

UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB BLIDA -1-
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-ECOLOGIE



Mémoire de la fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en science de la nature et de la vie

Option : Biotechnologie végétale

Thème

Etude des activités biologique d'huile essentielle *d'eucalyptus globules*

Présenté par :

- Bouhaik Manel
- Hami akila
- Berkoun chahrazed

Soutenu devant les membres de jurys

Mr Snousi.S
Mme Stella.M
Mme Kebour.D

Professeur
Professeur
Professeur

Président
Examinatrice
Promotrice

Promo : 2021/2022

Remerciement

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donnée la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire .

Tout d'abord ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mm Dj, kbour , On la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel , pour ça patience , sa rigueur et ça disponibilité Durant notre préparation de ce mémoire .

Nous remerciement s'adresse à Mm A, Debibe et son doctorante Mm kh, aït iallef pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements

Nous sommes conscientes de l'honneur que nous a fait Mr S, Snoussi en étant président de jury et Mm Maria stella d'avoir accepté d'examiner ce travail .

Nos remerciements s'adresse également à tout nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles .

Nous profonds remerciements vont également à tout les personnes qui nous ont aidés et soutenue de près où de loin principalement à tout les l'effectif de département de sciences de la nature et de la vie de centre universitaire du tipaza .

Dédicace

Je dédie ce travail :

A Allah, le tout puissant, le miséricordieux, le maître des destins de m'avoir guidé et surtout assisté, tout au long de mes études. Qu'il guide d'avantage mes pas pour le reste de mon existence. Je te rend grâce de m'avoir donné force et détermination pour la réalisation de ce travail.

Avec l'expression de mon éternelle reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux à qui je ne saurais jamais exprimer l'étendue de mon amour profond quelques soient les termes embrassés.

À toi qui m'as mise au monde à toi qui m'as baigné par ton affection qui m'as arrosé de tendresse et d'espoir à toi qui illumine mon chemin par ta bienveillance à toi source d'amour inconditionnel et incommensurable qui m'as bénie par ces prières à toi ma douce maman
Malika.

Les mots ne pourront jamais rendre justice aux sentiments que je te porte, à toi mon support dans la vie mon pilier à toi qui m'as appris m'as forgé m'as soutenue et m'as dirigé vers la gloire à toi qui à fait de moi qui je suis aujourd'hui à toi papa, que ce travail te traduise ma gratitude et mon affection.

À mes très chers sœurs Mounia et Amina et à mon frère Anis. Puisse Dieu vous donnez santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Et par ce que la famille ce n'est pas toujours un lien de sang c'est aussi les personnes qui nous veulent dans leurs vies qui nous veulent du bien qui nous acceptent pour qui nous sommes, qui nous aiment sans conditions et nous poussent à être meilleure. À mes amis ma deuxième famille Mounir, Chichi, Asma, Khadija, chaima, kawtar, Djalal, Achraf, tata Karima, Chahrazad, Akila, Bilel, mes chères cousines Sarah, Nesrine, Sonia, Monia.

Manel

Dédicace

à tracé le chemin de ma vie'aide du dieu tout puissant, qui m'A l

Je dédie humblement ce travail avec une grande fierté et comme geste de gratitude
*Aux deux être les plus chers au monde qui ont donné sens à mon existence, en m'offrant une
éducation digne de confiance qui m'ont soutenu nuit et jours durant tout mon parcours.*

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents :

*Mon papa, merci pour ton amour, ton soutien permanent, et tes
encouragements. Merci de m'avoir encouragé à réaliser mes rêves.*

*Ma maman, merci pour ton amour, toute l'énergie que vous aviez dépensé et
tous les sacrifices que vous l'aviez fait pour nous.*

*A mon mari Mohamed , qui m'a toujours encouragé et qui a été compréhensif et patient. Je
suis très reconnaissant pour votre grand soutien , et m'aidant . Je te dédie ma réussite , c'est
notre réussite ensemble.*

Chahrazed

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A ma très chère maman en signe d'amour, reconnaissance et de
gratitude pour son, les prières et sacrifices dont elle a fait preuve à
mon
égard.*

*A mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il ma
accordé*

A la mémoire de mes grands parents

A mes chères frères et sœurs

A mes amis qui m'ont toujours soutenue et étaient à mes côtés

Akila

Résumé

Ce travail entre dans le cadre de l'étude des huiles essentielles des feuilles d'eucalyptus ainsi que l'étude de ses propriétés physicochimiques puis l'évaluation de l'activité biologique. D'après les résultats obtenus on constate que le rendement à l'huile essentielle est de l'ordre de 0.5% qui est très acceptable ainsi que un pouvoir antimicrobien important avec quelques souches bactériennes testées. Les résultats, d'analyses physicochimiques des huiles essentielles sont conformes à la norme (AFNOR), chromatographie en phase gazeuse, montre une variété des composants qui indique la richesse des métabolites dans la plante.

Mot clé : Eucalyptus globulus, Huile essentielle, Activité biologique

Abstract

This work is part of the study of essential oils of eucalyptus leaves and the study of their physicochemical as well as the study of its physicochemical properties and the evaluation of its biological activity. According to the results obtained, we note that the yield of essential oil is about of 0.5% which is very acceptable as well as an important antimicrobial power with some bacterial strains tested. The results of physicochemical analysis of essential oil are in accordance with the standard (AFNOR), gas chromatography, shows a variety of components which indicates the richness of the richness of the metabolites in the plant.

Key word: Eucalyptus globules, Essential oil, Biological activity

ملخص

هذا العمل هو جزء من دراسة الزيوت الأساسية لأوراق شجرة الكاليتوس ودراسة خصائصها الفيزيائية والكيميائية وكذلك دراسة خصائصها الفيزيائية والكيميائية وتقييم نشاطها البيولوجي. وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها ، نلاحظ أن محصول الزيت العطري يبلغ حوالي 0.5 ٪ وهو أمر مقبول جداً بالإضافة إلى قوة مهمة مضادة للميكروبات مع بعض السلالات البكتيرية المختبرة. نتائج التحليل الفيزيائي الكيميائي للزيت العطري تتوافق مع المعيار (AFNOR) ، كروماتوغرافيا الغاز ، وتظهر مجموعة متنوعة من المكونات التي تشير إلى ثراء المستقلبات في النبات.

الكلمة المفتاحية: الكاليتوس، الزيت العطري ، النشاط البيولوجي

Liste d'abréviations

Abs : Absorbance

AFNOR : l'Association française de normalisation

CN : colistine

CPG : chromatographie en phase gazeuse

DMSO : diméthylesulfoxyde.

DPPH : (2,2-diphényl-1-picrylhydrazol).

E.COLI : Escherichia coli

H.E : huile essentielle.

IA : l'indice d'acide.

IR ; l'indice de réfraction.

I(%) : pourcentage d'inhibition

OMS : Organisation mondiale de la santé

VA : vancomycine.

RHE : rendement d'huile essentielle.

Sommaire

Résumé	7
Liste d'abréviations	10
Sommaire	11
Chapitre I: Généralité sur les plantes aromatique et médicinale.....	4
I.1 définition des plantes médicinales et aromatiques.....	5
I.1.1 Plantes médicinales	5
I.1.2 Plante aromatique.....	5
I.2 Importance des plantes médicinales et aromatiques	5
I.2.1 Les métabolismes secondaires.....	7
I .2.1.1 Alcaloïdes	7
I .2.1.2 Les coumarines	9
I .2.1.3 Tanins	10
I .2.1.4 Flavonoïdes	11
I .2.1.5 Les huiles essentielles	14
I .2.1.6 Substances Amères	15
I .2.1.7Terpènes.....	16
I .2.1.8Saponosides	16
I .2.2 La phytothérapie	17
I .2.2.1 Définition	17
I .2.2.2 Le développement de la phytothérapie.....	17
I .2.2.3 Types de phytothérapies.....	18
Chapitre II: Synthèse bibliographique sur l'Eucalyptus Globulus	21
II.1 Présentation de la plante étudiée (<i>Eucalyptus Globulus</i>)	22
II.1.1 La famille Myrtaceae	22
II.1.2 Description botanique de la plante <i>Eucalyptus Globulus</i>	23
II.2.2.1 Dénominations D'Eucalyptus globulus.....	24
II.2.2.2L'espèce Eucalyptus Globulus.....	24
II.2.2.3 Position Systématique (36)	25
II.2.2.4 Classification phylogénique (37)	26

II.3 Localisation et répartition géographique.....	26
II.3.1 Dans le monde	26
II.3.2 En Algérie.....	27
Tableau II.1 : Distribution géographique d' <i>Eucalyptus globulus</i> en Algérie (38)	Erreur ! Signet non défini.
II.4 L'utilisation d' <i>Eucalyptus Globulus</i>	29
II.5 Culture d' <i>Eucalyptus Globulus</i>	30
Chapitre III : Les huiles essentielles	31
III.1 Généralité sur les huiles essentielles.....	32
III.2 Historique des HE	32
III.3 Définition	33
III.3.1 Huiles essentielles.....	33
III.4 Marché mondiale des huiles essentielles	34
III.4.1 Production	34
III.4.2 Consommation	36
III.4.3 Prix.....	37
III.5 Répartition et localisation.....	38
III.5.1 Répartition.....	38
III.5.2 Localisation	38
III.6 Méthode d'extraction des HE	39
III.6.1 Distillation par entraînement à vapeur d'eau	39
III.6.1.1 L'hydro distillation.....	39
III.6.1.2 Distillation à vapeur saturé	41
III.6.1.3 L'hydro diffusion	42
III.6.2 Enflourage	43
III.6.3 Extraction par solvant volatils	43
III.7 Autres méthodes d'extraction.....	44
III.7.1 L'expression à froid.....	44
III.7.2 Extraction par CO ₂ supercritique	45
III.7.3 Extraction assistée par micro-ondes	46
III.8 Caractérisations des huiles essentielles.....	47
III.8.1 Caractéristiques organoleptiques	47
III.8.2 Propriétés physico-chimiques.....	48
III.9 Composition chimique des huiles essentielles	49

III.9.1 Terpènes et terpénoïdes	49
III.9.2 Composés aromatiques	50
III.9.3 Composés d'origine diverse	50
III.10 Conservation des H.E	50
III.11 critères de la qualité des huiles essentielles	51
III.11.1 Relatifs à la matière première végétale	51
III.11.2 Relatifs à l'huile essentielle	53
III.11.3 Critères de qualité « économique »	54
III.12 Domaine d'application des huiles essentielles	54
III.12.1 Dans l'industrie agroalimentaire	55
III.12.2 En parfumerie et cosmétique	55
III.12.3 En pharmacie	56
Chapitre IV: Matériels et Méthodes.....	58
IV.1. Objectif de travail	59
IV.2 Prévenance de matériel végétale	60
IV.2.1. Situation géographique de la zone d'étude	60
IV.2.2. récolte et conservation de la plante	60
IV.3 Extraction l'huile essentielle de la plante étudié	60
IV.3.1 Procédé d'extraction et conservation d'huile essentielle	60
IV.3.2 Matériels utilisés	61
IV.3.3. Méthode	61
IV.3.4. Conservations d'huile essentielle obtenue :	62
IV.3.5. Calculs de rendement :	62
IV.4 Evaluation de l'étude physicochimique de l'huile essentielle <i>d'eucalyptus globulus</i>	63
IV.4.1. Etude chimique	63
IV.4.1.1 Indice d'acidité (57)	63
IV.4.1.2 Indice d'ester	63
IV.4.2. Etude physique	64
IV.4.2.1. Indice de réfraction	64
IV.4.2.1 Chromatographie en phase gazeuse CPG :	65
IV.5 Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle <i>d'eucalyptus globulus</i>	67
IV.5.1 Introduction générale :	67
IV.5.2. Evaluation de l'activité antibactérienne :	67
IV.5.3 Evaluation de l'activité antifongique :	70

IV.5.4 Evaluation de l'activité antioxydant	73
Chapitre V : résultat et discussion	75
V.1 Résultat et discussion	76
V.1.1 Les paramètres organoleptiques.....	76
V.1.2 Rendement en huile essentielle.....	76
V.1.3 Résultat d'étude physique.....	76
V.1.3.1. Indice de réfraction	76
V.1.3.2 Chromatographie en phase gazeuse CPG	76
V.1.4 Résultats d'étude chimique.....	78
V.1.5 Résultats d'évaluation antibactérienne.....	78
Conclusion générale	82
Références.....	85

Liste des figures

Figure I.1: Classification des alcaloïdes selon la structure chimique(7).....	09
Figure I.2 : Structure chimique de comarine.....	09
Figure I.3 : Structure de l'acide gallique (gauche) (8) et de l'acide ellagique(droite)(13)....	11
Figure 0.4 : squelette de base des flavonoïdes.....	12
Figure 0.5: structure des flavonoïdes après l'oxydation.....	12
Figure 0.6: Structure des différentes classes des flavonoïdes(5).....	14
Figure 0-7 : Structure typique des Saponosides.....	16
Figure II-1 : Eucalyptus Globulus(32).....	24
Figure II-2 : Photographie d'un Eucalyptus Globulus ans une zone résidentielle(35).....	25
Figure II-3 : Aire de répartition d'Eucalyptus globulus dans le monde (37).....	26
Figure II-4 : Répartition des Eucalyptus dans le monde (37).....	27
Figure III-1 : top 10 des production d'huiles essentielles au niveau mondiale (62).....	35
Figure III-2: Liste non exhaustive des productions d'huiles essentielles (62).....	36
Figure III-3 : Les principaux importateurs d'huiles essentielles (62).....	37
Figure III.4: Provenance des huiles essentielles en fonction des différentes parties de plantes(66).....	38
Figure III.5 : l'hydro distillation simple (69).....	40
Figure III.6 : Montage d'hydro-distillation manipulé (Clevenger)(70).....	40
Figure III.7: distillation à vapeur saturée(73).....	42
Figure III -8 : l'hydro diffusion(72).....	42
Figure III-9 : Photos à gauche d'une pelatrice et à droite d'une centrifugeuse séparatrice de l'essence de Citrus(80)..	44
Figure III-10 : Pilote d'extraction par CO2 supercritique (SEPAREX SF2, modèle 4343)(70).....	46
Figure III-11 : dispositif d'extraction assistée par micro-ondes(73).....	47
Figure IV -1 : Schéma général du travail expérimental.....	59
Figure IV-2: Récolte des feuilles d'eucalyptus globulus.....	60
Figure IV-3 : Dispositif d'hydro distillation clvenger.....	62
Figure IV-4 : refractometer.....	65
Figure IV-5 : le dépôt des disques.....	69
Figure IV-6 : Les souches utilisées.....	70
Figure IV-7 : tubes de la dilution préparée.....	71
Figure IV-8 : Les étapes de l'évaluation de l'activité antifongique.....	72
Figure IV-9 : forme libre et réduite du DPPH.....	73
FigureV-10 : histogramme représentent le diamètre des zones d'inhibition d'antibiotique (CN, VA) et l'huile essentielle d'eucalyptus globulus.....	78
Figure V-11 : Résultats de l'évaluation antibactérienne.....	79
Figure V-12 : Zones d'inhibition d'HE d'eucalyptus globulus.....	80
Figure I-13 : pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations d'acide ascorbique et de l'huile essentielle d'eucalyptus globulus.....	81

Liste des tableaux

Tableau II-1 : Distribution géographique d' <i>Eucalyptus globulus</i> en Algerie (38).....	28
Tableau III.1 :Exemples de la diversité d'applications des huiles essentielles(70).....	57
Tableau IV.1 : Situation géographique.....	60
Tableau IV.2 : les Souches utilisée	67
Tableau IV.1 : Situation géographique.....	70
Tableau. V.1 : caractéristique organoleptique de l'huile essentielle d' <i>eucalyptus globulus</i> ..	76
Tableau V.2 : Rendement de l'huile essentielle.....	76
Tableau V-3 : composition chimique de l'HE d'eucalyptus globulus	77
Tableau V-4 :valeurs d'indice d'acide et d'ester.....	78
Tableau V-5 : diamètres de la zone d'inhibition de l'HE d'Eucalyptus globulus	80
Tableau. V-6 : Valeur des concentrations d'IC ₅₀	81

Introduction Générale

Introduction générale

Depuis toujours, l'homme a pu compter sur la nature pure subvenir à ses besoins de base : nourriture, abris, vêtement et également pour ses besoins médicaux. L'utilisation thérapeutiques des extraordinaires vertus des plantes pour le traitement des maladies de l'homme est très ancienne et avec l'histoire de l'humanité.

« La médecine traditionnelle qui est la somme totale des connaissances, compétences et pratiques reposant rationnellement ou non, sur les théories, croyances et expériences propres à une culture, est utilisée pour maintenir les êtres humains en bonne santé ainsi que trois de ces acides gras vitaux ne sont présents que chez les plantes. Aujourd'hui alors qu'on rejette les effets secondaires de certains médicaments modernes puissants, les plantes retrouvent leur place dans notre vie quotidienne.

Actuellement, les plantes aromatiques possèdent un atout considérable grâce à la découverte progressive des applications de leurs huiles essentielles dans les soins de santé ainsi que leurs

Utilisations dans d'autres domaines d'intérêt économique. Leurs nombreux usages font qu'elles connaissent une demande de plus en plus forte sur les marchés mondiaux les huiles essentielles d'eucalyptus font partie des huiles essentielles les plus utilisées sur le marché. Elles sont devenues très courantes et il est possible de les retrouver dans tout type de commerces ce qui implique que l'on en trouve tout type de qualité. Cette banalisation de leur utilisation engendre des risques car les huiles essentielles sont des produits très concentrés.

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. L'Eucalyptus est l'une des plantes médicinales les plus utilisées à travers le monde.

Les études récentes soulignent des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes de ces huiles essentielles.

Les objectifs de notre travail sont :

- ✓ L'extraction des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus de la région de Soumaa-Blida et la réalisation des analyses physique-chimique.
- ✓ L'étude biologique portant sur l'effet antimicrobien et antioxydant de l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus.

Introduction générale

Le travail présenté est composé de cinq chapitres :

Chapitre I: généralités sur les plantes médicinales et aromatiques.

Chapitre II: synthèse bibliographique sur l'Eucalyptus globulus.

Chapitre III: Les huiles essentielles.

Chapitre IV: matériels et méthodes.

Chapitre V: résultats et discussion

Chapitre I: Généralité sur les plantes aromatique et médicinale

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

I.1 définition des plantes médicinales et aromatiques

I.1.1 Plantes médicinales

Selon l'OMS « Une plante médicinale est une plante qui contient des organes qui peuvent être utilisés à des fins thérapeutiques, ou qui sont des précurseurs de l'hémisynthèse chimio-pharmaceutique, dans un ou plusieurs de ses organes ». Ce concept distingue les plantes médicinales déjà reconnues pour leurs effets thérapeutiques ou comme précurseurs de certains produits chimiques scientifiquement prouvés, et les plantes utilisées en médecine traditionnelle(1).

I.1.2 Plante aromatique

Ce sont des végétaux qui contiennent suffisamment de molécules aromatiques dans un ou plusieurs organes producteurs : feuilles, fleurs, tiges, fruits, écorces, racines etc.

Les plantes aromatiques sont d'où proviennent les aromatiques. Les herbes les plus communes sont la menthe, le basilic, l'origan, le laurier et le thym. Frais ou séchés, ils sont utilisés pour assaisonner les aliments et faire des boissons à base de plantes. Ils sont également utilisés pour fabriquer des cosmétiques et des produits pharmaceutiques.(2)

I.2 Importance des plantes médicinales et aromatiques

Les plantes médicinales et aromatiques ont une très grande importance dans plusieurs domaines.

➤ Importance des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont considérées comme le meilleur moyen de faire face au nombre croissant de problèmes de santé contemporains. C'est des plantes qui ont des nombreux avantages :

- ✓ **Aucune réaction allergique :** Lorsque vous utilisez des produits à base de plantes médicinales pour traiter vos problèmes de santé, vous n'avez pas à vous soucier de ce que vous mangez. Parce que les composants sont entièrement naturels, vous n'avez pas à vous soucier de vos repas causant des réactions allergiques qui compromettent votre santé.
- ✓ **Ingrédients naturels :** Lorsque vous regardez les étiquettes des produits à base de plantes médicinales, vous verrez qu'ils sont principalement composés d'extraits de plantes. Compléter le médicament ne nécessite pas l'utilisation de produits chimiques synthétiques ou de formules. D'autres peuvent être ajoutés pour augmenter les effets du mélange, mais

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

les responsables de la santé du gouvernement s'assurent que cela n'interférera pas avec votre thérapie.

