

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET

Institut DES SCIENCES VETERINAIRES



Mémoire de fin d'etudes

en vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire

THEME

Traitement par l'huile essentielle et sa toxicité Sur les tissus

Présenté par :

AGRANE AMAL

DORBANE FATIHA

Encadre par :

DR :BOURABEH AKILA

Année Universitaire 2016-2017

Sommaire

Dédicace.....	a
Dédicace.....	b
Remercîment	c
Introduction	4

Chapitre1

1/Définition des huiles essentielles.....	5
2/Téchnique d'extraction des huiles essentilles	5
3/Principales méthodes d'extraction :.....	5
3.1/ La distillation	5
3.2/ L'hydrodistillation.....	6
3.3/La distillation à la vapeur.....	6
3.3/La distillation à la vapeur.....	6
3.4/L'extraction par enfleurage	8
3.5/L'extraction par les solvants volatils	8
3.6/ L'extraction par expression	9
3.7/ L'extraction par micro-ondes	9
3.8/Extraction par ultrasons	10
3.9/ Extraction au fluide supercritique.....	11
4_Exemple parmi les huiles essentielles.....	12
4.1 :Description du genre <i>Thymus</i>	12
4.1.1/ Définition.....	12
4.2 Description morphologique de <i>Thymus ciliatus</i>	12
4.3. Classification taxonomique	13

4.4. Usage traditionnel du Thym.....	13
4.5. L'huile essentielle de Thym	14
4.6. Composition chimique de l'huile essentielle du thym :.....	14
4.7. Le thymol et le carvacrol.....	14
4.8. Polymorphisme chimique dans le genre <i>Thymus</i>	15
4.9. Travaux antérieurs réalisés sur <i>Thymus ciliatus</i>	15

5_ Les compositions des huiles essentielles.....	16
5.1 /Composition chimique.....	16
5.2 /Les composés terpéniques.....	16
5.2.1/Les monoterpènes	17
5.2.2/ Les sesquiterpènes.....	17
5.3/ Les composés aromatiques dérivés du phenylpropane	17
5.4/ Les composés d'origines diverses	18

Chapitre 2

1/Mode d'action des huiles essentielles.....	19
2/Propriétés et activités biologiques des huiles essentielles	20
2.1/ Propriétés physique des huiles essentielles	20
3/ les Effets thérapeutiques	20
3.1 /Propriétés antimicrobienne	21
3.2/ Propriétés antibactériennes	22
3.3/Propriétés antivirales	23
3.4/ Propriétés antifongiques	24
3.5/Propriétés antiparasitaires	24
3.6/Antiseptique.....	25

Chapitre 3

Toxicité des huiles essentielles	26
1/ Toxicité des antioxydants	27

2/ Les applications des huiles essentielles.....	28
2.1/ Les applications alimentaires des huiles essentielles	28
2.2/ Utilisation en aéro-ionisation.....	29
2.3/ Parfumerie et cosmétologie.....	29
2.4 / Industrie alimentaire.....	30
3/ Utilisation des huiles essentielles.....	30
4/ Conservation de l'huile essentielle obtenue	30
5/ conclusion.....	31
Liste des abréviations	32
Liste des figures	33

Dédicace

Avant tout chose ;je tiens à remercier dieu le tout puissant, pour m'avoir donnée la force

C' est avec un grand honneur que je dédie chères au monde mes chers parents Tayab et djerbi fatima qui m'ont permis de continuer mes études dans les meilleures conditions

A la mémoire de ma grande mère qui ma toujours aimé

Je dédie aussi cette modeste réalisation à :

Mes très chères sœurs : djamila, sousou

A seul frère :Fethi

Mes très chères oncles,consins,consines

Ainsi que tous mes collègues, et mes amies :fella ,sérine

A ma tés chère amie et sœur et binome : Amal

A mon fidèle et le plus proche : Benziane amir khaled

Dorbane Fatiha

Dédicace

Avant dédicace ,je remercie le puissant « ALLAH »qui ma donnée le courage et patience pour mener ce travail à terme.

Je dédie à Mes très chers parents Sadek et Benyamina Fatma ;avec tout mon amour ;ma tendresse et mon estime et je souhaite que dieu leur prête une longue vie.

A ma seul frère Mohamed Elamine que je souhaite une bonne continuation dans leur études.

A mes sœurs :la plus proche fatiha ;feryel ;feyrouz ; fadwa et fatima et son fils Djamel Eddine ;que dieu les gardes.

A toute ma famille ;à mes cousins et cousines reconnaissance infinie .

A mes collegues et mes chère amies :fatiha ;fella ;sérinne et nora

Et je remercie également monsieur Fadel Allah pour son aide et ces orientations.

Agrane Amal

Remercîment

Tout d'abord, nous rendons grâce à dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonte, et la force nécessaire pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur de mémoire et l'enseignante de biochimie M^{me} **BOURABEH AKILA** pour son aide, ces conseils, sa disponibilité, et ces orientations pour l'accomplissement de ce travail.

Nous exprimons nos sincères remerciements à tous les enseignants de l'institut vétérinaire du Tiaret.

Nous n'oublions pas nos chers parents pour leurs contributions ;leurs prévenance et leurs patiences avec nous.

En fin nous remercions tous ceux et toutes celles qui ont participé de près ou de loin à réalisation de ce travail.

Liste des figures

Fig. 1 : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation de l'huile

Fig. 2: Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation sous micro-ondes .

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

Liste des abréviations

% :pourcentage

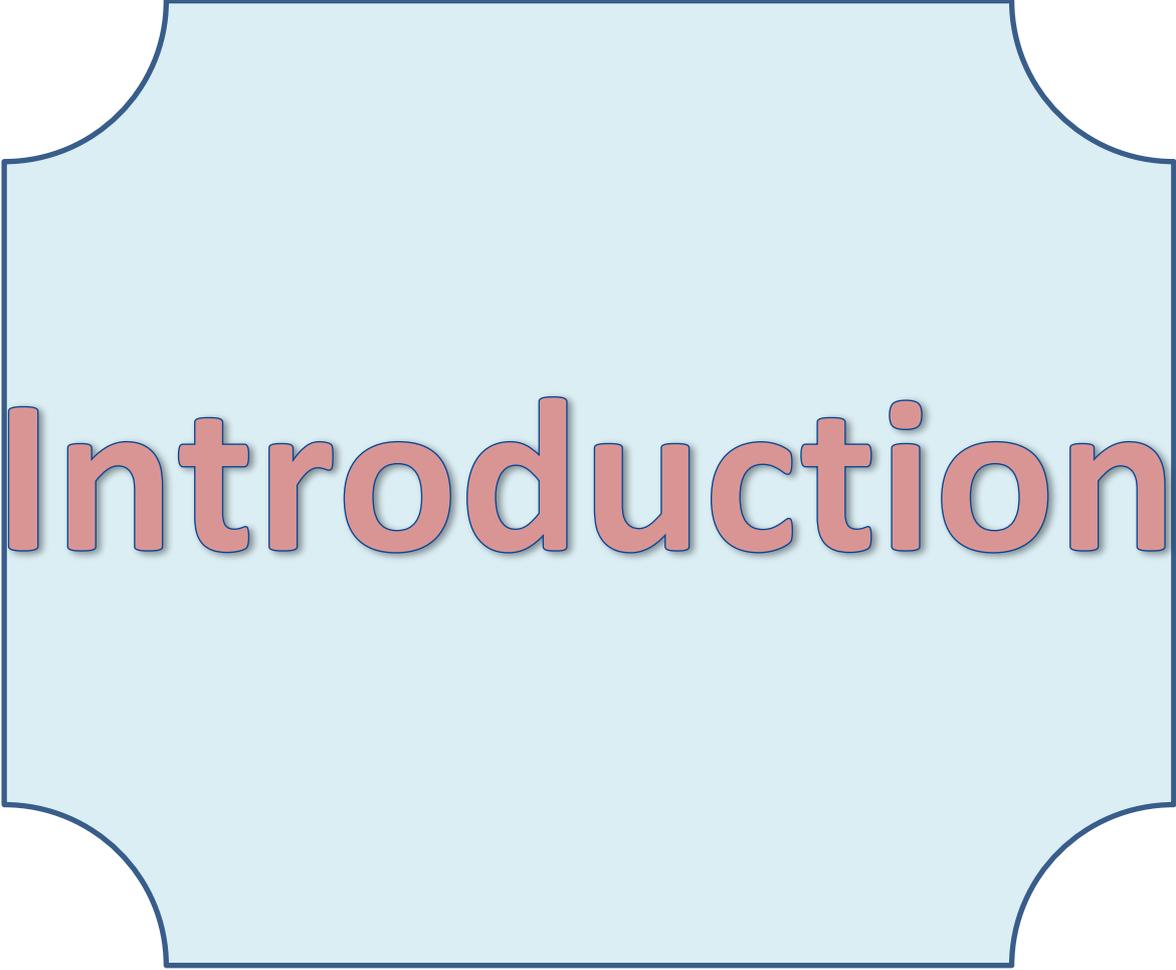
T :température

C° :celceuis

P :préssion

Ipp :isoprinique

C :carbon



Introduction

INTRODUCTION

L'Aromathérapie est une branche de la phytothérapie (thérapie par les plantes) qui utilise les extraits aromatiques (huiles essentielles et essences) d'une plante pour soigner. Les huiles essentielles sont des substances 100% naturelles extraordinairement riches en principes actifs. Elles sont obtenues par distillation à la vapeur d'eau des organes sécréteurs d'essence contenus dans les plantes aromatiques. Ces huiles sont très utilisées en aromathérapie, en pharmacie, en parfumerie et en cosmétique. Leur utilisation est liée à leurs différentes activités biologiques reconnues. Alors qu'il existe une demande de plus en plus importante pour des traitements par les plantes, beaucoup considèrent encore ceux-ci comme des survivances de « pratiques populaires ».

En phytothérapie, comme aussi en aromathérapie, n'existant pas de « pensée unique », les exemples d'emploi de végétaux rapportés à la suite, soit pour traitements d'appoint, soit comme curatifs ou préventifs par eux-mêmes, sont documentés à partir d'expérimentations pratiques faites par différents praticiens ou pharmacologues compétents. **(Coulon, 1999)**.

