



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire de fin d'études

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Génie Procédés*

Spécialité : *Génie Chimique*

Présenté Par :

Messaoudi Radja

Rabia Rima

Thème :

**Extraction, caractérisation et valorisation de l'huile
Essentielle de la *lavande* de la région d'Ouargla**

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

Dr.GOUDJIL Bilal	MCA	Présidente	UKM Ouargla.
Dr.ZIGHMI souad	MCA	Examinatrice	UKM Ouargla.
Pr. LADJEL Segni	Pr	Rapporteur	UKM Ouargla.

Année Universitaire : 2024/2025



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire de fin d'études

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Génie Procédés*

Spécialité : *Génie Chimique*

Présenté Par :

Messaoudi Radja

Rabia Rima

Thème :

**Extraction, caractérisation et valorisation de l'huile
Essentielle de la *lavande* de la région d'Ouargla**

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

Dr. GOUDJIL Bilal	MCA	Présidente	UKM Ouargla.
Dr. ZIGHMI souad	MCA	Examinatrice	UKM Ouargla.
Pr. LADJEL Segni	Pr	Rapporteur	UKM Ouargla.

Année Universitaire : 2024/2025

الإهداء

إلى من كانت دعواتهم نوراً يهديننا في كل خطوة،

إلى والدينا الأعزّاء، سندنا ومصدر قوتنا،

وإلى أخواتنا وأقاربنا، كل من منحونا الدعم في كل لحظة،

وإلى أستاذنا الكريم، تقديراً ووفاءً لجهوده النبيلة وتوجيهاته السديدة،

نهدّيكُم هذه المذكرة، ثمرة جهد شاركتُمونا فيه بصبركم ودعمكم.

شكراً لكم.

ريّة، رجاء

الشكر والتقدير

نتقدم بخالص عبارات الشكر والتقدير للأستاذ لعجال سقني، مشرف مذكرتنا، على ما قدمه لنا من توجيهات قيّمة، ومتابعة مستمرة طيلة فترة إنجاز هذا العمل.

كما نعبر عن امتناننا لأعضاء لجنة المناقشة: الأستاذ قوجيل بلال والأستاذة زليغمي سعاد، على قبولهم مناقشة هذا العمل وعلى ملاحظاتهم البناءة.

ولا يفوتنا أن نتوجه بالشكر الجزيل إلى قسم هندسة الطرائق وإلى كافة الأساتذة

الذين رافقونا خلال مشوارنا الدراسي، فلکم منا کل التقدير والعرفان.

Sommaire

Titre	Page
Dédicace	I
Remerciement	III
Sommaire	IV
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	VIII
Liste des abréviations	IX
Liste des symboles	X
Introduction général	1
Partie Théorique	
Chapitre I : Systématique botanique de <i>la lavande</i>	
I.1 Introduction	5
I.2 Description botanique	5
I.3 Classification botanique	6
I.4 Répartition géographique	6
I.5 Utilisation de <i>la lavande</i>	7
I.5.1 Propriétés médicinales	7
Chapitre II : Généralité sur les huiles essentielles	
II .1. Introduction	9
II.2 Définition	9
II.3 Classification des huiles essentielles	9
II.4 Toxicité des huiles essentielles	10
II.5 Propriétés physiques des huiles essentielles	
II.6 Composition des huiles essentielles	11
II.6.1 les terpénoïdes	11
II.6.2 Les composés aromatiques	12
II.6.3 Les composés d'origines diverses	12
II.7 Localisation des huiles essentielles	13
II.8 Applications des huiles essentielles	13
II.9 Rôle des huiles essentielles	14
Chapitre III : techniques d'extraction des HE	
III.1 Introduction	16
III.2 Méthodes d'extraction	16
III.2.1 Distillation	16
III.2.1.1 L'hydrodistillation	16
III.2.1.2 L'hydrodiffusion	17
III.2.1.3 L'entraînement à la vapeur d'eau	18
III.2.2 Extraction à froid	18
III.2.3 Extraction assistée par micro-ondes	19
III.2.4 Extraction par solvants volatils	19

Sommaire

III.2.5 Extraction par fluides supercritique	20
Partie Pratique	
Chapitre IV : Matériels et méthodes	
IV.1 Introduction	24
I.6 Zone d'étude	24
IV.2 Protocol	25
IV.3 Plan expérimental	26
IV.4 Matériel et produits	27
IV.5 Méthode expérimentale d'extraction des huiles essentielles	27
Chapitre V : Analyses physico-chimiques	
V.1 Introduction	30
V.2 Rendement	30
V.3 La densité	30
V.4 Mesure du pH	31
V.5 : L'indice de réfraction	32
V.6 : Mode Opératoire	33
V.7 Détermination de la composition chimique des huiles par GC/MS	34
Chapitre VI : Résultats et Discussions	
VI.1 Le Rendement	36
VI.2 Les propriétés organoleptiques des huiles essentielles de <i>Lavandula</i>	36
VI.3 Analyses physico-chimiques	36
VI.4 Les conditions de séparations chromatographiques des huiles essentielles	37
VI.5 Étude du cas de la Lavande	37
VI.6 Les produits majoritaires	38
Conclusion générale	40
Références bibliographiques	42

Liste des figures

N°	Titre	Page
Chapitre I : Systématique botanique de la lavande		
Figure I.1	Systématique botanique de la lavande	6
Figure I.2	F Molécule de lavandulol	7
Chapitre II : Généralité sur les huiles essentielles		
Figure II.1	Structure de l'unité isoprénique.(L'isoprène (2-méthylbuta-1,3-diène)	11
Figure II.2	Structure chimique de quelques composés aromatiques extraits des HE	12
Figure II.3	Provenance des huiles essentielles en fonction des différentes parties de plantes	13
Chapitre III : techniques d'extraction des HE		
Figure III.1	Schéma Du Principe De La Technique D'hydrodistillation	17
Figure III.2	Montage D'Hydro Diffusion	17
Figure III.3	Schéma du principe de la technique de l'entraînement à vapeur	18
Figure III.4	Schéma du montage de l'expression à froid	18
Figure III.5	Montage d'extraction assistée par micro-onde	19
Figure III.6	Montage d'extraction par solvant	20
Figure III.7	Schéma du principe de la technique d'extraction par le CO2 supercritique	20
Figure III.8	Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle	21
Partie Pratique		
Chapitre IV : Matériels et méthodes		
Figure IV.1	Localisation géographique de la région de Hassi Miloud – Wilaya de Ouargla	24
Figure IV.2	Caractéristiques de la lavande de Ouargla	25
Figure IV.3	Schéma des étapes du protocole expérimental	26
Figure IV.4	Protocole d'extraction par hydrodistillation	28
Chapitre V : Analyses physico-chimiques		
Figure V.1	La lavande séchée poids (507,41 g)	30
Figure V.2	Bouteille en verre remplie d'huile	30
Figure V.3	La masse la seringue vide	31
Figure V.4	La masse de la seringue remplie d'HE	31
Figure V.5	Papier indicateur de pH	32
Figure V.6	Appareil Réfractomètre	32
Figure V.7	Champ de vision à l'intérieur du réfractomètre	33
Figure V.8	Lecture de la température dans le réfractomètre	33
Figure V.9	Appareil GC/MS – LGP, UKMO	34
Chapitre VI : Résultats et Discussions		
Figure VI.1	Huile extraite	36
Figure VI.2	Spectre chromatographique	37

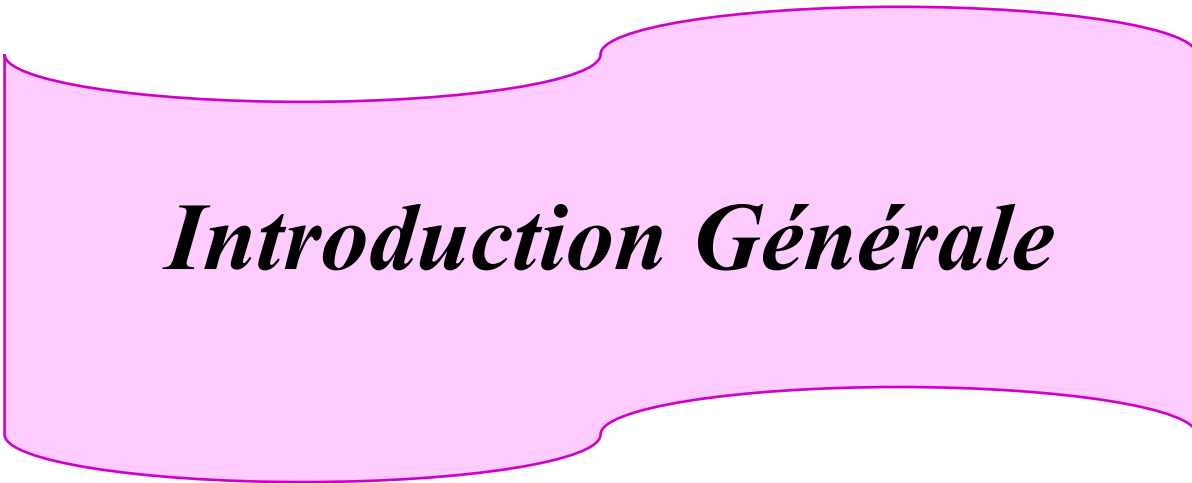
Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Chapitre II : Généralité sur les huiles essentielles		
Tableau II.1	Propriétés physiques de quelques HE	11
Chapitre IV : Matériels et méthodes		
Tableau IV.1	Matériels et produits utilisés	27
Chapitre V : Analyses physico-chimiques		
Tableau V.1	Mode opératoire de pH	33
Tableau V.2	Mode opératoire de l'appareil d'indice de réfraction	34
Tableau V.3	Fiche technique de l'appareil GC/MS utilisé	
Chapitre VI : Résultats et Discussions		
Tableau VI.1	Caractéristiques sensorielles de l'huile essentielle de <i>Lavandula pubescens</i>	36
Tableau VI.2	Résultats des tests chimiques	37
Tableau VI.3	les produits majoritaires	38

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
HE	Huile essentielle.
AFNOR	Association Française de Normalisation.
ISO	Organisation internationale de normalisation.
GC-MS	Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.
PH	Potentiel d'hydrogène.
R%	Rendement.

