

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB -BLIDA 1-

FACULTE DE MEDECINE
DEPARTEMENT DE PHARMACIE

**Extraction et évaluation de l'activité
antimicrobienne des huiles essentielles de
quelques *Lamiaceae* de la wilaya de BLIDA**

Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie

Session : Juin 2016

Présenté par :

-Benmengouda faiza

Devant le jury :

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| -Présidente : Dr Trabelssi | Maitre conférence de Biologie |
| -Examineur: Dr Benaziz ouarda | Maitre assistante en pharmacie |
| -Examineur : Dr Ayachi Nabila | Maitre assistante en pharmacie |
| -Promoteur : Dr Arar Karima | Maitre assistante pharmacognosie |
| -Co-promoteur : Dr Aouiz assia | Résidente en pharmacognosie |

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de thèse, Madame Arar Karima.

Recevez ici mes sincères remerciements pour la confiance, les conseils que vous m'avez accordés tout au long de ce travail. Merci également pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse. Je vous adresse ma profonde reconnaissance pour vos remarques et conseils en vue d'améliorer ce manuscrit.

Mes remerciements vont aussi aux membres de jury : Madame Trabelssi, maitre conférence de biologie.

Madame Benaziz ouarda maitre assistante en pharmacie et Madame Ayachi Nabila maitre assistante en pharmacie université .Recevez mes plus vifs remerciements pour avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie également Mlle Aouiz assia Résidente en pharmacognosie et Nabi ikram ingénieur de laboratoire de pharmacognosie a université Saad Dahlab de Blida, pour son aide lors de la réalisation ce travail.

Je remercie tous les membres des laboratoires de bactériologie de centre unversito-hispitalière de Frantz Fanon pour leur aide précieuse. A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation et au bon déroulement de ce travail.

Pour leur soutien sans faille et permanent, je tiens à remercier ma famille

DÉDICACE

Les louanges sont à Allah seigneur du monde qui ma

comblé de grâce en me permettant d'achever

en bonne santé

ce modeste travail que je dédie a ma famille

et a tous ceux qui

me connaissent de prés ou de loin

Faiza

Table des matières

Sommaire.....	I
Liste des Tableaux.....	III
Liste des Figures.....	IV
Liste des Abréviations.....	V
Introduction Générale.....	1

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Les plantes médicinales et phytothérapie

1.1. Historique.....	2
1.2. Définition	
1.2.1. La phytothérapie.....	3
1.2.2. L'aromathérapie.....	3
1.2.3. Les plantes médicinales.....	4
1.3. Cueillette, Séchage et conservation des plantes médicinales	4
1.4. Les principes actifs des plantes médicinales.....	5
1.5. Monographie d'une plante médicinale.....	8

Chapitre 2 : Les huiles essentielles

2.1. Définition des huiles essentielles	9
2.2. Etat naturel et répartition.....	9
2.3. Classification chimique et Biogenèse.....	10
2.4. Facteurs de variabilité.....	15
2.5. Caractéristiques physico-chimiques.....	16
2.6. Extraction, caractérisation et dosage	17
2.7. Activités biologiques et propriétés thérapeutiques.....	23
2.8. Différentes Voie d'administration.....	25
2.9. Toxicité	28
2.10. Domaine d'application et Précaution d'emploi.....	30

Chapitre 3 : Drogues à huiles essentielles

3.1. Menthe poivrée <i>Mentha pipérata</i>	32
3.1.1. Classification systématique et Dénomination.....	32
3.1.2. Etude botanique.....	32
3.1.3. Habitat, culture et récolte.....	35
3.1.4. Etude de la drogue	35
3.1.4.1. Identification Macroscopique.....	35
3.1.4.2 Identification Microscopique.....	36
3.1.4.3. Essai, dosage et caractérisation.....	37
3.1.5. Etude de l'huile essentielle.....	38
3.1.5.1. Composition chimique.....	38
3.1.5.2. Caractéristique de l'huile essentielle	39

3.1.6. Etude pharmacologique de l'huile essentielle.....	39
3.1.6.1. Propriétés biologiques.....	39
3.1.6.2. Utilisations	40
3.1.6.3. Contre indication	41
3.1.6.4. Précautions d'emploi	41
3.1.6.5. Interaction médicamenteuses	41
3.1.6.6. Effets secondaires.....	42
3.1.6.7. Toxicité	42
3.2. Saugue officinale <i>Salvia officinalis</i>	42
3.3. Romarin officinale L <i>Rosmarinus officinalis</i>	51
3.4. Thym vulgaire <i>Thymus vulgaris</i>	61

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériels et méthodes

1.1. Objectifs.....	72
1.2. Matériels	73
1.2.1. Matériels Végétales.....	73
1.2.2. Matériels de laboratoire.....	74
1.2.3. Produits chimiques et milieux de cultures.....	74
1.2.4. Matériel biologique.....	75
1.3. Méthodes	77
1.3.1. Identification Microscopique.....	77
1.3.2. Extraction des huiles essentielles.....	77
1.3.3. Caractérisation organoleptique.....	79
1.3.4. Calcul de rendement	80
1.3.5. Analyses physico-chimiques.....	80
1.3.5.1. Perte à la dessiccation	80
1.3.5.2. Indice d'acide	80
1.3.5.2. Indice de réfraction	81
1.3.6. Analyse chromatographique.....	81
1.3.7. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	82

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2.1. Résultats d'identification microscopique.....	86
2.2. Résultats de Caractérisation organoleptique.....	88
2.3. Résultats de calcul de rendement.....	89
2.4. Résultats d'analyse physico-chimique des huiles essentielles.....	91
2.5. Résultats d'analyse chromatographique.....	94
2.6. Résultats d'évaluation de l'activité antimicrobienne	95
Conclusion	99

Références bibliographique

Annexes

Résumé

Liste des Tableaux

Tableau 1: Toxicité de certaines huiles essentielles en fonction de leurs DL ₅₀	28
Tableau 2 : Classification systématique de <i>Mentha pipérata</i> selon l'APG III.....	32
Tableau 3 : Composition chimique des feuilles de <i>Mentha pipérata</i>	38
Tableau 4 : Classification systématique de <i>Salvia officinalis</i> selon l'APG III.....	42
Tableau 5 : Composition chimique des feuilles de <i>Salvia officinalis</i>	48
Tableau 6 : Classification systématique de <i>Rosmarinus officinalis</i> selon l'APG III.....	51
Tableau 7 : Composition chimique des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	56
Tableau 8 : Classification systématique de <i>Thymus vulgaris</i> selon l'APG III.....	61
Tableau 9 : Composition chimique des feuilles de <i>Thymus vulgaris</i>	67
Tableau 10 : Répertoire des espèces étudiées.....	73
Tableau 11 : Liste des matériels de laboratoire.....	74
Tableau 12 : Produits chimiques, réactifs et Milieux de cultures.....	74
Tableau 13 : Conditions opératoires de l'hydrodistillation.....	78
Tableau 14 : Caractéristiques des huiles essentielles extraites par hydrodistillation.....	88
Tableau 15 : Rendements total obtenues pour les quatre essais d'extraction pour chaque espèce.....	89
Tableau 16: Rendements moyennes obtenues pour les quatre espèces extraites par entraînement à la vapeur d'eau.....	90
Tableau 17 : Résultats calculs de la perte à la dessiccation.....	92
Tableau 18: les valeurs des indices d'acide obtenues.	93
Tableau 19 : Résultats des valeurs d'indice de réfraction mesurés.....	93
Tableau 20: Résultats de CCM des huiles essentielles extraites.....	94
Tableau 21 : Diamètre (mm) des zones d'inhibition des huiles essentielles.....	96
Tableau 22 : Sensibilité ou résistance des souches bactériennes via les quatre huiles essentiels.....	97

Liste de figures

Figure 1 : Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles.....	10
Figure 2 : Structure chimique de quelques Monoterpènes mono, bi et acycliques.....	12
Figure 3 : Structure chimique des sesquiterpènes mon, poly et acycliques.....	12
Figure 4 : Structure chimiques des quelques composés aromatiques.....	13
Figure 5 : Schéma des réactions de formation d'IPP.	14
Figure 6 : Schéma des réactions de formation de GPP.....	15
Figure 7 : Schéma des réactions de formation des diterpènes.....	15
Figure 8 : Schéma illustrative de montage de distillation par l'entraînement à la vapeur d'eau	17
Figure 9 : Schéma représentatif de montage de l'hydrodistillation fractionnée.....	18
Figure 10 : Montage de l'extraction par micro-onde.....	19
Figure 11 : Extracteur par CO2 Supercritique.....	21
Figure 12 : Schéma simplifié de la chromatographie en phase gazeuse.....	22
Figure 13 : Feuilles de <i>Mentha pépirata</i>	33
Figure 14 : inflorescence des fleurs de <i>Mentha pépirata</i>	33
Figure 15 : Planche botanique de <i>Mentha piperata</i>	34
Figure 16 : Feuille fraîche de <i>Mentha pépirata</i>	36
Figure 17 : Eléments d'identification de la poudre de <i>Mentha pépirata</i>	37
Figure 18 : Quelques composés chimiques d'huile essentielle de menthe poivrée.....	38
Figure 19 : Feuilles de <i>Salvia officinalis</i>	43
Figure 20 : Fleur de <i>Salvia officinalis</i>	44
Figure 21 : Planche botanique de <i>Salvia officinalis</i>	45
Figure 22 : Feuille fraîche de <i>Salvia officinalis</i>	46
Figure 23 : Eléments d'identification de la poudre de <i>Salvia officinalis</i>	47
Figure 24 : Quelques composés chimiques d'huile essentielle de Saugue officinale.....	48
Figure 25 : Feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	52
Figure 26 : Fleur de <i>Rosmarinus officinalis</i>	52
Figure 27 : Planche botanique de <i>Rosmarinus officinalis</i>	53
Figure 28 : Feuille fraîche de <i>Rosmarinus officinalis</i>	55
Figure 29 : Eléments d'identification de la poudre de romarin officinale.....	56
Figure 30 : Quelques composés chimiques de l'huile essentielle de Romarin officinale.....	57
Figure 31 : Feuilles de Thym vulgaire.....	63
Figure 32 : Fleurs de Thym vulgaire.....	63
Figure 33 : Planche botanique de <i>Thymus vulgaris</i>	64
Figure 34 : Feuille fraîche de <i>Thymus vulgaris</i>	65
Figure 35 : Eléments d'identification de la poudre de <i>Thymus vulgaris</i>	67
Figure 36 : quelques composés chimiques de huile essentielle de Thym vulgaire.....	68
Figure 37 : Les photos des espèces récoltés.....	73
Figure 38 : Photos des espèces après séchage d'une semaine.....	74
Figure 39 : Schéma représente le Protocole expérimental	76
Figure 40 : Photos des poudres préparées de quarts espèces étudiées.....	77
Figure 41 : Les lames préparées pour l'étude microscopiques des poudres.....	77
Figure 42 : Dispositif d'hydrodistillation.....	78

Figure 43 : les deux phases : organiques (gouttelettes d'huile essentielle) et aqueuse (Eau florale).....	79
Figure 44 : Séparation de l'huile essentielle de la phase aqueuse par aspiration.....	79
Figure 45 : Méthode de mesure de l'indice de réfraction.....	81
Figure 46 : les souches testées.....	84
Figure 47 : Milieu de Miller-Hinton.....	84
Figure 48 : Les étapes Préparation des suspensions bactériennes.....	84
Figure 49 : Ensemencement par écouvillon.....	85
Figure 50 : Réalisation des puits et incubation des boîtes.....	85
Figure 51 : Eléments d'identification au niveau de la poudre des feuilles de <i>Mentha pépirata</i> observée au microscope optique GX : 40.....	86
Figure 52 : Eléments d'identification au niveau de la poudre des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> observée au microscope optique GX : 40.....	86
Figure 53 : Eléments d'identification au niveau de la poudre des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis L</i> observée au microscope optique GX : 40.....	87
Figure 54 : Eléments d'identification au niveau de la poudre des feuilles de <i>Thymus vulgaris</i> observée au microscope optique GX : 40.....	87
Figure 55 : les rendements des huiles essentielles obtenues.....	90
Figure 56 : Pourcentage d'eau dans les feuilles séchées.....	92
Figure 57 : CCM analytique représentative des différents composants des espèces étudiés.....	94
Figure 58 : Zones d'inhibition des des quatre huiles essentielles pour <i>satphyllococcus aurus</i>	95
Figure 59 : Zones d'inhibition des des quatre huiles essentielles pour <i>Eshrecheria coli</i>	95
Figure 60 : Zones d'inhibition des des quatre huiles essentielles pour <i>Salmonella ssp</i>	96
Figure 61 : Zones d'inhibition des quatre huiles essentielles pour <i>Klebsellia pneumoniae</i>	96
Figure 62 : Histogramme représentatif les zones d'inhibition des quatre huiles essentielles pour les souches bactériennes	97

Liste des abréviations

APG :	Angiosperm phylogeny Group
CCM :	Chromatographie sur couche mince
CPG :	Chromatographie en phase gazeuse
CoA :	Co-enzyme A
CO₂ :	Dioxyde de carbone
CPG :	Chromatographie phase gazeuse
DL50 :	Dose létale à 50%
DMAPP :	Diméthylallyle de pyrophosphate
E coli :	<i>Escherichia coli</i>
Phar E :	Pharmacopée européenne
FPP :	Farnésylpyrophosphate
GGPP :	Géranylgéranylpyrophosphate
GPP :	Géranylpyrophosphate
GN :	Gélose nutritive
g :	Gramme
h :	Heure
HE :	Huile essentielle
HE m :	Huile essentielle de Menthe
HE s :	Huile essentielle de Sauge
HE r :	Huile essentielle de Romarin
HE t :	Huile essentielle de Thym
HMG-CoA :	3-hydroxy-3-méthyl-glutaryl-coenzyme A
H₂O :	Dioxyde d'hydrogène
IPP :	Isopentényl diphosphate
GN :	Gélose nutritive
Kg :	kilogramme
KOH :	Hydroxyde de potassium
ml :	Millilitre
mm :	Millimètre
MS :	Matière sèche
MVA :	Acide 3R-mévalonique
RMN :	Résonance magnétique nucléaire
UFC :	Unité Formant colonie
SDE :	Hydrodistillation extraction simultanée
°C :	Degré Celsius
% :	Pourcentage
6 éd :	6ème édition

Synthèse bibliographique

INTRODUCTION

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, pour traiter et soigner toutes sortes de maladies. Les plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études. **(Buronzo A, 2008)**

Actuellement, les plantes aromatiques possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications de leurs huiles essentielles dans les soins de santé ainsi que leurs utilisations dans d'autres domaines d'intérêt économique. Leurs nombreux usages font qu'elles connaissent une demande de plus en plus forte sur les marchés mondiaux.

La popularité dont jouissent depuis longtemps l'aromathérapie qui attirent des demandeurs de médecines tendant vers le naturel et les plantes aromatiques en général reste liée à leurs propriétés médicinales en l'occurrence les propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques, antivirales, antifongiques, bactéricides, antitoxiques, insecticides, tonifiantes, stimulantes, et calmantes. **(Hubert R, 2005)**.

Le continent africain est doté d'une biodiversité parmi les plantes riches dans le monde, avec un nombre très élevé de plantes utilisées comme herbes, comme aliments naturels et pour des buts thérapeutiques. De nombreuses substances naturelles différentes ont été identifiées et beaucoup d'entre elles se sont utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement des maladies.

Malgré la biodiversité du continent africain en général et de l'Algérie en particulier, il y a eu peu d'efforts consacrés au développement des agents thérapeutiques de ces plantes. C'est pourquoi nous nous sommes intéressés à étudier quatre espèces de la famille de lamiaceae, famille très fréquemment employée dans le pourtour méditerranéen.

Ainsi, les quatre espèces étudiées, pour lesquelles il existe des travaux sur leur huile, mais qui reste toujours insuffisantes a attiré notre majeure préoccupation vers une étude physico-chimiques et antimicrobienne des huiles essentielles de ces quatre espèces dans la région de Blida.

Ce travail est réparti en deux grandes parties:

- Une partie théorique qui inclus trois chapitres, initié par quelque généralité sur les La phytothérapie, l'aromathérapie et les plantes médicinales. En deuxième chapitre s'articule sur les huiles essentielles leurs caractéristiques générales et leurs différents mode d'extraction, le troisième chapitre expose sur l'étude des monographies des espèces étudiées en précisant leurs usage thérapeutique en médecine traditionnelle et moderne.
- La partie pratique est subdivisée en deux chapitres, le premier présente les matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail, à savoir:
 - ✓ L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation.
 - ✓ L'analyse physico-chimique
 - ✓ L'activité bactériologique

L'autre consacré à la présentation et la discussion des résultats obtenus.

Chapitre 1
Les plantes médicinales
et Phytothérapie

1. Les plantes médicinales

1.1. Historique de la phytothérapie et les plantes médicinales :

Depuis la plus haute antiquité, les hommes se sont soignés avec les plantes qu'ils avaient à leur disposition.

Plusieurs théoriciens ont entrepris d'expliquer l'action des plantes sur l'organisme. Dans l'Antiquité gréco-romaine, mentionnons les grands médecins grecs : Hippocrate (460-v. 377 av. J.-C.) ; Dioscoride (1^o siècle apr. J.-C.), Galien (v. 131-v. 201) ; pour sa part, le Romain Pline l'Ancien (23-79), à la fois amiral, écrivain et naturaliste, a écrit une Histoire naturelle en 37 volumes. L'ouvrage de Dioscoride Sur la matière médicale (De materia medica), qui décrivait tous les médicaments en usage à son époque, demeura l'une des sources les plus consultées par les médecins jusqu'à l'aube du XIX^e siècle. Au XVI^e siècle, la célèbre école italienne de Salerne a marqué la médecine de son temps. Elle conseillait au roi « de conserver un esprit gai, de se ménager du repos, et de se contenter d'une alimentation modeste » ; aujourd'hui, ces conseils pourraient être suivis judicieusement par chacun d'entre nous. **(Paul I, 2001).**

Jusqu'au XIX^e siècle, les médecins se contentaient, pratiquement, de puiser dans la « pharmacie du bon Dieu » pour soulager les maux de leurs contemporains. C'est alors que les chimistes ont réussi à isoler les principes actifs de certaines plantes importantes (la quinine du quinquina, la digitaline de la digitale, etc.). Poursuivant leurs recherches, au début du XX^e siècle, ils ont fabriqué des molécules synthétiques. Désormais, croyait-on, on allait prescrire exclusivement des médicaments issus des cornues, les plantes ne servant plus que de réserves à molécules chimiques utiles. Excessive, cette vision a engendré par contrecoup une « vague verte », un renouveau de la phytothérapie suscité par l'attente d'une grande partie de la population, en accord avec « l'esprit écologique » actuel. Mais, au-delà de ce courant, l'utilisation des plantes relève d'une philosophie déjà exprimée dans l'un des livres de la Bible, l'Ecclésiaste : « Le Seigneur fait produire à la Terre ses médicaments et l'homme sensé ne les dédaignera pas ». Récemment, des médecins et des professeurs dynamiques ont créé des centres de formation en phytothérapie (dans des universités ou dans des institutions privées). Ils expérimentent de nouvelles plantes (comme *Harpagophytum procumbens*), modernisent la présentation des médicaments et rendent ceux-ci plus efficaces (par exemple, les nébulisats ou extraits secs de plantes sont prescrits sous forme de gélules). En outre, on procède à des expériences en milieu hospitalier. Au CHRU (Centre hospitalier de recherche universitaire) de Clermont-Ferrand, le professeur Pierre Bastide a, entre autres expériences, testé les vertus curatives des huiles essentielles de cannelle et de girofle sur les infections de l'appareil urinaire. **(Paul I, 2001).**

L'aromathérapie, l'art de soigner par les huiles essentielles, est devenue une science méthodique depuis qu'elle repose sur une classification de ces huiles selon leur capacité à lutter contre les bactéries. Il y a une vingtaine d'années, les docteurs Maurice Girault et Paul Belaiche ont mis au point l'aromatogramme, méthode comparable à l'antibiogramme, qui permet de déceler quelles sont les huiles essentielles les plus efficaces sur un germe donné. Cette période faste de la phytothérapie a été interrompue en France par un décret de 1991 supprimant les remboursements de toutes les préparations magistrales, c'est-à-dire des

médicaments préparés par le pharmacien selon une prescription établie par un médecin pour traiter le cas particulier de son malade. Ce fut un coup dur porté à la phytothérapie ! Une décision similaire a été adoptée en 1997 en Belgique. Les phytothérapeutes ont constaté, depuis, une baisse importante de la fréquentation de leur cabinet.

De plus, le nombre des candidats à l'étude de la phytothérapie diminue, le montant des investissements consacrés à la recherche décline et les tests cliniques se raréfient. Le recours à la phytothérapie n'a pas disparu pour autant. Il a changé de forme : l'automédication remplace, pour une large part, la prescription (**Paul I, 2001**).

1.2. Définitions :

1.2.1 La phytothérapie :

Ce mot vient du grec *phuton* qui signifie « plante » et *therapeia* qui signifie « traitement, soins » (**Michel P et Caroline G, 2013**) La phytothérapie désigne la médecine par les plantes.

La phytothérapie, c'est l'emploi de médicaments végétaux pour soigner les différents maux dont on peut être victime. On utilise ainsi les fleurs, les feuilles, racines voire plantes entières cueillies dans la nature environnante mise en œuvre sous forme de tisanes, de gélules, de teintures mères homéopathiques, d'extraits (**Daniel S et Max T, 2004**).

On peut distinguer deux types de phytothérapie :

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement.
- Une pratique basée sur les avancées scientifiques qui recherche des extraits actifs des plantes. Les extraits actifs identifiés sont standardisés (**Metchat S, 2012**).

Malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. N'oublions pas que de tout temps, à l'exception de ces cent dernières années, les hommes n'ont eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria. La phytothérapie, qui propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme, est souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en Occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques, comme l'asthme ou l'arthrite. De plus, les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs, qui se tournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme. On estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques (**Paul I, 2001**).

1.2.2. L'aromathérapie :

Aromathérapie vient du grec *arôma*, « odeur » et *thérapie*, « soins ». Il s'agit donc de soigner à l'aide de principes odoriférants (**Metchat S, 2012**).

L'aromathérapie, c'est l'utilisation des huiles essentielles à des fins thérapeutiques. L'aromathérapie, dont le mot n'est apparu qu'en 1930, est une branche de la phytothérapie. La phytothérapie se décline sous de très nombreuses formes (tisanes, extraits secs ou fluides, macérâts, sirops, suspensions intégrales de plantes fraîches..) utilisant diverses parties de la plante. En aromathérapie, on utilise le plus souvent une seule partie de la plante, parfois la plante entières (**Danièle F et Isabelle P, 2014**).

1.2.3 Plantes médicinales :

Ce sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles (Abayomi S, 2010).

I.3. Cueillette, séchage et conservation des plantes médicinales :

1.3.1. La cueillette des plantes médicinales :

Il est toujours préférable de procéder à la récolte par un temps sec et chaud : les plantes mouillées de pluie ou de rosée s'altèrent, moisissent, fermentent et perdent, de toute façon, toute valeur thérapeutique. Le matin est le moment le plus favorable, mais on peut toutefois cueillir aussi le soir, avant la fraîcheur : (Djabou N, 2006).

En, général, il est conseillé de ne prélever qu'une partie des feuilles et des fleurs afin de ne pas endommager la plante et de permettre aux fleurs restantes de former leurs graines. De plus, certaines parties de la plante doivent être cueillies à des moments précis dans l'année : les graines devront en général être récoltées lorsqu'elles sont à maturité, les racines seront quant à elle prélevées au début du printemps ou à l'automne, car de nombreuses plantes sont alors en phase de repos et ont conséquemment stocké la majeure partie de leurs substances utiles dans leurs organes souterrains (Hans W, 2007).

Il n'est pas possible d'indiquer avec exactitude la période de la récolte des plantes, car celle-ci varie selon les espèces. (Amelie M, 2003).

1.3.2. Le séchage des plantes médicinales :

Une fois la récolte terminée, les plantes sont séchées afin d'éviter tout risque de pourriture. Cette opération est aussi délicate que la première. Il s'agit surtout de diminuer la plus possible la quantité d'eau contenue dans les plantes. C'est aussi l'une des raisons pour laquelle pendant la cueillette, un panier ou un cageot mieux qu'un sac en plastique.

Avant le séchage, les plantes doivent être soigneusement nettoyées-mais pas à l'eau. Elles doivent être débarrassées des portions mortes ou pourries, de la terre, bref de tous les corps étrangers greffés sur elles. Ensuite, elles doivent être étalées en fines couches sur une toile dans une pièce aérée et pas humide et remuées chaque jour pour laisser passer de l'air. une autre façon de sécher les plantes serait de les accrocher à un fil dans une pièce, un peu comme des guirlandes. Les fleurs ne doivent pas être exposées au soleil, autrement dit leur couleur s'en trouverait altérée.

Afin d'accélérer le processus de séchage, les tiges, les racines et les fruits peuvent d'abord être découpés en morceaux avant être placés en couches sur une toile de séchage. Lorsque le séchage est lent ou incomplet, la plante ou partie de la plante risque de pourrir ou de perdre ses vertus thérapeutiques.

La durée du séchage est surtout fonction de la partie à sécher. Cela ne fait pas l'ombre d'un doute que les feuilles et les fleurs sécheront bien plus vite que les racines, la tige, l'écorce et les fruits (Amelie M, 2003).

1.3.3 La conservation des plantes médicinales :

Les plantes séchées ne doivent être exposées ni à la lumière, ni à la poussière, et surtout, elles doivent être placées dans des endroits secs. Le nom et la date de récolte doivent être indiqués. (Amelie M, 2003).

1.4. Les éléments actifs des plantes médicinales :

Quelles que soient les parties et les formes sous lesquelles elles sont utilisées, les plantes sont extrêmement complexes du point de vue de leur composition chimique. On estime qu'elles sont formées de plusieurs milliers de constituants différents, dont quelques uns seulement (ou parfois un seul) sont responsables de l'effet thérapeutique ou de l'effet toxique. Il est donc indispensable de connaître les principes actifs des plantes médicinales afin d'étudier leur efficacité, leur mode d'action et bien entendu leurs effets secondaires sur la santé humaine (Mekkiou R, 2005).

Les composants les plus importants des plantes médicinales sont : (Hans W, 2007).

1.4.1. Huiles essentielles :

Les huiles essentielles végétales sont des composés volatils, oléagineux, dans la plupart des cas à la senteur aromatique, qui peuvent avoir une action très variée. Certaines possèdent ainsi des vertus anti-inflammatoires, tandis que d'autres sont antispasmodiques, diurétiques ou expectorantes ; il existe également des huiles essentielles qui peuvent provoquer des irritations cutanées lorsqu'on les utilise de façon externe mais stimulent ainsi la circulation sanguine dans la zone traitée (Hans W, 2007).

1.4.2. Les alcaloïdes :

Formant un groupe très large, les alcaloïdes possèdent presque tous une molécule d'azote (-N-) qui les rend pharmaceutiquement très actifs. Certains sont des médicaments connus qui ont des vertus thérapeutiques avérées c'est le cas d'un dérivé de la pervenche de Madagascar (*Vinca rosea*) employé pour traiter certains types de cancer.

D'autres alcaloïdes comme l'atropine (Paul I, 2001), extraite de belladone mortellement toxique (*atropa belladonna*), et qui peut cependant être utilisée à faibles doses dans une optique thérapeutique, font partie de la famille des alcaloïdes (Hans W, 2007).

1.4.3. Les tanins :

Les tanins, ou acides tanniques, sont des composés organiques complexes présents dans pratiquement toutes les plantes à des concentrations diverses. Ils sont souvent contenus dans l'écorce ou dans les feuilles, ce qui leur donne un goût piquant désagréable et rend immangeables (impropres à la consommation) pour les insectes ou le bétail (Hans W, 2007).

Les plantes riches en tanins sont utilisées pour retendre les tissus souples, comme dans le cas des veines variqueuses, pour drainer les sécrétions excessives, comme dans la diarrhée, et pour réparer les tissus endommagés par un eczéma ou une brûlure (Paul I, 2001).

1.4.4. Les phénols :

Les phénols, caractérisés par leur structure en anneau, comprennent notamment l'acide salicylique, à partir duquel la célèbre aspirine a été développée. Les phénols étaient autrefois utilisés pour désinfecter les blessures, mais à hautes doses ils peuvent provoquer de fortes irritations cutanées (Hans W, 2007).

Les phénols sont anti-inflammatoires, antiseptiques, antioxydants, et peuvent avoir des propriétés antivirales (Paul I, 2001).

1.4.5. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes, présents dans la plupart des plantes, sont des pigments polyphénoliques qui contribuent, entre autres, à colorer les fleurs et les fruits en jaune ou en blanc. Ils ont un important champ d'action et possèdent de nombreuses vertus médicinales antioxydants, ils sont particulièrement actifs dans le maintien d'une bonne circulation. Certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales, et des effets protecteurs sur le foie (Paul I, 2001).

1.4.6. Les anthocyanes :

Les anthocyanes sont issus de l'hydrolyse des anthocyanidines (flavonoïdes proches des flavones), qui donnent aux fleurs et aux fruits leurs teintes bleues, rouge ou pourpre. Ces puissants antioxydants nettoient l'organisme des radicaux libres. Ils maintiennent une bonne circulation, notamment dans les régions du cœur, des mains, des pieds et des yeux (Paul I, 2001).

1.4.7. Les anthraquinones :

Ce sont des composés aromatiques qui agissent sur la constipation. Ils ont un effet irritant et laxatif sur le gros intestin, provoquent des contractions des parois intestinales et stimulent les évacuations environ dix heures après la prise. Ils rendent les selles plus liquides, facilitant ainsi le transit intestinal (Paul I, 2001).

1.4.8. Les saponines :

Les saponines sont des glucosides contenus dans les plantes qui doivent leur nom au fait qu'elles moussent lorsqu'on les mélange avec de l'eau (sapo=savon). Il existe deux groupes différents de saponines : les saponines triterpènes et les saponines stéroïdes. Ces dernières ont une ressemblance structurelle avec les hormones stéroïdes du corps humain et ont donc parfois une activité hormonale lorsqu'on les utilise. Les saponines triterpènes sont souvent des expectorants très puissants, c'est-à-dire des substances qui facilitent l'évacuation des sécrétions des voies respiratoires et des bronches. On trouve par exemple des saponines stéroïdes dans la réglisse glabre (*glycyrrhiza glabra*) et des saponines triterpènes dans la primevère officinale (*primula veris*) (Hans W, 2007).

1.4.9. Les glucosides :

Les glucosides sont des composés organiques. Comme ils ont souvent des actions différentes, ils sont répartis en divers sous groupes dont le plus important est représenté par les glucosides cardiotoniques utilisés pour augmenter l'activité cardiaque lorsqu'elle est insuffisante. Ils ont en général aussi des propriétés diurétiques ce qui entraîne une diminution des liquides dans les tissus et fait ainsi baisser la pression artérielle (Hans W, :2007).

1.4.10. Les coumarines :

Les coumarines, de différents types, se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses. Les coumarines du mélilot (*Melilotus officinalis*) et du marronnier d'Inde (*Aesculus hippocastanum*) contribuent à fluidifier le sang alors que les furanocoumarines comme le bergaptène, contenu dans le céleri (*Apium graveolens*), soignent les affections cutanées et que la khelline de la khella (*Ammi visnaga*) est un puissant vasodilatateur coronarien (Paul I, 2001).

1.4.11. Les polysaccharides :

Ce sont des unités complexes de molécules de sucre liées ensemble que l'on trouve dans toutes les plantes. Du point de vue de la phytothérapie, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages «visqueux» et les graines.

Le mucilage et la gomme absorbent de grandes quantités d'eau, produisant une masse gélatineuse qui peut être utilisée pour calmer et protéger les tissus enflammés, par exemple quand la peau est sèche et irritée ou la paroi des intestins enflammée et douloureuse. La meilleure façon de préparer les herbes mucilagineuses comme l'orme rouge (*Ulmus rubra*) et le lin (*linum usitatissimum*) est de les gorger d'eau froide (de les faire macérer). Certains polysaccharides, comme les glucomannanes et les pectines, sont utilisés en cosmétologie (Paul I, 2001).

1.4.12. Les glucosinolates :

Présents uniquement dans les espèces de la famille des moutardes et des choux, les glucosinolates provoquent un effet irritant sur la peau, causant inflammation et ampoules. Appliqués comme cataplasme sur les articulations douloureuses, ils augmentent le flux sanguin dans la zone irritée, favorisant ainsi l'évacuation des toxines. Lorsqu'on les ingère, les glucosinolates se désagrègent et produisent un goût très prononcé. Le radis (*Raphanus sativus*) et le cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*) sont des plantes à glucosinolates typiques (Paul I, 2001).

1.4.13. Les vitamines :

Bien qu'elles soient souvent négligées, de nombreuses plantes médicinales sont particulièrement riches en vitamines. Le citronnier notamment (*Citrus limon*) contient des doses élevées de vitamine C et la carotte (*Daucus carota*) est riche en P-carotène (pro vitamine A).

Le cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*), par exemple, contient des doses élevées de vitamine B1, B2, C et E et de P-carotène tandis que l'argousier (*Hippophae rhamnoides*) peut être considéré comme un complément vitaminique et minéral en tant que tel (Hans W, 2007).

I.4.14. Les minéraux :

Certaines plantes médicinales contiennent également beaucoup de minéraux, c'est-à-dire des substances inorganiques qui sont nécessaires à la construction des tissus protecteurs, à la synthèse des enzymes et au bon fonctionnement du système nerveux. Parmi les plantes riches en minéraux on peut citer par exemple le persil frisé (*petroselinum crispum var. crispum*) ou la grande ortie (*Urtica dioica*), qui contiennent beaucoup de fer, tandis que le pissenlit (*taraxacum officinale*) a une teneur importante en potassium (**Hans W, 2007**).

I.5. Monographie d'une plante médicinale :

On entend par monographie la description complète de la plante, permettant :

- De l'identifier en éliminant tout risque d'erreur, de confusions ou de falsifications possibles ;
- De connaître sa composition ;
- De repérer les propriétés qui expliquent les emplois, la toxicité, les effets indésirables, les contre-indications...

Toute monographie s'organise comme suit :

- ✓ Définition : nom français, nom latin, famille, drogue, législation (appartenance à une liste des substances vénéneuses) ;
- ✓ Etude botanique :
 - Description de la plante, origine et récolte ;
 - Caractères de la drogue : macroscopiques et organoleptiques, microscopiques, risques de falsifications éventuelles ;
- ✓ Composition chimique : eau, substances minérales, substances diverses, principes actifs ;
- ✓ Action physiologique : toxicité, action sur les fonctions et les organes ;
- ✓ Essais : toute monographie précise quelles sont les méthodes et analyses permettant de vérifier les caractères botaniques, physico-chimiques et physiologiques décrits ;
- ✓ Emplois : indications thérapeutiques, posologie, précautions d'emploi... (**Odile C, Danielle R, 2007**)

Chapitre 2
Les huiles essentielles

2.1. Définition :

De très nombreux auteurs ont tenté de donner une définition des huiles essentielles. Selon la 8^{ème} Edition de la Pharmacopée française (1965), les huiles essentielles (= essences = huiles volatiles) sont: « des produits de composition généralement assez complexes renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus au moins modifiés au cours de la préparation. Pour extraire ces principes volatils, il existe divers procédés. Deux seulement sont utilisables pour la préparation des essences officinales: celui par distillation dans la vapeur d'eau de plantes à essence ou de certains de leurs organes, et celui par expression ».

Depuis la 9^{ème} édition (1972), la Pharmacopée française n'utilise plus que le terme *huile essentielle*

Pour la pharmacopée européenne (6^{éd.} 01/2008/2098) une huiles essentielles est « un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau. Soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique sans chauffage. Une huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition »

la norme AFNOR NF T 75-006 (février 1998) a donné la définition suivante d'une *huile essentielle*: « 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 sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques ». (Bruneton J., 2006)

Cette définition détermine les huiles essentielles **au sens strict**. Mais, de ce fait, elle écarte les produits obtenus, toujours à partir de matière première végétale, mais en employant d'autres procédés d'extraction, comme l'utilisation de solvants non aqueux ou l'enfleurage. Ainsi nous pouvons définir quatre autres types de produits (A-S, Carrette Delacour, 2000) :

Concrète : extrait à odeur caractéristique, obtenu à partir d'une matière première Fraîche d'origine végétale, par extraction par un solvant non aqueux, nommé aussi essence Concrète ou essence.

-Résinoïde : extrait à odeur caractéristique, obtenu à partir d'une matière première sèche d'origine végétale, par extraction par un solvant non aqueux.

Pommade florale : corps gras parfumé : obtenu à partir de fleurs, soit par enfleurage à froid (par diffusion des constituants odorants des fleurs dans le corps gras), soit par enfleurage à chaud (par digestion ou immersion des fleurs dans le corps gras fondu).

-Absolue : produit à odeur caractéristique, obtenu à partir d'une concrète, d'une

-pommade florale ou d'un résinoïde par extraction par éthanol à température ambiante.

2.2. Etat naturel, répartition et localisation

2.2.1. Répartition :

Les HE n'ont pas une présence générale chez les végétaux. Environ 1% des espèces élaborent des essences (Benayad N., 2008), il y aurait, selon Lawrence, 17500 espèces aromatiques. Les genres capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont répartis dans un nombre limité de familles, ex. : *Myrtaceae*, *Lauraceae*, *Rutaceae*, *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Cupressaceae*, *Poaceae*, *Zingiberaceae*, *Piperaceae*, etc. Quantitativement, les teneurs en huile essentielle sont plutôt faibles, assez souvent inférieures à 10 ml /kg. Des teneurs fortes comme celle du bouton floral de giroflier (150 ml/kg et plus dans la drogue sèche) sont exceptionnelles. (Bruneton J., 2006).

2.2.2. Localisation :

Dans certaines plantes, l'essence est produite par des tissus sécréteurs. Dans d'autres, elle se trouve en liaison glucosidique à l'intérieur des tissus et ne se manifeste que lorsqu'on froisse, écrase, sèche ou distille la plante. (Schauenberg P. et Paris F., 2010).

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante: cellules à huiles essentielles des *Lauraceae* ou des *Zingiberaceae*, poils sécréteurs des *Lamiaceae*, poches sécrétrices des *Myrtaceae* ou des *Rutaceae*, canaux sécréteurs des *Apiaceae* ou des *Asteraceae*. (Bruneton J., 2006).