La promotion de l'usage des plantes médicinales et leur intégration dans le système de santé, font partie des priorités de l'Organisation Mondiale de la Santé **(Lamendin, 2004)**

Chapitre 1

Chapitre 1

1- Définition des huiles essentielles

Ce sont des extraits volatiles et odorants que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous produits du métabolisme secondaire. Les huiles essentielles sont des composés liquides très complexes. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie qui est Paromathérapie **(Benayad, 2008)**.

Au point de vue chimique, il s'agit de mélanges extrêmement complexes. Les Huiles essentielles (HE) sont constituées de différents composants comme les terpènes, esters, cétones, phénols, et d'autres éléments **(Benayad, 2008)**.

Les HE doivent leur nom à ce qu'elles sont très réfringentes, hydrophobes et lipophiles. Elles ne sont que très peu solubles ou pas du tout dans l'eau et on les retrouve dans le protoplasme sous forme d'émulsion plus ou moins stable qui tend à se collecter en gouttelettes de grosse taille. Par contre, elles sont solubles dans les solvants (acétone, sulfure de carbone, chloroforme, etc.) des lipides et, à l'inverse des glycérides, dans l'alcool **(Benayad, 2008)**.

Mais à ces caractères de solubilité se limite la ressemblance avec les huiles grasses. Les HE forment une tache transparente sur le papier, celle-ci disparaît rapidement car les essences végétales sont très volatiles (contrairement aux résines qui, habituellement dissoutes dans les essences, laissent un résidu visqueux ou solide après évaporation des essences). Grâce à cette propriété, les essences végétales diffusent rapidement au travers des épidermes, même au travers des cuticules épaisses et se répandent dans l'atmosphère. Ce caractère, associé à la propriété qu'ont la plupart des essences végétales de posséder une odeur très prononcée, et souvent agréable, les rend responsables de l'odeur caractéristique de nombreux végétaux odoriférants **(Benayad, 2008)**.

2/ les techniques d'extraction des huiles essentielles :

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles. Les principales sont basées sur l'entraînement à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction **(Samate Abdoul, 2001)**.

3/ Principales méthodes d'extraction :

3.1/ La distillation

Chapitre 1

Selon **Benjilali (2004)** la distillation peut être définie comme étant la séparation des constituants d'un mélange de deux ou plusieurs composants en fonction de leur température de passage à l'état gazeux (ébullition ou sublimation). La distillation peut s'effectuer avec recyclage de l'eau de distillation (cohobation), ou sans recyclage. La production des huiles essentielles se ferait donc en deux étapes : la diffusion de l'huile essentielle de l'intérieur des tissus vers la surface du matériel végétal, et l'évaporation et entraînement à la vapeur d'eau.

Bruneton (1999) signale que le principe de la distillation repose sur la propriété qu'ont les huiles essentielles d'être volatiles sous l'effet de la chaleur, l'huile est alors entraînée par la vapeur d'eau. Après condensation, l'huile essentielle se sépare du distillat par décantation.

Il existe deux méthodes de base de distillation pour l'obtention des huiles essentielles qui reposent sur le même principe : entraînement des constituants volatils du matériel végétal par la vapeur d'eau. La différence entre eux réside dans le degré de contact entre l'eau liquide et le matériel végétal (**Anes et al., 1968 in Benjilali, 2004**) :

3.2/ L'hydrodistillation

Distillation à l'eau ou «hydrodistillation» (**Fig.1**): le matériel végétal est en contact direct avec l'eau. Lorsque le végétal est broyé on parle de turbo distillation. Selon **Bruneton (1999)**, l'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. Les inconvénients de cette méthode sont : la calcination du matériel végétal, ce qui entraîne une modification de la composition et des caractéristiques chimiques de l'huile essentielle (**Abou Zeid, 2000**), La non maîtrise de la température du récipient contenant le mélange (eau + organes végétaux) et la modification de l'odeur, de la couleur et de la composition de l'huile essentielle au cours de la distillation (**Chalchat et al., 1997**).

Cette méthode est généralement utilisée en cas des huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants. Elle est aussi utilisée dans l'extraction des huiles à partir des feuilles et des fleurs fraîches ou séchées. Parmi les huiles extraites par cette méthode, on cite l'huile de menthe, de myrte et de l'herbe à citron (**Haekel et Omar, 1993**).

3.3/La distillation à la vapeur

Distillation à la vapeur saturée : «vapo-hydrodistillation» : c'est le procédé le mieux adapté à l'extraction des essences, surtout si elles sont destinées à des fins thérapeutiques (**Bego, 2001**). Le matériel végétal, dans ce cas, n'est en contact avec l'eau, se trouve supporté par une grille ou une plaque perforée placée à une distance adéquate du fond de l'alambic, rempli

Chapitre 1

d'eau. Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers les plantes en entraînant les molécules aromatiques vers un système de refroidissement. La vapeur d'eau chargée ainsi d'essence retourne à l'état liquide par condensation. Le produit de la distillation se sépare donc en deux phases distinctes : l'huile et l'eau condensée que l'on appelle eau florale ou hydrolat (Anes *et al.*, 1968 in Benjilali, 2004; Belaiche, 1979).

Cette méthode est utilisée dans la distillation à partir de plantes fraîches telles que la menthe et le myrte et les plantes qui portent leurs huiles essentielles dans les feuilles qui sont cueillies puis partiellement coupées ensuite portées au dispositif de distillation. Puisque la plante fraîche est riche en eau, donc il n'est pas nécessaire de l'immerger (Haeckel et Omar, 1993).

Distillation à la vapeur directe : c'est une variante de l'entraînement à la vapeur qui consiste à pulser de la vapeur d'eau à très faible pression (0.02-0.15 bar) à travers la masse végétale du haut vers le bas, en utilisant la pesanteur comme force de déplacement de la vapeur, la composition des produits obtenus est qualitativement différente de celle des produits obtenus par les méthodes classiques. Le procédé permet un gain de temps et d'énergie ; ce procédé est appelé distillation par hydrodiffusion (Anes *et al.*, 1968 in Benjilali, 2004; Bruneton, 1999). Il découle des recherches de Fathy *et al.* (1965), Rudolf (1968), de Vernon et Richard (1976) que l'entraînement à la vapeur d'eau est préférable à l'hydrodistillation du fait qu'elle permet une extraction totale des huiles essentielles en améliorant le rendement de 33% par rapport à l'hydrodistillation.

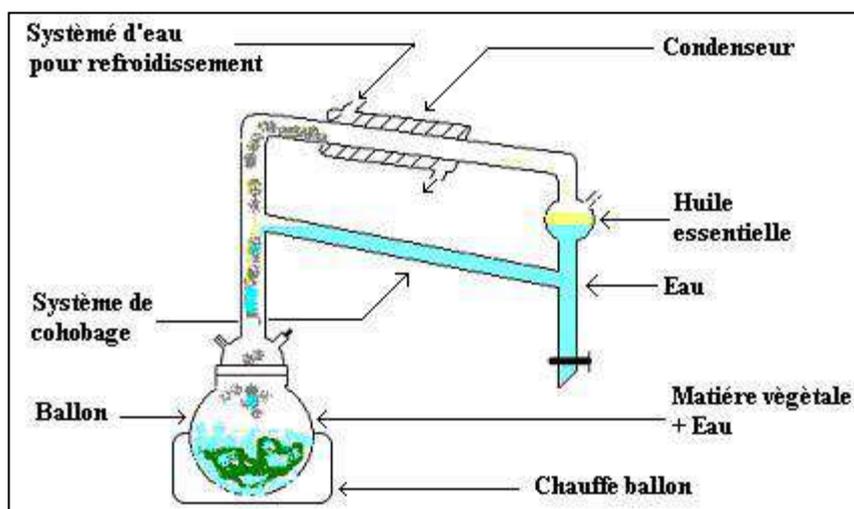


Fig. 1 : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation de l'huile (Hernandez Ochoa, 2005)

Chapitre 1

3.4/ L'extraction par enfleurage

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Il consiste à déposer des pétales de fleurs fraîches sur des plaques de verre recouvertes de minces couches de graisse (graisse animale type saindoux). Selon les espèces, l'absorption des huiles essentielles des pétales par le gras peut prendre de 24 heures (Jasmin) à 72 heures (Tubéreuse). Les pétales sont éliminées et remplacées par des pétales fraîches jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous vide (**Belaiche, 1979 ; France Ida, 1996**). Pour certaines plantes, on procède à une immersion des fleurs dans de la graisse chauffée, c'est ce que l'on appelle enfleurage à chaud ou «digestion» (**Bruneton, 1999**). Cette méthode appelée également macération à chaud par d'autres auteurs est surtout utilisée pour les fleurs délicates qui perdent leurs arômes très rapidement après la cueillette, comme les violettes et certains lys (**France-Ida, 1996**). Cette technique laborieuse, qui demande une grande labilité, est de moins en moins employée au profit de l'extraction par les solvants, en raison de son faible rendement et de l'importante main d'oeuvre qu'elle nécessite (**Abou Zeid, 1988**).

3.5/ L'extraction par les solvants volatils

Cette méthode est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence relativement faible ou pour les essences que l'on ne peut extraire par distillation. Elle est basée sur le pouvoir qu'ont certains solvants organiques à dissoudre les composants des huiles essentielles. Dans ce procédé, un épuisement des plantes est effectué à l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé «concrète». Le traitement de cette concrète par l'alcool absolu conduit à «l'absolue» (**Belaiche, 1979 ; Duraffourd et al.,1990**). Le choix du solvant est influencé par des paramètres techniques et économiques : sélectivité (pouvoir solvant à l'égard des constituants odorants), stabilité, inertie chimique, température d'ébullition pas trop élevée pour permettre son élimination totale, pas trop faible pour éviter les pertes et donc une élévation des coûts, sécurité de manipulation c'est à dire non toxique ou inflammable. Les solvants les plus utilisés sont les hydrocarbures aliphatiques : l'éther de pétrole et l'hexane, mais aussi le propane ou le butane liquide (sous pression). Si le benzène est un bon solvant, sa toxicité limite de plus en plus son utilisation. On a également recours aux solvants halogénés (dérivés chlorés et fluorés du méthane et de l'éthane) ainsi qu'à l'éthanol. Après l'extraction, le solvant est distillé et en fin de l'opération, le solvant qui

Chapitre 1

imbibe la masse végétale est récupéré par injection de vapeur d'eau dans celle-ci (**Bruneton, 1999**).