I

A horizontal pink banner with a wavy, torn-edge border. The text is centered within the banner.

Introduction Générale

Introduction

L'être humain a été créé à partir de la terre, et sa guérison réside dans ce qu'elle produit. Depuis son existence, il s'est toujours tourné vers les plantes comme source essentielle de traitement, profitant de leurs propriétés médicinales pour soulager diverses maladies [1]. Cependant, avec l'évolution des civilisations et les progrès scientifiques, la médecine moderne s'est orientée vers les médicaments chimiques, bien que la plupart d'entre eux soient issus de composés végétaux [2].

Les **huiles essentielles** sont des composés naturels complexes, contenant des substances volatiles extraites de différentes parties des plantes, telles que les fleurs, les feuilles, le bois, les racines, l'écorce et les fruits[3]. Leur richesse chimique leur confère des propriétés thérapeutiques variées. Avec l'intérêt croissant pour les produits naturels, de nombreuses études ont démontré leur efficacité dans le traitement de plusieurs maladies, grâce à leur composition biochimique unique et diversifiée[4] .

Récemment, un intérêt accru pour les produits naturels et un retour vers la médecine traditionnelle à base de plantes ont été observés. De plus, les huiles essentielles ont prouvé leur efficacité contre de nombreuses pathologies, notamment le cancer et l'hypertension, ce qui a suscité un grand intérêt dans les recherches sur leurs aspects biologiques [5].

Ce travail vise à développer des alternatives naturelles aux désinfectants chimiques, en exploitant les produits biologiques afin de protéger la population contre les risques sanitaires liés aux substances chimiques, notamment celles responsables de maladies cancérigènes, tout en renforçant la sécurité sanitaire de nos citoyens.

Ce mémoire de fin d'études se compose de deux parties principales : La partie théorique comprend trois chapitres.

- le premier chapitre traite la classification botanique de la lavande.
- le deuxième chapitre présente les informations sur les huiles essentielles et leurs utilisations.
- le troisième chapitre les est consacré aux techniques d'extraction et d'analyse des huiles essentielles. -La partie pratique consiste à l'extraction de l'huile essentielle de *lavande* par hydrodistillation, suivie des analyses physico-chimiques de l'huile extraite, puis de la présentation des résultats et discussions.



Partie théorique



Chapitre I :
Systematique botanique de
la lavande

I.1 Introduction :

L'utilisation de *la lavande* remonte à l'Antiquité, où elle était employée pour parfumer les vêtements et l'eau des bains romains. Son nom serait dérivé du latin lavaret (laver) ou lièvre (bleuâtre). L'association entre *la lavande* et le lavage n'a été clairement mentionnée qu'en 1568.

Au-delà de son parfum, ses vertus thérapeutiques ont été découvertes en 1928 par le chimiste français René-Maurice Gatte fossé, qui a observé que son huile essentielle favorisait la guérison des brûlures. En 1964, le docteur Jean Valent a renforcé son usage en médecine et en psychiatrie. Aujourd'hui, ses huiles essentielles sont reconnues pour leurs bienfaits sur le corps et l'esprit, affirmant ainsi son importance en aromathérapie[6].

I.2 Description botanique :

Les feuilles de la plante *Lavandula* sont persistantes, de couleur vert grisâtre, allongées, entières, disposées de manière opposée-décussée et sessiles, c'est-à-dire sans pétioles. Elles présentent des bords enroulés vers l'intérieur, une caractéristique adaptative typique des espèces xérophytes vivant dans des milieux arides. Cette morphologie permet de protéger les stomates et de réduire la transpiration.

Les inflorescences se présentent sous forme d'épis lâches ou serrés, avec des bractées bien distinctes des feuilles. Les fleurs sont de couleur bleu violacé, avec un calice tubuleux, strié longitudinalement par 13 à 15 nervures principales, et terminé par cinq dents inégales, dont la supérieure est prolongée par un appendice cordiforme.

La corolle est bleue, bilabée avec cinq divisions : la lèvre supérieure est bifide et la lèvre inférieure trilobée. Les anthères possèdent une seule loge qui s'ouvre par une fente arquée, et l'ovaire est supère. Les carpelles sont glabres et lisses.

Le fruit est une tétrakène, formée de quatre parties ovales, comprimées, de couleur brune et brillante. Les graines sont ovoïdes, brun noir et à surface lisse.

Il convient de noter que le nom anglais du genre *Lavandula* est *lavender*. [7]

I.3 Classification botanique:

Règne	Plantae
Sous- règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous- classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Lavandula</i>
Espèce	<i>Lavandula pubescens</i>



Figure I.01 : Systématique botanique de *la lavande*[8]

I.4 Répartition géographique :

La lavande est une plante aromatique traditionnellement cultivée en Provence et dans certaines régions du bassin méditerranéen, avant de s'étendre à l'Europe de l'Est (Bulgarie, Russie, Ukraine), ainsi qu'au Canada et en Tasmanie, où des variétés résistantes au froid ont été développées. *La lavande* « vraie » pousse sur les versants ensoleillés des montagnes, à partir de 1200 mètres d'altitude, où sa qualité s'améliore avec l'altitude. Le lavandin, hybride entre *la lavande* vraie et *la lavande* aspic, est largement cultivé dans des régions comme Sault et la Drôme, où il constitue une activité agricole majeure. Les pratiques agricoles associées ont été inscrites à l'inventaire du patrimoine culturel immatériel en France en 2018. La culture de *lavande* s'est également développée dans le Quercy depuis 1936, connaissant un renouveau au début des années 2000 grâce aux producteurs locaux. *La lavande* aspic pousse entre 0 et 600 mètres dans le bassin méditerranéen, tandis que les espèces du groupe *Lavandula stoechas* se développent notamment dans le sud de l'Espagne et du Portugal. Le lavandin est *la lavande* la plus cultivée grâce à sa robustesse, bien que certaines variétés comme l'Abrial et la Sumian soient en déclin[9].

I.5 Utilisation de la lavande :

La lavande est une plante aromatique aux usages variés. Elle est appréciée pour ses vertus médicinales, son parfum agréable, et son rôle en cosmétique, en parfumerie, ainsi qu'en aromathérapie et en agriculture biologique :

I.5.1 Propriétés médicinales :

L'essence de *lavande* contient des composants différents selon les espèces, et on y trouve le plus souvent de l'acétate de linalyle, du linalol, du cinéol, du béta-caryophyllène, du β -ocimène, de l'acétate de lavandulyle, du terpinen-4-ol, du β -ocimène, du β -farnésène et du borneol^[1].

La lavande a des propriétés anxiolytiques, cicatrisantes et antiseptiques.

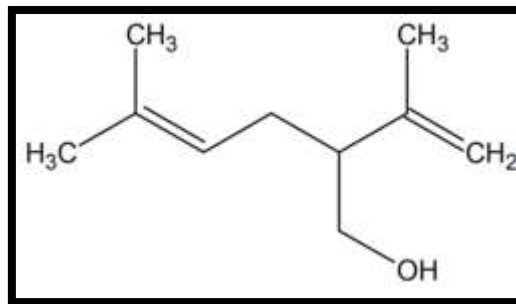


Figure I.02 : Molécule de lavandulol[9]



Chapitre II
Généralité sur les huiles essentielles

II.1. Introduction :

Les huiles essentielles sont des composés naturels sécrétés par les plantes, en particulier les espèces médicinales et aromatiques. Elles figurent parmi les principaux métabolites secondaires issus du processus de métabolisme. Ces huiles sont constituées de composés organiques à structure terpénique, synthétisés dans le cytoplasme des cellules végétales. Elles possèdent des chaînes carbonées courtes, ne dépassant pas 15 atomes de carbone

Les huiles essentielles sont un mélange complexe de diverses substances organiques aux structures variées, telles que les hydrocarbures, les aldéhydes, les cétones, les alcools et les esters, entre autres. Elles sont volatiles à température ambiante et se trouvent principalement sous forme liquide, bien que certaines puissent être solides lorsqu'elles sont associées à des composés glycosidiques ou résineux.

Ces huiles ont de multiples applications, allant de la parfumerie à l'usage thérapeutique. Une caractéristique importante des huiles essentielles est qu'elles ne subissent pas le processus de saponification au contact des alcalis.[10]

II.2 Définition :

Selon l'organisation mondiale des standards sur les huiles essentielle (ISO 9235 : 2013) et La pharmacopée européenne (conseil de l'Europe 2004), une huile essentielle est définie comme étant "un produit obtenu à partir d'une matière végétale, soit par hydrodistillation, entraînement à la vapeur, la distillation sèche, ou par expression, procédé mécanique mis en œuvre à partir de l'épicarpe des Citrus". L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques. Elle ne doit pas subir de traitements physiques qui pourraient entraîner des changements significatifs de sa composition (par ex : redistillation, aération, déterpénassions). [11]

II.3 Classification des huiles essentielles :

En fonction de leur efficacité spécifique contre les germes microbiens et de leur indice aromatique déterminé par aromatogramme, les huiles essentielles sont classées en trois catégories :

- **Les huiles majeures**
- **Les huiles médiums**
- **Les huiles terrains**[12]

II.4 Toxicité des huiles essentielles :

Les études scientifiques montrent que les huiles essentielles peuvent présenter une certaine toxicité, qui varie en fonction de la voie d'exposition et de la dose administrée.

En général, leur toxicité par ingestion ne devient préoccupante que lorsqu'elles sont consommées en grande quantité et en dehors d'un cadre d'utilisation approprié. De même, elles ne provoquent des effets toxiques par contact que si elles sont appliquées à des concentrations élevées .

Selon **Englebin**, les huiles essentielles sont des substances très puissantes et actives, représentant la quintessence concentrée de la plante aromatique. Il est donc primordial de ne jamais dépasser les doses recommandées, quelle que soit la voie d'absorption, car toute substance peut devenir toxique à forte dose ou en cas d'exposition répétée.