✓ **Solution économique :** Le coût des produits à base de plantes est l'un de ses avantages. Ils sont beaucoup moins chers que les médicaments synthétiques que les médecins donnent régulièrement de nos jours. En fait, les clients qui ont un budget serré se tournent vers cette méthode pour résoudre leurs problèmes de santé afin d'économiser le plus d'argent possible.

✓ Les plantes médicinales peuvent également soigner quelques maux d'hiver ou des troubles du transit intestinal.

✓ Certaines plantes peuvent bénéficier de capacités aphrodisiaques.

✓ Elles sont recommandées contre les brûlures d'estomac, les ulcères et le syndrome du côlon irritable.

✓ Elles se montrent douces envers le système digestif, apaise les maux de ventre, renforce le système immunitaire. Appliquée sur les gencives, elle les apaise et les renforce.

➤ **Importance des plantes aromatique**

Les plantes aromatiques ont de multiples bienfaits, parmi eux on trouve que :

✓ Les plantes utilisées en aromathérapie sont faibles en calories, avec seulement 15 à 30 calories par 100 g, ce qui implique qu'ils ont peu d'impact sur le bilan énergétique, surtout parce que nous utilisons rarement plus de 20 g, ou un petit bouquet. Ils aident également à diminuer la quantité de sel utilisée(3).

✓ Les herbes aromatiques sont riches en chlorophylle, un antioxydant qui est nécessaire pour lutter contre les effets des radicaux libres, qui causent des maladies cardiaques et le cancer(3).

✓ La vitamine K se trouve dans les plantes aromatiques et est nécessaire à la coagulation sanguine. Elle facilite également la liaison du calcium aux os.

✓ Elles permettent de lutter contre les affections des voies respiratoires telles que la toux ou le rhume.

✓ Elles favorisent l'élimination des métaux lourds par les urines.

✓ Elles favorisent la circulation sanguine. Ses brins renferment de la vitamine C, des caroténoïdes et des flavonoïdes, qui protègent et renforcent les parois veineuses.

✓ Elles assainissent la bouche, et combattent la mauvaise haleine.

✓ Elles renferment des flavonoïdes aux vertus stimulantes qui augmentent les sécrétions de bile, ce qui détoxifie le foie et relance son bon fonctionnement(3).

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

- ✓ Elles aident à lutter contre les troubles digestifs (spasmes, ballonnements...) grâce à l'acide rosmarinique, un puissant antioxydant.
- ✓ Thym, basilic, coriandre... Les herbes aromatiques parfument le poisson, la viande, les légumes... mais elles sont aussi très utiles pour bien digérer et se détoxifier. À consommer sans modération surtout si l'on est au régime.
- ✓ Les plantes aromatiques, les phytophages (mangeurs de plantes) sont d'excellents compagnons pour les légumes du potager, favorisant le développement.
- ✓ les plantes aromatiques transforment le plus fade des plats en un régal pour les papilles(4).

I.2.1 Les métabolismes secondaires

Outre les principes issus du métabolisme fondamental, tels que les glucides, les lipides et les protides, que l'on retrouve de manière universelle chez tous les êtres vivants, on trouve également des principes propres à une famille de plantes ou même à une seule plante. Ceci nous permet d'affirmer que les plantes sont de véritables usines chimiques, dont les qualités thérapeutiques sont liées à un ou plusieurs éléments, ou occasionnellement ou fréquemment à la combinaison de ces constituants.(5)

I.2.1.1 Alcaloïdes

Les alcaloïdes ont une structure complexe : leur atome d'azote est incorporé dans un système hétérocyclique, et ils ont une forte activité pharmacologique. Ils ont été caractérisés à l'origine comme des substances azotées basiques d'origine naturelle à dispersion limitée. Ils proviennent uniquement du règne végétal, selon certains auteurs, et ils ont une forte activité pharmacologique dans un système hétérocyclique.

Ils existent sous forme de sels, et on peut ajouter qu'ils sont biosynthétiquement produits à partir d'un acide aminé. Les vrais alcaloïdes sont définis par la présence de ces composants.

Les pseudo-alcaloïdes ont toutes les propriétés des vrais alcaloïdes mais ne sont pas des dérivés d'acides aminés.(6)

Un alcaloïde pourrait ainsi être défini comme un produit chimique organique d'origine naturelle (le plus souvent végétale), azoté, plus ou moins basique, de distribution restreinte, et doté de fortes caractéristiques pharmacologiques à faible dose.

Les alcaloïdes possèdent des effets thérapeutiques variés :(6)

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

Action dépressive (morphine, scopolamine...) ou stimulante (caféine, strychnine) sur le système nerveux centrale ;

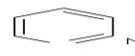
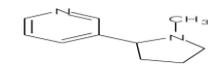
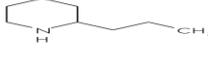
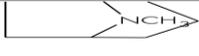
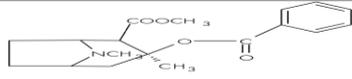
Action sympathomimétique (éphédrine) ou sympatholytique (yohimbine, certains alcaloïdes de l'ergot de seigle), parasymphatomimétique (physostigmine, pilocarpine), anti cholinergique (atropine, hyoscyamine) ou ganglioplégique (nicotine, spartéine) sur le système nerveux autonome ;

Action curarisante, anesthésique locale (cocaïne) ;

Action antifibrillante (quinidine) ;

Action anti tumorale (vinblastine, ellipticine), antipaludique (quinine) et amoebicide (émétine).

Les alcaloïdes hétérocycles sont les plus nombreux. Ils peuvent être mono ou polycyclique ils ont classé dans le tableau suivant : (7)

<i>Alcaloïdes dérivés par</i>	<i>Exemple</i>	<i>Structure</i>	<i>Origine</i>
 Pyrrolidine	Hygrine		/
 Pyridine	Conine		Conium maculatum L. Ombelliferae
 Pipéridine	Nicotine		Tabac, Nicotiana Tabacum L. Solanaceae
 Tropane	Cocaïne		Feuilles de Coca, Erythroxylon coca Lam. Linaceae

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

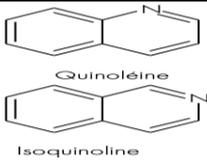
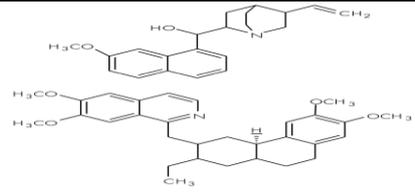
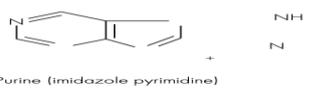
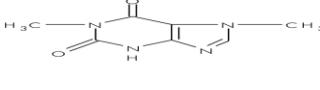
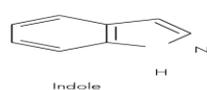
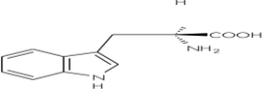
 <p>Quinololine Isoquinoline</p>	<p>Quinine Papavérine</p>		<p>Ecorces de Quinquinas. Rubiaceae L'opium papavéracée</p>
 <p>Purine (imidazole pyrimidine)</p>	<p>Caféine</p>		<p>Café, Thé, maté, du Kola</p>
 <p>Indole</p>	<p>Tryptophane</p>		<p>/</p>

Figure 0.1 : Classification des alcaloïdes selon la structure chimique(7)

I.2.1.2 Les coumarines

• Définition :

Les coumarines tirent leur nom du mot "coumarou", qui a été inventé en 1820. Ce sont des 2H-1-benzopyran-2-ones, que l'on peut considérer comme des lactones d'acide 2-hydroxy-z-cinamique en première approximation. Plus d'un millier de coumarines ont été identifiées, et les plus fondamentales se retrouvent dans tout le règne végétal.(7)

• Structure

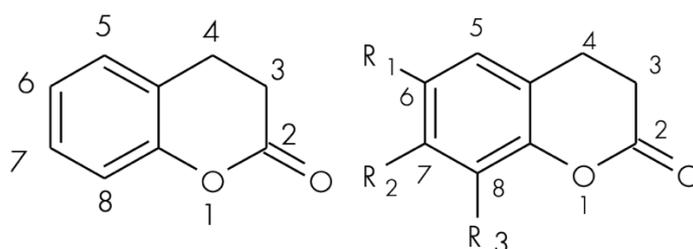


Figure 0.2 : Structure chimique de coumarine

$R_1=R_3=H, R_2=OH$Ombeliférone.

$R_1=R_3=H, R_2=OCH_3$...Herniarine.

$R_1=OCH_3, R_2=R_3=OH$.Fraxétol(7)

Ellesontlesplusrépanduesdanslerègnevégétal

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

- **Les propriétés pharmacologiques :**

Les médicaments coumariniques, ainsi que leurs dérivés, ont peu d'intérêt pharmacologique dans le traitement des maladies veineuses en général (exuloside, exuletol). Il peut provoquer un cancer hépatocellulaire grave et se transforme rapidement à un niveau en 7-hydroxycoumarine.(5)

I.2.1.3 Tanins

C'est un terme issu d'un ancien procédé de tannage des peaux d'animaux avec des extraits de plantes (8). Il s'agit d'une matière amorphe présente dans une grande variété de plantes. Il est utilisé pour créer du cuir car il empêche les peaux de pourrir. Il contient également des effets antiseptiques, antibactériens, astringents, anti-inflammatoires, anti-diarrhéiques, hémostatiques et vasoconstricteurs (constriction des vaisseaux sanguins).(5)Le chêne est un exemple de plante contenant des tanins (10).

Les Tanins, Ce sont aussi des composés phénoliques d'un poids moléculaire de 500 à 3000, qui ont la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines en plus des réactions phénoliques traditionnelles.(6)

Il existe deux catégories : les tanins condensés (proanthocyanidols) et les tanins hydrosolubles (tanins galliques et ellagiques) (figure I-3) qui diffèrent par leur structure chimique et l'origine biogénique.

La capacité des tanins à former des complexes avec des macromolécules, notamment des protéines, explique la majorité de leurs propriétés biologiques (enzymes digestives et autres, protéines fongiques ou virales). Il en va de même pour les problèmes qu'ils peuvent produire dans le domaine alimentaire (trouble dans les bières, par exemple) ou dans le domaine agricole (formation d'acides humiques, valeur nutritionnelle des acides humiques, valeur nutritionnelle des fourrages).(6)

Ils ont une action vasoconstrictrice sur les petits vaisseaux superficiels et imperméabilisent les couches les plus externes de la peau et des muqueuses, protégeant ainsi les couches sous-jacentes. Ils ont également une action vasoconstrictrice sur les muqueuses, protégeant ainsi les couches sous-jacentes. Les tanins aident à la régénération des tissus en cas de plaies superficielles ou de brûlures en limitant la perte de liquide et les agressions extérieures.(6)

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

Ils présentent plusieurs propriétés : antiseptique, anti diarrhéique, antimicrobienne, Antifongique, antivirale...Ils ont aussi une activité antioxydante (les tanins hydrolysables) en inhibent la peroxydation des lipides induite par l'ADP et l'acide ascorbique sur les Mitochondries hépatiques du rat (11).

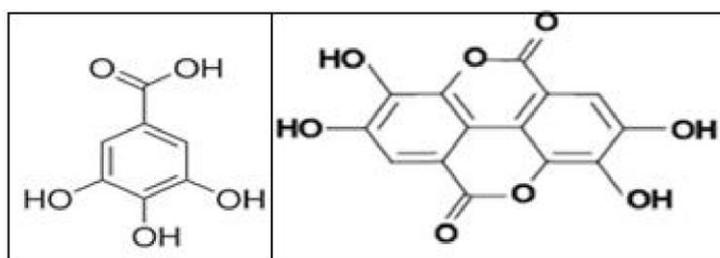


Figure 0.3 Structure de l'acide gallique (gauche) (8) et de l'acide ellagique (droite) (13).

I.2.1.4 Flavonoïdes

- **Définition :**

Les pigments végétaux appelés flavonoïdes sont extrêmement répandus. Ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits, et parfois des flavonoïdes jaunes (chalcones, aurones, flavonols), des anthocyanosides rouges, bleus et jaunes, qui sont presque toujours hydrosolubles.(14)

Ils peuvent être utilisés de diverses manières dans les industries cosmétique et alimentaire, ainsi que dans l'industrie pharmaceutique, par exemple, certains flavonoïdes ayant des caractéristiques anti-inflammatoires et antivirales.(15)

- **Structure**

La plupart des flavonoïdes ont une structure de faisceau relativement simple, constituée de deux cycles aromatiques de type phényle (A et B) reliés par une chaîne de trois atomes de carbone généralement cycliques, c'est-à-dire un système C6-C3-C6, comme le montre la figure I.5 :(16)

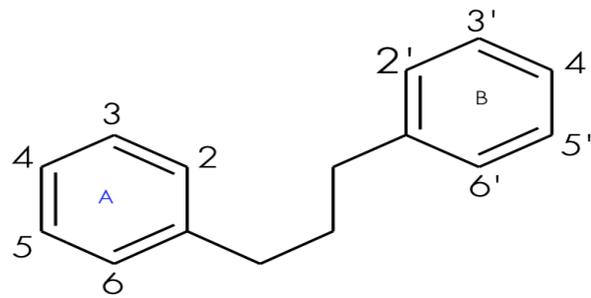


Figure 0.4 squelette de base des flavonoïdes

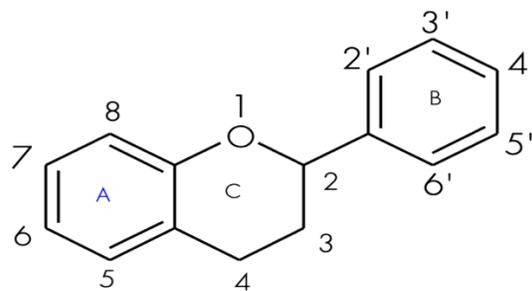


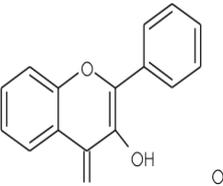
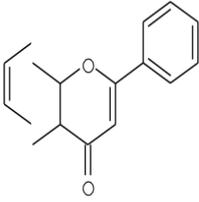
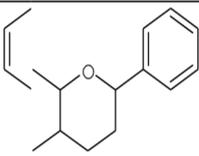
Figure 0.5 structure des flavonoïdes après l'oxydation

Ils peuvent être regroupés en une douzaine de classes, la variation du degré d'oxydation de la chaîne carbonée (formant, engendrant un hétérocycle C, par condensation avec un OH phénolique du noyau A).

- **Classification flavonoïdes**

Le degré d'insaturation et d'oxydation de l'anneau calicique distingue les différentes classes de flavonoïdes, tandis que la substitution des anneaux A et B distingue les composés spécifiques appartenant à une classe. Les principales classes de flavonoïdes sont les anthocyanes, les flavonols, les flavones, les isoflavones et les proanthocyanidols, comme le montre la figure I.7.

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

Structure chimique	Flavonoïde (exemple)	Groupements hydroxyles								
		2	3	4	5	3	5	6	7	8
 <p>Flavonol</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Quercétine ■ Myricétine ■ Ficétine ■ Morine ■ Kaempférol ■ Rutine ■ Quercétrine 	*	*	*	*	*	*	*	*	
 <p>Flavone</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lutéoline ■ Apigénine ■ Baicaléine 		*	*			*	*		
 <p>Flavane</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Catéchine ■ Méciadonol 		*	*	*	*	*	*		

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

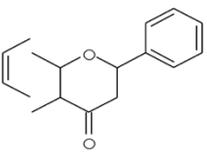
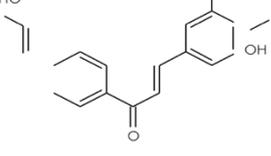
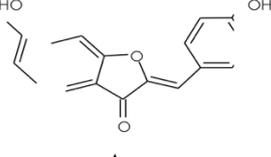
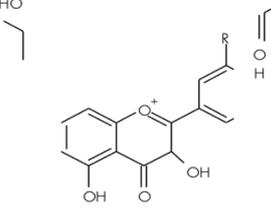
 <p>Flavanone</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Taxifoline ■ Naringinine ■ Naringine 		*	*		*		*		*	Rhamno-glycoside
 <p>Chalcone</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Isoliquiritigénine ■ Butéine 					H OH					
 <p>Aurone</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hispidol 										
 <p>Anthocyanidine</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pélargonidol(R=H) ■ Cyanidol(R=OH) 										

Figure 0.6 Structure des différentes classes des flavonoïdes(5) .

➤ **L'effet pharmacologie des flavonoïdes :**

- Les flavonoïdes réagissent avec de très nombreuses enzymes de l'organisme. Ils sont cependant, beaucoup très nombreux pour qu'on connaisse avec précision leurs effets spécifique.

I.2.1.5 Les huiles essentielles

• **Définition :**

Les H.E. sont des produits métaboliques secondaires exclusifs aux plantes supérieures. Les essences sont des mélanges complexes d'odorants et de produits chimiques volatils que l'on

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

appelle parfois des essences. Elles peuvent être fabriquées de deux manières : par distillation ou par entraînement à la vapeur d'eau, ou, plus rarement, par expression de l'épicarpe ou de l'organe du citron. L'extraction se fait à température et à pression afin de renforcer la quantité aromatique des huiles essentielles.(17)

- **La qualité des HE :**

La qualité se mesure par le respect de normes qui peuvent varier selon l'utilisation de l'huile. Par exemple, les normes "AFNOR" (Association française de normalisation) et "ISO" (Organisation internationale de normalisation) sont les critères utilisés pour juger de la qualité des huiles essentielles dans l'industrie de la parfumerie.

- En phytothérapie, leur qualité peut être assurée par la présence d'une certaine quantité de Substances des parfums.
- En pratique la qualité des huiles essentielles est évaluée de deux façons : premièrement par des analyses physico-chimiques et deuxièmement par les propriétés organoleptiques de l'huile essentielle.
- La première est effectuée par des laboratoires spécialisés et la deuxième par un panel de personnes expérimentées ou encore par un 'nez artificiel'(18).

- Classification chimique des huiles essentielles

Selon les constituants prédominants on peut diviser les H.E. en trois catégories :

- Les H.E. hydrocarbonées riches en terpènes (Citron)
- Les H.E. oxygénées riches en alcools, ester (Menthe, Girofle, Thym....)
- Les H.E. sulfurées (Confères, Liliacée)(19).

I.2.1.6 Substances Amères

Qui forment un groupe très diversifié de composants dont le point commun est l'amertume de leur goût. Cette amertume stimule les sécrétions des glandes salivaires, ces sécrétions augmentent l'appétit et améliorent la digestion et l'absorption des éléments nutritifs adaptés, le corps est de ce fait mieux nourri(15)

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

I.2.1.7 Terpènes

Les terpènes, qui sont des métabolites secondaires, sont une vaste gamme de composés naturels que l'on trouve dans tout le règne végétal et animal et qui contiennent des substances chimiques très volatiles.

Les terpènes sont des composés non aromatiques dont la structure fondamentale ne comporte que du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène. Une structure fondamentale non aromatique est partagée par tous les terpènes et les stéroïdes, ainsi qu'un point essentiel créé par l'assemblage d'un certain nombre d'unités pentacarbonées ramifiées obtenues à partir du 2-méthylbutadiène (20).

I.2.1.8 Saponosides

Les Saponosides, communément appelés saponines, sont des composés glucosidiques végétaux qui ont la capacité unique de mousser en présence d'eau grâce à leur activité tensioactive (qui réduit la tension de surface entre les particules d'eau).

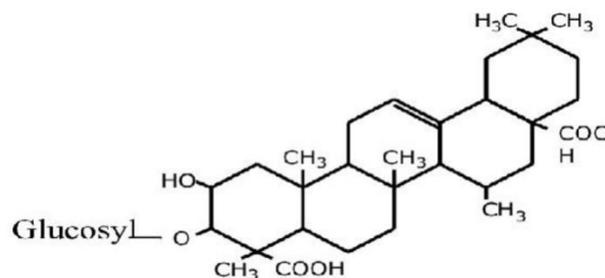


Figure 0-7 : Structure typique des Saponosides

Les Saponosides constituent une vaste classe d'hétérosides que l'on trouve dans un large éventail de plantes. Ils se distinguent par leurs qualités tensioactives, qui leur permettent de se dissoudre dans l'eau et de mousser. En outre, l'utilisation de certains médicaments qui en contiennent repose sur leur tensioactivité : Depuis longtemps, la saponaire (*Saponaria officinalis* L.), qui tire son nom du latin sapa, saponis (savon), est un détergent ménager courant dans nos régions, tout comme les fruits de divers "savons indiens" (sapa + Inde -> *Sapindus*) sous les tropiques. De divers "savons indiens" (sapa + Inde -> *Sapindus*) : *S. sapanaria* L., *S. La* majorité des saponosides ont des capacités hémolytiques et sont dangereux

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

pour les animaux à sang froid, notamment les poissons. Ces caractéristiques ne sont pas partagées par tous les saponosides.(6)

I .2.2 La phytothérapie

I .2.2.1 Définition

La phytothérapie est dérivée des mots grecs phytos, qui signifie plante, et therapia, qui signifie soin ou traitement (21).