L'extraction par les solvants présente toutefois des contraintes diverses liées en premier lieu au manque de sélectivité de ces produits : de nombreuses substances peuvent de ce fait se retrouver dans les concrètes (huiles fixes, phospholipides, caroténoïdes, cires, certaines coumarines) et imposer une purification ultérieure, et en second lieu, à la toxicité des solvants et leur présence sous forme de traces résiduelles dans l'extrait final (**Bruneton, 1999**). En effet, **Viaud (1993)** affirme que des analyses sérieuses, par les méthodes les plus modernes, montrent que les proportions de solvants résiduaux dans les concrètes se situent entre 2 et 4% atteignant souvent 6% et même parfois 25%. Les absolues obtenues par lavage à l'alcool des concrètes contiennent encore des ppm importantes de ces solvants. De telles huiles ne sont donc pas admissibles à l'usage médical par contre, elles sont admissibles en parfumerie.

3.6/ L'extraction par expression

L'essence, altérable par entraînement à la vapeur d'eau, est ici extraite du péricarpe frais d'agrumes par différents modes d'extractions : dans l'industrie, les zestes sont dilacérés et le contenu des poches sécrétrices est récupéré par expression manuelle ou à l'aide de machines qui rompent les poches par expression et recueillent directement l'huile essentielle (**Bruneton, 1999**) ; ou encore après scarifications mécaniques, un entraînement de l'huile essentielle par un courant d'eau. L'essence est séparée par décantation comme précédemment (**Paris et Hurabielle, 1981**). Cette méthode artisanale est totalement abandonnée au bénéfice des machines utilisées pour permettre l'extraction des jus des fruits d'une part, et d'essence d'autre part (**Belaiche, 1979**).

3.7/ L'extraction par micro-ondes

C'est un procédé utilisant les micro-ondes et les solvants transparents aux micro-ondes pour extraire de façon rapide et sélective des produits chimiques de diverses substances (**Paré, 1997**). Le matériel végétal est immergé dans un solvant transparent aux micro-ondes de manière à ce que seul le végétal soit chauffé. Les micro-ondes vont chauffer l'eau présente dans le système glandulaire et vasculaire de la plante, libérant ainsi les produits volatils qui passent dans le solvant (non chauffé). On filtre et on récupère ensuite l'extrait. L'extraction par micro-ondes a le grand avantage de réduire le temps d'extraction à quelques secondes (**France Ida, 1996**). Ce procédé (**Fig. 2**), très rapide et peu consommateur d'énergie, livre un produit qui, est le plus souvent, de qualité supérieure à celle du produit d'hydrodistillation traditionnelle (**Bruneton, 1999**). Par ailleurs, l'analyse des huiles essentielles obtenues par

Chapitre 1

cette méthode a montré selon **Scheffer (1996)** que la composition qualitative des huiles essentielles était la même que celle des huiles obtenues par distillation mais le pourcentage des constituants variait de manière significative.

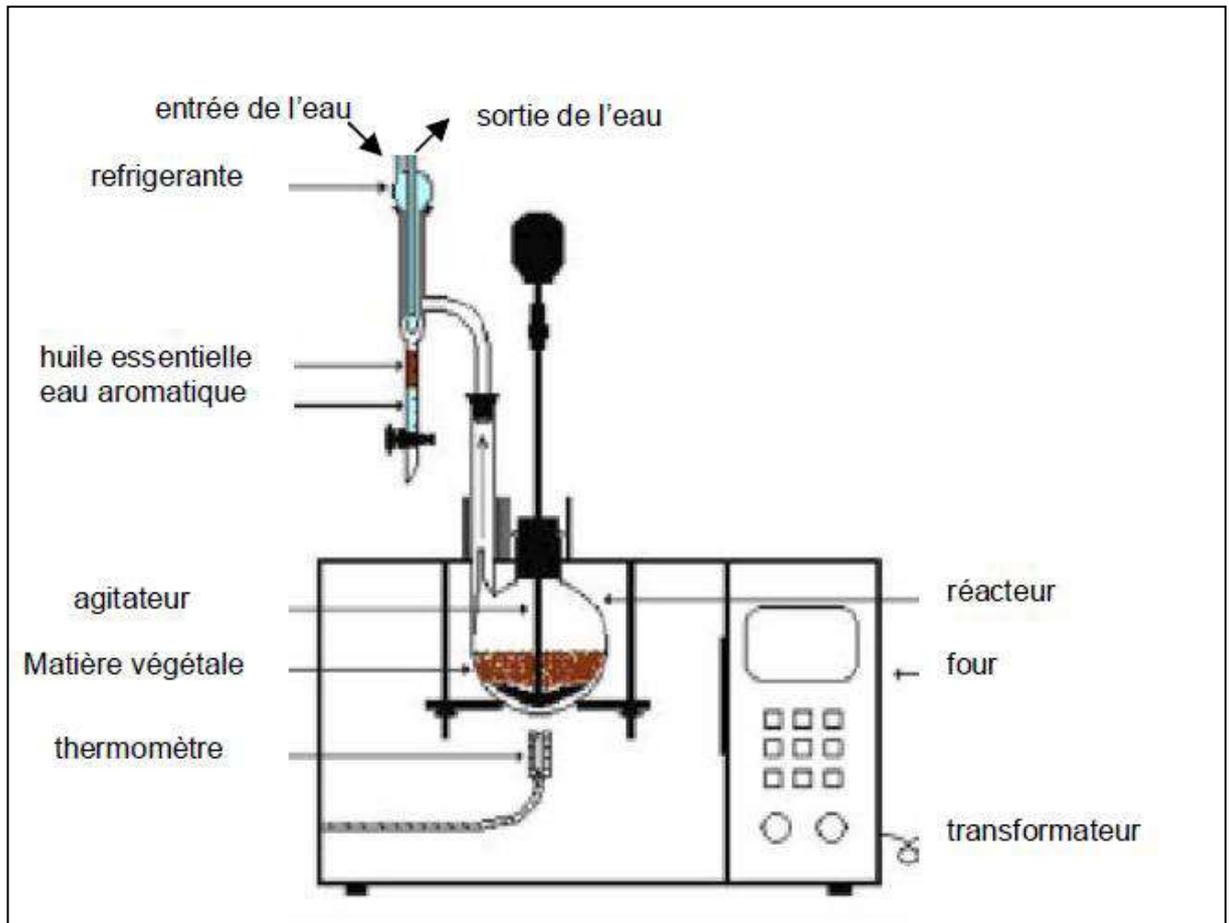


Fig. 2: Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation sous micro-ondes (Lagunez-Rivera, 2006)

3.8/ Extraction par ultrasons

Les micro-cavitations, générées par ultrasons, désorganisent la structure des parois végétales, notamment les zones cristallines celluloses. Les ultrasons favorisent la diffusion et peuvent modifier l'ordre de distillation, des constituants des huiles essentielles. L'extraction par les ultrasons est une technique de choix, pour les solvants de faible point d'ébullition, à des températures d'extraction inférieures au point d'ébullition. L'avantage essentiel de ce procédé est de réduire considérablement la durée d'extraction, d'augmenter le rendement en extrait et de faciliter l'extraction de molécules thermosensibles (**Lagunez-Rivera, 2006**).

Chapitre 1

3.9/ Extraction au fluide supercritique

Procédé relativement nouveau semblait à priori intéressant pour augmenter le rendement dans le cas de plantes peu riches en huiles essentielles. Il utilise les fluides à l'état supercritique pour extraire les composants contenus dans les végétaux. En effet, dans des conditions particulières de température et de pression situées au-delà du point critique, les fluides à l'état supercritique acquièrent des propriétés importantes qui se caractérisent par une bonne diffusibilité dans les matières solides et un bon pouvoir solvant. C'est ainsi que plusieurs gaz sont actuellement utilisés industriellement, mais l'intérêt s'est porté tout particulièrement sur le dioxyde de carbone CO₂ car, celui-ci présente d'incontestables atouts : produit naturel, inerte chimiquement, ininflammable, non toxique, facile à éliminer totalement, sélectif, aisément disponible et peu coûteux (**Bruneton, 1999 ; Wichtl et Anton, 1999**).

L'extraction au fluide supercritique consiste à comprimer le dioxyde de carbone à des pressions et à des températures au delà de son point critique (P=72.8 bars et T= 31.1°C). Le fluide ainsi obtenu traverse le produit à traiter et le charge en composé à extraire ensuite, il est détendu et passe en phase gazeuse et finalement se sépare du composé extrait. L'extraction des huiles essentielles par le CO₂ supercritique fournit selon **Scheffer (1996)** des huiles de très bonne qualité et en temps d'extraction relativement court par rapport aux méthodes classiques. **Bruneton (1999)** précise aussi que cette méthode est utilisée maintenant pour préparer des extraits d'épices (gingembre, paprika, céleri), des arômes (thé noir, bois de chêne fumé) et des essences végétales pures (débarrassées des terpènes, dépourvues d'intérêts olfactifs et oxydables, ou privées de certains constituants) et que les produits obtenus par cette technique ont une composition proche de celle des produits naturels et ne comportent aucune trace résiduelle de solvant, contrairement à ce que l'on peut obtenir avec des solvants ordinaires.

En conclusion, et selon **Collin (2000)**, il n'existe pas de procédé meilleur que d'autres. Chaque végétal, chaque partie du végétal, et l'utilisation du produit obtenu commandent la technologie à employer. Bien entendu, les aspects de rentabilité économique sont tout aussi importants.

4/ Un exemple parmi les huiles essentielles :

4.1 :Description du genre *Thymus*

4.1.1/ Définition:

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 sciaticues, les douleurs des reins et de lavessie, 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. L'origine du nom sujette à diverses interprétations : Thym proviendrait du mot latin "thymus" qui signifie "parftimé". Thym à partir du mot grec "thymus" qui signifie "courage".