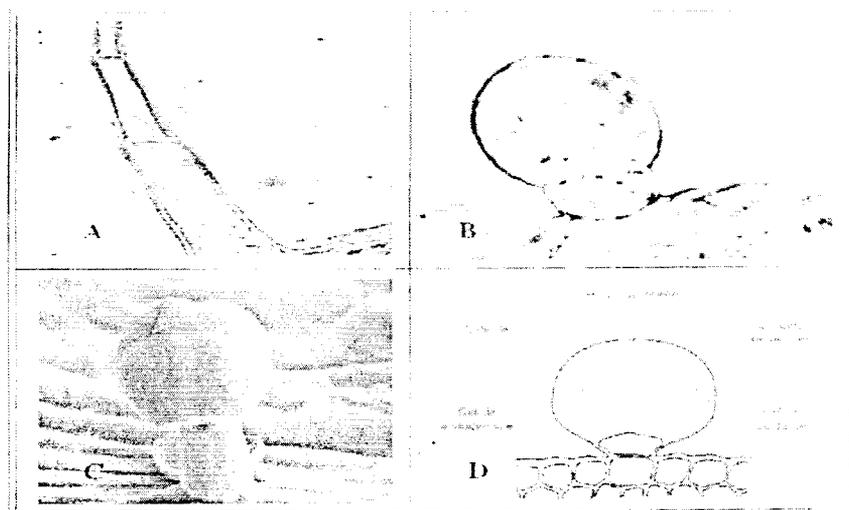


Figure 1 : Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles. (A) : poil sécréteur de *Mentha pulegium*, (B) : trichome glandulaire de *Mentha pulegium*, (C) : trichome glandulaire de *Lippia scaberrima* (D) : structure de trichome glandulaire de *Thymus vulgaris* (Combrinck et al., 2007; Karray-Bouraoui et al., 2009).

2.3. Classification chimique et biogénèse:

Les différentes caractéristiques propres à chaque huile essentielle permettent de les définir exactement. Ainsi leur connaissance est gage de qualité qui autorise leur utilisation en thérapeutique. La connaissance de la composition d'une huile essentielle est primordiale pour une utilisation.

2.3.1. Classification chimique :

2.3.1.1. Les terpénoïdes :

Dans le cas des huiles essentielles, seuls seront rencontrés les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée: mono- et sesquiterpènes. (Bruneton J., 2006), Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte. Leur formule brute est $(C_5H_8)_n$ dont le "x" est variable en fonction du degré d'insaturation de la molécule et "n" peut prendre des valeurs (1-8) sauf dans les polyterpènes qui peut atteindre plus de 100 (le caoutchouc).

2.3.1.1.1. Les Monoterpènes:

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). (L.S. Padua, N. Bunyapraphatsara, R.H.M.J. Lemmens, 1999) Ils comportent deux unités isoprène (C_5H_8), selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales.

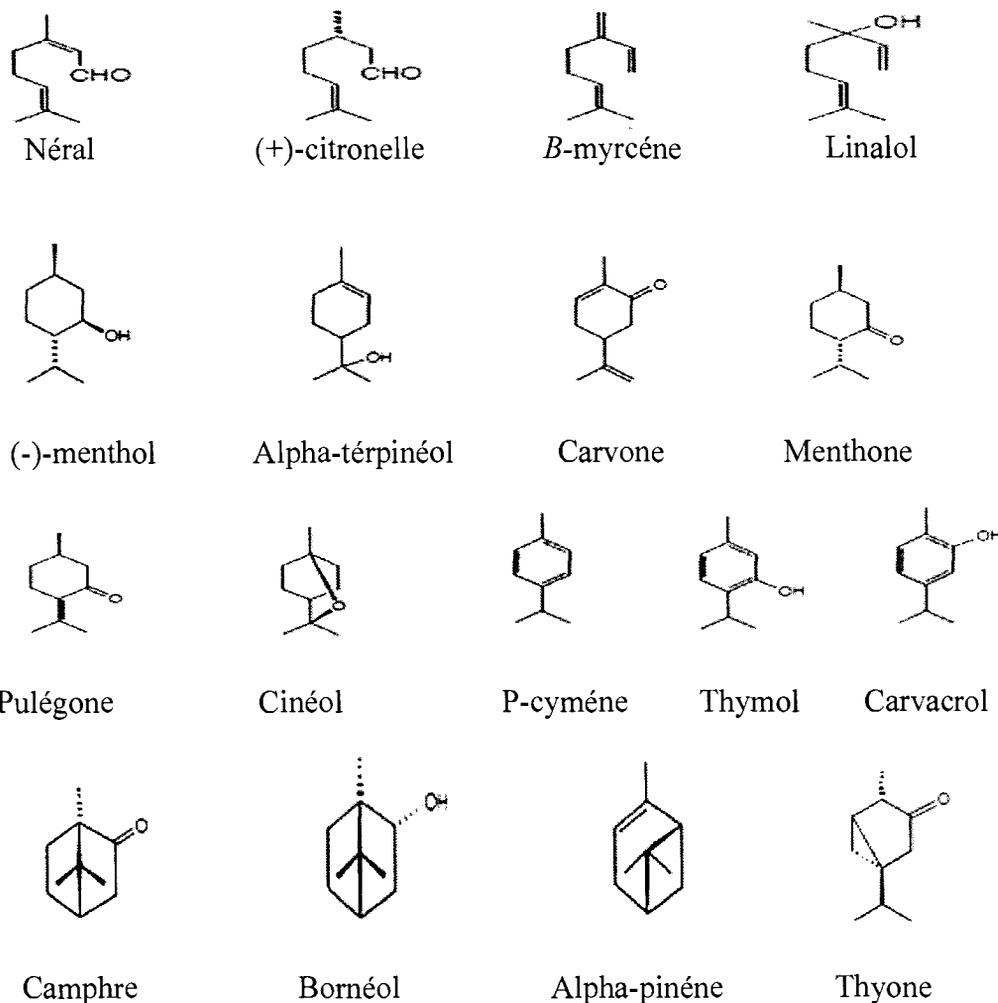


Figure 2: Structure chimique de quelques Monoterpènes mono, bi et acycliques (Vercauteren J.2014)

2.3.1.1.2. Les sesquiterpènes :

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en $C_{15}H_{22}$ (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature. (V. A. Kurkin, *Chem. Nat*, 2003).

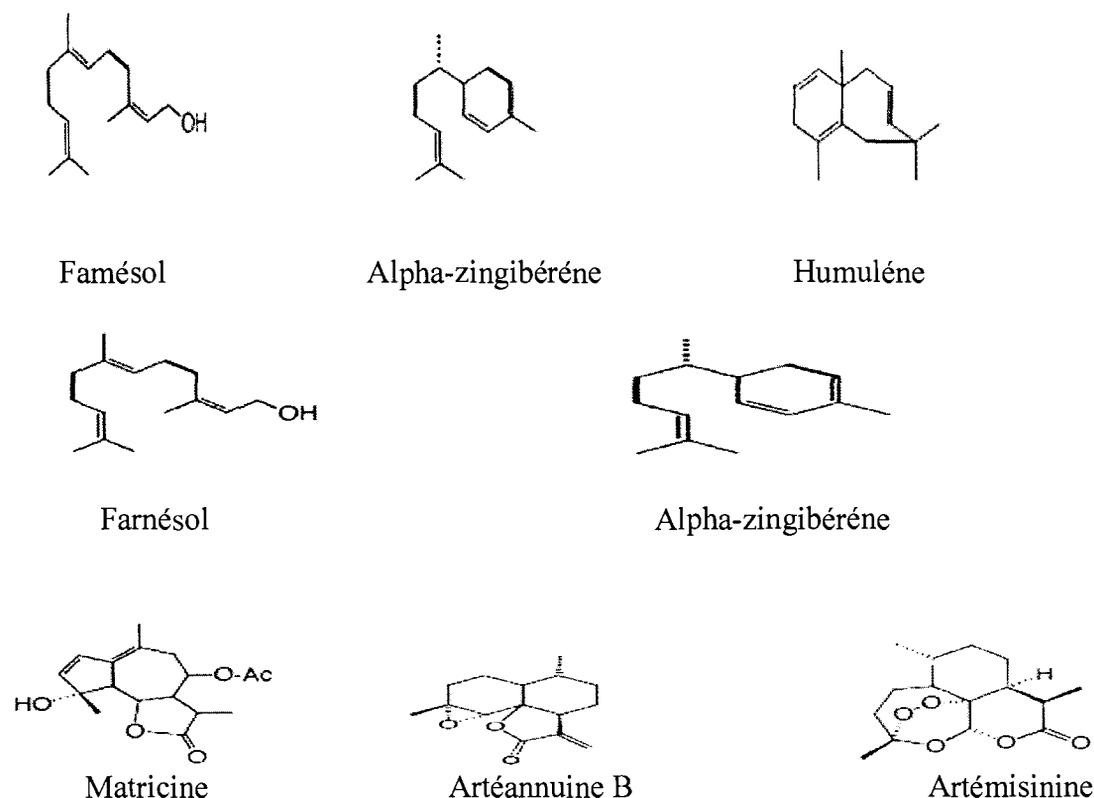
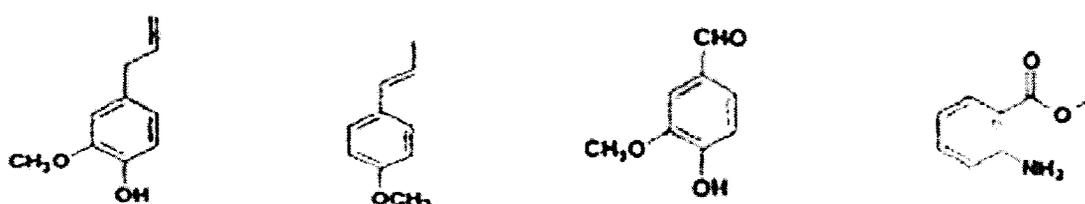


Figure 3 : Structure chimique des sesquiterpènes mon, poly et acycliques (Vercauteren J.2014)

2.3.1.2. Composés aromatiques :

Les dérivés du phénylpropane (C_6-C_3) sont beaucoup moins fréquents que les terpenoïdes. Ce sont très souvent des allyl- et propénylphénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiaceae (anis, fenouil, persil, etc. anéthole, anisaldéhyde, apiol, méthyl-chavicol [= estragole], etc.), mais aussi de celles de la girofle, de la muscade, de l'estragon, du basilic, de l'acore ou des cannelles (eugénol, safrole, asarones, cinnamaldéhyde, etc.). (Bruneton J., 2006).



Eugénol

E-anéthol

Vaniline

Anthranilate de méthyle

Figure 4 : Structure chimiques des quelques composés aromatiques (**Bruneteon J. 2006**)

2.3.1.2.1. Les composés d'origines diverses :

Il s'agit là de produits résultant de la transformation de molécules non volatiles. Ces composés contribuent souvent aux arômes de fruits. Compte tenu de leur mode de préparation, les concrètes et les absolues peuvent en renfermer. Il en est de même pour les huiles essentielles lorsqu'ils sont entraînés par la vapeur d'eau. (**Bruneton J., 2006**).

- ✓ Composés issus de la dégradation d'acides gras : (3Z)-hexén-1-ol, (2E)-hexénals et leurs isomères responsables de l'odeur « verte » des feuilles, octanal, décanal, acétate d'exényl, etc. (**Bruneton J., 2006**)
- ✓ Composés issus de la dégradation de terpènes :

-C13-norisoprénoides : Les principaux constituants de ce groupe - les ionones- Proviennent de l'autoxydation des carotènes. Elles sont fréquentes dans les arômes de fruits. Les damascénones (rose, géranium) et les damascones ont une origine voisine (caroténoïdes alléniques).

-Irones : Ces cétones en C14 sont également des produits de dégradation. Caractéristiques de l'absolue d'iris (*Iris florentina* L., *Iris pallida* Lamé., *Iris germanica* L.), elles ne sont pas préformées, mais apparaissent lors du vieillissement du rhizome. Elles proviennent de l'oxydation de triterpènes bicycliques, les iridals (iripallidal iriflorentinal, irigermanallibres ou estérifiés par des acides gras).

2.3.1.2.2. Autres composés :

Les composés azotés ou soufrés, caractéristiques des produits torréfiés, grillés ou rôtis, sont plutôt rares dans les huiles essentielles: pyrazines et butéthioates du galbanum (*Ferula* sp.), 2-acétyl-4-isopropényle-pyridine et autres pyridines de l'huile essentielle de menthe crépue. (**Bruneton J., 2006**).

2.3.2. Biogenèse :

➤ Voie de mévalonate :

Plusieurs étapes :

-Condensation des thioéthers de l'acide acétique, et donc formation de l'acéto-acétate (Claisen), condensation aldolique de l'acéto-acétate avec une molécule d'acétylcoenzyme A et formation de 3R-mévalonique (MVA).

-Plusieurs réactions de phosphorylation et décarboxylation induit à la formation d'isopentényl (IPP) et isomérisation de ce dernier en Diméthylallylpyrophosphate (DMAP) par l'isopentényldiphosphate (**Bruneteon J. 2006**).

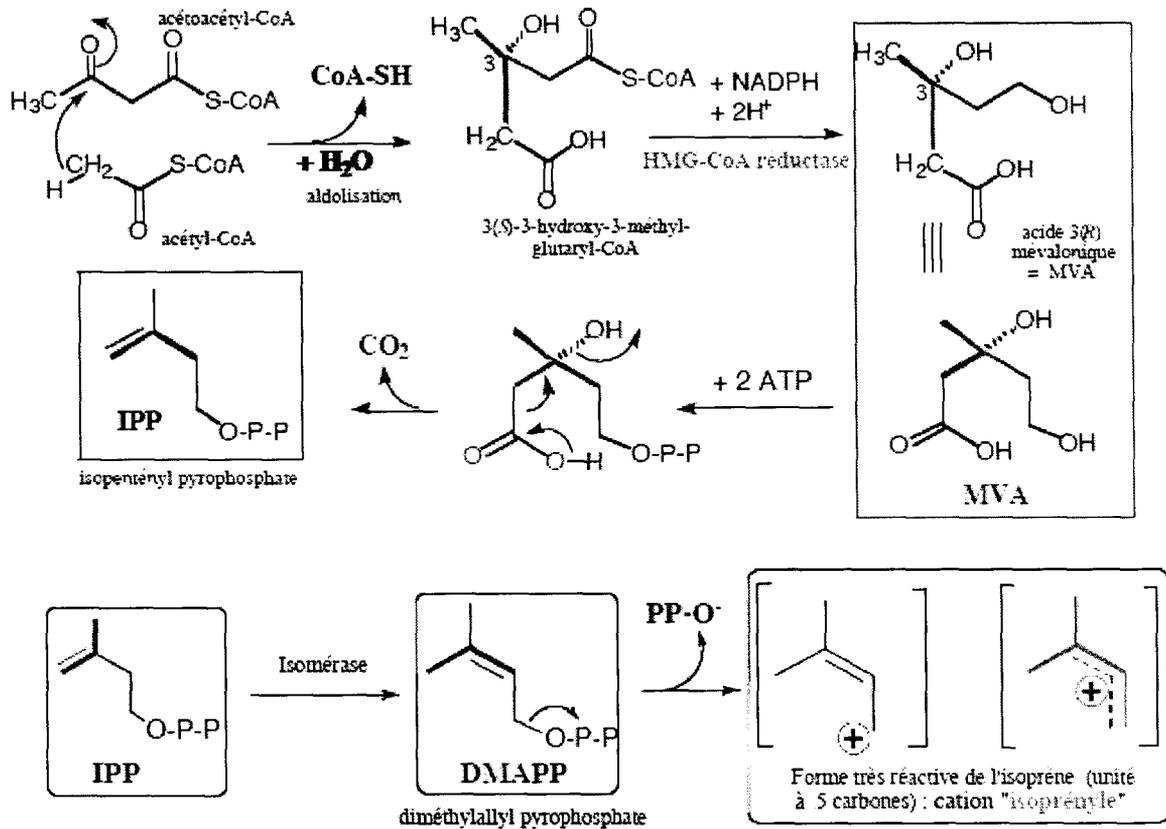


Figure 5 :Schéma des réactions de formation d'IPP (Vercauteren J.2014)

➤ **Couplage tête-queue des unités isopréniques :**

L'addition du DMAPP sur la double liaison de l'IPP est catalysée par une prényltrasférase, la GPP-synthase ; la réaction implique l'ionisation du diphosphate d'allyle par le départ du groupe diphosphate qui permet l'addition électrophile du carbocation allylique formé sur la double liaison du diphosphate d'isopentényl. la condensation s'accompagne de l'élimination d'un proton H pro-2R de l'IPP conduisant à des doubles liaisons tout-trans (E) et formation de GPP précurseur de toutes les monoténes.

L'addition du GPP sur un IPP conduit au farnésyldiphosphate FPP (précurseurs de tous les sesquiterpènes) et ainsi de suite pour former la série des diphosphates de prényls allyliques homologues (Bruneteon J.2006).

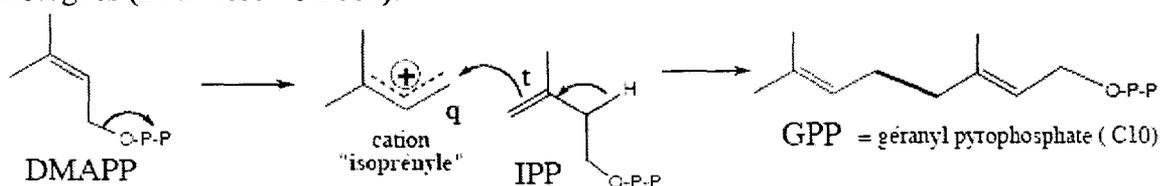


Figure 6: Schéma des réactions de formation de GPP (Vercauteren J.2014)

➤ **Couplage queue-à-queue des unités en C15 et en C20 :**

De la condensation d'une unité IPP sur le FPP. Cette réaction donne le Géranygéranylpyrophosphate (GGPP), précurseur des **diterpènes (C20)** et des **caroténoïdes (C40)**. (Bruneteon J.2006).

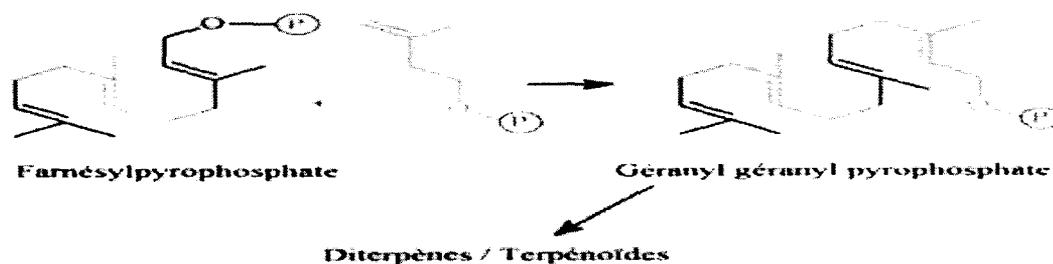


Figure 7 : Schéma des réactions de formation des diterpènes (Vercauteren J.2014)

2.4. Facteurs de variabilité :

2.4.1. Facteurs intrinsèques :

2.4.1.1. Existence de chimotypes :

Les chimotypes sont très fréquents chez les plantes à huiles essentielles. L'un des exemples le plus démonstratif est celui du thym (*Thymus vulgaris*) qui présente sept chimotypes : six dans les garrigues du sud de la France et un en Espagne. Le même phénomène s'observe pour d'autres espèces du genre *Thymus* mais aussi pour d'autres *Lamiaceae* (Bruneton J., 2006).

2.4.1.2. Influence de l'âge et du cycle végétatif :

L'âge et le cycle végétatif d'une espèce donnée influent sur le rendement et sur la composition des différents constituants de l'huile essentielle. (Hudaib M et al., 2002).

2.4.1.3. Influence des paramètres écologiques :

Les caractéristiques écologiques et les facteurs environnementaux ont des effets déterminants sur la composition des huiles essentielles : facteurs géographiques (l'altitude, nature du sol, conditions climatiques).

2.4.1 Facteurs extrinsèques :

Les perturbations les plus importantes se manifestent lors de l'hydrodistillation. Les compositions du produit obtenu par ce mode d'extraction sont souvent différentes de celles du mélange de constituants initialement présents dans les organes sécréteurs du végétal. En particulier, l'effet de l'eau, l'acidité et la chaleur induit l'hydrolyse des esters mais aussi des réarrangements, des isomérisations, des racémisations, des oxydations etc. (Bruneton J., 2006).

2.5. Caractéristiques physico-chimiques :

2.5.1. Les Caractéristiques physiques :

Les huiles essentielles sont constituées de molécules aromatiques de très faible masse moléculaire. (Degryse A.C et al., 2008).

Sont des liquides à température ordinaire, assez mobiles à quelques exceptions près, sont très inflammables, généralement incolores ou jaune pâle à l'exception de l'huile essentielle de matricaire qui est bleu-vert, de même de celle du patchouli (**Bruneton J., 2006,**)

La plupart des huiles essentielles ont une densité inférieure à celle de l'eau, et sont entraînable à la vapeur d'eau ; il existe, cependant, des exceptions telles que les huiles essentielles de Sassafras, de Girofle et de Cannelle dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Elles possèdent un indice de réfraction souvent élevé et sont douées de pouvoir rotatoire (**Bruneton J., 2006, Baser et Buchbauer, 2010, Desmares C et al., 2008**).

Les huiles essentielles s'évaporent et se volatilisent à température ambiante. (**Bruneton J., 2006, Desmares C et al., 2008**) Très peu solubles dans l'eau à laquelle elles communiquent leurs odeurs, cette eau est dite «eau distillée florale». Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvants organiques (; **Bruneton J., 2006, Baser et Buchbauer, 2010**).

Leur point d'ébullition est toujours supérieur à 100°C (**Duraffourd C. et Lapraz J.C . 2002**).

2.5.1. Les Caractéristiques chimiques :

Les huiles essentielles s'oxydent à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène en même temps que leur odeur se modifie, leur point d'ébullition augmente et leur solubilité diminue.

Elles absorbent le chlore, le brome, l'iode avec un dégagement de chaleur. Elles peuvent se combiner à l'eau pour former des hydrates.

La lipophilie des huiles essentielles permet un très bon passage des membranes physiologiques en particulier au niveau de la peau. Une célèbre expérience a montré que l'application d'eucalyptol sur la plante des pieds entraîne quelques instants après une odeur d'eucalyptus au niveau de l'haleine. (**Duraffourd C, 2002**).

2.6. Méthodes d'extraction et identification:

2.6.1. Méthodes d'extraction :

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 D ,2001**).

2.6.1.1. Technique de Distillation

2.6.1.1.1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau :

Les méthodes d'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau sont basées sur le fait que la plupart des composés volatils contenus dans les végétaux sont entraînés par la vapeur d'eau, du fait de leur point d'ébullition relativement bas et de leur caractère hydrophobe. Sous l'action de la vapeur d'eau introduite ou formée dans l'extracteur, l'essence se libère du tissu végétal et entraînée par la vapeur d'eau. Le mélange de vapeurs est condensé sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par décantation en fonction de sa densité, elle peut être

recueillie à deux niveaux:- au niveau supérieur du distillat, si elle est plus légère que l'eau, ce qui est fréquent;- au niveau inférieur, si elle est plus dense que l'eau. (Bruneton J. 2006).

L'entraînement à la vapeur est une technique largement utilisée pour l'extraction des huiles essentielles. L'avantage de cette technique réside en l'abaissement de la température de distillation ; les composés sont donc entraînés à des températures beaucoup plus basses que leur température d'ébullition, ce qui évite leur décomposition (Carnat A.P. et al.1998).

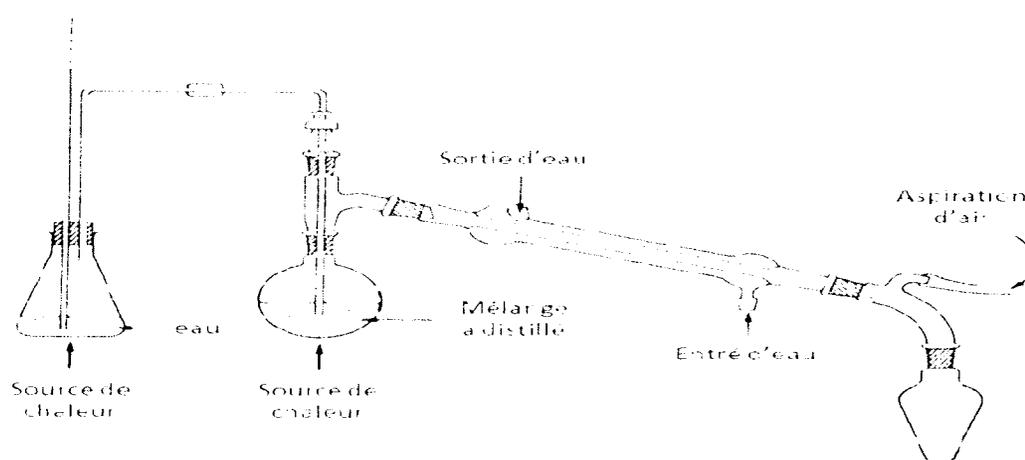


Figure 8 : Schéma illustratif de montage de distillation par l'entraînement à la vapeur au laboratoire

2.6.1.1.2. L'hydrodistillation :

Le principe de l'hydrodistillation est celui de la distillation des mélanges binaires non miscibles. Elle consiste à immerger la biomasse végétale dans un alambic rempli d'eau, que l'on porte ensuite à l'ébullition. La vapeur d'eau et l'essence libérée par le matériel végétal forment un mélange non miscible. Les composants d'un tel mélange se comportent comme si chacun était tout seul à la température du mélange, c'est à dire que la pression partielle de la vapeur d'un composant est égale à la pression de vapeur du corps pur.

Cette méthode est simple dans son principe et ne nécessite pas un appareillage coûteux. Cependant, à cause de l'eau, de l'acidité, de la température du milieu, il peut se produire des réactions d'hydrolyse, de réarrangement, d'oxydation, d'isomérisation, etc. qui peuvent très sensiblement conduire à une dénaturation (Brian M.L.1995, Bruneteon. J ; 2006).

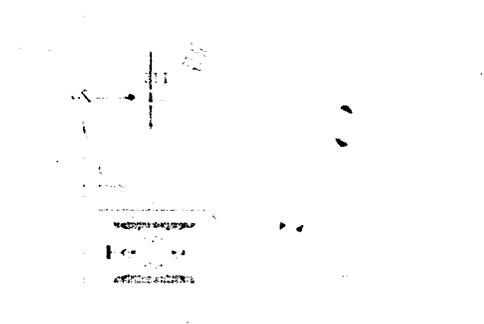


Figure 9: Schéma représentatif de montage de l'hydrodistillation fractionnée

2.6.1.1.3. La distillation à vapeur saturée :

Dans cette variante, la matière végétale n'est pas en contact avec l'eau. La vapeur d'eau est injectée au travers de la masse végétale disposée sur des plaques perforées. La distillation à vapeur saturée est la méthode la plus utilisée à l'heure actuelle dans l'industrie pour l'obtention des huiles essentielles à partir de plantes aromatiques ou médicinales.

En général, elle est pratiquée à la pression atmosphérique ou à son voisinage et à 100°C, température d'ébullition d'eau. Son avantage est que les altérations de l'huile essentielle recueillie sont minimisées (**Brian M.L. 1995**).

2.6.1.2. Technique de pression

2.6.1.2.1. Expression a froid :

Le procédé d'extraction par expression à froid est assurément le plus simple mais aussi le plus limité. Il est réservé à l'extraction des composés volatils dans les péricarpes des hespéridés ou encore d'agrumes qui ont une très grande importance pour l'industrie des parfums et des cosmétiques. Cependant ce sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpènes. Il s'agit d'un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices. L'essence libérée est recueillie par un courant d'eau et reçoit tout le produit habituel de l'entraînement à la vapeur d'eau, d'où la dénomination d'huile essentielle (**R. Anton. A. Lobstein, 2005**).

Le procédé est utilisé uniquement pour l'obtention des huiles essentielles contenues dans les zestes d'agrumes (**Dugo G., Di Giacomo A, 2002**) Il s'agit d'un processus physique dans lequel les glandes à huile essentielle de la peau du fruit sont percées, broyées ou concassées mécaniquement afin de libérer l'essence. Cette méthode est économiquement plus rentable que l'hydrodistillation et permet d'éviter d'éventuelles dégradations thermiques.

2.6.1.3. Techniques innovantes

2.6.1.3.1. L'hydrodiffusion :

Elle consiste à pulser de la vapeur d'eau à travers la masse végétale, du haut vers le bas. Ainsi le flux de vapeur traversant la biomasse végétale est descendant contrairement aux techniques classiques de distillation dont le flux de vapeur est ascendant.

L'avantage de cette technique est traduit par l'amélioration qualitative et quantitative de l'huile récoltée, l'économie du temps, de vapeur et d'énergie (**Roux R. 2008**).

2.6.1.3.2. Extraction par micro- ondes :

Le procédé d'extraction par micro-ondes appelée Vacuum Microwave Hydrodistillation (VMHD) consiste à extraire l'huile essentielle à l'aide d'un rayonnement micro-ondes d'énergie constante et d'une séquence de mise sous vide. Seule l'eau de constitution de la matière végétale traitée entre dans le processus d'extraction des essences. Sous l'effet conjugué du chauffage sélectif des micro-ondes et de la pression réduite de façon séquentielle dans l'enceinte de l'extraction, l'eau de constitution de la matière végétale fraîche entre brutalement en ébullition.

Le contenu des cellules est donc plus aisément transféré vers l'extérieur du tissu biologique, et l'essence est alors mise en œuvre par la condensation, le refroidissement des vapeurs et puis la décantation des condensats. Cette technique présente les avantages suivants: rapidité, économie du temps d'énergie et d'eau, extrait dépourvu de solvant résiduel (**Justin Nzeyumwami K. 2004**).

L'extraction assistée par microondes est également une alternative aux méthodes d'extraction conventionnelles (**L. Wang et C.L. Waller, 2006**). Elle utilise de plus petites quantités de solvant, n'est pas couteuse (**T. S. Reighard et S. V. Olesik, 2006**) (**L. Wang and C.L. Waller, 2006**) et est considérablement rapide. Cependant, la température opératoire de cette technique est relativement haute (100 – 150 °C), ce qui pose des problèmes quand il s'agit de l'extraction d'antioxydants) (**T. S. Reighard et S. V. Olesik, 2006**).

Les autres inconvénients de cette technique sont d'une part le rendement faible lorsque les solutés ou les solvants sont apolaires et d'autre part le besoin de l'étape postérieure de filtration ou de centrifugation pour éliminer le résidu solide de l'extrait. (**L. Wang et C.L. Waller, 2006**).

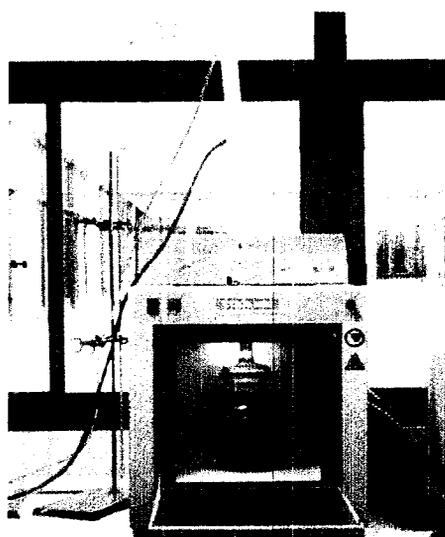


Figure 10 : Montage de l'extraction par micro-onde

2.6.1.3.2. Hydrodistillation extraction simultanée (SDE) :

Le principe de cette technique réside dans la rencontre de la vapeur d'eau chargée de molécules aromatiques provenant de l'hydrodistillation et des vapeurs de solvant, entraînant l'extraction des composés aromatiques de la phase aqueuse vers la phase organique.

Le passage des deux phases dans la partie réfrigérante va permettre la condensation et la séparation des deux phases dans la partie en U de l'appareil. La conception du procédé assure le recyclage des deux phases.

La SDE est une technique actuellement très utilisée dans l'extraction de molécules aromatiques d'origines végétales (**F. Peng et al. 2004**) mais aussi dans l'agro-alimentaire pour la détermination qualitative et quantitative de molécules aromatiques présentes dans

Certains produits alimentaires (F. Siano, 2003) Plus récemment, la SDE a été réalisée sous pression réduite, ce qui permet de réduire les phénomènes d'artéfact comme cela a été mis en évidence en étudiant l'acétate de linalyle (L. Maignal, 1992).

2.6.1.5. Autres méthodes

2.6.1.5.1. Extraction par solvants :

La méthode de cette extraction est basée sur le fait que les essences aromatiques sont solubles dans la plupart des solvants organiques.

L'extraction se fait dans des extracteurs de construction variée, en continu, semi-continu ou en discontinu. Le procédé consiste à épuiser le matériel végétal par un solvant à bas point d'ébullition qui par la suite, sera éliminé par distillation sous pression réduite. L'évaporation du solvant donne un mélange odorant de consistance pâteuse dont l'huile est extraite par l'alcool. L'extraction par les solvants est très coûteuse à cause du prix de l'équipement et de la grande consommation des solvants.

Un autre désavantage de cette extraction par les solvants est leur manque de sélectivité; de ce fait, de nombreuses substances lipophiles (huiles fixes, phospholipides, caroténoïdes, cires, coumarines, etc.) peuvent se retrouver dans le mélange pâteux et imposer une purification ultérieure (Shellie et al. 2004).

2.6.1.5.2. Extraction par fluide à l'état supercritique :

L'extraction par gaz liquéfié ou par fluide à l'état supercritique met en œuvre généralement le dioxyde de carbone. (Aghel N et al., 2004) D'autres travaux de recherche de (Ozel et al., 2003), (Deng et al., 2008) montrent l'utilisation de l'eau dans son état supercritique. Dans ce système, le solvant est utilisé en boucle par interposition d'échangeurs de chaleur, d'un compresseur et d'un détendeur afin de porter le solvant à l'état désiré à chaque stade du processus. La séparation de l'extrait a lieu en phase gazeuse par simple détente.

L'extraction avec des fluides supercritiques est une méthode très attractive qui mérite une attention particulière. Les avantages de cette méthode devant les méthodes conventionnelles sont basés sur une durée d'extraction plus courte, une sélectivité élevée et la facilité d'éliminer le solvant après l'extraction par simple décompression.

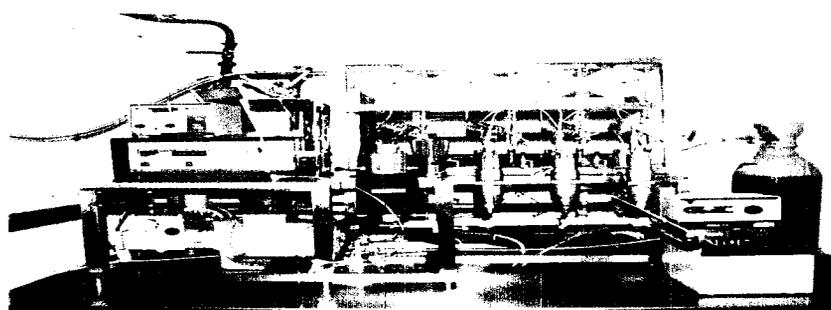


Figure 11 : Extracteur par CO2 Supercritique

2.6.1.5.3. Extraction par les corps gras ;

La méthode d'extraction par les corps gras est utilisée en fleurage dans le traitement des parties fragiles de plantes telles que les fleurs, qui sont très sensibles à l'action de la température.

Elle met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Le principe consiste à mettre les fleurs en contact d'un corps gras pour le saturer en essence végétale.

Le produit obtenu est une pommade florale qui est ensuite épuisée par un solvant qu'on élimine sous pression réduite. Dans cette technique, on peut distinguer l'enfleurage où la saturation se fait par diffusion à la température ambiante des arômes vers le corps gras et la digestion qui se pratique à chaud, par immersion des organes végétaux dans le corps gras.

2.6.2. Méthodes d'identification des huiles essentielles

2.6.2.1. Les méthodes chromatographiques :

2.6.2.1.1. La chromatographie sur couche mince (CCM) :

La Chromatographie sur Couche mince ou CCM est une méthode analytique couramment utilisée dans les laboratoires de phytochimie pour la séparation et l'identification rapides des constituants d'un extrait donné.

Elle repose principalement sur des phénomènes d'adsorption ; la phase mobile est un solvant ou un mélange des solvants ; qui progresse le long d'une phase stationnaire qui peut être soit une couche mince de gel de silice ; l'alumine ; ou cellulose .Celle-ci doit être uniformément étalée sur un support en aluminium, sur une feuille semi-rigide de matière plastique ou sur une plaque de verre. (Begrba A , 2008).

2.6.2.1.2. La Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) :

La CPG est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition (Arpino P et al. 1995) C'est la technique de séparation la plus utilisée dans le domaine des huiles essentielles, car elle permet d'effectuer l'individualisation des constituants à partir d'échantillons de l'ordre du milligramme voire du microgramme.

Les progrès technologiques réalisés dans le domaine des colonnes capillaires, des phases stationnaires et des détecteurs (FID) ont contribué à rendre la CPG incontournable pour l'analyse des huiles essentielles.

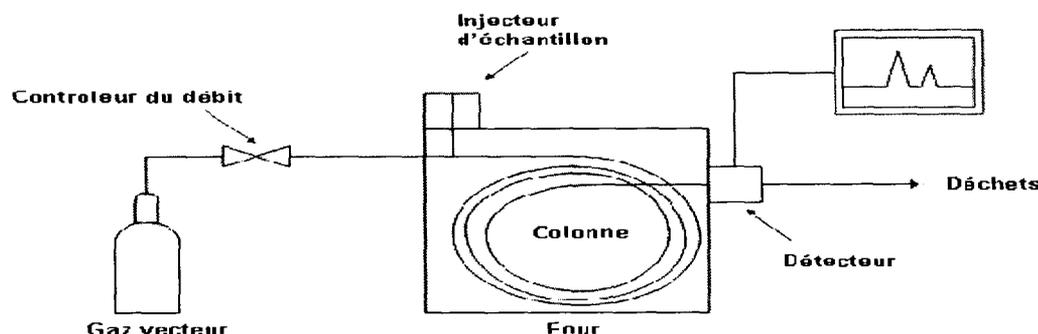


Figure 12: Schéma simplifié de la chromatographie en phase gazeuse

2.6.2.2. Les méthodes spectroscopiques :

2.6.2.2.1. La spectroscopie Infrarouge :

La spectroscopie IR est utilisée en générale pour identifier les groupement fonctionnels d'une molécules, cette méthode est très employée dans les laboratoires de chimie, de manière plus simple et routinier sachant que le domaine de fréquence le plus couramment utilisé s'entend de 4000cm^{-1} à 6000cm^{-1} . (Begrba A , 2008).