La phytothérapie est donc la pratique consistant à utiliser des plantes médicinales pour se soigner. Elle consiste à traiter les maladies et les troubles subjectifs avec des préparations dérivées de plantes entières ou d'organes végétaux tels que les feuilles, les fleurs, les racines, les fruits et les graines (21).La phytothérapie n'est qu'une discipline de la connaissance des plantes thérapeutiques, qui englobe la phytochimie, la phytopharmacie et la phytopharmacologie.

Elle traite des avantages et des inconvénients de l'utilisation de composés phytothérapeutiques dans le traitement de l'homme. Elle concerne principalement les médecins et les paramédicaux qui travaillent avec des plantes médicinales(21).

Il est essentiel de distinguer ce domaine de la phytopharmacie, qui englobe tous les médicaments utilisés pour traiter les plantes, tels que les pesticides, les fongicides, les herbicides et les insecticides.(22)

I .2.2.2 Le développement de la phytothérapie

Depuis la nuit des temps, les hommes apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes (23).C'est au médecin Parisien Henri Leclerc (1870-1955) que nous devons le concept de phytothérapie.

La mise à jour de la phytothérapie repose désormais entre les mains d'un petit nombre de chercheurs en pharmacie et d'universitaires qui en dépit des obstacles, travaillent d'arrache-pied par des recherches pharmacologiques et cliniques sur les propriétés et les utilisations possibles des plantes médicinales(24) .

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

I.2.2.3 Types de phytothérapies

➤ La phytothérapie traditionnelle

Il s'agit d'une thérapie alternative qui tente de soulager les symptômes d'une maladie. Ses racines remontent à l'Antiquité et elle est fondée sur l'utilisation de plantes selon des vertus établies empiriquement scientifiquement(22). Elle possède des indications de première intention qui sont propres à l'orientation pharmacologique (25). Elles concernent notamment les pathologies saisonnières allant des maladies psychologiques aux symptômes hépatobiliaires en passant par les troubles digestifs ou dermatologiques. Les graines de chardon (*Silybum marianum* L.) en sont un exemple. Elles sont utilisées pour traiter les maladies digestives fonctionnelles d'origine hépatique. En effet, l'activité cholérétique de ce médicament se définit par ses qualités hépatoprotectrices et régénératrices de la cellule hépatique.(26)

➤ La phytothérapie moderne

Elle est basée sur la compréhension biochimique, dans le but de soulager les symptômes par l'utilisation de principes actifs reconnus et testés scientifiquement, présents dans les plantes médicinales. Elle utilise principalement des extraits de plantes qui sont présentés comme toute autre spécialité pharmaceutique.

➤ Limites de la phytothérapie

Depuis quelques temps beaucoup de conseils, de recettes de grandes mères, remèdes anciens à base de plantes..., font l'objet de beaucoup de publications connaissant un grand succès auprès du public. Appelée aussi médecine douce, ce qui peut s'apparenter à une médecine sans danger, ceci n'est pas le cas. Pour des connaisseurs et ceux qui peuvent séparer le bon du mauvais, ces conseils peuvent être très précieux. En revanche, se soigner soi-même en se basant uniquement sur ces publications peut devenir une vraie source d'inconvénients non négligeables parfois même mortels (27). La phytothérapie peut s'avérer dangereuse, voire mortelle selon les plantes et les doses administrées car :

- Le principe actif n'est pas toujours connu : les plantes peuvent comporter plusieurs molécules qui peuvent interagir entre elles et avec d'autres substances. Parfois la composition chimique dans une même plante peut différer d'un organe à un autre et parfois d'une saison à

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

une autre(28). Mais aussi avec la ressemblance des espèces, les erreurs botaniques ou des erreurs sur la partie de la plante à utiliser peuvent avoir lieu ;(6)

- Les quantités administrées ne sont pas toujours contrôlées (risques = inefficacité, toxicité) et la reproductibilité des administrations n'est pas assurée (lieu du recueil, moment de la récolte, stockage...);

- Les extraits sont souvent impurs et peuvent contenir des principes supplémentaires potentiellement dangereux ou utiles : Comme la composition varie, la consommation d'une plante peut entraîner l'ingestion de substances et de composés supplémentaires autres que le principe actif sans que l'on connaisse la dose ingérée, ce qui entraîne des surdoses ou des sous-doses;

-Les interactions sont difficilement évaluables : des interactions d'ordre pharmacodynamiques (augmentation ou diminution de l'effet) ou pharmacocinétique (modification de l'absorption, de la distribution, du métabolisme ou de l'élimination) avec d'autres médicaments ou avec d'autres composés peuvent avoir lieu ;

-La pharmacologie préclinique et clinique est souvent insuffisante (les essais contrôlés sont difficiles à réaliser) : la nature et la structure complexe des plantes compliquent leur étude ; malgré les progrès scientifiques actuels, le mystère des plantes et de toutes ses parties reste non résolu;

- Le contrôle par un professionnel de santé n'est pas toujours garanti : absence de système de hypovigilance ou de surveillance des effets indésirables et des interactions, absence de contrôle des conditions de conditionnement ou de stockage car un conditionnement inadapté ou une contamination par un micro-organisme lors du stockage peuvent altérer le produit végétal et entraîner une dégradation de ses qualités;

-Le patient peut être attaché à la phytothérapie alors que sa maladie relève d'un traitement par une molécule prouvée active dans cette indication ;

-Certaines plantes sont inoffensives, mais d'autre, comme de nombreuses espèces (digitale, belladone, colchique, etc.), sont toxiques et ne sont utilisées que sous des formes bien contrôlées, exclusivement commercialisées en pharmacie. L'emploi inconsidéré de plantes cueillies dans la nature peut aboutir à des intoxications graves et mortelles.

Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et médicinales

La phytothérapie constitue donc une thérapeutique à "variables multiples" , pouvant engendrer des effets indésirables et des intoxications, la présence d'interaction avec les médicaments chimiques ou même des contre-indications dangereuses parfois mortelles, mais aussi la complexité de la composition chimique de la plante, le type d'extrait utilisé qui sera constitué d'une catégorie de composants et dépourvu d'autres selon le solvant ou le produit d'extraction utilisé, la voie d'administration...etc., d'où la nécessité de définir et maîtriser rigoureusement la composition des produits et de contrôler avec soin leur fabrication mais aussi leur dispensation(6).

Chapitre II: Synthèse bibliographique sur l'Eucalyptus Globulus

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les *Eucalyptus Globulus*

II.1 Présentation de la plante étudiée (*Eucalyptus Globulus*)

Eucalyptus globulus est un arbre particulièrement grand avec des feuilles en forme de lance, et il a souvent été placé dans des marais propices au paludisme pour les sécher et les nettoyer grâce à son développement extrêmement rapide. Cependant, la sévérité des hivers limite sa propagation; par conséquent, on le trouve surtout dans les régions à climat doux. Les abeilles comptent sur ses fleurs comme source majeure de pollen et de nectar. Pour ses qualités antibactériennes, les feuilles de gomme bleue ou d'eucalyptus globulaire sont traditionnellement utilisées pour les blessures, la grippe, le refroidissement et le diabète. En ce qui concerne les huiles essentielles, elles sont utilisées dans les industries cosmétiques et médicinales.

II.1.1 La famille Myrtaceae

Le mot "myrtacées" est dérivé du mot grec "myrte", qui est l'abréviation de myrte et fait référence à une plante qui est souvent un arbuste persistant aromatique. 131 genres et 4600 à 5500 espèces composent l'immense famille des dicotylédones connue sous le nom de Myrtacées (ou « famille des myrtes »)(29).

Les myrtacées sont un groupe d'arbres et d'arbustes hermaphrodites, dont les fleurs comprennent à la fois mâle (étamines) et femelle (pistil) parties reproductrices, selon la même source. Les fleurs mâles et femelles de *Psiloxylon* sont dioïques, et elles sont sur des pieds différents. Myrtoideae, qui compte 17 tribus, et Psiloxylloideae sont deux sous-familles (chacune avec un certain nombre de tribus) dans le genre Myrtaceae. On les trouve partout dans le monde, mais ils sont particulièrement communs dans les régions tropicales chaudes et tempérées de l'Australie. Certains arbres sont très importants économiquement, en particulier les espèces d'eucalyptus. D'autres sont des plantes médicinales qui sont utilisées en phytothérapie pour traiter ou prévenir les maladies en utilisant certaines parties de la plante(29).

De nombreuses espèces appartenant à cette famille sont utilisées en médecine traditionnelle.

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les *Eucalyptus Globulus*

II.1.2 Description botanique de la plante *Eucalyptus Globulus*

L'Eucalyptus globulus, Labillard, est un grand arbre que l'on trouve dans les bois australiens et qui se distingue par son développement rapide, ses feuilles distinctives et son bois magnifique et sans tache. Labillardière la trouve au cap Van-Diemen (1792). Il appartient à la tribu Leptospermeae (de Candolle), tribu de la même famille, et à l'icosandrie monogyne du système artificiel de Linné au genre *Eucalyptus* de (L'héritier). En raison de la similitude entre la forme de son fruit et certains boutons de chemise, Labillardière lui a donné le nom particulier (*globulus*). C'est un arbre qui atteint généralement 30 à 35 mètres de hauteur à maturité; dans la zone méditerranéenne, où les conditions lui sont plus adaptées, il peut atteindre 100 mètres(30).

Une mince écorce ou périderme qui exfolie (détache) en longs lambeaux couvre la partie nue du tronc, qui est lisse et cendrée. Il présente des fissures où la gomme "Kino", dont la couleur varie du rouge sang au pourpre foncé, peut être prélevée(31).

Les jeunes brindilles aux tiges quadrangulaires ailées et aux surfaces pruneuses soutiennent les jeunes feuilles (recouvertes d'un revêtement cireux). Ses branches matures sont des tiges cylindriques avec des surfaces presque sans pruite. Les racines d'*Eucalyptus globulus* sont plus traçantes que cruciales, et elles pénètrent la terre plutôt horizontalement(31).

Les feuilles sont abondantes, persistantes et essentiellement de deux types distincts. Elles sont opposées et sessiles alors que la plante est jeune, devenant alternes et longues pétiolées à maturité. Sur un pédoncule commun assez large, les fleurs axillaires sessiles varient d'un à trois. Elles commencent par un bouton quadrangulaire pruneux et verruqueux avant de fleurir. Il est composé d'un calice très spécial, qui peut être considéré comme étant composé de deux morceaux — un inférieur et un supérieur(31).



Figure II-1 : *Eucalyptus Globulus*(32)

II.2.2.1 Dénominations *D'Eucalyptus globulus*

- Nom Communs : Gommier, Gommier bleu, Arbre au Koala, Arbre à la fièvre (33)
- Nom vernaculaire : Arabe : شجرة الكاليتوس الكينا; Français : Eucalyptus ;
Algérie : Kalytos (34)
- ✓ Origine du nom : Le mot « Eucalyptus » vient de grec eu « bien » et kaluptos « couvert »(33)

II.2.2.2 L'espèce *Eucalyptus Globulus*

Dans les forêts sclérophylles humides et tempérées, l'*eucalyptus globulus* est une espèce majeure ou sous-dominante.

En raison de son association fréquente avec d'autres espèces *d'eucalyptus*, il est rarement observé dans des peuplements étendus et purs. Il crée une mosaïque de peuplements locaux d'*E.globulus* divisés par des peuplements d'espèces habitant divers habitats dans certaines régions car il est très dépendant d'une petite gamme d'habitats(35).

Cet *Eucalyptus* se trouve dans les zones vallonnées le long de la côte, dans les parties plus froides de son aire de répartition, tandis que dans les parties plus chaudes de son aire de répartition, il se trouve dans les vallées humides des régions montagneuses. Il se développe sur des sols moyennement profonds et bien drainés.

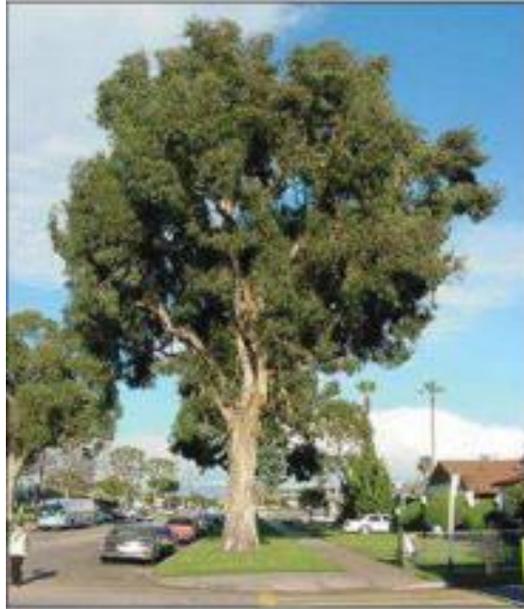


Figure II-2 : Photographie d'un *Eucalyptus Globulus* ans une zone résidentielle(35).

II.2.2.3 Position Systématique (36)

Embranchement : Spermatophytes

Sous embranchement : Angiospermes

Règne : Plante Haeckel

Sous règne : Viridaeplants

Classe : Magnoliopisda

Sous classe : Rosidea

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Sous famille : Myrtoideae Sweet

Genre : *Eucalyptus*

Espèce : *Eucalysptus Globulus* labill

II.2.2.4 Classification phylogénique (37)

Clade : Angiospermes

Calade : Dicotylédones vraies

Clade : Rosidées

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

II.3 Localisation et répartition géographique

De Parce que ce genre méprise le froid, plusieurs espèces sont transplantées dans diverses nations avec des conditions climatiques adéquates; sur plus de 150 espèces de ce genre, moins de trente sont exploitées de manière significative dans les plantations. Quatre espèces, *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. tereticornis* et *E. grandis*, représentent la moitié des superficies plantées à la fin des années 1980.

II.3.1 Dans le monde

Bien que les efforts de Ramel à son retour d'Australie en 1857 aient permis l'établissement de plantations dans le sud de l'Europe et en Afrique du Nord, l'espèce a été introduite pour la première fois en Europe vers 1804 (37). Le Portugal, la Californie, l'Amérique du Nord, le Chili, l'Afrique du Sud, l'Inde, l'Argentine, l'Égypte et l'Andalousie, l'Espagne, ont tous reçu des introductions à l'eucalyptus en même temps (surtout des globules) (37).



Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les *Eucalyptus Globulus*

Figure II-3 : Aire de répartition d'*Eucalyptus globulus* dans le monde (37)

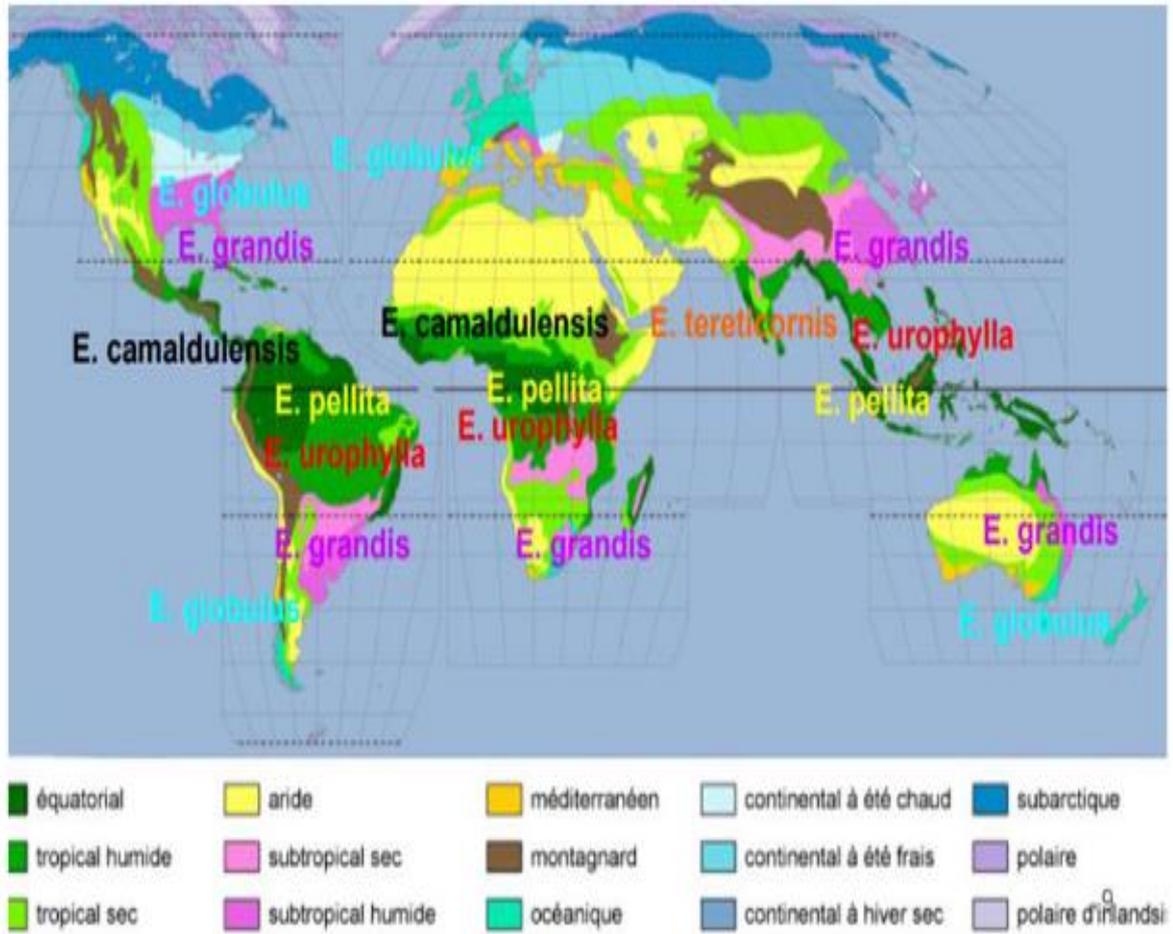


Figure II-4 : Répartition des *Eucalyptus* dans le monde (37)

II.3.2 En Algérie

En 1857, Prosper Vincent Izart Ramel de retour de son premier voyage en Australie, apporte des graines de cette variété. Ces graines d'*Eucalyptus globulus* sont semées dans les pépinières du Hamma, jardin d'Alger au printemps 1861. Dès l'année suivante, les colons entrevirent les profits qu'ils pouvaient tirer de cet arbre exotique, ainsi les premières plantations eurent lieu dans la plaine de la Mitidja et Ramel en planta même à Hussein-Dey, ce qui donnera plus tard le nom d'*Eucalyptus* à un quartier d'Hussein Dey.

Plus de la moitié des 5555 hectares couverts d'eucalyptus se trouvaient dans la région d'Orani. Actuellement, Azzefoun et El-coasts Kala sont couverts de plantations. Les régions

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les Eucalyptus Globulus

de Mitidja et Hadjout abritent cette espèce. Le tableau (1) présente la répartition mondiale d'E.globulus.

