

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. M. OULHADJ - Bouira
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés
Laboratoire de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté par

KARNACHE Sofiane
LAICHE Hamza

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Sciences et Génie de l'Environnement
Spécialité : Génie de l'Environnement

Extraction des huiles essentielles d'une plante médicinale locale

Présenté le 03/12/2020

Devant le jury composé de :

Mme TALBI	MAA	U. AMO Bouira	Examineur
M. BELKACEMI	MAA	U. AMO Bouira	Examineur
M. ABDERRAHIM	MCB	U. AMO Bouira	Encadrant
			Co-encadrant

REMERCIEMENTS



Nos remerciements les plus sincères et les plus chaleureux s'adressent à DIEU tout puissant qui nous a permis d'arriver à ce qu'on est aujourd'hui. Car l'homme propose et Dieu dispose. Seigneur, veillez toujours à diriger nos pas.

Nous tenons à remercier vivement nos parents.

Nous remercions notre encadrant M. ABDERRAHIM pour son accompagnement tout au long de la préparation du mémoire.

Nos vifs remerciements vont aux membres de jury (Mme TALBI et M. BELKACEMI) pour avoir accepté d'examiner notre mémoire.

Nous adressons nos remerciements aux enseignants du département de Génie des procédés et à tous nos collègues de la promotion Master de Génie d'environnement (2019/2020).

Nous tenons à remercier aussi tous ceux qui ont contribués à la réalisation de ce travail.



DÉDICACES

Je tiens à dédier ce mémoire :

*À ma chère mère et à mon cher père qui n'ont jamais cessé
de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de
m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs,*

À mes chère(s) ami(e)s,

À toute ma famille,

*À tous mes collègues de la promotion du Master 2
(2019/2020),*

À tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
Chapitre I : GÉNÉRALITÉS SUR LES PLANTES MÉDICINALES	
I.1 Définition.....	3
I.2 Histoire des plantes médicinales en Algérie.....	3
I.3 Intérêt des plantes médicinales.....	3
I.4 Utilisation des plantes médicinales.....	4
I.4.1 Utilisations thérapeutiques.....	4
I.4.2 Utilisations en alimentation.....	5
I.4.3 Utilisations en cosmétique.....	5
I.5 Substances actives des plantes médicinales.....	5
I.6 Récolte et cueillette de la plante médicinale.....	6
I.6.1 Périodes de récolte des différentes parties des plantes médicinales.....	6
I.6.2 Règles générales pour la cueillette des plantes médicinales.....	6
I.7 La phytothérapie.....	7
I.7.1 Généralités.....	7
I.7.2 Définition de la phytothérapie.....	7
I.7.3 La phytothérapie en Algérie.....	8
I.7.4 Avantages de la phytothérapie.....	8
I.7.5 Efficacité des plantes entières.....	9
I.8 Eléments actifs des plantes médicinales.....	9
I.8.1 Les phénols.....	9
I.8.2 Les flavonoïdes.....	10
I.8.3 Les tanins.....	10
I.8.4 Les alcaloïdes.....	10
I.8.5 Les huiles essentielles.....	11
I.9 Les principales méthodes de préparation des plantes médicinales.....	11
I.9.1 Décoction.....	11
I.9.2 Infusion.....	12
I.9.3 Macération.....	12
I.9.4 Poudre.....	12

Chapitre II : GÉNÉRALITÉS SUR LES HUILES ESSENTIELLES

II.1 Histoire des huiles essentielles.....	13
II.2 Définition des huiles essentielles.....	13
II.3 Localisation des huiles essentielles.....	13
II.4 Intérêt thérapeutique, écologique et économique des huiles essentielles.....	14
II.5 Propriétés des huiles essentielles.....	15
II.5.1 Propriétés biologiques.....	15
II.5.2 Propriétés médicinales.....	16
II.6 Composition chimique des huiles essentielles.....	17
I.6.1 Les terpénoïdes.....	17
I.6.2 Les composés aromatiques.....	18
II.6.3 Les composés d'origines diverses.....	19
II.6.4 Les chémotypes.....	19
II.7 Facteurs de variabilité de la composition chimique des huiles essentielles.....	20
II.7.1 Facteurs intrinsèques.....	20
II.7.2 Facteurs extrinsèques.....	21
II.8 Contrôle de qualité.....	21
II.8.1 L'esèce botanique.....	22
II.8.2 L'organe producteur.....	22
II.8.3 Le chémotype ou chimiotype de la plante.....	22
II.9 Applications des huiles essentielles.....	23
II.9.1 En agroalimentaire.....	23
II.9.2 En cosmétique.....	23
II.9.3 En pharmacologie.....	24

Chapitre III : MÉTHODES D'EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES

III.1 Entraînement à la vapeur d'eau.....	25
III.2 Extraction par hydrodistillation.....	26
III.3 Extraction par solvant.....	27
III.4 Extraction par expression à froid.....	28
III.5 Extraction par enfleurage.....	29
III.6 Extraction par CO ₂	29
III.7 Extraction par micro- ondes.....	31

Chapitre IV : ANALYSE DES HUILES ESSENTIELLES

IV.1 Méthodes analytiques.....	33
--------------------------------	----

IV.2 La chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	34
IV.3 La spectrométrie de masse (SM).....	35
IV.4 Analyse par des couplages « en ligne » : voie A.....	35
IV.4.1 La CPG et les indices de rétention.....	36
IV.4.2 Couplage d'une technique chromatographique avec une technique spectroscopique.....	36
IV.4.2.1 Les couplages CPG-SM, CPG-SM (ICP) et CPG-SM (ICN).....	36
IV.4.2.2 Le couplage CLHP-SM.....	36
IV.4.2.3 Le couplage CLHP-RMN ¹ H.....	37
Chapitre V : PLANTE ÉTUDIÉE : SALVIA OFFICINALIS L.	
V.1 Définition.....	38
V.2 Description de Salvia officinalis.....	38
V.3 Classification taxonomique et nomenclature.....	39
V.3.1 Classification taxonomique.....	39
V.3.2 Nomenclature.....	40
V.4 Répartition géographique.....	40
V.5 Composition de la sauge.....	41
V.5.1 Parties utilisées.....	41
V.5.2 Principaux constituants de Salvia Officinalis.....	41
V.5.3 Composition chimique de l'huile essentielle de la sauge.....	41
V.6 Utilisation traditionnel.....	42
V.7 Propriétés biologiques et pharmacologiques.....	43
CONCLUSION	44
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	45

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Structure chimique de quelques alcaloïdes.....	11
Figure II.1 : Provenance des huiles essentielles en fonction des différentes parties de plantes.....	14
Figure II.2 : Structure chimique de quelques monoterpènes extraits des huiles essentielles.....	17
Figure II.3 : Structure chimique de quelques sesquiterpènes extraits des huiles essentielles.....	18
Figure II.4 : Structure chimique de quelques composés aromatiques extraits des huiles essentielles.....	18
Figure III.1 : Principe schématisé de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau.....	26
Figure III.2 : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation.....	26
Figure III.3 : Schéma de l'extraction par expression à froid.....	29
Figure III.4 : Schéma état supercritique.....	30
Figure III.5 : Schéma simplifié d'extraction par CO ₂ supercritique.....	31
Figure III.6 : Montage d'extraction par micro- ondes.....	32
Figure IV.1 : Méthodes d'analyses d'un mélange complexe.....	33
Figure V.1 : Aspect de la plante <i>Salvia officinalis</i>	39
Figure V.2 : Feuilles de <i>Salvia officinalis</i>	39
Figure V.3 : Fleurs de <i>Salvia officinalis</i>	39
Figure V.4 : Graines de <i>Salvia officinalis</i>	39
Figure V.5 : Répartition géographique du genre <i>Salvia</i> dans le monde.....	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III.1 : Avantages et inconvénients de quelques solvants d'extraction.....	27
Tableau V.1 : Compositions chimiques de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i>	42

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

SM : Spectrométrie de masse

DIF : Détecteur à ionisation de flamme

DSM : Détecteur spectrométrie de masse

IE : Impact électronique

CLHP : Chromatographie liquide haute performance

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La plante est un organisme vivant qui existe depuis l'antiquité. Elle constitue un maillon très important et fondamental dans le cycle biologique de vie des autres organismes vivants tel que les animaux aussi bien les êtres humains [1].

La phytothérapie est l'art d'utiliser les plantes pour se soigner. Du grec «*phyton*» qui signifie plante et «*therapein*» qui signifie soigner, il s'agit donc d'une thérapeutique allopathique (c'est-à-dire soigner par des substances qui ont l'effet inverse à la pathologie dont souffre le patient) destinée à prévenir et traiter des troubles fonctionnels et des états pathologiques bénins par des plantes médicinales dénuées de toxicité dans les conditions normales d'utilisation [2].

On appelle plantes médicinales ou pharmaceutiques, toute plantes qui a été séchée ou traitée selon des méthodes, et employée dans la préparation des médicaments. Les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux pour l'humanité, elles sont des usines chimiques naturelles, produisant des substances actives biochimiques : alcaloïdes, huiles essentielles, flavonoïdes, tanins, et les mettent à la disposition de l'homme qui peut en faire usage pour sa santé et satisfaire ses besoins vitaux [3].

L'Algérie possède une flore extrêmement riche et variée représentée par des plantes aromatiques et médicinales dont la plupart existe à l'état spontané. La valorisation de ces plantes demeure un domaine de grande importance pour le pays. Le potentiel floristique Algérien représente une richesse inestimable, par sa biodiversité, ainsi que par les immenses opportunités de développement durable qu'il pourrait offrir à court et moyen terme aux générations futures. Ce patrimoine est toutefois fragile, et les menaces sont identifiées : déforestation, pollution, dégradations des parcours, désertification etc. [4].

La phytothérapie reste la médecine la plus employée de par le monde. Nous savons depuis toujours que certaines plantes possèdent des activités antiseptiques, bactéricides, antifongiques, antivirales, antimitotiques, hormonales, antirhumatismales, circulatoires, antidiabétiques, immunostimulantes, hyper ou hypotensives, tonifiantes, antispasmodiques, stomachiques ou hépatiques. Toutes les civilisations antiques ont développé à côté de l'agriculture, la médecine par les plantes et la plupart des grands médecins du passé ont été des phytothérapeutes [5].

De nos jours, la tendance de l'utilisation des produits naturels issus des plantes est en pleine croissance face au souci des effets secondaires des composés synthétiques qui peuvent être nocifs à la santé humaine et à l'environnement [6].

Notre travail est traité selon le plan suivant :

- le premier chapitre présentera des généralités sur les plantes médicinales ;
- le second chapitre sera sur les généralités des huiles essentielles,
- le troisième chapitre traitera des méthodes d'extraction des huiles essentielles ;
- le quatrième chapitre sera consacré aux analyses des huiles essentielles ;
- le cinquième chapitre donnera un exemple pratique d'une plante médicinale à savoir la sauge (*Salvia officinalis* L.)
- et on terminera le mémoire par une conclusion.

Chapitre I :
**GÉNÉRALITÉS SUR LES
PLANTES MÉDICINALES**

Chapitre I :

GÉNÉRALITÉS SUR LES PLANTES MÉDICINALES

I.1 Définition

Une plante médicinale est définie par la pharmacopée française comme une « *drogue végétale au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses* ». Une « *drogue végétale* » est une plante ou une partie de plante, utilisées en l'état, soit le plus souvent sous la forme desséchée, soit à l'état frais [7].

Aussi, les plantes médicinales sont utilisées pour leurs propriétés particulières bénéfiques pour la santé humaine. En effet, elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur [8].

I.2 Histoire des plantes médicinales en Algérie

Chaque culture a une histoire concernant l'utilisation des plantes médicinales pour traiter leurs maux. L'utilisation des plantes médicinales est vieille d'un millier d'années. Les premières écritures sur les plantes médicinales en Algérie et dans le Maghreb remontent au IX^{ème} siècle où *Ishâ-Ben-Amran* (docteur du prince de Kairouan-Tunisie) a laissé divers traités sur la médecine et les drogues simples. Même pendant le colonialisme Français de 1830 à 1962, les botanistes ont réussi à cataloguer un grand nombre d'espèces comme médicinales et un livre sur les plantes médicinales et aromatiques d'Algérie était publié en 1942 par *Fourment* et *Roques*. Ils ont mentionné 200 espèces décrites et étudiées pour la plupart d'elles dans le Nord d'Algérie et seulement 6 espèces du Sahara. Aujourd'hui, en Algérie, la phytothérapie est très répandue pour traiter plusieurs maladies : diabète, rhumatisme, minceur et même les maladies incurables [9].

I.3 Intérêt des plantes médicinales

La plupart des espèces végétales contiennent des substances qui peuvent agir, à un niveau ou un autre, sur l'organisme humain et animal. On les utilise aussi bien en médecine

classique qu'en phytothérapie. Elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus. La raison fondamentale est que les principes actifs végétaux proviennent de processus biotiques répandus dans tout le monde vivant, alors que l'essentiel des médicaments de synthèse sont des xénobiotiques aux effets secondaires très mal maîtrisés. Les plantes médicinales sont donc importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme modèle pour les composés pharmaceutiquement actifs [10].