2.6.2.2.2. La spectrométrie(RMN) :

La résonance magnétique nucléaire ou RMN est une technique utilisée pour l'analyse des structures de nombreuses molécules chimiques. Elle sert principalement à la détermination structurale des composés organiques.

Les principaux noyaux étudiés sont le proton ^1H , le carbone ^{13}C , le phosphore ^{31}P , et l'azote ^{15}N . Cette méthode repose essentiellement sur le phénomène de magnétisme. En effet, les noyaux de certains atomes (^1H , ^{13}C , etc...) possèdent un moment magnétique nucléaire, c'est-à-dire qu'ils se comportent comme des aimants microscopiques caractérisés par une grandeur quantique appelée «le spin».

La technique de RMN étudie le comportement des noyaux atomiques en présence d'un champ magnétique externe. Le champ magnétique appliqué aux produits entraîne un dédoublement des niveaux d'énergie du spin nucléaire, de sorte qu'on puisse induire des transitions entre eux, suite à l'absorption d'une radiation électromagnétique adéquate. (Begrba A, 2008).

2.7. Propriétés biologiques et activités thérapeutiques :

2.7.1. Propriétés biologiques :

2.7.1.1. Action antibactérienne :

Les huiles essentielles les plus étudiées pour leurs propriétés antibactériennes appartiennent aux *Lamiaceae*. (Pauli, 2001).

Les principales composants de ses huiles sont Les phénols (carvacrol, thymol) possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé, suivi des monoterpénols (géraniol, menthol, terpinéol), aldéhydes (néral, géranial), etc. (**Asma Farhat, 2010**), la variabilité des constituants suggère qu'elles agissent sur plusieurs sites d'action dans les micro-organismes, étant donné que chaque composé possède son propre mode d'action (**Guinoiseau, 2010**).

De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques sur les bactéries comme la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électron et la coagulation du contenu protéique des cellules. (**Davidson, 1997**) Le mode d'action des HEs dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane. (**Cox et al., 2000**) Une inhibition de la décarboxylation des acides aminés Chez *Enterobacter aerogenes* aussi été rapportée (**Wendakoon et Sakaguchi, 1995**).

2.7.1.2. Action Antivirales :

Les virus sont assez sensibles aux huiles essentielles à phénol et à monoterpénol. Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales. Nous pouvons citer l'huile essentielle de Ravintsara, l'huile essentielle de Bois de Hô, ou l'huile essentielle de Cannelle de Ceylan, (**Purchon, N, 2001. Willem, J.P; 2002**).

2.7.1.3. Action Antiparasitaire :

Les molécules aromatiques possédant des phénols ont une action puissante contre les parasites. Le thym à linalol, la sarriette des montagnes sont d'excellentes huiles essentielles antiparasitaires, (**Purchon, N, 2001; Willem, J.P; 2002**) (**Farhat A, 2010**).

2.7.1.4. Action Antiseptique :

Les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les huiles essentielles possédant des fonctions aldéhydes ou des terpènes, ces derniers réduisent le développement et la prolifération des germes pathogènes (**Sylvie Verbois, 2001**) (**Farhat A, 2010**) comme l'huile essentielle d'*Eucalyptus radiata*.

2.7.1.5. Action Anti-oxydante :

La présence dans la composition des huiles essentielles de composés phénoliques, comme le thymol et le carvacrol, des monoterpènes oxygénés tels que le linalol, le 1,8-cinéole, le géranial, le néral, le citronellal, l'isomenthone et la menthone. Et quelques monoterpènes hydrocarbonés tels que l'alpha-terpinène, lumbda-terpinène et l'alpha-terpinolène est responsable de l'activité anti-oxydante.

L'activité antioxydante de ces composés est exploitée dans la prévention et la lutte contre les maladies comme l'Alzheimer (**Butterfideid D., Lauderback, C. 2002**), l'artériosclérose et le cancer (**Gardner, P. 1997**), car ces maladies surviennent lors du déséquilibre entre la production de radicaux libres et les enzymes antioxydants. Ces composés semblent agir en

jouant un rôle important dans la neutralisation des radicaux libres et dans la décomposition des peroxydes grâce à leurs propriétés oxydo-réducteurs (**Braga, P.C,2006**).

2.7.2. Propriétés thérapeutiques

2.7.2.1. Anti-inflammatoire :

Les huiles essentielles possédant des aldéhydes ont des propriétés actives contre l'inflammation (**Purchon, N, 2001. ; Willem, J.P; 2002**) utilisées pour soigner des maladies inflammatoires telles que les rhumatismes, les allergies ou l'arthrite (**Maruyama et al., 2005**). Plusieurs études ont, par exemple, mis en évidence l'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* (**Koh et al., 2002; Caldefie-Chézet et al., 2004; Caldefie-Chézet et al., 2006**) et de son composé principal, l'-terpinéol (**Hart et al., 2000**).

Les composés actifs agissent en empêchant la libération d'histamine ou en réduisant la production de médiateurs de l'inflammation. Un autre exemple, l'huile essentielle de géranium (**Maruyama et al. 2005**) ainsi que le linalol et son acétate (**Peana et al. 2002**).

2.7.2.2. Régulatrices du système nerveux :

2.7.2.2.1. Action antispasmodique :

Selon le dosage, les huiles essentielles antispasmodiques auront soit une action sédatrice, soit une action tonifiante. Par ailleurs, elles sont antidépressives. (**Sylvie Verbois, 2001**) Les huiles essentielles possédant des esters ou des éthers possèdent une action sur les spasmes des muscles lisses ou striés comme l'huile essentielle d'Hélichryse (**Purchon , N, 2001; Willem, J.P; 2002**).

2.7.2.2.2. Calmantes, anxiolytiques :

Les aldéhydes type citrals contenu par exemple dans l'huile essentielle de Mélisse ou celle de Verveine citronnée favorisent la détente et le sommeil. (**Purchon, N, 2001. Willem, J.P;2002**).

2.7.2.2.3. Action analgésique, antalgique, anesthésique :

Les huiles essentielles agissent très bien dans tous les types de douleur, elles apaisent les irritations, calment les spasmes et les démangeaisons, elles diminuent la sensibilité d'une zone ayant subi un choc ou un traumatisme, tout en soulageant la souffrance. (**Sylvie Verbois, 2001**).

2.7.2.2.4. Action détoxiquante :

Les huiles essentielles désintoxiquent, régularisent, stimulent les fonctions de l'organisme, en ayant des actions spécifiques sur chaque organe. Elles sont équilibrantes, tonifiantes et possèdent un effet dynamisant sur l'énergie vitale, sans pour autant l'épuiser. (**Sylvie Verbois, 2001**).

2.7.2.2.5. Action relaxante :

Les huiles essentielles ont un effet relaxant, de bien-être et de détente. Elles facilitent le sommeil en favorisant l'endormissement (en diffuseur, par voie orale, en massages). Elles aident le corps à relâcher les tensions et sont d'une exceptionnelle efficacité dans le stress. (Sylvie Verbois, 2001).

2.7.2.3. Drainantes respiratoires :

2.7.2.3.1. Expectorantes :

Les huiles essentielles riches en oxyde (1, 8 cinéole) comme l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* ou de Romarin agissent sur les glandes bronchiques et sur les cils de la muqueuse bronchique.

2.7.2.3.2. Fluidifiantes :

Les huiles essentielles possédant des cétones (comme la verbénone contenu dans l'huile essentielle de Romarin) ont une action mucolytique en dissolvant les sécrétions accumulées au niveau de la muqueuse.

2.7.2.4. Digestives :

Les huiles essentielles de cumin (avec la molécule de cuminal), d'anis étoilé ou par exemple d'estragon ont une action digestive et apéritive. Elles permettent la stimulation de la sécrétion des sucs digestifs. L'huile essentielle de menthe poivrée atténue les nausées.

2.7.2.5. Cicatrisantes :

Les huiles essentielles cicatrisantes sont les huiles essentielles de Ciste (*Cistus ladaniferus*), de Lavande vraie (*Lavandula vera*), d'Immortelle (*Helichrysum italicum*), de Myrrhe (*Commiphora myrrha*). On utilise souvent un mélange de plusieurs huiles essentielles cicatrisantes avec une huile végétale comme l'huile d'amande douce. (Purchon, N, 2001. Willem, J.P; 2002).

2.8. Voies d'administration :

Il existe quatre voies principales d'utilisation des huiles essentielles en aromathérapie : cutanée, orale, pulmonaire et rectale.

2.8.1. Voie cutanée :

La voie cutanée est une voie d'administration idéale pour une utilisation quotidienne des huiles essentielles. Elle est intéressante grâce à son action ciblée sur la zone de l'affection, ainsi qu'une toxicité moindre permettant une utilisation prolongée, ce qui est intéressant pour des pathologies chroniques. C'est la voie de première intention.

Les huiles essentielles passent de manière progressive la barrière cutanée ce qui étend proportionnellement la durée d'action de chaque application. Cette voie expose à un risque d'irritation et il est donc préférable de diluer les huiles essentielles dans une huile végétale. La

pénétration à travers la peau s'effectue généralement de façon très rapide, en dix minutes environ du fait du faible poids moléculaire des molécules aromatiques volatiles.

L'huile essentielle diffuse dans la microcirculation avant de se retrouver dans la circulation générale pour y exercer son activité. Il faut avoir à l'esprit qu'après application, l'huile essentielle pénètre et ne reste pas seulement en surface de l'épiderme. Cette voie est intéressante notamment chez les enfants (**Faucon M, 2012**) (**Jocteur G, 2013**).

.2.8.2. Voie orale :

La voie orale est d'avantage appropriée pour des pathologies aiguës puisque conseiller pour une utilisation ponctuelle en raison d'une toxicité plus marquée. Cette voie est à éviter en cas d'ulcère, de gastrite ou de reflux gastro-œsophagien.

La voie sublinguale est très efficace car la face inférieure de la langue est richement vascularisée permettant ainsi une action rapide. Cette voie est idéale pour les pathologies pharyngées telles que les angines. Les molécules aromatiques passent directement dans la circulation générale évitant ainsi le passage hépatique. La face supérieure de la langue est d'avantage appropriée pour des pathologies nasales et sinusiennes. (**Goeb P. et Pesoni D, 2010**) (**Jocteur G, 2013**).

2.8.3. Voie respiratoire

La diffusion aérienne d'huile essentielle est la voie la plus logique puisque les molécules aromatiques sont volatiles. L'interface respiratoire est particulièrement intéressante pour traiter les pathologies pulmonaires mais également pour entraîner un état de relaxation (**Franchomme P et al., 2003**).

❖ Inhalation sèche :

Les huiles essentielles étant très volatiles, leur évaporation améliorera l'environnement proche. Déposer quelques gouttes d'HE pures sur un mouchoir ; cette utilisation est particulièrement pratique.

❖ Inhalation humide :

Dans un inhalateur, mélanger une cuillère à soupe d'alcool à 90° (15 ml environ) et 5 à 6 gouttes d'HE, puis compléter d'eau chaude, non bouillante pour ne pas altérer l'intégrité biochimique des huiles essentielles. Inhaler les vapeurs d'eau concentrées en HE, pendant 5 à 10 minutes deux fois par jour (**Faucon M, 2012**).

❖ Diffusion dans l'atmosphère :

La diffusion dans l'atmosphère se fait avec un diffuseur électrique pendant 5 à 15 minutes, 5 à 6 fois par jour. permet d'avoir un effet désinfectant bactéricide, désinfectant intéressant pour prévenir des pathologies, notamment en cas d'épidémie. Elle permet également de chasser les mauvaises odeurs (**Raynaud J, 2006**).

La diffusion passive consiste à diffuser l'huile essentielle dans une pièce vide ; on attend une trentaine de minutes avant d'entrer dans la pièce, ce procédé étant particulièrement adapté aux enfants (**Jocteur G, 2 013**)

❖ **Aérosol :**

L'administration d'huile essentielle à l'aide d'un aérosol est exclusivement réservée à la prescription médicale. Cette voie est intéressante pour traiter les pathologies pulmonaires (bronchites, bronchiolites, sinusite, rhinite...) grâce à sa rapidité d'action.

En pratique, elle est peu utilisée. Loué en pharmacie, l'aérosol sera sonore pour traiter les sinus et pneumatique pour traiter les bronches. Les huiles essentielles sont dissoutes dans de l'alcool à 90° et seront vaporisées sous forme de fines gouttelettes de 1 à 3 µm de diamètre, permettant d'atteindre les voies respiratoires profondes (**Roux D ,2008**).

2.8.4. Voie rectale :

La muqueuse rectale étant très perméable, c'est la voie royale pour administrer des huiles essentielles aux enfants et nourrissons, notamment en cas de pathologies aiguës. Elle est également intéressante chez les sujets qui ne supportant pas l'administration par voie orale (intolérance aux odeurs, ulcères).

Cette voie d'administration est utilisée aussi bien pour obtenir une action locale que générale ; ses avantages sont :

- une rapidité d'action : le passage dans le sang est rapide, d'abord par les veines hémorroïdaires puis par la veine cave inférieure qui distribue les actifs aromatiques dans tous les organes.
- l'étape hépatique court-circuitée et l'élimination alvéolo bronchique maximale, ce qui est idéal pour traiter les pathologies bronchiques et pulmonaires.
- la possibilité d'administrer de plus grandes quantités par rapport à la voie orale.
- aucune incidence sur le foie, ce qui est très intéressant pour les huiles essentielles phénolées. (**Roux D ,2008**). (**Franchomme P., et al., 2003**)

2.8.5. Autres voies d'administration

❖ **Voie vaginale :**

Cette voie d'administration est réservée à la prescription médicale. Utiliser des ovules concentrés entre 2 et 5% d'huile essentielle (maximum 10%). Les excipients sont les mêmes que pour la préparation des suppositoires.

La muqueuse vaginale étant très perméable, il faut donc être vigilant sur les faibles quantités d'huile essentielle que l'on fera passer par cette voie ainsi que sur le choix de l'huile essentielle. En effet, plusieurs huiles essentielles ne sont pas adaptées à cette voie car irritantes. (**Roux D ,2008**). (**Raunoud J, 2006**) (**Faucon M, 2012**).

❖ Gargarismes et bains de bouche :

Les gargarismes et bains de bouche sont utiles pour lutter contre les affections de la gorge et les problèmes de muqueuse comme les maux de gorge, les aphtes, les douleurs dentaires. Il faut dissoudre 20 à 30 gouttes d'huile essentielle dans de l'alcool à 90° puis verser dans un verre d'eau tiède. (Roux D ,2008).

2.9. Toxicité :

Les huiles essentielles peuvent se révéler dangereuses pour la santé. Il est ainsi important de connaître le produit, le choisir selon des critères qualitatifs rigoureux, de respecter les doses et de choisir le mode d'administration adéquat, et ce afin d'éviter la survenue d'effets indésirables, voire même des interactions avec d'autres médicaments.

2.9.1. Toxicité par voie orale :

La majorité des huiles essentielles couramment utilisées présentent une toxicité par voie orale faible avec des doses létales à 50% (DL50) supérieures à 5 g/kg.

Tableau 1: Toxicité de certaines huiles essentielles en fonction de leurs DLso (Bruneteon . J ; 2006)

Dose Létale DLso	Exemples d'huiles essentielles
DLso < 1g /kg	-Huile de boldo (0,13g/kg) -Huile de chénopode (0,25g/kg) -Huile de thuya (083g/kg) - Huile pennyroyal (<04g/kg) - Essence de Moutarde (034g/kg)
1g/kg<DLso<2g/kg	-Huile de basilic, estragon, hysope (1,5 ml/kg) -Huile d'origan, sarriette (1,37 g/kg) -Huile de <i>Melaleuca</i> , sassafras (1,9 g/kg) -Huile de <i>wintergreen</i> (0,9-1,25 g/kg).
2g/kg<DLso<5g/kg	-Huile d'anis, eucalyptus, girofle
DLso supérieure à 5g/kg	- Huile de camomille, citronnelle, lavande, marjolaine, vétiver

En effet, les accidents les plus graves sont généralement observés chez les enfants suite l'ingestion de quantités importantes d'huiles essentielles.

2.9.2. Les allergies :

La majorité des huiles essentielles sont susceptibles de provoquer des allergies, mais en pratique sont rares. Les lactones sesquitérpeniques sont très allergisantes et provoquent des réactions cutanées étendues. Le cinnamaldéhyde de la Cannelle de Chine, est en cause de certaines réactions cutanées. L'huile essentielle ne doit jamais être utilisée à longue durée car une réaction d'intolérance risque de survenir. **(Baudoux D, 2001).**

2.9.3. Toxicité dermique :

Les phénols, les aldéhydes aromatiques et les terpènes sont agressifs pour les tissus cutanés et peuvent entraîner des irritations, à titre d'exemple des phénols : le thymol ou l'eugénol dans l'huile essentielle de Thym à thymol (*Thymus vulgaris* CT thymol), de Giroflier (*Syzygium aromaticum*) et des aldéhydes dans le Cannalier de Chine (*Cinnamomun zeylanicum*), qui est dermocaustique et allergisante pour les terrains sensibles. **(Couic-Marinier F., Lobstein A, 2003).**

Certains huiles essentielles sont révulsives et nécrosantes sont interdites : la Moutarde, le Croton et la Sabine. Ne sont délivrables que sur ordonnance car elles sont inscrites aux tableaux des substances vénéneuses. **(Baudoux D, 2001).**

2.9.4. La photosensibilisation :

Les essences d'agrumes (pamplemousse, citron...) qui sont photosensibilisantes par des réactions épidermiques après exposition au soleil (92). La principale précaution sera d'éviter l'exposition solaire importante pendant les vingt quatre heures qui suivent l'application. **(Baudoux D, 2001).**

2.9.5. Neurotoxicité :

Certaines huiles essentielles particulièrement les cétones de ces derniers peuvent être convulsivantes et abortives suite à une utilisation Prolongée et ont un risque d'avortement lié à leur emploi. **(Baudoux D, 2001)** C'est le cas des huiles essentielles à thuyones (*Thuya occidentalis*), la méthyl héptyl cétone (*Ruta graveolens*), pulegone (*Mentha pelgium*). La toxicité de ces molécules varie en fonction de la voie d'administration (la voie orale est très toxique), de la dose utilisé, du lieu de l'application et du seuil de tolérance du patient. **(Couic-Marinier F., Lobstein A, 2003).**

2.9.6. Hépatotoxicité :

Les huiles essentielles à phénols peuvent entraîner une hépatotoxicité sur une longue période et à doses élevées (500 à 1g/jour), par exemple celles de Giroflier (*Syzygium aromaticum*), de Sarriette des montagnes (*Satureja montana*), et de Thym vulgaire (*Thymus vulgaris*). **(Baudoux D, 2001).**

2.9.7. Néphrotoxicité :

Les huiles essentielles riches en monoterpènes absorbées sur de longues périodes peuvent détériorer les voies urinaires, à titre d'exemples celles de Pin (*Pinus*), de sapin (*Abies sp*), Genévrier (*Juniperus*). **(Baudoux D, 2001).**

2.9.8. Canirogénicité :

Certaines substances aromatiques tels que le safrole contenu dans *Sassafras* (*Sassafras officinalis*), le Chénopode (*Chenopodium ambrosoides var. anthelminticum*), peuvent être à l'origine chez le rat de carcinomes hépatique. L'essai sur l'homme est encore inconnu. (Franchomme, P., Pénoël D., 1990).

2.10. Domaines d'application et précaution d'emploi :

2.10.1. Domaines d'application :

Différents secteurs utilisent les huiles essentielles, à l'état naturel ou sous forme d'isolats (des substances pures isolées de huiles essentielles) tels que le pinène, le scaréol, le linalol, le citral, le safrol. Comme matière première pour la synthèse des principes actifs médicamenteux, des vitamines, des substances odorantes, des parfums et des produits de cosmétologie. (Bruneteon. J ; 2006).

2.10.1.1. En pharmacie :

Les huiles essentielles constituent le support d'une pratique de soins particulière : L'aromathérapie. Elles ont grande intérêt en pharmacie, elles s'utilisent sous la forme de préparations galéniques, et dans la préparation d'infusion (verveine, thym, menthe, mélisse, fleurs d'orange...etc.). (Bouamer A .et al., 2004).

Elles sont également utilisées pour l'obtention des huiles essentielles dans un intérêt médicamenteux (en particulier dans le domaine des antiseptiques externes). Plus de 40% du médicament sont à base de composants actifs de plants. De nombreuses huiles essentielles se trouvent dans la formule d'un très grand nombre de spécialités pharmaceutiques : sirop, goutte, gélules pommade ...etc. (Bouanane N, Boussehel N, 2000).

2.10.1.2. En parfumerie ou cosmétologie :

Les huiles essentielles sont largement utilisées par les grands laboratoires de cosmétologie. Elles entrent dans la fabrication des parfums, eaux de toilette, savons, crème cosmétique, shampoing, lotions et pommades de soins. (M. F. Muller, 2003).

2.10.1.3. En agro-alimentaire :

Les huiles essentielles donnent la saveur aux condiments (poivre) et aux aromatisants (menthe, thym, sauce). Chacune de ces espèces doit en effet sa saveur à une ou plusieurs molécules aromatiques particulières, entrant dans la composition de son essence telles que le menthol de la menthe. C'est les huiles essentielles de menthe qui sont très utilisées en industrie agro-alimentaire en particulier en confiserie. (M. F. Muller, 2003).

2.10.2. Précautions d'emploi :

Les huiles essentielles doivent toujours être utilisées avec prudence. Des précautions d'emploi sont donc nécessaires pour une utilisation simple et sécurisée.

- ✓ Il ne faut jamais injecter d'huiles essentielles par voie intramusculaire ou veineuse.

Chapitre 3
Drogues à
huiles essentielles

3.1. Menthe poivrée : *Mentha pipérata*

3.1.1. Classification systématique et dénomination:

3.1.1.1. Classification systématique :

Selon l'APG III, la classification de *Mentha piperata* est la suivante :

Tableau 2 : Classification systématique de *Mentha pipérata* selon l'APG III

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones vrais
Sous classe	Astridiées
Ordre	Lamiales
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>Piperata</i>

3.1.1.2. Dénomination :

- ✓ Anglais : peppermint
- ✓ Français : menthe anglaise, Sentebon, menthe de Hongrie, baume.
- ✓ Arabe : النعناع (Hammami et Abdesselem ; 2005) (Djrroumi et Nacef, 2004)

3.1.2. Etude botanique :

La menthe poivrée (*Mentha piperata*) est une plante herbacée de la famille des *Lamiaceae*. Ce type de menthe est un hybride de la Menthe aquatique (*Mentha aquatica*) et de la menthe verte (*Mentha spicata*), qui ont des vertus médicinales semblables.

La menthe poivrée est une plante indigène cultivée, herbacée à végétation vigoureuse, son odeur pénétrante spéciale et une saveur aromatique, brûlante mais laisse une sensation de fraîcheur (Hammamiet Abdesselem ; 2005).

3.1.2.1. L'appareil végétatif :

C'est une herbe annuelle, semblant pérenne en se reproduisant à partir de nombreux stolons, traçants, rampant, chevelu, aériens ou souterrains, à racine adventives (BABA AISSA ; 1999)

- ✓ 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 toujours respecter les voies d'absorption indiquées ainsi que la posologie.
- ✓ Il faut appliquer une fenêtre thérapeutique lors d'une utilisation prolongée d'huile essentielle.
- ✓ 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.
- ✓ 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 ne faut pas mettre sur la peau des huiles essentielles avant toute exposition au soleil. peuvent provoquer des taches sur la peau comme les essences de zestes.
- ✓ Il est interdit de faire des aérosols d'huiles essentielles aux patients allergiques et asthmatiques sans contrôle médical, ainsi que chez les personnes ayant des antécédents épileptiques ou convulsifs.
- ✓ Il faut faire attention aux interactions avec les traitements des patients. Les huiles essentielles peuvent interagir avec un médicament. Par exemple, l'huile essentielle d'ail stimule la thyroïde alors que celle de fenouil diminue son activité.
- ✓ 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.
- ✓ Il faut éviter de laisser les flacons à la portée des enfants. (Davis, P, 2006)(Baudoux, D, 2007).

❖ **Les Tiges :**

La menthe poivrée est caractérisée par des tiges quadrangulaires le plus souvent violacées (Bruneteon J ; 2006). Un peu velue de 50 à 80 cm de haut, dressée, ramifiée, se divise en rameaux opposés (Hammami et Abdesselem ; 2005).

❖ **Les feuilles :**

Sont ovales ou lancéolées et crénelées en scie, opposées par paires, longues de 4 à 8 cm courtement pétiolées, de couleur verte pale souvent teintées de rouges, pas de stipules. Adaptation des feuilles aux climats secs caractérisée par un limbe coriace, réduite et des poils sécréteurs (Daniel et al ; 2002).

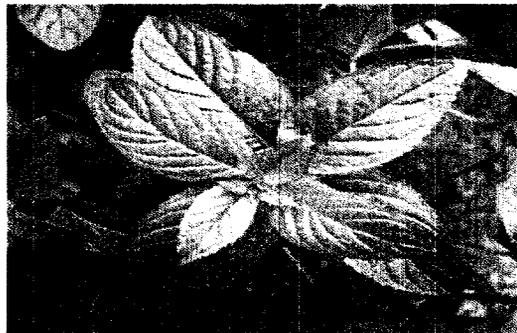


Figure13 : Feuilles de *Mentha piperita*

3.1.2.2. L'appareil reproducteur :

❖ **Les inflorescences de fleurs :**

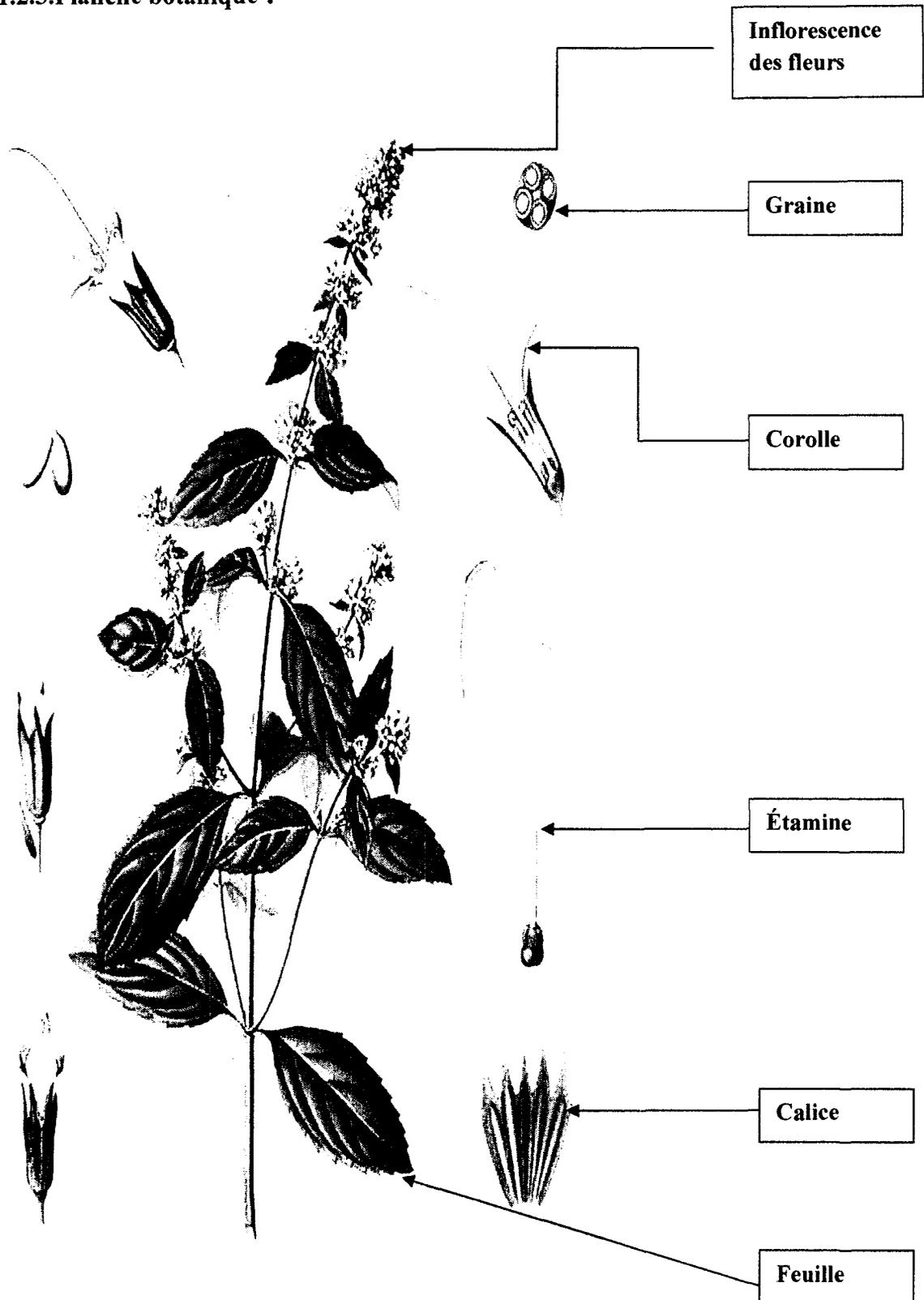
Sont groupées en épis très serrés faiblement bilabiées de couleur pourpre, Le calice qui est présente par cinq dents, et la corolle pourpre violacées (parfois blanches) est terminée par quatre lobes, dans laquelle inclus les quatre étamines,

❖ **Les graines :** sont rares et stériles. (Bruneteon, J. ; 2006).



Figure14: inflorescence des fleurs de *Mentha piperita*

3.1.2.3. Planche botanique :

Figure15 : Planche botanique de *Mentha piperata*(Isrin,2001)

3.1.3. Habitat, culture et récolte :

La menthe poivrée est cultivée en Amérique, en Asie, en Afrique du Nord et en Amérique du Nord, On la trouve un peu partout en Europe ainsi qu'en Amérique. (Abbas A. ,2005)

Les principaux pays exportateurs sont la Bulgarie, la Grèce, l'Espagne et la France (Milly.....), et quelques autres pays balkaniques ; une faible partie de la drogue est produite en Allemagne de sud. (Max Anton et al., 2003).

La croissance végétative de la menthe est diminuée en période froide, nécessite une température maximale de l'ordre de 30°C (Mader ; 2001).Le système racinaire de la menthe est peu profond. Il exige un sol peu compact, perméable et légèrement argileux .sa culture réussit particulièrement bien dans le sol bien drainés à pH allant de 5,5à 8 (Patrick ; 1985), et doit être riche en matière organique, et on doit faire des apports en engrai pour favoriser un bon redressement .et obtenir un bon rendement d'une culture de la menthe poivrée, il faut y avoir l'importance des trois grandes éléments nutritifs : nitrogène phosphore et le potassium (Mader ; 2001).

La menthe poivrée peut être cultivée en climat montagnard, tempéré, humide jusqu'à 900- 1000m d'altitude et en climat montagnard Méditerranéen, à condition d'arroser pendant la sécheresse d'été (Guilly ; 1989).les sommités sont récoltés justes avant la floraison et séchées à l'ombre. La plante se conserve bien. (Djrroumi et Nacef, 2004).

3.1.4. Etude de la drogue :

3.1.4.1. Identification macroscopique :

La drogue est représentée par les feuilles

➤ Feuille :

Feuille entière brisée ou coupée, mince, fréquemment froissée, friable, d'une longueur de 3 à 9cm sur 1 à 3cm, est ovoïde ou lancéolée, acuminée au sommet, bordée de dents aigues, à base asymétrique, elle possède une nervure pennée, proéminente à la face inférieure, avec des nervures latérales faisant avec la médiane un angle voisin de 45°.

Ces nervures sont souvent nuancées de violet (variété « Mitcham»). La face inférieure est légèrement pubescente. A la loupe, les poils sécréteurs apparaissent en ponctuation jaunes et brillantes. L'odeur caractéristique, pénétrante, très intense, et d'une saveur aromatique et rafraichissante. (Max Anton et al. 2003).

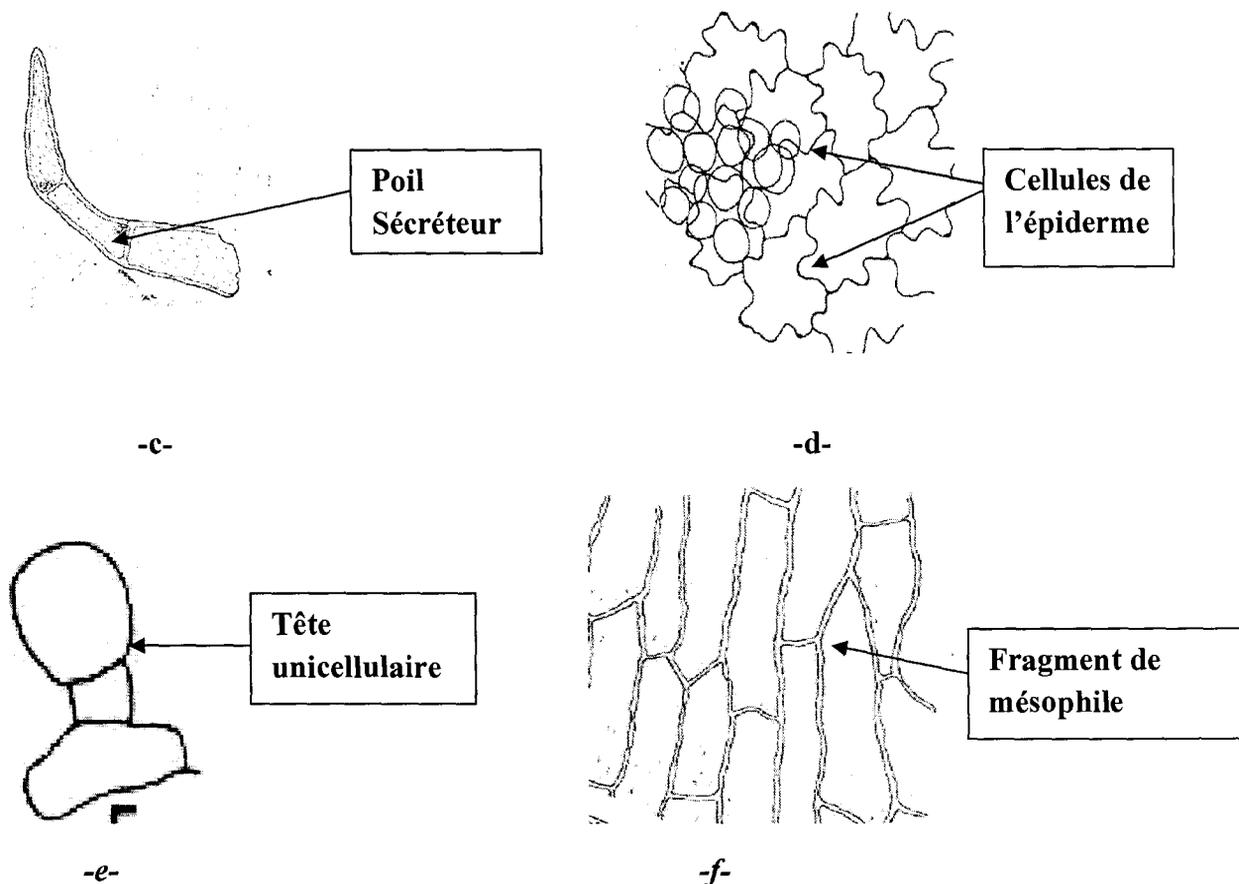


Figure17 : Eléments d'identification de la poudre de *Mentha piperata* (Betty P. et Derek W. 2001).

3.1.5. Etude de L'huile essentielle:

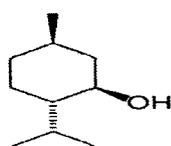
3.1.5.1. Composition chimique :

La feuille de menthe poivrée contient une huile essentielle, des acides phénols, et des Flavonoïdes (glycosides de la lutéoline et de l'apégénine), des tritérpènes. L'huile essentielle est constituée principalement de menthol (30 à 40%), de menthone et d'autres monoterpènes. Cette huile essentielle est responsable d'une odeur puissante de la menthe poivrée. Les feuilles de bonne qualité destinées à un usage pharmaceutique contiennent plus 9ml de l'huile essentielle par Kg de feuilles séchées (Modif avril, 2009).

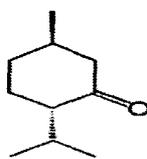
Les différents constituants de la feuille de menthe poivrée est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 3 : composition chimique des feuilles de *Mentha pipérata* (Max Anton et al . 2003)(Bruneteon. J ; 2006)

Constituants	Conformité	Composants majeurs
➤ Huile essentielle	0,5% à 4%	-Menthol (30% à 40%) -Menthone (15% à 25%) -Acétate de menthyl 10% -Menthofurane 10% - Isomenthone 10% à 15% - Pulégone 10% à 15% - Néomenthol 10% à 15% -Pépiritone 10% à 15% -Carbures 10% à 15% -Limonène 1% à 5% -Cinéole 3,5% à 14%
➤ Tanins	3,5% à 4,5%	- L'acide rosmarinique - Dérivés de l'acide caféique
➤ Flavonoïdes	17,8%	- Eriocitrine - Hétérosides d'ériodictyol - Hétérosides de lutéoline - Hétérosides de Diosmétine
➤ Tritéropènes et cires		



Menthol



Menthone



Limoneme

Figure18 : quelques composés chimiques d'huile essentielle de menthe poivrée (Bruneteon J.2006)

3.1.5.2. Caractéristique de l'huile essentielle :

La teneur en huile essentielle de Menthe poivrée est généralement comprise en 0,5 à 4% (Max Anton et al ., 2003).

❖ **Caractères organoleptiques :**

Liquide incolore, jaune pâle ou jaune-vert pâle. L'huile essentielle de menthe poivrée présente une odeur et une saveur caractéristiques, suivies d'une sensation de fraîcheur.

3.1.5.3. La conservation :

En récipient étanche et bien rempli, à l'abri de la lumière et à une température ne dépassant pas 25 °C. (Phar euro, 2008)(Max Anton et al. 2003).

3.1.6. Etude pharmacologique de l'huile essentielle de *Mentha piperata* :

3.1.6.1. Propriétés biologiques :

✓ **Action antibactérienne :**

Les huiles essentielles les plus étudiées pour leurs propriétés antibactériennes appartiennent aux *Lamiaceae*. (Pauli, 2001). Grâce à sa composition chimique riche en menthol, la menthe poivrée possède un effet antibactérien (Farhat A, 2010 ; McKay, D.L. et Blumberg, J.B. 2006).