Wilaya	Nom local	Partie utilisée	Utilisation	Superficie
Ain Defla	Kafour	Feuille	Asthme, Bronchite Peut devenir toxique à dose excessive.	
Blida	Kafour	Feuille des rameaux âgés	Antiseptique Urinaire- Bronchites- Asthme-Grippe- Fièvre. Feuilles séchées fumées en cigarettes(Asthme).	41 Ares
Boumerdès	Kafour	Feuille	Rhume-Engelures des pieds.	93 Has 70 Ares
Relizane	Calitous	Feuille Fleur	Grippe-Voies respiratoires Les feuilles contribuent à l'entretien des ruches	
Setif	Calitous	Feuille	Rhumatisme(en pate)- Maux de dents-Douleurs musculaires- Grippe-Asthme.	10Has
Sidi Bel- Abbes	Ouerg El Kafour	Feuille	Voies respiratoires- Rhumatisme	342 Has
Skikda	Calitous	Feuilles	Toux-Bronchite- Grippe	2250 Has
Taref	Kafour	Parties vertes	Bronchites- Irritations de la gorge, Bouche et muqueuses nasales- Fermentation intestinale	1000 Has
Tlemcen	Calitous	Feuilles	Voies respiratoires-Toux-	

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les *Eucalyptus Globulus*

			Bronchite-Angine- Pharyngite- Laryngite	
--	--	--	---	--

Tableau II-1 : Distribution géographique d'*Eucalyptus globulus* en Algérie (38)

II.4L'utilisation d'*Eucalyptus Globulus*

- ✓ *L'Eucalyptus Globulus* a été utilisé pour purifier les endroits marécageux où il a été planté et que son essence volatile pourrait assainir l'air. En réalité, la zone autour d'Alger a été nettoyée à l'aide de plantes d'eucalyptus. L'absence de moustiques en Campanie (Italie), en Sicile, en Sardaigne et au lac Fézara en Algérie témoigne de son activité antipaludique. L'eucalyptus était considéré comme un becca, antispasmodique et analgésique pour les maux de tête au 19ème siècle. On pensait que l'écorce était antipyrétique et antispasmodique (38).
- ✓ Fierté de son pays : *E. globulus* a été choisi comme emblème national de la Tasmanie en 1962(38).
- ✓ Les fleuristes utilisent fréquemment des boutons floraux et des feuilles à des fins ornementales (39).
- ✓ Usage médicinal : Traditionnellement, les feuilles étaient utilisées pour traiter diverses maladies. Dans les pharmacies aujourd'hui, ses feuilles sont encore utilisées pour faire HE, une tisane (40). Les remèdes traditionnels contre le rhume et l'engourdissement nasal comprennent l'utilisation orale et topique des feuilles d'*E. globulus*(45).De plus, cette espèce a des qualités antirhumatismales et est énergisante et stimulante. Il est utilisé pour traiter les affections respiratoires comme la tuberculose pulmonaire. Il agit bien comme cicatrice naturelle lorsqu'il est utilisé pour traiter les brûlures, les blessures et la leucorrhée (.*Eucalyptus* HE est utilisé depuis l'antiquité comme remède, principalement pour la lutte contre les maladies respiratoires. Il a de nombreuses propriétés thérapeutiques : antipyrétique, antiseptique, tonique, astringent et hémostatiques, antiparasitaires, antimicrobiens, antioxydants, anti-inflammatoires et anti tumorale(42)(43). De même, il se peut utilisé dans la conservation des aliments ou comme bio insecticide contre les moustiques et les mouches domestiques (44).En cas de brûlures ou de blessures, il peut accélérer le temps de guérison, aide à contenir les blessures et peut également apaiser les douleurs musculaires et rhumatismales(44). Il est également utilisé comme désinfectant atmosphérique au hôpitaux pour lutter contre les maladies nosocomiales et la transmission(42). Dans les troubles respiratoires et bronchiques, quand IL atteint les

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les *Eucalyptus Globulus*

poumons, il excite les sécrétions pulmonaires, élimine l'irritation dans les zones réflexogènes, soulage la toux et agit comme expectorant et mucolytique(45).

- ✓ Utilisation industrielle : En raison de la haute qualité de son bois et de sa croissance rapide, il est très intéressant(46).

II.5 Culture d'*Eucalyptus Globulus*

L'eucalyptus globulus est très tolérant à ses conditions de culture. Il consent à pousser dans un sol acide ou basique, sec ou humide. Cependant, il supporte mal le vent qui provoque rapidement la dessèche ou la cassation de ses jeunes rameaux. Il accepte les sols arides et superficiels. De plus, il apprécie simultanément les sols bien drainants et irrigués. Il supporte des vents modérés et des embruns occasionnels et des périodes de gel jusqu'à -7°C , rusticité. Jusqu'à une température de -6°C , le gommier bleu est rouillé. Il peut aussi survivre à des températures aussi basses que -10°C tant que le froid s'installe graduellement. Puisqu'il pousse, peut-être même en hiver, la baisse progressive de température lui permet d'arrêter cette croissance et de devenir plus rouillé parce que les ramifications de croissance sont cassantes. Aucune taille n'est nécessaire. Si le gel l'a atteint, une taille au ras du sol s'impose et il repartira(47).

Le gommier bleu a besoin de plein soleil ou d'ombre partielle et se porte mieux lorsqu'il est planté en petits groupes. Il devrait être planté à l'écart des bâtiments en raison de son enchevêtrement en surface et de la chute possible de grosses branches mortes. *L'eucalyptus globosa* germe très jeune des arbres en pot parce qu'il ne supporte pas la perturbation des racines. Il ne peut pas durer très longtemps dans un pot. Vous pouvez également décider de le mettre directement à partir des semis; ils mûrissent en trois semaines et peuvent devenir un jeune arbre de 2 mètres de haut en un an(47).

L'eucalyptus aime les sols légers, frais et bien drainés, plutôt secs. Il nécessite une exposition chaude et ensoleillée, tout en étant à l'abri du vent(47).

Chapitre III : Les huiles essentielles

Chapitre III : Les huiles essentielles

III.1 Généralité sur les huiles essentielles

Les huiles essentielles ou essences végétales sont des composés huileux, volatils, odorants, incolores ou faiblement colorés, obtenus à partir de la matière végétale par distillation à la vapeur, expression, incision ou enfleurage.(48)

Ces essences végétales sont présentes dans tout le monde végétal et se trouvent exclusivement dans les plantes supérieures. En effet, elles sont abondantes dans environ 2000 espèces regroupées en 60 groupes botaniques, dont les Lamiaceae (lavande, basilic, menthe,...), les Myrtaceae (*eucalyptus*,...), les Lauraceae (cannelle et sassafras),...et les Apiaceae (coriandre, cumin, fenouil, persil,...) (49). On trouve des huiles essentielles dans tous les organes végétaux : racines, fruits, graines, fleurs, feuilles, écorce, bois, etc. Elles sont générées dans des cellules spécialisées, qui sont généralement organisées en canaux ou en poches sécrétoires, et sont ensuite transportées vers diverses régions de la plante pendant sa croissance(50).

Ils se distinguent des huiles grasses par leurs qualités physiques et leur composition, car ils se volatilisent à la chaleur et laissent des taches passagères sur le papier(51). Elles se distinguent par leurs caractéristiques organoleptiques (odeur, couleur et goût). Ils sont normalement liquides à température ambiante, ayant une densité souvent inférieure à celle de l'eau. À l'exception des HE de cannelle (orange), d'absinthe (vert) et de camomille, ils sont incolores ou jaune pâle (bleu).

Ils ont un indice de réfraction élevé et, dans la plupart des cas, un pouvoir rotatoire. Ils ont des indices chimiques variés (indice d'acide, d'ester, de carbonyle,).

Ils ne sont que faiblement solubles dans l'eau et complètement solubles dans les solvants organiques (éther, alcool, hexane, pentane,...).(52) Ils dissolvent les lipides, l'iode, le soufre et le phosphore, ainsi que la diminution de certains sels. Ils s'oxydent et se polymérisent aussi facilement. Pour éviter cela, il faut les conserver à l'abri de la lumière et de l'air.

III.2 Historique des HE

Les huiles essentielles sont utilisées depuis des milliers d'années. Ainsi, leur utilisation est documentée dans la civilisation égyptienne, qui recherchait les produits du cèdre au Liban pour embaumer les momies. Au cours des Croisades, les connaissances empiriques des

Chapitre III : Les huiles essentielles

Arabes sur la préparation et certaines caractéristiques thérapeutiques des huiles essentielles seront diffusées en Europe vers le XI^e siècle, et cela portera ses fruits lors des épidémies catastrophiques de peste du XIV^e siècle.(53)

Les huiles essentielles sont utilisées depuis le XI^e siècle. Avec les progrès de la chimie analytique aux XVII^e et XIX^e siècles, la compréhension chimique de la composition des huiles essentielles s'est affinée. Des scientifiques comme le Français Valnet (54) ont pu identifier certains composants végétaux et isoler les principes actifs de plusieurs huiles essentielles. Aujourd'hui, plusieurs ouvrages précisent les démarches de contrôle de qualité à mettre en œuvre (53).

III.3 Définition

III.3.1 Huiles essentielles

Le médecin suisse Von Hohenheim a inventé l'expression "huile essentielle" au XVI^e siècle pour décrire le composé actif d'un médicament naturel(55). Les huiles essentielles ont été définies par de nombreux auteurs. Aucune des définitions des huiles essentielles, selon William (1874-1936), n'a le mérite de la clarté ou de la précision. Cet auteur définit les huiles essentielles comme des mélanges de divers produits végétaux qui passent par une distillation dans un courant de vapeur d'eau avec une quantité d'eau déterminée(56).

Cette définition a été reprise à peu de choses près par (57)et (58), l'huile essentielle est le produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe frais de certains agrumes, soit par distillation. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques (57)(58). Pour il est important de distinguer huile essentielle et essence ; cette dernière est une sécrétion naturelle élaborée par l'organisme végétal, contenue dans divers types d'organes producteurs, variables selon la partie de la plante considérée. En revanche, une huile essentielle est un extrait naturel

De matières premières d'origine végétale, obtenu par distillation par la vapeur d'eau, c'est-à-dire que l'huile essentielle est l'essence distillée. (56)

III.4 Marché mondiale des huiles essentielles

Selon Le PAYS, un quotidien indépendant burkinabé d'information générale, les huiles essentielles représentent une source de revenus encore sous-exploitée. Il existe environ 3000 huiles essentielles différentes extraites des racines, écorces, feuilles, graines, fruits et fleurs de diverses plantes ; 500 d'entre elles sont disponibles dans le commerce. Plusieurs espèces de plantes africaines peuvent donner des huiles. Ce secteur est en cours de développement au Bénin, au Ghana, en Guinée, au Mali, au Malawi, au Togo et au Zimbabwe. (PAYS N° 2198, 10 août 2000)

III.4.1 Production

La production mondiale d'huiles essentielles devrait dépasser 50 000 tonnes, pour une valeur marchande de 700 millions de dollars dans les années 80. L'extraction de portions d'arbres ou d'arbustes cultivés ou sauvages représente plus de 65 % de la production mondiale d'huiles essentielles. Les plantes non arbustives qui représentent 35 % du rendement total sont en grande partie cultivées. La majorité de la production (35 pour cent) est cultivée. (59)

Il existe environ 150 huiles essentielles sur le marché aujourd'hui, contre 300 il y a 50 ans. La première huile essentielle en quantité est l'huile essentielle d'orange, qui est un sous-produit de la production de jus d'orange car elle est pressée à froid à partir de la peau de l'orange. Elle est produite dans des quantités allant jusqu'à 50 000 tonnes, principalement en provenance du Brésil et de la Floride, qui représentent environ 90 % du volume total commercialisé. La culture suivante est la menthe (*Mentha arvensis*), dont la production est prévue pour 32 000 tonnes.(60)Viennent ensuite les huiles essentielles d'eucalyptus (4 000 tonnes) et de menthe poivrée (3 300 tonnes)(61). L'huile essentielle de lavandin, un produit typiquement français, se classe au dixième rang des produits les plus fabriqués.il est la dixième huile essentielle la plus fabriquée au monde (1 000 à 1 200 tonnes). La production mondiale d'huiles essentielles a récemment été projetée à plus de 110 000 tonnes. Néanmoins, les trois huiles essentielles les plus populaires dans le monde représentent environ 90% de la

Chapitre III : Les huiles essentielles

quantité totale, avec deux groupes principaux : les agrumes et la menthe. (Voire la figure III-1)

Le Brésil est le premier producteur mondial d'huiles essentielles en volume, l'Inde arrivant probablement en deuxième position grâce à sa production d'huile essentielle de menthe produite notamment dans le nord de Delhi. Au détriment de la Chine, l'Inde a également pris la suprématie dans cette production.

Huile essentielle	Estimation de la production 2019	Estimation de la valeur 2019
Orange	49 000 T	294 M€
Menthe Arvensis	42 000 T	840 M€
Citron	9 000 T	225 M€
Eucalyptus	4 000 T	88 M€
Menthe poivrée	3 500 T	112 M€
Citronnelle	3 000 T	81 M€
Clou de girofle	2 500 T	52 M€
Menthe douce	2 000 T	58 M€
Cèdre	2 000 T ?	?
Lavandin	1 700 T	42 M€
Patchouli	1 400 T	69 M€

Figure III-1 : top 10 des production d'huiles essentielles au niveau mondiale (62)

Chapitre III : Les huiles essentielles

HE	Estimation production 2019 en T	Pays producteurs
Orange douce	49000	Brésil, USA Dominique, Italie, Espagne, Israël, Argentine
Menthe Arvensis	42000	Inde, Chine, Brésil
Citron	9000	Argentine, Italie, USA, Brésil, Israël
Eucalyptus (globulus)	4000	Chine, Inde, Australie, Brésil
Menthe poivrée	3500	Inde, USA
Citronnelle	3000	Chine, Indonésie, Inde
Clou de girofle	2500	Madagascar, Indonésie, Tanzanie, Sri Lanka, Inde
Menthe douce/verte	2000	USA, Inde, Chine
Cèdre	2000 ?	Chine, USA, Inde, Maroc
Lavandin	1550	France, Espagne
Patchouli	1400	Indonésie, Chine, Malaisie
Lime	1000	Mexique, Pérou, USA, Haïti, Brésil, Cuba, Côte d'Ivoire, Italie, Inde
Lavande	830	Bulgarie, France, Afrique du Sud, Chine
Muscade	400	USA, Indonésie, Sri Lanka, Inde
Pamplemousse	400	Israël, Brésil, USA
Cannelle écorce	400	Chine, Indonésie

HE	Estimation production 2019 en T	Pays producteurs
Tea tree	400	Australie
Lemongrass	350	Inde, Chine, Guatemala
Tangerine	350	Brésil, Espagne, Mexique
Romarin	200	Espagne, Tunisie, Maroc
Cannelle de Ceylan	200	USA, Sri Lanka, Chine
Vétiver	200	Haïti, Indonésie, Chine, Inde, France(Réunion), Brésil
Coriandre	150	Russie, Egypte, Pologne, Roumanie
Cannelle feuilles	150	Sri Lanka, Seychelles, Inde
Mandarine	100	Argentine, Italie
Bergamote	100	Italie, Côte d'Ivoire, Guinée
Palmarosa	80	Inde, Brésil, Paraguay
Cajepout	80	Vietnam, Indonésie
Santal	45	Inde, Indonésie, Australie
Lavande aspic	20	Espagne, France
Camomille romaine	12	Maroc, Egypte, Belgique, Italie, France
Neroli	4	Espagne, Paraguay, Tunisie
Rose HE	4	Bulgarie, Turquie, Inde, Chine

Figure III-2Liste non exhaustive des productions d'huiles essentielles (62)

III.4.2 Consommation

Le but premier de la production d'huiles essentielles est de les vendre aux utilisateurs. Les huiles essentielles peuvent être consommées dans le pays où elles sont produites ou à l'étranger, pures ou mélangées à divers éléments synthétiques. La figure suivante représente les grands importateurs des huiles essentielles.

Chapitre III : Les huiles essentielles

	Valeurs des importations 2019
Etats-Unis	848 M€
Inde	569 M€
France	354 M€
Allemagne	301 M€
Chine	213 M€
Pays-Bas	211 M€
Royaume-Unis	199 M€
Japon	174 M€
Irlande	165 M€
Singapour	131 M€

Figure III-3 : Les principaux importateurs d'huiles essentielles (62)

III.4.3 Prix

Le prix des huiles essentielles, comme tout autre produit ayant une valeur marchande, est lié à la qualité du produit, qui est établie par tous les acteurs en aval de la filière. La qualité peut varier considérablement en termes de caractéristiques organoleptiques et chimiques, de pureté du produit, etc. Les niveaux de prix correspondent à ces niveaux de qualité.(59)

La création des prix de l'essence à court et moyen terme est déterminée par la facilité ou la difficulté de substituer une essence spécifique dans les produits finis (par synthèse ou par d'autres produits naturels), le volume du marché et la stratégie commerciale des commerçants et des utilisateurs industriels.(59)

Le prix d'une huile essentielle peut varier fortement d'une année à l'autre. Le prix d'une huile essentielle peut fluctuer de façon spectaculaire dans des cycles à court terme.(59)

A ces éléments, s'ajoutent les coûts de production, qui varient selon le pays producteur. Ils sont principalement déterminés par les coûts (prix de l'énergie, intrants nécessaires à la culture, taux d'intérêt, charges foncières, coûts de la main-d'œuvre, fiscalité, etc.)(59)

L'extraction des huiles essentielles des plantes aromatiques profitera aux secteurs économiques suivants : parfumerie et cosmétologie, pharmacie cosmétologie, pharmacie, industrie alimentaire et industrie chimique. Les huiles essentielles peuvent être

Chapitre III : Les huiles essentielles

commercialisées et utilisées pour leurs activités biologiques telles que le pouvoir antiseptique, la résistance aux maladies respiratoires, les propriétés antihelminthiques, antibactériennes et antifongiques, pesticides, irritantes et toxicologiques.(59)

III.5 Répartition et localisation

III.5.1 Répartition

Les huiles essentielles sont communes aux plantes supérieures du règne végétal. Selon Lawrence, il existe environ 17500 espèces aromatiques(63) . Les genres capables de les produire sont répartis en une cinquantaine de familles dans les ordres Lamiales, Asterales, laurales, Rutales, et Magnoliales(64).

III.5.2 Localisation

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, presque toutes les familles des plantes participent à leur production, en particulier les Labiées qui en fournissent le plus.(65)Elles se rencontrent dans toutes les parties de la plante :

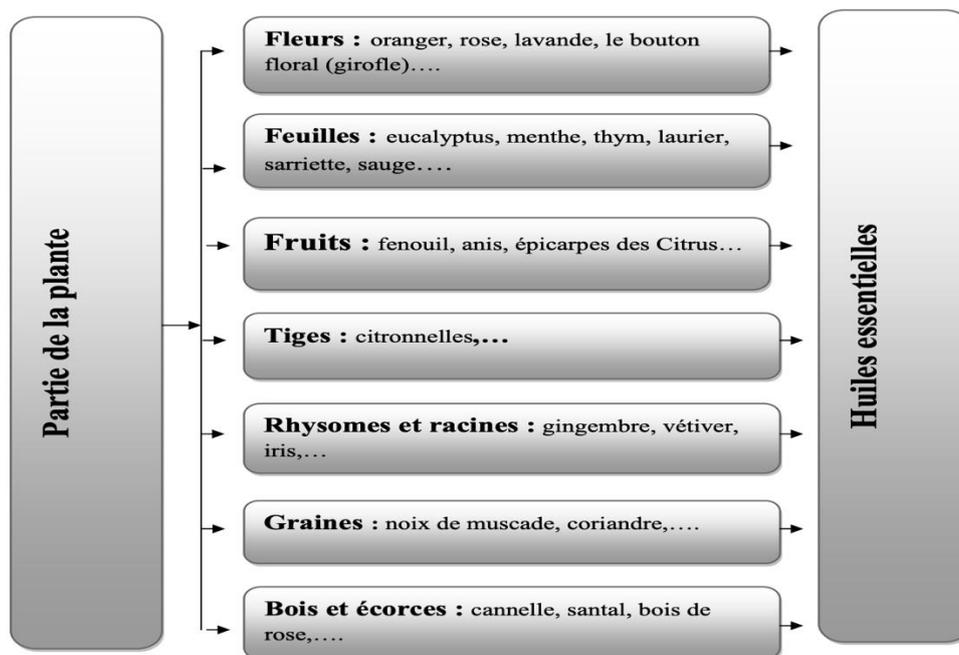


Figure III.4 Provenance des huiles essentielles en fonction des différentes parties de plantes(66)

III.6 Méthode d'extraction des HE

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les essences aromatiques des plantes. La distillation à la vapeur, la solubilité par expression et la volatilité sont les principaux procédés d'extraction. Chacun d'entre eux donne une image différente de la composition en huile essentielle du produit. La méthode la plus appropriée pour extraire l'huile essentielle d'une plante est déterminée par la nature du matériel végétal à traiter, les caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire et l'utilisation prévue de l'extrait.

III.6.1 Distillation par entraînement à vapeur d'eau

Il existe trois procédés de distillation basés sur le principe de l'entraînement des éléments volatils de la matière végétale par la vapeur : l'hydro distillation, la distillation à la vapeur saturée et l'hydro-diffusion. Ces trois procédés se distinguent par le degré d'interaction entre l'eau liquide et le matériel végétal(67).