I.4 Utilisation des plantes médicinales

Pendant longtemps, les plantes ont été utilisées uniquement en nature, sous forme de tisanes ou de poudres. Maintenant beaucoup sont présentées en gélules, mais il existe de nombreuses formes d'utilisation des plantes médicinales. Quelle que soit leur présentation, elles jouissent d'un regain d'intérêt largement suscité et entretenu par la publicité ainsi que par d'innombrables ouvrages de vulgarisation. De plus en plus de plantes sont utilisées en mélange. Pour ces préparations, des règles de bonnes pratiques officinales ont été instaurées. De nombreux paramètres sont à respecter comme le nombre de plantes, les associations possibles, la saveur, ou encore le goût qui devra être adapté au client. L'âge du patient et son état devront également être pris en compte [11].

I.4.1 Utilisations thérapeutiques

Dans les effets les plus fréquemment retrouvés on trouve des activités anti virales, anti microbienne, certains de ses composés ont une activité anti-inflammatoire et peuvent prévenir le développement des tumeurs. Ils sont antimutagènes et s'opposent à la formation des ulcères, ils ont souvent une action antispasmodique, une activité hypoglycémiant, ils ont un effet hépato-protecteur et nombreux sont ceux qui agissent sur le système nerveux central [12].

I.4.2 Utilisations en alimentation

Ce sont toutes ces boissons, infusions, limonades, alcools,... produites à base de plantes. Beaucoup d'entre-elles, si elles sont consommées avec modération et espacées, ont une action utile et agréable. Elles sont aussi utilisées comme colorants et composés aromatiques, les épices et les herbes aromatiques utilisés dans l'alimentation sont pour une bonne part responsable des plaisirs de la table [12].

I.4.3 Utilisations en cosmétique

Le plus souvent cette application se fait à l'extérieur du corps avec des préparations issues du savoir traditionnel ou des connaissances et découvertes modernes, il est utile de s'instruire chez une personne expérimentée ou de chercher les informations dans la littérature spécialisée avant d'user de ces produits. Aussi utilisés en tant que compléments alimentaires, ce sont des produits contenant certaines substances végétales à des concentrations relativement élevées et contrôlées [12].

I.5 Substances actives des plantes médicinales

Pour les médicaments à base de plantes, les matières premières peuvent être de natures variées et elles se présentent sous deux formes potentielles :

Les plantes fraîches : elles servent de base à la préparation des teintures mères, qui permettent à leur tour l'élaboration de médicaments homéopathiques ;

Les plantes sèches : elles constituent la base des teintures officinales, des nébulisats, des extraits, mais aussi des poudres.

Les plantes médicinales doivent leur action à un ou plusieurs principes actifs que l'on peut analyser chimiquement et qu'il est indispensable de connaître pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme. Parmi les différentes formes existantes, le principe actif peut se présenter sous différents aspects. Il est initialement sous forme de poudre, d'huile essentielle, d'extrait ou de teinture et constitue ce que l'on appelle une forme galénique [13].

I.6 Récolte et cueillette de la plante médicinale

La récolte des plantes médicinales dans leurs sites naturels est facile, seulement il faut une expérience de celui qui la pratique.

I.6.1 Périodes de récolte des différentes parties des plantes médicinales

- **Feuilles** : la cueillette se fait avant la floraison de la plante, pour les feuilles saines, jeune et bien développées.
- **Herbes** : la cueillette se fait dès que la plante commence à fleurir, pour les tiges saines, pas très grosses, avec les fleurs. On coupe les herbes à 15-30 cm de la fleur chez les plantes à tiges haute.
- **Fleurs** : la cueillette se fait au début de la floraison, on ne doit pas presser la fleur pendant la cueillette car c'est une partie très délicate.
- **Fruits** : on cueille les fruits au début de la maturation.
- **Ecorces** : la cueillette se fait au printemps, on fait deux incisions transversales éloignées de 10-20 cm que l'on réunit par une incision en long puis on détache l'écorce avec une pointe obtuse inoxydable.
- **Bois** : la cueillette se fait au début ou à la fin de la végétation, pour les branches plus grosses ou le bois des troncs.
- **Partie souterraines** : rhizomes et racines [14].

I.6.2 Règles générales pour la cueillette des plantes médicinales

1. Il faut avoir une bonne connaissance des plantes médicinales pour les récolter afin de ne pas se tromper sur les plantes dangereuses et toxiques.
2. Il faut prendre des précautions dans la cueillette des plantes toxiques, ex : porter des gants, se laver soigneusement les mains après les avoir touchées, il faut les placer à part pour les sécher.
3. Il faut se spécialiser sur une seule espèce si vous souhaitez vendre des plantes et il faut être sûr qu'elle se vendra.

4. Pour éviter la disparition totale de l'espèce des plantes médicinales, la cueillette ne doit jamais toucher tous les spécimens d'une certaine espèce dans un endroit donné.
5. Lors du ramassage des plantes médicinales il est recommandé de porter des gants et d'utiliser des instruments adaptés, ex : couteau, sécateur, faucilles.
6. Faire attention pendant la manipulation et le transport des plantes afin de ne pas les abimer et risquer une fermentation.
7. Eviter de récolter les plantes malades ou infectées d'insectes nuisibles.
8. Ne ramasser pas les plantes médicinales dans les prairies et les vergers ou on a utilisé désherbants et pesticides.
9. Les plantes ne doivent pas être récoltées humides, car elles s'abiment rapidement par échauffement (le meilleur moment pour cueillir est entre 10 heures du matin et 5 heures du soir, temps sec et ensoleillé).
10. Les plantes récoltées doivent être séchées le plus tôt possible après leur cueillette [14].

I.7 La phytothérapie

I.7.1 Généralités

En général, le corps humain est bien mieux adapté aux traitements à base de plantes qu'à une thérapeutique exclusivement chimique. L'homme et les plantes vivent côte à côte depuis des dizaines de milliers d'années. L'homme est habitué à consommer et à digérer différentes espèces des plantes, qui sont bien souvent appréciées pour leurs qualités aussi bien médicinales que nutritives. La ligne de démarcation entre les propriétés nutritives et les propriétés curatives n'est pas toujours très nette. De fait la phytothérapie prend tout son sens lorsque la frontière entre aliments et médicaments disparaît [15].

I.7.2 Définition de la phytothérapie

La phytothérapie est une discipline allopathique destinée à prévenir et à traiter certains troubles fonctionnelles et/ou certains états au moyen de plantes, de parties de plantes ou de préparations de plantes. Le mot *phytothérapie* provient de deux mots grecs qui signifient

essentiellement (soigner à partir de plantes). On peut distinguer deux types de phytothérapie. Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement. Selon l'OMS (organisation mondiale de la santé), cette phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays en voie de développement. C'est une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'étude clinique [16].

I.7.3 La phytothérapie en Algérie

Les produits de phytothérapie sont indubitablement à la mode en Algérie comme partout dans le monde. Pourtant, de nombreux praticiens estiment qu'ils sont reconnus depuis la nuit des temps, sauf que maintenant cela s'est modernisé. Malgré les multiples indications possibles des produits phytothérapeutiques, la plupart des praticiens de la santé algériens restent fidèles à la médication conventionnelle, c'est-à-dire les molécules chimiques. Les prescriptions restent peu nombreuses. Elles émanent pour la plupart de médecins généralistes, la visite régulière des délégués médicaux nous permet d'être à jour quant à la disponibilité des produits, et surtout les gammes nouvellement introduites en Algérie. La gamme la plus demandée concerne la pédiatrie (sommeil et détente du bébé) et la gamme minceur. Certains organismes internationaux de santé préviennent contre l'usage anarchique de produits phyto, notamment ceux qui échappent au contrôle pharmacologique. Le problème réside dans l'utilisation de quelques substances dont l'innocuité n'est pas tout à fait prouvée. En Algérie, les produits phytopharmaceutiques sont vendus exclusivement en pharmacie, selon les exigences des autorités compétentes, car il s'agit d'une garantie de qualité et de traçabilité [17].

I.7.4 Avantages de la phytothérapie

Malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. 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. L'opium, que l'on tire des graines du pavot, contient des alcaloïdes : morphine ou codéine, qui sont de puissants analgésiques largement utilisés dans la médecine moderne. Aujourd'hui, les

traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît. Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus. C'est pourquoi on utilise à nouveau l'absinthe chinoise (*Artemisia annua*) et surtout son principe actif pour soigner la malaria lorsque les protozoaires responsables de la maladie résistent aux médicaments. 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 [18].

I.7.5 Efficacité des plantes entières

La phytothérapie à la différence de la médecine classique, recommande d'utiliser la plante entière plutôt que des extraits obtenus en laboratoire. Une plante entière est plus efficace que la somme de ses composants, les plantes contiennent des centaines voire des milliers de substances chimiques actives [15].

I.8 Eléments actifs des plantes médicinales

Les éléments curatifs de certaines plantes sont bien connus. Par exemple, la camomille allemande, est utilisée depuis des milliers d'années contre les troubles digestifs, L'aloès était déjà connu du temps de Cléopâtre, où il servait à adoucir la peau. Or, ce n'est que récemment que les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques ont été isolés et étudiés. Il est indispensable de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme [19].

I.8.1 Les phénols

Il existe une très grande variété de phénols, de composés simples comme l'acide salicylique (molécule donnant par synthèse l'aspirine), à des substances plus complexes auxquels sont rattachés les glucosides [19].

Les phénols sont anti-inflammatoires et antiseptiques. On suppose que les plantes, en les produisant, cherchent à se prémunir contre les infections et les insectes phytophages.

Les acides phénoliques comme l'acide rosmarinique, sont fortement anti-inflammatoires et antioxydants et peuvent avoir des propriétés antivirales [15].

Les composés phénoliques regroupent un vaste ensemble de substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique, et un ou plusieurs groupes hydroxyle, en plus d'autres constituants. Les polyphénols naturels vont de molécules simples, comme les acides phénoliques, à des composés hautement polymérisés comme les tanins. Il existe différentes classes de polyphénols, notamment : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les stilbènes, les lignanes, les saponines, les phytostérols ou bien phytostanols. Les plus importants sont : les acides phénols, les flavonoïdes et les tanins [20].

I.8.2 Les flavonoïdes

Présents dans la plupart des plantes, les flavonoïdes contribuent entre autres à colorer les fruits en jaune ou blanc. Ils ont un important champ d'action [19].

I.8.3 Les tanins

Toutes les plantes contiennent des tanins à un degré plus ou moins élevé. Ceux-ci donnent un goût amer à l'écorce ou aux feuilles et les rendent impropres à la consommation pour les insectes ou le bétail. Les tanins sont des composants polyphénoliques qui contractent les tissus en liant les protéines et en les précipitant, d'où leur emploi pour «*tanner*» les peaux. Ils permettent de stopper les hémorragies et de lutter contre les infections. 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 [19].

I.8.4 Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques le plus souvent d'origine végétale, azotées, basiques et dotées à faible dose de propriétés physiologiques marquées. Ils portent tous la terminaison « *ine* ». La plupart des alcaloïdes sont dérivés d'acides aminés tels que tryptophane, l'ornithine, la lysine, l'asparate, l'antranilate, la phénylalanine et la tyrosine.

Ces acides aminés sont décarboxylés en amines et couplés à d'autres squelettes carbonés [21].

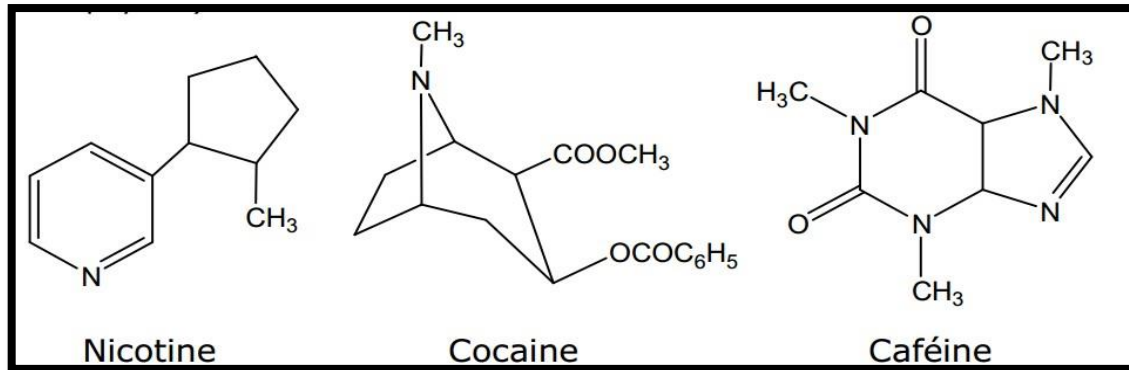


Figure I.1 : Structure chimique de quelques alcaloïdes [21].