Comme l'a dit **Paracelse** : « *Rien n'est poison, tout est poison, seule la dose fait le poison.* » De plus, une utilisation prolongée peut entraîner une inversion des effets escomptés et l'apparition d'effets secondaires indésirables.[13]

II.5 Propriétés physiques des huiles essentielles :

Les huiles essentielles, à température ambiante, sont sous forme liquide et se caractérisent par leur volatilité, ce qui les distingue des huiles « fixes ». Elles sont généralement incolores. Leur densité est inférieure à celle de l'eau, et leur miscibilité avec l'eau est limitée voire inexistante. Cependant, elles sont solubles dans les solvants organiques courants en raison de leur capacité à se dissoudre dans les substances grasses.[14]

La liposolubilité des HE est une propriété majeure qui leur confère une grande diffusibilité dans l'organisme quel que soit la voie d'administration utilisée.

Les HEs sont composées de molécules à squelette carboné, le nombre d'atomes de carbone étant compris entre 5 et 22 (le plus souvent 10 ou 15).[15]

Ce sont des mélanges complexes de constituants variés en concentration variable dans des limites définies. Ces constituants appartiennent principalement mais pas exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les terpénoïdes et les substances biosynthétisées à partir de l'acide shikimique (donnant naissance aux dérivés du phénylpropane).[16]

Tableau II.1: Propriétés physiques de quelques HE [15]

Densité : en générale inférieure a 1	Cannelle : 1,052-1,070 Girofle :1,044-1,057 E.cinéria :-fruit :0.908 -feuilles :0.909
Indice de réfraction	Coriandre :1,5220-1.5300 Vetyver Bourbon: 1,5220-1,5300 E. cinéria :-fruit: 1,463 -feuilles: 1,458

II.6 Composition des huiles essentielles :

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles montre qu'il s'agit de mélanges complexes et variables de constituants est due exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques sont : les terpénoïdes et les composés aromatiques dérivés du phenylpropane[17]

II.6.1 les terpénoïdes :

Les terpènes sont des molécules très volatiles fréquentes dans la nature, surtout dans les plantes où ce sont les principaux constituants des huiles essentielles. Les terpènes sont issus du couplage d'au moins 2 sous-unités isopréniques à 5 carbones[18]

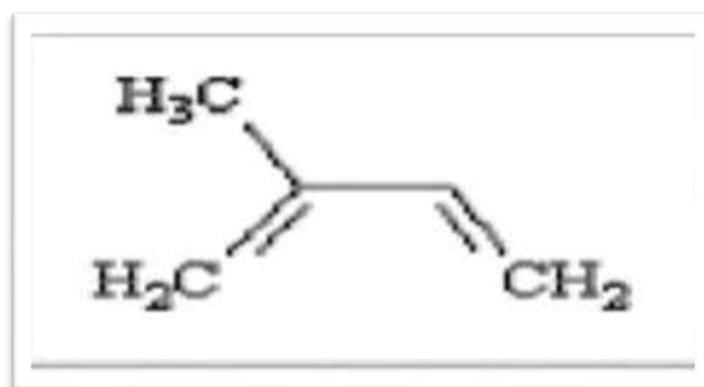


Figure II.01 : Structure de l'unité isoprénique.(L'isoprène (2-méthylbuta-1,3-diène)) [19]

II.6.2 Les composés aromatiques :

Contrairement aux dérivés terpéniques, les composés aromatiques sont présents en moindre quantité dans les huiles essentielles, mais ils jouent un rôle essentiel dans la détermination de leurs propriétés organoleptiques. Ces composés, tels que l'allyle et le propénylphénol, sont largement responsables des arômes et des saveurs caractéristiques des huiles essentielles. Un exemple notable est l'eugénol, qui confère au clou de girofle son odeur distinctive.[17]

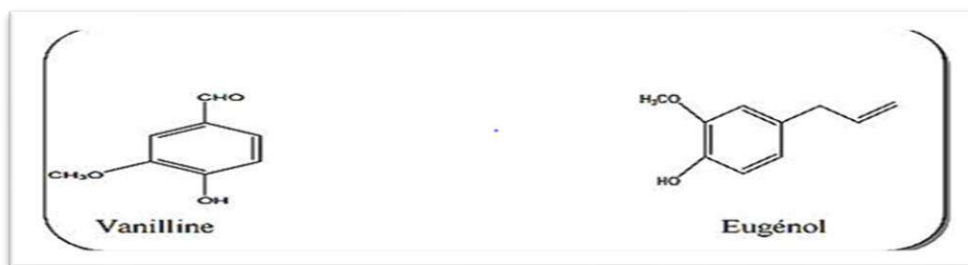


Figure II. 02 : Structure chimique de quelques composés aromatiques extraits des HE.

II.6.3 Les composés d'origines diverses :

En raison de leur mode d'extraction, les huiles essentielles peuvent contenir divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, qui peuvent être entraînés lors de l'hydrodistillation. Ces composés peuvent inclure des substances azotées, soufrées, ainsi que des caroténoïdes ou des acides gras.

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.7 Localisation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont principalement présentes dans les végétaux, où elles peuvent être stockées dans divers organes, y compris les feuilles, les tiges, les fleurs et les racines, en particulier chez les plantes aromatiques.

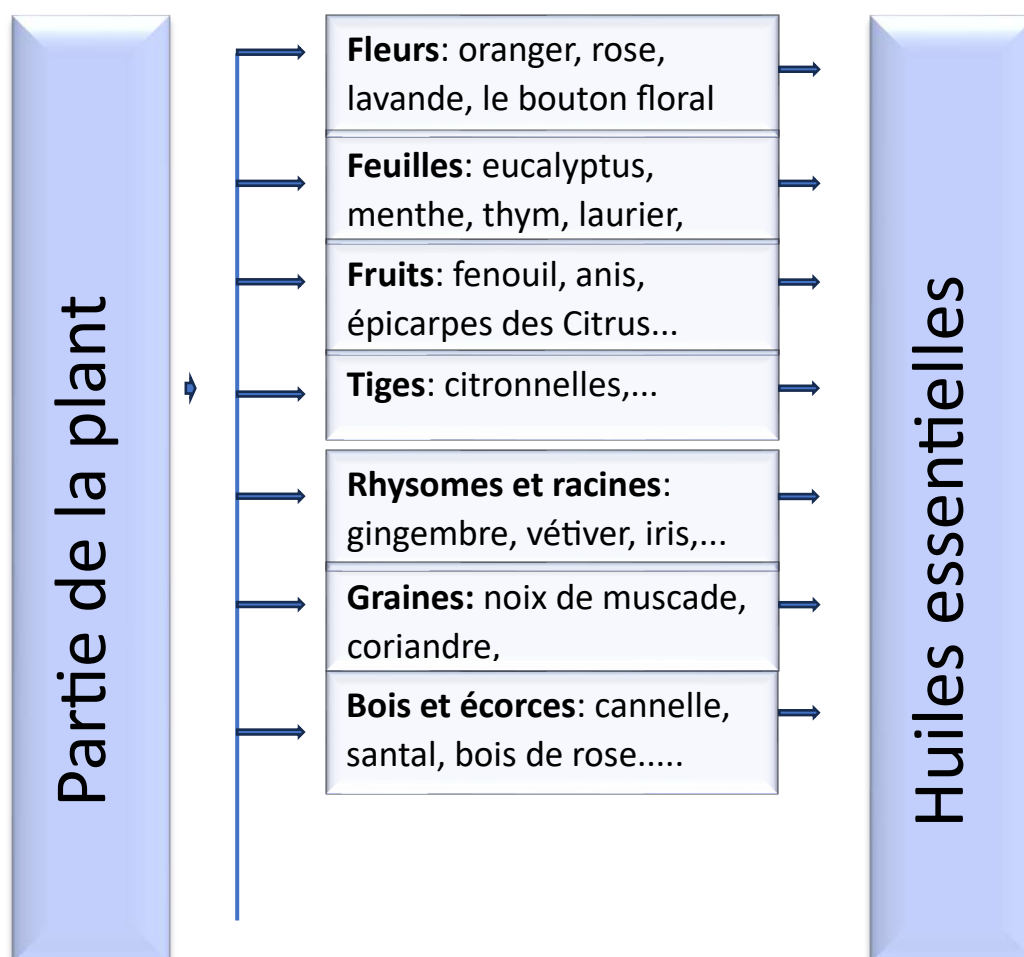


Figure II..03 : Provenance des huiles essentielles en fonction des différentes parties de plantes.[20]

II.8 Applications des huiles essentielles :

L'usage des huiles essentielles ne se limite pas uniquement au domaine médical. En effet, elles trouvent leur place dans plusieurs secteurs clés tels que la parfumerie, la cosmétologie, l'industrie agroalimentaire et l'industrie chimique. Les deux principales industries tirant profit de ce marché mondial en pleine expansion sont l'agroalimentaire et la parfumerie.

Les huiles essentielles interviennent dans la fabrication d'une large gamme de produits, notamment :

- **Les produits alimentaires** : tels que les jus de fruits, les glaces et les confiseries ;
- **Les produits à base de tabac** : notamment pour la fabrication des cigarettes ;
- **Les produits d'hygiène et de beauté** : comme les savons, crèmes et shampoings ;
- **Les parfums et les désinfectants pour les locaux** : grâce à leurs propriétés antiseptiques ;
- **L'industrie chimique** : dans la fabrication des colles et des vernis.[21]

II.9 Rôle des huiles essentielles:

Plusieurs hypothèses ont été proposées concernant le rôle des huiles essentielles (HE). Selon Lutz, les composants des huiles essentielles agiraient comme des modérateurs des réactions d'oxydation intramoléculaire, jouant un rôle de protection pour la plante contre les agents environnementaux. De plus, les recherches menées par Nicholas ont démontré que les monoterpènes et sesquiterpènes peuvent exercer des fonctions variées et cruciales dans l'interaction des plantes avec leur environnement. Par exemple, des composés tels que le 1,8-cinéole et le camphre sont capables d'inhiber la germination des organes infectés ou de freiner la croissance des agents pathogènes associés à ces organes.[22]

Réduction de la compétition des autres espèces de plante (allélopathie) par inhibition chimique de la germination des graines, et protection contre la flore microbienne infectieuse par les propriétés fongicides et bactéricides, et contre les herbivores par goût. L'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques.[23]



*Chapitre III : techniques
d'extraction des HE*

III.1 Introduction :

Les huiles essentielles sont des mélanges de molécules aromatiques d'origine végétale, présentant une grande diversité structurale. Elles sont généralement extraites avec des rendements très faibles, ne dépassant pas 1 %, ce qui en fait des substances rares et précieuses. Ainsi, les techniques d'extraction des huiles essentielles ou des extraits aromatiques doivent tenir compte de ces propriétés physico-chimiques tout en assurant un rendement suffisant pour répondre à une demande croissante.