III.6.1.1 L'hydro distillation

Parce qu'elle est la plus rentable, l'hydrodistillation est le procédé le plus utilisé (environ 80% du temps) (68). Elle consiste à immerger directement la matière végétale à traiter (intacte ou pulvérisée) dans un alambic rempli d'eau que l'on porte ensuite à température d'ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité(66)(Figure III-5).

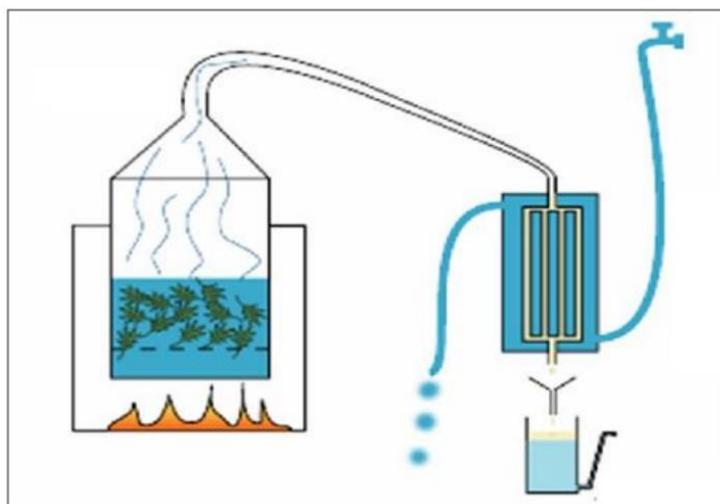


Figure III.5 Hydro distillation simple (69)

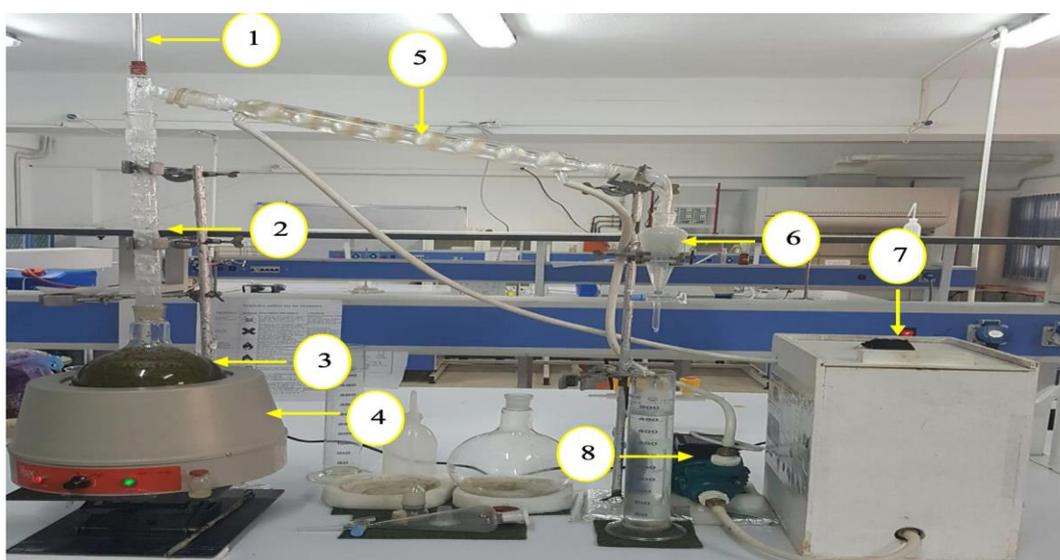


Figure III.6 Montage d'hydro-distillation manipulé (Clevenger)(70)

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1 : Thermomètre | 5 : Colonne réfrigérant |
| 2 : Colonne de distillation | 6 : Ampoule à décanter |
| 3 : Ballon | 7 : Réservoir d'eau |
| 4 : Chauffe ballon | 8 : Pompe à eau |

La technique d'hydro-distillation est basée sur la capacité de la vapeur d'eau à transporter les huiles essentielles. La procédure consiste à placer une masse végétale (150g) dans un ballon en verre (2L) et à ajouter une quantité suffisante d'eau du robinet (1500ml)

Chapitre III : Les huiles essentielles

sans remplir le ballon pour éviter le débordement de l'ébullition et les phénomènes de stagnation. On utilise ensuite un chauffe-ballon pour porter le mélange à ébullition.(70)

Avec un réglage du chauffage pour assurer une extraction régulière. Les vapeurs chargées d'huile essentielle s'écoulent dans le tube vertical (colonne de rectification), puis dans la colonne de refroidissement où se produit la condensation, le distillat (huile + eau) est récupéré dans une ampoule à décanter pour une séparation par différence de densité de la combinaison. Le temps d'extraction commence lorsque la première goutte de distillat tombe dans l'entonnoir.(70)

III.6.1.2 Distillation à vapeur saturé

L'entraînement à la vapeur pure est le procédé qui offre la meilleure garantie de qualité(71). La plante n'est pas en contact avec l'eau pendant ce processus puisque la vapeur est injectée à travers la masse de la plante. La vapeur est injectée à travers la masse de la plante, qui est soutenue par des plaques perforées (66).

La vapeur fait exploser les cellules d'essence. Les molécules aromatiques sont capturées par les molécules volatiles de la vapeur. La vapeur est mélangée à l'HE lorsqu'elle sort du réservoir. Un serpentin est utilisé pour la condensation et le refroidissement.(67)

Un essencier recueille la vapeur refroidie à la sortie du serpentin et la renvoie à l'état d'eau et d'HE. La différence de densité entre les deux liquides favorise la séparation de ce dernier, plus léger que l'eau à quelques exceptions près (71).

L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, empêche certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation qui pourraient affecter la qualité de l'huile (72).

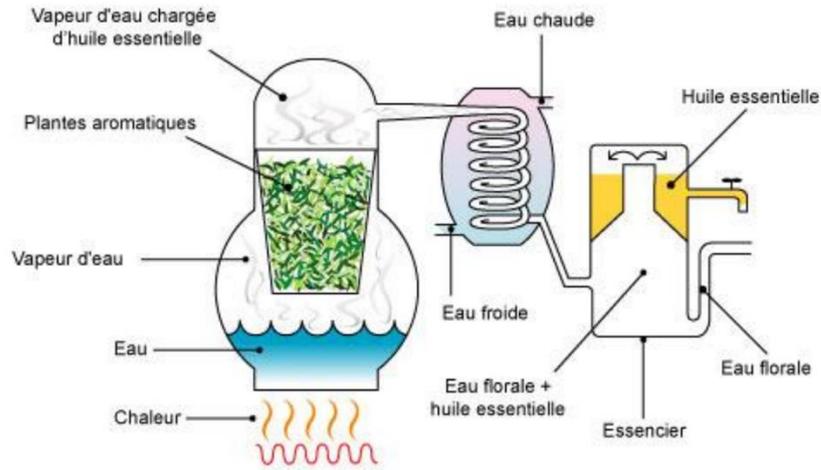


Figure III.7 distillation à vapeur saturée(73)

III.6.1.3 L'hydro diffusion

Le processus de pulsation de la vapeur d'eau à très basse pression à travers la masse végétale du haut vers le bas est connu sous le nom d'hydro diffusion(66). La combinaison de vapeur contenant de l'huile se condense sous la grille qui retient la matière végétale. Cette approche a l'avantage d'être plus rapide et donc moins nocive pour les produits chimiques volatils. En outre, l'hydro-diffusion permet de réaliser des économies d'énergie en raccourcissant la période de distillation et en réduisant ainsi la consommation de vapeur(72).

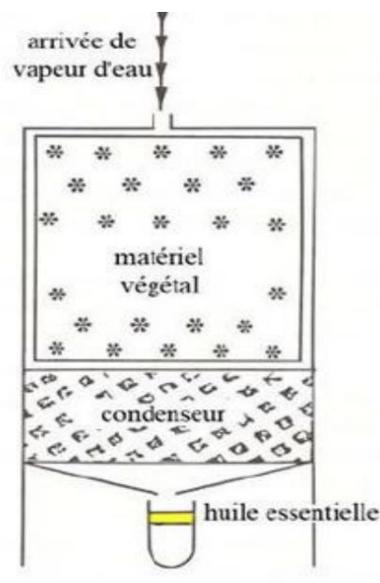


Figure III-8 l'hydro diffusion(72)

III.6.2 Enfleurage

Ce procédé est l'un des plus anciens, puisqu'il a été employé par les Égyptiens. La principale application semble être la parfumerie, et concerne surtout les fleurs fragiles, qui conservent leur parfum après la cueillette, mais dont l'hydro-distillation risque de dégrader les composés odorants présents. Cette méthode consiste à exposer les fleurs à une matière grasse inodore. Ensuite, le mélange est drainé avec un solvant organique, qui est ensuite évaporé (74).

Lorsque les fleurs sont peu fragiles à la chaleur (par exemple, les fleurs d'oranger, d'acacia, de mimosa), un enfleurage à chaud est réalisé vers 60-70°C, par leur infusion dans des graisses fondues ou des huiles. Cette méthode est plus rapide que celle à température ambiante (74).

III.6.3 Extraction par solvant volatils

Cette méthode d'extraction est très répandue dans l'industrie des arômes, mais elle doit être évitée à des fins médicinales, à moins que le seul solvant disponible soit l'alcool. A moins que le seul solvant soit de l'alcool pur, il faut éviter de l'utiliser à des fins thérapeutiques (75).

L'extraction est fréquemment précédée d'une division de la drogue : meurtrissure des organes frais, hachage des drogues herbacées, broyage des racines et des rhizomes, mise en copeaux des bois (76).

Le procédé consiste à épuiser le matériel végétal avec un solvant à faible point d'ébullition, qui est ensuite éliminé par distillation à pression réduite. L'évaporation du solvant donne naissance à la concrète : une bouillie pâteuse et odorante. L'absolu (77) est obtenu en extrayant le béton avec de l'alcool.

Cette méthode est utilisée pour les plantes dont l'hydro distillation ne permet pas d'extraire les huiles essentielles : c'est le cas du jasmin, de certaines roses, du narcisse, du néroli et du mimosa (78).

III.7 Autres méthodes d'extraction

III.7.1 L'expression à froid

Cette méthode d'obtention est uniquement utilisée pour les fruits de la famille botanique des Rutaceae (citron, orange, bergamote, mandarine, etc.). C'est un procédé simple qui consiste à fracturer mécaniquement les poches oléifères situées au niveau de la peau du fruit ou péricarpe pour en extraire le contenu (72). Une technique mécanique de décantation à froid permet de séparer l'huile essentielle du jus du fruit.

L'expression mécanique reste l'approche la plus simple et la seule qui n'altère pas le résultat final. C'est pourquoi les HE rassemblées sont appelées "essence".

Comme le produit n'est pas altéré, les essences obtenues par extraction mécanique ont une efficacité thérapeutique qui est manifestement supérieure à celle des HE produites par d'autres techniques.

En effet, contrairement aux huiles essentielles, qui ne sont composées que de molécules volatiles, les essences contiennent des substances non volatiles telles que des flavonoïdes ou même des stéroïdes (79).

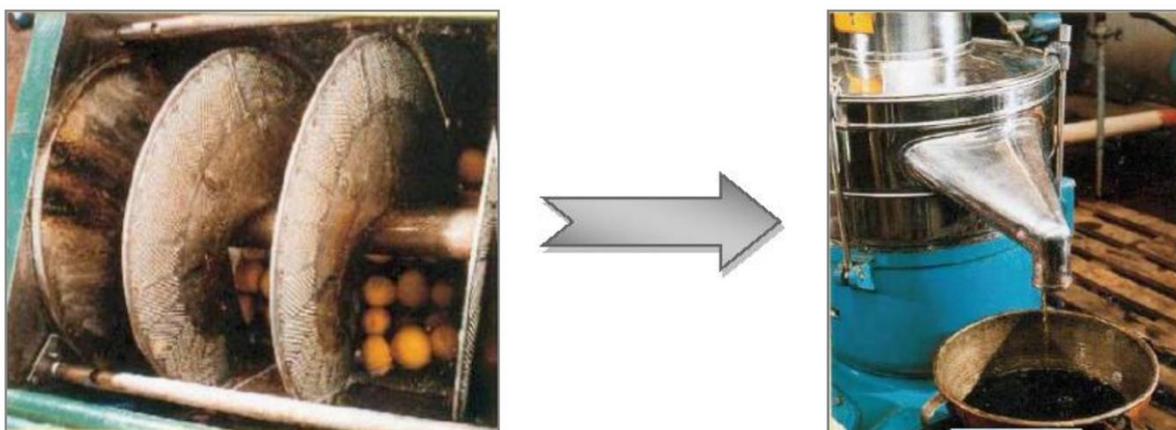


Figure III-9 Photos à gauche d'une pelatrice et à droite d'une centrifugeuse séparatrice de l'essence de Citrus(80)

Chapitre III : Les huiles essentielles

III.7.2 Extraction par CO₂ supercritique

Les fluides supercritiques sont toutes les substances qui existent dans des conditions de température et de pression supérieures à leur température et pression critiques. Ils présentent certaines caractéristiques physico-chimiques typiques des gaz et d'autres similaires à celles des liquides.

Les caractéristiques du dioxyde de carbone en font le fluide le plus utilisé car il répond à toutes les exigences de l'extraction en phase supercritique.

Pour un haut degré de pureté, le CO₂ est inerte, non toxique et d'un prix raisonnable.

De plus, il est gazeux à température ambiante, ce qui permet de récupérer l'extrait final sans laisser de résidu dangereux(81)

Le refroidissement liquéfie le dioxyde de carbone, qui est ensuite comprimé à la pression d'extraction. Il est ensuite pompé dans l'extracteur, qui contient la matière végétale, et le liquide se dilate jusqu'à l'état gazeux avant d'être dirigé vers un séparateur, où il est séparé en extrait et en solvant (67)

La figure suivante représente le pilote d'extraction par CO₂ supercritique

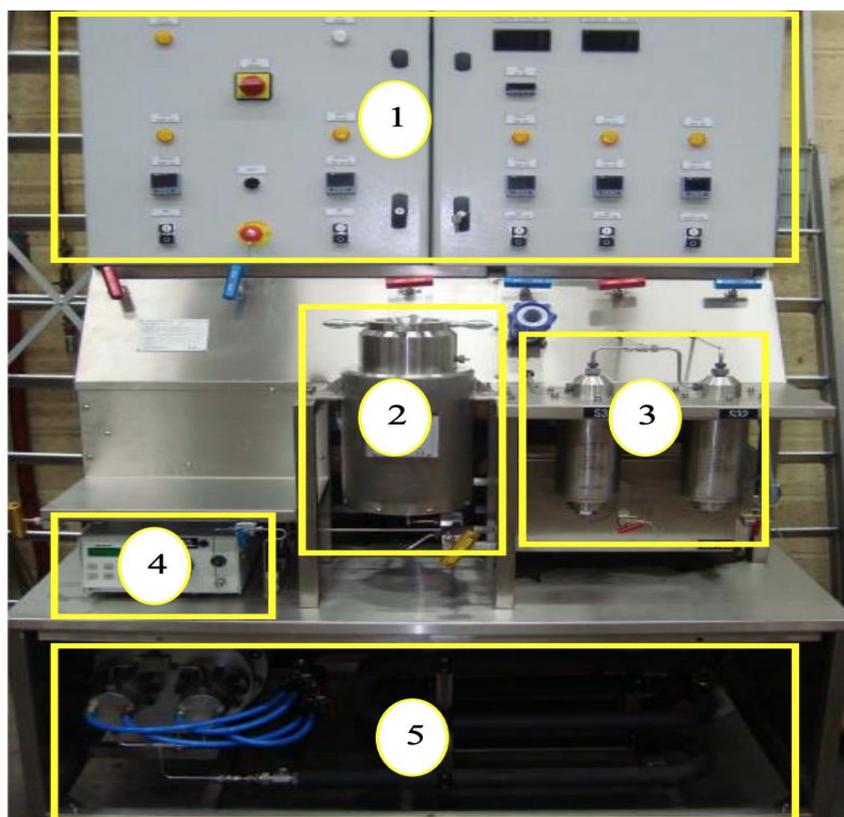


Figure III-10 :Pilote d'extraction par CO2 supercritique (SEPAREX SF2, modèle 4343)(70)

1 : Panneau d'affichage 2 : Extracteur 3 : Séparateurs 4 : Pompe pour le Co-solvant

5 : Pompe à haute pression

III.7.3 Extraction assistée par micro-ondes

Le matériel végétal est placé dans un réacteur à micro-ondes sans ajout d'eau ou de solvants organiques. Les structures végétales riches en eau, telles que les vacuoles, absorbent les ondes et les convertissent en chaleur, générant une augmentation rapide de la température à l'intérieur de ces structures. Sous la pression de l'extracteur, ces structures éclatent, libérant les substances chimiques odorantes. L'HE est alors emportée par les vapeurs d'eau. Un système de refroidissement situé à l'extérieur du four à micro-ondes permet la condensation continue du distillat, qui est composé d'eau et d'huile essentielle, ainsi que le retour de l'eau en excès à l'intérieur du flacon pour maintenir le taux d'humidité du matériel végétal.(67)

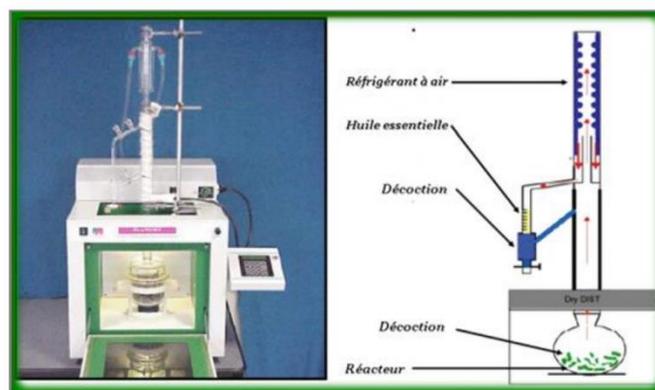


Figure III-11dispositif d'extraction assistée par micro-ondes(73)

III.8 Caractérisations des huiles essentielles

L'importance des huiles essentielles dans diverses disciplines (pharmacie, cosmétiques, parfums, etc.) nous oblige à évaluer leur qualité. La caractérisation d'une huile comprend les étapes suivantes : (70)

- L'examen de ses propriétés organoleptiques (aspect, couleur et odeur) ;
- Détermination de ses indices physico-chimiques (densité, indice de réfraction et indice d'acidité);
- l'obtention de son profil chromatographique et la quantification relative de ses différents constituants ;

III.8.1 Caractéristiques organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques telles que l'odeur, l'aspect et la couleur permettent de distinguer chaque extrait.(70)

➤ **L'odeur :**

L'odorat est un sens chimique très sensible et l'habileté des parfumeurs à classer et caractériser des substances chimiques parviennent à doser les produits naturels et leur perception peut aller jusqu'au dix millionnièmes de grammes par litre d'air.

➤ **La couleur :**

Chapitre III : Les huiles essentielles

La teinte d'une huile essentielle est déterminée par les ingrédients qui entrent dans sa composition. Certains solvants ont la capacité d'extraire une grande quantité de pigments, ce qui intensifie la couleur d'une huile particulière.

➤ **L'aspect :**

L'aspect d'un extrait est déterminé par ses composants, qui peuvent être solides, liquides ou solides-liquides. Les formes comprennent les mélanges solides, liquides et solides-liquides.

III.8.2 Propriétés physico-chimiques

Les caractéristiques organoleptiques (aspect, couleur et odeur) étaient à l'origine les seuls indicateurs permettant de déterminer la qualité d'une huile essentielle, mais comme ces attributs ne fournissent que des informations très limitées sur ces essences, d'autres approches de caractérisation plus précises sont nécessaires. La pureté et la valeur d'une huile essentielle sont déterminées à l'aide d'indicateurs physico-chimiques reconnus.(70)

➤ **Densité :**

La densité d'un matériau est un paramètre physique qui quantifie sa masse par unité de volume. Il s'agit du poids d'une substance par unité de volume, donc du poids d'un volume spécifique d'un corps divisé par le poids du même volume d'un corps de référence (eau).(70)

➤ **Indice de réfraction :**

L'indice de réfraction d'une huile essentielle est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un faisceau lumineux d'une longueur d'onde particulière passant de l'air dans l'huile essentielle à une température constante.