I.8.5 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales par distillation comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes. Elles sont largement employées en parfumerie. Les huiles essentielles contenues dans les plantes sont des composés oxygénés, parfois d'origine terpénoïdes et possédant un noyau aromatique. Les huiles essentielles ont de multiples propriétés. Elles sont utilisées en raison de leurs propriétés stimulantes ou inhibitrices notamment dans la désinfection et les activités cellulaires des plantes ou animaux [9].

I.9 Les principales méthodes de préparation des plantes médicinales

Pour composer des tisanes, il faut avoir une connaissance approfondie des propriétés des plantes (substances actives, les maladies) [22].

I.9.1 Décoction

Méthode de préparation de tisane consistant à faire bouillir la plante dans l'eau pendant 5 à 15 minutes, puis à filtrer le liquide obtenu (le décocté). Cette technique est adaptée aux parties dures et compactes (bois, écorces, tiges, racines) qui ne délivrent leurs principes

actifs que sous l'action prolongée de la chaleur Les décoctions sont bues ou quelque fois utilisées en usage local (gargarismes, collyres) [22].

I.9.2 Infusion

Méthode de préparation de tisane consistant à verser de l'eau bouillante sur les plantes ; après 5 à 10 minutes dans un récipient couvert, l'ensemble est filtré pour donner l'infusée. L'infusion est adaptée aux parties des plantes délicates : feuilles, fleurs, sommités fleuries. Les infusions sont bues ou quelque fois utilisées en usage local (gargarismes, collyres) ou en usage externe (bains, lotions) [22].

I.9.3 Macération

Solution obtenue en traitant pendant un temps plus ou moins long, une plante par l'eau froide, du vin, de l'alcool, pour en obtenir les principes solubles (selon les cas, de quelques heures à plusieurs jours par fois plusieurs semaines) [22].

I.9.4 Poudre

Les préparations galéniques sont souvent administrées sous formes de poudre (utiliser lorsqu'on est on presse en voyage) [22].

Chapitre II :
**GÉNÉRALITÉS SUR LES
HUILES ESSENTIELLES**

Chapitre II :

GÉNÉRALITÉS SUR LES HUILES ESSENTIELLES

II.1 Histoire des huiles essentielles

L'huile essentielle est très ancienne et assez universelle, son utilisation date de plus de 7000 ans (on trouve les premières traces chez les aborigènes d'Australie avec fumigation) preuve en est un alambic en terre cuite se retrouve au Pakistan datant de cette époque. On retrouve des inscriptions datant de 4000 ans en Mésopotamie et des écrits Égyptiens datant de 3500 ans. Les Égyptiens obtenaient les huiles essentielles en pressant les plantes. De nos jours, l'aromathérapie retrouve des lettres de noblesse grâce entre autres aux naturopathes, aux formations qui sont proposés aux médecins ainsi qu'aux recherches faites par les scientifiques (chimistes, agronomes) [23].

II.2 Définition des huiles essentielles

Il s'agit de substances volatiles instables et odorantes reçues des fleurs par distillation à la vapeur d'eau. Elles sont formées dans une grande variété de plantes comme marchandise du métabolisme secondaire. Les huiles essentielles sont des mélanges liquides très complexes. Elles ont des résidences et des modes d'utilisation précis et constituent le point de départ d'une nouvelle branche de la phytothérapie : l'aromathérapie.

Les huiles essentielles ont toujours occupé une place cruciale dans la vie quotidienne de l'homme, qui les utilisait beaucoup pour se parfumer, pour goûter les aliments ou peut-être pour se soigner [24].

II.3 Localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont déterminées dans tout le pays de la plante. Cependant, elles sont particulièrement abondantes dans les familles sûres : Conifères, Rutacées, Ombellifères, Myrtacées, Lamiacées, Poaceae. Tous les organes peuvent les inclure, notamment les sommités fleuries (lavande, menthe...), mais on les trouve dans les racines ou les rhizomes (vétiver, gingembre), dans l'écorce (cannelle), le bois (camphre), les fruits (poivrons), les graines (muscade) [25].

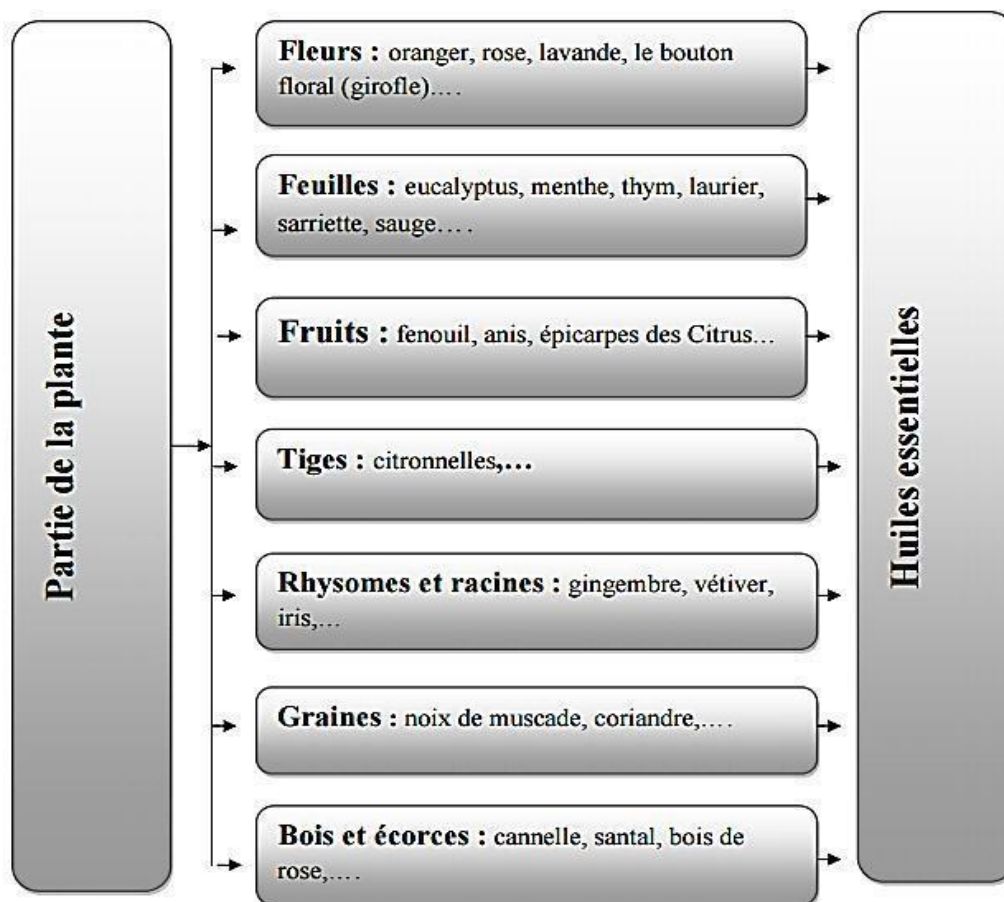


Figure II.1 : Provenance des huiles essentielles en fonction des différentes parties de plantes [25].

II.4 Intérêt thérapeutique, écologique et économique des huiles essentielles

L'utilisation des huiles essentielles dans des nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, Elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques en opposition aux maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple en opposition aux bactéries endocanales ou au niveau de la microflore vaginale (et du début fongique contre les dermatophytes, Cependant, elles ont également des résidences cytotoxiques, ce qui les rend semblables aux antiseptiques et aux désinfectants en tant que vendeurs d'antimicrobiens à large spectre. Dans les domaines phytosanitaire et alimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être utilisés pour protéger les vendeurs contre les champignons phytopathogènes et les micro-organismes qui envahissent les denrées alimentaires [24].

Les huiles essentielles jouent un rôle écologique dans les interactions plantes, plantes-animaux et pourraient même être utilisées comme support d'échange verbal par le biais de messages biologiques sélectifs. En effet, elles contribuent à l'équilibre des écosystèmes, font appel aux abeilles et aux insectes responsables de la pollinisation, protègent la végétation contre les herbivores et les rongeurs, ont des résidences antifongiques, antibactériennes et allopathiques dans les zones arides et peuvent servir de solvants bioactifs pour les composés lipophiles. Traditionnellement, des huiles essentielles sont offertes dans le processus de production de nombreux produits finis supposés être destinés aux clients. Ainsi, elles peuvent être utilisées dans l'entreprise alimentaire (desserts, biscuits, soupes, sauces, chewing-gums, bonbons, etc.) Pour goûter les aliments. Ils sont également utilisés dans l'industrie de la parfumerie, des cosmétiques et du savon. Ils sont également utilisés dans la fabrication d'adhésifs (colle, scotch...), dans la fabrication d'aliments pour animaux, dans l'industrie automobile, dans la préparation de sprays insecticides. L'homéopathie et l'aromathérapie sont des exemples courants d'utilisation des huiles essentielles dans la médecine d'opportunité, et leur popularité s'est considérablement améliorée ces dernières années [24].

II.5 Propriétés des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont employées depuis les temps les plus reculés pour leurs effets thérapeutiques les plus diversifiés. La diversité moléculaire des composants qu'elles contiennent, leur confère des rôles et des propriétés biologiques très variés. En effet, les hydrocarbures monos terpéniques présentent des propriétés antalgiques en usage percutané, vermifuge, emménagogue, antiseptique atmosphérique, antiparasitaire, ... Les hydrocarbures sesquiterpéniques présentent des effets anti-inflammatoires, calmants, hypotenseurs. Les pouvoirs offerts par les huiles essentielles sont innombrables et variés. Il serait impossible de les mentionner tous. La mise en évidence de leur activité biologique a fait l'objet de nombreuses études [26].

II.5.1 Propriétés biologiques

Le spectre de mouvement des huiles essentielles est très large, car elles agissent sur une grande variété de bactéries, comprenant celles qui augmentent la résistance aux antibiotiques. De plus, les espèces positives ayant un passe-temps antifongique vous

évitent le développement de champignons et des moisissures en les détruisant .Ces activités sont également variables d'une huile essentielle à l'autre et d'une pression à l'autre. Les huiles essentielles agissent aussi bien sur les bactéries Gram- positif que sur les microorganismes Gram-négatifs. Cependant, les microorganismes à Gram négatif semblent moins sensibles à leurs mouvements, ce qui est directement lié à la forme de leur paroi mobile. Sauf quelques exceptions, comme par exemple *Aeromonas hydrophila* et *Campylobacter jejuni* qui ont été décrites comme particulièrement sensibles à l'action des huiles. Néanmoins, *Pseudomonas aeruginosa*, bactérie à Gram négatif, reste la moins active vis-à-vis des essences végétales [26].

Les molécules aromatiques telles que les phénols suivis par les aldéhydes puis les cétones viennent ensuite les alcools puis les éthers possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé. En général l'action de l'essence se déroule en trois étapes distinctes :

- ❖ Augmentation de la perméabilité suivie par la perte des constituants cellulaires par attaque de l'huile essentielle sur la paroi bactérienne ;
- ❖ Blocage de la production de l'énergie cellulaire et de la synthèse des composants de structure par acidification de l'intérieur de la cellule ;
- ❖ Mort de la bactérie par destruction de son matériel génétique [26].

II.5.2 Propriétés médicinales

Les huiles essentielles ont de nombreuses et diverses vertus médicinales. La plupart des composants des huiles essentielles ont un pouvoir antimicrobien, ce qui explique leur utilisation comme antiseptiques. D'autres ont des propriétés digestives ou antispasmodiques, sédatives, de récupération, etc. Ces activités sont principalement dues à leurs matières terpéniques.

En outre, de nombreuses huiles essentielles présentent une activité contre tous les différents types de traitement et sont très utilisés pour traiter les troubles articulaires inflammatoires. . Elles ont pour but de renforcer et de stimuler les défenses immunitaires de l'homme ou de la femme. C'est dans ce sens que l'on a pu dire que les essences aromatiques étaient cytophylactiques (protectrices des cellules vivantes). Par ailleurs, certaines huiles essentielles présentent des activités anti-tumorales et sont adoptées dans le traitement préventif de certains types de cancers (Nigelle, Mélisse officinale) [26].

II.6 Composition chimique des huiles essentielles

L'observation de la composition chimique des huiles essentielles suggère qu'elles peuvent être compliquées et les combinaisons variables d'éléments sont dues uniquement à deux organismes caractérisés par des origines biogénétiques : les terpénoïdes et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane [25].

II.6.1 Les terpénoïdes

La période terpène rappelle la première extraction réelle de cette forme de composé dans la térébenthine. Les terpénoïdes des huiles essentielles, sont celles qui ont un poids moléculaire peu élevé, c'est-à-dire le maximum des molécules volatiles. Ils portent dans la plupart des cas les composants globaux $(C_5H_8)_n$. Selon les valeurs de n , nous avons les hémiterpènes ($n=1$), les monoterpènes ($n=2$), les sesquiterpènes ($n=3$), les triterpènes ($n=6$), les tétraterpènes ($n=8$) et les polyterpènes. Les parties des huiles critiques sont très variées. On y trouve en plus de terpènes, des hydrocarbures, des esters, des lactones, des aldéhydes, des alcools, des acides, des cétones, des phénols, des oxydes et autres [25].