✓ **Action Antiseptique :**

Les propriétés antiseptiques et désinfectantes sont souvent retrouvées dans les huiles essentielles possédant des fonctions aldéhydes ou des terpènes, ces derniers réduisent le développement et la prolifération des germes pathogènes (Sylvie Verbois, 2001) (Farhat A, 2010).

✓ **Action Anti-oxydante :**

L'huile essentielle de menthe poivrée possède une activité anti-oxydante de fait de la présence des monoterpènes oxygénés tels que, le cinéole, la menthone, responsable de cette activité (Butterfideid D., Lauderback, C. 2002), Ces composés semblent agir en jouant un rôle important dans la neutralisation des radicaux libres et dans la décomposition des peroxydes grâce à leurs propriétés oxydo-réducteurs. (Braga, P.C, 2006).

✓ **Action Spasmolytiques :**

Le menthol, est un spasmolytique in vitro: elle inhibe de façon non compétitive les contractions du muscle lisse intestinal induites par divers agonistes ou par dépolarisation (iléon de Cobaye, jéjunum de Lapin et autres modèles) et ce par action directe sur les canaux calciques (on soupçonne en fait une action plus complexe, mais qui reste à élucider). (Bruneteon J. 2006) (Max withtle et al., 2003).

✓ **Décongestionnant nasale :**

Le menthol est, depuis plus d'un siècle, présenté comme un décongestionnant nasal: l'expérience a clairement démontré qu'il s'agit là d'une sensation purement subjective liée à la sensation de fraîcheur que l'on pense être due à la stimulation des thermorécepteurs de la cavité nasale. Les vapeurs de menthol exercent un effet inhibiteur sur la respiration (comme le

fait l'air froid) et celui-ci peut se traduire, chez le jeune enfant, par une très courte période d'apnée. (Bruneteon J. 2006).

✓ **Action Digestives :**

La menthe poivrée est excellente pour le système digestif, elle stimule la sécrétion des sucs digestifs et de la bile, et décontracte les muscles intestinaux. Elle atténue nausées, ballonnements et colites. Son action antispasmodique sur le colon est efficace en cas de diarrhée, comme en cas de constipation. (Iserin, 2001).

✓ **Inhibiteurs enzymatiques :**

Des études pharmacologiques et des tests enzymatiques montrent que l'huile essentielle de menthe poivrée inhibe HMGCoA. (Max withtle et al., 2003).

✓ **Autres propriétés :**

Stimulant de système nerveux, anesthésique, analgésique, antiprurigineuse, anti-inflammatoire urinaire et intestinale, cholagogue tonique et stimulante générale, anti-nauséuse hypertensive, vasoconstrictrice. (A zhiri et Baudoux, 2005).

3.1.6.2. Utilisation

3.1.6.2.1. Utilisation traditionnelle :

La menthe poivrée est utilisée depuis longtemps en nature et pour son huile essentielle. Chez les Egyptiens, elle était conseillée contre les nausées. Il suffisait de passer un peu de menthe sous les narines. Chez les Romains, ils l'utilisent pour aromatiser du vin et des sauces mais également pour soulager les maux de tête et d'estomac. Depuis toujours, les arabes boivent du thé à la menthe pour calmer la soif et pour sa vertu antiseptique. (Youssef A.N; 1990).

3.1.6.2.2. Utilisation mise en garde scientifique :

➤ **Par voie interne :**

L'huile essentielle de *Mentha pépirata* est indiquée dans le traitement des troubles digestifs tels que dyspepsie, flatulences, syndrome de colon irritable, les colites, les ballonnements, ainsi que les cholécystopathies chroniques. (Christine Dufaut et Véronique Laporte, 2001).

Elle atténue les nausées (Iserin. P; 2001) Aussi employer pour leur effet sédatif. (Max withtle et al. 2003).

Traitement du taux et de rhume et traitement de l'inflammation des voies respiratoires et de la muqueuse buccale (Hammami et Abdesslem ; 2005), aussi elle soulage des migraines (McKay, D.L. et Blumberg, J.B. 2006) Comme stimulant du système nerveux (Max withtle et al. 2003).

➤ **Par voie externe :**

Elle est indiquée dans le soulagement des symptômes du taux et de rhume. Les maux de tête par tension nerveuse. les douleurs musculaires, rhumatismales et névralgiques.

Le traitement de certaines irritations cutanées ainsi que nausées postopératoires. -un effet antibactérien et antioxydant. (McKay, D.L., et Blumberg, J.B. 2006), et soulagement des douleurs dentaires. (Morigane, 2001).

3.1.6.2.3. Utilisation commerciale :

La menthe poivrée est importante en utilisation industrielle comme aromatisant aussi bien pour les produits médicamenteux que pour ceux de la parapharmacie et de l'hygiène. l'industrie agro-alimentaire est le principale consommateur: liquoristerie (liqueur, sodas, sirops à diluer) confiserie (bonbon et sucre cuits, pâtes à mâcher, chocolat) l'industrie de tabacs et la parfumerie. (Hammami et Abdesselem ; 2005), (Benayad N, 2008).

3.1.6.3. Contre indication :

Elle ne doit pas être utilisée chez le sujet présentant une obstruction des canaux biliaires, une inflammation de la vésicule biliaire, ou des lésions hépatiques graves (effet cholagogue).

Elle est contre-indiquée chez l'enfant de moins de 7ans en raison de risques de spasmes pharyngés voire d'insuffisance respiratoire. aussi contre indiquée chez les femmes enceintes ou allaitantes, patient épileptiques.

Elle est contre indiquée chez les patient épileptiques a cause de la neurotoxicité de la cétone qui peut provoquer des convulsions.et chez les patients présentant une hypersensibilité a l'huile essentielle de *Mentha piperata* (ESCOP, 2003)(Christine Dufaut et Véronique Laporte, 2001).

3.1.6.4. Mise en garde et précautions d'emploi :

L'huile essentielle de *Mentha piperata* ne doit pas être appliquée dans le secteur nasal, elle ne doit pas être étalée sur le visage ni sur la poitrine des jeunes enfants.

Elle ne doit pas être utilisée chez les patients asthmatiques. Il est préférable d'éviter son utilisation dans les cas de reflux gastro-œsophagien, et de gastrites. (ESCOP, 2003)Son utilisation par voie orale est proscrite lors de la prise de médicaments homéopathiques. (Faucon M. ; 2012)Elle provoque une vasoconstriction et démunie ainsi l'absorption buccale des médicaments. (ESCOP, 2003).

3.1.6.5. Interaction médicamenteuses :

L'huile essentielle de *Mentha piperata* diminuerait l'efficacité des inhibiteurs calciques (Dihydropyridines, Diltiazem, Vérapamil), indiquée dans le traitement de l'hypertension artérielle, les troubles de rythme, prévention de l'angor. (PDR for Herbal Medicines, 2007).

3.1.6.6. Effets secondaires :

L'utilisation de l'huile essentielle de *Mentha piperata* par voie orale peut provoquer un reflux gastro-œsophagien, surtout chez les personnes fragiles au niveau digestif. Son utilisation par voie cutanée peut provoquée dans les rares cas des irritations cutanées.

Une inhalation excessive peut provoquer nausées, anorexie, troubles du rythme cardiaque, pause respiratoire, ataxie, et autres atteintes du SNC (convulsions épileptiques, pertes de connaissance: maux de tête, tremblements musculaires, bradycardie (rares, associés a un surdosage en HE). (ESCOP, 2003).

3.1.6.7. Toxicité :

La toxicité de *Mentha pipérata* est due principalement a la présence de :

- Menthol qui est déconseillé chez l'enfant moins de 7ans et la personne épileptique (risque de spasme pharyngé et de convulsions), et qui ne jamais appliqué sur une zone étendue (réaction glacé).

-Menthone qui neurotoxique et abortive.- Eucalyptol ou 1,8cinéol :à doses excessives, elle peut entrainer des convulsions chez le nourrisson et l'enfant ayant des antécédents d'épilepsie. (Baudoux D et all, 2006).

3.2. Sauge officinale : *Salvia officinalis*.

3.2.1. Classification systématique et dénomination :

3.2.1.1. Classification systématique :

Selon l'APG III, la classification de Sauge officinale est la suivante :

Tableau 4 : Classification systématique de *Salvia officinalis* selon l'APG III

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones vrais
Sous classe	Astridiées
Ordre	Lamiales
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>officinalis L</i>

3.2.1.2 Dénomination:

- ✓ Anglais : Garden sage leave
- ✓ Français : sauge officinale, sauge commune, grande sauge, herbe sacrée, thé de France
- ✓ Arabe : سواك النبي , مسلمية , ميريمية (Hammami et Abdesselem ; 2005) (Djrroumi et Nacef, 2004).

3.2.2. Etude botanique :

Plante vivace a tige ligneuse a la base, formant un buisson dépassant parfois 80cm, rameaux vert-blanchâtre. (Hans W.K. 2007) à racine pivotante (Aouadhi S ,2010).

3.2.2.1. L'appareil végétatif :

❖ Tiges :

Ligneuses a la base, forment des rameaux quadrangulaires dressés et velus (ligneuses à la base et herbacées à leur extrémité). (Aouadhi S ,2010) (Max Anton et al, 2003).

❖ Feuille :

gris-verdâtre à surface chagrinée (Figure:20), oblongues, lancéolées (3-8 x 3-4 cm pour les feuilles inférieures pétiolées; feuilles supérieures plus petites et sessiles), et opposées. (Hans W.K. 2007).



Figure19 : Feuilles de *Salvia officinalis*

3.2.2.2. L'appareil reproducteur :

❖ Fleurs:

bleu-violacé clair en épis terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticille espacés. Calice campanulé a 5 dents longues et corolle bilabée supérieure en casque et lèvre inférieure trilobée (Hans W.K. 2007), Le calice campanulé à 5 dents longues et la corolle bilabée supérieure en casque et lèvre inférieure trilobée.

❖ Fruits :

En forme de tétrakènes (Hans W.K. 2007) sphériques, de couleur brun foncé à noir. (Barteels A., 1997).

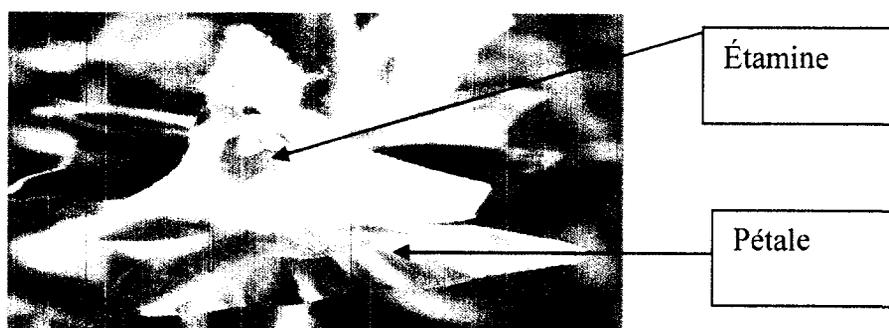


Figure20 : Fleur de *Salvia officinalis*

3.2.2.3. Planche botanique :

Figure21 : Planche botanique de *Salvia officinalis* (Isrin,2001)

3.2.3. Habitat, culture et récolte :

Cette plante vivace est originaire des régions méditerranéennes. Elle préfère les terrains chauds et calcaires. Elle croît de manière spontanée et en culture de long de tout le bassin méditerranéen, depuis l'Espagne jusqu'à la Turquie, et dans le nord de l'Afrique. Espèce Euro méditerranéenne, assez commune en Algérie (cultivée) (Baba Aissa F,1999).

En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont dans l'ordre d'une trentaine (Hans W.K.2007). Pour récolter, il doit prélever sur la plante les plus jeunes rejets ainsi que les feuilles et les fleurs avant leur épanouissement. Le tout est séché à l'ombre et conservé dans des sacs en papier. On peut faire deux récoltes par an. (Djerroumi et Nacef,2004).

3.2.4. Etude de la drogue :

3.2.4.1. Identification Macroscopique :

La drogue est représentée par les feuilles

➤ Feuille :

La forme et la grandeur des feuilles, de couleur plus ou moins blanc grisâtre, varient selon leur position sur la tige. En général, elles ont de 3 à 10cm de long et jusqu'à 3 à 4cm de large et sont longuement pétiolés, oblongues-ovoïdes à lancéolées, très pubescentes sur les deux faces. Les feuilles supérieures sont sessiles et plus petites. Toutes possèdent un bord distinctement denticulé, rugueux, et une nervure réticulée profondément enfoncée, saillante sur la face inférieure. La base du limbe est arrondie, simplement ou doublement auriculée. (Teuscher et al., 2005)(Max withtle et al, 2003).

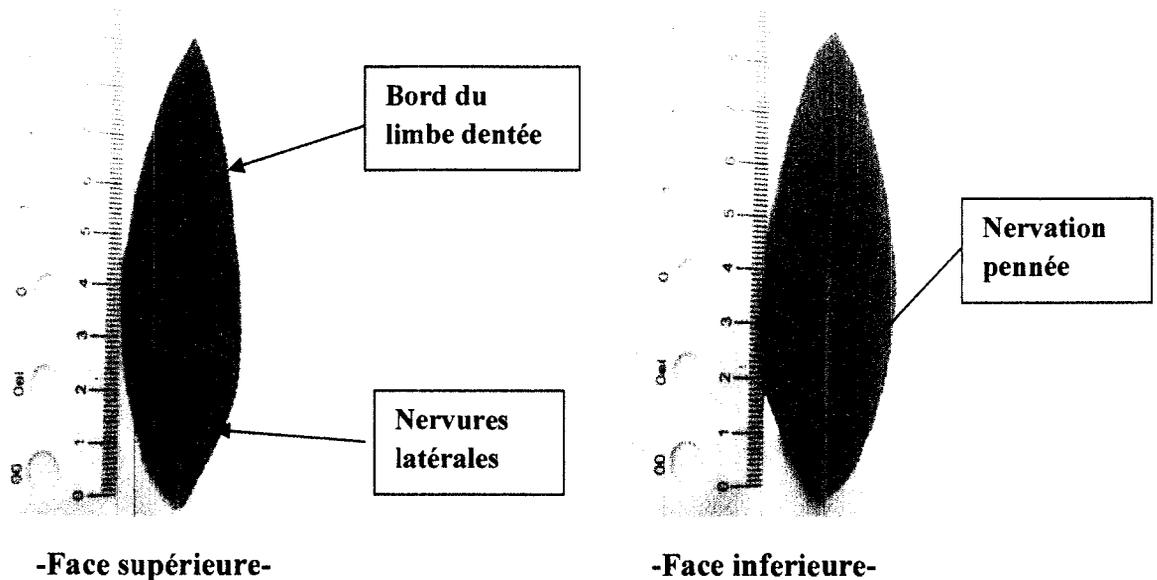


Figure22 : Feuille fraîche de *Salvia officinalis*

3.2.4.2. Identification Microscopique :

Selon la pharmacopée européenne (6ème éd), Réduisez la feuille de sauge officinale en poudre. La poudre est gris clair à vert-brun. Examinez au microscope, en utilisant le réactif de Gazet La poudre présente :

-Poils tecteurs : Très nombreux poils articulés et recourbés, constitués de cellules étroites et allongées et d'une cellule de base très épaisse, ainsi que des fragments de ces poils. **(Figure : 23b)(Figure : 23d)**

-Fragments d'épiderme

-supérieur : à cellules ponctuées, plus ou moins polygonales.

-inférieur : à cellules sinueuses et nombreux stomates diacytiques.

-Poils sécréteurs; Rares, isolés à tête unicellulaire ou bicellulaire et à pédicelle composé de 1 à 4 cellules **(Figure : 23e)** ; des poils glandulaires abondants à pédicelle unicellulaire et à tête composée de 8 cellules rayonnantes, avec une cuticule commune saillante. **(Figure : 23a)**

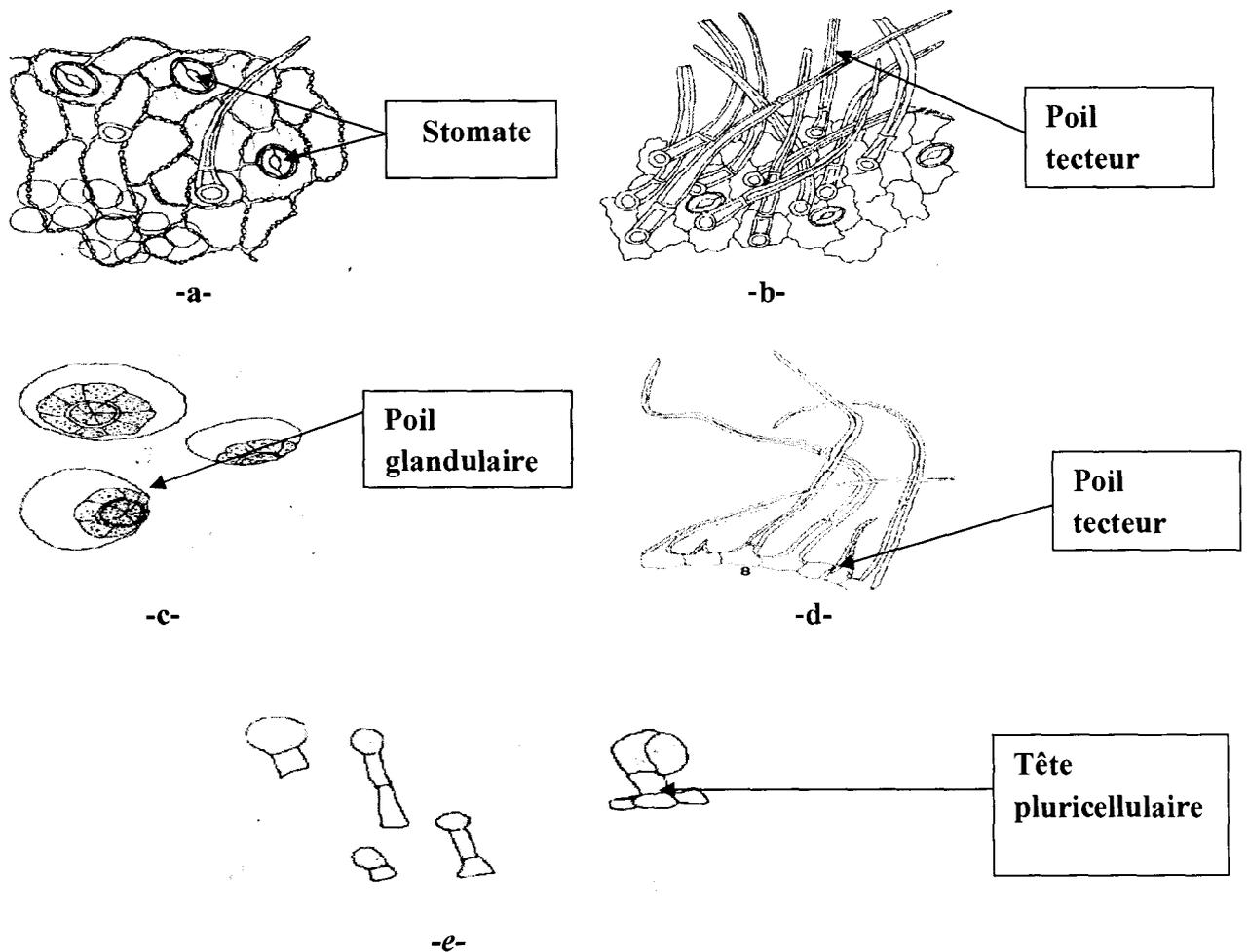


Figure 23 : Eléments d'identification de la poudre de *Salvia officinalis* (Betty P. and Derek W. 2001)

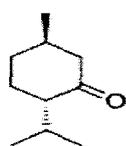
3.2.5. Etude de l'huile essentielle :

3.2.5.1. Composition chimique :

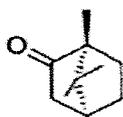
Les différents composants en principes actifs de la feuille de sauge est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 5 : composition chimique des feuilles de *Salvia officinalis* (Max Anton et al., 2003) (Phar euro, 2008) (Bruneteon J. 2006)

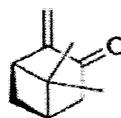
Constituents	Conformité	Composants majeurs
Huile essentielle	1% à 2,5%	- Alpha-thuyone - Béta-thuyone - Camphre - Cinéole - Bornéol - Acétate de bornyl - Sesquitérène (viridiflorol, du caryophyllène)
Tanins	2% à 6%	- L'acide rosmarinique
Ditérpènes		- Carnosol - Le rosmanol - L'isorosmanol - Le saffcinolide
Tritérpènes pentacycliques		- Acides ursolique - cratégolique - oléanolique



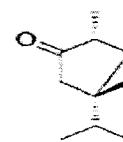
- Menthone -



- Camphre -



- Pinocarvone -



- Alpha-thuyone -

Figure 24 : quelques composés chimiques d'huile essentielle de Saugé officinale (Bruneteon J.2006)

3.2.5.2. Caractéristique de l'huile essentielle :

La teneur en huile essentielle de Menthe poivrée est généralement comprise en 0,5 à 4% (Max Anton et al. 2003).

❖ Caractères organoleptiques :

L'huile essentielle de la sauge officinale est un liquide incolore ou jaune-brun, le plus souvent jaune pâle, d'odeur caractéristique.

3.2.5.3. La conservation :

En récipient étanche et bien rempli, à l'abri de la lumière et à une température ne dépassant Pas 25 °C. (Phar euro, 2008).

3.2.6. Etude pharmacologique :

3.2.6.1. Propriétés biologiques :

✓ Propriétés antibactériennes et antifongiques :

L'huile essentielle de sauge est bactéricide vis-à-vis les germes gram positive et gramnégative (*Bacillus subtilis*) et antifongique vis-à-vis *Candidas sp* et *aspergillus falvus*, l'extrait aqueux inhibe l'enzyme responsable d'une activité collagénolyque de *Porphyromonas gingivalis*.

✓ Propriétés antioxydantes,

Mises à profit depuis longtemps dans l'alimentation, ont également été démontrées et sont liées à la présence des diterpènes. utiliser pour retarder le rancissement des corps gras.

✓ Propriétés Antivirale :

L'activité antivirale des feuilles de sauge et de certains extraits est attribuée à l'huile essentielle, les effets mutagènes de quelques tripnoïdes de la sauge ont été mis en évidence. que la fraction ditérpinique est antivirale vis-à-vis des agents de la stomatite vésiculaire. (Wichtl M, Anton R ,2003).

✓ Propriétés antispasmodiques:

De faibles doses d'huile essentielle inhibent les contractions de l'iléon isolé de Cobaye induites par une stimulation électrique. L'extrait hydro-alcoolique montre également des propriétés spasmolytiques à l'encontre des spasmes provoqués par l'acétylcholine ou la sérotonine (Bruneteon J., 2006).

✓ Propriétés ostrogéniques :

L'huile essentielle de sauge contient jusqu'à 50% de thuyone, substance en partie responsable de l'activité ostrogénique, antiseptique de la plante. (Christine Dufaut et Véronique Laporte, 2001) (Wichtl M. et al., 2003).

3.2.6.2. Utilisation

3.2.6.2.1. Utilisation traditionnelle :

Grâce à la combinaison de ses propriétés antiseptiques, calmantes et, la sauge utilisée en gargarisme est un remède efficace contre les maux de gorge.

Elle régularise le cycle menstruel Bien que son action hormonale ne soit pas encore bien élucidée, il ne fait aucun doute que la plante régule la transpiration, les bouffées de chaleur et aide l'organisme à s'adapter aux modifications hormonales.

La sauge était traditionnellement utilisée pour soigner l'asthme sous forme de préparations de feuilles séchées à fumer. (**Christine Dufaut et Véronique Laporte, 2001**).

3.2.6.2.2 Utilisation mise en garde scientifique :

➤ Par voie interne :

Au cours de la ménopause, elle agit contre les bouffées de chaleur. Elle calme les mycoses et réduit la transpiration, elle est indiquée aussi pour le traitement des premiers stades de la maladie d'Alzheimer, en calmant l'agitation et en améliorant les fonctions cognitives, (**Akhondzadeh S et al.2003**) (**Leopoldo Luiz, 2006**).

Traitement des problèmes de système nerveux centrale (**Radulescu et al 2004**).aussi traitement de troubles digestifs (**Radulescu et al 2004**) tels que: ballonnement épigastrique, lenteur à la digestion, éructations, flatulence. . (**Brunetéon, 2006**), et traitement de la toux et rhumatisme (**El-Hilaly. J et al 2003**).

➤ Par voie externe :

Elle est appliquée en gargarisme contre les inflammations de la bouche, les abcès- Pour le nettoyage et la cicatrisation des plaies (**Djerroumi et Nacef 2004**).

3.2.6.2.3. Utilisation commerciale :

Cette herbe aromatique est employée dans la cuisine, pour son goût puissant, légèrement amer et camphré (**Duling 2007**), retardant ou inhibant le rancissement des corps gras grâce à ces propriétés antioxydantes et son emploi en charcuterie pour ces propriétés antiseptiques. (**Max Anton et al., 2003**).

3.2.6.3. Contre indication :

L'utilisation de l'huile essentielle pure est proscrite au cours de la grossesse (**Max Anton et al., 2003**).

3.2.6.4. Effets secondaires :

Il n'est à craindre qu'en cas de surdosage (plus de 15 g de feuilles de sauge par dose) ou lors d'un usage prolongé. Le constituant toxique de l'huile essentielle, la thyone, engendre alors des symptômes tels que de la tachycardie, des bouffées de chaleur, des convulsions et des vertiges. L'huile essentielle de sauge est anticonvulsivant et provoque des crises épileptiformes violentes. (**Max Anton et al., 2003**)

3.2.6.5. Toxicité :

Les feuilles fraîches de la sauge et son huile essentielle contiennent une substance épiléptisante, abortive et neurotoxique, la cétone ; le thuyone même à faible dose. Pour cette raison elle est contre-indiquée chez les épileptiques.

Le thuyone contenant dans l'huile essentielle paralyse les terminaisons nerveuses des glandes sudoripares, c'est à dire qu'elle bloque la sueur. Il est préférable d'utiliser des feuilles séchées qui n'ont plus de substance toxique active et de ne pas prendre de sauge en cure prolongée.

La sauge est déconseillée aux femmes enceintes et qui allaitent vue son action anti-galactagogue et qui participe au tarissement et aussi bien à l'avortement.

La prise orale de l'huile essentielle de cette plante est totalement interdite chez les hypertendus, chez les enfants et chez la femme enceinte et en cas de cancer de sein car elle contient des principes actifs neurotoxiques (les cétones).-Évitez de prendre des doses thérapeutiques et demandez conseil médical si vous prenez des médicaments pour des problèmes cardiaques. (Aouadhi S, 2010)

3.3. Romarin officinale : *Rosmarinus officinalis*

3.3.1. Classification systématique et dénomination :

3.3.1.1. Classification botanique :

Selon l'APG III, la classification de *Rosmarin officinale* est la suivante :

Tableau 6 : Classification systématique de *Rosmarinus officinalis* selon l'APG III

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones vrais
Sous classe	Astridiées
Ordre	Lamiales
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>officinalis L</i>

3.3.1.2. Dénomination :

- ✓ Anglais : Folia Anthos, Folia Rorismarini, Encensier, rosemary
- ✓ Allemand: Rosmarinblatter, Krankkrautblatter, Kranzenkrautblatter, Rosmarein
- ✓ Français : Herbe-aux-courounnes, rosée de mer, rose marine, romarin des troubadours, bouquet-de-la-vierge
- ✓ Arabe : ازير , اصلبان , اكليل (Djrroumi et Nacef, 2004), (Bellakhdar J, 2006).

3.3.2. Etude botanique :

Le romarin fait partie de la famille des Lamiacées ou Labiées. Il possède donc les mêmes caractéristiques morphologiques caractéristiques et communes à l'ensemble de cette famille. Le genre *Rosmarinus* est représenté par trois espèces différentes, mais *Rosmarinus Officinalis* L (Besombes .C 2008).

3.3.2.1. L'appareil végétatif :

❖ Tiges :

À l'écorce grisâtre, écailluse et fissurée, se divisant en rameaux opposés tortueux, nœuds distancés de 0,5 à 2mm. (Bousbia. N et al, 2006).

❖ Les Feuilles :

Pouvant atteindre 3cm de long et 4mm de large, sont étroitement lancéolées (Figure : 27), acaules, et friables ; le bord est involuté vers le bas (rangée supérieure) (Bruneteon J., 2006).



Figure25 : Feuilles de *Rosmarinus officinalis*

3.3.2.2. L'appareil reproducteur :

❖ Inflorescences :

Spiciformes portent en toute saison des fleurs subsessiles. La Fleur compose de calice gamosépale, bilabié en forme de cloche, possède 3 lobes. Et La corolle gamopétale est longuement tubuleuse avec une lèvre supérieure en forme de casque à 2 lobes et une lèvre

inférieure à 3 lobes. Les 2 étamines saillantes dépassent largement la corolle ; 2 autres sont réduites à des crochets. (**Pharmacopée française, 1998**).

❖ **le fruit :**

Est tétrakène, de couleur brune (**N. Abdoulhousen, 1990**).

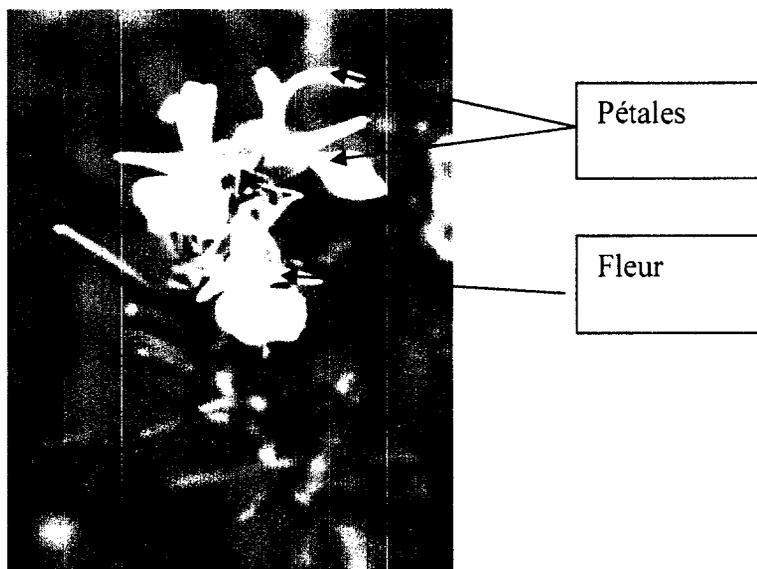


Figure26 : Fleur de *Rosmarinus officinalis*

3.3.2.3. Planche botanique :

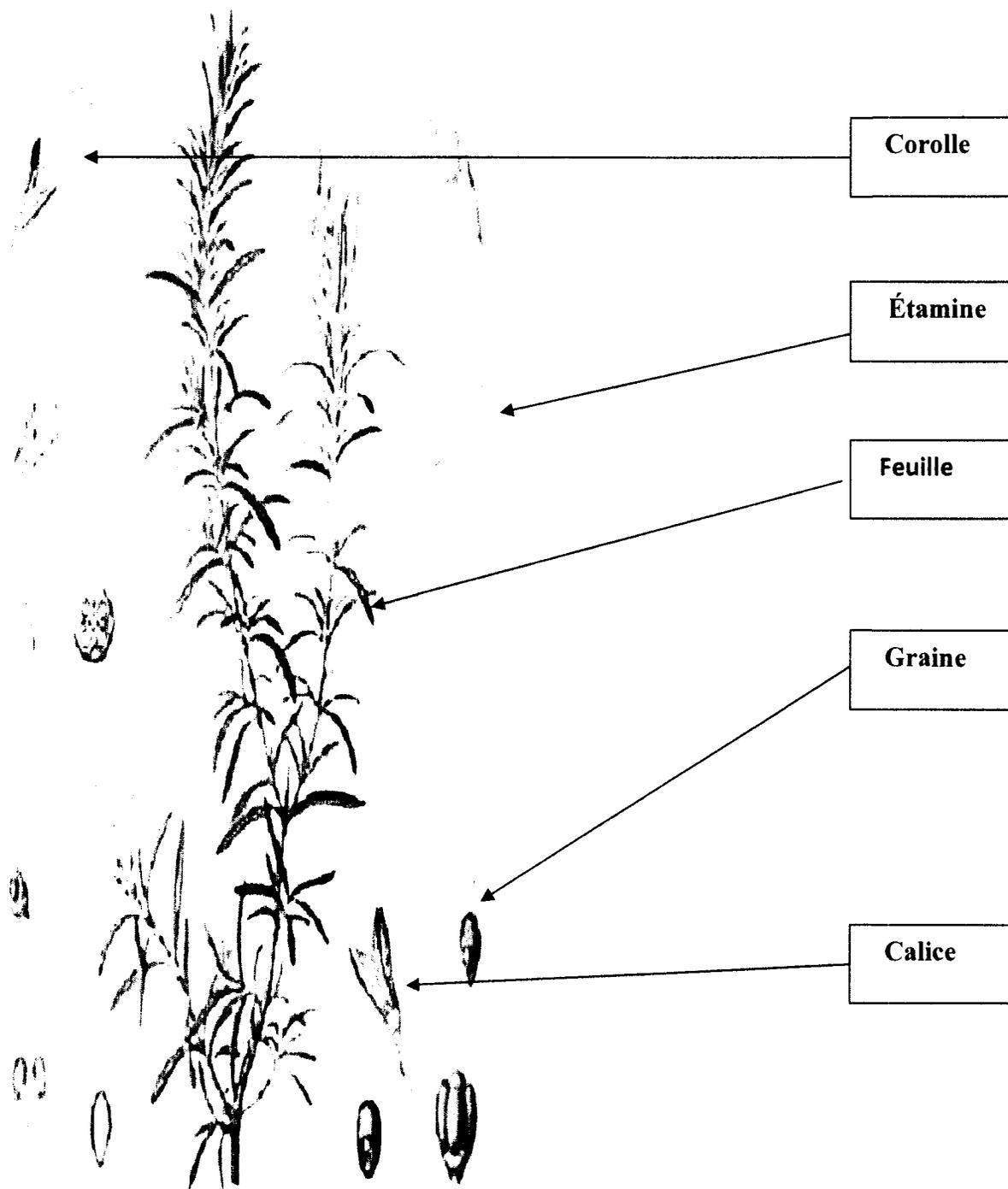


Figure27 : Planche botanique de *Rosmarinus officinalis* (Isrin,2001)

3.3.3. Habitat, culture et récolte :

Cette plante vivace est originaire des régions méditerranéennes. Elle préfère les terrains chauds et calcaires. Elle croit de manière spontanée et en culture de long de tout le bassin méditerranéen, depuis l'Espagne jusqu'à la Turquie, et dans le nord de l'Afrique. Espèce Euro méditerranéenne, assez commune en Algérie (cultivée) (Baba Aissa .2000).

En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont dans l'ordre d'une trentaine (Hans W.K. 2007) A l'état sauvage, le romarin se rencontre sur l'ensemble du pourtour méditerranéen, de préférence sur sols calcaires et jusqu'à 2000 m d'altitude.

Le romarin est une plante héliophyte ; il demande une sécheresse estivale accusée et un ensoleillement important et nécessite un hiver doux, des conditions hivernales clémentes, avec des précipitations neigeuses rares et peu abondantes. Si les températures hivernales sont trop basses, les plants d'un an et plus résistent, mais les plantules périssent (surtout celles situées dans des endroits humides). Les vents provoquant un brassage important de l'atmosphère, pouvant permettre d'égaliser les températures macro et microclimatiques, sont d'une action positive sur le romarin qui résiste fort bien à leur action mécanique.

La présence de sels dans ces courants empêche leur installation trop près du rivage. Le romarin ne se développe que sur des sols secs et bien drainés. Cette plante recherche les sols riches en ions calcium, d'un pH entre 6 et 8, 4 et ayant une texture argilo-limono-sableuse (Abdoulhousen N. ,1990). Cueilleur les plus jeunes pousses par temps chaud et les faits séchés à l'ombre, dans un endroit bien aéré. (Djerroumi et Nacef, 2004).

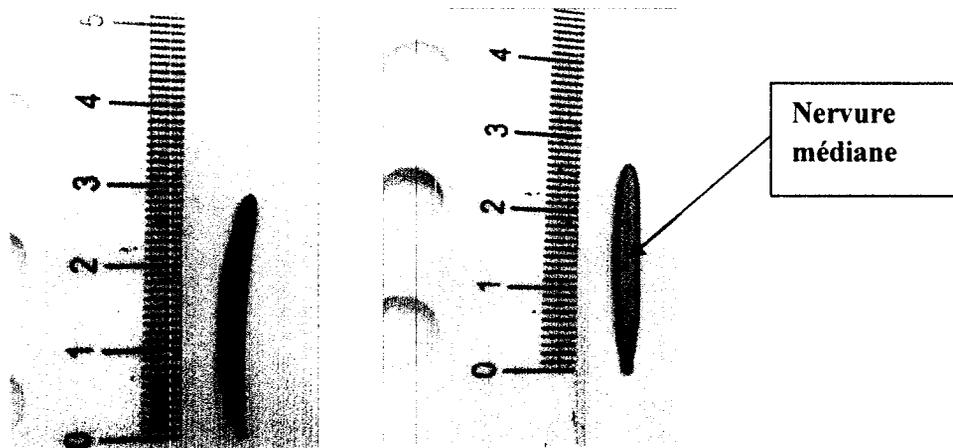
3.3.4. Etude de la drogue :

3.3.4.1. Identification Macroscopique :

La drogue est représentée par les feuilles.

➤ Feuille :

Les feuilles, pouvant atteindre 3 cm de long et 4 mm de large, sont étroitement lancéolées, acaules, coriaces et friables ; le bord est involuté vers le bas (rangée supérieure). Les jeunes feuilles sont pubescentes sur la face supérieure, alors que les plus âgées sont glabres. Elles sont ridées et striées en raison d'une nervure médiane enfoncée, en revanche très proéminente sur la face inférieure, recouverte d'une pubescence blanche dense. L'odeur aromatique, presque camphrée, rappellent un peu l'encens et la saveur est âpre, amère, un peu piquante. (Max Anton et al., 2003).