Ces techniques reposent sur différents principes physiques tels que la distillation, l'extraction et la séparation, et sont classées selon le produit final obtenu : huile essentielle ou extrait aromatique [24]. Par ailleurs, les huiles essentielles peuvent subir des modifications chimiques lors de l'extraction en raison de la chaleur ou des interactions avec l'eau [25].

III.2 Méthodes d'extraction :

Différentes méthodes sont utilisées pour l'extraction des essences végétales. Le choix de la méthode d'extraction dépend principalement de plusieurs facteurs, notamment :

- **La nature du matériel végétal** à traiter (graines, feuilles, rameaux, etc.).
- **Le type de composés ciblés**, tels que les flavonoïdes, les huiles essentielles (H.E.), ou encore les tanins.
- **Le rendement en huile** recherché.
- **La sensibilité des constituants** aux températures élevées, qui peut influencer l'efficacité et la qualité de l'extraction.

Ainsi, il est essentiel d'opter pour une méthode adaptée afin de préserver au mieux les propriétés des composés extraits.[26]

III.2.1 Distillation :

Il existe trois procédés principaux basés sur le principe de la distillation pour l'extraction des huiles essentielles :

1. **L'hydrodistillation**
2. **L'hydro diffusion**
3. **L'entraînement à la vapeur d'eau**[26]

Chaque méthode possède ses spécificités et est choisie en fonction de la nature du matériau végétal et des composés à extraire.

III.2.1.1 L'hydrodistillation :

Il s'agit de la méthode la plus simple et donc la plus ancienne utilisée pour l'extraction des huiles essentielles. Elle consiste à immerger directement la matière végétale dans un

alambic rempli d'eau, puis à chauffer l'ensemble jusqu'à ébullition. Les vapeurs produites sont ensuite condensées dans un réfrigérant, permettant ainsi la séparation de l'huile essentielle de l'hydrolat par différence de densité. Étant plus légère que l'eau, l'huile essentielle surnage à la surface de l'hydrolat (figure 2).

Cependant, l'hydrodistillation présente certaines limites. Un chauffage prolongé ou excessif peut entraîner la dégradation de certaines molécules aromatiques, altérant ainsi la qualité de l'huile essentielle obtenue.[26]

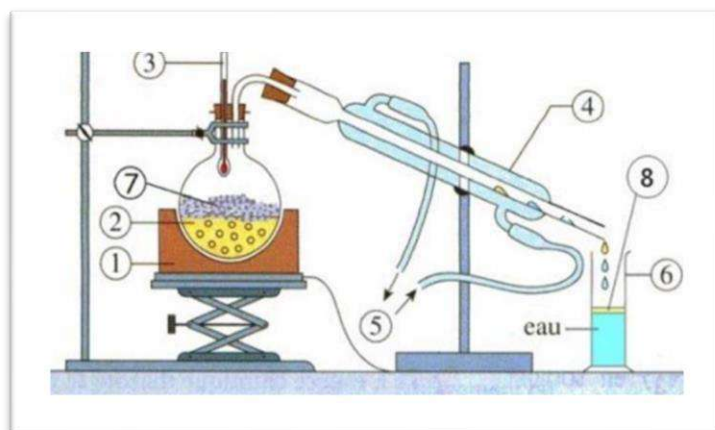


Figure III. 01: Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation.[27]

- | | |
|------------------|---|
| 1-Chauffe ballon | 5-Entrer et sortie d'eau de refroidissement |
| 2-Ballon | 6-Eprouvette graduée |
| 3-Thermomètre | 7-Matière à extraire l'essence |
| 4-Réfrigérant | 8-La couche d'HES |

III.2.1.2 L'hydrodiffusion :

Cette technique, relativement récente, consiste à faire circuler la vapeur d'eau de haut en bas à travers la matière végétale sous pression réduite. Son principal avantage est sa rapidité, ce qui limite la dégradation des composés volatils et permet d'obtenir une huile essentielle de meilleure qualité.[26]

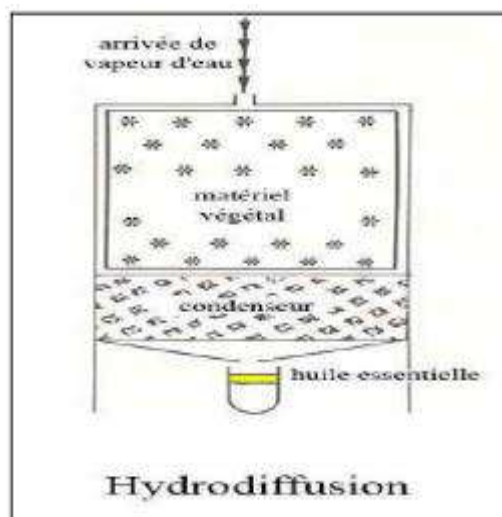


Figure III 02.: montage d'hydro diffusion[28]

III.2.1.3 L'entraînement à la vapeur d'eau :

Dans ce procédé de distillation, la matière végétale n'est pas immergée dans l'eau. Elle est placée sur une grille perforée à travers laquelle circule la vapeur d'eau (figure 3). La vapeur traverse le végétal, altérant la structure de ses cellules et libérant ainsi les molécules volatiles. Celles-ci sont ensuite entraînées vers le réfrigérant pour être condensées.

Cette méthode présente l'avantage de préserver la qualité de l'huile essentielle en réduisant les altérations hydrolytiques, ce qui permet d'obtenir un produit final plus pur et plus stable[26].

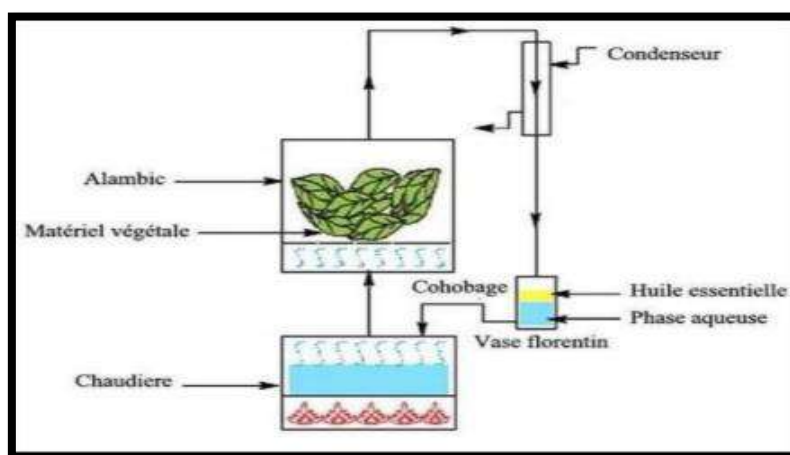


Figure III 03.: Schéma du principe de la technique de l'entraînement à vapeur.[29]

III.2.2 Extraction à froid :

Ce procédé, le plus simple parmi les techniques d'extraction, est exclusivement réservé aux agrumes dont l'écorce renferme des poches sécrétrices d'essences. Il consiste à broyer les zestes frais à l'aide de presses afin de libérer leur essence en détruisant ces poches. Le produit obtenu est appelé "essence", car il n'a subi aucune transformation chimique.[26]

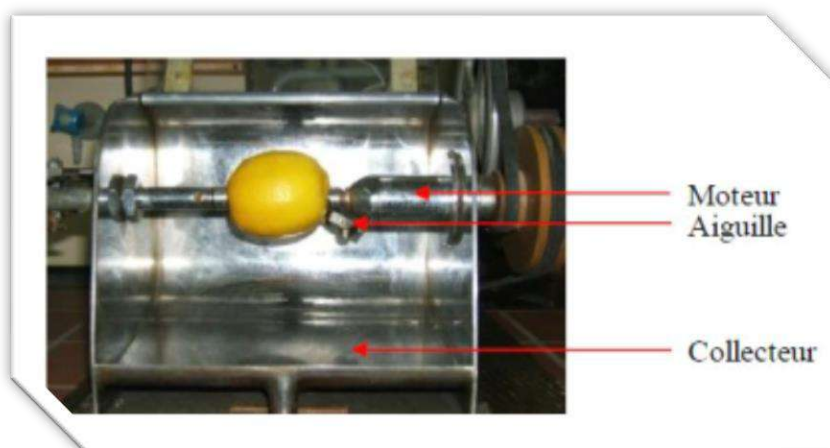


Figure III.04 : Schéma du montage de l'expression à froid.[30]

III.2.3 Extraction assistée par micro-ondes :

L'extraction assistée par micro-ondes est une technique innovante combinant l'usage des micro-ondes avec des méthodes d'extraction traditionnelles. Ce procédé repose sur le chauffage de la matière végétale dans une enceinte hermétique, où la pression est réduite de manière séquentielle. La chaleur générée entraîne la libération des composés volatils, lesquels sont extraits par la vapeur d'eau issue de l'humidité naturelle de la plante. Ces composés sont ensuite récupérés par condensation, refroidissement et décantation. De nombreuses études soulignent les avantages de cette méthode, notamment un temps d'extraction réduit, une faible consommation de solvant et un rendement d'extraction élevé.[26]

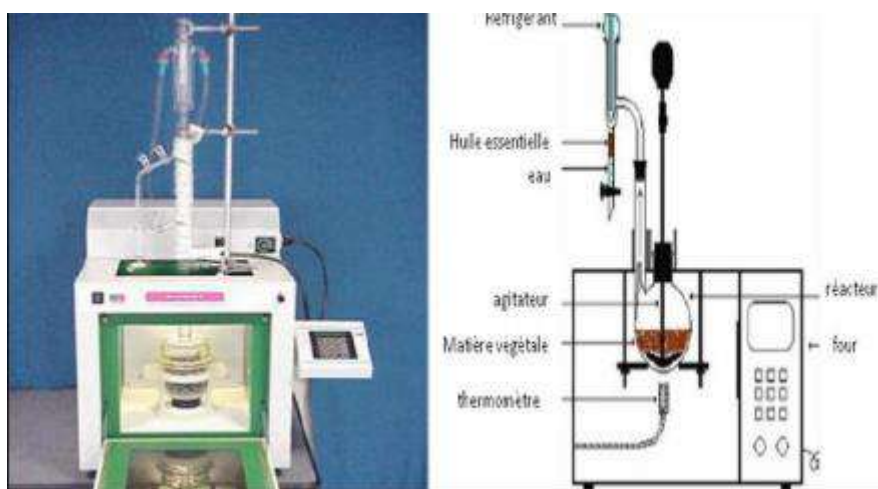


Figure III.05 : Montage d'extraction assistée par micro-onde.[31]