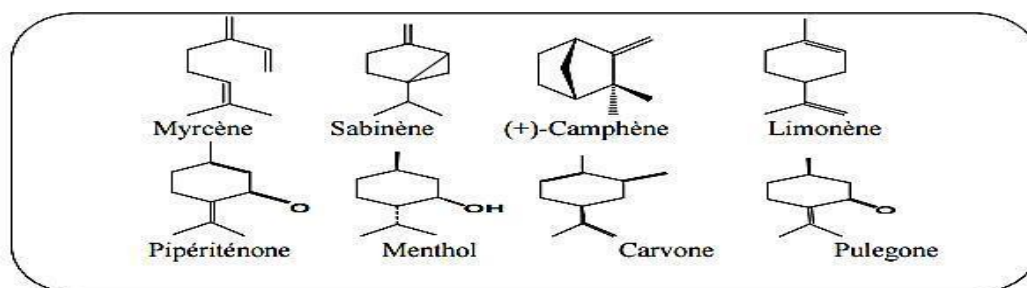


Figure II.2 : Structure chimique de quelques monoterpènes extraits des huiles essentielles [25].

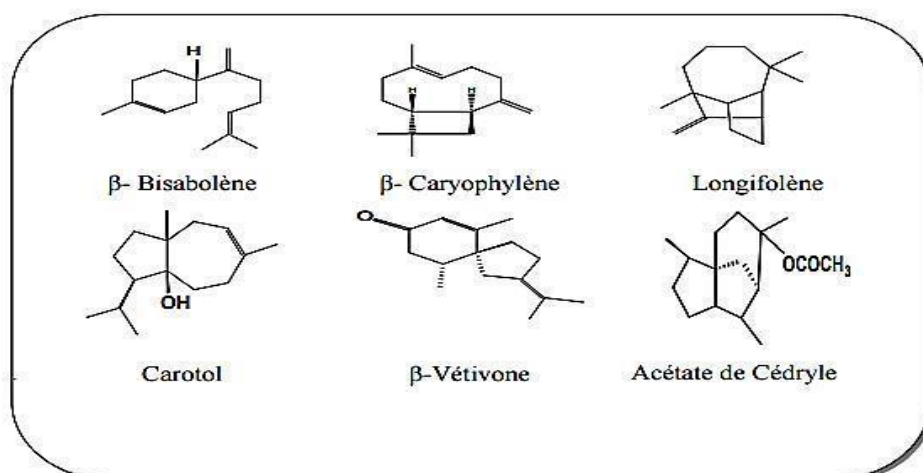


Figure II.3 : Structure chimique de quelques sesquiterpènes extraits des huiles essentielles [25].

II.6.2 Les composés aromatiques

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont beaucoup moins présents dans les huiles essentielles. Cependant, ils sont considérés comme une institution cruciale du fait qu'ils peuvent être généralement responsables des caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles. Très souvent, ils peuvent être de l'allyle et du propénylphénol. Nous pouvons citer comme exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle [25].

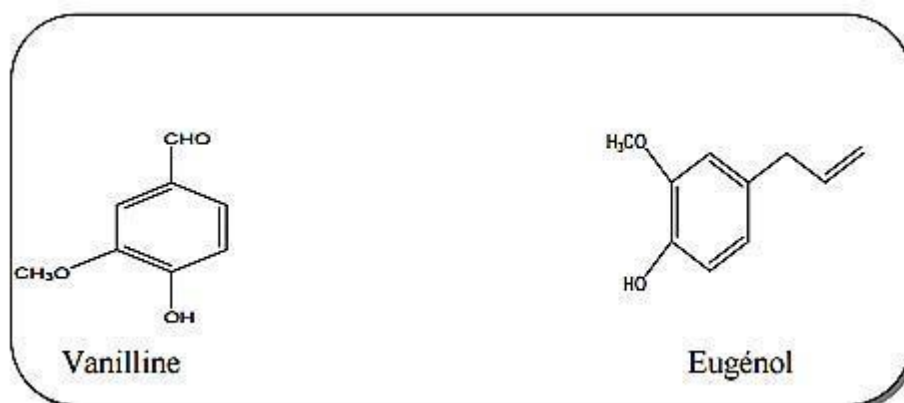


Figure II.4 : Structure chimique de quelques composés aromatiques extraits des huiles essentielles [25].

II.6.3 Les composés d'origines diverses

En raison de leur méthode d'extraction, les huiles essentielles peuvent en outre contenir divers composés aliphatiques, généralement de faible poids moléculaire, qui peuvent être entraînés par hydro distillation. Ces produits peuvent être de l'azote, du soufre, des carotènes ou des acides gras [25].

Alcools : Menthol, géraniol, linalol,...

Aldéhydes : Géraniol, citronellal,...

Cétones : Camphre, pipéritone

Phénols: Thymol, carvacrol ...

Esters : Acétate de géranyle,...

Acides : Acide gérannique,...

Oxydes : 1,8-cinéole,...

Phénylpropanoïdes ; Eugénol.

Terpènes : Limonène, para-cymène,...

Autres : Ethers, composés soufrés, composés azotés, sesquiterpène,...

II.6.4 Les chémotypes

La compréhension des chémotypes d'une huile essentielle et de leur comportement est importante car elle permet de mettre en évidence l'activité pharmacologique, de prédire également la pharmacocinétique et la biodisponibilité. La composition chimique de l'huile essentielle pour une espèce botanique donnée n'est pas immuable. Les huiles essentielles sont élaborées par la plante aromatique à l'intérieur des cellules sécrétoires. Leur élaboration est absolument dépendante du rayonnement solaire. Leur absence affecte le rendement des produits parfumés et leur nature. En sa présence, et surtout en fonction de la présence de tel ou tel rayonnement, les styles des composants peuvent varier considérablement chez les mêmes espèces. Par exemple, le basilic cultivé en pleine lumière à Madagascar a un taux de chavicol de 57% alors que la même plante cultivée à l'abri de la lumière en contient 74%. Cette variabilité peut être influencée également par la composition du sol et la position géographique; le *Lippia mutiflora* récoltée au Togo a

révélé les chémotypes à citral, à thymol (acétate de thymyle), à para-cymène, à 1-8 cinéole [25].

II.7 Facteurs de variabilité de la composition chimique des huiles essentielles

Etant constituées de mélanges typiquement compliqués, les huiles essentielles présentent une variabilité remarquable, tant dans leur composition que dans le rendement des plantes d'origine. Cette variabilité est essentielle car les activités biologiques qui résultent des huiles essentielles peuvent être très différentes. La variabilité peut être définie par divers facteurs d'origine intrinsèque, propres au bagage génétique de la plante ou extrinsèques, liés aux situations de croissance et de développement de la plante [27].

II.7.1 Facteurs intrinsèques

Une huile essentielle doit avant tout être liée au tissu botanique dont elle provient pour éviter toute dénomination trompeuse de la matière végétale. Une huile essentielle peut être extraite de plusieurs parties de la plante. Cependant, la quantité et la qualité varient, d'où la nécessité de spécifier le nom de la partie utilisée. Le rendement et la composition chimique d'une huile vitale varient également en fonction du cycle végétatif. En effet, pour une espèce donnée, la teneur en matière des composants extraordinaires de l'huile essentielle peut varier remarquablement au cours du cycle végétatif en ce qui concerne l'âge de la plante et la période ou la saison de récolte. Dans d'autres expressions, certains composants sont déterminés en abondance à des durées précises par rapport à d'autres. Par exemple, selon le mois de la récolte, la *Saturere montana*, dont l'essence est utilisée en pharmacie, produit 60% de carvacrol au mois de janvier contre 10% au mieux en octobre [27].

L'origine géographique peut également avoir une influence sur la composition chimique des huiles essentielles. C'est le cas du jasmin par exemple, dont la composition diffère qu'il est cultivé ou non en France, en Italie ou en Algérie. Le polymorphisme chimique "sortes chimiques ou formes physiologiques" est également un des éléments intrinsèques essentiels. Il est mis en évidence alors que les mêmes espèces cultivées dans un même lieu pourraient avoir des compositions chimiques distinctes : ce sont des chémotypes. Ce phénomène de variabilité chimique a été observé chez plusieurs espèces, dont *Melaleuca quiquenervia*, ce qui permet la possibilité d'une sélection de la biodiversité [27].

II.7.2 Facteurs extrinsèques

La composition en huile essentielle dépend des conditions environnementales, plus précisément, du sol et du climat. En ce qui concerne le sol, le développement de la partie aérienne de la plante est fonction de celui du système racinaire et de son activité. Or la forme des racines, leur répartition dans le sol, leur vitesse d'extension, la variation de la composition chimique des huiles essentielles dépendent de la texture du sol, de sa structure, de sa teneur en eau ou de sa température. C'est ainsi, par exemple, que deux plantes de la même espèce récoltée à la même période sur des sols différents, ont une composition chimique et une teneur en huile essentielle variables. Pour ce qui est du climat, l'ensemble de température, précipitations et lumière agit non seulement sur la croissance et le développement de la plante mais aussi, sur la qualité des substances élaborées au niveau de la plante. D'autres facteurs tels que, les techniques sylvicoles (la densité de plantation, l'irrigation, l'utilisation d'engrais, les traitements phytosanitaires, les techniques de récolte...), les méthodes d'extraction utilisées ou encore le stockage des matières premières avant distillation peuvent influencer la composition et le rendement des huiles essentielles. En ce qui concerne ce dernier facteur, des pertes considérables d'huile essentielle peuvent être constatées lors d'un stockage prolongé au congélateur. Par ailleurs, le temps de stockage des huiles essentielles après extraction tend aussi à modifier leur composition. Les huiles essentielles se conservent entre 12 et 18 mois après leur obtention car avec le temps leurs propriétés tendent à décroître [27].

II.8 Contrôle de qualité

Les huiles essentielles doivent répondre à des normes d'analyse, établies par le biais de commissions nationales et mondiales de spécialistes et imposées par les pays importateurs ou exportateurs. Les facteurs de manipulation à accomplir pour vous éviter la falsification des huiles essentielles et pour éviter la confusion entre les espèces distinctives concernent le fondement géographique, l'espèce botanique, l'organe de fabrication (feuilles, plantes, résultat final, écorce...) et les caractéristiques physico-chimiques (couleur, odeur, densité et indice de réfraction). Tout cela permettra l'utilisation d'une appellation dans la nomenclature botanique et valable au niveau international [28].

L'Institut de Normalisation Scientifique d'Aromatologie INSA a retenu trois critères pour conférer aux huiles essentielles le label «HEBBD» : **H**uile **E**ssentielle **B**otaniquement et **B**iochimiquement **D**éfinie. Il s'agit de :

- L'espèce botanique ;
- L'organe producteur ;
- Le chémotype ou chimiotype de la plante [28].

II.8.1 L'espèce botanique

Il s'agit du nom latin complet de la plante distillée à l'origine de l'extraction de l'huile essentielle. Par exemple, dans le terme «lavande», il y a plusieurs espèces dont on extrait des huiles essentielles différentes. Le nom complet sera composé par conséquent :

- Du genre : ex : *lavandula*
- D'une épithète qualitative : ex : *spica, vera...*
- Et parfois de la variété si elle existe : ex : *var fragans*, étant donné que la composition et les propriétés des huiles essentielles peuvent varier d'une variété à l'autre. C'est le cas des eucalyptus où plus de 500 espèces différentes portant toutes le nom de genre Eucalyptus sont recensées dans le monde [28].

II.8.2 L'organe producteur

Selon l'organe de fabrication, l'huile vitale pourrait avoir des propriétés et des utilisations absolument distinctes. C'est le cas de l'oranger aigre : *citrus aurantium var. amara* qui fournit des huiles essentielles exclusives, l'une à partir de ses feuilles, une autre de ses fleurs et une essence extraite de la peau de l'écorce de son résultat final. Ces trois substances parfumées se distinguent par leur composition, leur parfum, leur domicile médicinal... [28].

II.8.3 Le chémotype ou chimiotype de la plante

Il indique le composant biochimique majoritaire et distinctif présent dans l'huile essentielle.

Il permet ainsi de différencier entre les huiles essentielles extraites d'une même espèce botanique mais de composition biochimique différente et par conséquent aux propriétés différentes [28].

En effet, deux plantes identiques peuvent produire des essences plus au moins différentes, selon les conditions de culture : ensoleillement, composants du sol, saison... Le chémotype est retrouvé grâce à une analyse chromatographique et spectrométrique identifiant les molécules contenues dans l'huile essentielle. Par exemple, pour le thym (*thymus vulgaris*), l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* chémotype *thujanol* possède des propriétés anti-infectieuses avec une action stimulante et régénératrice au niveau hépatique, alors que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* chémotype *thymol* est antibactérienne mais hépatotoxique à doses élevées [28].