-Face supérieure-

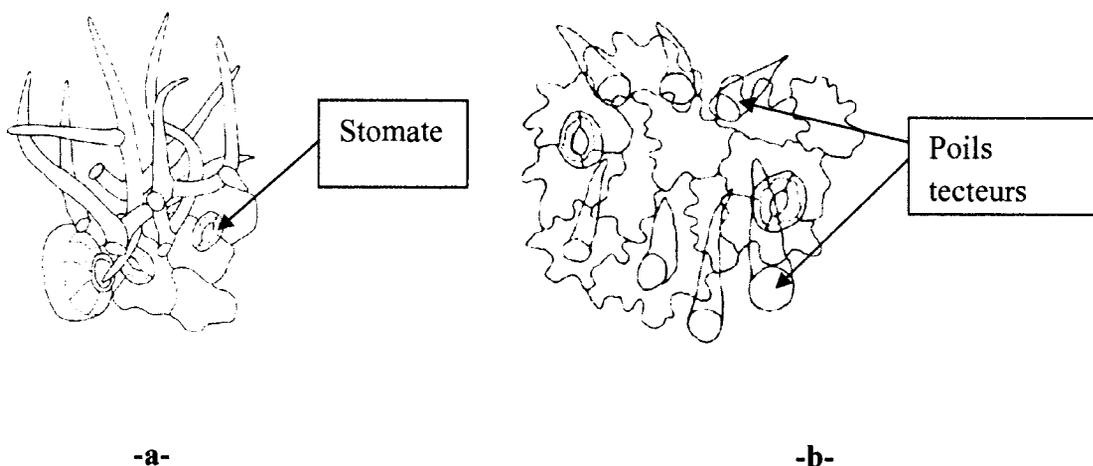
-Face inférieure-

Figure 28 : Feuille fraîche de *Rosmarinus officinalis*

3.3.4.2. Identification Microscopique :

Selon la pharmacopée européenne (6^{ème} éd), La poudre est vert-gris à vert-jaune. Examinez au microscope en utilisant le réactif de Gazet. La poudre présente les éléments suivants :

- Fragments de l'épiderme inférieur : a cellules à paroi droite à sinueuse, accompagnées de nombreux stomates diacytiques. (**Figure : 29 a**)
- Fragments de l'épiderme supérieur ; À cellules à paroi droite, légèrement épaissie et ponctuée, avec un hypoderme sous-jacent composé de grandes cellules irrégulières à paroi anticlinale épaissie en chapelet. (**Figure : 29d**)
- Poils tecteurs : Nombreux, pluricellulaires, pour la plupart ramifiés de l'épiderme inférieur et de rares poils tecteurs coniques de l'épiderme supérieur. (**Figure : 29 b**)
- Poils Sécréteurs Glanduleux de 2 types, la majorité à court pied unicellulaire et tête composée de 8 cellules en rosace, (**Figure : 29 c**) d'autres, moins nombreux, à pied unicellulaire et tête sphérique monocellulaire ou bicellulaire. (**Figure : 29 e**)



-a-

-b-

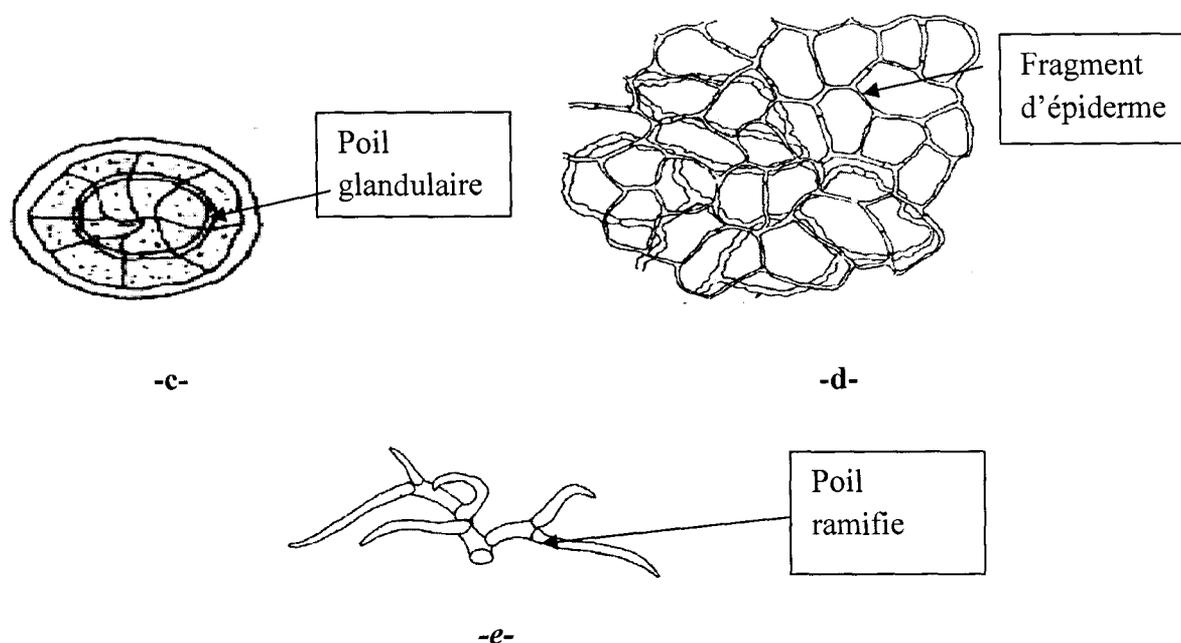


Figure 29 : Eléments d'identification de la poudre de *Rosmarinus officinalis* (Betty P. and Derek W.2001)

3.3.5. Etude de l'huile essentielle:

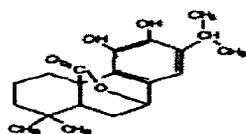
3.3.5.1. Composition chimique :

Les différents constituants de feuilles de Romarin officinal est résumé dans le tableau suivant :

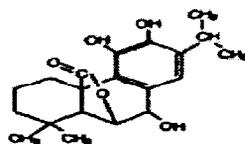
Tableau 7 : composition chimique des feuilles de *Rosmarinus officinalis* (Phar euro, 2008) (Bruneteon J, 2006) (Max withtle et al. 2003).

Constituants	Conformité	Composants majeurs
Huile essentielle	1,0% à 2,5%	<ul style="list-style-type: none"> - Camphre 15 à 25% -Le1,8 cinéole 15 à 30% -Alpha-pinène 10 à 25% -Le bornéol libre 10%à15% -Le bornéol estérifié 5 à 10% - limonène 5 à 10% -Alpha terpinéol 12 à 24% -Béta-pinène -Béta-cayophyl
Diterpènes phénoliques tricycliques		<ul style="list-style-type: none"> - Acide carnosolique 0,35% -Rosmadiol, carnosol (picrosalvine), - L'épirosmanol - Le rosmanol

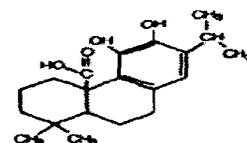
Tanins caractéristiques des Lamiacées		- L'acide caféique -L'acide rosmarinique
Flavones méthylés		- Genkwanine - Lutéoline - Diosméline - Phégopoline(genkwanine-4-O-glucoside)
Triterpènes et stéroïdes		- Acide oléanolique 10% -Dérivés de l'acide ursolique 5% accompagnées de alpha- et bêta-amyrines
Cuticule cireuse des jeunes feuilles		- n-alkanes 97% -Isoalkanes -Alkènes.
Constituants divers		- Polysaccharides acides 6% -Traces de salicylates.



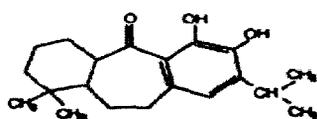
Carnosol



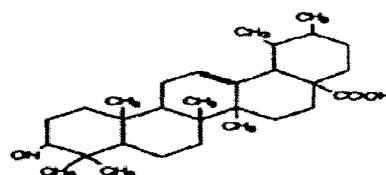
Rosmanol



acide carnosique



Phénol rosmarinique



Acide ursolique

Figure30 : quelques composés chimiques de l'huile essentielle de Romarin officinale (Bruneteon J.2006)

3.3.5.2. Caractéristiques :

La teneur en huile essentielle de Menthe poivrée est généralement comprise en 1 à 2,5% (Max withtle et al ., 2003).

❖ Caractères organoleptiques :

L'huile essentielle de Romarin officinale est un liquide limpide, mobile, incolore à jaune pâle ayant une odeur caractéristique.(Phar euro, 2008).

3.3.5.3. La conservation :

En récipient étanche et bien rempli, à l'abri de la lumière et à une température ne dépassant pas 25 °C. (Pha euro, 2008) (Max withtle et al., 2003).

3.3.6. Etude pharmacologique :

3.3.6.1. Propriétés biologiques :

✓ Activités antibactérienne et antifongique :

L'huile essentielle et l'extrait chloroformique des parties aériennes exercent une activité antibactérienne. Cette activité est due aux principaux constituants de l'extrait chloroformique : acide carnosique, carnosol et 12-methoxy-transacide carnosique. Celle-ci a été mise en évidence vis-a-vis de *Staphylococcus aureus* (avec des CMI comprises entre 16 et 64 µg/mL), notamment la souche résistante à la methicilline ainsi que *Escherichia coli*, *Lactobacillus brevis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Rhodotorula glutinis* et *Kluyveromyces bulgaricus* (Bernardes WA et al.,2010; Bozin B et al.,2007; Klancnik A et al., 2009; Santoyo S et al., 2005).

les extraits du Romarin peuvent empêcher la lésion de la carie en inhibant la croissance du *Streptococcus sobrinus* et peuvent aussi éliminer les plaques dentaires par suppression de l'activité de la glucosyltransférase (TSAI et al. , 2007). L'activité antifongique est moins marquée et s'exerce notamment vis-à-vis de *Fusarium graminearum* . (Angioni A et al., 2004).

✓ Activité anti-oxydante :

L'activité anti-oxydante d'extraits de romarin (obtenus classiquement ou par le CO2 supercritique) a été mise en évidence sur différents modèles et avec divers Produits alimentaires (lipides, viandes, charcuterie...).

Cette activité, en partie liée à l'acide rosmarinique, est due à 90 % aux O-diphenols diterpéniques (carnosol et acide carnosolique) qui inhibent la peroxydation lipidique. (Balentine et al., 2006; Fernandez-Lopez et al., 2005; Bakirela T et al., 2008; Bozin B et al.,2007; Bruneton J,2006).

✓ Activité antivirale :

L'activité antivirale in vitro a été mise en évidence sur *Herpes virus simplex* de type 2 et HIV et rapportée pour le carnosol (Wichtl M et al., 2003 ;).

✓ Action anti-inflammatoire :

Elle est due à l'acide rosmarinique et mise en évidence chez le rat par l'œdème à la carragenine (voie IV, 1 mg/kg). Chez la souris, l'inflammation au TPA (12-O-tetradecanoylphorbol) est réduite par application topique d'extrait. (Sancheti G et Goyal P.K, 2006) (Takaki I et al., 2008).

✓ **Action cholérétique :**

La feuille de romarin est réputée cholérétique, action confirmée expérimentalement chez l'animal, à forte dose et par voie parentérale (teinture, voie IV, 1 g/kg). Cette action est surtout due aux principes amers. (Mongold J. et al., 1991).

✓ **Action anti-hépatotoxique :**

L'évaluation de l'extrait aqueux de la feuille sur les hépatocytes en culture met en évidence l'action protectrice de cet extrait à l'égard des effets de l'hydro peroxyde de tert-butyle. L'action hépato protectrice est également constatée in vivo sur différents modèles à des doses de 1 et 1,5 g/kg. (Sotelo- Felix et al., 2002).

3.3.6.2. Utilisation

3.3.6.2.1. Utilisation traditionnelle :

Par voie externe, la drogue est employée en traitement complémentaire des pathologies rhumatismales et des troubles circulatoires sous forme d'huiles, de pommades et de liniments (Wichtl M, Anton R, 2003).

Elle est également utilisée en cas de nez bouche et de rhume et en bain de bouche pour l'hygiène buccale (Bruneteon J., 2006). Les parties aériennes sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale, les dysménorrhées et comme antispasmodique. Il est considéré utile pour contrôler l'érosion du sol (Heinrich et al. 2006).

3.3.6.2.2 Utilisation mise en évidence scientifique :

➤ **Par voie interne :**

Soulagement la colique rénale les dysménorrhées (Haloui et al. 2000). Remède de post partum et traite également les problèmes respiratoires et les infections de la Peau. Soulager les douleurs musculaires rhumatismales et traumatiques (Heinrich, M et al, 2006).- Il a été également employé en tant qu'analgésique, antiépileptique, diurétique, (Bruneteon J., 2006).

La drogue est utilisée comme carminatif et stomachique dans les troubles digestifs, les ballonnements, les flatulences et pour stimuler l'appétit et les sécrétions gastriques, elle est également indiquée comme cholagogue et cholérétique (Dapkevicius I et al. 2002) La feuille de romarin est utilisée par voie orale dans les troubles dyspeptiques (Fine DH et al., 2000).

Stimule la circulation cérébrale, améliorant concentration et mémoire et accélère la convalescence à la suite de maladies chroniques ou de stress prolongés. Il stimulerait les glandes surrénales et se révélerait très efficace dans le traitement de l'asthénie.

Stimulant psychique Le romarin est souvent prescrit pour les personnes surmenées et fatiguées. (Christine Dufaut et Véronique Laporte, 2001).

➤ **Par voie externe :**

Soutien des affections rhumatismales et des problèmes circulatoires (**Blumenthal M et al.2000**).

Le romarin peut être utilisé comme antiseptique léger et cicatrisant par voie locale (à éviter sur les blessures ouvertes et les lésions étendues) (**ESCOP ,2003**). Il favorise la pousse des cheveux en stimulant l'irrigation du cuir chevelu. (**Besombes. C 2008**).

L'extrait alcoolique lui-même agit sur les ulcères, les plaies, les dermatoses parasitaires. La décoction aqueuse s'utilise en gargarismes (angines) et bains de bouche (aphtes), ou elle est ajoutée à des bains stimulants. (**Bruneteon J. ,2006**).

Soigne les blessures, soulage les maux de tête. (**Dias et al, 2000**).

3.3.6.2.3. Utilisation commerciale :

L'huile du romarin a été largement répandue pendant des siècles, comme un des ingrédients en produits de beauté, savons, parfums, désodorisants. (**Arnold, N et al, 1997**).

➤ **Parfumerie :**

Le romarin entre dans la composition de parfums surtout masculins, hespéridés aromatiques (eaux de Cologne), fougères aromatiques, ainsi que dans la formulation des pommades dermiques. (**Calabres et al.2000**).

➤ **Usage alimentaire :**

Le romarin est une bonne source naturelle de composés antioxydants. Il est largement utilisé dans l'industrie alimentaire pour prévenir une éventuelle dégradation oxydative et microbienne des aliments (**Ponce et al. 2008**).

3.3.6.3. Contre indication :

Le danger et les effets indésirables n'ont pas été observés aux doses thérapeutiques. La plante est contre indiquée en cas de grossesse et d'allaitement, jeunes enfants. (**Gruenwald, J et al;2000**). Certaines personnes ayant une hypersensibilité hépatique au romarin officinal à verbénone (**Franchomme P. et Pénéol D. 1990**).

Les épileptiques doivent être prudents avec le romarin et les autres herbes contenant le camphre (**Newall, C.A;et al,1996**).

3.3.6.4. Interactions médicamenteuses :

➤ **Avec des aliments :**

Au cours d'un essai sur des humains, un extrait de romarin a légèrement réduit l'absorption du fer contenu dans des aliments de source végétale (fer non hémique) (**Samman S, Sandstrom B, et al, 2001**).

➤ **Avec des médicaments :**

Aucune documentée chez l'humain.

Les résultats d'un essai mené sur des rats indiquent que les effets de l'extrait aqueux de romarin pourraient, théoriquement, s'ajouter à ceux des diurétiques. Pour cette raison, il pourrait interférer avec un traitement au lithium. On n'a cependant pas rapporté de cas cliniques de telles interactions chez l'humain. (**Haloui M, Louedec L, et al, 2000**).

3.3.6.5. Effets secondaires :

La prise de grandes quantités d'huile essentielle de romarin peut provoquer une irritation de l'estomac ou des intestins et même des dommages rénaux (**Baumann LS. Dermatol Ther.2007**).

Rapporté plusieurs cas de dermatite de contact associée au romarin ou à des produits renfermant des extraits. (**Tyler, Varro E., Foster Steven, 1999**) . La prudence serait donc de mise chez les personnes à la peau sensible.

En revanche, les résultats d'un essai indiquent que des crèmes à base d'extrait de romarin ont réussi à prévenir la dermatite de contact causée par un composant du savon (laurylsulfate de sodium) (**Fuchs SM, Schliemann-Willers S, et al, 2005**), et la coloration rouge anodine des urines (**De Smet, et al;1993**).

3.3.6.6. Toxicité :

Le romarin peut s'avérer extrêmement toxique à certaines doses, provoquer des irritations et des hémorragies gastro-intestinales, attaquer le foie et les reins (la néphrite), provoquer l'épilepsie.

L'huile essentielle est neurotoxique vu la présence du *camphre*, elle ne devrait donc pas être utilisée par voie orale. Il est également déconseillé d'utiliser les préparations à base de feuilles de romarin au cours de la grossesse et en cas d'hypertension ou d'épilepsie. Évitez de prendre des doses thérapeutiques et demandez conseil médical si vous prenez des médicaments pour des problèmes cardiaques. (**Aouadhi S, 2010**).

3.4. Thym vulgaire : *Thymus Vulgaris*

3.4.1. Classification systématique et dénomination :

3.4.1.1. Classification systématique :

Selon l'APG III, la classification de Thym vulgaire est la suivante :

Tableau 8 : Classification systématique de *Thymus vulgaris* selon l'APG III

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones vrais
Sous classe	Astridiées
Ordre	Lamiales
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Vulgaris</i>

3.4.1.2. Dénomination :

- ✓ Anglais: common thyme, garden thyme, culinary thyme, french thyme, winterthyme.
- ✓ Français : thym vulgaire, thym des jardins, farigoule, frigoule, barigouletymcommun, thym cultivate.
- ✓ Allemand: Thymian, Garten Thymian, Romischer Thymian, RomischerQuendel, Welscher Thymian, Kutteikraut.
- ✓ Arabe : الزعتر (Djrroumi et Nacef, 2004), (Teusher E et al., 2005).

3.4.2. Les différentes variétés de Thym vulgaire :

-*Thymus vulgaris* à THYMOL; cette Huile Essentielle contient majoritairement du thymol ayant des propriétés anti-infectieuses majeures.

-*Thymus vulgaris* à THUYANOL; cette Huile Essentielle contient majoritairement du thuyanol ayant des propriétés bactéricides, virucides et neurotoniques.

-*Thymus vulgaris* à CARVACROL; cette Huile Essentielle contient majoritairement du carvacrol à activité antiseptique.

-*Thymus vulgaris* à GÉRANIOL; cette Huile Essentielle contient majoritairement du géraniol à activité antibactérienne, antifongique et antivirale.

-*Thymus vulgaris* à LINALOL; cette Huile Essentielle contient majoritairement du linalol ayant des propriétés antibactériennes, antifongiques, virucides et antiparasitaires intestinaux.

-*Thymus vulgaris* à TERPINÉOL; cette Huile Essentielle contient majoritairement du terpinéol ayant des propriétés hémolytiques.

-*Thymus vulgaris* à CINÉOLE; cette Huile Essentielle contient majoritairement du cinéole à activité décongestionnante broncho-pulmonaire.

-*Thymus vulgaris* à PARACYMÈNE; cette Huile Essentielle contient majoritairement du paracymène à action anti-infectieuse et une forte action antalgique très recommandée en cas de rhumatismes et d'arthrose. (Zhiri A et Baudoux D, 2005).

3.4.3. Etude botanique :

Thymus vulgaris est un arbuste aromatique à tiges ramifiées, pouvant atteindre 40 cm de hauteur.

3.4.3.1. L'appareil végétatif :

- ❖ **Les Tiges** : ligneuses, tortueuses. Les rameaux, blanchâtres
- ❖ **Les Feuilles** :

Opposées, lancéolées ou linéaires (4-12 x 3 mm), Il possède de petites feuilles recourbées sur les bords de couleur vert foncés, et qui sont recouvertes de poils et de glandes (appelés trichomes). Les trichomes contiennent l'huile essentielle majoritairement composée de monoterpènes (Bruneteon J, 2006 ; Morales, 2002).

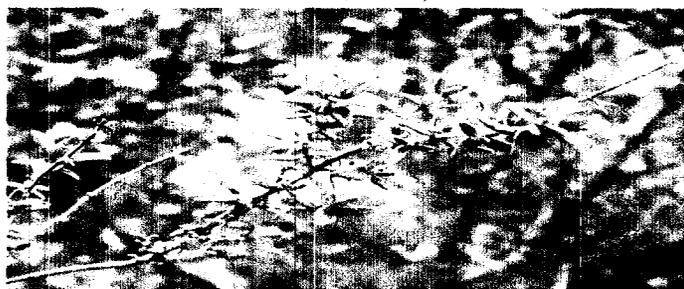


Figure31 : Feuilles de Thym vulgaire

3.4.3.2. L'appareil reproducteur :

Inflorescences porte des :

- ❖ **Fleurs** :

Petites 4 à 6 mm de longueur, zygomorphes sont regroupées en glomérules et leur couleur varie du blanc au violet en passant par le rose à calice velu et à corolle bilabée rosée ou blanchâtre - elle est brunâtre à l'état desséchée, Le limbe du calice est bilabié, un peu bossu. La corolle de taille variable, un peu plus longue que le calice mais la partie tubulaire de la corolle ne dépasse pas celle du calice (Brunetéon, 2006 ; Morales, 2002).

- ❖ **Les étamines** :

Sont incluses. La période de la floraison commence en mai-début de juin (Brunetéon, 2006)



Figure32 : Fleurs de Thym vulgaire

3.4.3.3. Planche botanique :

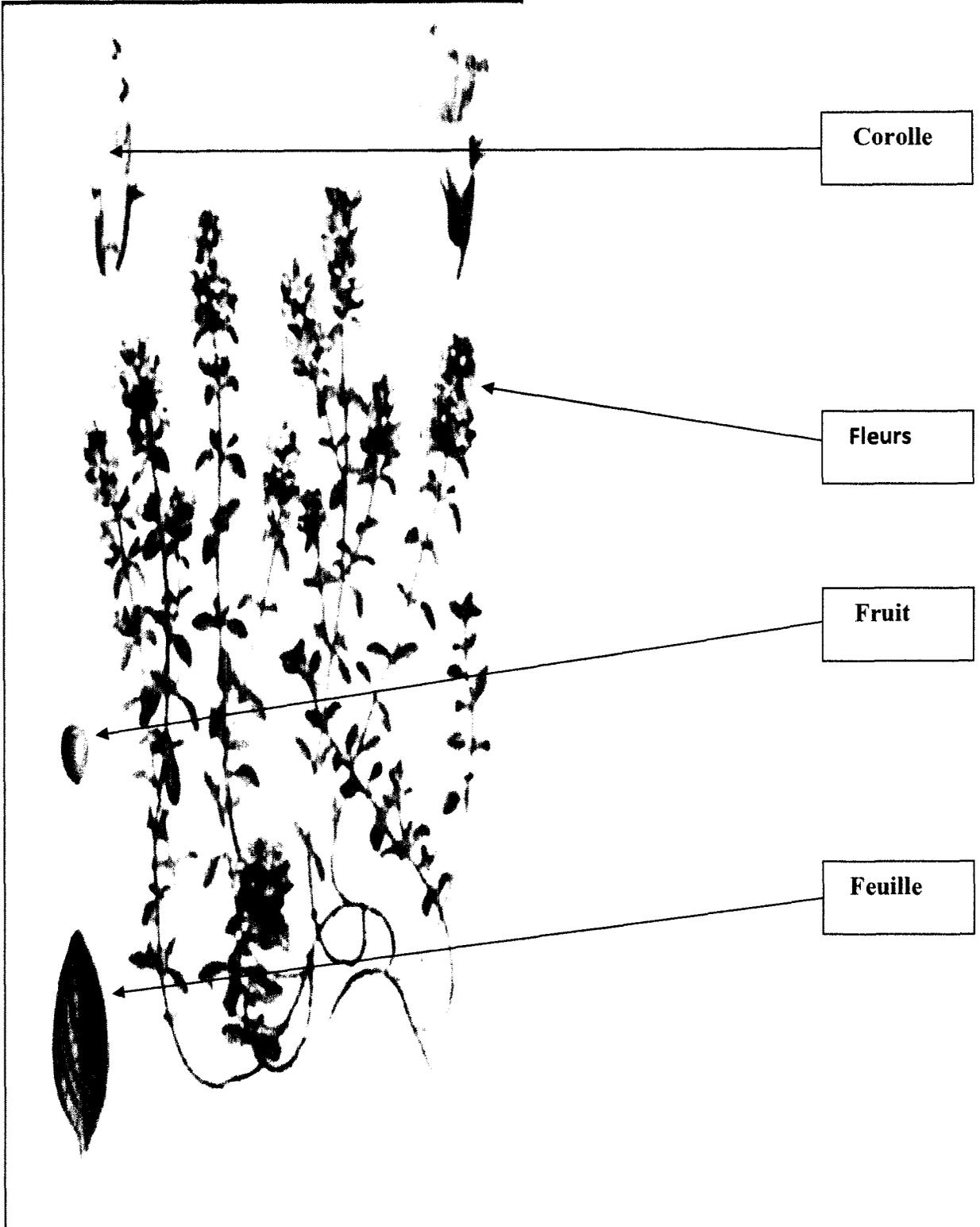


Figure33 : Planche botanique de *Thymus vulgaris* (Iserin, 2001)

3.4.4. Habitat, culture et récolte :

Thymus vulgaris est indigène de l'Europe du sud, on le rencontre depuis la moitié orientale de la péninsule ibérique jusqu'au sud-est de l'Italie, en passant par la façade méditerranéenne française (Özcan et Chalchat, 2004 ; Amiot, 2005).

Le thym pousse bien sur des endroits naturels, sur sols légers et calcaires, mais il prospère tout aussi bien sur sols fertiles argileux mais non détrempes. Il nécessite des endroits bien ensoleillés et supporte relativement bien la sécheresse. C'est d'ailleurs sur sols pauvres (maquis, rocaïlle de garrigue) que se développe le mieux son arôme. (Bruneteon., 2006)(Takeuchi H et al., 2004).

3.4.5. Etude de la drogue :

3.4.5.1. Identification Macroscopique :

La drogue est représentée par les feuilles.

➤ Feuille :

Lancéolé à ovoïde, entière, d'une longueur de 4 à 12 mm sur 3mm de large au maximum, a une base à bords involutés. Sessile ou brièvement pétiolée, leur face supérieure est verte ; la face inférieure est recouvert d'un duvet gris et porte de nombreux poils sécréteurs dans des dépressions. Le limbe est coriace, entier, la nervure médiane, déprimée à la face adaxiale et prédominante à la face abaxiale.

Les petites poils ciliés à la base du pétiole court sont absents. Seules les calices verts, parsemés de violet et tubuleux, sont apparents et possèdent une faible pubescence avec à leur base des poils hérissés blancs. (Max withtle et al., 2003).

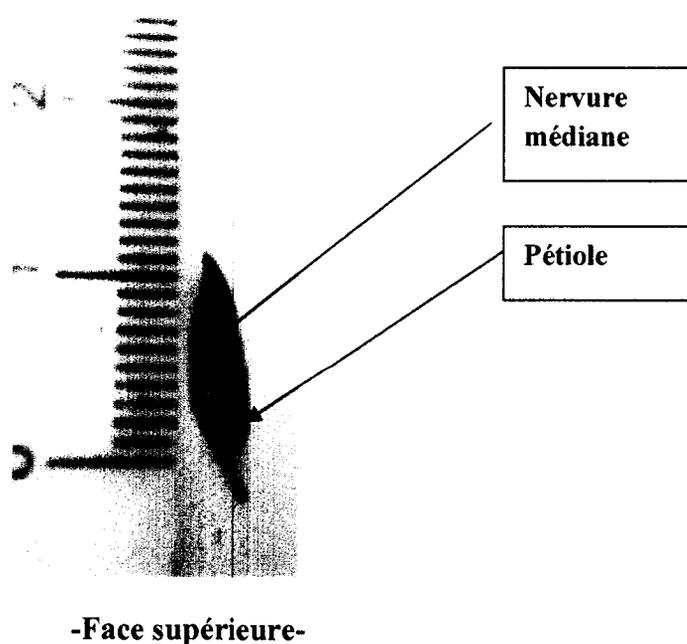


Figure34 : Feuille fraîche de *Thymus vulgaris*

3.4.5.2. Identification Microscopique :

Selon la pharmacopée européenne (6ème éd), La poudre est vert-gris à brun-vert. Examinez au Microscope en utilisant le réactif de Gazet, la poudre présente les éléments suivants :

- Des cellules épiderme : à parois anticlinales sinueuses, à épaissements en forme de chapelet . **(Figure : 35 a)**
- Des stomates de type diacytique. **(Figure : 35 b)**
- Des poils sécréteurs : composés de 12 cellules sécrétrices dont la cuticule commune est soulevée par la sécrétion et prend la forme d'une vésicule globuleuse à ovoïde. **(Figure : 35 c)**
- Des poils glanduleux : à pédicelle unicellulaire et à tête globuleuse à ovoïde ;
- Des poils tecteurs : de l'épiderme adaxial, à paroi verruqueuse, en forme de dents pointues. et de l'épiderme abaxial, de plusieurs types : unicellulaires dressés ou légèrement incurvés et bicellulaires ou tri cellulaires, articulés, le plus souvent coudés. **(Figure : 35 e)**
- de nombreux poils articulés, unisériés, formés de 5 ou 6 cellules, à parois faiblement striées.
- Les grains de pollen : relativement rares, sont sphériques, lisses, à 6 pores germinatifs en fente et mesurent environ 35 µm de diamètre. **(Figure : 35d)**

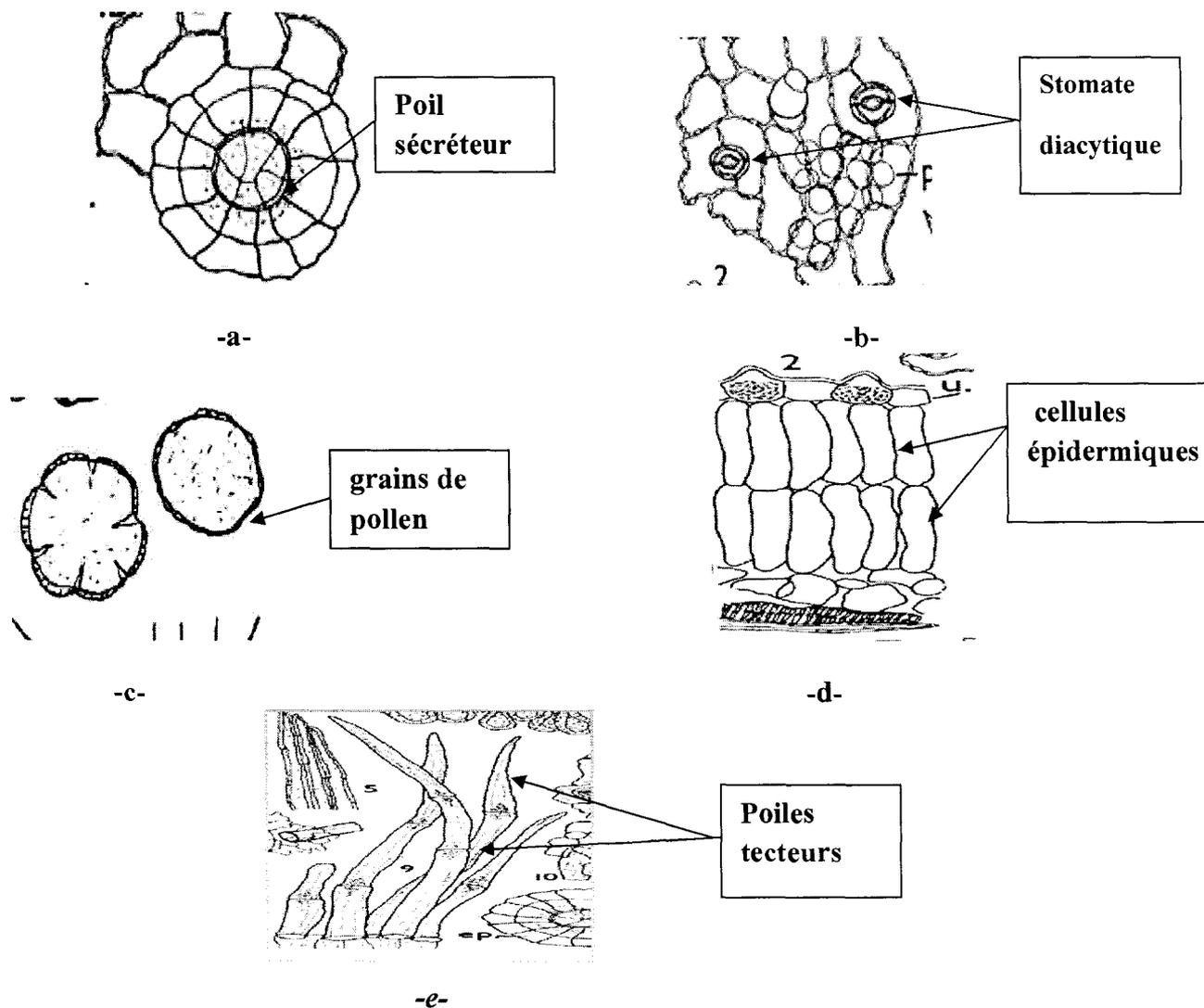


Figure 35 : Eléments d'identification de la poudre de *Thymus vulgaris* (Betty P. et Derek W.2001)

3.4.6 .Etude de l'huile essentielle:

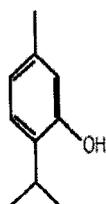
3.4.6.1. Composition chimique :

Les différents constituants de feuilles de Thym vulgaire est résumé dans le tableau suivant :

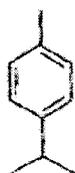
Tableau 9 : composition chimique des feuilles de Thym vulgaire (Max Anton et al. 2003 ; Bruneteon J, 2006 ; Rota MC et al. 2008 ;Takeushi H et al., 2004)

Constituants	Conformité	Composants majeurs
➤ Huile essentielle	1,0 à 2,5%	-thymol (36-55 %) -carvacrol (3 à 5 %), -linalol. (4,0 – 6,2 %). - γ -terpinene (6,9 - 18,0 %) -p-cymene cymene (15-28 %), - β -myrcene, α -terpinene, terpinene- 4-ol (0,2-2,5 %) - α -terpineol, camphre, geraniol, 1,8-cineole, trans-thujanol, acetate de geranyle, acetate de linalyle, acetate d' α -terpenyle, trans-sabinene
➤ Flavonoïdes	25,0%	-Flavones libres : apigénine, 6-hydroxyluteoline et luteoline - Flavanonols : taxifoline - Flavanones : naringénine - Flavones méthoxylées : cirsilineol, 8 - Hétérosides flavoniques : apigénine-7-glucoside, luteoline-7-glucoside et vicénine-2
➤ Monoterpène glycosyle		- 2- et 5- β D-glucopyranosylthymoquinols, angelicoïdenol- β -D-glucopyranoside, -p-cymen-9-yl β -D-glucopyranoside
➤ Triterpènes		- acide ursolique (1,9 %), -acide oleanolique (0,6 %)

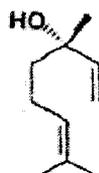
➤ Dérivés de l'acide hydroxycinnamique		- Acide rosmarinique (0,8 à 2,6 %)
➤ Dérivés méthoxylés		-thymonine



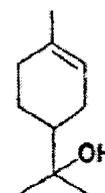
Thymol



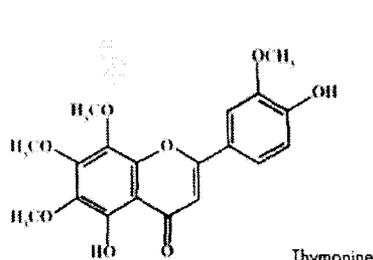
Carvacrol



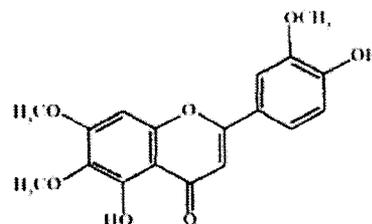
(+)-Linalol



Alpha-terpénol



Thymonine



Circilénéol

Figure36 : quelques composés chimiques de huile essentielle de Thym vulgaire
(Bruneteon J.2006)

3.4.6.2. Caractéristique de l'huile essentielle :

La teneur en huile essentielle de la drogue varie de 5 à 25 ml/kg

❖ Caractères organoleptiques :

L'huile essentielle de Thym vulgaire est un liquide mobile, limpide, de couleur jaune à brun-rouge très foncé et d'odeur caractéristique, aromatique, épicée, rappelant celle du thymol.

3.4.6.3. La conservation :

En récipient étanche et bien rempli, à l'abri de la lumière et à une température ne dépassant pas 25 °C. (Phar euro, 2008).

3.4.7. Etude pharmacologique :

3.4.7.1. Propriétés Biologiques :

✓ Activité antioxydante :

Thymus vulgaris à grandes capacités antioxydantes due aux différents tels que : phénols (thymol et carvacrol), les flavonoïdes, l'acide rosmarinique, l'acide caféique (**Kuliši et al. 2006**) (**Golmakani et Rezaei, 2008**).

Ces constituants inhibent la peroxydation lipidique induite *in vitro* au niveau des mitochondries et des microsomes. Ils inhibent également partiellement la production de l'anion superoxyde (**Bruneton J, 2006**). Des études récentes indiquent que *Thymus vulgaris* est un puissant antioxydant et assure des doses élevées d'acides gras essentiels dans le cerveau (**Iserin, 2001**).

✓ Activité antibactérienne :

L'activité antibactérienne de thym vulgaire est due essentiellement à la présence des phénols : carvacrol, thymol et l'eugénol. Ces trois composés ont un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries: *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Clostridium jejuni*, *Lactobacillus sake*, *Staphylococcus aureus* et *Helicobacter pylori* (**Pauli, 2001; Fabian et al., 2006**). (**Bouhdid et al., 2006**) (**Bruneton J, 2006**). (**Piochom. M, 2008**).

✓ Activité antifongique :

L'huile essentielle (surtout le thymol) de *Thymus vulgaris* possède des propriétés antifongiques contre un certain nombre de mycètes et des souches fongiques. dont *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus*, *Saprolegnia*, et *Zygorhynchus*. Cette même huile potentialise l'effet antifongique de l'amphotéricine B vis-à-vis de *C. albicans*. (**Giordani R et al., 2004**) (**Pina-Vaz C et al., 2004**) (**Jiminez-Arellanes et al, 2006**).