III.2.4 Extraction par solvants volatils :

La technique d'extraction par solvant volatil consiste à placer la matière végétale à traiter dans un extracteur, en présence d'un solvant volatil. Par des lavages successifs, le solvant se charge progressivement en huiles essentielles, avant d'être acheminé vers un concentrateur où il est distillé sous pression atmosphérique. Les solvants les plus couramment utilisés sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone. Cette extraction est généralement réalisée à l'aide d'un appareil de Soxhlet ou d'un dispositif de Likens-Nickerson.[12]

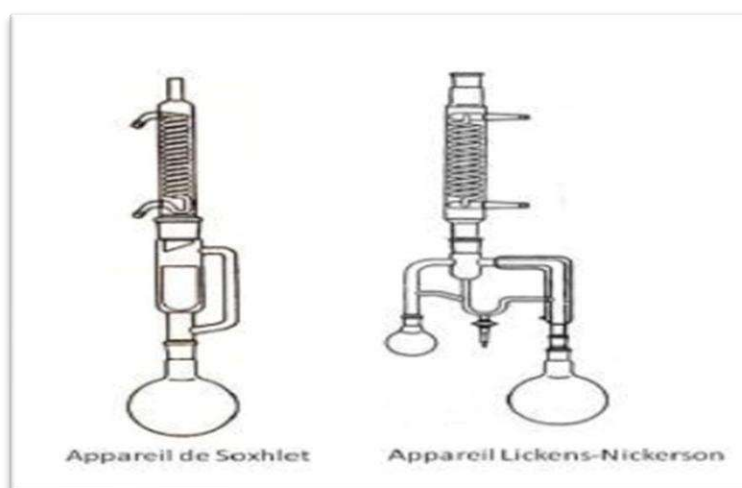


Figure.III .06: Montage d'extraction par solvant [12]

III.2.5 Extraction par fluides supercritiques :

L'extraction par fluides supercritiques a connu un essor considérable ces dernières années dans le domaine de l'extraction des extraits végétaux. Son principal avantage réside dans la combinaison des propriétés des gaz et des liquides au cours du processus d'extraction (figure 4). De plus, cette technique permet de minimiser les phénomènes de dégradation tels que l'oxydation ou l'isomérisation, grâce à une durée d'extraction réduite.

Cependant, cette méthode présente un inconvénient majeur : la faible polarité du dioxyde de carbone supercritique, qui est le solvant d'extraction le plus couramment utilisé. Au-delà de son point critique ($P = 73,8$ bars, $T^{\circ} = 31,1$ °C), le CO_2 acquiert des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et des gaz, ce qui lui confère un excellent pouvoir d'extraction.[26]

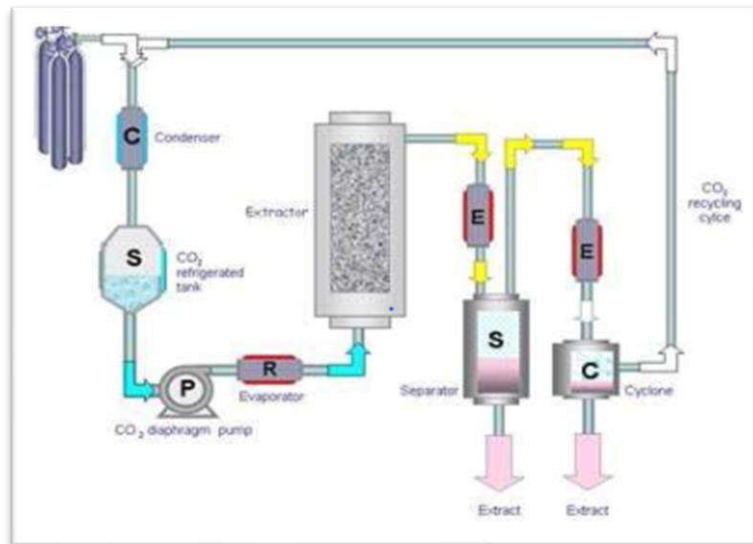


Figure III. 07: Schéma du principe de la technique d'extraction par le CO_2 supercritique.[32]

Les étapes d'extraction des huiles essentielles d'origine végétale restent similaires, quel que soit le procédé utilisé. Le processus commence par l'extraction des composés aromatiques constituant l'huile essentielle à partir de la matière végétale, suivie d'une phase de séparation de ces composés du milieu par distillation, comme illustré dans la figure 2.[33]

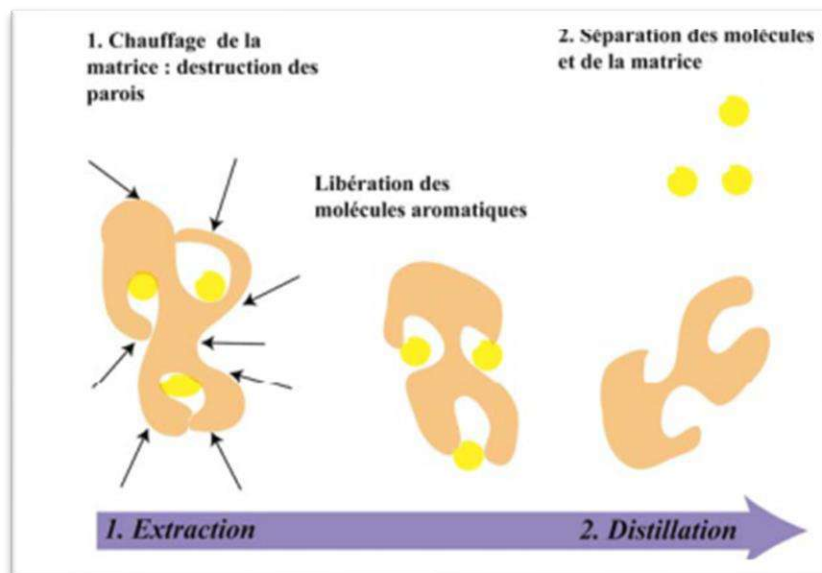
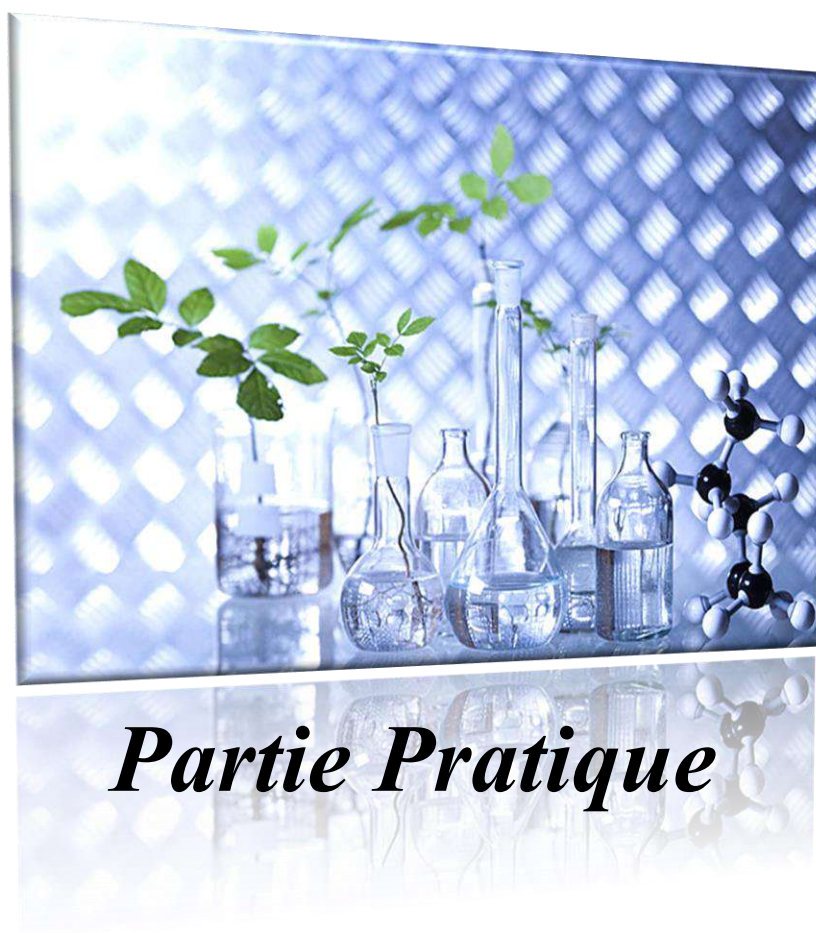


Figure III .08 : Les étapes de l'obtention d'une huile essentielle[33].



Partie Pratique



Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1 Introduction :

Cette étude a porté sur l'extraction de lavande de la wilaya de Ouargla. Dans cette section, le matériel végétal ayant servi à l'extraction de l'huile essentielle est présenté, ainsi qu'un aperçu des différentes méthodes analytiques utilisées pour caractériser ses propriétés.