II.9 Applications des huiles essentielles

II.9.1 En agroalimentaire

Dans l'industrie alimentaire, le maintien des aliments sans toucher à leurs qualités organoleptiques sont un objectif clé. Les huiles essentielles sont actuellement valorisées en industrie alimentaire, en raison de leur effet antimicrobien à l'égard des microorganismes d'altération et les principaux pathogènes, ainsi que la *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Shigella dysenteria*, *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*. D'autre part, les huiles essentielles sont largement utilisées en agroalimentaire comme exhausteurs de goût [29].

II.9.2 En cosmétique

Avant la mise en évidence de leurs propriétés médicinales, les huiles essentielles ont été largement exploitées en industrie cosmétique grâce à leurs caractères organoleptiques, principalement leur odeur agréable et persistante. Cette propriété aromatique est attribuée à l'ensemble de molécules volatiles issues des plantes aromatiques. En outre, le potentiel aromatisant des huiles essentielles est également appliqué dans des produits pharmaceutiques, notamment dans les solutions et lotions de l'hygiène buccodentaire telles que les dentifrices et les bains de bouche. L'utilisation des huiles essentielles dans des

produits cosmétiques, telles que les crèmes et les gels, est non seulement dans le but de les parfumer, mais aussi pour la conservation de ces produits [29].

II.9.3 En pharmacologie

Grâce à leurs propriétés aromatisantes et antiseptiques, les huiles essentielles ont été largement utilisées dans les bains de bouche conçus pour l'hygiène buccodentaire. Les préparations à base du Thymol, d'Eucalyptol et du Menthol sont parmi les plus utilisées depuis longtemps dans le monde, surtout aux États-Unis. Cependant, c'est juste en 1987 que les bains de bouche préparés à base des huiles essentielles ont été approuvés par l'association dentaire américaine (ADA), attribué à leur efficacité antimicrobienne et leur sûreté parmi les bains de bouche les plus connus au monde, on donne l'exemple de la *Listerine* qui est une solution constituée d'huile essentielle de Thymol et d'Eucalyptol utilisée pour le lavage de la cavité orale et les dents [29].

Chapitre III :
**MÉTHODES
D'EXTRACTION DES
HUILES ESSENTIELLES**

Chapitre III :**MÉTHODES D'EXTRACTION DES HUILES ESSENTIELLES**

L'extraction d'une l'huile essentielle est une opération complexe et délicate. Elle a pour but de capter et recueillir les produits les plus volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et cela sans en altérer la qualité. Pour mesurer la difficulté de l'entreprise, il suffit de garder présente à l'esprit la rapidité avec laquelle se dégage, puis disparaît ou se dénature, le parfum d'une fleur, même la plus odorante, lorsqu'on en a froissé les pétales. Une fois la cuticule cireuse des poches épidermiques brisée, l'essence s'en échappe et plusieurs molécules odorantes se dispersent dans l'air ambiant [30].

III.1 Entraînement à la vapeur d'eau

C'est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles (Figure III.1). Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en une phase aqueuse et une phase organique. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile essentielle. De plus, le parfum de l'huile essentielle obtenue est plus délicat et la distillation, régulière et plus rapide, fait que les notes de tête sont riches en esters. Les fractions dites « de tête », fragrances très volatiles dues à des molécules légères, apparaissent en premier. Le plus souvent, une demi-heure permet de recueillir 95% des molécules volatiles, ce qui suffit aux besoins de l'industrie et de la parfumerie, comme pour la lavande. L'emploi en aromathérapie impose de prolonger l'opération aussi longtemps qu'il est nécessaire afin de récupérer la totalité des composants aromatiques volatils [31].

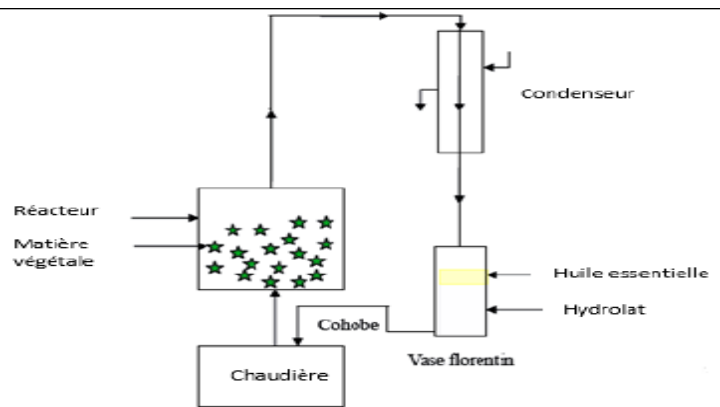
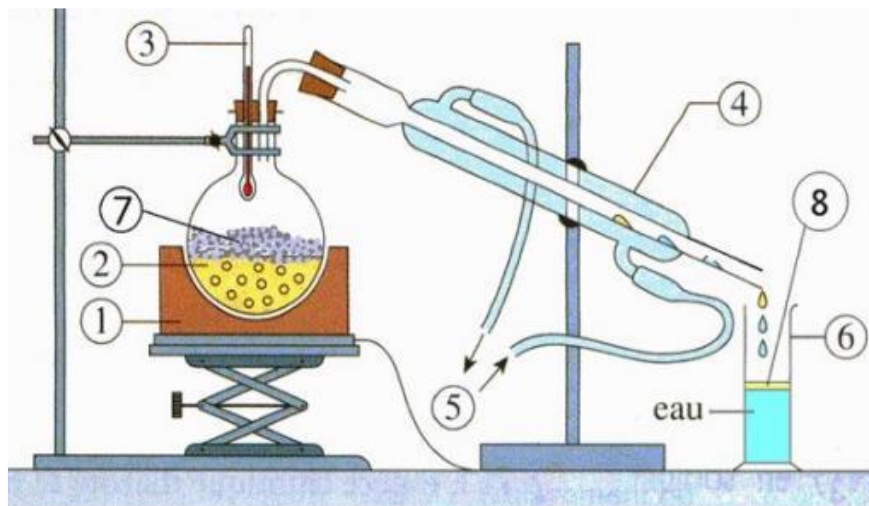


Figure III.1 : Principe schématisé de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau [31].

III.2 Extraction par hydrodistillation

Elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau et l'ensemble est porté à ébullition (Figure III.2). Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans cohobage des eaux aromatiques obtenues lors de la décantation. Ce procédé présente des inconvénients dus principalement à l'action de la vapeur d'eau ou de l'eau à l'ébullition. Certains organes végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau et par hydrodistillation [32].



- 1- Chauffe ballon
- 2- Ballon
- 3- Thermomètre
- 4- Réfrigérant

- 5- Entrer et sortie d'eau de refroidissement
- 6- Epreuve graduée
- 7- Matière à extraire l'essence
- 8- La couche d'huile essentielle

Figure III.2 : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation [33].

III.3 Extraction par solvant

Elle consiste à faire passer, par solubilisation, la substance à extraire dans un solvant. Celui-ci peut être de l'eau, mais généralement il s'agira d'un solvant organique : éthanol, cyclohexane, éther de pétrole, toluène, etc. Dans l'extraction par solvant, les plantes sont mélangées à un solvant. Les composés à extraire étant emprisonnés dans la cellule par la membrane cellulaire, il faudra donc des solvants capables de la traverser. En plus, il arrive que des traces de solvant soient présentes dans les molécules à extraire ou bien dans la matière végétale après traitement.

L'extraction par solvant fait intervenir trois étapes :

1. *La mise en contact* du solvant avec la substance contenant le composé à extraire : elle peut se faire directement par le solvant d'extraction ou en faisant intervenir d'abord l'eau. On fait alors agir le solvant sur une décoction, une infusion ou une macération ;
2. *La décantation* : est réalisée à l'aide d'une ampoule à décanter. En fonction de la nature du solvant utilisé et en particulier de sa densité par rapport à celle de l'eau (1,00), la phase organique à récupérer se situera au-dessus ou en dessous ;
3. *Le séchage et la filtration* : afin d'éliminer le peu d'eau susceptible d'avoir été retenue dans la phase organique, on fait agir un déshydratant. On filtre ensuite pour ne recueillir que la phase organique exempte d'eau. Généralement, on fait ensuite évaporer le solvant pour récupérer l'extrait seul, il faudra donc aussi que le solvant soit volatil (température d'ébullition faible) [34].

Tableau III.1 : Avantages et inconvénients de quelques solvants d'extraction [34].

<i>Solvants</i>	<i>Température D'ébullition (°C)</i>	<i>Densité</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
Cyclohexane	81	0,78	Peu toxique	Facilement inflammable
Dichloro-1,2-éthane	89	1,26	Peu inflammable	Modérément toxique, vapeurs irritantes
Dichlorométhane	40	1,34	Facile à éliminer	Forme des émulsions, nocif
Ether éthylique	35	0,71	Facile à éliminer	Très inflammable

Hexane	69	0,66	Facile à éliminer	Très inflammable
Pentane	36	0,63	Facile à éliminer	Très inflammable
Toluène	111	0,87	Peu toxique	Inflammable
Trichloréthylène	87	1,46	Ininflammable	Modérément toxique

III.4 Extraction par expression à froid

L'expression à froid est une méthode d'extraction qui s'effectue sans chauffage. Elle est apparue au cours du XIX^{ème} siècle, en Italie, puis s'est développée au Brésil, en Californie et en Floride. Utilisée uniquement pour les agrumes, en raison de la localisation de leurs huiles essentielles, il suffit de procéder à une forte pression hydraulique de la substance végétale. L'huile essentielle contenue dans de petites glandes du zeste est alors séparée du jus de son fruit par un système mécanique. Aujourd'hui, il existe plusieurs systèmes d'extraction qui consistent à gratter mécaniquement les peaux gorgées d'essence. L'essence entraînée par de l'eau, subit ensuite une décantation pour en être séparée. Les huiles essentielles obtenues par ce procédé sont celles de citron, de pamplemousse, de bergamote ou encore de bigarade. Ce procédé d'extraction est simple et ne modifie pas le produit obtenu, c'est pourquoi on appelle ce dernier «essence» et non huile essentielle. Grâce à l'obtention d'un produit intact, les essences produites par expression à froid sont plus souvent utilisées dans le domaine thérapeutique que les huiles essentielles. Notamment en aromathérapie car la qualité des essences obtenues manuellement est incomparablement supérieure à celle des essences obtenues par les procédés actuels. Cependant, cette technique a aussi des points négatifs. La durée de vie d'un produit obtenu par expression à froid est courte. En effet, elle ne dépasse guère 6 mois dans la plupart des cas. De plus, seule la famille des agrumes peut être soumise à ce genre d'extraction et le matériel doit être remplacé régulièrement. Par ailleurs, une bonne maîtrise est nécessaire, la main d'œuvre est donc coûteuse. Ainsi, nous pouvons dire que la rentabilité de l'extraction par expression à froid est faible par rapport aux procédés actuels [35].



Figure III.3 : Schéma de l'extraction par expression à froid [35].

III.5 Extraction par enfleurage

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Il consiste à déposer des pétales de fleurs fraîches sur des plaques de verre recouvertes de minces couches de graisse (graisse animale type saindoux). Selon les espèces, l'absorption des huiles essentielles des pétales par le gras peut prendre de 24 heures (Jasmin), à 72 heures (Tubéreuse). Les pétales sont éliminés et remplacés par des pétales frais jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous vide. Pour certaines plantes, on procède à une immersion des fleurs dans de la graisse chauffée, c'est ce que l'on appelle enfleurage à chaud ou « *digestion* ». Cette méthode appelée également macération à chaud par d'autres auteurs est surtout utilisée pour les fleurs délicates qui perdent leurs arômes très rapidement après la cueillette, comme les violettes et certains lys. Cette technique laborieuse, qui demande une grande labilité, est de moins en moins employée au profit de l'extraction par les solvants, en raison de son faible rendement et de l'importante main d'œuvre qu'elle nécessite [36].

III.6 Extraction par CO₂

L'extraction au CO₂ est une technique beaucoup plus récente que la distillation qui, elle, date de plusieurs siècles. Elle s'est développée au début des années 1980 et *Pierre Franchomme* l'a introduite dans le domaine de l'aromathérapie au début des années 2000. À la place de la vapeur d'eau comme fluide d'extraction, le procédé fait appel aux remarquables propriétés d'un solvant « *vert* » totalement neutre, sans odeur, sans saveur, non toxique et non polluant : le CO₂ naturel (dioxyde de carbone, couramment appelé gaz carbonique) mis dans un état particulier qu'on appelle « *supercritique* ». Il s'agit d'un état

intermédiaire entre celui de gaz et de liquide, obtenu à des basses températures voisines de l'ambiante (la température critique est de 31 °C) et à des pressions élevées (la pression critique est de 74 bars) mais facilement atteignables avec les technologies disponibles aujourd'hui [37].