✓ Activité spasmolytique :

L'activité spasmolytique de *Thymus vulgaris* est le plus souvent attribuée aux phénols de l'huile essentielle. (**Beer et al., 2007**) le thymol inhibe à 100% l'activité contractile spontanée des muscles lisses de l'estomac du cobaye (**Bruneton J., 2006**).

✓ Activité antivirale :

Les propriétés antivirales *in vitro* d'un extrait de thym s'exercent à l'encontre de *Herpes simplex virus* type 1 et type 2. L'activité virucide de l'huile essentielle de thym vis-à-vis de *Herpes simplex virus* type 2 est détectée à une CI50 de 0,0007 %. (**Astani A et al., 2010**) (**Koch C et al., 2008**) (**Nolkemper S et al., 2006**).

✓ Propriétés antimutagènes :

Des études récentes ont montré que des extraits de thym sont antimutagènes et que la lutéoline est un antimutagène puissant vis-à-vis du carcinogène alimentaire Trp-P-2. (**Aydin S et al., 2005**).

✓ **Autres propriétés :**

Propriétés anthelminthiques (**Al-Bayati, 2008**), Propriétés anti inflammatoires (**Jiminez-Arellanes et al, 2006**), Antiseptique, désinfectant dermique (**Bazylo et Strzelecka, 2007**).

3.4.7.2. Utilisation

3.4.7.2.1. Utilisation traditionnelle :

En médecine populaire, le thym est utilisé sous forme de bains aromatiques (et utilisé en respectant les restrictions d'emploi usuelles) ou en compresses préparées après infusion à 5 %, pour le traitement complémentaire des pathologies hivernales et en cas de prurit.

Des extraits de thym sont utilisés par voie orale dans le traitement des dyspepsies et autres troubles gastro-intestinaux. Des applications par voie externe d'extrait de thym sont préconisées dans le traitement de plaies superficielles, du rhume et des affections de la cavité buccale. (**Hans 2007**).

L'huile essentielle et le thymol entrent dans la composition de pommades antiseptiques et cicatrisantes, de sirops antitussifs et de préparations pour inhalation. (**Teusher E et al., 2005**), Il est aussi prescrit aux enfants comme vermifuge. (**Christine Dufaut et Véronique Laporte, 2001**).

3.4.7.3. Utilisation mise en évidence scientifique :

➤ Par voie interne :

En usage interne, le Thym est utilisé pour soigner l'asthénie physique et psychique, les angoisses, la neurasthénie, les déficiences nerveuses, l'anémie des enfants, l'hypotension, la chlorose, le traitement symptomatique de la toux, le traitement symptomatique de troubles digestifs (ballonnement épigastrique, lenteur à la digestion, éructations, flatulence) , les affections pulmonaires (emphysèmes, mycose, bronchites), la tuberculose et l'asthme.

En sert aussi pour traiter les parasites intestinaux (ascaris, oxyures, ankylostomes, ténia), les infections intestinales (typhoïde) et urinaires, les affections dues au froid (rhume, grippe, courbatures, frissons, angines), les maladies infectieuses, la suppression accidentelle des règles, les leucorrhées, les rhumatismes, les insomnies et les troubles circulatoires. (**Morigane, 2001**) (**Bruneteon J, 2006**)(**Teusher E et al., 2005**).

➤ Par voie externe :

En usage externe, le Thym est utilisé pour soigner les dermatoses, les furoncles, des petites plaies après lavage abondant, la fatigue générale, en cas de nez bouche (**Özcan et Chalchat, 2004**). et de rhume, l'angine, les rhumatismes articulaires et musculaires, la goutte, l'arthritisme, la chute des cheveux, les plaies, la pédiculose et la gale.

Le traitement des petites plaies après lavage abondant ; en cas de nez bouche et de rhume ; comme antalgique dans les affections de la cavité buccale et/ou du pharynx ;

En bain de bouche pour l'hygiène buccale. , les dermatoses, les myalgies, vous pouvez utiliser de la pommade de Thym, appliqué sur la peau, il soulage les piqûres d'insectes. Il soigne aussi l'herpès, le pied d'athlète, les aphtes, (Bruneteon J, 2006)(Teusher E et al.,2005).

3.4.7.4. Utilisation commerciale :

Des études ont été montrées la possibilité d'utiliser des hydrosols de thym dans la conservation des aliments et des boissons. Ces hydrosols peuvent être utilisés dans différentes concentrations pour stocker et protéger les produits alimentaires contre les microbes pathogènes (Sagdiç O, 2003).

3.4.7.5. Contre indication :

Les personnes sous traitement anticoagulant devront veiller à avoir une consommation relativement faible de thym, afin de limiter les apports de la vitamine K présente dans cette plante et qui participe au processus de coagulation du sang.

Les personnes allergiques aux plantes de la même famille que le thym (comme la menthe) devront prendre des huiles essentielles avec précaution en cas de sensibilité croisée. Diluer à maximum 5% dans une huile végétale pour une utilisation sur la peau. Cette huile essentielle fait partie de la famille des "huiles fortes". Il conviendra de l'utiliser de façon modérée, car elle produit une sensation de brûlure. Ne pas utiliser dans le bain.

Non recommandé chez la femme enceinte ou allaitante et sujets présentant des dermatites de contact. (Sayyah M. et al. Analgesic, 2003).

3.4.7.6. Effets secondaires :

Des dermatites de contact sont observées. Les sujets sensibles au pollen de bouleau et de céleri peuvent présenter une sensibilité croisée au thym. (WHO)

3.4.7.7. Toxicité :

La toxicité de l'huile essentielle de thym est faible (DL50 de 4,7 g/kg *per os* chez le rat). Le potentiel de sensibilisation du thym est faible. Quelques réactions allergiques ont été observées ponctuellement, mais il existe des réactions croisées avec d'autres *Lamiaceae*. L'huile essentielle n'est responsable d'aucune sensibilisation. (Bruneteon J, 2006).

Partie expérimentale

Chapitre 1
Matériels et
Méthodes

1.1 Objectifs :

La découverte de ressources naturelles du monde végétal reste capitale par la mise au point de nouveaux remèdes thérapeutiques.

Toutefois, cette étude n'est pas exhaustive et le domaine concerné, étant très vaste, nécessite plus d'approfondissement.

La méthode du travail que nous avons adoptée est basée sur une action pluridisciplinaire, visant l'extraction à l'échelle de laboratoire de pharmacognosie de département de Pharmacie de l'université SAAD DAHLAB, des huiles essentielles de quelques espèces de la famille de Lamiaceae : Menthe poivrée, Sauge officinale, Romarin officinale et Thym vulgaire, Famille qui très fréquemment employée dans le pourtour algérien, et ces espèces sont cueillies de différents endroits de la régions de Blida et de tester leur activité antibactérienne contre quelques souches bactériennes de la famille des entérobactérie prévenant de centre hospitalo-universitaire Frantz-Fanon et qui sont permis les souches résistantes à un grande famille des antibiotiques surtout aux Béta-Lactamines.

Pour cela on a fixé les objectifs suivants :

- ✓ Identification macroscopique
- ✓ Identification microscopique des quatre espèces.
- ✓ Extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur d'eau
- ✓ Evaluation chimique du rendement de l'extraction.
- ✓ Identification et caractérisation par chromatographie sur couche mince des types des huiles essentielles extraites.
- ✓ Evaluation de l'activité antibactérienne vis-à-vis des souches bactériennes



Figure 38 : Photos des espèces après séchage d'une semaine

1.2.2. Appareils du laboratoire :

Tableau 11 : Liste du matériel de laboratoire

Equipement et appareillage	Matériels et verreries
-Balance analytique	Ballons
-Etuve	-Béchers
- Hdrodistillateur fractionnée	-Boites de pétri
-Lampe Ultraviolet	- Cuves
-Microscope optique	-Ecouillons
-Ph mètre	-Entonnoirs
-Plaque chauffante	-Eprouvettes
-Réfractomètre	-Flacons en verres
	-Lames et lamelles
	-Mortier
	-Papiers d'Aluminium
	-Pilon
	-Pipettes pasteur
	-Pissettes
	-Plaques de CCM
	-Pulvérisateurs
	-Spatules

1.2.3. Produits chimiques, réactifs et milieux de culture :

Tableau 12 : Produits chimiques, réactifs, et Milieux de cultures

Produits chimiques et solvants	Réactifs	Milieux de cultures
-Eau distillée - Ether de pétrole - Ether di éthylique, eucalyptol - Thymol, linalool, terpinol - vanilline sulfurique R	-KOH -Réactif de Gazet	- Miller-Hinton

1.2.4. Matériels biologiques : Souches bactériennes

Les souches microbiennes utilisées lors de l'évaluation de l'activité antimicrobienne sont :

- *Staphylococcus aureus*
- *Escherichia coli*
- *Salmonella ssp*
- *Klebsiella pneumoniae*

Ces souches proviennent de laboratoire de bactériologie centre hospitalo-universitaire Frantz Fanon

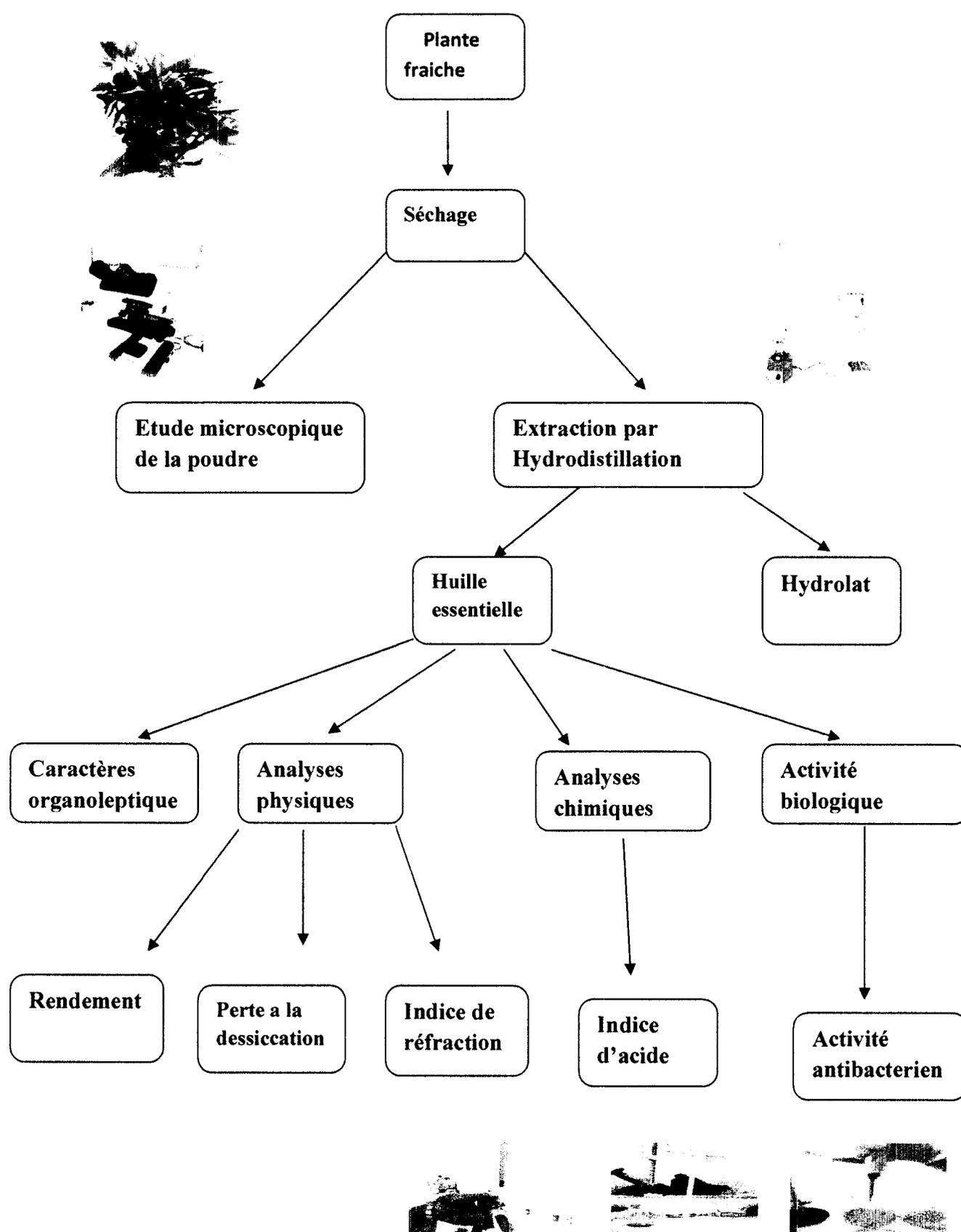


Figure39 : Schéma représente le Protocole expérimental

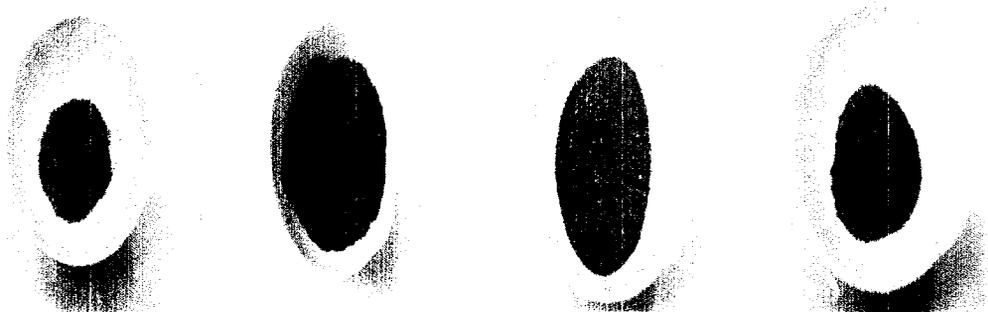
1.3. Méthodes :

1.3.1 Identification Microscopique :

➤ Principe :

Permettre l'identification des éléments caractéristique de chaque espèce en se les comparant avec la pharmacopée européenne.

L'observation se fait au microscope (objectif : X10 puis X40) en lame et lamelle en utilisant le réactif de Gazet (réactif d'éclairssicement).



-Menthe poivrée- -Sauge officinale- -Romarin officinale- -Thym vulgaire-

Figure40 : Photos des poudres préparées de quartes espèces étudiées

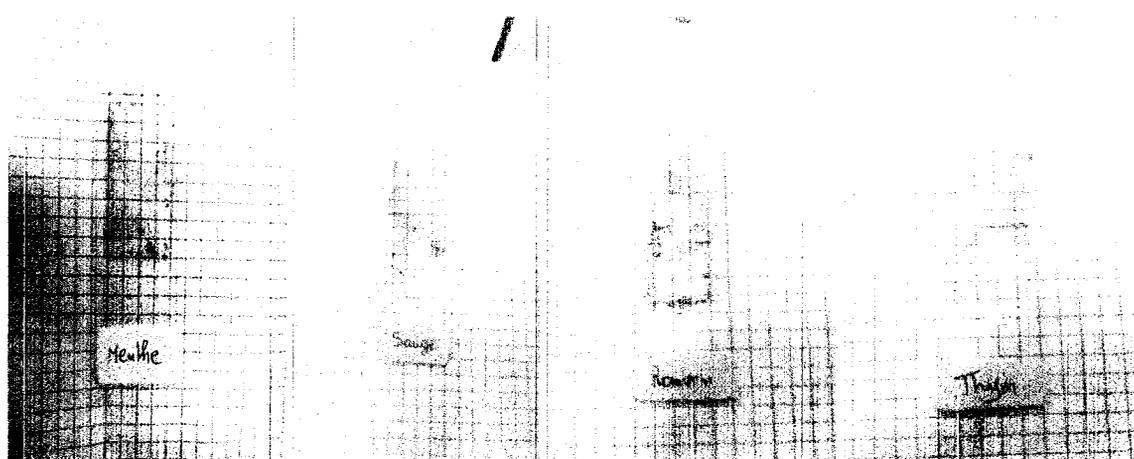


Figure41 : Les lames préparées pour l'étude microscopiques des poudres

1.3.2. Extraction des huiles essentielles par Hydrodistillation:

1.3.2.1. Extraction :

➤ Principe :

Les huiles essentielles des quatre drogues étudiées ont été extraites par hydrodistillation fractionnée grâce à un appareil (**figure 44**). Cette technique est basée sur l'immersion d'un échantillon solide dans l'eau portée à ébullition. La vapeur hétérogènes saturée d'huiles essentielles traverse un serpentin ou elle se condense pour donner deux produits: l'eau florale et l'huile essentielle qui se sépare par différence de densité.

➤ **Protocole opératoire :**

- Selon la pharmacopée européenne (6ème éd) Pour chacune des espèces étudiées,
- Peser à l'aide une balance analytique la quantité des feuilles séchées indiquée
 - Et à l'aide d'une éprouvette graduée le volume d'eau nécessaire pour la distillation
 - Introduire les drogues séchées et l'eau dans un ballon d'une capacité de 1000 ml et porter l'ensemble à l'ébullition pendant 4 heures
 - Le chauffage est assuré par un chauffe-ballon électrique L'opération est conduite à pression atmosphérique, le système de cohobation permet de maintenir constant le volume d'eau présent essentiellement durant tout le processus de distillation.
 - Les vapeurs chargées d'huiles essentielles se condensent à leur arrivée au niveau du réfrigérant, elles retombent sous forme de gouttelettes dans l'essencier et forment avec l'eau un mélange hétérogène (**Figure:43**) composant deux phases : une aqueuse représenté par l'eau floral et l'autre organique représenté par l'huile essentielle. Les conditions opératoires liées à l'hydrodistillation des quartes essences sont regroupées dans le tableau ci-dessus.
 - répéter l'opération quatre fois

Tableau 13 : Conditions opératoires de l'hydrodistillation selon la pharmacopée européenne, 2008

Espèce Conditions opératoires	Menthe poivrée	Sauge officinale	Romarin officinale	Thym vulgaire
	Quantité de matière végétale séchée (gr)	20 gr	20gr	25gr
Quantité d'eau (ml)	200ml	250ml	300ml	400ml
Température max (°C)	100°C	100°C	100°C	100°C
Temps d'hydrodistillation	4h	4h	4h	4h



Figure 42: Dispositif d'hydrodistillation

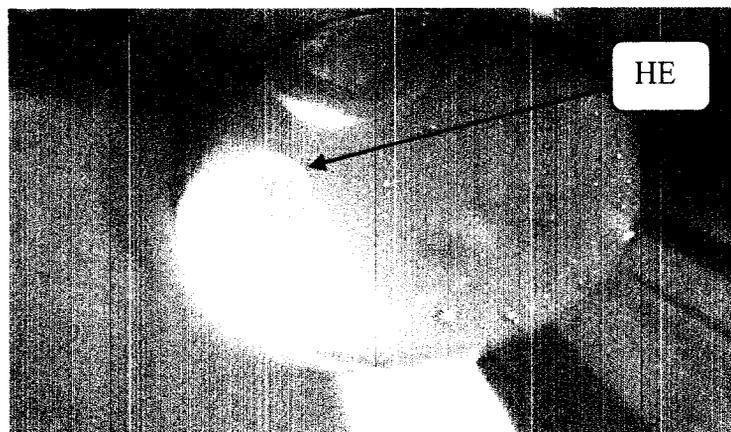


Figure 43 : les deux phases : organiques (gouttelettes d'huile essentielle) et aqueuse (Eau florale)

1.3.2.2. Séparation :

Il existe plusieurs techniques de séparation de l'huile essentielle de l'eau florale : pour notre travail nous avons utilisé la séparation directe par aspiration, cette méthode est simple : elle consiste à laisser décanter le distillat pendant 24h ce qui provoque le dépôt de l'HE sous l'effet de différence de densité.

l'HE séparée de la phase aqueuse et récupérer par aspiration à l'aide d'une seringue stérile. (Figure : 44)



Figure44 : Séparation de l'huile essentielle de la phase aqueuse par aspiration

1.3.3 Caractères organoleptiques :

L'analyse sensorielle est une source d'information essentielle qui, reflète les attentes et les tendances des consommateurs. L'analyse a été effectuée en observant et en inhalant directement l'huile essentielle. L'évaluation des propriétés organoleptiques constitue généralement une partie des études visant à analyser les facteurs qui affectent la qualité de l'huile essentielle. La couleur d'huile essentielle est un paramètre très important pour certaines applications, on peut la déterminer directement par les yeux ou la mesurer par comparaison avec des disques colorés. Dans cette étude, trois critères sont considérés pour évaluer la qualité organoleptique :

- ✓ L'aspect
- ✓ La couleur
- ✓ L'odeur

1.3.4. Calcul de rendement :

➤ Principe :

Le rendement est la quantité maximale d'huile essentielle qui fournit une masse donnée de végétale pendant une période donnée.

➤ Expression des résultats :

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

$$R = [PA / PB] \times 100$$

R : Rendement de l'huile en %.

PA : poids de l'huile en g. (poids de l'HE = poids du flacon remplis en HE - Poids de flacon vide).

PB : poids de prise d'essai des feuilles séchées.

1.3.5. Analyses physico-chimiques :

1.3.5.1. Perte à la dessiccation et teneur en eau :

➤ Principe :

La perte à la dessiccation est la perte de masse exprimée en pourcentage m/m. Chauffées pendant un temps suffisant à 100-105°C, les drogues convenablement divisées subissent une perte de masse qui correspond sensiblement à la quantité d'eau qu'elles contenaient.

➤ Expression des résultats :

La valeur de la perte à la dessiccation est calculée par la formule suivante:

$$X (\%) = \frac{(VV - VA) \times 100}{PE}$$

Avec :

VV: Poids du verre de montre (vide + échantillon) avant dessiccation, (g).

VA: Poids du verre de montre (vide + échantillon) après dessiccation, (g).

PE: Prise d'essai, (g).

1.3.5.2. Indice d'acide :

➤ Définition :

L'indice d'acide d'une huile essentielle est définis comme étant le nombre de milligramme de potassium(KOH) nécessaire pour la neutralisation des acides libres contenu dans un gramme d'huile essentielle

➤ Expression des résultats :

L'indice d'acide est calculé par la formule suivante :

$$IA = V \times C \times (55,11/M)$$

IA : Indice d'acide.

V : volume de KOH utilisé en ml.

C : concentration exacte en moles par litre de la solution de KOH.

M : masse de la prise d'essai.

1.3.5.3. Indice de réfraction :

➤ **Définition :**

C'est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une température constante.

Le réfractomètre est un instrument optique servant à déterminer l'indice de réfraction d'une substance c'est-à-dire la mesure dans laquelle la lumière est déviée en traversant la substance.

➤ **Expression des résultats :**

L'indice de réfraction n'a pas d'unité car c'est le rapport de deux vitesses. Plus la lumière est ralentie, plus la matière a un indice de réfraction élevé.



Figure 45 : Méthode de mesure de l'indice de réfraction

1.3.6. Analyse Chromatographique sur Couche Mince :

➤ **Principe :**

La chromatographie sur couche mince est une technique courante de caractérisation des huiles essentielles. Elle est basée sur la différence d'affinités (au sens d'interactions intermoléculaires) d'un constituant d'un mélange entre une phase solide (silice le plus souvent, mais aussi alumine ou cellulose) et une phase liquide, un éluant, mélange de solvants organiques en utilisant une colonne sur gel de silice classique.

➤ **Protocole opératoire :**

• **Préparation de la cuve :**

-Verser l'éluant (éther de pétrole 80ml+éther d'éthylique) entre 5 et 10 mm de hauteur. Fermer la cuve. Laisser saturé pendant au moins 15 min (variable selon la température de la pièce).

• **Préparation de la plaque.**

-Tracé d'une ligne de dépôt (~10 mm du bord)

-Déposer à l'aide d'un capillaire les échantillons (HE de quatre espèces étudiées et les témoins : thymol, linalol, terpinol et eucalyptol) en gardant une distance d'au moins 7-8 mm entre chaque dépôt. Ne pas faire de dépôts à moins de 5 mm du bord. Le diamètre des dépôts ne doit pas excéder 3 mm.

-Sécher rapidement à l'air.

- **Elution :**

-Placer la plaque dans la cuve en ouvrant et fermant celle-ci le plus rapidement possible.- Laisser diffuser l'éluant le long de la plaque jusqu'à ~10 mm du haut de la plaque. -Sortir la plaque.-Repérer le niveau maximum atteint par l'éluant. -Sécher a l'air.

- **Révélation :**

La révélation peut être effectuée à la lumière du jour,ou bien a l'UTV après pulvérisation de la vanilline sulfurique et séchage à l'étuve de 5 à 10 mn .Procéder enfin au calcul des rapports frontaux (Rf).

- **Expression des résultats :**

Les résultats seront le calcule des rapports frontaux (Rf) définis pour chaque tâche comme le rapport de la distance parcourue par un dépôt (prendre le centre de la tache) sur la distance parcourue par l'éluant depuis la ligne de base.

$$\text{Rf} = \frac{\text{Distance parcourue par un dépôt}}{\text{Distance parcourue par l'éluant}}$$

Rf : rapport frontaux.

1.3.7. Evaluation de l'activité antibactérienne :

- **Principe :**

La méthode des puits est la technique choisie pour déterminer l'activité antibactérienne de l'huile essentielle à tester. Cette méthode repose sur le pouvoir migratoire des huiles essentielles sur un milieu solide à l'intérieur d'une boîte de Pétri.

Cette méthode nous permet de mettre en évidence l'effet antibactérien de l'huile essentielle sur les bactéries, ainsi que la détermination de la résistance ou la sensibilité de ces bactéries vis-à-vis de cette huile essentielle. Cette méthode consiste à faire des puits remplis d'une quantité de l'huile essentielle à la surface de la géloseensemencée par les germes à tester et de mesurer les diamètres d'inhibition en millimètre (mm) après incubation.

D'après **Ponce et al. (2003)**, la sensibilité à l'huile a été classée par le diamètre des halos d'inhibition :

- Non sensible (-) pour les diamètres moins de 8mm ;
- Sensible (+) pour des diamètres de 8 à 14mm ;
- Très sensible (++) pour des diamètres de 15 à 19mm ;
- Extrêmement sensible (+++) pour les diamètres plus de 20mm

- **Souches bactériennes :**

- ❖ ***Staphylococcus aureus* :**

Sont des cocci à gram positive qui tendent à se grouper en amas (**Nauciel, C.2000**) irrégulier à la façon d'une grappe de raisin est un germe aérobie - anaérobie facultatif (**Avril,**

J.L., Dabernat, H., Denis, F., Monteil, H. (2000) doit son nom d'espèce à l'aspect pigmenté de ses colonies. possède une coagulase, ce qui le distingue de la plupart des autres espèces de staphylocoques.

Chez l'homme, environ un tiers des sujets sont des porteurs sains qui hébergent la bactérie au niveau des muqueuses et des zones cutanées humides. Il développe rapidement des résistances aux antibiotiques et les souches hospitalières ne sont souvent sensibles qu'aux glycopeptides (**Nauciel, C. 2000**).

❖ ***Klebsiella pneumoniae* :**

Bacilles à Gram négatif de 0.3 à 1.0µm de diamètre sur 0.6 à 6 µm de longueur, se présentant de manière isolée, ou groupés par deux ou en courtes chaînes, (**Ayan M, 2003 ; Jonas et al., 2004**), immobiles, non sporulés, anaérobies facultatifs (**Srinivasan et al, 2012**). et présentant les caractères généraux de la famille des Enterobacteriaceae (**Ayan M, 2003; Jonas et al., 2004**) respiratoire et fermentatif, fermentant le glucose avec production de gaz, oxydase négative, catalase positive, ODC négative, ADH négative, tryptophane désaminase et phénylalanine désaminase négatives, bêta-glucuronidase négative, ne produisant pas d'hydrogène sulfuré et fermentant de nombreux sucres dont l'inositol. Réaction de Voges-Proskauer positive (VP+) et uréase + (**Nauciel, 2000**).

Elle est présente dans le tube digestif de l'homme et des animaux, et elle est commensale des voies respiratoires (**Joly et Reynaud, 2002**).

❖ ***Salmonella SSP* :**

Le genre *Salmonella* appartient à la famille des Enterobacteriaceae qui sont des hôtes habituels du tube digestif. Sont des bacilles gram négatif, généralement mobiles, sans capsule, possèdent une nitrate réductase mais pas d'oxydase. Elles fermentent le glucose avec ou sans production de gaz et poussent sur les milieux ordinaires. l'absence d'uréase et de tryptophane désaminase, l'absence de production d'indole et d'acétoïne, l'absence de fermentation du lactose, disaccharose, de l'inositol, de l'amygdaline, de l'adonitol et du 2-cétogluconate, la présence d'une thiosulfate réductase, la décarboxylation fréquente de la lysine et de l'ornithine et la capacité fréquente de croître sur milieu au citrate de Simmons (**Thorns CJ, 2000**).

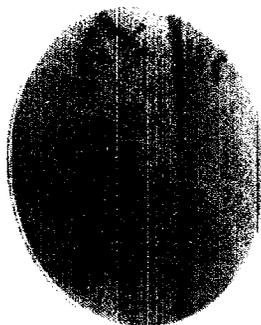
❖ ***Escherichia coli* :**

Le genre *Escherichia* appartient à la famille des Enterobacteriaceae. Sont des bacilles Gram négative, aéro-anaérobies facultatifs qui peuvent fermenter les nitrates. Ces bactéries sont catalase positives et ne possèdent pas d'oxydase (**Euzéby, 2011**).

C'est l'espèce dominante de la flore aérobie du tube digestif. *Escherichia coli* est habituellement une bactérie commensale. Elle peut devenir pathogène si les défenses de l'hôte se trouvent affaiblies ou si elle acquiert des facteurs de virulence particuliers (**Nauciel, C.2000**) Le groupe *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, dit K.E.S, sont rassemblés des enterobacteriaceae qui ont en commun les caractères suivants :

- La réaction de Voges-Proskauer (VP) est généralement positive
- Ce sont des bactéries pathogènes.

-Ces espèces sont souvent multi-résistantes aux antibiotiques (Avril, J.L., Dabernat, H., Denis, F., Monteil, H. (2000).



Salmonella SSP Staphylococcus aureus Echresheria coli Klebseilla pneumoniae

Figure 46 : les souches testées

➤ **Milieux de culture :**

Le milieu de culture utilisé pour la réalisation des tests antimicrobiens est La gélose Mueller Hinton pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux différents Huiles essentielles des espèces étudiés.

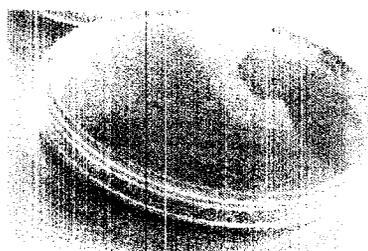


Figure 47 : Milieu de Miller-Hinton

On ensemence les boites de pétri par les suspensions préparées des souches bactériennes (**Figure 50**) par écouvillonnage (**Figure 51**), dans les quelles on va creuser des puits de 6 mm et les remplis par 5 microlitre d'huile essentielle pur, et les laissées a la paillace pendant 20minutes, et incuber les boites en 37°C pendant 24h (**Figure : 52**)



Figure 48 : Les étapes Préparation des suspensions bactériennes

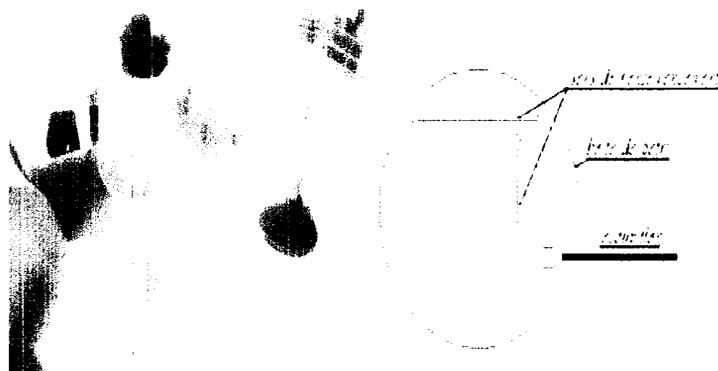


Figure 49: Ensemencement par écouvillon.



Figure 50 : Réalisation des puits et incubation des boîtes

❖ **Lecture :**

A la sortie de l'étuve, l'absence de la croissance microbienne se traduit par un halo translucide autour du puits, identique à la gélose stérile, dont le diamètre est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse une règle en (mm) (y compris le diamètre du puits de 6mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis de l'huile essentielle (Ponce *et al.* 2003).

2.1. Résultats d'identification Microscopique de la poudre :

Les figures ci-dessus représentent l'observation sous microscopique des poudres de les quatre espèces étudiées :

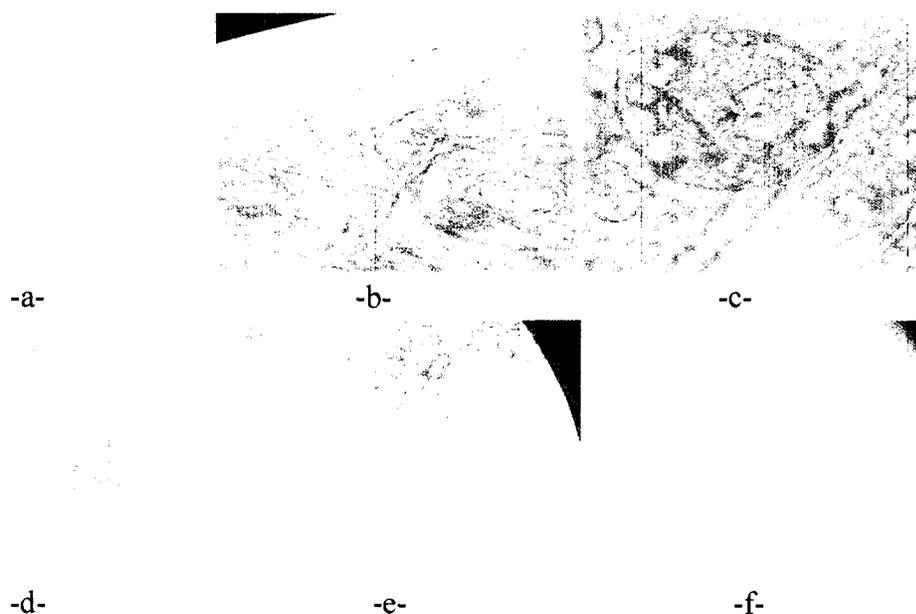


Figure 51 : Eléments d'identification au niveau de la poudre des feuilles de *Mentha piperita* observées au microscope optique GX :40 (a :Stomates diacytiques ;b :poil tecteur ;c :poil glandulaire ;d : poilglandulaire isolée ; e :c epidermiques à paroi ondulée ; f :stoamte diacytique isolée à cellules annexes)

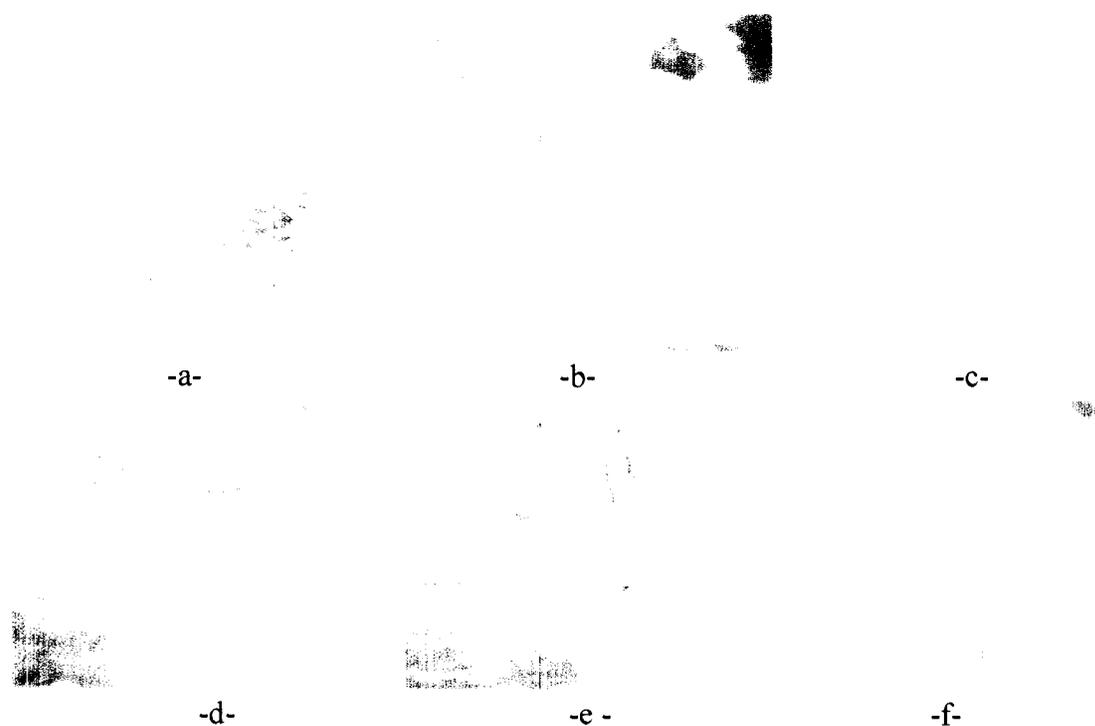


Figure 52 : Eléments d'identification au niveau de la poudre des feuilles de *Salvia officinalis* Observées au microscope optique GX : 40 : a ; b ; c poil tecteur d : stomate diacytique



Figure 53 : Eléments d'identification au niveau de la poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis L* observées au microscope optique GX : 40 : a : Stomates diacytiques ; b :poil glandulaire à 8 cellules ; c : poil tecteur ramifiée



Figure 54: Eléments d'identification au niveau de la poudre des feuilles de *Thymus vulgaris* observées au microscope optique GX : 40 : a : poil glandulaire ; b :poil tecteur unicellulaire articulée ;C : fragments d'épiderme avec stomate diacytique ; d : poil tecteur pluricellulaire ; e :poil tecteur unicellulaire effilée ;f : tête de poil tecteur incurvée.

Les observations des poudres au microscope optique, nous ont permis de visualiser avec précision les différentes structures sécrétrices caractéristiques des feuilles des espèces végétales étudiées. Rappelons que l'huile essentielle d'une plante est issue du métabolisme secondaire et se retrouve dans différents types de structures histologiques (Combrinck et al, 2007).

Les résultats de la recherche expérimentale sur les poudres préparées à partir des feuilles séchées de l'ensemble des échantillons considérés ont montré la présence pour

➤ *Mentha pépirata* :

Chapitre 2
Résultats et discussion

L'appareil sécréteur des huiles essentielles des feuilles de *Mentha pépirata* composée de poils glandulaires composés de huit cellules rayonnantes (**Figure 51 .c et d**) qui accumulent les huiles essentielles dans des compartiment de stockage, comme indique la couleur sombre que l'huile essentielle n'est pas encore sécrétée, possède un pied ou non.