Parce qu'il est le rapport de deux vitesses, l'indice de réfraction n'a pas d'unité. Plus l'indice de réfraction est élevé plus l'indice de réfraction de la substance est élevé, plus la lumière est ralentie.(70)

Les huiles essentielles ont un indice de réfraction élevé en général. Il est supérieur à ceux de l'eau à 20°C = 1,3356, et de l'huile d'olive à 20°C = 1,4684. Ceci montre leur richesse en composants qui dévient la lumière polarisée(70)

Chapitre III : Les huiles essentielles

➤ **Indice d'acide :**

Il s'agit de la quantité de milligrammes de KOH nécessaire pour neutraliser les acides libres dans 1g d'huile essentielle. La concentration d'acides libres dans les corps gras augmente avec le temps, et l'indice d'acidité permet d'évaluer leur état.(70)

➤ **Pouvoir rotatoire :**

Est une caractéristique des molécules chirales qui dévie le vecteur d'un faisceau lumineux les traversant. Un polarimètre est utilisé pour la mesurer. La majorité des huiles essentielles sont optiquement actives.(82)

III.9 Composition chimique des huiles essentielles

Il s'agit de mélanges complexes et variables de divers composés chimiques qui se dissolvent les uns dans les autres pour former des solutions homogènes. Ces éléments appartiennent presque entièrement à deux groupes aux origines biogénétiques uniques : les terpénoïdes d'une part, et les composés aromatiques produits à partir du phénylpropane d'autre part (83).

III.9.1 Terpènes et terpénoïdes

Les terpénoïdes sont classés comme métabolites secondaires dans le règne végétal.

Métabolites de deuxième génération Le nombre de répétitions de l'unité fondamentale détermine leur classification : isoprène ; hémiterpène (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), et diterpènes. Ils représentent le groupe le plus important (52).

➤ **Monoterpènes :**

Plus de 900 monoterpènes connus sont classés en trois groupes structurels : les monoterpènes acycliques, monocycliques et bicycliques. Ils peuvent représenter plus de 90 % de toutes les HE.

Il existe diverses molécules fonctionnalisées dans cette catégorie de produits chimiques, telles que :

-Alcools : acyclique (géraniol, citronellol), monocycliques (menthol), bicycliques (bornéol).

-Aldéhydes : le plus souvent acycliques (géraniol, néral, citronellal).

Chapitre III : Les huiles essentielles

- Cétones : acycliques (tagétone), monocyclique (menthone, isomenthone, carvone, pulégone), bicycliques (camphre, fenchone).

-Esters : acycliques (acétate ou propionate de linalyle, acétate de citronellyle), monocycliques (acétate de menthyle), bicycliques (acétate d'isobomyle)

Ethers : (cinéole eucalyptol) mais aussi les éthers cycliques tétrahydrofuraniques ou di- et tétrahydropyraniques qui pour certains jouent un rôle majeur dans l'arôme des fruits (oxyde de linalol ou de rose).

-Peroxydes : ascaridole.

-Phénols : thymol, carvacrol (52).

➤ **Sesquiterpènes :**

C'est la classe de terpènes la plus diversifiée, avec plus de 3000 composés. Les différences structurelles dans cette série sont similaires à celles du cas précédent, les carbures, les alcools et les cétones étant les plus courants.

III.9.2 Composés aromatiques

Les produits chimiques aromatiques sont moins courants dans les HE que les dérivés terpéniques. Il s'agit fréquemment d'allyl et de propénylphénol. Ces composés aromatiques constituent un groupe important car ils sont généralement responsables des propriétés organoleptiques des HE. Prenons l'exemple de l'eugénol, qui est responsable de l'odeur de clou de girofle.(84)

III.9.3 Composés d'origine diverse

En général, ils ont un faible poids moléculaire, peuvent être entraînés pendant l'hydro distillation et sont des hydrocarbures aliphatiques à chaînes linéaires ou ramifiées qui servent à des fins distinctes, comme l'heptane et le kérosène dans l'huile de camomille.(67)

III.10 Conservation des H.E

Chapitre III : Les huiles essentielles

Les molécules d'HE étant instables et sensibles à la chaleur, à l'air et à la lumière, des précautions particulières doivent être prises lors de leur conservation. La dégradation a des conséquences très diverses : hydrolyse, photo isomérisation. Celles-ci peuvent altérer et/ou remettre en cause l'innocuité de l'HE (67).

- L'utilisation de flacons en verre de couleur sombre (brun ou ambré), en aluminium ou en acier inoxydable de volume modeste permet d'éviter la dégradation des HE par l'oxygène et la lumière (83).
- Pour éviter l'évaporation, le flacon doit être muni d'un bouchon à vis et être bien fermé. De petites billes de verre placées à la surface de l'HE diminuent l'activité oxydante de l'air.
- Le stockage doit se faire dans un endroit sec (sans trace d'humidité), frais (loin des sources de chaleur c'est-à-dire obligation de stockage à basse température entre 4 °C et 8 °C), à l'abri de la lumière, même artificielle, et protégé du froid.

Si les conditions de stockage appropriées sont respectées, une HE a une durée de conservation d'environ trois ans. Les essences d'agrumes sont une exception, car elles ne sont bonnes que pendant 6 mois (85).

III.11 critères de la qualité des huiles essentielles

Les étapes qui mènent de la plante à l'utilisation de l'huile essentielle sont nombreuses et peuvent entraîner une modification de la qualité de l'huile essentielle. Produire une huile essentielle de qualité est donc une tâche difficile. Les normes de qualité que nous allons maintenant expliquer vont nous aider à identifier les points essentiels de la fabrication d'une huile essentielle de la meilleure nature possible.

III.11.1 Relatifs à la matière première végétale

➤ **Dénomination botanique :**

Au-delà du simple nom vernaculaire de l'espèce que vous souhaitez utiliser, il est nécessaire d'identifier précisément la plante en suivant la dénomination scientifique internationale. C'est-à-dire donner le nom de la famille, puis le genre, puis l'espèce, et enfin le nom du premier botaniste qui l'a décrite, qui peut être abrégé.

Chapitre III : Les huiles essentielles

La désignation scientifique (nomenclature linnéenne) de l'espèce est nécessaire pour éviter les risques de confusions liés aux dénominations communes, dont les conséquences sont potentiellement graves.(86)

➤ **Identification de la plante :**

Il est essentiel de s'assurer que la plante utilisée appartient à l'espèce souhaitée avant d'extraire l'huile essentielle. L'espèce ne peut être identifiée avec certitude que par un examen macroscopique et microscopique approfondi de la drogue, fraîche ou séchée. Cette identité peut être confirmée par un certificat du fournisseur ou par la réalisation de certains tests décrits dans les textes de référence.(86)

➤ **Conditions de production :**

Les conditions de production de la drogue végétale sont également capitales pour la qualité des huiles essentielles, les plantes doivent être aussi saines que possible.

Un maximum d'informations devra être apporté concernant le lieu et les conditions de récolte (altitude, nature du sol), la saison et la période du cycle végétatif de la plante, les conditions de stockage ainsi que les éventuels traitements appliqués à la plante avant l'extraction (séchage, fragmentation).(86)

➤ **Partie de la plante utilisée :**

Il est important de connaître l'espèce exacte que l'on étudie, mais également la partie de la plante (ou organe producteur) qui a été utilisée.

La partie de la plante utilisée pour l'extraction de l'huile essentielle influe sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait. Il convient donc de préciser de quelle partie de la plante est issue l'huile essentielle.(86)

- Les feuilles et les jeunes fruits donnent après distillation l'huile essentielle de petit grain bigarade, riche en acétate de linalyle.

- Les fleurs fournissent par distillation celle de néroli bigarade, contenant majoritairement du linalol.

- Le péricarpe des fruits donne par simple expression à froid une essence riche en limonène.

➤ **Chémotype :**

Chapitre III : Les huiles essentielles

Il est possible d'obtenir des huiles essentielles de compositions différentes à partir de la même espèce, de la même partie de la plante utilisée et d'individus morphologiquement identiques sans former de sous-espèces ou de nouvelles variétés.

Ce sont les Chémotype ou races chimiques qui doivent être identifiés et rapportés de manière systématique. Ce Les lettres " ct " représentent ce chémotype, qui est généralement désigné par ses principaux constituants. Cette identification est d'autant plus importante qu'une même espèce peut produire des huiles essentielles aux propriétés très différentes tout en présentant un large éventail de toxicité.(39)

III.11.2 Relatifs à l'huile essentielle

➤ **Méthode d'extraction**

Le processus d'extraction choisi est principalement déterminé par la drogue végétale, sa condition, son état et ses propriétés. Cependant, le coût parfois élevé de certaines procédures d'extraction, ainsi que des changements défavorables dans la qualité de l'huile essentielle, peuvent avoir un impact sur la méthode choisie. Cette option influence un large éventail de propriétés des huiles essentielles, notamment la viscosité, la couleur, la solubilité, la volatilité et l'enrichissement ou l'appauvrissement en certains éléments.(87)

Par conséquent, le fabricant d'huile essentielle doit choisir un procédé qui offre à la fois une huile essentielle de haute qualité et un faible coût de production.

➤ **Caractéristiques physico-chimiques**

La lumière polarisée peut être déviée par les huiles essentielles. Comme le pouvoir rotatoire varie beaucoup d'une huile essentielle à l'autre, c'est un bon indicateur de pureté. Chaque huile a également son propre indice de réfraction, qui sert de critère de recherche.

D'autres tests peuvent être nécessaires en fonction des normes (AFNOR, ISO, Pharmacopée européenne ou française) (88) :

- Les tests organoleptiques : aspect, viscosité, couleur, odeur et goût.

Les propriétés organoleptiques des huiles essentielles sont extrêmement sensibles à l'oxydation lors du vieillissement.

- Les examens physiques comprennent la densité, l'indice de réfraction, le pouvoir rotatoire, la miscibilité avec l'éthanol jusqu'à 80 % et l'inflammabilité.

Chapitre III : Les huiles essentielles

- Examens chimiques : indice d'acide, détermination des esters avant et après acétylation, durée de saponification.

➤ **Identification et chromatographie**

Différentes techniques, comme la chromatographie sur couche mince ou la chromatographie en phase gazeuse, peuvent être utilisées pour analyser une huile essentielle, identifier ses constituants et rechercher d'éventuelles falsifications, en fonction des normes suivies.

Le profil chromatographique (par CPG) d'une huile essentielle réalisé dans des conditions précises (sélection de la colonne, mode d'injection, détecteur...) permet d'estimer de façon reproductible la concentration de certains composés caractéristiques de l'échantillon en utilisant la méthode de normalisation. Le seul moyen d'identifier les chémotypes est d'utiliser la chromatographie.(86)

➤ **Conditions de conservation et de stockage**

Le stockage est une étape critique du parcours d'une huile essentielle qu'il convient de ne pas négliger. En effet, ce sont des produits relativement instables qui peuvent être 50 considérablement transformés pendant le stockage si les conditions ne sont pas optimales, particulièrement lorsque celui-ci s'inscrit dans la durée.(86)

III .11.3 Critères de qualité « économique »

D'autres critères de qualité spécifiques aux domaines d'application des huiles essentielles et des plantes aromatiques sont établis par leurs utilisateurs. Ainsi, lorsque l'huile essentielle est destinée à être utilisée en aromathérapie, on s'intéresse avant tout à la teneur en essence et à la composition chimique de la plante. Les parfumeurs s'intéressent davantage à la reproductibilité et à la fidélité du produit qu'à une senteur définie pour la plante. Les plantes utilisées comme épices ou herbes culinaires doivent avoir un rendement élevé en masse végétale, une bonne résistance aux maladies, une certaine qualité esthétique et des propriétés organoleptiques de qualité immédiate.(86)

III.12 Domaine d'application des huiles essentielles

Chapitre III : Les huiles essentielles

Les huiles essentielles, autrefois réservées à la parfumerie et à la médecine, sont désormais omniprésentes dans notre vie quotidienne : dans les produits cosmétiques, les produits d'hygiène ou les parfums d'ambiance, dans les huiles aromatiques destinées aux massages de bien-être, ou encore commercialisées sous forme de complexes visant à purifier notre air pollué. Elles gagnent également en popularité dans l'industrie et le secteur alimentaire.

III.12.1 Dans l'industrie agroalimentaire

Les huiles essentielles jouent un rôle essentiel dans l'aromatization des aliments. Elles confèrent en effet une saveur aux condiments (poivre, gingembre) et aux arômes (menthe, anis, orange, thym, laurier). La menthe, l'anis, l'orange, le thym et le laurier. Certaines substances chimiques ont un effet positif sur la digestion à faible dose, ce qui explique leur utilisation dans les liqueurs (essence d'anis ou anis étoilé) (D'origine badoise). Les huiles essentielles entrent, du fait de leurs diverses capacités, dans la formulation des arômes utilisés de façon courante de nos jours dans tous les produits alimentaires cuits ou prêts à l'emploi tels que les plats cuisinés ou prêts à l'emploi (70).

Aujourd'hui, l'industrie alimentaire utilise les HE dans les préparations surgelées non seulement pour améliorer le goût mais aussi pour prévenir la contamination alimentaire qui se développe contamination alimentaire qui se développe (effet antimicrobien).

III.12.2 En parfumerie et cosmétique

Les huiles essentielles sont utilisées pour la parfumerie dans le monde entier. L'exemple le plus célèbre est l'eau de Cologne, dont la formule, mise au point par Jean-Marie Farina au début du XVIIe siècle, était principalement composée d'huiles essentielles d'agrumes (fleur d'oranger, cédrat, bergamote) et d'arômes (romarin, thym) complétées par des extraits de fleurs (huiles essentielles de lavande et de rose double, eau de mélisse et extrait de jasmin).(86)

Aujourd'hui, la parfumerie cosmétique, principalement développée en Amérique du Nord et en Europe, nécessite une large gamme de produits en petites quantités et à un prix généralement élevé.(86)

Chapitre III : Les huiles essentielles

En revanche, la parfumerie technique (produits d'entretien ménager et industriel pour lesquels les huiles essentielles apportent une image verte, propre et antiseptique) consomme de grandes quantités pour des coûts relativement faibles. Par conséquent, la cosmétologie reste attachée aux huiles essentielles et aux nuances subtiles qu'elles apportent, alors que la parfumerie technique se tourne de plus en plus vers les produits de synthèse dont le prix et la disponibilité constante (89).

Dans le secteur des produits de cosmétologie et d'hygiène, on note la présence des HE dans les préparations dermo-pharmacologiques, comme " calmantes " ou " relaxantes ", et leur utilisation dans les rouges à lèvres, les cosmétiques, les parfums, etc. Les huiles essentielles utilisées dans les rouges à lèvres, les shampooings et les dentifrices sont principalement la lavande, le citron et la citronnelle. Il convient de noter que les composants terpéniques peuvent être absorbés par la peau. (90)(91)

III.12.3 En pharmacie

Les qualités pharmacologiques des huiles essentielles leur confèrent des capacités antiseptiques contre les bactéries, les champignons et les levures, ainsi que des propriétés bactériostatiques, bactéricides, vermicides, fongicides, antiseptiques et insecticides. Le thymol, principal ingrédient de l'huile essentielle de thym, est 20 fois plus antibactérien que le phénol.

- Propriétés spasmolytiques et sédatives : Certaines huiles essentielles (menthe, verveine) se sont révélées capables de réduire les spasmes gastro-intestinaux.

- Propriétés irritantes : diverses lotions et pommades à base d'HE sont censées soigner les entorses, les foulures, les courbatures ou les claquages musculaires ; certaines HE (par exemple, l'oléorésine dans la térébenthine) améliorent la microcirculation, provoquent une sensation de chaleur et, dans certains cas, une légère anesthésie locale(92) .

Chapitre III : Les huiles essentielles

Huiles essentielles	Parfumerie		Alimentation	Médecine
	Cosmétique	Technique		
Basilic	Parfum		Arome pour sauces et condiments	Antispasmodique régulateur du système
Citronnelle		Arome pour savons, désinfectant, éloigne les insectes	Arome pour boissons et sucreries	
Eucalyptus			Arome pour boisson, sucreries, crème glacées	Anti-inflammatoire
Géranium	Parfum		Arome pour sucreries, chewing-gum	Antispasmodique, relaxant
Lemongrass				Vasodilater, sédatif
Menthe poivrée		Saveur pour dentifrice	Saveur pour liqueurs, glaces, chewing-gum, chocolat	Antalgique, anesthésique, tonique, stimulant du système nerveux
Menthe verte			Saveur pour boissons, sucreries, crèmes glacées	Saveur pour les sirops par exemple

Tableau III.1:Exemples de la diversité d'applications des huiles essentielles(70)

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

IV.1.Objectif de travail

Cette étude menée sur l'huile essentielle *d'eucalyptus globules* vise à valoriser cette plante médicinale et aromatique très répandue en Algérie. Les principaux objectifs sont l'extraction et la récupération des huiles essentielles, la détermination de la qualité de ces huiles extraites et l'étude de leurs activités biologique (antioxydant, anti fongique anti microbienne). Le plan de travail est comme suit :

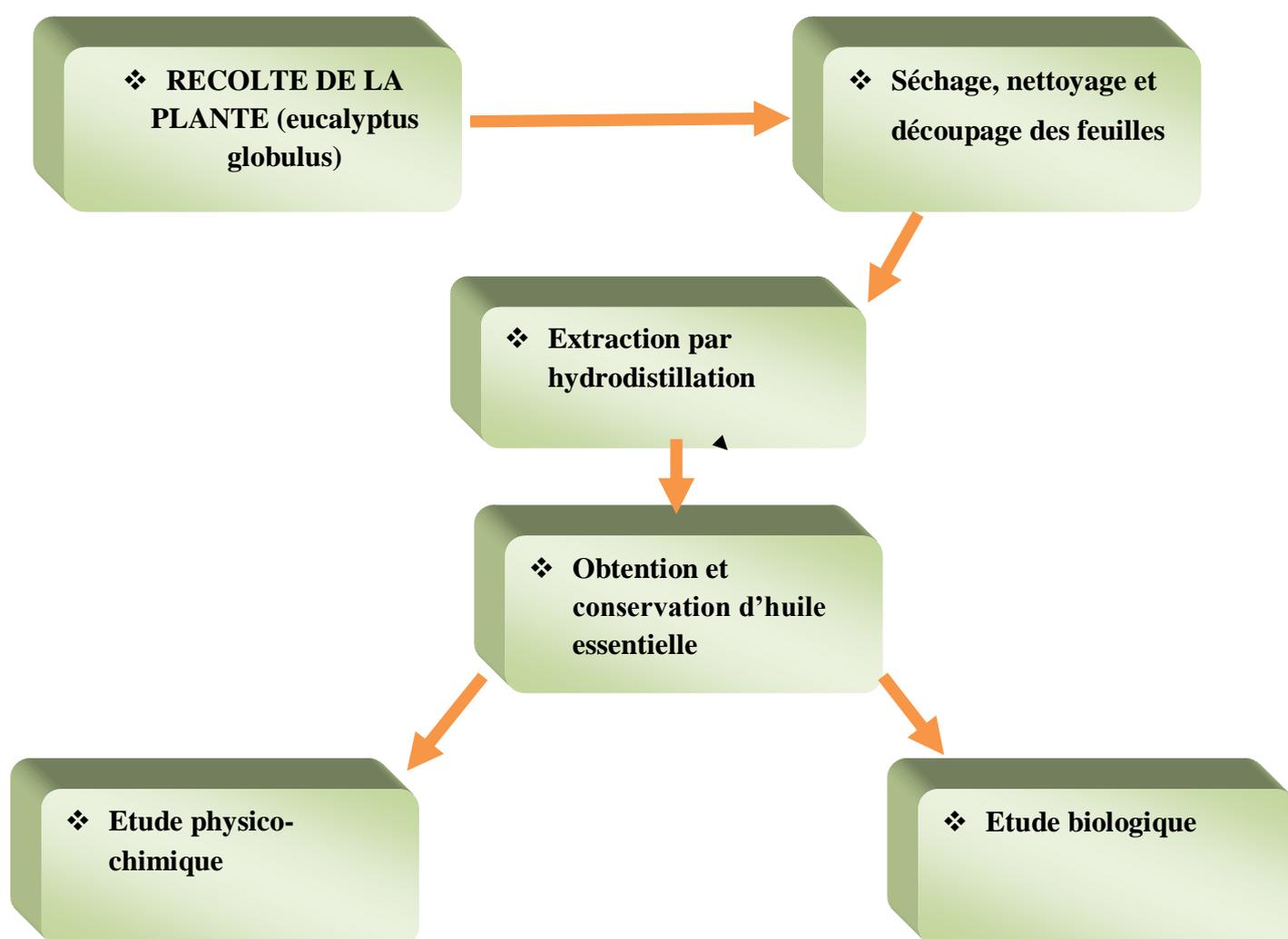


Figure IV-1 : Schéma général du travail expérimental

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

IV.2 Prévenance de matériel végétale

IV.2.1.Situation géographique de la zone d'étude

L'échantillon utiliser est provient de Blida la région de Soumaa (université Blida1), dont les paramètres géographique est comme suit :

Station	Blida (soumaa)
L'altitude	153 m
Superficie	2775 hectares
Longitude	2,90528
Climat	Climat méditerranéen avec été chaud

Tableau IV.1 : Situation géographique

IV.2.2.récolte et conservation de la plante

La récolte de la plante a lieu durant le mois de mars 2022, les feuilles *d'eucalyptus* ont été sécher a l'ombre, à l'abri de l'humidité et à température ambiante pendant quelque jours ; la plante est en suite a subit divers traitements (nettoyage, découpage des feuilles).