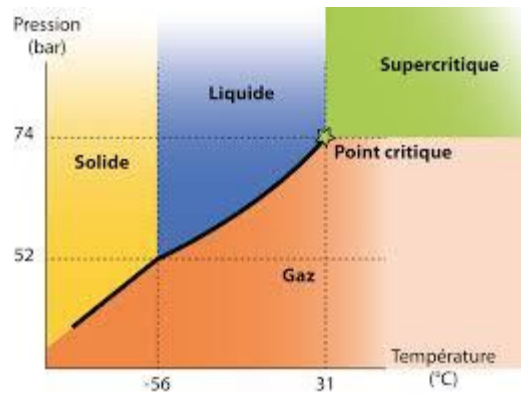


Figure III.4 : Schéma état supercritique [37].

L'état supercritique permet au CO₂ de pénétrer au cœur des cellules végétales et de se charger des molécules aromatiques, dont il se sépare ensuite complètement en retournant à l'état gazeux. L'extraction au CO₂ supercritique s'effectue à basse température (environ 30 °C) évitant ainsi toute altération des principes extraits. En faisant varier les conditions de pression et de température, il est possible :

1. de cibler des composants particuliers recherchés pour leurs vertus en procédant à une extraction sélective de la partie volatile ;
2. ou au contraire d'extraire l'intégralité des principes actifs regroupant le *totum* des composés lipophiles, y compris les molécules volatiles les plus lourdes et une fraction de lipides dans le cas de graines.

En fin de processus, le CO₂ est récupéré totalement, ce qui en fait une méthode d'extraction très écologique, avec un solvant complètement recyclé [37].

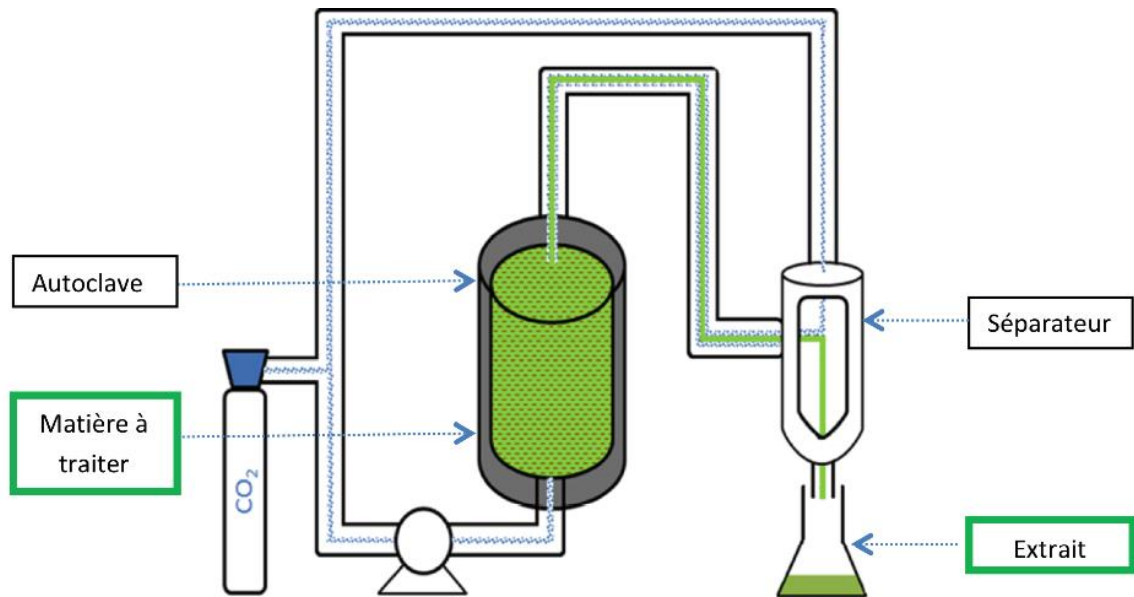


Figure III.5 : Schéma simplifié d'extraction par CO_2 supercritique [37].

III.7 Extraction par micro-ondes

Le procédé d'extraction par micro-ondes appelé *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 [26].

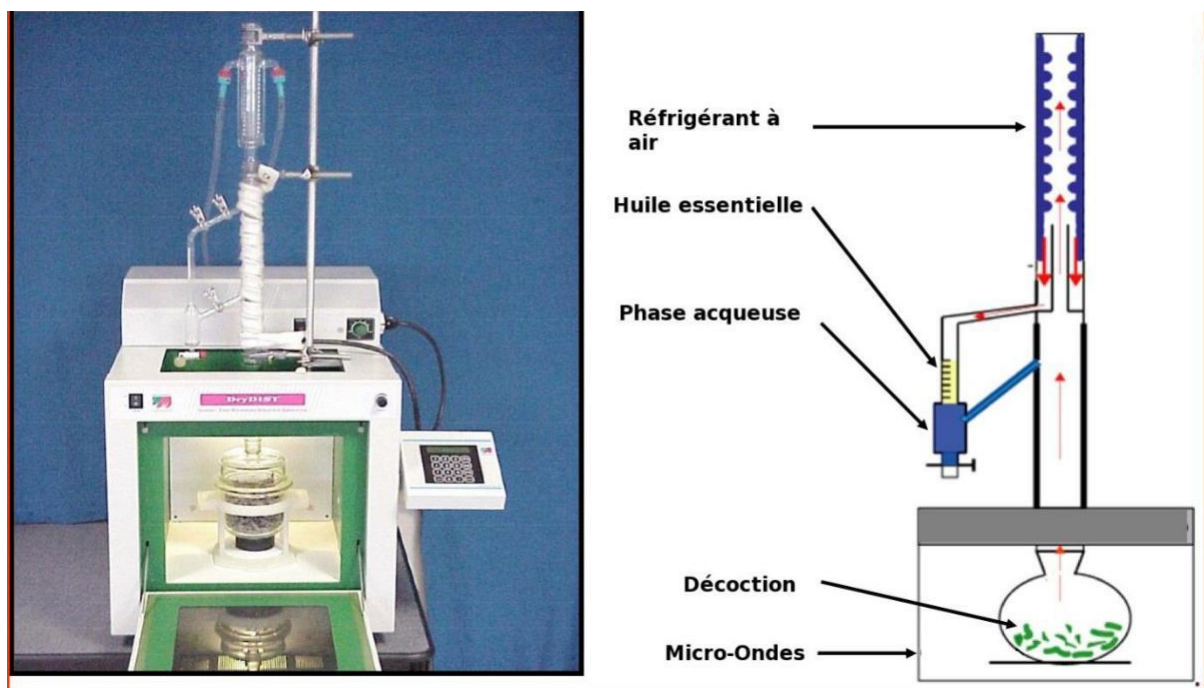


Figure III.6 : Montage d'extraction par micro-ondes [26].

Chapitre IV :
**ANALYSE DES HUILES
ESSENTIELLES**

Chapitre IV :

ANALYSE DES HUILES ESSENTIELLES

IV.1 Méthodes analytiques

Le double objectif identification/quantification consiste à déterminer la composition chimique de chaque huile essentielle et extraits par différentes méthodes analytiques spectroscopique et/ou chromatographiques. De manière conventionnelle, l'étude de la composition chimique d'un mélange naturel complexe peut être réalisée selon différentes voies [38].

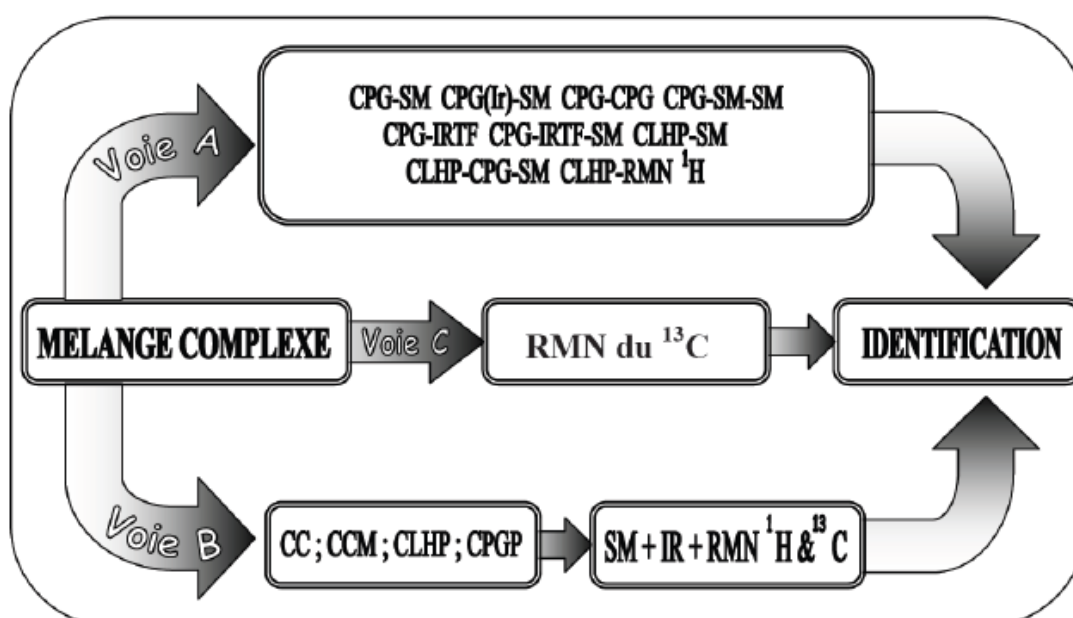


Figure IV.1 : Méthodes d'analyses d'un mélange complexe [38].

La voie A est particulièrement bien adaptée aux analyses de routine (par exemple, contrôle de la qualité) d'échantillons d'huiles essentielles ou d'extraits végétaux dont les constituants ont déjà été décrits dans la littérature. Elle fait intervenir le couplage «en ligne» d'une technique chromatographique (CPG, CLHP), qui permet l'individualisation et la quantification des constituants, avec une technique spectroscopique (SM, IRTF, ...), qui permet leur identification par combinaison de leurs données spectrales avec celles de produits connus.

La voie B, en deux étapes, s'impose lorsque les constituants d'un mélange présentent des difficultés d'identification (structures complexes et/ou très proches). Ainsi, le travail d'analyse comporte une étape préalable de purification de tous les composés par différentes techniques chromatographiques suivie d'une étude spectroscopique, incluant la RMN du ^1H et du ^{13}C , en vue de leur identification [38].

Enfin, l'analyse peut également être menée selon la voie C, plus récente, qui met en œuvre la Résonance Magnétique Nucléaire du ^{13}C (RMN) pour l'identification des composés en mélange sans séparation préalable ou précédée d'une étape de fractionnement réduite au minimum. Cette technique peut également être employée pour la quantification des constituants lorsque celle-ci ne peut être réalisée par les méthodes usuelles [38].

IV.2 La chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une méthode d'analyse par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition [39]. Les progrès technologiques réalisés dans le domaine des colonnes capillaires, des phases stationnaires et des détecteurs ont contribué à rendre la CPG incontournable pour la caractérisation des huiles essentielles [38].

La chromatographie en phase gazeuse est constituée de trois modules : un injecteur, une colonne capillaire dans le four et un détecteur. Le mode d'injection le plus répandu est l'injection en «*split*» ou injection avec «*division de flux*», il est utilisé pour l'analyse de solutions concentrées. L'injection se fait à haute température. L'échantillon est rapidement introduit dans l'injecteur où il est instantanément vaporisé et mélangé au gaz vecteur (hélium, azote, argon, ou hydrogène). Une électrovanne permet de régler le débit de fuite. Ce procédé permet de faire en sorte qu'une fraction importante du flux gazeux soit évacuée, diminuant ainsi la quantité d'échantillon qui pénètre dans la colonne et évitant de saturer la phase stationnaire [40].

Le four contient l'élément clé de la séparation chromatographique la colonne analytique. Cette colonne peut être de deux types : colonne remplie ou colonne capillaire. Dans le cas des huiles essentielles, les colonnes capillaires semblent plus adaptées ; elles sont en métal, en verre ou plus souvent en silice fondue. Les substances de l'échantillon traversent la totalité de la colonne où est placée la phase stationnaire. Les constituants d'un mélange sont séparés en fonction de leur polarité si la phase stationnaire est polaire, de leur volatilité si cette dernière

est apolaire. Leurs différences de propriétés physicochimiques leur confèrent des vitesses d'élution et ils sont alors détectés et enregistrés. La chromatographie en phase gazeuse permet donc de séparer un mélange gazeux complexe par succession continue d'équilibre entre phase mobile gazeuse et phase stationnaire [41].

Le développement des phases stationnaires et de la CPG multidimensionnelle a permis de surmonter certaines difficultés rencontrées dans la séparation et l'identification des composés dans les huiles essentielles. Ainsi, la CPG bidimensionnelles (CPG/CPG), mettant en ligne deux colonnes capillaires, permet la séparation, l'identification et la quantification de composés minoritaires pouvant co-éluer avec les composés plus abondants. L'échantillon est injecté dans la première colonne, puis les composés co-élus sont transférés dans une deuxième colonne pour être séparés [42].