Le thym appartient à la famille des labiées, environ 215 espèces sont cultivées dans le monde (**EbrahimietaL, 2008**). En Algérie, il est représenté par de nombreuses espèces qui nese 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* sp. *coloratus*; de la région du Mefrouch (commune de Terny – Tlemcen)

4.2 : 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**).

Chapitre 1

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 (Temy, Sidi Djillali et Imama, etc

4.3. Classification taxonomique :

En 1963, **QuezeletSanta** 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 Bicarpetalées
Ordre.....Tubiflorales
Sous Ordre..... Lamiales.
Famille..... Labiées
Tribu..... Satureiés
Genre..... Thymus
Espèce *ciliatus*
Sous espèce *coloratus*
- eu-ciliatus - minbyanus

4.4. 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.

Chapitre 1

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

4.5. 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, oedème, 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.

4.6. 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 (**Pellecuer et al., 1980; Benjilali et al., 1987a; 1987b ; Agnihotri et Vaidy, 1996**).

Selon les travaux **d'Amarti et al. (2010)** ; l'huile essentielle de *T ciliatus* du Maroc est composée principalement de thymol (44,2 %), de f3-E-ocimène (25,8 %) et d'aterpinène (12,3 %) accompagnés d'autres constituants à des teneurs relativement faibles linalol (3,24 %), 8-3-carène (3,1 %), 1,8-cinéole (2,63 %) et carvacrol (2,4 %).

4.7. 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 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

Chapitre 1

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.

4.8. 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 chimio-types nettement tranchés, d'origine génétique, plus tard un septième chimiotypage 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.

4.9. 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 réalisée 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, Amartiet 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.

En 1979, Belaiche 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 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.

Chapitre 1

5. Les composition des huiles essentielles :

5.1 /Composition chimique :

Les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Le nombre de composants isolés est d'environ des milliers et il en reste beaucoup à découvrir (**BACIS, 1999**). Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes (les composés terpéniques) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phenylpropane beaucoup moins fréquents. Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton, 1999**).

5.2 /Les composés terpéniques.

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 unitèisoprénique à 5 atomes de carbone (C_5H_8)reconnue par **Wallach dès 1887 in Lamarti et al. (1994)**

Cet isoprène est à la base du concept de la «règle isoprénique» énoncée en **1953 par Ruzicka in Lamartiet al. (1994)**. Cette règle considère le diphosphate d'isopentényle (IPP), désigné sous le nom d'isoprène actif comme le véritable précurseur de la molécule terpénique. Les systèmes enzymatiques responsables de cette conversion (IPP en composés terpéniques dans les trois compartiments: cytoplasmes, mitochondries et plastes) sont hydrosolubles ou membranaires. Ces derniers permettent l'élongation de la chaîne isoprénique conduisant à tout l'éventail des composés terpéniques à 10, 15, 20 et 30 atomes de carbones (**Lamarti et al., 1994**). Seuls les terpènes dont la masse moléculaire est relativement faible (mono R et sesquiterpènes) sont rencontrés dans les huiles essentielles (**Bruneton, 1999**) et leur confère un caractère volatil et est à la base de leurs propriétés olfactives (**Pibiri, 2006**).

Il convient de souligner que la synthèse des terpènes n'est pas propre aux végétaux. Le squalène, ainsi que son nom l'indique est un terpène abondant chez les requins. Des sesquiterpènes et des diterpènes se rencontrent également chez les spongiaires et les cœlenthères (**Guignard, 2000**)

Les terpènes sont constitués d'un mélange d'hydrocarbures et de composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures. Dans certaines huiles essentielles, les hydrocarbures prédominent (ex. l'essence de Térébenthine) dans d'autres, la majeure partie de l'essence est constituée de composés oxygénés. Il est à noter que l'odeur et le goût des huiles essentielles sont donnés par ces composés oxygénés. Parmi ces composés oxygénés, on note d'alcools (géraniol, linalol), d'esters (acétate de linalyle), d'aldéhydes (menthone, camphre,

Chapitre 1

thuyone), les cétones, les éthers, les phénols et les peroxydes (**Paris et Hurabielle, 1981; Svoboda et Hampson, 1999**).

5.2.1/ Les monoterpènes :

Les composés monoterpéniques sont constitués de deux unités d'isoprène, leur formule chimique brute est C₁₀H₁₆(**Rahal, 2004**). Ces composés peuvent être: monoterpènes acycliques (myrcène, ocimènes), monoterpènes monocycliques (α- et γ-terpinène, p-cymène) et aux monoterpènes bicycliques (pinènes, Δ³-carène, camphène, sabinène). Selon **Bruneton (1999)**, la réactivité des cations intermédiaires justifie l'existence de nombreuses molécules caractérisées par différentes fonctions: alcools, cétones, esters, aldéhydes, éthers, peroxydes, phénols.

5.2.2/ Les sesquiterpènes :

Ils comportent trois unités d'isoprène, leur formule est C₁₅H₂₄ soit une fois et demie (sesqui) la molécule des terpènes (**Belaiche, 1979**). Ils présentent une grande variété dans les structures conduisant à un nombre élevé de possibilités, ce qui a retardé l'élucidation de leurs structures (**Rahal, 2004**). Les sesquiterpènes peuvent être également, comme les monoterpènes, acycliques (farnésol), monocycliques (humulène, α-zingibérène) ou polycycliques (matricine, artéannuine, β-artémisinine). Ils renferment aussi des fonctions comme alcools (farnésol, carotol, β-santalol, patchoulol), cétones (nootkatone, cis-longipinane-2.7-dione, β-vétivone), aldéhydes (sinensals), esters (acétate de cédryle) (**Bruneton, 1999 ; Laouer, 2004**).

5.3/ Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane :

Les huiles essentielles renferment aussi des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (C₆_C₃) mais qui sont beaucoup moins fréquents que les terpènes et dont la biogénèse est totalement différente (**Paris et Hurabielle, 1981**). **Bruneton (1999)** considère que ces composés sont très souvent des allyl- et propenyl phénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiacées (Anis, Fenouil: anéthole, anisaldehyde, méthyl-chavicol=estragole. Persil : apiole) mais aussi de celles du Girofle (eugénol), de la Muscade (safrol, eugénol), de l'Estragon (eugénol), du Basilic (eugénol), de l'Acore (asarones) ou des Cannelles (cinnamaldéhyde eugénol safrol). On peut également selon le même auteur, rencontrer dans les huiles essentielles des composés en (C₆_C₁) comme la vanilline (assez fréquente) ou comme l'antranilate de méthyle. Les lactones dérivées des cinnamiques (par exemple les coumarines) étant, au moins pour les plus simples

Chapitre 1

d'entre elles, entraînaibles par la vapeur d'eau, elles seront également présentes dans certaines huiles essentielles.

5.4/ Les composés d'origines diverses :

Ce sont des produits résultant de la transformation de molécules non volatiles entraînaibles par la vapeur d'eau. Il s'agit de composés issus de la dégradation d'acides gras, de terpènes. D'autres composés azotés ou soufrés peuvent subsister mais sont rares. Enfin, il n'est pas rare de trouver dans les concrètes des produits de masses moléculaires plus importantes non entraînaibles à la vapeur d'eau, mais extractibles par les solvants : homologues des phénylpropanes, diterpènes, etc (**Bruneton, 1999**). **Abou Zeid (1988)** signale que le composé soufré le plus rencontré est l'allyl isothiocyanate issu de la dégradation d'un glucoside sinigrósíde qui se trouve dans les graines de moutarde noire. Ce composé est incolore, fluide et de saveur piquante. Certaines plantes aromatiques produisent des huiles essentielles dont les composés terpéniques renfermant l'élément nitrogène. Parmi ces composés on cite l'indole, qui se trouve dans l'huile essentielle de citron et des fleurs de jasmin.

Chapitre 2

Chapitre 2

1/ 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 , 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

Chapitre 2

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**).

2/ Propriétés et activités biologiques des huiles essentielles :

Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie: l'aromathérapie. Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie Elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses, cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants entant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**ilammoudi, 2008; Ferhat et al 2009**).

2.1/ Propriétés physique des huiles essentielles :

Malgré leurs différences de constitution, les huiles essentielles possèdent un certain nombre de propriétés physiques. Elles sont généralement sous forme liquide à température ambiante et leur grande volatilité les oppose aux "huiles fixes" (lipides). Lorsqu'elles viennent d'être préparées, leurs teintes est généralement comprise dans une gamme allant de l'incolore, à jaune pâle. Il existe toutefois quelques exceptions, comme l'huile essentielle de camomille romaine (*Anthemis nobilis*) qui possède une coloration bleu clair due à la présence du chamazulène (**Faye et al., 1997**).

Leur densité est le plus souvent inférieure à l'unité. Seules 3 huiles essentielles officinales ont une densité supérieure à celle de l'eau: il s'agit des huiles essentielles de cannelle, de girofle et de saffras. Elles possèdent un indice de réfraction souvent élevé et sont douées de pouvoir rotatoire puisque constituées, pour l'essentiel, de molécules asymétriques. Peu solubles dans l'eau, elles lui communiquent cependant leurs odeurs (eaux distillées aromatiques). Elles sont solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques. Elles sont très facilement altérables et sensibles à l'oxydation, mais ne rancissent pas. Le caractère odorant des huiles essentielles est lié à la volatilité des molécules qui les composent ce qui permet de les obtenir par entraînement à la vapeur d'eau (**Faye et al., 1997**).

3 / les Effets thérapeutiques :

Les huiles essentielles aident à traiter les petites indispositions de la vie de tous les jours. Outre leur action curative, elles opèrent de manière préventive en

Chapitre 2

stimulant le système immunitaire afin que votre organisme lutte plus efficacement contre les infections bactériennes et virales.

Parmi les propriétés les plus connues, on citera la propriété antiseptique. A l'heure où les germes microbiens deviennent de plus en plus résistants, ce qui implique pour l'industrie pharmaceutique de trouver des antibiotiques de plus en plus puissants (mais aussi de plus en plus destructeurs de la flore saprophyte responsable de notre immunité), les huiles essentielles offrent une véritable alternative.

