique, Université KASDI MERBAH – OUARGLA - *Lutte biologique par l’huile essentielle de Rosmarinus officinalis*. Mme : FROUHAT. Z. Melle : LAHCINI B
- Benamor, Haddad 1993) :** Extraction des essences des aiguilles du cèdre de l’Atlas. P, F, E, E.N.P.
- Benbouli, 2005 :** « valorisation des extraits des plantes aromatiques et médicinales de : “Mentha rotundifolia et thymus vulgarise” », (Mémoire de magistère).154P
- Benini, 2007 :** Contribution à l’étude de la diversification de la production d’huiles essentielles aux
- Benkiki ,2006 :** étude phytochimique des plantes médicinales algériennes : Ruta montana, Matricaria pubescens et hypericum perforatum- thèse de doctorat ; Université El-Hadj-Lakhdar.Batna.
- Bernadet, M, 2007.** La phyto-aromathérapie pratique .Edition Dangles, 2007.
- Bouguerra, 2012:** «L’étude de l’influence des paramètres intrinsèque et extrinsèques sur le rendement et la composition d’HE de thymus vulgaris ». Mémoire de magister (YAHYAOUI .S).
- Bouhdid; 2006):** Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterials
- Brian, 1995et Hernandez, 2005 :** Substitution de solvants et de matières actives de synthèses par combine « solvants / Actif » .D’origine végétale. Thèse de doctorat de l’institut national polytechnique de Toulouse .France

- Bruneton, 1993** : Bruneton J. Pharmacognosie et Phytochimie des plantes médicinales. 3ème Ed Tec&Doc. Paris.1993. Université
- Bruneton, 1999** : Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. *Tec. & Doc.* Lavoisier
- Chami, N., Chami, F., Bennis, S., Trouills, J., Remmal, A., 2004.**Antifungal treatment with carvacrol and eugenol of oral candidiasis in immunosuppressed rats Brazilian Journal of Infectious Disease, vol. 8 n° 3, Salvador June 2004.
- Chikhoun, 2007**: les huiles essentielles d'espèces de thym et d'origan.Memoir de magister, INA. Alger, 118.
- CHoudhury et al, 2006** : Analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential, trace and toxic elements and its antioxidant behaviour- Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis; Vol. 41; pp 825–832.
- Cowan. M.M ,1999** : Plants Product as Antimicrobial Agents. Clinicat Microbiology.
- Dimitrijevic et al, 2007** : A study of the synergistic antilisterial effects of a sub-lethal dose of lactic acid and essential oils from *Thymus vulgaris* L.,*Rosmarinus officinalis* L. and *Origanum vulgare* L- Food Chemistry; Vol. 104; pp 774–782.
- Dob et al. (2006)**: Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus algériensis* Boiss et Reuter- The International Journal of Aromatherapy.
- Draglant et al, (2003)** : Etude de l'Extraction et de l'Activité biologique L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* de la région de Ain Defla. Mémoire de master de Brada .K.2012 .Editions LMV, 2002.
- Elqaj et al, 2007** : Mémoire de fin d'étude de Mr Mekhaneg «Extraction et étude de l'activité de *thymus volgaris* et de l'origan vulgare de la région de chlef. (Laatab. H.) ».
- Fellah et al, 2006**: Extraction et étude des huiles essentielles de la *Salvia officinalis*.L cueillie dans deux régions différentes de la Tunisie - Journal de la Société Algérienne de Chimie J. Soc. Alger. Chin.; Vol. 16; N°2; pp 193-202.
- Fellah. S, Ramadhan. M, Abderrahmane. M, 2006** : Journal de la société Algérienne de la chimie 2006.
- Franchomme, P., Jollois, R., Penoel, D.2012.**L'aromathérapie exactement : Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Editions Jollois, 2001
- Gachkar et al, 2007**: Chemical and Biological characteristics of *Cuminumcyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils- Food Chemistry; Vol. 102; pp: 898-904.
- Garnéro, 1991** : Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur

- Garnéro, 1991 ; Bruneton, 1999 ; Benini, 2007 :** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3ème Ed Tec&Doc. Paris.
- Gherman et al., 2000; Bouhdid et al, 2006; Hilan et al., 2006:** comparative analysis of some active principales of herb plants by GC/MS-Talanta ;
- Guenter, 1975:** The essential oils Vol II, III, IV, V, VI, and D. Van No strand Ed. New York USA.
- Hachama, 2012:** Caractérisation et effets antimicrobiens d'huile essentielle de la plante médicinale «*Thymus vulgaris*»
- Hilan et al ; 2005 :** Comparaison entre l'effet acaricide de 3 doses d'huiles essentielles de thym sur le *VARROA JACOBSONI D'APIS MELLIFERA INTERMISSA* AU Cours d'un période hivernale dans la wilaya Ain Defla ; « mémoire d'Ingénieur d'Etat En Agronomie-Blida »
- Hilan, 2006:** huiles essentielles de certaines plantes medicinales libanaises de la famille de lamiaceae- Libanaise Science Journal; Vol.7; N°2.
- Iserin, 2001 :** Encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Ed. Larousse. Londres P.
- Lahlou, 2004:** Methods to study photochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research* 18 : pp. 435-448.
- Lais ,2001 :** L4abcDAIRE DES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES, Flammarion France, pp52, 78, p/119
- Lee SJ et al, 2005:** identification of volatile components in bacil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties.
- Lucchesi, 2005 :** Extraction sans solvant assiste par micro ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat en sciences, discipline : chimie. Université de la Réunion, faculté des ST.
- Medi, 2010:** L'étude de l'influence des paramètres intrinsèque et extrinsèques sur le rendement et la composition d'HE de *thymus vulgaris* ». Memoir de magister (YAHYAOUI .S).
- Mheen 2006:** Mill. Cultivated in bangladesh. *Bangladesh J. Bot.* 38(2): pp.181-183.
- Miller, et al, 2006:** Cacogenic glycosides from the rare Australian endemic rainforest tree *Clerodendrumgrayi* (Lamiaceae)-Phytochemistry; Vol. 67; pp 43-51.
- Mohammad et al, 2007;** Essential oil content and heavy metals composition of *Thymus vulgaris* cultivated in various climatic regions of Jordan. *Int. J. Agric. Biol.*, Vol. 11, N° 1, pp.59-63.

Naghbi et al, 2005: Labiatae Family in folk Medicine in Iran : from Ethnobotany to pharmacology – Iranian journal of pharmaceutical Research; Vol. 2;pp 63-79.2005

Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE). (Page consultée le 23 mars 2013). Maladies, infections et infestations de la Liste de l'OIE en vigueur en 2013 [en ligne]. Adresse URL : <http://www.oie.int/fr/santeanimale- dans-le-monde/maladies-de-la-liste-de-loie-2013/>.

Roux, 2008 : Conseil en aromathérapie. 2eme édition, Pro-officina, 187. *Schinus molle. Mémoire d'Ingéniorat.* INATAA, Université Constantine. 57p.

sardinian thymus essential oils. Lett appl Microbiol, 29 (2), pp 130-135. ET Dorman et Deans, 2000.

Schwämmle et al. 2001 : Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey- Journal of Ethnopharmacology; Vol. 76; pp 183-186. 2001.

Stefanovits. B et al. (2003) : Thuille N., Fille M., Nagl M. Bactericidal activity of herbal extracts. Int. J. Hug. Environ. Health: 217-221.2003.

Valent ,2001 : Phytothérapie (traitement des maladies par les plantes). Edition El -Malouine, Paris.