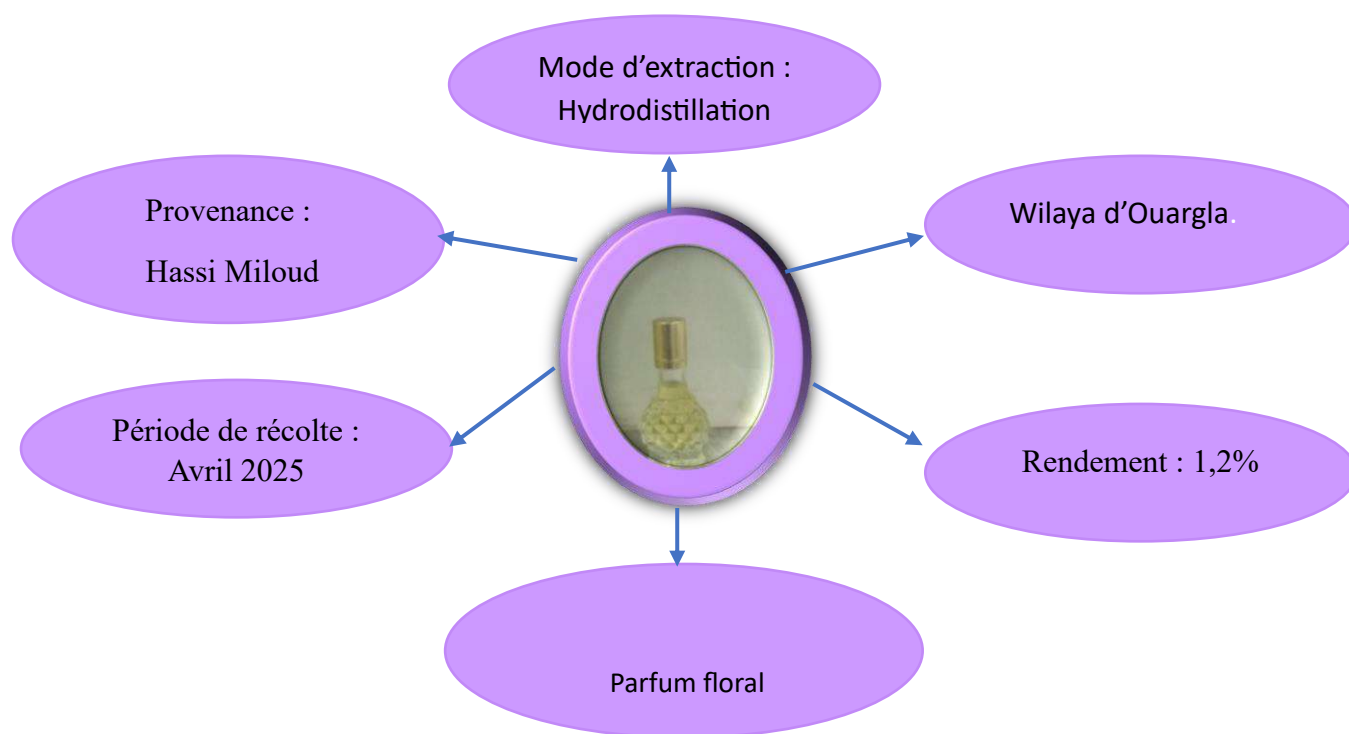
I.6 Zone d'étude :

La plante de *lavande* utilisée dans ce travail a été récoltée dans la région de Hassi Miloud, située dans la wilaya de Ouargla, au Sud-Est de l'Algérie. Cette zone est caractérisée par un climat désertique, marqué par des températures élevées en été, une fraîcheur relative en hiver, ainsi qu'un faible taux de précipitations annuelles. Ces conditions environnementales extrêmes influencent fortement la composition chimique des plantes aromatiques, leur conférant des propriétés uniques susceptibles d'affecter la qualité de leurs huiles essentielles.



Figure IV.01 : Localisation géographique de la région de Hassi Miloud – Wilaya de Ouargla

IV.2 Protocol :

Figure IV.02 : Caractéristiques de *la lavande* de Ouargla

IV.3 Plan expérimental :

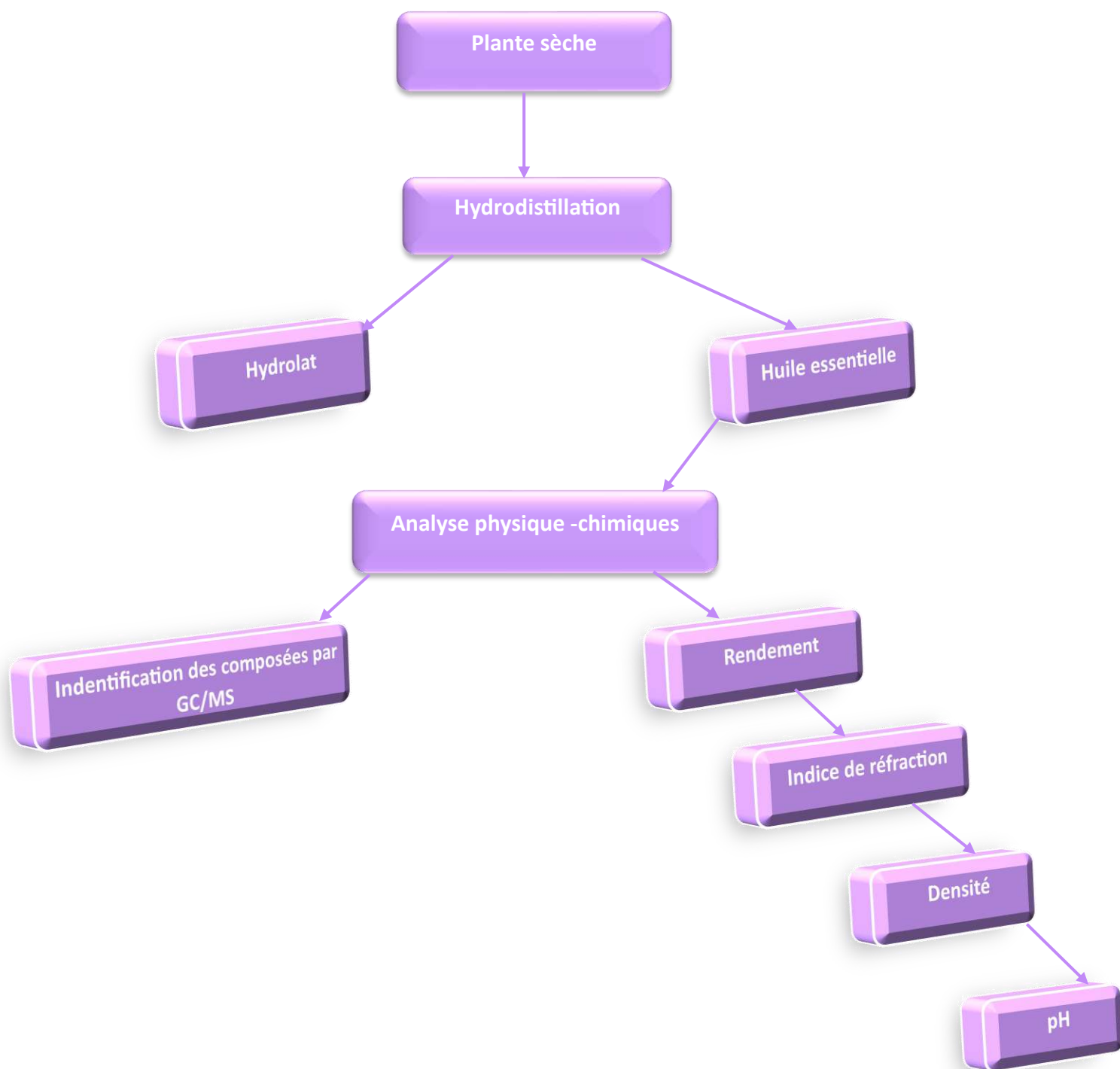


Fig. IV.03 : Schéma des étapes du protocole expérimental

IV.4 Matériel et produits :

Tableau IV.01 : Matériels et produits utilisés

Matériel	Produits
- Ballon de 2000ml	- <i>La lavande</i> séché
- Réfrigérant droit	- Eau distillé
- Réfrigérant à boules	- Acétone
-Tête de colonne	-Chlorure de Sodium (NaCl)
- Ampoule à décanté de 60ml	-n-hexane C ₆ H ₁₄
- Entonnoir	
- Fiole jaugée de 1000ml	
- Support élévateur	
- Chauffe ballon	
- Thermomètre	
- Seringue 5ml	
- Réfractomètre Abbé de Carl Zeiss	
- Papier indicateur de pH	
-Coton	
-Pipette pasteur 1ml	
-Entonnoir Büchner	

IV.5 Méthode expérimentale d'extraction des huiles essentielles :

La plante récoltée de Hassi Miloud - Ouragla est séché à l'air et l'ombre pendant 5 jours avant l'extraction.

Une quantité de la *lavande* séchée de poids (507,41 g) est placée dans un ballon de 2000 ml, puis immergée dans de l'eau chaude. Le mélange est chauffé jusqu'à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon, ce qui entraîne l'évaporation des composés volatils. Les vapeurs générées sont dirigées vers un réfrigérant où elles se condensent, permettant ainsi de séparer l'huile essentielle de l'eau florale en raison de la différence de densité. Enfin, l'HE est collectée dans un flacon en verre, tandis que l'hydrolat est collecté dans une fiole jaugée.



La lavande séchée poids
(507,41 g)



Extraction des huiles
essentielles par méthode de
l'hydrodistillation



Huile +Hydrolat

Figure IV.04 : Protocole d'extraction par hydrodistillation



*Chapitre V : Analyses
physico-chimiques*

V.1 Introduction :

Les analyses physico-chimiques de l'huile essentielle comprennent une série de tests visant à déterminer ses caractéristiques et sa qualité. Ces analyses incluent la mesure de la densité, l'indice de réfraction, l'indice d'acide et mesure de pH, ainsi que l'étude de la composition chimique à l'aide de techniques comme la GC/MS. Ces examens permettent d'évaluer la pureté de l'huile et ses applications dans divers domaines.

V.2 Rendement :

Le rendement est défini comme le rapport entre la masse de l'huile essentielle extraite et la masse de la matière végétale utilisée. Il est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$R = \frac{m_{\text{huile}}}{m_{\text{plante}}} \times 100$$

1

R: Rendement en huile essentielle (%).

m huile: Masse de l'huile g

m plante: masse de la plante en g

m huile = Bouteille en verre remplie d'huile - Bouteille en vide d'huile



Figure V.01 *La lavande séchée* poids (507,41 g) Figure V.02 : Bouteille en verre remplie d'huile

V.3 La densité :

La densité, est définie comme le rapport entre la masse volumique de l'huile essentielle étudiée et celle de l'eau pure.

$$d = \frac{\rho_{\text{huile}}}{\rho_{\text{eau}}} \longrightarrow 2$$

Pour calculer la masse volumique de l'huile essentielle par la formule suivante :

$$\rho = \frac{m_{\text{huile}}}{v_{\text{huile}}}$$

$$m_{\text{huile}} = m_1 - m_0$$

m₀ : La masse la seringue vide

m₁: La masse de la seringue remplie d'HE

ρ_{huile} : la masse volumique de l'huile.