Leur efficacité se révèle en effet stable dans le temps et la preuve est faite tous les jours de leur grande efficacité, là où certains antibiotiques échouent désormais.

En fait, les vertus antiseptiques des plantes sont connues depuis des milliers d'années. Les hommes se sont ainsi aperçus, par exemple, que certaines aromates, comme le thym, la sarriette ou la cannelle freinaient la fermentation des aliments.

3.1/ Propriétés antimicrobienne :

Les vertus antimicrobiennes des huiles essentielles sont connues et utilisées depuis longtemps, mais cette utilisation se basait sur des pratiques traditionnelles (**Hala, et al, 2000**) et des applications sans bases scientifiques précises. On note l'étude faite par **Chamberland** en 1887 de l'activité antimicrobienne des essences de cannelle, d'origan et de girofle (**Beylier, 1976**), et qu'en 1919 **Gatte Fosse** a montré que le bacille de Koch était détruit en 5 minutes par une émulsion à 1% d'huile de pin.

De nos jours, leur emploi se fait sur des bases scientifiques et rationnelles puisque de nombreux travaux de recherche portent sur les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles des plantes aromatiques (**Cox, et al. 2000 ; Dorman, 2000 ; Flamini, 1999 ; Marino, 1999**).

In vitro, l'effet microbicide de certaines huiles essentielles a même été trouvé supérieur à celui des antibiotiques (**Valnet et al. 1978**). De plus, elles ont un champ d'action très large. Plusieurs travaux montrent que les huiles essentielles et leurs composés majoritaires (**Carson, et Riley, 1995**) ont un effet antimicrobien vis-à-vis des bactéries à Gram négatif et à Gram positif (**Karaman, 2001;Lis, 2001 ; Balchin, 2000 ; Perez, 1999 ; Sow, 1995**).

L'activité antifongique et antibactérienne des huiles essentielles et de leurs constituants est décrite par plusieurs études (**Conner,1993 ; Maghazy,1992 ; Inyoue,2001 ; Juven 1994; Kim, 1995; Knobloch , 1986 ; Blekas, et al., 1993 ; Remmal, 1993; Sivropoulou,1996**).

Chapitre 2

Ultée et coll, 1998 ; Ultée, et al. 2000,) ont montré l'effet bactéricide du carvacrol sur *Bacillus cereus* dans les aliments. (Didry, 1993) a montré l'effet antimicrobien du thymol et du carvacrol, utilisé individuellement ou en combinaison sur des germes d'infection respiratoire (Juven, et coll, 1994) ont obtenu une diminution importante des cellules vivantes de *Salmonella thyphimirum* en la traitant par l'huile de thym et ses constituants actifs.

Récemment, une étude in vitro a montré l'effet antiviral de l'huile essentielle d'origan et du girofle sur le virus Type 1 de l'herpès simplex ainsi que sur le virus de la maladie de Newcastle (Juven et coll, 1994) L'effet de l'huile de *Melaleuca alternifolia* (Teatreeoil) et celle d'eucalyptus d'origine australienne ont été testées sur le virus de l'herpès simplex dans des cultures cellulaires (Schon, et Reichling, 2001).

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles est principalement à leur composition chimique et en particulier à la nature de leur composé majoritaire. En effet, il est admis que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles se classe dans l'ordre décroissant suivant la nature de leur composés majoritaires : Phénol >alcool >aldéhyde >cétone> oxyde> hydrocarbures >esters (Franchomme, 1981 ; Lee et al. 1971). L'effet des composés quantitativement minoritaires n'est parfois pas négligeable (Tantaoui et al. 1993).

3.2/Propriétés antibactériennes :

Des études récentes ont montré que les huiles essentielles et leurs constituants présentent un potentiel important en tant qu'agents antibactériens et dans plusieurs domaines industriels et médicaux (Baser, et al. 2000 ; Dorman, 2000). Le profil chimique de l'huile essentielle originaire de plusieurs pays a été déjà étudié (Arras, 2001) Les huiles essentielles sont réputées avoir une activité antibactérien qui a été évaluée surtout dans des milieux liquides. Onrapporte l'activité antibactérienne des huiles essentielles dans un état gazeux. (Inouye, etal. 2001).

Les huiles essentielles possèdent une forte activité antibactérienne (Beraud et al. (1991). D'après les travaux de SIVROPOULOU, et Beuchat, (1976), les huiles essentielles présentent des activités antibactériennes remarquables contre les souches à Gram+ et à Gram-. Etant donnée la grande complexité de la composition chémotypique des huiles essentielles, malgré de possibles synergies certains auteurs préfèrent étudier l'effet d'un composé isolé pour pouvoir ensuite le comparer à l'activité globale de l'huile. Ainsi l'activité bactérienne des Composés aromatiques semble être liée à la présence de certaines fonctions chimiques.

L'activité antibactérienne des huiles essentielles est principalement fonction de leur composition chimique, en particulier de leurs composés volatils majeurs. De nombreuses études ont prouvé les activités antibactériennes de diverses plantes (Billing, 1998 ; Hili,

Chapitre 2

1997 ; Pattnaik et al., 1997). Plusieurs huiles essentielles ont été testées sur différentes espèces bactériennes. **Dean et al.** ont étudié l'effet des huiles essentielles de plantes sur vingt-cinq genres de bactéries, à quatre concentrations différentes (**Aureli, 1992**). Sous leur forme non diluée, toutes les huiles essentielles inhibent au moins un genre bactérien.

Dans ce contexte, Sagdic, et al. Suggèrent l'utilisation des extraits comme une source antibactérienne contre *Escherichia coli* (**Sagdic, 2002**). Les huiles essentielles ont donné des effets satisfaisants sur l'inhibition de la croissance Conner (1984). Les huiles essentielles ont montré une activité antibactérienne contre *Listeria monocytogenes*. Les huiles essentielles possèdent des propriétés antibactériennes contre *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* et *Proteus* ; et anti-levures contre *Saccharomyces cerevisi*. La variabilité du pouvoir bactéricide des huiles essentielles est due certainement à la sensibilité des microorganismes aux différents composés chimiques qui dépendent de la nature de l'espèce végétale, et des conditions climatiques (**Lawrence, 1993**)

Les huiles essentielles peuvent rendre stérile une culture des microbes, signe d'une activité antibactérienne. Plusieurs études ont montré que les huiles essentielles sont capables d'attaquer aux bactéries les plus puissantes, comme le staphylocoque, le bacille de Koch (tuberculose) ou le bacille typhique (typhoïde). Grâce à leur pouvoir antiseptique, les huiles essentielles peuvent permettre d'assainir l'air ambiant ou le système de ventilation, notamment dans le milieu hospitalier, entraînant un effet bénéfique au niveau de la qualité de l'air et limiter ainsi la propagation du germe microbien.

Le pouvoir d'action des huiles essentielles ne faiblit pas dans le temps : s'il reste constant, c'est parce que l'organisme humain ne s'habitue pas aux principes actifs et qu'il réagit toujours après une application (**Billerbeck, 2007**)

Selon **Benayad (2008)**, les phénols (carvacrol, thymol) possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé, suivi des monoterpénols (géraniol, menthol, terpinéol), aldéhydes (néral, géranial), etc.

3.3/Propriétés antivirales :

Les virus responsables de certaines pathologies comme le zona, l'herpès, la grippe sont traités avec succès par certaines Huiles Essentielles. Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques. On emploie les Huiles Essentielles riches en phénol et monoterpénol, en sachant que les phénols sont plus puissants, mais à prescrire avec prudence. Les monoterpénols ne présentent aucun effet secondaire notable.

Citons les Huiles Essentielles de clous de girofle, de niaouli, de palmarosa, de ravensare, et d'eucalyptus citronné. (**Valnet, 1990**).

Chapitre 2

Les huiles essentielles ayant une activité antivirale ont été identifiées depuis 1940, mais des tentatives ont été faites récemment, pour faire des modifications synthétiques pour améliorer leur activité antivirale. (Middleton et al, 2000).

Les virus donnent lieu à des pathologies très variées dont certaines posent des problèmes non résolubles aujourd'hui, les HE constituent une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux, les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques (Benayad, 2008).

3.4/ Propriétés antifongiques

L'accroissement des infections fongiques, notamment celles qui sont dues à la prolifération du genre *Candida*, parmi les patients immunodéprimés (patients ayant subi une transplantation d'organes et donc soumis à un traitement immunosuppresseur, patients immunodéprimés à la suite d'un traitement antimétabolique ou d'une infection par le VIH) (Bouchra et al., 2003) et le développement de souches résistantes aux médicaments utilisés (Fan et al., 1991) souligne la nécessité de la découverte de nouveaux agents antifongiques. Pour cela, les sécrétions végétales telles que les huiles essentielles sont intéressantes pour leur pouvoir fongistatique.

L'action antifongique des huiles essentielles est due à l'augmentation de la perméabilité de la membrane plasmique suivie d'une rupture de celle-ci entraînant une fuite du contenu cytoplasmique et donc la mort de la levure (Fan et al, 1991). En effet, les composés terpéniques des huiles essentielles et plus précisément leurs groupements fonctionnels tels que les phénols les aldéhydes réagissent avec les enzymes membranaires dégradent la membrane plasmique des levures (Knobloch, et al. 1989).

Les mycoses sont d'une actualité criante, car les antibiotiques prescrits de manière abusive favorisent leur extension, avec les HE on utilisera les mêmes groupes que ceux cités plus haut, on ajoutera les sesquiterpéniques et les lactones sesquiterpéniques. Par ailleurs, les mycoses ne se développent pas sur un terrain acide. Ainsi il faut chercher à alcaliniser le terrain (Benayad, 2008).

3.5/Propriétés antiparasitaires

Les huiles essentielles diffusées dans l'air sont efficaces pour protéger des attaques des insectes, en particulier des moustiques. Elles tiennent à la distance tous ces petits indésirables (poux, mites) mais, pour une protection plus sûre, il vaut mieux les appliquer directement sur le corps (elles devront alors être diluées) ou sur les vêtements (elles peuvent être utilisées pures); (Alessandra 2008).