IV.3 La spectrométrie de masse (SM)

La spectrométrie de masse permet l'identification et la quantification des composés. Il existe de nombreux types de spectromètres de masse ; tous ont en communs trois éléments : une source, un analyseur et un détecteur. La source est la partie du spectromètre de masse où sont produits des ions gazeux à partir des molécules introduites. En couplage avec la chromatographie en phase gazeuse, où les composés sont élués arrivent aux spectrométries à l'état gazeux, les sources utilisées sont dites à «*ionisation électronique*» (IE) ou à «*ionisation chimique*» (IC). La source est maintenue à une température élevée (généralement comprise entre 100 et 250 °C) pour éviter la condensation des substances [40].

Les ions sont ensuite dirigés vers la partie analytique de l'appareil. Dans la spectrométrie de masse, les ions sont séparés selon leur ration « *masse/charge* », à l'aide d'un champ magnétique ou électrique [41].

IV.4 Analyse par des couplages « *en ligne* » : voie A

Nous allons décrire les différents couplages utilisés dans des domaines très divers entre une technique chromatographique et une technique spectroscopique. Cette partie traitera dans un premier temps des différents couplages avec une technique de chromatographie en phase gazeuse et dans un deuxième temps avec une technique de chromatographie en phase liquide [43].

IV.4.1 La CPG et les indices de rétention

La CPG est une méthode de séparation mais aussi d'analyse. En effet, les temps de rétention peuvent donner une information sur la nature des molécules et les aires des pics fournissent une quantification relative. Depuis peu de temps, la quantification relative par CPG est remise en cause. En effet, l'utilisation des détecteurs les plus répandus à ionisation de flamme (DIF) et/ou de spectrométrie de masse (DSM), ne donnent pas un facteur de réponse unique. Pour certaines familles de composés chimiques, il peut y avoir une erreur relative pouvant atteindre 60%. En effet, le squelette et surtout la composition élémentaire des constituants organiques influent sur le facteur de réponse. Ainsi des méthodes de quantification réelle avec étalons interne et externe qui sont quasiment les seuls utilisés aujourd'hui et développées pour répondre aux exigences de la pharmacie, la cosmétique, l'agro-alimentaire et surtout le domaine de la recherche scientifique [43].

IV.4.2 Couplage d'une technique chromatographique avec une technique spectroscopique

IV.4.2.1 Les couplages CPG-SM, CPG-SM (ICP) et CPG-SM (ICN)

D'un point de vue analytique, d'important progrès ont été réalisés en couplant la CPG avec un spectromètre de masse (SM). En effet, le couplage CPG-SM en mode impact électronique (IE), dit CPG-SM (IE), est la technique utilisée en routine pour l'analyse dans le domaine des huiles essentielles. Le principe de la spectrométrie de masse consiste à bombarder à l'aide d'électrons une molécule qui sera fragmentée ; les différents fragments obtenus, chargés positivement constituent le spectre de masse de la molécule. Cette technique permet d'identifier un composé en comparant son spectre à ceux contenus dans des bibliothèques de spectres informatisées ou sous format papier construites au laboratoire ou commerciales [43].

IV.4.2.2 Le couplage CLHP-SM

La Chromatographie Liquide Haute Performance s'adresse à des substances peu ou pas volatiles et parfois thermolabiles ou polaires. Le couplage CLHP-SM a été utilisé pour l'identification d'esters sesquiterpéniques, d'alcaloïdes, xanthines, des séco-iridoïdes, dans des extraits méthanoïques mais aussi des psoralènes et des flavones à partir d'huiles essentielles. D'autres travaux ont mis en œuvre ce couplage pour l'analyse de terpènes (diterpènes acides

ou glycosylés, triterpènes) dans des extraits au dichlorométhane de plusieurs espèces de Potamogeton, ou bien encore de composés phénoliques dans des vins rouges de Sardaigne. Il est cependant à noter que l'utilisation de conditions opératoires très variées surtout concernant les colonnes ne permet pas des comparaisons faciles. Par exemple, la séparation par CLHP, de deux alcaloïdes : hyoscyamine et scopolamine a fait l'objet depuis le premier article publié en 1976 de plus d'une centaine de publications [38].

IV.4.2.3 Le couplage CLHP-RMN ^1H

La RMN du ^1H apporte des informations extrêmement précieuses sur la structure des molécules, mais présente l'inconvénient d'être beaucoup moins sensible que les techniques spectroscopiques décrites précédemment (surtout SM). Néanmoins, la mise en œuvre d'un couplage CLHP-RMN ^1H a été rendu possible grâce au développement d'aimants supraconducteurs de plus en plus puissants (jusqu'à 23,5 Tesla), permettant ainsi d'abaisser le seuil de détection pour les composés à des valeurs de l'ordre du nano-gramme. Ce couplage a aussi été rendu possible grâce au développement de colonnes capillaires dont la faible consommation en éluant permet d'employer des solvants deutérés, évitant ainsi d'avoir recours à des techniques d'irradiations sélectives. La CLHP-RMN ^1H est utilisée selon deux modes : le «*flux interrompu*» (*stopped flow*) et le «*flux continu*» (*continuous flow*). Dans le premier mode, l'élution est arrêtée lorsqu'un constituant est présent dans la sonde du spectromètre alors que dans le second l'acquisition des données est faite tout au long du passage du flux chromatographique dans la cellule RMN [43].

Chapitre V :
PLANTE ÉTUDIÉE :
SALVIA OFFICINALIS L.

Chapitre V :

PLANTE ÉTUDIÉE : *SALVIA OFFICINALIS* L.

V.1 Définition

Salvia officinalis est une plante annuelle et biannuelle d'origine méditerranéenne de la famille des labiées. Il existe environ 900 espèces identifiées autour du monde. En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont dans l'ordre d'une trentaine plusieurs appellations ont été données à la sauge. Selon *Ibn Beytar*, les andalous la nomment 'essalma' qui ajoute qu'elle est appelée 'salbia' par les botanistes en Espagne. *El Djzairi* indique l'expression 'souek ennbi' comme synonyme de 'saleme' [44].

V.2 Description de *Salvia officinalis*

Elle forme un petit sous arbrisseau de 50 cm à 80 cm de haut à racine ligneuse, brunâtre et fibreuse (**figure V.1**).

La tige est ligneuse à la base, formant un buisson dépassant parfois 60 cm, rameaux vert blanchâtre quadrangulaire et velue.

Les feuilles opposées, elliptiques, inférieures pétiolées, ovales, rugueuses, épaisses, à bord dentelé, réticulées, pubescentes-grisâtres ou vertes, à dessus blanchâtre, finement crénelées. Elles persistent l'hiver grâce au revêtement de poils laineux qui les protège (**figure V.2**).

Les fleurs de la sauge officinale sont bleu-violacé en épis terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticilles espacés et visibles de mai à août. Elles sont grandes, groupées à la base des feuilles supérieures (**figure V.3**).

Le fruit en forme de tétrakènes brunâtre, c'est-à-dire qu'il se compose de quatre petites coques indéhiscentes, renferment chacune une graine, et environnées par le calice persistant (**figure V.4**) [45].



Figure V.1 : Aspect de la plante *Salvia officinalis*



Figure V.2 : Feuilles de *Salvia officinalis* [44].



Figure V.3 : Fleurs de *Salvia officinalis*



Figure V.4 : Graines de *Salvia officinalis* [44].

V.3 Classification taxonomique et nomenclature

V.3.1 Classification taxonomique

La sauge suit la classification suivante :

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphyte

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédone

Sous-classe : Asteridae

Ordre : lamiales

Famille : lamiacée

Genre : *Salvia*

Espèce : *Salvia officinalis* L [46].

V.3.2 Nomenclature

Noms Communs : herbe sacrée, thé de Grèce, herbe sage.

Nom scientifique : *Salvia officinalis*.

Nom français : Calamenthe vulgaire.

Nom vernaculaire : sâlniya, mrimia.

Nom français : sauge.

Nom anglais : Garden sage [46].

V.4 Répartition géographique

La sauge officinale est originaire du pourtour du bassin méditerranéen. Elle pousse dans les zones tempérées, son habitat type se situe dans les pelouses basophiles méso-méditerranéennes, méso-xérophiles. Aire de répartition : introduite d'Asie occidentale. Les espèces *Salvia* représentent un groupe d'espèces cosmopolites, qui montrent une gamme remarquable de variation. Ce genre est distribué dans trois régions principales dans le monde : 530 espèces à l'Amérique centrale et latine, 250 espèces en Asie centrale et en régions méditerranéennes, 30 en Afrique du Sud et 90 espèces en Asie de l'Est [47].

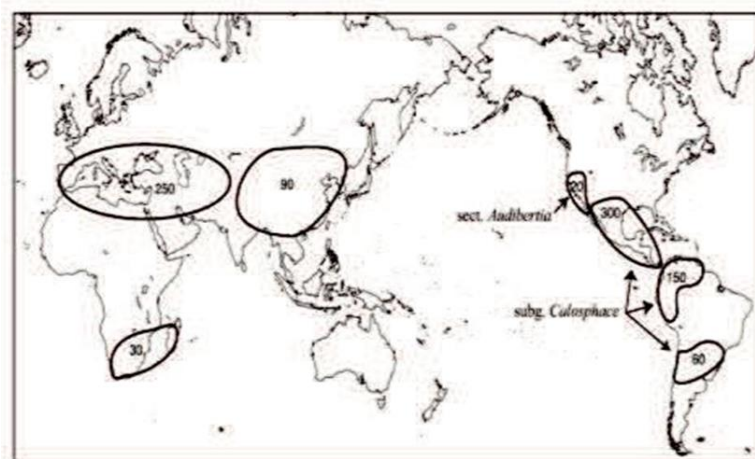


Figure V.5 : Répartition géographique du genre *Salvia* dans le monde [47].

V.5 Composition de la sauge

V.5.1 Parties utilisées

En phytothérapie, les parties utilisées de la sauge sont les feuilles.

V.5.2 Principaux constituants de *Salvia Officinalis*

- Huile essentielle ;
- Composés phénoliques dont l'acide rosmancinique ;
- Tanins et flavonoïdes ;
- Riche en œstrogènes (hormones féminines) ;
- *Salvène* [47].

V.5.3 Composition chimique de l'huile essentielle de la sauge

Plusieurs travaux récents ont étudié la composition chimique de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* dans différentes régions de part et d'autre du bassin méditerranéen telles que la Yougoslavie, la Bulgarie, l'Italie, l'Égypte et le Maroc. La composition chimique de l'huile essentielle de la sauge a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) [47].

Tableau V.1 : Compositions chimiques de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* [47].

hydrocarbures terpéniques		Cétones	
Myrcène	0,3 à 3%	Camphre	4,1 à 27,5%
Limonène	trace à 7,6%	a-thujone	1,5 à 44,2%
Humulène	trace à 18,9%	P-thujone	1 à 36,7%
a-pinène	1,7 à 13,1%	Ester	
P-pinène	0,5 à 17,9%	Acétate de bornyl	0,1 à 3,5%
Camphène	1,1 à 10,3%	Alcools	
P-caryophyllène	trace à 9,4%	Linalol	trace à 1,8%
p-cymène	trace à 1,1%	Bornéol	0,7 à 6,2%
		Viridiflorol	0 à 9,9%
		Autres	
		1,8- cinéole	0,7 à 20,8%

V.6 Utilisation traditionnel

Salvia officinalis (Sauge) est originaire du Moyen-Orient et de la région de la méditerranée, mais aujourd'hui elle a été naturalisée à travers le monde. Dans la médecine traditionnelle, cette plante a été utilisée pour traiter les différents types de troubles, y compris les convulsions, les ulcères, la goutte, les rhumatismes, l'inflammation, les étourdissements, les tremblements, la paralysie, la diarrhée et l'hyperglycémie. Ces dernières années, cette plante a fait l'objet d'études intensives pour documenter son utilisation traditionnelle et pour trouver de nouveaux effets biologiques. Le thé à la Sauge a été traditionnellement utilisé pour le traitement des troubles digestifs et de la circulation, de la bronchite, de la toux, de l'asthme, de l'angine de poitrine, de l'inflammation de la bouche et de la gorge, de la dépression, de la transpiration excessive, des maladies de la peau et de nombreuses autres maladies. Les huiles essentielles de *Salvia* ont été utilisées dans le traitement d'une large gamme de maladies comme celles du système nerveux, du cœur et de la circulation sanguine, du système respiratoire, du système digestif et des maladies métaboliques et endocrines. En outre, l'huile essentielle de Sauge a été démontrée pour avoir des propriétés antispasmodiques, carminatives, antiseptiques et astringentes [18].

V.7 Propriétés biologiques et pharmacologiques

Les huiles essentielles sont des sources très importantes pour le dépistage des agents anticancéreux, antimicrobiens, antioxydants et radicaux libres. La plante *Salvia officinalis* est considérée comme ayant la plus grande quantité d'huile essentielle par rapport aux autres espèces de *Salvia*. Aujourd'hui, il existe beaucoup d'intérêt pour les médicaments traditionnels et les traitements à base de plantes dans le monde entier. Par conséquent, de nombreuses études expérimentales et cliniques sont en cours sur les plantes médicinales. Des résultats pharmacologiques disponibles qui ont été fréquemment signalés pour la plante *Salvia officinalis* sur la base de la preuve de la littérature disponible, cette plante présente des effets anticancéreux, anti-inflammatoires, hypoglycémifiants, hypolipidémiques, anti-nociceptifs, antioxydants, antimicrobiens, et d'amélioration de la mémoire. L'efficacité de *Salvia officinalis* en tant que plante médicinale anti-nociceptive, hypolipidémique et stimulante de la mémoire a été confirmée par des essais cliniques [18].