ρ_{eau} : la masse volumique de l'eau pur = 1 g/ml



Figure V.03 : La masse la seringue vide



Figure V.04 : La masse de la seringue remplie d'HE

V.4 Mesure du pH :

Le pH (potentiel hydrogène), est une mesure de la concentration des ions hydrogène (H^+) dans une solution, et il aide à déterminer l'environnement chimique de la solution.

Tableau V.01: Mode opératoire de pH

Mode opératoire :
Tout d'abord, une goutte de l'huile essentielle de <i>lavande</i> est déposée sur un papier pH.
Ensuite, cette dernière est comparée avec le papier indicateur.
Enfin, la valeur du pH est déterminée en fonction de la couleur correspondante.

**Figure V.05 : Papier indicateur de pH**

V.5 : L'indice de réfraction :

Chaque type d'huile essentielle possède un indice de réfraction spécifique, mesuré à une température donnée, ce qui permet de distinguer et d'identifier chaque huile en fonction de ses propriétés optiques.

**Figure V.06 : Appareil Réfractomètre**

V.6 : Mode Opérateur :

Tableau V.02 : Mode opératoire de l'appareil d'indice de réfraction

Étape	Description
Nettoyage de la lame	Nettoyer soigneusement la lame du réfractomètre avec du coton imbibé d'acétone. Éliminer toute impureté ou trace d'huile.
Dépôt de l'échantillon	À l'aide d'une pipette propre, déposer quelques gouttes d'huile essentielle de <i>lavande</i> sur la surface propre de la lame.
Fermeture de la lame	Refermer délicatement la lame supérieure sur l'échantillon en évitant les bulles d'air.
Orientation de la lumière	Diriger la lumière vers le réfractomètre à l'aide de sa source pour obtenir un champ de vision clair à travers l'oculaire.
Réglage de l'appareil	Tourner la molette jusqu'à ce que la limite entre la zone claire et la zone sombre coïncide avec la ligne médiane du champ de vision.
Observation	Observer à travers l'oculaire deux zones distinctes (claire et sombre) et ajuster la molette jusqu'à aligner la séparation sur le repère central.
Lecture de la valeur	Lire directement la valeur de l'indice de réfraction sur l'échelle graduée du réfractomètre.
Notation de la valeur	Noter la valeur obtenue en précisant la température de la mesure, car elle influence l'indice de réfraction.



Figure V.07 : Champ de vision à l'intérieur du réfractomètre



Figure V.08 : Lecture de la température dans le réfractomètre

Et à la dernière étape, l'indice de réfraction est calculé selon la formule suivante :

$$Id^{20} = I + 0,0003 (T - 20) \longrightarrow 3$$

I : L'indice de réfraction mesuré

T : Température de l'échantillon lors de mesure.

V.7 Détermination de la composition chimique des huiles par GC/MS :

Les analyses de la composition chimique de l'huile essentielle de lavande ont été réalisées dans le cadre de ce travail au sein du Centre de Recherche Scientifique et du Laboratoire de Génie des Procédés de l'Université Kasdi Merbah de Ouargla.

Tableau V.03 : Fiche technique de l'appareil GC/MS utilisé

Élément	Valeur / Type
Type d'appareil	Bruker Scion 436 GC
Type de détecteur	Spectromètre de masse (Mass Spectromètre)
Méthode de fragmentation	Impact électronique (Electron Impact)
Énergie de fragmentation	70 eV
Type d'échantillon	Huile essentielle de lavande
Méthode d'injection	Injection en mode Split (rapport de division adapté à un échantillon concentré)
Température du four	(De 50°C à 250°C à un taux de 5°C/min)
Durée de l'analyse	(43 minutes)
Base de données utilisée	(Nom de la base de données utilisée pour la correspondance des spectres, : NIST 2014)



Figure V.09 : Appareil GC/MS – LGP, UKMO



Chapitre VI : **Résultats et Discussions**

VI.1 Le Rendement :

Selon Afnor (2000), les huiles essentielles sont des liquides volatils à température ambiante, présentant des couleurs variées et ayant généralement une densité inférieure à celle de l'eau. Il est à noter que le rendement moyen des huiles essentielles est estimé à environ 2 %[34], tandis que le rendement obtenu dans notre étude est : 1,2 %.



Figure VI.01 : Huile extraite

VI.2 Les propriétés organoleptiques des huiles essentielles de *Lavandula pubescens* :

Tableau VI .1 : Caractéristiques sensorielles de l'huile essentielle de *Lavandula pubescens*

	odeur	Aspect	Couleur
L'huile essentielle étudiée	Fraiche et biquante	Liquide	Jaune clair

VI.3 Analyses physico-chimiques :

Tableau récapitulatif des caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle :

Tableau VI .2: Résultats des tests chimiques

Propriété	Valeur pratique	Norme AFNOR 2000
Indice De Réfraction	1,4670	1,4680 -1.4700
Densité	0,8313	0,9080 – 0.8000
Ph	5	4.5 - 6

VI.4 Les conditions de séparations chromatographiques des huiles essentielles:

Les techniques chromatographiques jouent un rôle crucial dans l'analyse des huiles essentielles, permettant une séparation précise des différents composés chimiques qu'elles contiennent. Dans le cadre de cette étude, l'huile essentielle de lavande a été analysée à l'aide d'un appareil de chromatographie en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse (GC/MS), modèle Bruker GC/MS436 .

- **Appareil utilisé** : Bruker GC/MS modèle 436 ; Spectromètre à quadrupôle avec tension d'ionisation de 70 eV.
- **Gaz vecteur** : Hélium (He) à 99%.
- **Débit** : 1,2 ml/min.
- **Pression** : 5 bars.
- **Colonne** : C18 en phase inverse HP-5 MS ; 5% Phenyl Methyl Siloxan ; Longueur : 30 m et diamètre interne : 0,25 mm, épaisseur de la phase stationnaire : 0,25 mm.
- **Mode d'élution** : Gradient

VI.5 Étude du cas de *la Lavande* :

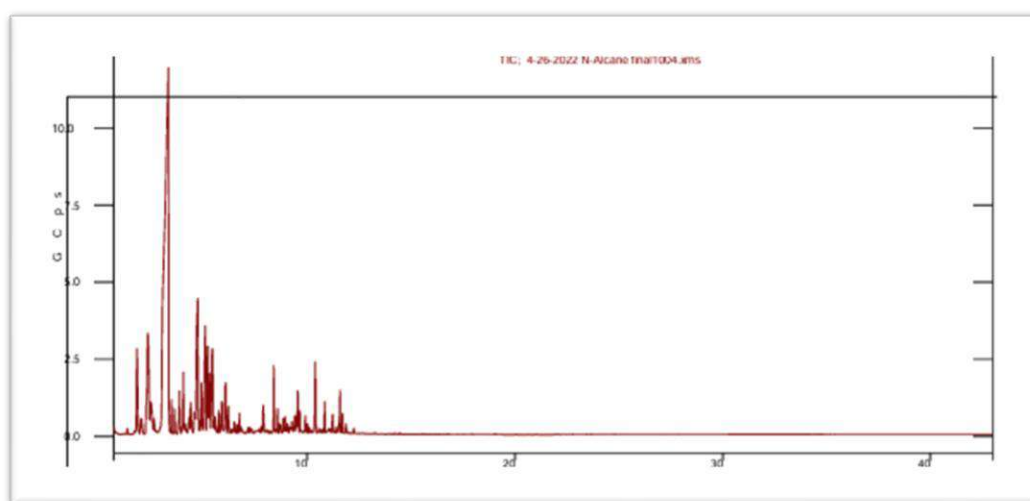


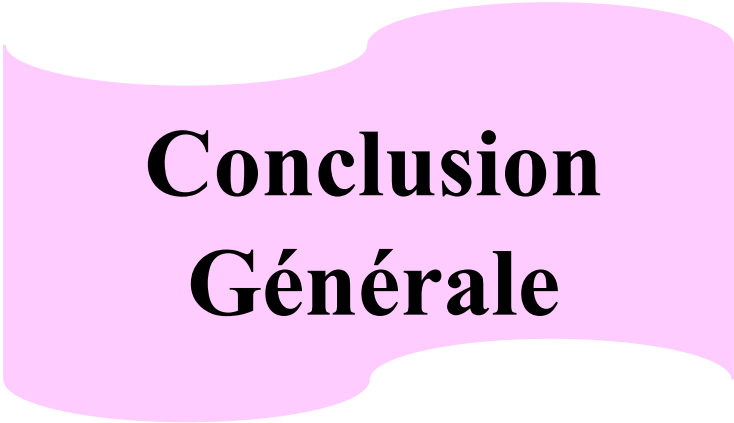
Figure VI.02 : Spectre chromatographique

VI.6 Les produits majoritaires :

Parmi les 74 produits, 5 sont majeurs

Tableau VI .3: les produits majoritaires

Compound Name	RT	Area %	CAS
Eucalyptol	3.330	40.57	470-82-6
Camphor	4.746	6.81	464-48-2
.beta.-Pinene	2.347	5.63	127-91-3
Isoborneol	5.109	4.11	124-76-5
camphene	1.826	2.92	4889-83-2

A light pink, irregularly shaped decorative element with wavy edges, serving as a background for the title text.

Conclusion Générale

Conclusion générale :

Ce travail constitue une contribution scientifique dans le cadre des efforts visant à valoriser les ressources végétales aromatiques et médicinales locales. L'accent a été mis sur la plante *Lavandula pubescens*, largement répandue dans la région de Ouargla, en raison de ses propriétés biologiques et chimiques prometteuses. L'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation a permis d'obtenir un rendement appréciable de 1,2 %, ce qui représente un taux encourageant comparé à ceux rapportés dans la littérature pour la même espèce, traduisant ainsi la qualité de l'échantillon végétal et l'efficacité des conditions d'extraction.