Chapitre 2

Le groupe des phénols possède une action puissante contre les parasites (**Benayad, 2008**).

3.6/Antiseptique :

Les aldéhydes et les terpènes sont réputés pour leurs propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes (**Benayad, 2008**).

Chapitre 3

Chapitre 3

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. Ce sont: Cannelle de Ceylan, Basilic exotique, Menthe, Clou de girofle, Niaouli, Thym à thymol, Marjolaine, Sarriette, Lemon-grass. Les inflammations cutanées siègent de manière privilégiée sur les paupières, les aisselles et le périnée.

De plus, certaines huiles essentielles peuvent provoquer des réactions cutanées allergiques. C'est en particulier le cas des huiles essentielles suivantes: la cannelle de Ceylan, la menthe, la Litsée, la mélisse, le pin, ou la mousse de chêne. Les réactions de la maladie sont variées et peuvent apparaître jusqu'à 3 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 (**Meynadier et Raison, 1997**).

La proportion de la population développant des allergies cutanées dues aux parfums est en augmentation car l'utilisation de parfums et de produits parfumés (cosmétiques, désinfectants parfumés, lessives, bâtons d'encens 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 (**Schnuch, et Uter, 2006**). Les huiles essentielles qui sont utilisées en parfumerie peuvent se comporter en irritant des muqueuses respiratoires et favoriser le déclenchement de crises d'asthmes pour les asthmatiques (comme par exemple les sprays désodorisants). Il a été rapporté qu'en présence de parfums, les personnes asthmatiques et développant des allergies de contact montrent des détresses respiratoires plus fréquentes que les autres personnes saines. Cependant, les mécanismes immunologiques n'ont pas été démontré (**Elberling, et Skov, 2007**).

Une ingestion accidentelle d'huile essentielle peut, selon la sorte et la quantité, générer une toxicité élevée voir un coma et même la mort. Il faut préciser que les huiles essentielles très liquides peuvent parvenir dans les voies respiratoires si elle sont malencontreusement avalées ou vomis. Cela peut conduire à une inflammation des poumons (pneumonie).

Certaines huiles essentielles comme le citron, l'orange amère et la bergamote deviennent Sensibilisantes et toxiques seulement sous l'influence de la lumière. De plus, les huiles essentielles contenant des phénols sont toxiques pour le foie (clou de girofle, thym, origan). Les cétones et dans une moindre mesure les lactones sont neurotoxiques (romarin, sarriette,

Chapitre 3

cèdre, camphre, thuya, aneth, hysope). 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. En effet la combustion de bâtons d'encens et de bougies parfumées ou seulement l'évaporation à chaud d'huile essentielle peut libérer des substances de combustion, des poussières fines, du formaldéhyde et d'autres substances volatiles qui peuvent solliciter les voies respiratoires (Office fédéral de la santé publique **OFSP, 2008**)

Certaines plantes sont inscrites au tableau des substances toxiques. Les plantes les plus toxiques servent à préparer des remèdes homéopathiques (aconit, belladone, colchique...), la toxicité des plantes est indiquée dans la pharmacopée et inspire en partie la législation sur les plantes médicinales

Les études scientifiques montrent que les huiles essentielles peuvent présenter une certaine toxicité. Il faut cependant remarquer que celle-ci varie selon la voie d'exposition et la dose prise (**Degryse et al., 2008**).

Les huiles essentielles semblent n'être toxiques par ingestion que si celle-ci est faite en de grandes quantités et en dehors du cadre classique d'utilisation. Les huiles ne seront toxiques par contact que si des concentrations importantes sont appliquées (**Degryse et 2008**).

Selon **Englebin (2011)**, les huiles essentielles sont des substances très puissantes et très actives, c'est la puissance concentrée du plant aromatique, il ne faut donc jamais exagérer les doses, quelque soit la voie d'absorption, car toute substance est potentiellement toxique à dose élevée ou répétée. Paracelse a dit: "rien n'est poison, tout est poison, tout dépend de la dose "Il faut également savoir qu'une période trop prolongée provoque l'inversion des effets et fou l'apparition d'effets secondaires indésirables.

1/ Toxicité des antioxydants :

Les premières indications des effets possibles des antioxydants sur la santé datent des années 1970, alors que des chercheurs ont constaté que l'incidence réduite de certains cancers et de maladies coronariennes allait pair avec une diète riche en fruits, légumes et herbes. Or, il s'avère que ces végétaux regorgent d'antioxydants (**Berger, 2006**). L'intégration de molécules d'antioxydants à des denrées alimentaires constitue tous de même un défi. On reconnaît la fragilité à la chaleur de la vitamine C, qui est par ailleurs l'un des plus puissants antioxydants (**Lehucher-Michel et al., 2001**). L'ajout de vitamine E peut également poser des problèmes si on n'a pas prévu un emballage qui prévient l'oxydation par la lumière. De plus la surconsommation d'antioxydants peut entraîner une déficience des systèmes naturels de

Chapitre 3

protection de l'organisme (système immunitaire) et cela peut nuire la santé en altérant de nombreuses fonctions vitales. Certains antioxydants sont responsables aussi à des réactions allergiques, des hypersensibilités, des troubles digestifs, etc. (**Roberfroid, 2002**).

Selon **Alais et al. (2003)**, les produits de synthèse ont été beaucoup étudiés sur le plan de la toxicologie chez l'animal. Des résultats variant avec les espèces ont été donnés: effet sur les poumons, le foie, la thyroïde, la coagulation sanguine ou l'action cancérigène. On ne peut pas extrapoler à l'homme, mais on est porté à réduire leur emploi dans l'alimentation humaine.'

2/ Les applications des huiles essentielles :

Tant qu'agents de préservation pour le contrôle de l'hygiène de l'air des systèmes de climatisation, notamment en milieu hospitalier, entraînant un effet bénéfique au niveau de la qualité de l'air. Les huiles essentielles entrent dans la composition de parfums, de cosmétiques (shampoings, gel-douches, crèmes, laits, déodorants corporels), de produits d'entretien (savons, détergents, lessives, assouplissants de textile) et de tout autre produit, comme par exemple insecticides, désodorisants d'ambiance, diffuseurs, bougies. Elles sont aussi utilisées comme arômes pour ajouter aux aliments des odeurs et/ou des saveurs. Enfin, elles ont certaines propriétés thérapeutiques et des applications en aromathérapie (**Office fédéral de la santé publique OFSP, 2008**

2/1_ Les applications alimentaires des huiles essentielles :

Les études qui ont été réalisées jusqu'à maintenant, montrent que les H.E peuvent être appliquées à tous les aliments, les H.E d'origan, de thym, de cannelle ou de coriandre sont efficaces pour les viandes, les volailles, les charcuteries et les légumes; l'I.E. de menthe pour les produits frais (salades, yaourts...); les H.E. à base de carvacrol ou de citral pour les poissons; les H.E. de thym, de noix de muscade ou de gingembre pour les céréales (plus particulièrement celles riches en carvacrol pour le riz); et les H.E. à base de carvacrol ou de cinnamaldéhyde pour les fruits (**Caillet et Lacroix, 2007**).

Les H.E. sont aussi utilisées pour apporter de la saveur et un arôme raffiné au café, au thé, aux vins et aux liqueurs distillées (**Caillet et Lacroix, 2007**).

Les études de **Caillet et Lacroix (2007)** ont montré que l'incorporation d'H.E. dans la viande hachée du boeuf a contribué au maintien de la qualité microbiologique et à la réduction de l'oxydation des gras au-delà de sa durée normale d'entreposage. Ils ont aussi démontré que l'utilisation des H.E. pouvait augmenter la sensibilité des bactéries à différents procédés de conservation des aliments (chauffage, pasteurisation, atmosphère modifiée). Selon la bactérie et le procédé utilisé, la sensibilisation augmente de 2 à 10 fois. Par exemple, M.E. mélangée à

Chapitre 3

des carottes hachées, emballées sous air ou sous atmosphère modifiée (AM ou MAP en anglais: Modified Atmospheres Packaging) permet de multiplier par trois la sensibilité de *Listeria sp.*, de même que pour de la viande hachée emballée sous les mêmes conditions, une augmentation très significative de la sensibilité d'*E. coli* (2.5 fois) et de *Salmonelle* (4.5 fois) est constatée en présence d' H.E. Aussi, M.E. combinée à un chauffage doux (55 °C pendant 1 minute) a permis d'inhiber totalement *Salmonelle*, alors qu'en absence d'huile, un chauffage de plus d'une heure était nécessaire pour arriver au même résultat, cependant, le seuil d'efficacité des huiles essentielles 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 Des investigations ont été effectuées pour évaluer l'efficacité de quatre H.E. de plantes: Laurier, clou de girofle, cannelle et thym en tant que conservateurs normaux. L'effet des H.E aux concentrations de 0,1 de 0,5 et de 1 % a été étudié en fromage à pâte molle à faible teneur en matière grasse et à matière grasse naturelle contre *Listeria monocytogenes* et *Salmonella enteritidis* à 4°C et à 10°C respectivement, sur une période de 14 jours. Ils ont conclu que les H.E. des plantes choisies agissent comme inhibiteurs potentiels contre *L. monocytogenes* et *enteritidis* dans ce produit alimentaire (**Boubric et Boussad, 2007**).

Les traitements du pâté tout préparé de foie de porc avec le romarin retardent la croissance de *Listeria monocytogenes*. Par contre, *Aeromonas hydrophila* et *monocytogenes* ont été inhibées sur la viande cuite (poitrine de poulet) par des extraits d'eugénol et de piment (**Boubric et Boussad, 2007**).

2. 2/ Utilisation en aéro-ionisation.

Dans les locaux, on peut aseptiser l'atmosphère avec un ionisateur d'huiles essentielles. Il se forme ainsi des aérosols vrais aromatiques ionisées, créant de l'oxygène naissant ionique, fortement bactéricide, tout en contribuant à dépolluer l'atmosphère (**Taldykin, 1979 ; Makarchuk, 1981 ; Inyoue, 1983**).

Elles servent dans la fabrication du "paragerm", solution volatile à base d'essences naturelles (citron, lilas) à activité bactéricide, acaricide et fongistatique qui s'est révélée sans aucune toxicité pour l'homme aux doses utilisées (**Mallea, 1979**).