Willem, J.P, 2002. Le guide des huiles essentielles pour vaincre vos problèmes de santé

Zhiri ,2006 : Nutra news science, nutrition, prévention et santé, édition la fondation pour le libre choix

Annexes

Les méthodes d'extractions



Figure N°1 : l'expression à froid

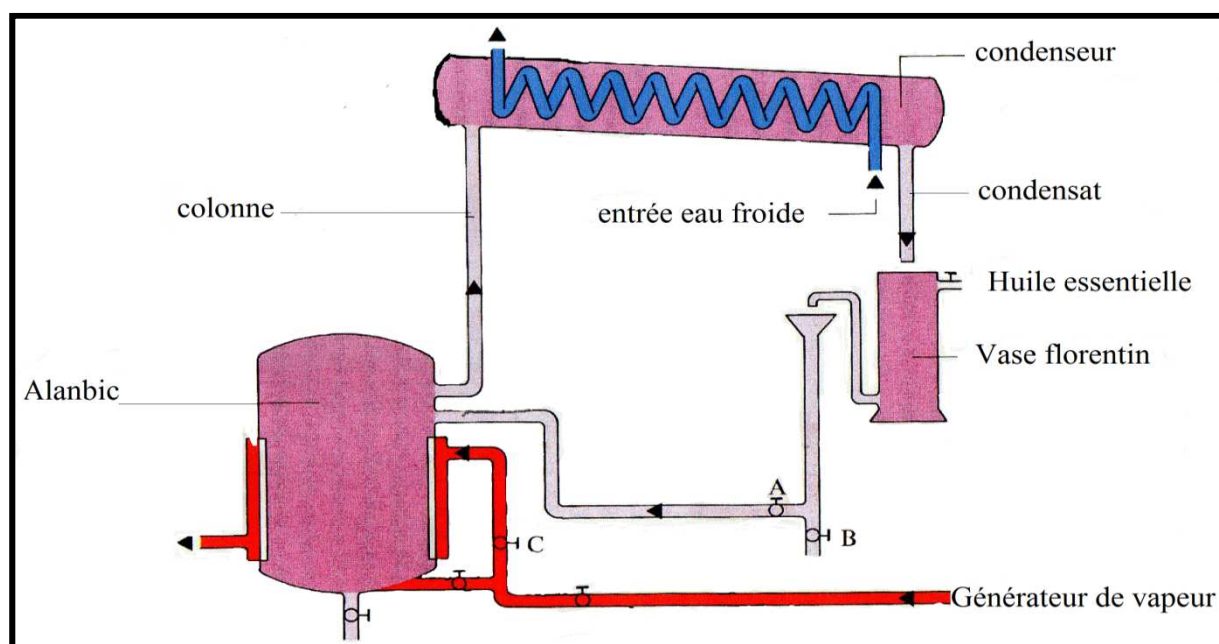


Figure N°2 : Machine d'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau

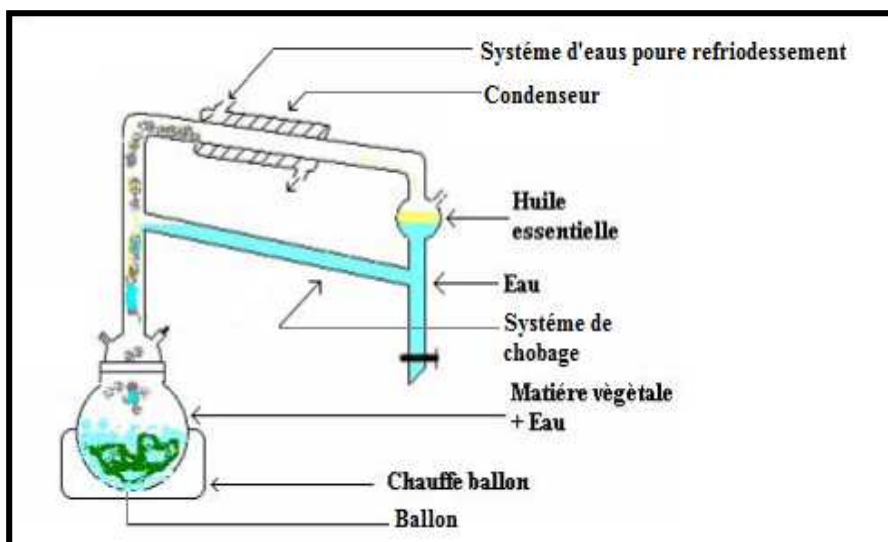


Figure N°3 : Distillation à vapeur saturée

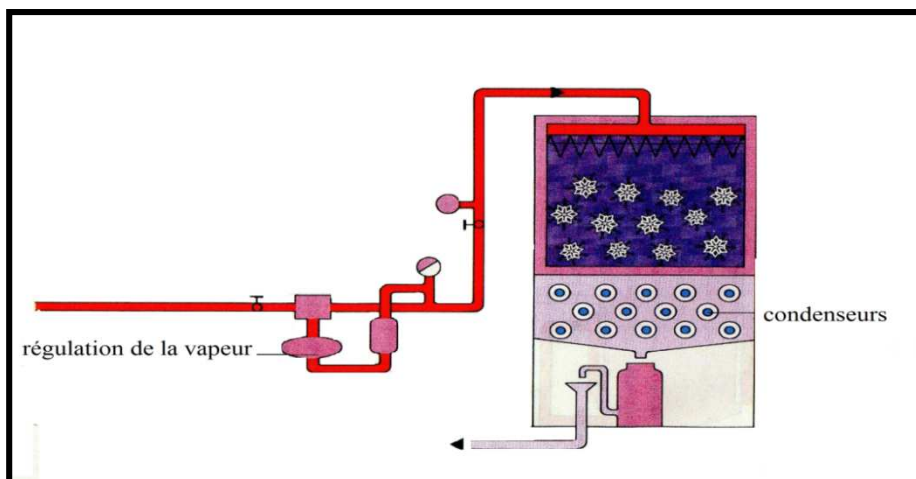


Figure N°4 : Appareillage d'extraction par hydrodiffusion

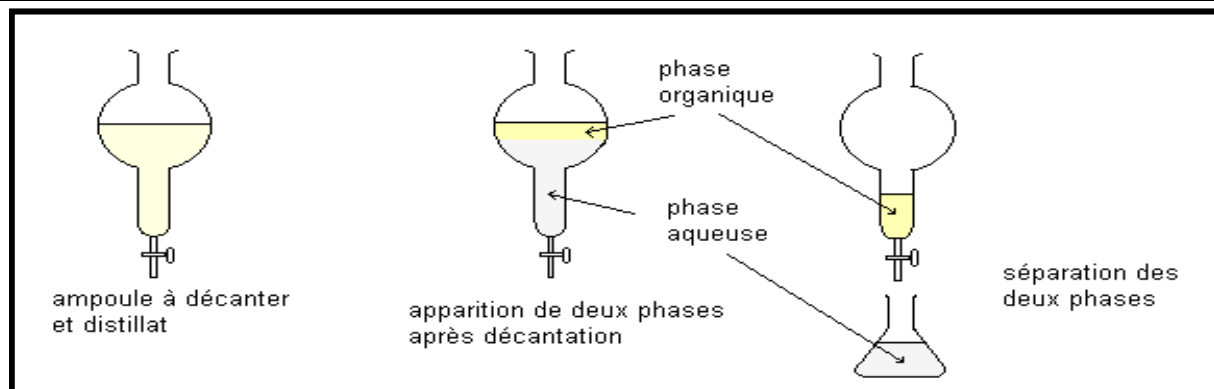


Figure N°5: Méthode d'extraction avec le solvant organique volatil



Figure N°6 : Appareille d'extraction par micro-onde

Quelques figures de plantes étudiées



Figure N°7: dessin de *Thymus vulgaris*



Figure N°8 : Origan



Figure N°9 : menthe

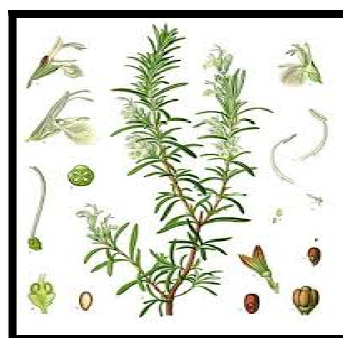


Figure N°10 : romarin



Figure N°11. : Basilic



Figure N°12 : lavande

Bactéries à Gram positif(+)

Les bactéries Gram positif protègent leur membrane avec une paroi épaisse, le composant majeur de la paroi est polymère complexe de sucres et d'acides aminés, appel muréine ou peptidoglycane .la muréine est un composant essentiel qui donne à la bactérie sa forme et sa rigidité que ce soit chez les bactéries Gram positif ou chez la bactérie Gram négatif.