Figure IV.2: Récolte des feuilles *d'eucalyptus globulus*

IV.3 Extraction l'huile essentielle de la plante étudié

IV.3.1 Procédé d'extraction et conservation d'huile essentielle

Nous avons utilisé la technique d'hydro distillation pour l'extraction des huiles essentielles.

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

La distillation reste la méthode la plus utilisée pour des composés d'arôme du fait qu'elle produit des substances volatiles facilement analysables par chromatographie en phase gazeuse et exige une technologie relativement simple, donc un coût plus bas ainsi qu'une reproductibilité facilement contrôlable (**bendjilali,2004**)

IV.3.2 Matériels utilisés

- balance analytique
- Becher
- flacon
- chauffe ballon
- matériel végétale sèche (feuilles)
- Ballon bi colle de 1L

IV.3.3. Méthode

L'extraction de l'huile essentielle de l'échantillon utilisée a été effectuée au laboratoire pédagogique de département de biotechnologie (université Saad dahleb).

L'extraction des huiles essentielles a été faite par la méthode de l'hydro distillation dans un appareil de type clvenger.

- l'échantillon de l'espèce végétales séché et couper en petits morceaux pour faciliter le placement dans flacon en verre de 1L rempli au 1/2 avec de l'eau. l'eau est ensuite portée à ébullition dans un chauffe ballon. les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité



Figure IV-3: Dispositif d'hydro distillation clvenger

IV.3.4. Conservations d'huile essentielle obtenue :

Une fois l'huile essentielle et obtenue, elle est conservée dans flacon en verre enveloppée en papiers d'aluminium à une température comprise entre 4 à 6° C pour éviter la dégradation de l'huile.

IV.3.5. Calculs de rendement :

Le rendement en HE est défini comme état le rapport de la masse de l'huile essentielle et la masse du matériel végétal utilisé pendant l'extraction, il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{RHE} = \frac{\mathbf{MHE}}{\mathbf{MPS}} \times 100$$

RHE : rendement en huile essentielle(%)

MHE : masse de l'huile essentielle obtenue (g)

MPS : masse de la plante sèche traitée (g)

IV.4 Evaluation de l'étude physicochimique de l'huile essentielle *d'eucalyptus globulus*

IV.4.1. Etude chimique

IV.4.1.1 Indice d'acidité (57)

❖ **Définition :**

L'indice d'acidité est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1 g de corps gras.

❖ **Technique :**

On dissout une prise d'essai de 2 g d'huile d'eucalyptus globulus dans 50 ml de solvant organique (25ml d'éthanol à 95% et 25ml d'éthèr diéthylique) préalablement neutralisé par une solution ethanolique de KOH (0.1N) en présence de phénolphtaléine.

On titre, en agitant, avec la solution d'hydroxyde de potassium (0.1N) jusqu'au virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphtaléine persistant durant au moins 10 secondes).

❖ **Expression des résultats :**

L'acidité, est déterminée selon la formule :

$$I_a = \frac{56.1 \times N \times V}{m}$$

m

V : volume de la solution KOH utilisé en ml

N : normalité de la solution KOH en mole/l ;

m : masse d'huile

IV.4.1.2 Indice d'ester

❖ **Définition :**

L'indice d'ester I est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire à la neutralisation des acides libérés par hydrolyse des esters contenue dans 1 gramme d'huile essentielle.

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

❖ Principe :

Hydrolyse des ester par chauffage dans des conditions définies, en présence d'une solution éthanolique titrée d'hydroxyde de dosage de potassium l'excès d'alcalin par une solution titrée d'acide chlorhydrique

❖ Réactifs :

Ethanol à 95 % volumique

$C(\text{KOH}) = 0.5 \text{ MOL/L}$

$C(\text{HCL}) = 0.5 \text{ MOL/L}$

❖ Mode opératoire :

Dans un ballon on introduit 0.5 gramme de l'huile essentielle, on ajoute à d'une burette 25 ml de la solution de KOH, on adapte un tube en verre ou un réfrigèrent et on place le ballon sur le bain d'eau bouillante et on l'y laisse pendent une 1h dans la monographie de l'huile essentielle a analyser.

On laisse refroidir, on démonte le tube et on ajoute 20ml d'eau puis 5 gouttes de solution de phénophtaléine, comme indicateur. on titre l'excès d'hydroxyde de potassium avec une solution d'acide chlorhydrique.

$$I_E = 28.5 / m(v_0 - v) - I_a$$

V : le volume en millilitre de la solution d'acide chlorhydrique dans le teste blanc

M : la masse en grammes de prise d'essai (0.5g)

I : la valeur d'indice, déterminé selon NFT 75-103

IV.4.2. Etude physique

IV.4.2.1. Indice de réfraction

❖ Définition

L'indice de réfraction d'une substance est le rapport de la vitesse de la lumière à une longueur d'onde définie dans le vide et sa vitesse dans la substance.

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

L'indice de réfraction est déterminée à $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ et rapporté à la raie D du sodium ($\lambda = 589.3 \text{ nm}$), le symbole est alors 2_0n_D .

❖ Principe

A l'aide d'un réfractomètre, on mesure l'indice de réfraction de l'échantillon du liquide à une température constante.

❖ Technique

On dépose 2 à 3 gouttes d'huile entre les prismes de l'appareil, la lecture se fait après l'obtention d'un trait qui sépare la partie sombre de la partie claire. L'étalonnage de l'appareil se fait par l'eau distillée dont l'indice de réfraction $N_D^{20}=1,330$.



Figure IV-4: réfractomètre

IV.4.2.1 Chromatographie en phase gazeuse CPG :

❖ Principe physico-chimique :

L'analyse de HE a été effectuée à (laboratoire d'analyses de département des génie des procédés à l'université des Saad dahleb Blida) la chromatographie en phase gazeuse utilisée est un agilent 6890, suivi d'un spectromètre de masse type agilent 5974B à quadripole de tension d'ionisation de 70 eV. la colonne utilisée est une HP-5MS ;% PhenylMethyl siloxane d'une longueur de 30m et d'un diamètre interne égale à 0.25 mm, l'épaisseur du film étant de 0.25 μm .

Paramètres de l'analyse ayant conduit au chromatogramme ci-dessus :

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

- Colonne : HP5 MS (30 m x 0.32 mm x 0.25 μ m)
- Température du four : constante et égale à 45 °C pendant 3 min, puis variant de 20 °C/min jusqu'à 360 °C pendant 10 min.
- Température de l'injecteur : 250 °C.
- Températures du détecteur : 250°C.
- Quantité injectée : 0.2 μ l
- Gaz vecteur : hélium
- Débit : 0.5ML/ mn

Températures de colonne : 45 °C /8min jusqu'à 250°C/10min à raison de 2°C/min son « temps de rétention ».

Chaque analyte du mélange d'alcane est caractérisé par un temps de rétention bien précis. Ici, la séparation des analytes du mélange a été effectuée de façon optimale.

❖ Mode opératoire pour réaliser une analyse CPG :

- Vérifier qu'une colonne (ou plusieurs) est/sont déjà en place dans le chromatographe.
- Programmer le four. Si des conditions expérimentales adéquates sont déjà connues, les utiliser. Sinon :
- Préparer une solution d'échantillon à une concentration environ égale à 1 mg. ml⁻¹.
- Choisir la colonne. Par défaut, une colonne apolaire est suffisante. On réserve généralement l'utilisation de colonnes polaires aux cas où les volatilités des analytes à séparer sont très proches.
- Injecter environ 1 μ L dans l'injecteur. Par défaut, on peut choisir comme température de l'injecteur la plus haute température atteinte dans le four pendant l'analyse.

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

- Afin de nettoyer la colonne, on peut la laisser quelques minutes à la température maximale d'utilisation. Ceci permet de débarrasser la colonne des analytes les moins volatiles qui ne sont pas sortis de la colonne à la fin de l'analyse, et risquent de sortir lors d'une injection ultérieure.

IV.5 Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle *d'eucalyptus globulus*

IV.5.1 Introduction générale :

La microbiologie est la science qui s'occupe des êtres vivant microscopique, (protozoaire, champignons, bactéries, virus, levure, algue) .

Les bactéries ont été observées pour la première fois en microscope optique par Leeuwenhoek en 1675, ce n'est pas que deux siècle plus tard, que leur rôle dans les processus de fermentation et dans la transmission des maladies a été découvert, et que l'étude de leur morphologie a commencé.(93)

Le monde bactérien comprend un très grand nombre d'espèces. Certain sont des pathogènes types .d'autres sont commensales, elles peuvent causer des maladies humaines (infection) dans les conditions favorables.(94)

IV.5.2. Evaluation de l'activité antibactérienne :

L'étude de l'activité biologique à été réaliser au niveau de l'institut de science d'université de Tipaza

❖ Souche bactériennes utilisée :

Souches	Les souches	Origine
Gram négatives	E.Coli ATCC 2522	Institut pasteur d'Alger
	Klebsielle oxytoca	Urines, hôpital de kolea Tipaza* isolée en 2019
	Proteus	

Tableau IV.2 : les Souches utilisée

❖ Méthode de diffusion sur milieu gélose

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

La technique des disques de diffusion est simple à mettre en œuvre et est relativement bon marché. Elle fournit seulement les informations qualitatives et semi/quantitative sur la sensibilité d'un microorganisme donné à un antibiotique donné. Le test est réalisé en appliquant à la surface des plaques en gélose.

❖ **Matériels**

- pipette pasteur
- Disque stérile de papier wattman N°4
- Eau physiologique
- Souche à tester
- Boîte pétrie
- Milieu de MULLER –HONTON

❖ **Préparation de l'inoculum :**

- A partir d'une culture jeune de 18h, réaliser des suspensions en prélevant 3 à 5 colonies bien isolées et identiques, et les mettre dans 5 ml d'eau physiologique stérile.
- On échange l'anse dans 10ml d'eau physiologique stérile.
- On homogénéise la suspension bactérienne
- Réaliser une lecture à l'œil nu.

❖ **Ensemencement :**

- Faire fondre milieu gélosé MULLER- HINTON dans un bain marie de 95 °C
- Remplir ¾ boîte pétrie
- Laisser refroidir et solidifier sur la paillasse
- On trempe l'écouvillon stérile dans la suspension bactérienne, puis on flotte l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, séchée, de haut en bas, en stries serrées. L'opération doit se faire deux fois en tournant la boîte à 60° à chaque fois.

❖ **Dépôt des disques :**

- A l'aide d'une pince stérile, déposer les disques des antibiotiques (CN VA) comme un témoin positif, et le disque de papier wattman N°4
- A l'aide d'une micropipette, prélever 20µl d'huile essentielle *d'eucalyptus g* et imbibée le disque de papier wattman N°4
- laisser diffuser sur paillasse
- incuber à 37°C pendant 24h.



Figure IV-5: le dépôt des disques

❖ **Lecture des résultats :**

La mesure des zones d'inhibition a été réalisée d'une règle ou à l'aide d'un pied coulisse :

- présence d'une zone claire autour du disque : présence d'activité inhibitrice.
- absence d'une zone claire autour du disque : absence d'activité inhibitrice.

Si le diamètre des zones d'inhibition est :

$\varnothing < 8$: la bactérie résistante

$8 < \varnothing < 14$: la sensibilité est limitée

$14 < \varnothing < 20$: un peu sensible

$\varnothing > 20$: la bactérie très sensible

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

IV.5.3 Evaluation de l'activité antifongique :

Pour la réalisation de l'activité antifongique on adopte la méthode de contact direct. Pour cela il faut s'assurer de la pureté de moisissures testées, on les repiquant sur le milieu sabouraud.

❖ Les souches utilisées

Bactérie	Origine
<i>Enterobacter</i>	Isolé d'un patient (plaie infectée)
<i>Bipolaris</i>	Agent pathogène des céréales

Tableau IV.1 : Situation géographique



Figure IV-6: Les souches utilisées

❖ Matériels :

- ✓ -DMSO
- ✓ tube stérile
- ✓ -micropipette
- ✓ -boite pétri

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

- ✓ -huile essentielle
- ✓ -milieu de culture sabouroud

❖ Préparation de la dilution :

- ✓ On pèse 2g d'huile essentielle par une balance analytique, puis introduire cette quantité dans un tube a essai contenant 2ml du DMSO (solution mère)
- ✓ On prépare par la suite une dilution avec des concentrations décroissante (1/2,1/4,1/8)

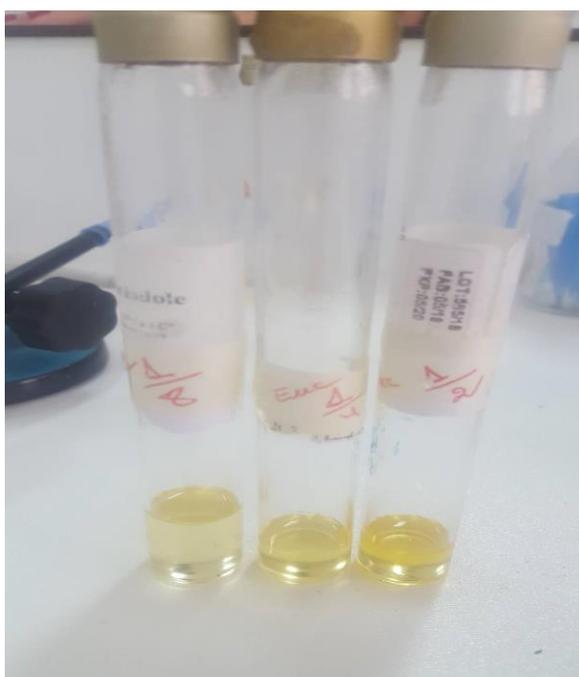


Figure IV-7 : tubes de la dilution préparée

❖ Ensemencement :

- ✓ -Dans chaque boite pétri vide on introduit 2ml de chaque concentration préparé, puis on ajout 18ml de gélose sabouraud a chaud (donc à l'état liquide), l'ensemble et homogénéisé, se durcit en refroidissant.
- ✓ L'ensemencement se fait par dépôt de fragment de 1cm² de diamètre, prélevés a partir de la périphérie d'un tapis mycélien et provenant d'une culture de 7j dans le milieu saboraud. L'incubation se fait à l'obscurité pendant 7j à 25C°.

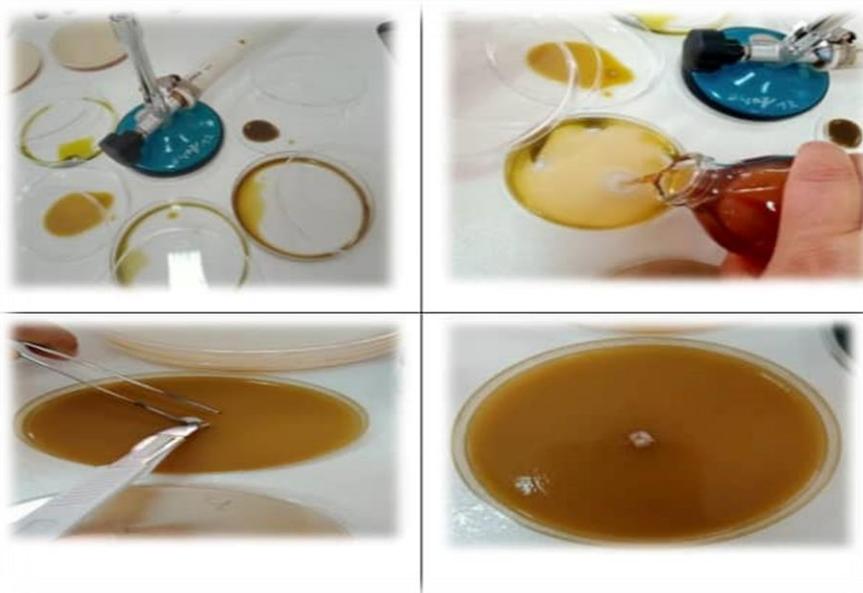


Figure IV-8: Les étapes de l'évaluation de l'activité antifongique

❖ **Expression des résultats :**

Pour cette méthode, la technique consiste à mesurer les diamètres des différentes colonies des champignons après le temps d'incubation requis puis résoudre l'équation

$$I'(\%) = 100 \times (dC - dE) / dC$$

$I'(\%)$: taux d'inhibition exprimé en pourcentage.

dC = Diamètre de colonies dans la boîte (témoins positifs).

dE = Diamètre de colonies dans les boîtes contenant l'extrait de plante.

L'extrait de plante est dit :

- ✓ Très actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 75% et 100% ; la souche fongique est dite très sensible
- ✓ Actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 50% et 75% ; la souche fongique est dite sensible
- ✓ Moyennement actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 25% et 50% ; la souche fongique est dite limitée

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

- ✓ Peu ou pas actif lorsqu'il possède une inhibition comprise entre 0% et 25% ; la souche fongique est dite peu sensible ou résistante

IV.5.4 Evaluation de l'activité antioxydant

❖ Principe :

Le DPPH est un radical stable et il présente en solution une absorption caractéristique à 517 nm qui lui confèrent une coloration violette. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit par un capteur de radicaux libre

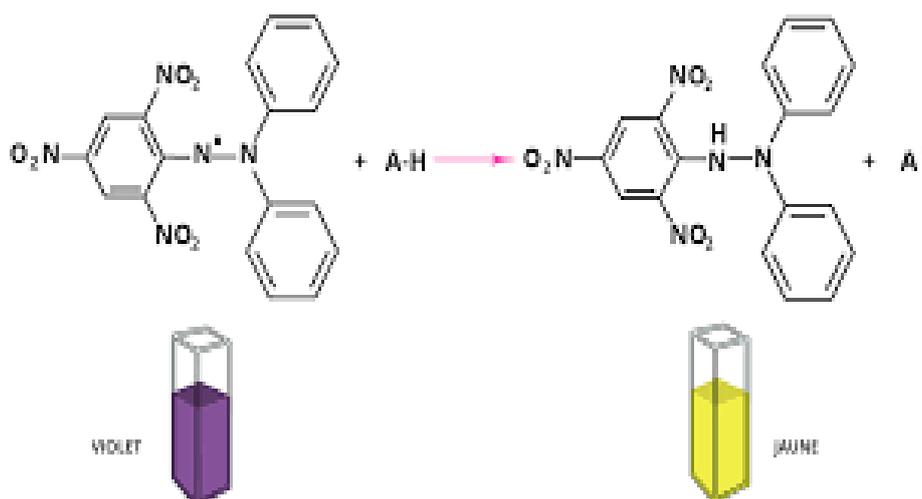


Figure IV-9: forme libre et réduite du DPPH

❖ Technique macro méthode

A 1950 μ l de la solution du DPPH (2,4 mg DPPH dans 100ml méthanol) on ajoute 50 μ l de chaque extrait à différente concentration (12.5, 25, 50,100 et 200 μ g/ml) ; Pour le contrôle négatif, on mélangeant 50 μ l du méthanol avec 1950 μ l de DPPH ; Le blanc de l'appareil est le méthanol ;incubation 30 minutes à température ambiante ; La lecture se fait à 515nm, comparée au standard qui contient l'acide ascorbique à différentes concentrations : (12.5, 25, 50, 100 et 200 μ g/ml) .

- ✓ % d'activité antioxydant = $[\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon} / \text{Abs contrôle}] \times 100$.