2_3/ Parfumerie et cosmétologie :

L'utilisation des huiles essentielles dans les crèmes et les gels permet de préserver ces cosmétiques grâce à leur activité antiseptique et antioxydante, tout en leur assurant leur odeur agréable (**Maruzzella, 1962 ; Roulier, 1992; Vargas, et al. 1999**).

Chapitre 3

2_4/ Industrie alimentaire :

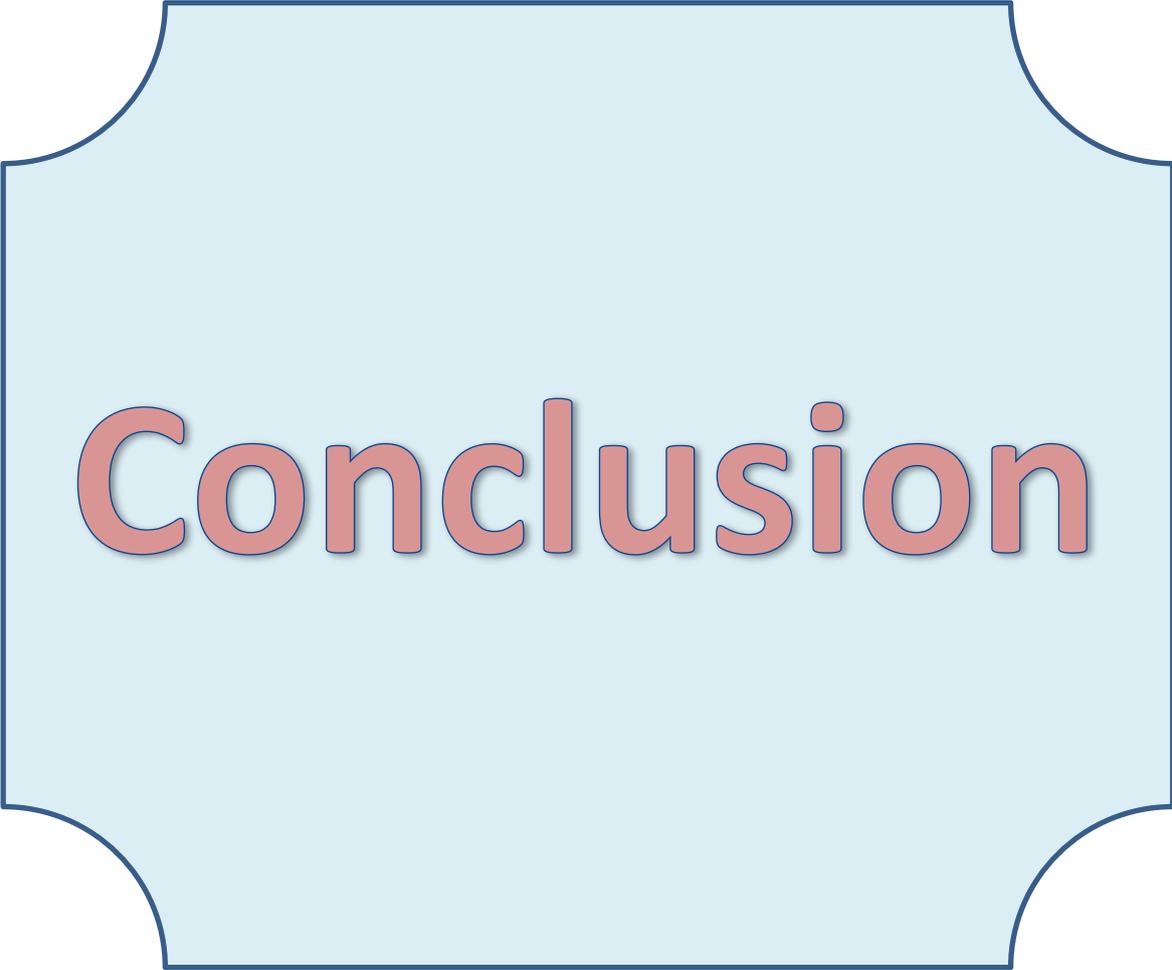
En industrie alimentaire, on cherche toujours à avoir une conservation saine et de longue durée pour les produits consommés ainsi qu'une qualité organoleptique meilleure. Une nouvelle technique pour réduire la prolifération des micro-organismes réside dans l'utilisation des huiles essentielles (**Lis, et al. 1998; Lachowi, et al. 1998**). Les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles sont utilisées dans la conservation des denrées alimentaires. Parmi le groupe diversifié des constituants chimiques des huiles essentielles (**Hammer, et Riley, 1999**), le carvacrol, qui exerce une action antimicrobienne bien distinguée, est additionné à différents produits alimentaires en industrie agro-alimentaire (**Fenaroli, et al. 1995**). Ils y sont rajoutées pour rehausser le goût et pour empêcher le développement des contaminants alimentaires (**Bilgrami, 1992 ; Busta, 1980 ; Morozomi ,1980**). Plusieurs travaux ont montré que les huiles essentielles de thym, d'origan, de cannelle et d'autres plantes aromatiques ont un effet inhibiteur sur la croissance et la toxigenèse de plusieurs bactéries et champignons responsables de toxi-infections alimentaires (**Beraoud et al. 1991 ; Beraoud ,1990; Beuchat, 1976 ; Bilgrami et al. 1992; Madhyasta, et Bhat, 1984**).

3 /Utilisation des huiles essentielles :

Les HE agissent selon leur tropisme ; ce terme signifie que chaque huile exerce ses pouvoirs curatifs sur un organe ou une zone en particulier, ces substances volatiles pénètrent les tissus et l'organisme. Par exemple, l'HE de basilic est particulièrement actif au niveau de la digestion. Celle de cyprès améliore la circulation. Il est donc très important de se renseigner sur les effets thérapeutiques des ME car leur usage peut comporter des inconvénients. Par exemple, une ME de menthe des champs est indiquée pour stimuler les personnes fatiguées, elle soulage les douleurs névralgiques mais ne doit jamais être utilisée dans un bain, sous peine d'irritation sérieuse de la peau. Outre ces propriétés principales, elles ont toutes une vertu (**Maach et Jemali, 1986**).

4/ Conservation de l'huile essentielle obtenue :

Une fois les huiles essentielles obtenues, elles sont conservées dans un flacon en verre enveloppée de papier d'aluminium à une température comprise entre 4 et 6 ° C pour éviter toute dégradation des huiles essentielles.



Conclusion

CONCLUSION

Ni doctrine immuable, ni panacée, la médecine aromatique est ouverte à l'échange et au dialogue. « Nous sommes encore loin d'avoir tout trouvé scientifiquement, mais le thérapeute sera bien inspiré, en attendant mieux, de tenir compte des enseignements empiriques du passé et d'utiliser pour soigner les malades des traitements connus pour être efficaces même si nous ne savons pas encore pourquoi. (Valnet, 1984).

Un produit naturel est tout autant dangereux qu'un autre. C'est pourquoi une grande prudence est nécessaire pour l'utilisation des huiles essentielles. Leurs utilisations en thérapeutique doit se faire avec prudence. Bien qu'aucune preuve n'existe en faveur de l'efficacité réelle des huiles essentielles, celles-ci restent des produits à employer avec attention et modération en sachant qu'un risque allergique est toujours possible.

L'utilisation exclusive des huiles essentielles dans le traitement des cancers, du diabète, de la tension artérielle sont des informations peuvent être dangereuses à véhiculer ; d'autant plus qu'aucune vérification sérieuse, réalisée par des professionnels avertis, n'a été effectuée à ce jour.

Les références

- Agnihotri S., Vaidy A.D.B., 1996. A novel approach to study antibacterial properties of
- Amarti F., Satrani B., Ghanmi M., Farah A., Aafi A., Aarab L., El Ajjouri M.,
_Adzet T., Granger R., Passet J., San Martin R., 1977. Le polymorphisme chimique dans
Antimicrob. Agents Chemother., 49(6), 2474-2478.
- Belaiche P., 1979. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, «L'aromatogramme», Ed.
- Benjilali B., Hammouni M., Richard H., 1987b. Chemical polymorphism of Moroccan
- Beraoud et al.: composition of the essential oils of selected plant materials used in
Moroccan cuisine. Al-Birunya Rev. Mar. Pharm., 1991, 7, 49-69.
- Billing.: Antimicrobial function of spices: Why some like it hot. Q Rev Biol 73: 3-49.1998.
- Bouchenak Khelladi B., 1990. Contribution à l'étude du condensé et du reste après
- Baser, et al.: Composition and antimicrobial activity of the essential oil of Achillea multifida.
Planta Med 68(10): 941-3.2000.
- Bego Ph. (2001) - Connaître l'essentiel sur les huiles essentielles. Collection aromathérapie
pratique et familiale, Ed. MDB Paris, pp.2-3.
- Belaiche P. (1979) - Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme
.éd. Maloine. Paris.
- Belaiche P. (1979) - Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme
.éd. Maloine. Paris.
- Benabid A., 2000. Flore et écosystèmes du Maroc. Évaluation et préservation de la
- Benayed N (2008) :les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines
moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaire stockées; projet de
recherche université Mohamed v.Agdal laboratoire des substances naturelles et thermolyse
.clair département de chimie faculté des sciences de Rabat p .64.
- Benjilali A 2004 :extraction des plantes aromatiques et médicinales :cas particulier de
l'entraînement à la vapeur d'eau et ces équipements le pharmacien de maghreb
- Benjilali B. (2004) – Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de
l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de
la plante à la commercialisation. 17-59.
- Benjilali B., Hammouni M., M'Hamedi A., Richard H., 1987 a. Essential oil composition
- Beraoud et al.: Chemical composition of the essential oils of selected plant materials used in
Moroccan cuisine. Al-Birunya Rev. Mar. Pharm., 1991, 7, 49-69