L'appareil protecteur présenté par les poils tecteurs qui sont également visualisés, ce sont des poils plus effilés (**Figure 51 .b**), de 3-8 cellules à cuticule striée, et des stomates diacytiques (**Figure 51 .a et f**) et cellules épidermiques avec des parois sinueuses ondulées et cuticules striés (**Figure 51.e**)

➤ *Salvia officinalis* :

La poudre des feuilles de Sauge renferment des poils tecteurs articulés (**Figure 52 .a et c**) et recourbés (**Figure 52 .b**), constitués de cellules étroites et allongées et, ainsi que des fragments de ces poils (**Figure 52.d et e**) et des stomates diacytiques (**Figure 52.f**)

➤ *Rosmarinus officinalis* :

La poudre des feuilles de Romarin officinale L montre l'existence des poils tecteurs pluricellulaires et ramifiés (**Figure 53.c**). Leur rôle est d'assurer la protection de la plante en diminuant l'évaporation. Ces derniers nommés aussi poils glandulaires une large cellule sécrétrice constituée de huit cellules sécrétrices, disposées en rosaces. (**Figure 53.b**) Fragments de l'épiderme inférieur à cellules à paroi droite à sinueuse, accompagnées de nombreux stomates diacytiques (**Figure 53.a**).

➤ *Thymus vulgaris* :

La poudre de feuilles de Thym vulgaire montre l'existence des poils tecteurs unicellulaires dressés ou légèrement incurvés (**Figure 54.e**) de nombreux poils articulés, unisériés, formés de 5 ou 6 cellules, à parois faiblement striées (**Figure 54.d, b et f**). Des stomates diacytiques à 2 deux cellules annexes (**Figure 54.c**) des poils glanduleux à pédicelle unicellulaire et à tête globuleuse à ovoïde (**Figure 54.a**)

2.2. Résultats des caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles extraites :

Tableau 14 : Caractéristiques des huiles essentielles extraites par hydrodistillation

Huile essentielle	Aspect	Couleur	Odeur
Menthe poivrée	Liquide mobile	Incolore	Fraiche mentholé
Sauge officinale	Liquide	Incolore	Camphrée
Romarin officinale	Liquide	Jaune pale	Epicé
Thym vulgaire	Liquide mobile	Brun-orangé	Thymol-Epicé

La majorité des huiles essentielles analysées sont liquides, de couleur incolore à l'exception de celle de Thym vulgaire qui a une couleur jaune-orangée, et dont l'odeur et la saveur sont très variables (**Tableau 17**).

Notre huiles essentielles issues de la méthode d'Hydrodistillation possèdent des notes olfactives proches des aromes originales des plantes fraîches utilisées avec odeur d'herbes aromatiques. L'odeur dégagée est agréable, mais toujours avec un caractère herbal rappellent les plantes fraîches. Une étude analogue par **Hilan et al (2006)** en Liban et celle par **Taleb toudert (2015)** de la région de Kabylie indique que l'huile essentielle de *Mentha pépirata* est un liquide limpide de couleur jaune pâle et d'odeur très marquée, ces caractéristiques sont proches de celle de l'huile essentielle de la région de Blida à l'exception de la couleur ce peut être due à la situation géographique ou bien la méthode d'extraction.

L'huile essentielle de *salvia officinalis* Originaire de littoral libanais, est un liquide limpide, jaune pâle et fortement cinéolique et celle de montagne est liquide limpide, jaune foncé et fortement cinéolique alors que notre huile est proche de celle obtenue par **Taleb toudert(2015)** liquide incolore camphrée et piquante.

L'huile essentielle de Romarin de Liban obtenue par **Hilan** et celle de la région de Kabylie obtenue par **Taleb toudert** est un liquide limpide, jaune pâle à odeur très marquée sont proches à celles de notre huile.

L'huile essentielle de Thym obtenue par Hilan en Liban est un liquide fluide de couleur jaune orangé et d'odeur de Thymol-épicé caractéristique sont proches à celle obtenue par notre huile

les différences enregistrées entre l'Algérie et Liban peuvent être attribuées à l'origine géographique ou même stade du cycle végétatif au moment de la récolte (**De Figueiredo et al., 2008**)

2.3. Résultats de rendement de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau :

$$R = [PA / PB] \times 100$$

Exemple de calcul pour la première essai :

-Menthe poivrée : Le poids d'huile essentielle=209,25-208,0 = 1,25 mg.

-Sauge officinale : Le poids d'huile essentielle=208,6 - 208,0 = 0,6 mg.

-Romarin officinale : Le poids d'huile essentielle=210,9 - 208,0 = 2,9 mg.

-Thym vulgaire : Le poids d'huile essentielle=213,7 - 208,0 = 5,70 mg

Tableau 15 : Rendements total obtenues pour les quatre essais d'extraction pour chaque espèce

Espèce	Essai 1	Essai2	Essai 3	Essai 4	Total
Menthe poivrée	1,25 mg	1,15mg	0,99mg	1,17mg	4,56mg
Sauge officinale	0,6mg	1,30mg	1,49mg	1,41mg	4,8mg
Romarin officinale	2,90mg	3,06mg	2,56mg	2,28mg	10,8mg
Thym vulgaire	5,70mg	5,74mg	5,88mg	6,20mg	23,52mg

Tableau 16: Rendements moyennes obtenues pour les quatre espèces extraites par entraînement à la vapeur d'eau

Espèce	Rendement moyenne en mg	Rendement moyenne en %	Normes pharmacopée
Menthe poivrée	1,14mg	0,47%	0,5 à 4%
Sauge officinale	0,12 mg	0,6%	0,5 à 4%
Romarin officinale	0,27 mg	1,08%	1 à 2,5%
Thym vulgaire	0,59 mg	1,96%	0,5 à 2,5%



Figure 55 : les rendements des huiles essentielles obtenues pour les quatre espèces (HM :HE de menthe poivrée, HS :HE de Sauge officinale, HR :HE de Romarin officinale L, HT :HE de thym vulgaire)

Les rendements en huiles essentielles de *Mentha piperata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* L et *Thymus vulgaris*. Issues de l'hydrodistillation, sont conformes aux normes indiquées par la pharmacopée européenne 6^{ème} édition.

Les feuilles de *Mentha piperata* ont révélé un rendement de 0,47%, ces résultats sont inférieurs à celle obtenue par **Ayaidia Boutheina (2011)** au mois Avril/mai dans trois régions de Ouargla (Sud algérien) Menthe de Hdjira 0,81%, Menthe de Beldet Omor 0,45% et Menthe d'Awinet Moussa 0,72 %, et inférieur à celle obtenue par **Taleb toudert (2015)** dans la région de Kabylie avec un rendement de 0,79% ; quand à **Nesrin Benayad (2008)**, l'étude de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Mentha piperata* prévenant de la région de Méknes au Maroc, a permis d'obtenir un rendement de 1,72% .

Les feuilles de *Salvia officinalis* ont révélé un rendement 0,6%, aussi est supérieur à celui obtenu par **Taleb toudert(2015)** en Kabylie avec 0,2%, mais à celui obtenu par **Balouiri mounir (2011)** dans la région de Taounate au Maroc avec un rendement de 1,13%.

Les feuilles de *Rosmarinus officinalis*, ont nous donné un rendement appréciable de 1,08% bien plus important de celui rapporté par plusieurs auteurs dans différentes régions d'Algérie,

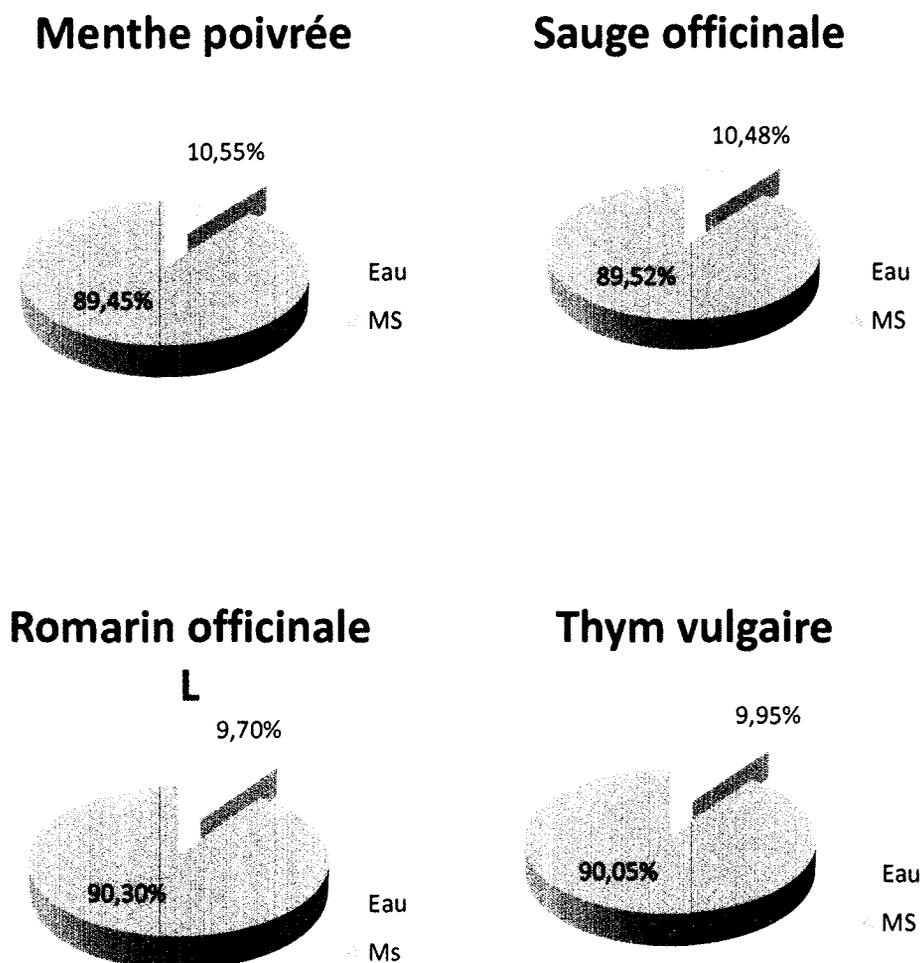


Figure 56: Pourcentage d'eau dans les feuilles séchées pour les quatre espèces étudiées

Nous avons utilisé la méthode pondérale pour déterminer la teneur en eau dans la poudre des feuilles sèches de nos drogues. C'est la détermination de la perte de masse par dessiccation à l'étuve. Les résultats de cette analyse ont révélé un taux pour les quatre espèces *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* L et *Thymus vulgaris* (**figure 56**), respectivement de 10,55% ; 10,48% ; 9,70% et 9,95%. La teneur en eau, inférieure à 100ml/Kg norme indiquée par la pharmacopée européenne (6ème édition) confère à notre poudre une meilleure conservation à long terme.

2.4.2. Résultats de calcul d'indice d'acide :

Pour la caractérisation des huiles essentielles extraites par entraînement à la vapeur d'eau nous avons procédé au calcul d'indice d'acide.

$$IA = (0,56 \times VKOH) / mHE$$

Exemple: $IA_{\text{menthe}} = (0,56 \times 0,10) / 0,1$

Tableau 18: les valeurs des indices d'acide obtenues pour les quatre espèces

Espèces	Volume de KOH en ml	Indice d'acide	Normes pharmacopée européenne
Menthe poivrée	0,10	0,98	1,2
Sauge officinale	0,06	0,60	0,567
Romarin officinale	0,10	0,99	1,11
Thym vulgaire	0,18	1,01	1,10

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que certains indices d'acide sont anormalement un peu élevée comme celle de *Sauge officinale* se qui relève quelle présente une quantité importante en composés oxygénés et en particuliers les acides.

Les faibles valeurs calculés pour l'ensemble des autres huiles essentielles : Menthe poivrée, Romarin officinale *et* Thym vulgaire indiquent qu'elles ne contiennent pas beaucoup d'acides libres et donc ne sont pas altérées, lors de leurs extractions par Hydrodistillation et leurs conservations.

Pour la *salvia officinalis* Les huiles essentielles extraites par **Fellah et al.(2006)** collectés dans deux régions de Tunisie ont montré un indice d'acide compris entre 0,49 et 1,41, **Hilan et al(2006)** ont déterminé des indices d'acides inférieur à 1 pour des huiles essentielles à partir d'un ensemble de lamiacée comme *R. officinalis* et *S. officinalis* dans deux régions de Liban.

L'acidité d'une huile essentielle est un critère d'estimation de sa qualité. Un indice d'acide faible indique que les huiles essentielles sont stables et ne provoquent pas d'oxydation car l'huile, en s'oxydant, se dégrade rapidement et provoque une augmentation de l'indice d'acidité (**De Cliff et Harerimana, 2013**).

2.4.3. Résultats de mesure d'indice de réfraction :

Tableau 19 : Résultats des valeurs d'indice de réfraction mesurés pour les quatre espèces

Espèce	Indice de réfraction	Normes pharmacopée européenne
Menthe poivrée	1,459	1,457 à 1,467
Sauge officinale	1,476	1,456 à 1,466
Romarin officinale	1,468	1,464 à 1,473
Thym vulgaire	1,493	1,490 à 1,505

D'après nos résultats obtenues, La mesure de l'indice de réfraction pour les quatre huiles essentielles obtenus par Hydrodistillation des feuilles des quatre espèces de la familles de *lamiaceae* relève des résultats dans les normes paraport al la pharmacopée européenne, sauf pour *salvia officinalis* qui a un indice de réfraction un peu élevée 1,476 (**normes : 1,456 à 1,466**) cela peut être du a la Une forte teneur en monoterpènes qui donnera un indice élevé.

Les indices de réfraction mesurés sont conformes aux normes des huiles essentielles. Les valeurs sont supérieures à l'indice de réfraction de l'eau à 20°C (1,333).

2.5. Résultats d'analyse Chromatographique des huiles essentielles par CCM :

La chromatographie sur couche mince d'huile essentielle de chaque espèce étudiée permet on obtenir les chromatogrammes suivants :



Figure 57 : CCM analytique représentative des différents composants des espèces étudiées sur plaque de gel de silice développée dans le système solvant (éther diéthylique/éther de pétrole) (2/8)

➤ Calcul des rapports frontaux :

La disposition des substances (spots) sur la chromatographie est exprimée le plus souvent en rapport frontal; $R_f = d / D$.

D: la distance parcouru par le front du solvant.

d: distance entre la ligne de dépôt et le centre de spot.

Tableau 20 : Résultats de CCM des huiles essentielles extraites

Espèce	Rf	Couleur
Eucalyptol	0,80	Bleu
Linalol	0,519	Vert
Thymol	0,653	Rose
Terpinéol	0,346	Bleu
Menthe poivrée	0,61	Rose
Sauge officinale		
Romarin officinale	0,365	Rose
	0,623	Bleu
Thym vulgaire	0,942	Violet
	0,903	Bleu
	0,876	Rose
	0,761	Rose
	0,538	Vert
	0,430	Rose
	0,346	Bleu

Les analyses chromatographiques des extraits d'huiles essentielles des plantes sélectionnées ont montré les profils et les taux différents composants par rapport à 4 témoins disponibles qui sont : Eucalyptol, Linalol, Thymol, Térpiniol, figurant dans le Tableau 18 .

- La menthe poivrée est riche en composés sésquiterpiniques représenté par : thymol
- La sauge officinale ne relève la présence d'aucun des les témoins utilisés
- Par contre le romarin officinal constitue principalement de Thymol et de térpiniol
- Le thym vulgaire relève la présence de plusieurs composants permis lesquels : Le thymol en grande quantité suivi de linalol, térpiniol et finalement par une petite quantité d'eucalyptol.

2.6. Résultats d'évaluation de l'activité antibactérienne :

Nous avons étudié in vitro le pouvoir antibactérien des huiles essentielles de quatre espèces de la famille de lamiacées par la méthode de diffusion des puits sur un milieu gélosé solide (Muller Hinton).

L'activité antibactérienne de nos huiles essentielle est estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des puits contenant les produits à tester vis-à-vis de quatre germes pathogènes d'origine hospitalière (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsellia pneummonia* et *salmonella ssp*) après 24 heures d'incubation à une température adéquate de 37°C.

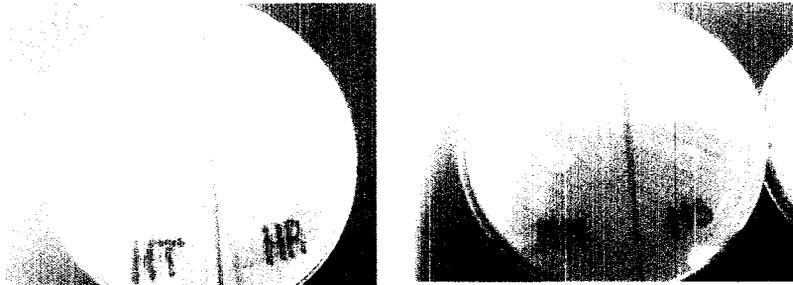


Figure 58 : Zones d'inhibition des des quatre huiles essentielles pour *satphylococcus aurus*

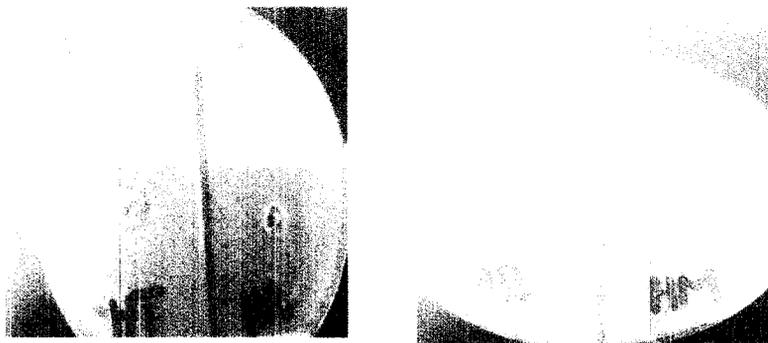


Figure 59 : Zones d'inhibition des des quatre huiles essentielles pour *Eshrecheria coli*

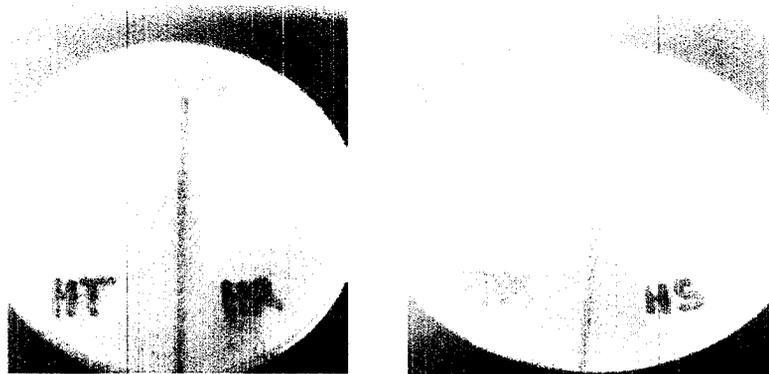


Figure 60 : Zones d'inhibition des des quatre huiles essentielles pour *Salmonella ssp*

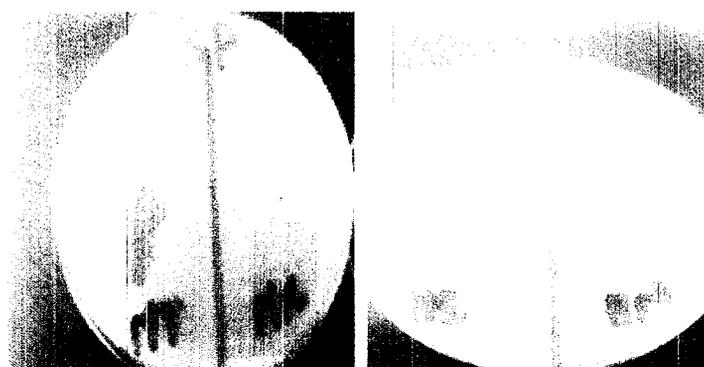


Figure 61 : Zones d'inhibition des quatre huiles essentielles pour *Klebsellia pneumoniae*

Tableau 21 : Diamètre (mm) des zones d'inhibition des huiles essentielles des quatre espèces étudiées.

Espèces	Diamètre des zones d'inhibition (mm)			
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsellia pneumoniae</i>	<i>Salmonella ssp</i>	<i>Escherichia coli</i>
Menthe Poivrée	0mm	0mm	0mm	0mm
Sauge officinale	0mm	0mm	0mm	0mm
Romarin officinale L	0mm	0mm	0mm	0mm
Thym vulgaire	13mm	30mm	11mm	10mm

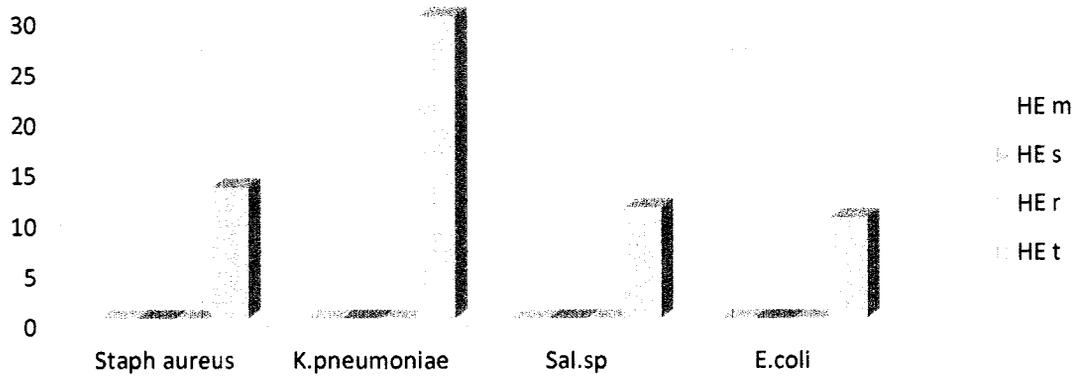


Figure 62 : Histogramme représente les zones d'inhibition des quatre huiles essentielles pour les quatre souches bactériennes testées (HE m : Huile essentielle de menthe poivrée, HE s :Huile essentielle de saugue officinale, HE r :Huile essentielle de romarin officinale, HE t : huile essentielle de thym vulgaire)

Tableau 22 : Sensibilité ou résistance des souches bactériennes via les quatre huiles essentielles

Espèces	Sensibilité ou résistance			
	<i>Staph.aureus</i>	<i>K.pneumoniae</i>	Sal.ssp	<i>E, coli</i>
Menthe poivrée	Résistance	Résistance	Résistance	Résistance
Saugue officinale	Résistance	Résistance	Résistance	Résistance
Romarin officinale	Résistance	Résistance	Résistance	Résistance
Thym vulgaire	Sensible	Extrêmement sensible	Sensible	Sensible

L'activité antibactérienne de nos produits est estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des puits (**Tableau 21**) contenant les huiles essentielles à tester vis-à-vis de quatre germes pathogènes d'origine hospitalière (*Staphylococcus aureus*, *Klebselia pneumoniae*, *Salmonella ssp* et *Escherichia coli*,) après 24 heures d'incubation à une température adéquate de 37°C.

La méthode de diffusion des puits nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien de l'huile essentielle de *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* L et *Thymus vulgaris* vis-à-vis des bactéries testées.

Selon la classification de **Ponce et al. (2003)**, toutes les souches sont sensibles à l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* et résistance à les huiles essentielles des autres espèces. L'huile essentielle de *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis* et *Rosmarinus officinalis* n'ont pas montre une activité antibactérienne intéressante.

Cette faible efficacité est due probablement aux pertes des composés volatils de l'huile essentielle durant le stockage et/ou l'extraction. Cette faible efficacité pourrait être

aussi due au fait qu'au cours de la période d'incubation quelques composants volatils des huiles peuvent s'évaporer des milieux de culture, ce qui diminuerait sa concentration, et par la suite son activité antibactérienne.

Par contre l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* montre une activité antibactérienne très importante vis-à-vis toutes les souches testées avec des zones d'inhibition allant de 10mm à 30mm. L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a permis de révéler une activité forte sur la croissance de *Klebsellia pneumoniae*(Gram-) (diamètre d'inhibition 30 mm), et une activité moyenne sur la croissance de *Satphylococcus aureus*(Gram+)(diamètre d'inhibition 13 mm) alors que son activité vis-à-vis des souches de *Salmonella ssp* et *Eshrecheria coli* (Gram-) a été limitée à des diamètres d'inhibition de 11 mm pour *Salmonella ssp* et 10 mm *E. coli* . Toutes les bactéries ont été inhibées.

Plusieurs études comportent sur l'effet antibactérienne de *Tymus vulgaris* a savoir l'étude portée par **Nodorostova et al. (2009)** sur l'effet antibactérien de trois espèces de thym permises lesquelles *Thymus vulgaris* contre plusieurs souches microbiennes

Dans un même sens, **Karagoz et al. (2010)** ont fait la même constatation en étudiant l'effet antimicrobien de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* avec des zones d'inhibition par exemple de 18 mm *E. coli* et 30 mm sur ce qui conclut que notre huile essentielle est moins active sur les souches testées.

D'autres études sur d'autres espèces de thym celle de **Zouari et al. (2011)** sur *Thymus algeriensis* de Tunisie avec zones d'inhibition de 14mm et **Atalay et al. (2004)**. Sur *Thymus spathulfolius* avec zone d'inhibition importante de 32 mm et **Haddouche khalida (2011)** sur *Thymus ciliatus ssp coloratus* avec des zones d'inhibition allant de 12 à 35mm sur certaines souches bactériennes nos résultats de *thymus vulgaris* sur les souches avec une l'activité la plus forte ne dépasse pas 30mm ce qui conclut que le *Thymus vulgaris* est moins active que les autres espèces de thym.

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle de cette espèce végétale peut s'expliquer par son profil chimique riche en composés connus pour leur pouvoir antimicrobien comme certains alcools monoterpéniques (**Koba et al. 2004**) En effet plusieurs auteurs (**Trombeta, 2005; Satrani, 2008**) ont montré que les huiles essentielles riches en dérivés phénoliques (carvacrol et thymol) possèdent une forte activité antimicrobienne. Ces composés sont doués d'une plus grande efficacité antibactérienne et d'un plus large spectre; ces derniers entraînent notamment des lésions irréversibles sur les membranes et sont utiles dans les infections bactériennes, virales et parasitaires, quelque soit leur localisation (**Pibiri, 2006**).

Conclusion

De nos jours, l'utilisation des plantes médicinales en phytothérapie a reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale et devient aussi importante que la chimiothérapie. Ce regain d'intérêt vient d'une part du fait que les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et de composés naturels bioactifs et d'autre part du besoin de la recherche d'une meilleure médication par une thérapie plus douce sans effets secondaires. Les extraits naturels issus des plantes contiennent une variété des huiles essentielles auxquelles on attribue un pouvoir inhibiteur des microorganismes.

Dans le présent travail, on s'est intéressé aux effets antimicrobiens des huiles essentielles De quatre espèces de la famille de Lamiaceae : *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* L et *Thymus vulgaris* et , plantes largement utilisées en médecine traditionnelle à travers le monde et en Algérie en particulier.

L'extraction de L'huile essentielle à été réalisé par hydrodittillation. Le rendement obtenus à partir des feuilles de quatre espèces *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* et *Thymus vulgaris* est respectivement 0,47% 0,6% ;1,08% ;1,96%. Ce rendement est conforme avec les normes de Pharmacopée européenne (0,5-2%), cela peut être due aux différents facteurs qui rentrent en jeu, parmi on cite la nature du sol, la période de la récolte, la durée de séchage, le mode d'extraction et la situation géographique.

L'analyse effectué par la chromatographie sur couche mince à montré l'existence de composés chimiques majoritaires qui pour le La menthe poivrée : thymol, le romarin officinale constitue principalement de Thymol et de térpiniol et e thym vulgaire relève la présence de plusieurs composants permis lesquels :Le thymol en grande quantité suivi de linalol, terpiniol et finalement par une petite quantité d'eucalyptol.

Les huiles essentielles de *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* et *Thymus vulgaris* ont été testés *in vitro*, par la méthode de diffusion des puits, pour leur pouvoir inhibiteur contre un ensemble de bactéries pathogènes prévenant de CHU Frantz fanon . Les huiles essentielles ont révélé des activités antimicrobiennes variables contre les différentes souches microbiennes testées.

L'huile essentielle *thymus vulgaris* a témoigné une forte activité antimicrobienne contre toutes les souches testées, par contre les autres huiles ne donnent aucun effet inhibiteur. Nos résultats préliminaires montrent que l'huile essentielle de Thym vulgaire testé témoigne d'activités antimicrobiennes *in vitro*. D'autres études approfondies sont nécessaires et se résument dans les points suivants :

- 1) Partant du fait qu'une substance pouvant être très active *in vitro*, peut perdre cette activité une fois pénétrée dans le corps ; Une étude *in vivo* est souhaitable, pour obtenir une vue globale sur l'activité antimicrobienne des huiles essentielles testés.
- 2) Isolement et caractérisation des composés actifs dans les différents extraits par des méthodes plus spécifiques
- 3) Evaluation d'autres effets biologiques *in vitro* comme *in vivo* des huiles essentielles et de leurs composés actifs en utilisant différentes techniques.
- 4) Collaboration entre les laboratoires

Références bibliographiques

- 1- **Abayomi S, 2010.** « Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique », Edition Karthala (1er édition), Ibadan, Nigeria.

- 2- **Abbas. A, 2005** "The Variation In The Amount Yield And In The Extract Composition Between Conventionally Produced And Micropropagated Peppermint And Spearmint" dans Journal of Essential oil Research, Vol. 17, n°1, January/February, p. 66-70.

- 4- **Aghel N., Yamini Y., Hadjiakhoondi A. & Mahdi Pourmortasavi S., 2004,** Supercritical carbon dioxide extraction of *Mentha pulegium L.* essential oil. *Talanta*, p. 407-411.

- 5- **Al-Bayati F. A. 2008.** Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. *Journal of Ethnopharmacology.*, 166 (3) : 403-406.

- 6- **Amelie M, 2003.** "Les plantes médicinales en Afrique et en Europe, Mémoire de fin d'étude", Edition diplom.de, Allemagne.

- 7- **Amiot J. (2005)** *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaire. Thèse de doctorat-Ecole nationale supérieure d'Agronomie de Montpellier.

- 8- **Angioni A, Barra A, Cereti E et al., 2004.** Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis L.* *J Agric Food Chem* 52(11): 3530-5.

- 9- **Ana Paula Longaray Delamare, Ivete T. Moschen-Pistorello, Liane Artico, Luciana Atti-Serafini, Sergio Echeverrigaray. 2007.** Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis L.* and *Salvia triloba L.* cultivated in South Brazil. *Food Chemistry*, Volume 100, Issue 2, Pages 603-608.

- 10- **A.O. Tucker, R. Naczi, 2006.** « Chap. I : *Mentha*: An Overview of Its Classification and Relationship », dans Brian M. Lawrence (ed.), *Mint: The genus Mentha*, CRC Press,

- 11- **Aouadhi Samia, 2010.** Atlas de risque de la phytothérapie traditionnelle, Etude de 57 plantes recommandés par les herboristes, Faculté Médecine Tunis,

- 12- **A. P. Carnat, A. Carnat, D. Fraisse, L. Ricoux and J. L. Lamaison, 1998.** The aromatic and polyphenolic composition of lemon balm (*Melissa officinalis L. subsp. Officinalis*) tea, *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, 72 (5) 301-305.

- 13- **APG III, 2009.** The Angiosperm phylogeny Group,

- 14- Arnold, N., Valentini, G., Bellomaria, B., Laouer, H. 1997.** Comparative study of the essential oils from *Rosmarinus eriocalyx* Jordan & Fourr. From Algeria and *R. Officinalis* L. from other countries. *J.essent.Oil Res.* 9: 167-175.
- 15-Arpio P., Prévot A., Serpinet J., Tranchant J., Vergnol A., Witier P., 1995.** Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse, Masson, Paris.
- 16-A-S, Carette épouse Delacour, 2000.** La lavande et son huile essentielle. Thèse de doctorat.
- 17- Astani A, Reichling J, Schnitzler P, 2010.** Comparative study on the antiviral activity of selected monoterpenes derived from essential oils. *Phytother Res* 24(5): 673-9.
- 18- Atalay S., Gulluce M., Akpulat A. H., Deferera D., Tepe B., Polissiou M., Sokmen M., Sahin F., 2004.** The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *thymus spathulifolius*. *Food control*, 15, 627-634.
- 19-Atik Bekkara F, Bousmaha L, Taleb Bendiab SA, Boti JB, Casanova J (2007).** Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biologie Santé* 7(1):6-11.
- 20- Aydın S, Ba aran AA, Ba aran N, 2005.** The effects of thyme volatiles on the induction of DNA damage by the heterocyclic amine IQ and mitomycin C, *Mutation Research/ Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 581(1-2): 43-53.
- 21- Baba Aissa. F; 1999.** Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb). Ed Librairie moderne. Rouiba. p 172. 101-87.
- 22- Baumann LS. Dermatol, 2007.** Ther. Less-known botanical cosmeceuticals. *Sep-Oct;* 20(5):330-42.
- 23- Bakirel, T., Bakirel, U., Ustuner Keles, O., Gunes Ulgen, S., Yardibi, H., 2008.** In vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *J Ethnopharmacol.* 116: 64-73.
- 24-Balentine et al. 2006 :** The pre-and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and during storage of ground beef. *Meat Science.* 73, p.413-421.
- 25- Baser K.H.C. and Buchbauer G., 2010.** Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America. 994p.
- 26- Barteels A., 1997.** Guide des plantes du bassin méditerranéen. Ed. Eugen. Ulmer. 324P.
- 27-Baudoux D. 2001,** pharmacien aromathologue, Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française, Vol 1 : Pédiatrie, Collection « l'aromathérapie professionnellement »

- 28-Baudoux, D., Blanchard, J-M, Malotau, A.F., 2006.** Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française, Soins palliatifs Edition Inspir,
- 29-Baudoux, D., 2007.**Le formulaire d'aromathérapie pratique pour le prescripteur et le conseil pharmaceutiqueEdition Inspir.
- 30- Bazylo A. et Strzelecka H. 2007.** A HPTLC densitometric determination of luteolin in *Thymus vulgaris* and its extracts. *Fitoterapia.*, 78: 391-395.
- 31- Beer A.M., Lukanov J., Sagroche V.2007.** Effect of Thymol on the spontaneous contractile activity of the smooth muscles. *Phytomedicine* 14: 65-69.
- 32-Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V – Agdal. Rabat, 63p.
- 33-Bernardes WA, Lucarini R, Tozatti MG et al.2010.** Antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* against oral pathogens: relevance of carnosic acid and carnosol. *Chem Biodivers* 7(7): 1835-40.
- 34-Besombes C., 2008.** Contribution a l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomecanique d'herbes aromatiques. Applications generalisees. These Doctorat. Université de LaRochelle.p :41-45. 289p.
- 35- Betty P. Jackson and Derek W. Snowdon, 2001.** Atlas of microscopy of medicinal plants, Culinary Herbs and Spices. P178-234.
- 36-Blumenthal,M; Goldberg, A. and Brinckmann, J. (2000)-** Herbal Medicine- Expanded Commission E Monographs, Integrative Medicine Communications, Newton, MA.
- 37- Bouamer A .Bellaghit M.et Mollay Amera. 2004.** Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe vert et la menthe poivrée de la région de Ouargla ; Mémoire DES .Univ. Ouargla, p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.
- 38- Bouanane N, Boussehel N, 2005.**contribution agroécologique aux essais d'introduction de la menthe poivrée (menthe piperata L) dans la région de Ouargla en vue de l'utilisation des ses huiles essentielles en thérapie ; mém Ing.Univ. Ouargla - p22-23 ; 28.
- 39- Bousbia. N et al, 2009.** Comparison of two isolation methods for essential oil from rosemary leaves: Hydrodistillation and microwave hydrodiffusion and gravity; *Food Chemistry* 114 355–362 -Bouthnia .
- 40- Boutayeb Abdelilah , 2013.** Etude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales Licence Université Ibn Tofail.
- 41- Bozin B, Mimica-Dukic N, Samojlik I, Jovin E, 2007.** Antimicrobial and antioxidant.

properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. *J Agric Food Chem* 55(19): 7879-85.

42-Braga, P.C; Dal Sasso M.; Culici M.; Gasastri L; Marceca MX ; Guffanti E.E. ; 2006. Antioxidant potential of thymol determined by chemiluminescence inhibition in human neutrophils and cell-free systems. *Pharmacology* 76, 61-68.

43- Brian M.L., 1995. The isolation of aromatic materials from plant products, R.J. Reynolds Tobacco Company, Winston- Salem (USA), p.57-148.

44- Bruneton J., 2006. Pharmacognosie - Phytochimie - Plantes medicinales. 4e ed. Ed. Tec & Doc/Lavoisier, Paris.P:464-549.

45- Butterfield D., Lauderback, C. 2002. Lipid peroxidation and protein oxidation in Alzheimer's disease brain: potential causes and consequences involving amyloid beta-peptide associated free radical oxidative stress. *Free Radic. Biol. Med.* 32, 1050-1060.

46- Calabrese V., Scapagnini G., Catalano C., Dinotta F., Geraci D. et Morganti P., 2000. Biochemical studies of a natural antioxidant isolated from rosemary and its application in cosmetic dermatology. *Int. J. Tissue React.*, Vol. 22,

47- Caldefie-Chézet, F.; Guerry, M.; Chalchat, J.C.; Fusillier, C; Vasson, M.P.; Guillot, J. 2004. Antiinflammatory effects of *Malaleuca alternifolia* essential oil on human polymorphonuclear neutrophils and monocytes. *Free Radical Res.* 38, 805-811.

48-Caldefie-Chézet, F.; Fusillier, C; Jarde, T.; Laroye H.; Damez, M.; Vasson, M.P. 2006. Potential anti-inflammatory effects of *Malaleuca alternifolia* essential oil on human peripheral blood leukocytes. *Phytother. Res.* 20, 364-370.

49-Christine Dufaut, Véronique Laporte, et al. 2001. Larousse encyclopédie des plantes médicinales : Identification, Préparation, Soins., Page 166-143.

50- Combrinck S., Du Plooy G.W., McErindle R.I., Botha B.M. 2007. Morphology and Histochemistry of the Glandular Trichomes of *Lippia scaberrima* (Verbenaceae). *Annals of botany.* 99 (6): 1111-1119.

51- Cox SD., Mann CM., Markham JL., Bell HC., Gustafson JE., Warmington JR. and Wylie SG., 2000. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Journal of Applied Microbiology.* 88: 170-175.