Les analyses physico-chimiques effectuées sur l'échantillon extrait ont révélé une conformité notable avec les normes internationales établies par l'AFNOR, notamment en ce qui concerne la densité relative, le pH et l'indice de réfraction. Ces résultats témoignent de la pureté de l'huile essentielle et de sa compatibilité avec divers usages industriels, notamment en parfumerie, en cosmétique et dans le domaine pharmaceutique.

Ces données soulignent la valeur biologique et économique de l'huile essentielle de *Lavandula pubescens*, et ouvrent la voie à des recherches plus approfondies, notamment celles axées sur l'analyse détaillée de sa composition chimique par GC//MS qui donne les produits majoritaires suivants : Eucalyptol 40,57%, Camphor 6,81%, beta.-Pinene 5,63%, Isoborneol 4,11%, Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-triméthyl-2,92%ect .

À travers cette étude, nous mettons en évidence l'importance scientifique et économique de cette espèce végétale, et nous recommandons de renforcer les efforts de recherches en vue de sa valorisation au sein de projets de développement local durables, contribuant ainsi au dynamisme de l'économie régionale tout en préservant la biodiversité spécifique à la région de Ouargla.

A pink banner with a wavy, torn-edge design, centered on the page.

Référence Bibliographie

Références bibliographiques :

- [1] كتاب اسرار الشفاء بالطبيعة من اعدادا (هيام) رزق - معصومة علامة) ص 5 دار القلم للطباعة والنشر والتوزيع
- [2] د.وائل محمد الاغواني .كتاب النباتات الطبية واستخداماتها العلاجية ;2024
- [3] **Girard, G.** *Les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco-dentaires d'hier à aujourd'hui. Mise au point d'un modèle préclinique de lésion buccale de type aphte pour tester les effets thérapeutiques des huiles essentielles* (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré) ; 2010.
- [4] **Martins, A.** Les huiles essentielles antibactériennes . exemple du thym (thymus) ;2020.
- [5] التباين الهيكلية لمكونات الزيوت الأساسية لبعض النباتات الصحراوية مع استخدامها في الطب التقليدي . ريهام & بن حميدة (جامعة قاصدي مرباح-ورقلة , Doctoral dissertation,)
- [6] **Benabdelkader, T.** *Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, Lavandula stoechas sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique* (Doctoral dissertation, Université Jean Monnet-Saint-Etienne; Ecole normale supérieure de Kouba (Alger)) ;2012.
- [7] **BENMOUSSA, F. Z., & BOUGOFFA, A.** *Contribution à l'étude de l'huile essentielle de la plante de Lavandula pubescens Decne* (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah-Ouargla).
- [8] **Tim Upson,** *The taxonomy of the genus Lavandula L. in Lavender, the genus Lavendula* , éd. Taylor & Francis, Londres, 2002.
- [9] **Annie Laurie,** « Cécidomyie de la lavande et du lavandin : raisonner la lutte », *L'Agriculture Drômoise*, n° 2044, 7 juin 2012
- [10] دراسة بعض الخواص الفيزيائية و الكيميائية للزيوت الأساسية . فطيمة الزهرة & دوح, دوح (Doctoral dissertation) ;2018 (الجاوي)
- [11] **HELLALI, N.** *Caractérisation physico-chimique et phytochimique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de Poacées, Lamiacées et Astéracées, utilisées en médecine traditionnelle dans la région d'Illizi* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA) ;2017
- [12] **HAMADOU, F., & TOUKI, S.** *Extraction, Caractérisation des huiles essentielles des épices: Girofle, Poivre Noir* (Doctoral dissertation) ;2017
- [13] **Englebin, M.** Essences et huiles essentielles: précaution d'emplois et conseils d'utilisation. *Centre de formation en aromathérapie*, 60 ;2011
- [14] **Cohen, D.** Les huiles essentielles à l'officine: dangers pour la femme enceinte et le nouveau-né. *Université Joseph Fourier, Grenoble* ;2013
- [15] **Mekadim, A., & Kharroubi, N.** *Valorisation du Thymelaea hirsuta de la région de Tiaret: étude de l'activité antibactérienne et du rendement en huile essentielle* (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun) ;2023

- [16] **Da Silva, F.** Utilisation des huiles essentielles en infectiologie ORL. *Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie Université Henri Poincaré-Nancy 1juillet ;2010*
- [17] **BENCHEIKH, S. E.** *Etude de l'activité des huiles essentielles de la plante Teucrium polium ssp Aurasianum Labiatae* (Doctoral dissertation) ;2017
- [18] **Bottin, L.** *Déterminants de la variation moléculaire et phénotypique d'une espèce forestière en milieu insulaire: cas de Santalum austrocaledonicum en Nouvelle Calédonie* (Doctoral dissertation, Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier-AGRO M) ;2006
- [19] **Abbane, M., & Benesseddik, B.** *Détermination des conditions optimales de séchage de la plante Aromatique Mentha pégium (Région Ouargla)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA) ; 2023
- [20] **Fekih, N.** Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre Pinus poussant en Algérie. *Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat Es-Sciences en Chimie. Option: Chimie Organique Appliquée* ;2014
- [21] **Bouziane, O. M., & Khenfer, I. B. T. I. S. S. A. M.** *Valorisation de l'huiles essentielles de basilic comme bio insecticide* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA) ;2022
- [22] **Figueredo, G.** *Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne* (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II) ;2007
- [23] **Mehani, M.** *Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Eucalyptus camendulensis dans la région de Ouargla* (Doctoral dissertation) ;2015
- [24] **Lucchesi, M. E.** *Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles* (Doctoral dissertation, Université de la Réunion) ;2005
- [25] **Boukhatem, M. N., Ferhat, A., & Kameli, A.** Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. *Une*, 3(4), 1653-1659 ;2019
- [26] **Hellal, Z.** *Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (Sardina pilchardus)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri) ;2011
- [27] **KADA MOSTEFA, M. A., & RAHMANI, K.** *Activité anti-oxydante et anti-microbienne de l'huile essentielle d'une plante médicinale Ammoides verticillata de la région d'Ain temouchent* (Doctoral dissertation) ;2023
- [28] **BELBACHIR, S., & TCHENAR, N. M.** *Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles des plantes médicinales Ruta chalepensis et Lavande angustifolia de la région d'Ain Temouchent* ;2019
- [29] **HADDOUCH Djamil, N. N. B. C.** *Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Mentha spicata de la région de Ain Defla* ;2019
- [30] **KORICHI, K. C., & MAHCEN, R.** *Mise en valeur de la plante Géranium rosa de la région d'Ouargla* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- [31] **EL HAIB A.** *Valorisation de terpenes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse doctorat. Université de Toulouse. 157p* ;2011

- [32] **Siham, M.** *caractérisation des huiles essentielles de citron feuille fruits de la région douargla* (Doctoral dissertation) ;2015
- [33] **Lucchesi, M. E.** *Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles* (Doctoral dissertation, Université de la Réunion) ;2005
- [34] **MAHBOUB, N., Slimani, N., NADJI, S. B., Bouzeguag, C., Kadri, M., & Khelil, A.** Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique des huiles essentielles à partir de *Cymbopogon schoenanthus* dans la région de Ghardaïa. *Revue des bio ressources*, 9(2), 14-14 ;2019

Résumé

Cette étude porte sur l'extraction et l'analyse des propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle extraite de la plante *Lavande* (*Lavandula pubescens*), cultivée dans la région de Hassi Miloud – Ouargla. L'extraction a été réalisée par hydrodistillation, avec un rendement de 1,2 %.

Les analyses physico-chimiques ont montré que l'huile essentielle obtenue est conforme aux normes internationales AFNOR, confirmant ainsi sa qualité et son potentiel d'application.

L'huile essentielle de *lavande* a été analysée par GC/MS, et les résultats ont révélé que le composé majoritaire est l'**eucalyptol (40,57%)**, ce qui confère à l'huile des propriétés thérapeutiques intéressantes, notamment dans les domaines médicaux et de l'aromathérapie, grâce à son efficacité antibactérienne et anti-inflammatoire.

La lavande est une plante aromatique aux multiples usages, notamment dans les domaines médicaux, cosmétiques et Aroma – thérapeutiques.

Mots clés : Extraction, huiles essentielles, *lavande*, Eucalyptol ; Ouargla

Abstract

This study focuses on the extraction and analysis of the physicochemical properties of the essential oil obtained from the *lavender* plant (*Lavandula pubescens*), cultivated in the Hassi Miloud region – Ouargla.

The extraction was carried out by hydrodistillation, with a yield of 1.2%.

Physicochemical analyses showed that the obtained essential oil meets international AFNOR standards, confirming its quality and potential for application.

The lavender essential oil was analyzed by GC/MS, and the results revealed that the major compound is **eucalyptol(40,57%)**, which gives the oil valuable therapeutic properties, especially in medical and aromatherapy fields, thanks to its antibacterial and anti-inflammatory effects.

Lavender is an aromatic plant with multiple uses, particularly in medical, cosmetic, and aromatherapeutic applications.

Keywords: Extraction, essential oils, *lavender*, Eucalyptol, Ouargla.

ملخص

تتناول هذه الدراسة استخلاص وتحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيت العطري المستخلص من نبات الخزامى (*Lavandula pubescens*) ، لمزروع في منطقة حاسي ميلود – ورقلة.

تمت عملية الاستخلاص عن طريق التقطير المائي، بنسبة مردود بلغت 1.2%.

ظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن الزيت العطري المحصل عليه مطابق للمعايير الدولية (AFNOR) ، مما يؤكد جودته وإمكانية استخدامه.

تم تحليل زيت الخزامى باستخدام جهاز GC/MS ، وأظهرت النتائج أن المركب الرئيسي هو الأوكاليببتول ، (بنسبة 40,57%) مما يمنح الزيت

خصائص علاجية مميزة، خاصة في المجالات الطبية والعلاج بالروائح، بفضل فعاليته المضادة للبكتيريا والالتهاب.

يُعد الخزامى نبتة عطرية ذات استخدامات متعددة، خصوصاً في المجالات الطبية، التجميلية، والعلاج العطري.

الكلمات المفتاحية : الاستخلاص، الزيوت العطرية، الخزامى، الأوكاليببتول ، ورقلة.