- Beuchat.: Sensitivity of *Vibrio parahaemolyticus* to spices and organic acids. *J. Food. Sc.*, 1976, 41, 899-902
- Beuchat.: Sensitivity of *Vibrio parahaemolyticus* to spices and organic acids. *J. Food. Sc.*, 1976, 41, 899-902
- Bilgrami et al.: Inhibition of aflatoxin production and growth of *Aspergillus flavus* by eugenol, onion, and garlic extracts. *Indian. J. Med. Res.* 1992., 96, 171-175
- biodiversité. Paris : Édition Ibis Press, 159-161.
- biologie, université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen.
- Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(1), 141-148.
- Bruneton J. (1999) - *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
- Bruneton J. (1999) - *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
- Busta.: Chemical food preservatives. In S. block. *Disinfection, sterilization and preservation* ». 1980, 656-69
- Carson et Riley. Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. ApplBacteriol* 1995, 78(3): 264-269
lant Med Phytother, 1978, 12: 43-52).
- Chalchat J.K., Carry L. P., Menut C., Lamaty G., Malhuret R. and Chopineau J. (1997) – Correlation between chemical composition and antimicrobial activity. VI. Activity of some African essential oils. *J. Essent. Oil Res.*, 9: 67-75.
- Chaouch A., 2010. *Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles*
- Collin G. (2000) - *Quelques techniques d'extraction de produits naturels*. *Info-essences*. 13 :4-5.
- Cox et al.: The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *J ApplMicrobiol* 88:170-175, 2000.
- Didry.: Antibacterial activity of thymol, carvacrol and cinnamaldehyde alone or in combination. *Pharmazie* 1993, 48(4): 301-304)
- Duraffourd C., D'Hervicourt L. et Lapraz J. C. (1990) - *Cahiers de phytothérapie clinique*. 1. Examens de laboratoires galénique. *Éléments thérapeutiques synergiques*. 2ème éd. Masson, Paris.
- Elberling J., Skov P.S., 2007. Increased release of histamine in patients with respiratory

- Fathy A.F.A., Abdelbaki M.M., El Warraki A.G. and Abbas S. (1965) - Studies on the essential oil of Rosemary, 1- isolation of Rosemary oil. *Annals of Agri. Sciences, Faculty of Agri., University of Cairo*, 137-153.
- _Fenaroli et Handbook. of flavor ingredient, 3rd ed.CRC Press, Inc.Boca Raton, Fla. 1995)
- France-Ida J. (1996) - Bref survol de diverses méthodes d'extraction d'huiles essentielles. *Info-essence*. 3 : 5-6.
- Franchomme. : L'aromatologie à visée anti-infectieuse. *Phytomedicine*. 1981, 1:25-47
- Flamini et al.: antimicrobial activity of the essential oil of *Calaminthanepeta* and its constituent pulegone against bacteria and fungi. *Phytother Res*. 1999, 13(4): 349-351.
- Guignard J.L. (2000) – *Biochimie végétale*. 2ème Ed. De l'abrégé Dunod, Paris, pp.177-185
- Hili. Antimicrobial action of essential Oils: the effect of dimethylsulfoxide on the activity of cinnamon oil. *Let ApplMicrobiol* 24: 269-75.1997.
- Hala et al.: Traditional uses of *Salvia libanotica* (East Mediterranean sage) and the effects of essential oils-Carson et Riley. Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. ApplBacteriol* 1995, 78(3): 264-269*lant Med Phytother*, 1978, 12: 43-52).
- Hammer et Riley. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. ApplMicrobiol*. 1999, 86(6): 985-990),
- Hayakawa R., 1987. Depigmented contact dermatitis due to incense. *Contact Dermatitis*,
- Hernandez Ochoa L-R. (2005) – Substitution de solvants et matières actives de synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse hydrodistillation selon Moritz pendant l'isolation des huiles essentielles du *Thymus ciliatus*
- Inyoue.: Inhibitory effect of volatil components on the proliferation of bacteria. *Bokin.Bobai*. 1983. 11: 609-615
- Juven et coll.: Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active --Schon et reichling.: antiviral activity of australian tea oil and eucalyptus oil against herpes simplex virus in cell culture. *Phamazie*. 2001, 56(4): 343-347).*instituent. J. appl .bacteriol*. 1994.76: 626-631)
- Karaman et al.: Antibacterial and antifungal activity of essential oils of *thymus revolutus*Celak from Turkey. 2001;
- Karaman, et al.: Antibacterial and antifungal activity of the essential oils from *Thymus revolutus*Celak from Turkey. *J Ethnopharmacol* 76:183-186. 2001-Dorman et

Deans. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plants volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 2000, 88(2): 308-316.

- Karuna V., 2006. Huiles essentielles pour la cosmétique et le bien être. Propriétés le genre *Thymus*: sa signification taxonomique. *Biochemical Systematics and ecology*,
- Lis-Balchin et al.: Buchu (*Agathosmabetulina* and *A.crenulata*, Rutaceae) essential oils: their pharmacological action on guinea-pig ileum and antimicrobial activity on microorganisms. *J. Pharm Pharmacol.*, 2001 Apr; 53(4): 579-582. *Journal of Ethnopharmacology*, 2000, 71(3): 513-520
- Lagunez-Rivera L. (2006) - Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffe par induction thermomagnétique directe. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse
- Lamarti A., Badoc A., Deffieux G., et Carde J .P. (1994) - Biogénèse des monoterpènes I- localisation et sécrétion. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 133 :69-78
- Lamendin.: *Phytothérapie et aromathérapie buccodentaires Buccodentalphytotherapy and aromatherapy.* EMC-Dentisterie 1 (2004) 179–192).
- Lee et al.: Cytotoxicity of SESquiterrenes lactones. *Cancer.Reasearch.* 1971, 31: 1649-1654)
- Lis-Balchin et al.: antimicrobial Activity of Pelargonium essential oils added to a quiche filling as a model food system.*Lettapplmicrobiol.* 1998, 27(4): 207-210
- Marino et al.: Antimicrobial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* L. measured using a bioimpedometric method. *J. Food Prot.* 1999.
- Morozomi.: Inhibitory effects of spices on growth and toxin production of toxigenic fungi. *Appl. Environ. Microbil.* 1980, 39: 818-822
- Madhyasta et Bhat. *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production on black and white pepper and the inhibitory action of their chemical constituents. *Appl. Environ. Microbiol.* 1984, 48: 376-379).
- Makarchuk.: Antimicrobial activity of essential oils-peppermint, lavender. 1981, 1: 146-150
- Mallea.: Activate antifongique d'essences aromatiques. *Pathol. Biol.* 1979, 27: 597-602
- Maloine, Tome I, Paris
- Maruzzella. : The germicidal properties of perfume oils perfumery chemicals.*Am. Perfum. Cosmet.* 1962, 77(1): 67-72
- Medium. *Essen. Oil. Res.* 1993a, 5: 179-184
- Meynadier j.m Raison peyron n;1997 Allergie aux parfums Re_Fe_Allergol 37(5)641650 ; of différent Moroccan thyme varieties: principal component analysis. *Sci. Aliments*, 7, 275-

- Pattnaik et al.: Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. *Microbios* 89: 39-46.1997.
- Bouchra, et al.: Chemical composition and antifungal activity of e-Manohar, et al. (2001) Antifungal activities of Origanum oil against *Candida albicans*. *Mol Cell Biochem* 228:111-117 2003
- Paré J. (1997) - Procédé assisté par micro-ondes. *Info-essences, Bulletin sur les huiles essentielles*, 4 :p.4.
- Paris M.et Hurabielle M. (1981) – Abrégé de matière médicale (pharmacognosie) Tome. Ed. Masson p.339
- Paris M.et Hurabielle M. (1981) – Abrégé de matière médicale (pharmacognosie) Tome. Ed. Masson p.339
- Pibiri M. C. (2006) - Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse Doctorat, EPFL Lausanne, p.161.
- Remmal. :Improved method for the determination of antimicrobial activity of essential oils in Agar16, 272-2745,269-272.
- Rahal S. (2004) - Chimie des produits naturels et des êtres vivants. O.P.U. Edition. p.162
- Roulier. : Les huiles essentielles pour votre santé. *Traité pratique d'aromathérapie* : pr-
- Samate Abdoul .D(2001) :Composition chimique d'huiles essentielles extraites des plantes aromatiques de la zone Soudanienne du Burkina Faso valorisation,thèse Doctorat Univ de Ouagadougou Burkina Faso.
- Scheffer J.J.C. (1996) - Various methods for the isolation of essential oils. *Phytother. Res.*, 10:S6-S7
- Sivropoulou et al.: Antimicrobial and cytotoxic activities of origanum essential oils. *J. Agric. Food.* 1996, 44: 1202-120).
- Svoboda K. P. and Hampson J. B. (1999) – Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. <http://www.csl.gov.uv/ienica/seminars>
- symptoms related to perfume. *Clin Exp Allergy.*, 37 (11): 1676-80.
- Taldykin.: Use of phytoncidic activity of essential oils for improving the air in sealed place. *Roll BiogeotsenozkhZnach Med Mater Soveshch.* 1979, 1: 201-203
- Tantaoui, et al.: Composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Thymus Broussonettii*, *T.zygis* and *T.satureioides*. *J. Essent. Oil. Res.* 1993a, 5 : 45-53)
- Terny et Sidi Djillali, leur analyse sur CCM, CPG. Thèse d'ingénieur, département de thérapeutiques et toxicité des huiles essentielles
- thyme essential oils: compounds characterization. *Sci. Aliments*, 7, 77-91

- Ultée et coll.: Bactericidal activity of carvacrol towards the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *J. Appl. Microbiol.* 1998, 85: 211-218.
- Valnet. : Aromathérapie : traitement des maladies par les essences de plantes. Éditions Maloine, 1984.
- Vargas et al. – Antimicrobial and Antioxidant compounds in the nonvolatile fraction of expressed range essential oil. *J. Food Prot.* 1999, 62(8): 929-932
- Viaud H. (1993) - Les huiles essentielles, qualité distillation. GNOMA, Revue électronique. www.nature-helps.com/France/viaud2.htm
- volatile components of selected Indian medicinal herbs. *Indian J. Exp. Biol.*, 34(7), 712-715.
- Wichtel M. et Anton R. (1999) - Plantes thérapeutiques: tradition, pratiques officinales, science et thérapeutiques. Ed. Tec et Doc.