1. *Staphylococcus aureus*

Cocci à Gram positif, appartient à famille des micrococaceae, ubiquitaire qui retrouve dans le sol, l'air et l'eau, c'est un commensal de la peau et des muqueuses de l'homme, on le trouve à l'état normal dans l'oropharynx, les fosses nasales, dans les selles et au niveau du périnée ou des aisselles *S.aureus* résistante à plusieurs antibiotiques difficiles à traiter aux médicaments. Les *Staphylococcus aureus* produisent des toxines comme hémolysine.et les entérostomies qui provoquent habituellement de vomissement et souvent la diarrhée peu de temps après l'ingestion de nourriture contaminée.

2. *Streptococcus*

Le genre *Streptococcus* rassemble des espèces bactériennes qui ont en commun un certain nombre de caractères. Ce sont des cocci à Gram positif, sphériques ou ovoïdes, disposés en paire pour former des diplocoques et pouvant se présenter sous forme de chaînettes parfois longues, ils ne sporulent pas. Ils ne possèdent ni catalase (à la différence des staphylocoques), ni oxydase (à la différence des *Neisséria*).

Bactéries Gram négatif(-)

Les bactéries Gram négatifs ont adopté une solution différente pour protéger leur membrane cytoplasmique, il fabriquent une structure particulière, la membrane externe, située à l'extérieur de la muréine la membrane externe est chimiquement distincte des autres membranes biologique ,ce qui lui confère la capacité de résister aux agent chimiques nocifs, c'est une structure à deux feuillet mais le feuillet externe contient un composant unique en plus des phospholipides; il s'agit du lipopolysaccharide bactérien ou LPS, molécule complexe rencontrée uniquement chez les bactéries **Gram -** .

1. Genre *Pseudomonas*

Bacilles à Gram négatif, mobiles par une ciliature polaire, rarement immobiles, non sporulés. Bactéries chimio-organotrophes avec un métabolisme strictement respiratoire avec comme accepteur terminal d'électrons l'oxygène en aérobiose et pour certaines espèces le nitrate en anaérobiose avec synthèse d'une nitrate-réductase (respiration des nitrates). Oxydatifs ou inactifs dans l'épreuve de Hugh et Leifson. Presque toujours oxydase (+) c'est-à-dire possédant pour la plupart une chaîne cytochromique complète comprenant le cytochrome C et un cytochrome C oxydase

2. *Actinobacter*

Il s'agit de coccobacilles, courts, souvent en diplocobacilles, immobiles, à Gram négatif. Ce sont des aérobies stricts, souvent encapsulés, ne réduisant pas les nitrates, catalase (+), oxydase (-).

Phototrophes, ils peuvent croître sur un milieu minéral avec une source de carbone simple. GC 39 à 47 moles %). Bactérie ubiquitaire, *Actinobacter* se trouve principalement dans le sol et l'eau (douée, marine), les eaux d'égouts, isolée parfois dans le lait et les produits laitiers, dans les aliments. Elle est très fréquemment isolée chez l'homme : peau, salive, urine, conjonctive. Elle figure parmi les bactéries de la flore résidente normale du revêtement cutané.

3. *Salmonella*

Les *Salmonella* autres sont avant tout des parasites du tube digestif de l'homme et des animaux. Les *Salmonella* sont retrouvées dans le milieu extérieur, dans les eaux d'égout en particulier. Des *Salmonella* sont aussi fréquemment retrouvées dans les farines de poisson ou poudres.

4. l'espèce *E. coli*

E. coli est une espèce commensale du tube digestif de l'homme et des animaux. Dans l'intestin, *E. coli* est l'espèce aérobie quantitativement la plus importante, présente à raison de 10⁹ corps bactériens par gramme de selles. Cette population bactérienne ne représente qu'environ 1 ‰ de celle des anaérobies.