CONCLUSION

CONCLUSION

Une huile essentielle est un liquide concentré en substances végétales, obtenu par extraction ou distillation de molécules volatiles de la plante d'origine. On retrouve majoritairement des terpénoïdes et des molécules aromatiques. Les huiles essentielles issues de différentes plantes possèdent donc des propriétés différentes, dépendantes de la composition d'origine.

L'utilisation des produits naturels dans la sécurité alimentaire et dans la phytothérapie, présentent un large éventail d'activités biologiques et pharmacologiques. Actuellement, les produits naturels sont utilisés dans des préparations alimentaires principalement comme aromatisants et par les industries cosmétiques et pharmaceutiques, comme parfums et additifs.

Ces substances naturelles ont été suggérées dans les denrées alimentaires parce qu'elles ont des propriétés antimicrobiennes importantes contre les bactéries et les champignons, et même une activité antioxydante. Ainsi que l'utilisation des différents conservateurs pour assurer que les aliments manufacturés demeurent sécuritaires et intacte, tandis que les conservateurs chimiques ont des activités cancérogènes potentielles, et une toxicité résiduelle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **A. Madi.** *Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques.* Mémoire de Magister, université Frères Mentouri - Constantine (2010).
- [2] **E. Padeloup Grenez.** *Phytothérapie - exemples de pathologies courantes à l'officine : Fatigue, Insomnie, Stress, Constipation, Rhume, Douleur et Inflammation.* Thèse de Doctorat, université de Lille (2019).
- [3] **R. Bouacherine & H. Benrabia.** *Biodiversité et valeur des plantes médicinales dans la phytothérapie : Cas de la région de BEN SROUR (M'sila).* Mémoire de Master, université Mohamed Boudiaf - M'sila (2017).
- [4] **S.E. Amroune.** *Phytothérapie et plantes médicinales.* Mémoire de Master, université Frères Mentouri - Constantine (2018).
- [5] **A. Attou.** *Détermination de la composition chimique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques de l'ouest Algérien (région d'Ain Temouchent). Étude de leurs activités antioxydante et antimicrobienne.* Thèse de Doctorat, université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen (2017).
- [6] **D. Mnayer.** *Eco-extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens.* Thèse de Doctorat, université d'Avignon et des pays de Vaucluse (2014).
- [7] **Z. Mohammedi.** *Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région nord et sud-ouest de l'Algérie.* Thèse de Doctorat, université Abou Bekr Blkaid - Tlemcen (2012).
- [8] **S. Adouane.** *Etude ethnobotanique des plantes médicinales de la région des Aurès.* Mémoire de Magister, université Mohamed Khider - Biskra (2015).
- [9] **A. Sadallah & R. Laidi.** *Étude ethnobotanique de certaines plantes médicinales dans la région d'Ain Bessem et Sour El Ghozlane (Bouira).* Mémoire de Master, université Akli Mohand Oulhadj - Bouira (2018).
- [10] **F. Kahlouche-Riachi.** *Evaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie.* Thèse de Doctorat, université Frères Mentouri - Constantine (2014).

- [11] **J.Y. Chabrier.** *Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie.* Thèse de Doctorat, université Henri Poincaré - Nancy (2010).
- [12] **R. Belfodil & S. Bourenine.** *Inventaire de quelques plantes médicinales de Kabylie et extraction des polyphénols de l'Allium triquetre (Allium triquetrum).* Mémoire de Master, université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou (2016).
- [13] **A. Benazzouz & A. Hamdane.** *Etude et analyse des plantes médicinales Algérienne : Mentha pulegium, Mentha rotundifolia et Mentha spicata L.* Mémoire de Master, université Mouloud Mammeri - Tizi-Ouzou (2012).
- [14] **R. Bouacherine & H. Benrabria.** *Biodiversité et valeur des plantes médicinales dans la phytothérapie : Cas de la région de Ben Srou (M'sila).* Mémoire de Master, université Mohamed Boudiaf - M'sila (2017).
- [15] **A. Chevallier.** *Larousse des plantes médicinales - Identification, préparation, soins.* Éd. Larousse (2017).
- [16] **Anonyme.** *Phytothérapie.*
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytoth%C3%A9rapie#Bibliographie>. Consulté le 15/10/2020.
- [17] **N. Ziani & W. Yahia Bey.** *L'effet de séchage de quelques plantes médicinales de la famille des lamiacées sur l'activité antibactérienne.* Mémoire de Master, université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem (2016).
- [18] **M. Bazizi.** *Extraction d'huile essentielle de l'espèce végétale Salvia officinalis L. par hydrodistillation : caractérisation physicochimique et modélisation paramétrique.* Mémoire de Master, université Badji Mokhtar - Annaba (2017).
- [19] **Anonyme.** *École des herbes - Apprendre les plantes utiles au quotidien pour une plus grande autonomie.* <https://www.ecoledesherbes.org/2015/03/14/les-%C3%A9ments-actifs-de-plantes>. Consulté le 20/10/2020.
- [20] **A. Bessas.** *Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud algérien.* Mémoire de Magister, université Djillali Liabes - Sidi Bel Abbes (2008).
- [21] **T. Bentoumi & R. Ammari.** *Contribution à l'étude phytochimique et biologique de la plante Artemisia Campestris de la région de Ouiltem de Boussaâda.* Mémoire de Master, université Mohamed Boudiaf - M'sila (2019).

- [22] **A. Aidoud & R. Sammoudi.** *Plantes médicinales anti-rhumatismales du Sahara Algérien.* Mémoire de Master, université 8 Mai 1945 - Guelma (2016).
- [23] **C. Aichouni & F. Moderres.** *Etude de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* L. récoltée dans deux régions Mekhatria et Bathia.* Mémoire de Master, université Djilali Bounaama - Khemis Miliana (2018).
- [24] **A. El Haib.** *Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques.* Thèse de Doctorat, université de Toulouse (2011).
- [25] **S. Bencheikh.** *Etude de l'activité des huiles essentielles de la plante *Teucrium polium* ssp *aurasianum* Labiatae.* Thèse de Doctorat, université Kasdi Merbah - Ouargla (2017).
- [26] **N. Ouis.** *Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil.* Thèse de Doctorat, université Ahmed Ben Bella - Oran (2015).
- [27] **W. Abdelli.** *Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris*.* Thèse de Doctorat, université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem (2017).
- [28] **L. Lakhdar.** *Évaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* : étude in vitro.* Thèse de Doctorat, université Mohammed V - Rabat (2015).
- [29] **F. Benbelaid.** *Effets des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur *Enterococcus faecalis* responsable d'infections d'origine dentaire.* Thèse de Doctorat, université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen (2015).
- [30] **M. Lahlou.** *Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils.* *Phytotherapy Research.* 18(6), 435-448 (2004).
- [31] **M. Boukhatem.** *Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles : Revue de littérature.* *Agrobiologia.* 9(2), 1653-1659 (2019).
- [32] **A. Farhat.** *Vapo-diffusion assistée par micro-ondes : conception, optimisation et application.* Thèse de Doctorat, université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (2010).
- [33] **T. Guerfa & M. El Hadi Merah.** *Extraction de l'huile essentielle de l'espèce végétale *Hérta cheirifolia* L. par hydrodistillation : caractérisation physicochimique et*

- modélisation paramétriques*. Mémoire de Master, université Larbi Ben M'hidi - Oum El Bouaghi (2018).
- [34] **H. Benabdallah**. *Techniques d'extraction, de purification et de conservation*. Cours, université Ferhat Abbas - Sétif (2016).
- [35] **P. Renéaume, C. Pelletier & C. Bretin**. *L'essentiel sur les huiles essentielles*. <http://lessentieldehuilesessentielles.e-monsite.com>. Consulté le 26/10/2020.
- [36] **C. Guemidi & N. Djerourou**. *Effets antimicrobiens de l'extrait à l'éthanol de Thymus vulgaris (Thym) récolté dans la région de Naama sur la croissance des germes spécifiques du yaourt : Streptococcus thermophilus et Lactobacillus bulgaricus*. Mémoire de Master, université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem (2017).
- [37] **P. Franchomme**. *Aux origines des huiles essentielles médicinales*. <https://www.pierrefranchomme-lab.com/module/wtblog/post/41-1-extraits-co2-des-huiles-essentielles-plus-riches.html>. Consulté le 03/11/2020.
- [38] **S. Sylvain**. *Étude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthes de corse et de kumquats*. Thèse de Doctorat, université Pascal Paoli - Corse (2010).
- [39] **J. Tranchant, P. Arpino, A. Prévot, J. Serpinet, A. Vergnol & P. Witier**. *Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse*. Éd. Masson, Paris (1995).
- [40] **S. Bouchonnet & D. Libong**. *Le couplage chromatographique en phase gazeuse-spectrométrie de masse*. Actualité Chimique. 275, 7-14 (2004).
- [41] **C. Besombrier**. *Contribution à l'étude des phénomènes extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques*. Thèse de Doctorat, université de la Rochelle (2008).
- [42] **J. Paolini**. *Caractérisation des huiles essentielles par CPG/IR, CPG/SM-(IE et IC) et RMN du carbone-13 de Cistus albidus et deux asteraceae endémique de Corse : Eupatorium cannabinum subsp. corsicum et Doronicum Corsicum*. Thèse de Doctorat, université Pascal Paoli - Corse (2005).
- [43] **R. Mebarki & I. Bougueffa**. *Mise en évidence des huiles essentielles de quelques plantes médicinales*. Mémoire de Master, université Larbi Ben M'hidi - Oum El Bouaghi (2012).

- [44] **S. Dahmani & F. Dahmani.** *Evaluation de l'activité biologique des différents extraits et des huiles essentielles de la plante : Salvia officinalis L.* Mémoire de Master, université Mohamed Boudiaf - M'sila (2018).
- [45] **N. Bouzaoui & Z. Haridi.** *Détermination de l'effet antibactérien de l'huile essentielle de Salvia officinalis L.* Mémoire de Master, université 08 Mai 1945 - Guelma (2013).
- [46] **K. Megueni & W. Bousfia.** *Etude phytochimique et l'évaluation des activités antibactériennes de l'huile essentielle de « Salvia officinalis».* Mémoire de Master, centre universitaire Belhadj Bouchaib - Ain Temouchent (2019).
- [47] **H. Belabbas & F. Riad.** *Etude de l'effet antimicrobien des huiles essentielles de Salvia officinalis sur les bactéries (Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli).* Mémoire de Master, université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem (2019).

Résumé

Les huiles essentielles sont des substances importantes depuis le début. Leurs méthodes d'extraction et leurs applications ont été traitées dans ce mémoire. Parmi ces méthodes : l'hydrodistillation, l'hydrodiffusion, l'effleurage, la distillation à la vapeur, la pression à froid, l'extraction par solvant, l'extraction assistée par micro-ondes et l'extraction par le dioxyde de carbone. Ses applications tant médicinales que thérapeutiques, telles que l'aromathérapie, la phytothérapie, les utilisations antibactériennes et antifongiques, antitumorales, etc. ont également été examinées. Nous avons également traité un exemple de plante : *Salvia officinalis* L.

Mots clés

Huiles essentielles ; Extraction ; Hydrodistillation ; Phytothérapie ; *Salvia officinalis* L.

ملخص

كانت الزيوت الأساسية مواد مهمة منذ العصور المبكرة. ولقد قمنا بدراسة الطرق المعتمدة لاستخراج هذه الزيوت وهي تشمل التقطير المائي، والانتشار المائي، والتقطير بالبخار، والضغط على البارد، واستخراج المذيبات، والعملية بمساعدة الميكروويف، واستخراج ثاني أكسيد الكربون. كما تمت مراجعة تطبيقاته الطبية والعلاجية، مثل العلاج بالروائح، والعلاج بالنباتات، والاستخدامات المضادة للبكتيريا والفطريات، ومضاد الأورام، إلخ. كما أننا استخدمنا مثالا وهي نبتة القوسية.

الكلمات المفتاحية

الزيوت الأساسية، استخراج الزيوت، التقطير المائي، العلاج بالنباتات، نبتة القوسية.

Abstract

Essential oils have been important substances since early times. The review of its extraction methods and applications were treated in this study. These include hydrodistillation, hydrodiffusion, effleurage, steam distillation, cold pressing, solvent extraction, microwave assisted process and carbon dioxide extraction. Its applications both the medicinal and therapeutics, such as aromatherapy, phytotherapy, antibacterial and antifungal uses, antitumor etc. were also reviewed. We also treated an example of a plant: *Salvia officinalis* L.

Keywords

Essential oils; Extraction; Hydrodistillation; Phytotherapy; *Salvia officinalis* L.