52 -Danièle F, Isabelle P, 2014. "Guide de poche d'aromathérapie", Editions Quotidien Malin, France.

53- Daniel. J, Rodolphe – Edouard. S, Vincent V.S; 2002- Botanique systématiques des plantes à fleurs (Collection biologique). 2ème Edition. PPUR. 328 p.

- 54- Daniel S et Max T, 2004. "Votre santé par les plantes", Alpen éditions, Paris.
- 55- Dapkevicius A., Venskutonis R, Van Beek T.A. & Linssen J.P.H., 1998. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some Aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of Science Food and Agriculture*, p: 140-146.
- 56- Davidson P.M., 1997. Methods for testing the efficacy of food antimicrobial, *Food Technology*, p: 148-155.
- 57- Djeddi S, Bouchenah N, Settar I, Skaltsa HD (2007). Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* from Algeria. *Chem. Natural Comp.* 43(4):487-490.
- 58- Degryse A.C., Delpla I. & Voinier M.A., 2008. Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier santé environnement -IGS- EHESP*, 87p.
- 59- De Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pedro L.G. et Scheffer J.C., 2008. Factors affecting secondary metabolites production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour Fragrance Journal* Vol.23: 213-226.
- 60- D. Grigonis, P.R. Venskutonis, B. Sivik, M. Sandahl and C.S. Eskilsson, 2005. Comparison of different extraction techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*), *The Journal of Supercritical Fluids*, 33 (3), Page: 223-233.
- 61- Derwich et al., 2010. Aromatic Plants of Morocco: GC/MS Analysis of the Essential Oils of Leaves of *Mentha piperita*. *Advances in Environmental Biology*, 4(1): 80-85,
- 62- Desmares C., Laurent A. & Delerme C., 2008. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. *AFSSAPS*. Anatole, France, 18p.
- 63- De Smet, P.A.G.M et al; 1993. Eds; *Adverse Effects of Herbal Drugs 2*, Springer-Verlag, Berlin.
- 64- Djabou N, 2006. " *Sambucus Nigra* L., une plante de la pharmacopée traditionnelle Nord africaine", Thèse de Magistère en chimie, Département de chimie, Université de Abou Bekr Belkaid-Tlemcen.
- 65- Djerroumi A., et Nacef M. 2004. 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed *Palais du livre*. P 135 -180.
- 66- Dias P.C., Foglio M.A., Possenti A. et Decarvalho J.E., 2000. Antiulcerogenic activity of crude hydroalcoholic extracts of *Rosmarinus officinalis* L., *J. Ethnopharmacol.* Vol. 69, page: 57 – 62.
- 67- Dugo G., Di Giacomo A., 2002. *The genus Citrus*. Londres, Taylor & Francis Publishing, pages 642.

- 68- Duling E.N., Owen J.C., John B.G., Rosmary F.W., Kevin A.M., Yeap L.F., et Nigel B.P. 2007.** Extraction of phenolic and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol-water mixture. *Food chemistry*. 101: 1417- 1424.
- 69- Dung N.T., Kim J.M. et Kang S.C., 2008.** Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the ethanol extract of *Cleistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr and Perry buds, *Food and Chemical Toxicology*.
- 70-Duraffourd C. et Lapraz J.-C. 2002.** *Traité de phytothérapie clinique*. Ed Maloine, Paris.
- 71- El-Hilaly. J, Hmammouchi. M, Lyoussi. B; 2003.** Ethnobotanical studies and economic evaluation of medicinal plants in Taounate province (Northern Morocco); *Journal of Ethnopharmacology* 86,149–158.
- 72- European Scientific Cooperative on Phytotherapy (ESCOP), 2003.** *Monographs : The scientific foundation for herbal medicinal products*. 2nd Edition. Exeter: Edition European Scientific Cooperative on Phytotherapy; 556P.
- 73- Euzéby, J. P. 2011.** *Dictionnaire de Bactériologie Vétérinaire*.
- 74- Fabian, D.; Sabol, M.; Domaracké, K.; Bujnéková, D. 2006.** Essential oils - their antimicrobial activity against *Escherichia coli* and effect on intestinal cell viability. *Toxicol. in vitro* 20,1435-1445.
- 75- Farhat Asma , 2010.** Thèse : Vapo-Diffusion assistée par Micro-ondes : Conception, Optimisation et Application, l'université d'Avignon et des Pays de Vaucluse et L'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès Marseille, 5 Novembre, 18-32.
- 76- Faucon M. ; 2012.** *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : Fondements et aide à la prescription*. Paris : Sang de la Terre et Médical ;. 879-880P.
- 77- Fellah S. 2001,** Valorisation de l'huile essentielle de la *salvia officinalis* de Tunis, extraction et étude physico-chimique et théorique. DEA en chimie organique Fac des Sciences de Tunis.
- 78- Fellah S., Romdane M. et Abderraba M., 2006.** Extraction et étude des huiles végétales de *Salvia officinalis* L. Cueillie dans deux régions différentes de la Tunisie. *Journal de la société Algérienne de Chimie*. Vol.16(2) :193-202.
- 79- Fernandez-Lopez et al., 2005.** Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat science*.p.69:371-380.
- 78- Fine DH, Furgang D, Barnett ML et al., 2000.** Effect of an essential oil containing antiseptic mouthrinse on plaque and salivary *Streptococcus mutans* levels. *J Clin Periodontol* 27: 157-61.

79- F. Peng, L. Sheng, B. Liu, H. Tong, S. Liu, 2004. Comparison of different extraction methods: steam distillation, simultaneous distillation and extraction, and headspace co-distillation, used for the analysis the volatile components in aged flue-cured tobac leaves. *Journal of Chromatography A*, 1040, 1-17.

80- Franchomme P. et Pénéol D. 1990 : L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Roger Jollois Éditeur, Limoges, France. p. 394.

81-Franchomme P., Penoel D. & Jollois R. 2003, L'aromathérapie exactement. Ed. Jollois, Bayeux, 490 pp.

82- F. Siano, C. Ghizzoni, F. Giofriddo, E. Colombo, L. Servillo, D. Castaldo, 2003.Determination of estragole, safrole and eugenol methyl ether in food products.*Food Chemistry*, 469-475.

83- Fuchs SM, Schliemann-Willers S, et al. 2005. Protective effects of different marigold (*Calendula officinalis* L.) and rosemary cream preparations against sodium-lauryl-sulfate-induced irritant contact dermatitis. *Skin Pharmacol Physiol*. Jul-Aug;18(4):195-200.

84-Gardner, P. 1997.Superoxide-driven aconitase FE-S center cycling. *Bioscience Rep*. 17, 33-42.

85- Giordani R, Regli P, Kaloustian J et al., 2004. Antifungal effect of various essential oils against *Candida albicans*. Potentiation of antifungal action of amphotericin B by essential oil from *Thymus vulgaris*. *Phytother Res* 18(12): 990-5.

86-Goeb P. et Pesoni D. 2010.Huiles essentielles guide d'utilisation. 2e édition, Ed. Ravintsara, Issy-les Moulineaux, 127 pp.

87- Golmakani M. T. et Rezaei K. 2008. Comparaison of microwave-assisted hydrodistillationwith the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymusvulgaris* L. *Food chemistry* ., **109**: 925-930.

88- Gruenwald, J et al; 2000. PDR for Herbal medicines, 2nd ed; Medical Economics Co, Montvale, NJ.

89-Guilly. G 1989-Les menthes cultivées. 1ère partie: Le matériel végétal et lieux de culture. *Pep. Hort. Mar. Revue horticole*, N° 296.

90- Guinoiseau E., 2010. Molécules, antibactérienne issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action. Thèse de Doctorat de l'Université de Corse, option : Biochimie- Biologie moléculaire, France. 50p.

- 91- Haddouche khalida, 2011.** Étude de l'effet antibactérien des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus*, Diplôme de master en biologie, université A boubakr Belkaayed, Telmcen, P34-40.
- 92- Haloui M., Louedec L., Michel J.-B. et Lyoussi B., 2000 :** Experimental diuretic effects of *Rosmarinus officinalis* and *Centaurium erythraea*. *J. Ethnopharmacol.*, Vol. 71, pp : 465 – 472.
- 93-Hammami.S et Abdesselem M ; 2005-**Extraction et analyse des huiles essentielles de la menthe poivrée de la région de Ouargla. Thèse IngUniv Blida P69.
- 94- Hans W.K. 2007.** 1000 plantes aromatiques et médicinales. *Terre édition.*
- 95-Hart, P.H.; Brand, C; Carson, CF.; Riley, T.V.; Prager, R.H.; Finlay-Jones, J.J. 2000.** Terpinen-4-ol, the main component of the essential oil of *Malaleuca altemifolia* (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. *Inflamm. Res.* 49, 619-626.
- 96-Heinrich, M., Kufer, J., Leonti, M., Pardo-de-Santayana, M. (2006)** Ethnobotany and ethnopharmacology-Interdisciplinary links with the historical sciences. *J Ethnopharmacol.* 107: 157-160.
- 97- Hilan C., Sfeir R., Jawish D et Aitour S., 2006.** Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des Lamiaceae. *Lebanaise Science Journal.* Vol.7(2) :13-22.
- 98-Hudaib M., Speroni E., Pietra A. M. D., Carvin V.2002.** GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during vegetative cycle. *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 29: 691-700.
- 99-Iserin. P; 2001-** Encyclopédie des plantes médicinales. Ed ISBN. 70p.
- 100- Jamal Bellakhdar, 2006.** Précis de phytothérapie moderne ; plantes médicinales au Maghreb et soin de base / Edition le Fennec 2006 Pages : 294-295.
- 101- Jiménez-Arellanes A., Martinez R., Garcia R., León-Diaz R., Aluna-Herrera J., Molina –Salinas G. et Said-Fernández S. 2006.** *Thymus vulgaris* as a potential source of antituberculosis compounds. *Pharmacologyonline.*, 3 : 569-574.
- 102-Joeteur G. 2013.** Le conseil en aromathérapie, support écrit de deux journées de formation Form'UTIP. Voreppe, 12 et 13 février.
- 103-Justin Nzeyumwami K., 2004.** Caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatiques : *Hyptis Spicigera*, *Pluchea Ovalis* et *Laggera Aurita*. DEA. Université de Lomé-Togo.

- 104- Karagoz E. Z., Jemis C. P., Coskum B. K., Candogan K., 2010.** Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oil on fresh ground beef Patties. *Meat science*, 86; 283-286.
- 105- Klancnik A, Guzej B, Kolar MH et al., 2009.** In vitro antimicrobial and antioxidant activity of commercial rosemary extracts formulations. *J Food Prot* 72(8): 1744-52.
- 106-Karray-Bouraoui N., Rabhi M., Neffati M., Baldan B., Ranieri A., Marzouk B. (2009):** Sait effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Menthapulegium*. *Industrial Crops and Products*. 30: 338-343.
- 107- Koba K, Sanda K., Raynaud C., Nenonene Y. A., Millet J et Chaumont J. P., 2004.** Activités antimicrobiennes d'huiles essentielles de trois Cymbopogon sp. Africains vis à vis de germes pathogènes d'animaux de compagnie. *Ann. Méd. Vét.*, 148, pp : 202-2.
- 108- Koch C, Reichling J, Schnee J, Schnitzler P.2008.** Inhibitory effect of essential oils against herpes simplex virus type 2. *Phytomedicine*15: 71-8.
- 109- Kulšić T., Dragovic-Uzelac V., Miloš M., 2006.** Antioxidant Activity of Aqueous Tea Infusions Prepared from Oregano, Thyme and Wild Thyme. *Food Technol. Biotechnol.* 44 (4) : 485-492.
- 110- Leopoldo Luiz, 2006.** dos Santos-Neto, Maria Alice de Vilhena Toledo, Patrícia Medeiros-Souza, and Gustavo Almeida de Souza. The Use of Herbal Medicine in Alzheimer's Disease. A Systematic Review. *Evid Based Complement Alternat Med.* December; 3(4): 441–445.
- 111- L. Danielski, L. M.A.S. Campos, L. F.V. Bresciani, H. Hense, R. A. Yunes and S. R.S. 2006.** Ferreira, Marigold (*Calendula officinalis* L.) oleoresin: Solubility in SC-CO₂ and composition profile, *Chemical Engineering and Processing*, 46 (2) ,99–106.
- 112- L. Maignal, P. Pibarot, G. Bonetti, A. Chaintreau, J.P. 1992.** Marion, Simultaneous distillation-extraction under static vacuum : isolation of volatile compounds at room temperature. *Journal of Chromatography A*, 606, 87-94.
- 113- L.S. Padua, N. Bunyaphatsara, R.H.M.J. Lemmens, 1999.** Plant Resources of South-East Asia, 12.
- 114- L. Wang and C. L. Waller, 2006.** Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants, *Trends in Food Science & Technology*, 17 300 – 312.
- 115- Maache A.et, Jemali A., 1986.** Thèse sur : les caractéristiques physico-chimiques des HEde deux plantes aromatiques cultivées au Maroc: Menthe Naa Naa Abdi, Coriandre. IAV Hassan II, Rabat, Maroc, 55-65.
- 116- Maruyama, N.; Sekimoto, N.; Ishibashi, H. 2005.** Suppression of neutrophil accumulation in mice by cutaneous application of geranium essential oil. *J. inflamm*, 2,1-11.

- 117-Max withtle Robert Anton et al. 2003.** Plantes thérapeutiques tradition pratique officinale, Science et thérapeutique ,2ème édition, Page 390-610.
- 118-McKay, D.L. et Blumberg, J.B. 2006 .**A review of the bioactivity and potentiel health benefits of peppermint tea(*Mentha piperata* L.), Phytother. Res., 20, 619-633.
- 119- Metchat S, 2012.** "Etude des caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles extraites à partir des graines de *Petroselinium sativum* et de *Apium graveleons*", Thèse de Master, Faculté des sciences, Université Hassiba Ben Bouali-CHlef, 2012.
- 120-Mekkiou R, 2005.**"Recherche et détermination structurale de métabolites secondaires d'espèces du genre *Genista* (Fabaceae) : *G. Sahare*, *G. Ferox*", Thèse de doctorat d'état, Département de chimie, Université de Mentouri- Constantine.
- 121- Michel P, Caroline G, 2013.** "Guide de poche de phytothérapie", Quotidien Malin éditions, Paris.
- 122-Modif.Avril,2009.**Pharmacopée européenne ,6^e éd., 2008.
- 123-Morigane, 2001.** Grimoire des plantes, P 157-167.
- 124-Mongold J.J, Camillieri S, Susplugas P. et al. 1991.** Activite cholagogue/choleretique d'un extrait lyophilise de *Rosmarinus officinalis* L. Plantes medicinales et phytotherapie25(1): 6-11.
- 125- Morales, R. 2002.** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the genus Thymus. Ed. Taylor & Francis, London.* pp. 1-43.
- 126- Moro Buronzo Alessandra , 2008.** Grande guide des huiles essentielles santé beauté bien-être, Hachette pratique France, 205.
- 127- Nauciel, C. 2000.** Bactériologie médicale. Masson (Ed).Paris, 276p.
- 128-Newall, C.A; Anderson, L.A. and phillipson, J.D, 1996.** Herbal Medicin- A Guide for Health-care Professionals, The Pharmaceutical Press, London.
- 129-Nisrin Benayad, 2008 .**Thèse sur: les huiles essentielles extraite par plantes médicinales marocaine : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées, Université Mohammed V– Agdal de Rabat, Novembre, 13-30.
- 130- Nodorostova L., Kloucek P., Ladislav Kokoska L., Stolcova M., Pulkrabek J., 2009.** Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria.Food control. 20: 157-160.

- 131- Nolkemper S, Reichling J, Stintzing FC et al., 2006.** Antiviral effect of aqueous extracts from species of the Lamiaceae family against Herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. *Planta Med*72 (15): 1378-82.
- 132- Odile C, Danielle R, 2007.** "Botanique- Pharmacognosie- phytothérapie", 3eme Edition, Paris.
- 133- Ozel M.Z., Gogus F. et Lewis A.C., 2003,** Subcritical water extraction of essential oils from *Thymbra spicata*, *Food Chemistry* 82, p. 381-386.
- 134- Özcan M., J.-C. Chalchat, 2004.** Aroma profile of *Thymus vulgaris* L. Growing Wild in Turkey. *Bulg. J. Plant Physiol.* 30 (4) : 68-73.
- 135- Paena, A.T.; D'Aquila, P.S.; Panin, F.; Pippia, P.; Moretti, M.D.L. 2002.** Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate constituents of essential oils. *Phytomedicine* 9, 721-726.
- 136-Pharmacopée européenne, 2008.** 6^{ème} édition, P2531-3302.
- 137-Pauli, A. 2001.** Antimicrobial properties of essential oil constituents. *Int. J. Aromather.* 11, 126-133.
- 138-Patrick. L 1985.** La menthe en Seine-Maritime. Chambre d'Agriculture de la Seine-Maritime. Service des affaires économiques.
- 139-PDR for Herbal Medicines.**4^{ème} 2dition. Montvale: Edition Thomson Healthcare; 2007.1026P.
- 140- Pibiri M.C., 2006.** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles Thèse de Doctorat n° 3311, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.
- 141- Pina-Vaz C, Goncalves-Rodrigues A, Pinto E et al., 2004.**Antifungal activity of thymus oils and their major compounds, *JEADV* 18: 73-8.
- 142-Piochon. M ; 2008.** Etude des huiles essentielles d'espèce végétales de la flore Laurentienne : Composition chimique, Activités Pharmacologiques et Héli-synthèse ; Août.
- 143- Ponce A.G., Fritz R., del Valle C. et Roura S.I., 2003,** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard, *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*36, p .679-684.
- 144- Ponce A. G., Roura S. I., Del Valle C. E. et Moreira M. R., 2008.** Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: In vitro and in vivo studies. *Postharv. Bio. Techno.*, Vol. 49, pp : 294–300.

- 145- Purchon, N., 2001.** La bible de l'aromathérapie Edition Marabout.
- 146-Radulescu V., Silvia C., et Eliza O. 2004.** Capillary gas chromatography-mass spectrometry of volatile and semi volatile compound of *Salvia officinalis*. *Journal of Chromatography A.*, **1027** : 121-126.
- 147- R. Anton. A. Lobstein. 2005.** Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec & Doc, Paris, 522.
- 148- Raynoud J. 2006.** Prescription et conseil en aromathérapie. Ed. Tec & Doc, Paris, , 247 pp.
- 149- Richard hubert, 2005.** Les plantes aromatiques et les huiles essentielles a grasse, l'harmattan paris, 209-211.
- 150-Rota MC, Herrera A, Martinez RM et al., 2008.** Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control* 19: 681-7.
- 151- Roux R. 2008.** Conseil en aromathérapie. 2^{ne} Edition, pro-officia., p. 187. Their main components upon *Cryptococcus neoformans*. *Mycopathologia*. 128: p. 151-153. 187 pp.
- 152 -Sagdiç O. 2003.** Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish thyme and oregano hydrosols. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* **36**: 467-473.
- 153- Samate Abdoul D 2001 :** Composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : Valorisation, thèse de doctorat, Univ.de Ouagadougou, Burkina Faso.
- 154- Samman S, Sandstrom B, et al. 2001.** Am J Clin Green tea or rosemary extract added to foods reduces nonheme-iron absorption. *Nutr*; 73(3):607-612.
- 155- Sancheti G, Goyal P.K, 2006.** Effect of rosmarinus officinalis in modulating 7,12-dime Thylbenz (a)anthracene induced skin tumorigenesis in mice. *Phytotherapy Research* 20 (11): 981-6.
- 156-Santoyo S, Cavero S, Jaime L, Ibanez E, Senorans FJ, Reglero G., 2005.** Chemical composition and antimicrobial activity of Rosmarinus officinalis L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *J Food Prot* 68(4):790-5.
- 157- Satrani B., 2008.** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 146, 85.-96.
- 158-Sayyah M. et al. 2003.** Analgesic and anti-inflammatory activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* Linn.,

159-Schauenberg P. et Paris F., 2010, Guide des plantes médicinales : Analyse, description et utilisation de 400 plantes, Ed. Delachaux et Niestlé, p.396.

160-Sotelo-Felix J.I., Martinez-Fong D., Muriel P., Santillan R.L., Castillo D. et Yahuaca P., 2002 : Evaluation of the effectiveness of *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) in the alleviation of carbon tetrachloride-induced acute hepatotoxicity in the rat. *J. Ethnopharmacol.* Vol. 81, pp : 145–154.

161-Sylvie Verbois, 2001. Huiles Essentielles et Parfums qui Guérissent et qui Relaxent, La Voie De l'Ayurveda, Ed. Trajectoire.

162- Takaki I, Bersani-Amado LE, Vendruscolo A et al., 2008. Anti-inflammatory and antinociceptive effects of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in experimental animal models. *J Med Food* 11(4): 741-6.

163- Takeuchi H., Lu Z. G. et Fujita T. 2004. New monoterpenes glycoside from the aerial parts of Thyme (*Thymus vulgaris* L). *Bioscience, biotechnology and biochemistry.*, 68 (5) : 1113- 1134.

164-Taleb toudert, 2015. Extraction et caractérisation des dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie, Thèse de doctorat en sciences biologiques, université Mouloud maamri de Tizi ouzou, P 30-50.

165- Teusher E, Anton R, Lobstein A, 2005. Plantes aromatiques Epices, aromates, condiments et huiles essentielles, Tec & Doc/Lavoisier, Paris, p. 475-480.

166- Tsai et al., 2007. In vitro inhibitory effects of rosemary extracts on growth and glucosyltransferase activity of *Streptococcus sodrinus*. *Food chem.* (in press).

167- T. S. Reighard and S. V. Olesik, 2006. Bridging the Gap Between Supercritical Fluid Extraction and Liquid Extraction Techniques: Alternative Approaches of the Extraction of Solid and Liquid Environmental Matrices, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 26 (2&3) 1-39.

168- Trombetta D., 2005. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 49(6), 2474-2478.

169- Tyler, Varro E., Foster Steven, 1999; Tyler's Honest Herbal. The Haworth Herbal Press, New York, p. 322.

170- V. A. Kurkin, 2003. *Chem. Nat. Compd.*, 39,123.

171- Vercauteren J. 2014. Formules et illustrations des cours de Pharmacognosie, Université Montpellier I, .P 231-235.

172- **Wendakoon, C. N., Sakaguchi, M., 1995.** Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices. *J. of Food Protection*. **58:** 280– 283.

173- **WHO monographs on selected medicinal plants 1999**, vol. II, World Health Organization, Geneva, p. 259-66.

174- **Willem, J.P. 2002.** Le guide des huiles essentielles pour vaincre vos problèmes de santé Editions LMV,

175- **Youssef A. N; 1990.** Dictionary of Medicinal plants, Librairie du Liban 160 p.

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

Annexe I

Tableau : conditions opératoires de la chromatographie sur couche mince de quatre espèces étudiés (Pharmacopée européenne, 2008).

Espèce conditions	Menthe poivrée	Sauge officinale	Romarin officinale	Thym vulgaire
Solution à examiner	0,1 g d'HE avec du <i>toluène R</i> et complétez à 10 ml avec le même solvant.	1 ml d'HE dans du <i>toluène R</i> et complétez à 10 ml avec le même solvant.	0,5 ml d'HE dans du <i>toluène R</i> et complétez à 10 ml avec le même solvant.	0,2 g d'HE dans du <i>pentane R</i> et complétez à 10 ml avec le même solvant.
Solution témoin	50 mg de <i>menthol R</i> , 20 µl de <i>cinéole R</i> , 10 mg de <i>thymol R</i> et 10 µl d' <i>acétate de menthyle R</i> dans du <i>toluène R</i> et complétez à 10 ml avec le même solvant.	60 µl de <i>linalol R</i> , 200 µl d' <i>acétate de linalyle R</i> et 60 µl d' <i>α-terpinéol R</i> dans du <i>toluène R</i> et complétez à 10 ml avec le même solvant	50mg de <i>bornéol R</i> , 50 mg d' <i>acétate de bornyle R</i> et 100 µl de <i>cinéole R</i> dans du <i>toluène R</i> et complétez à 10 ml avec le même solvant	0,15 g de <i>thymol R</i> , 25 mg d' <i>α-terpinéol R</i> , 40 µl de <i>linalol R</i> et 10 µl de <i>carvacrol R</i> dans du <i>pentane R</i> et complétez à 10 ml avec le même solvant
Phase mobile	Acétate d'éthyle R, Toluène R (95 :5 V/V)	Acétate d'éthyle R, Toluène R (95 :5 V/V)	Acétate d'éthyle R, Toluène R (95 :5 V/V)	Acétate d'éthyle R, Toluène R (95 :5 V/V)
Dépôt	10 µl de solution témoin et 20 µl de solution à examiner, en bandes	5 µl de la solution à examiner et 10 µl de la solution témoin, en bandes.	10 µl, en bandes	20 µl, en bandes
Développement et séchage	15 cm. A l'air	15 cm. A l'air	15 cm. A l'air	15 cm. A l'air
Détection A	examinez en lumière ultraviolette à 254 nm,	pulvérisez du <i>réactif à la vanilline R</i> et chauffez à 100-105 °C pendant 5-10 min ; examinez à la lumière du jour dans les 5 min qui suivent	pulvérisez du <i>réactif à la vanilline R</i> et chauffez à 100-105 °C pendant 5-10 min ; examinez à la lumière du jour dans les 5 min qui suivent	pulvérisez du <i>réactif à la vanilline R</i> et chauffez à 100-105 °C pendant 5-10 min ; examinez à la lumière du jour dans les 5 min qui suivent

Annexe II

Préparation des milieux de culture

Milieu Muller Hinton gélosé : pour un litre

Infusion de viande bovine	02.0g
Hydrolysate acide de caséine.....	17.5g
Amidon soluble	01.5g
Agar agar.....	15.0g
Autoclaver 20 minutes à 115°C	

Gélose nutritive : pour un litre

Tryptone	10g
Extrait de viande	05g
NaCl	05g
Agar agar	15g
Autoclaver 20 minutes à 121°C	

Eau physiologique 9%(NaCl)

Sodium Chloride(Flika).....	9g
H2O déminéralisé.....	1000ml

Annexe III

Protocoles opératoires

Préparations des poudres pour l'observation microscopique :

- Broyer a l'aide de mortier une quantité de feuilles séchées de chaque de quatre espèces en poudre fine (figure)
- Sur une lame porte-objet, déposer a l'aide d'une spatule une petite quantité la poudre préparer et met deux gouttes de réactif de Gazet (Réactif d'éclaircissement)
- Recouvrir la lame par une lamelle en évitant la formation des bulles d'airs et la laisser 3 minutes.
- Allumer le microscope et placer la lame et observer au grossissement X10 puis X40.

Perte a la dessiccation à l'étuve :

Introduire dans un cristalliseur préalablement séché à l'étuve (voir salle des balances), refroidi dans un dessiccateur et taré, 20g de feuilles fraîches selon la pharmacopée européenne 2008 de drogue exactement pesée.

- Porter à l'étuve à 100-105°C pendant une nuit. Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser.
- Répéter l'opération jusqu'à l'obtention d'une masse constante. Calculer alors la teneur en eau pour 100 g de drogue.

Indice d'acidité :

Introduit 0,25 g d'huile essentielle 2,5 g d'éthanol et 3gouttes d'indicateur colorée (Phénolphtaléine).

- Titre ensuite le liquide avec la solution d'Hydroxyde de potassium (0,1N) contenue dans une burette.
- poursuivre l'addition jusqu'à l'obtention du virage persistant de la solution (rose)pendant 30seconde
- Noter le volume de la solution d'Hydroxyde de potassium utilisé.

Test d'activité antibactérienne :

❖ Préparation des suspensions bactériennes :

- A partir des cultures jeunes sur (GN) et a l'aide de pipette pasteur stérile prélever 3 à 5 colonies bien isolées et parfaitement identiques dans 5 ml à 10 ml d'eau physiologique stérile à 0,9%
- Homogénéiser bien la suspension bactérienne et la densité optique sera équivalente à 108 UFC/ml. L'inoculum est ajusté soit en ajoutant de la culture s'il est trop faible ou de l'eau physiologique stérile s'il est trop fort. L'ensemencement doit se faire en moins de 15 min après la préparation de l'inoculum.

❖ **Ensemencement :**

- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne (éviter la contamination du manipulateur et de la paillasse).
- L'essorer en le pressant fermement, en tournant sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées.
- Répéter l'opération 2 fois, en tournant la boîte de pétri de 60 °à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même.
- Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.
- Dans le cas de l'ensemencement de plusieurs boîtes de pétri il faut recharger l'écouvillon à chaque fois.

❖ **Réalisation des puits et incubation des boîtes :**

- Creuser des puits de 6 mm de diamètre à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. Dans le but d'éviter la surfusion des extraits sous la gélose.
- remplir chaque puits par 5 microlitre de l'huile essentielle.
- fermer Les boîtes de Pétri et laissées diffuser à la température ambiante pendant 30
- Incuber à l'étuve à la température de 37 °C pendant 24h.

Annexe IV

Glossaire

Alcaloïdes : Substances azotées basiques très actives, mais souvent trop toxiques pour être utilisées en phytothérapie.

Akéne, n.m. (du grec , privatif, et (khainein), ouvrir). Fruit sec, à une seule graine, indéhiscent, dont le péricarpe n'adhère pas à la graine, ce qui le distingue du caryopse..

Alterne, adj. (du latin *alternus*) Disposition de façon alternative le long d'un axe.

Analgésique : apaise ou supprime la douleur.

Anthocyane : composé hétérocyclique oxygéné lié à deux noyaux benzéniques.

Antispasmodique : cesse les spasmes, contractions involontaires des muscles et des organes, d'origine nerveuse.

Arbrisseau : plante ligneuse haute de 3 à 5 mètres.

Calice, n.m. (du latin *calyx*, vase sacré)
Enveloppe extérieure de la fleur, formée de pièces (sépalés) libres ou soudées entre elles.

Carminatif : qui provoque l'expulsion des gaz intestinaux.

Cataplasme : ancienne forme pharmaceutique pâteuse, appliquée sur la peau pour combattre une inflammation.

Cholagogue : facilite l'évacuation des voies biliaires, action bénéfique pour le foie et le tube digestif.

Cholérétique : augmente la sécrétion biliaire.

Corolle, n.f. (du latin *corolla*, petite corolle)
Ensemble de pièces florales libres (dialypétales) ou soudées entre elles (gamopétales), situées entre le calice et les étamines.

Coumarine : composé hétérocyclique oxygéné insaturé comportant une fonction cétone et un noyau benzénique.

Diterpène : composé formé de vingt atomes de carbone.

Diurétique : qui augmente le volume urinaire et l'élimination des chlorures, du sodium, du potassium, de l'urée et de l'acide urique dans les urines.

Emménagogue : qui provoque, facilite ou augmente les règles.

Étamine, n.f. (du latin, *stamina*, étamine) Organe mâle de la fleur, composé d'un filet dont une extrémité est fixée sur le réceptacle ou sur la corolle et l'autre extrémité supporte les anthères.

Fleur, n.f. (du latin *flos*, fleur) Appareil reproducteur des Angiospermes, généralement bisexué. La fleur est complète si elle est pourvue du calice, de la corolle, d'étamines et du pistil. La fleur est unisexuée s'il y a absence, soit de l'ovaire, soit des étamines.

Fruit, n.m. (du latin *fructus*, fruit) Organe sec ou charnu, résultat de la transformation de l'ovaire après fécondation, contenant une ou plusieurs graines.

Inflorescence, n.f. (du latin *inflorescere*, se couvrir de fleur)

- 1- Mode de groupement des fleurs sur une plante
- 2- Ensemble des fleurs d'une plante.

Lancéolié, adj. (du latin *lanceolatus*; de *lancea*, arme à long manche et à fer pointu) En forme de fer de lance et atténué aux deux extrémités.

Limbe, n.m. (du latin *limbus*, frange)

Partie plane, élargie, d'une feuille ou d'une pièce florale.

Mésophylle : la plus grande partie de l'intérieur d'une feuille.

Ombelle : type d'inflorescence dans laquelle les pédoncules sont attachés au même point et s'arrêtent à la même hauteur.

Pétale, n.m. (du grec (pétalon), pétale) Pièces, libres ou soudées entre elles, qui constituent la corolle de la fleur.

Poil teceur, n.m. Poil dépourvu de cellule(s) sécrétrice(s).

Poil sécreteur, n.m. Poil comportant une ou plusieurs cellules sécrétrices.

Pollen, n.m. (du latin *pollen*, fleur de farine) Élément reproducteur mâle, formé dans les anthères des étamines.

Pubescent, adj. (du latin *pubescens*) Caractère d'un organe qui possède des poils, qui est duveteux.

Sédatif : qui calme une activité exagérée (cardiosédatif, neurosédatif).

Sous-arbrisseau : plante ligneuse ne dépassant pas 1 mètre.

Sépale, n.m. (du grec (sépé), couverture ; (pétalon), pétale) Pièces, libres ou soudées entre elles, constituant le calice de la fleur.

Stolon, n.m. (du latin *stolo*, rejetant) Rejet rampant et radicaire formé à la base d'une tige.

Spasmolytique : qui empêche les contractions musculaires involontaires.

Stomachique : facilite le travail de l'estomac et le fortifie.

Vermifuge : expulse les vers de l'intestin

Résumé

Les huiles essentielles extraites des plantes possèdent des propriétés pharmacologiques tant sur le plan humain qu'industriel.

De nombreuses propriétés sont conférées : anti-infectieuse, antibactérienne, anti-oxydante,...etc. les huiles essentielles sont des substances très actives et pourraient en outre constituer d'intéressants thérapeutiques.

La présente étude vise à l'extraction de l'huile essentielle à partir des feuilles de quelques espèces de la famille de Lamiaceae : *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* L et *Thymus vulgaris* par hydrodistillation donnant un rendement optimal de (0,45% ; 0,60% ; 1,08% ; 1,96%).

Les huiles essentielles extraite a fait l'objet d'analyses physico-chimiques de même les propriétés organoleptiques ont été déterminées.

La composition chimique des huiles essentielles extraites à été analysée par chromatographie sur couche mince. Les résultats de l'analyse ont montré que l'huile essentielle de *Mentha pipérata* constitue de thymol, *Salvia officinalis* constitue d'autres composés *Rosmarinus officinalis* constitue de thymol et terpinéol, et *Thymus vulgaris* constitue de thymol, terpinéol, linalol et eucalyptol.

En outre l'activité antibactérienne a été évaluée vis-à-vis de 4 souches bactériennes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Klebsellia pneumoniae*, *Salmonella ssp* et *Echresheria coli*) Les résultats obtenus montrent une activité antibactérienne intéressante de *Thymus vulgaris*!

Mots clés : Extraction, Hydrodistillation, huiles essentielles, activité antibactérienne,

Summary

Essential oils extracted from plants possess pharmacological properties in both human and industrial activities.

Many properties are conferred: anti-infectious, antibacterial, antioxidant, etc. Essential oils are highly active substances and could also be interesting as therapeutic.

This study aims to extract the essential oil from the seeds giving optimum performance of ((0,45% ; 0,60% ; 1,08% ; 1,96%).).

The essential oil extracted has been physic-chemically analyzed of the same organoleptic properties were determined.

The chemical composition of essential oils *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* L et *Thymus vulgaris* seeds was analyzed by gas chromatography. The results of the analysis showed that the essential oil of *Mentha pipérata* composed of thymol, *Salvia officinalis* composed other constituents *Rosmarinus officinalis* composed of : thymol and terpinol, finally *thymus vulgaris* composed of : thymol, terpinéol, linalol and eucalyptol.

Additionally, the antibacterial activity was evaluated towards 4 strains (*Staphylococcus aureus*, *Klebsellia pneumoniae*, *Salmonella ssp* et *Echresheria coli*). The results show an average efficiency of our extracts against pathogenic strains, and the remarkable resistance of the *Thymys vulgaris*.

Keywords: Extraction, steam distillation, essential oils, antibacterial,

Résumé

Les huiles essentielles extraites des plantes possèdent des propriétés pharmacologiques tant sur le plan humain qu'industriel.

De nombreuses propriétés sont conférées : anti-infectieuse, antibactérienne, anti- oxydante,...etc. les huiles essentielles sont des substances très actives et pourraient en outre constituer d'intéressants thérapeutiques.

La présente étude vise à l'extraction de l'huile essentielle à partir des feuilles de quelques espèces de la famille de Lamiaceae : *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* L et *Thymus vulgaris* par hydrodistillation donnant un rendement optimal de (0,45% ; 0,60% ; 1,08% ; 1,96%).

Les huiles essentielles extraite a fait l'objet d'analyses physico-chimiques de même les propriétés organoleptiques ont été déterminées.

La composition chimique des huiles essentielles extraites à été analysée par chromatographie sur couche mince. Les résultats de l'analyse ont montré que l'huile essentielle de *Mentha pipérata* constitue de thymol, *Salvia officinalis* constitue d'autres composés *Rosmarinus officinalis* constitue de thymol et terpinéol, et *Thymus vulgaris* constitue de thymol, terpinéol, linalol et eucalyptol.

En outre l'activité antibactérienne a été évaluée vis-à-vis de 4 souches bactériennes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Klebsellia pneumoniae*, *Salmonella ssp* et *Echresheria coli*) Les résultats obtenus montrent une activité antibactérienne intéressante de *Thymus vulgaris*!

Summary

Essential oils extracted from plants possess pharmacological properties in both human and industrial activities.

Many properties are conferred: anti-infectious, antibacterial, antioxidant, etc. Essential oils are highly active substances and could also be interesting as therapeutic.

This study aims to extract the essential oil from the seeds giving optimum performance of ((0,45% ; 0,60% ; 1,08% ; 1,96%).).

The essential oil extracted has been physic-chemically analyzed of the same organoleptic properties were determined.

The chemical composition of essential oils *Mentha pipérata*, *Salvia officinalis*, *Rosmarinus officinalis* L et *Thymus vulgaris* seeds was analyzed by gas chromatography. The results of the analysis showed that the essential oil of *Mentha pipérata* composed of thymol, *Salvia officinalis* composed other constituents *Rosmarinus officinalis* composed of : thymol and terpinol, finally *thymus vulgaris* composed of : thymol, terpinéol, linalol and eucalyptol.

Additionally, the antibacterial activity was evaluated towards 4 strains (*Staphylococcus aureus*, *Klebsellia pneumoniae*, *Salmonella ssp* et *Echresheria coli*). The results show an average efficiency of our extracts against pathogenic strains, and the remarkable resistance of the *Thymus vulgaris*.

Keywords: Extraction, steam distillation, essential oils, antibacterial,