❖ Expression des résultats :

- Les résultats ont été exprimé par la moyenne de trois mesure séparés écart type. Les paramètres d'IC₅₀ (concentration équivalente de 50% de DPPH perdu) μ
- Et défini comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH (couleur).
- Calcul des pourcentages d'inhibition : le pourcentage de réduction du DPPH est donne par la formule suivant :
- $\% \text{ PR du DPPH} = \frac{\text{Abs cont} - \text{Abs échan}}{\text{Abs cont}}$
- PR du DPPH : pourcentage de réduction ou d'inhibition du DPPH.
- Abs cont : densité optique du DPPH.
- Abs échan : densité optique à 30 min après ajouté l'extrait.

❖ Expression des résultats :

Calcul des IC₅₀ : Par définition la valeur IC₅₀ est la concentration de l'acide ascorbique ou de l'extrait qui peut réduire 50 % du DPPH, cette dernière est déterminée graphiquement. Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par la formule de la régression des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testées à l'aide du logiciel statistique.

Chapitre V : résultat et discussion

Chapitre V: résultat et discussion

V.1 Résultat et discussion

V.1.1 Les paramètres organoleptiques

Les paramètres organoleptique des l'huile essentielle *d'eucalyptus globules* (odeur, aspect, couleur) et comme suit :

	Aspect	Couleur	Odeur
AFNOR	Liquide lipide fluide et mobile a température ambiante	Jaune très ale à transparent	Fraiche et épicée
Notre huile	Liquide lipide a température ambiante	Jaune fonce	Fraiche et épicée

Tableau. V.1 : caractéristique organoleptique de l'huile essentielle *d'eucalyptus globulus*

V.1.2 Rendement en huile essentielle

Le rendement de l'extraction de l'huile essentielle et représenter dans le tableau ci-dessous :

Matériel végétal	Nombre de répétition	Rendement
Eucalyptus globulus	5	0.5%

Tableau V.2 : Rendement de l'huile essentielle

V.1.3 Résultat d'étude physique

V.1.3.1. Indice de réfraction

Indice de réfraction : I=1,475

V.1.3.2 Chromatographie en phase gazeuse CPG

L'huile essentielle *d'eucalyptus globulus* et caractérise par la présence de plusieurs composés à savoir les monotrpnés ($C_{10}H_{16}$) et les sesquiterpènes ($C_{15}H_{24}$).

Chapitre V: résultat et discussion

20 composés, représentant 98,3% de l'HE d'*eucalyptus globulus* ont été identifiés. Cette huile est majoritairement composée de 1,8-cinéole (48,6%), globulol (10,7%) pinène (9.7%) trans-pinocarveol (10,7%) et a-terpineol (6,6%)

Composants	IR	%
α -Pinène	930	9.7
1,8cinéole	1030	48.6
Isoamyisovalerate	1100	1.1
Trans-Pinocarveol	1151	10.7
Pinocavrvone	1165	1.0
4-terpineol	11790	0.3
-Terpinyl acetate	1192	6.6
Trans-carveol	1220	0.8
Carvacrol	1286	0.1
-terpinyl acetate	1327	0.3
Geranyl-acétate	1389	0.1
Aromadendréne	1435	4.6
Ldene	1480	0.6
Viridiflorol	1532	0.4
Globulol	1593	10.9
-eudesmol	1646	0.8
Jiripercamphor	1655	0.6
Isoaromadendrene oxide	1695	0.2
6,6-dimethyl -2-(3-oxobuyl)		
Bicyclo(3,11)heptan-3-one	1742	0.2
Carboxamide	1770	0.7

Tableau V-3: composition chimique de l'HE d'*eucalyptus globulus*

V.1.4 Résultats d'étude chimique

	Valeur pratique	Référence (AFNOR)
Indice d'acide	2.80	0.84-3.74
Indice d'ester	45.49	30-60

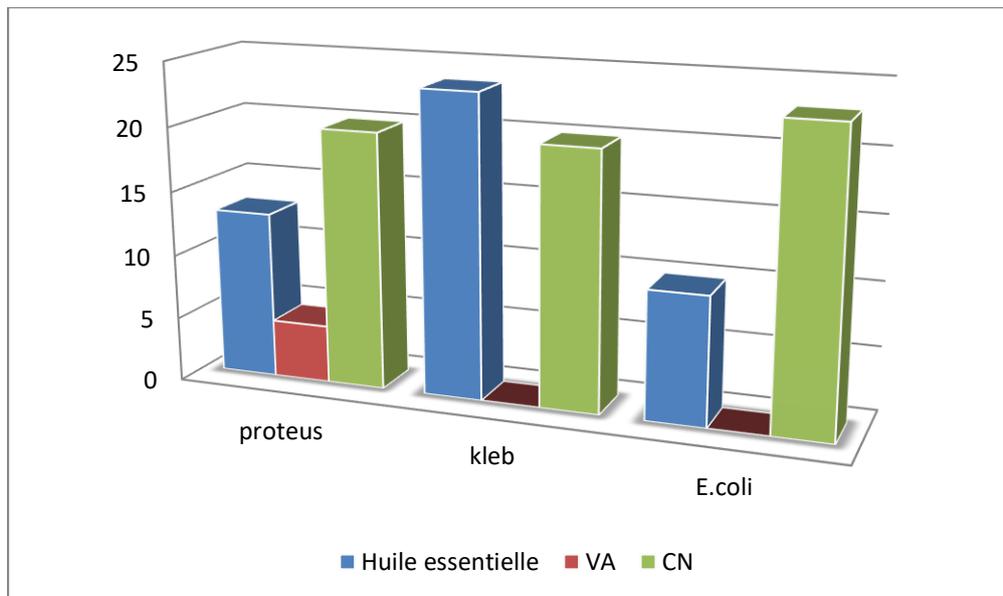
Tableau V-4 :valeurs d'indice d'acide et d'ester

Discussion :

L'indice d'acide est un critère chimique de fraîcheur et de pureté de l'huile essentielle, il nous renseigne sur le taux d'acide grasse existant dans l'huile et sur le degré d'altération la valeur de l'indice pour notre huile est respectivement à 2.80 ceci signifie que notre huile possède un taux d'oxydation très élevés qui provoque une dégradation rapide.

L'indice d'ester d'un lipide est la masse de potasse (KOH) nécessaire pour saponifier l'acide estérifié contenus dans 1 g de matière grasse.

V.1.5 Résultats d'évaluation antibactérienne



FigureV-10 : histogramme représentent le diamètre des zones d'inhibition d'antibiotique (CN, VA) et l'huile essentielle *d'eucalyptus globulus*

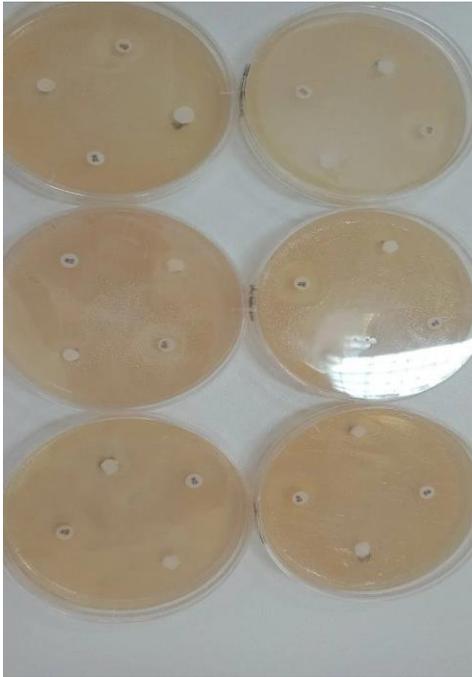


Figure V-11 : Résultats de l'évaluation antibactérienne

Discussion:

Nous avons testé l'activité antibactérienne des deux antibiotique (CN, VA) et de l'HE vis-à-vis les 3 souches bactérienne (*klebsiella*, *E.COLI*, *proteus*).

Les mesures des zones d'inhibition figurent dans l'histogramme ci dessus nous ont permis d'évaluer l'activité antibactérienne des différent échantillons testé.

On remarque que l'HE a fortement inhibé sur la souche *klebsiella* avec une zone d'inhibition de 23,5nm, et *proteus* avec une zone de 13 nm, par contre une activité modéré avec la souche *E.COLI* avec une zone de 10nm.

Pour l'antibiotique (CN) on remarque une grande variante d'activité : on montre une bonne inhibition avec zones respectives de 23nm pour la souche *E.COL*

I par contre une zone de 20nm pour les deux souches (*klebsiella*, *proteus*)

Pour l'antibiotique (VA) on remarque une très faible variante d'activité avec un diamètre de 4,5nm pour *proteus*, et aucune croissance microbienne autour des disques de (*klebsiella*, *E.COLI*)

Donc on peut dire que l'HE d'eucalyptus g à un pouvoir antibactérien est ca due généralement à la composition de l'HE qui est riche aux terpènes (composés terpéniques).

Chapitre V: résultat et discussion

Concentration	Témoin	Pure	1 / 2	1/4	1/8
BIPO	18mm	-	-	-	-
ATTER	18mm	-	-	-	-

Tableau V-5: diamètres de la zone d'inhibition de l'HE d'*Eucalyptus globulus*

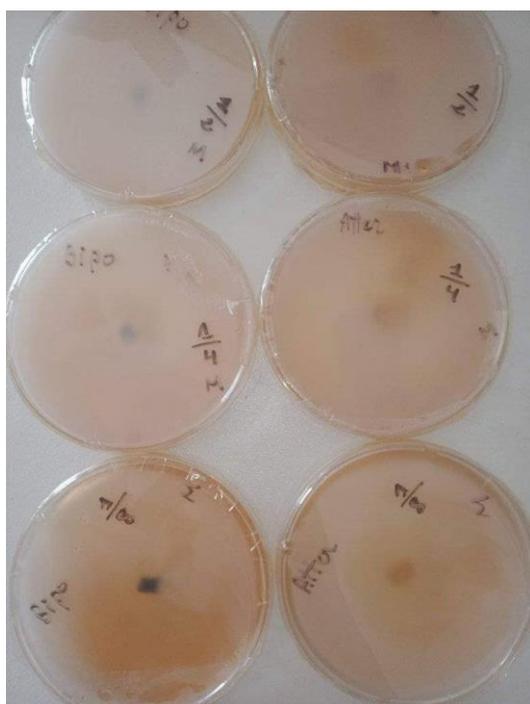


Figure V-12 : Zones d'inhibition d'HE d'*eucalyptus globulus*

D'après les résultats représentés dans le tableau et la figure, on voit qu'il y a une inhibition totale pour toutes les concentrations sur les deux souches tester.

Donc on peut dire que l'HE d'*eucalyptus globulus* est très actif, ce qui veut dire que la souche fongique est sensible.

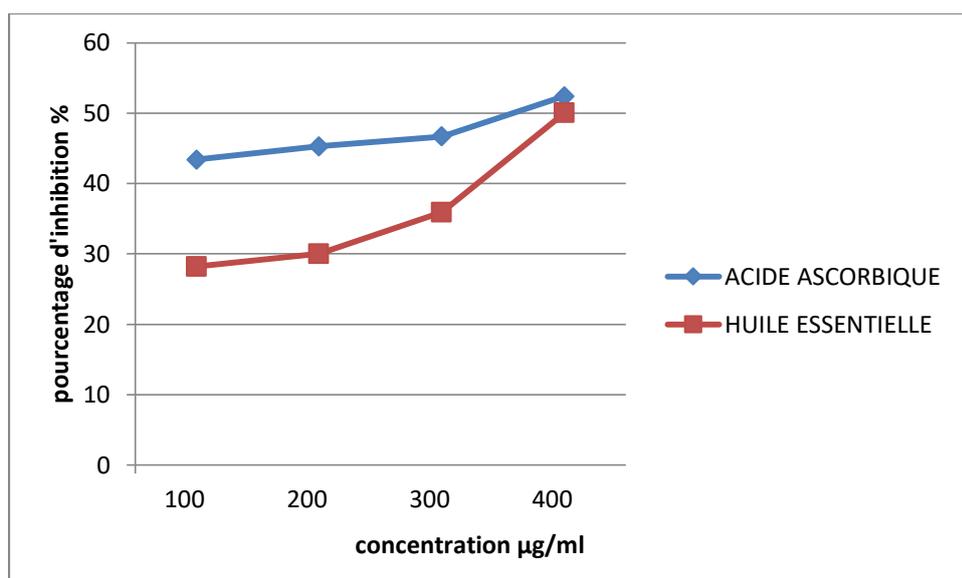


Figure IV-13 : pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations d'acide ascorbique et de l'huile essentielle *d'eucalyptus globulus*

Echantillon	IC ₅₀
Acide ascorbique	350
Huile essentielle	400

Tableau. V-6: Valeur des concentrations d'IC₅₀

Discussion :

- La concentration d'IC₅₀ élevée l'activité antioxydant faible.
- La concentration d'IC₅₀ faible l'activité antioxydant élevée.

Après la lecture des résultats à l'aide d'un spectrophotomètre, on a obtenu les valeurs indiquées dans la courbe suivant pour (l'acide ascorbique, huile essentielle)

D'après la lecture graphique et le tableau on peut dire que l'HE a une activité antioxydants pour les radicaux de DPPH.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les plantes aromatiques et médicinales représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs tels que les huiles essentielles.

En effet, les huiles essentielles et ses principes actifs issus du métabolisme secondaire des plantes médicinales, ont été utilisées depuis l'antiquité et sont largement employées de nos jours, pour leur propriétés biologique et leur application dans de multiples et diverses industries : alimentation, cosmétique, parfumerie et pharmacie.

Au terme de notre étude qui a porté sur l'activité antimicrobienne et antioxydant d'huile essentielle obtenues des feuilles d'*eucalyptus globulus*, poussant à l'état spontané récolté dans la région de Blida (mars 2022) .

L'obtention d'huile essentielle par hydro distillation reste une méthode simple et efficace en utilisant le dispositif clevenger modifié. Le rendement est de (0.5%) , pour la détermination du pouvoir antibactérien sur des souches pathogène et multi résistantes : il s'agit de bactériurie de gram négatif(*Escherichia coli*, *klebsielle oxytoca*, *proteus*)

Les résultats de l'activité antimicrobienne montrent que l'huile essentielle d'*eucalyptus globulus* ont exercé un effet synergique contre les souches ciblées à différentes concentrations bien précises .ce qui nous amène à dire notre huile sont dotées d'une activité antibactérienne, antifongique importantes sur les germes testés, notamment avec l'huile des essentielle.

Les résultats de l'étude physicochimique montre que l'huile essentielle d'*eucalyptus globulus* riche en plusieurs compose tel queà les monotrpènes ($C_{10}H_{16}$) et les sesquiterpènes ($C_{15}H_{24}$) et possède un taux d'oxydation très élevés.

Les performances antimicrobiennes mises en évidence méritent d'être étudié avec plus de détails afin d'envisager des perspectives d'application de ces essences comme antibiotique naturels capables de réduire la croissance microbienne responsable de maladies infectieuses.ces résultats partiels et d'autres travaux sur cet huile essentielle s'imposent aux niveaux pharmacologiques et chimiques, il sera intéressant a l'avenir :

✓ D'étudier d'autres propriétés biologiques de ces plantes, à savoir les propriétés anti inflammatoires, antivirales et autres.

Conclusion générale

✓ De tester les composés identifiés individuellement en faisant appel à des tests pharmacologiques in vivo et aussi de déterminer les principes actifs responsables de ces activités biologiques.

✓ De vérifier l'absence d'effets toxique de ces composés.

Références

Références

1. **M., NEFFATI M. et SGHAIER.** *DEVELOPPEMENT ET VALORISATION DES PLANTES AROMATIQUES ET MEDICINALES (PAM) AU NIVEAU DES ZONES DESERTIQUES de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie)*. s.l. : Projet MENA-DELP, 2014.
2. Paul.S Feridinate.P:Guide des plantes médicinales (Analyse,description et utilisation de 400 plantes) DELACHAUX et NIESTLE.
- 3.
4. <https://www.psychologies.com/Nutrition/Gastronomie/Articles-et-dossiers/Les-bienfaits-des-plantes-aromatique>. [En ligne]
5. **Bruneton, Jean.** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3eme édition ,1999 .édition tec et doc.*
6. **MAHIOUT Tassadit, MERAD Farida.** *Contribution à l'étude de conformité des drogues pour tisanes vendues en officines*. faculté de medecine , université de mouloud maamri . Tizi Ouzou : s.n., 2019. memoire de fin d'étude.
7. **Sara, Talbi.** *Etude phytochimique et microbiologique evalorisation pharmaceutique des extrais des feuilles d'Eucalyptus globulus*. université de Saad Dahlab Blida 1. 2020. memoire de master .
8. **HOPKINS W. G., 2003** _ *Physiologie végétale. 2éme édition américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris: 514.*
9. **ALI-DELLILE L., 2013** _ *Les plantes médicinales d'Algerie. Berti Edition Alger 6_11.*
10. **KUNKELE U et LOBMEYER T.R., 2007** _ *Plantes médicinales, Identification, Récolte, Propriétés et emplois. Edition parragon Books L tol :33 _ 318.*
11. **Jean Bruneton.** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3eme édition ,1999 .édition tec et doc.*
12. [En ligne] [Citation : 28 05 2022.] https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_gallique.
13. [En ligne] [Citation : 28 05 2022.] https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_ellagique.
14. **Wichtl M., Anton R., (2009).** *Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41.*
15. **Zohra, Benouattas Ouarda et Benzina.** *Inventaire et valeurs thérapeutique des plantes médicinales existantes dans la région de Zemmoura Bordj Bou Arreridj*. Université Mohamed El Bachir El Ibrahim B.B.A. 2021. memoire de master .

Références

16. **Hurabiele.M** (1981):*Abrégé de matière médicale(pharmacognosie),tomI,Mason.Paris.182, 189.*
17. **Belaiche.P**(1979)*Traité de phytothérapie et d'aromathérapie.TomeI. l'aromatogramme.Maloine.*
18. **Svoboda.K,PandHampson.J,B**(1999):*Bioactivity of esential oils of selected temperate aromatic plants.Antibacterial.Antioxidant.Anti-inflammatory and other related pharmacological activities.*
19. **Laouer, H.***Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msila et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Ammoides pusilla et de Magydaris pastinacea (Doctoral dissertaton). 2004.*
20. **Jean Bruneton.** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3eme édition ,1999 .édition tec et doc.*
21. **BOUKHALFOUN, Leila.***EXTRACTION DES COMPOSES ACTIFS CHEZ Eucalyptus globulus. université de Saad Dahlab blida 1. 2012. memoire de magister .*
22. *Prescrire. Bien utiliser les plantes en situations de soins, numéro spécial été 2007, T. 27, n° 286.*
23. **Pelikan, W.**« *L'homme et les plantes médicinales* », *Tome III, 3ème Ed, Triades, Paris, 284p.* 2001.
24. **Fintelmanny et Fweiss, R.**« *Manuel pratique de phytothérapie* », *Ed, Vigot 438p.* 2004.
25. **H, Leclerc.***Traité de phytothérapie - Thérapeutique par les plantes, Ed. Masson, 1999.*
26. **CHABRIER, Jean-Yves.***Plantes médecinales et forme d'utilisation en phytotérapie . université de Henri Poincare Nancy 1. 2010. these pour.*
27. **Ute Kunkele, Till R Lobmeyer.***Plantes médicinales : identification, récolte, propriétés et emplois. . Edition Parragon. 2007.*
28. **Jorite, Sophia.***La phytothérapie, une discipline entre passé et futur : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel. Fort de France. Université de Bordeau 2. 2015. these.*
29. **G., Simpson. M.***Plant Systematics, Second Edition, Academic Press is an imprint of Elsevier.428-432. 2010.*
30. **TAILLOTTE, AUGUSTE.***l'Eucalyptus globulus au point de vue botanique, chimique Et de ses principales applications. Thèse présentée et publiquement soutenue à l'école supérieure de pharmacie de Montpellier. Universitaire de l ère classe, pharmacien de la marine,. 1872. pp. 10-12.*

Références

31. **AMRANE, KESBI.***Etude des propriétés physicochimique et évaluation l'activité biologique des huiles essentielles d'eucalyptus globulus dans la région de Ouargla.Mémoire de fin d'études .université kasdimarbah Ouargla. 2011. p. 18.*
32. *www.monaconatureencyclopedia.com.* [En ligne]
33. **Winter.***Humain and health N°30. Pp: 49-50.*
34. **A, Kesbi.***Etude des propriétés physicochimiques et évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus. Université kesdi Merbbah.Ouargla.Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme de master en génie des procédés. . Pp : 23. 2011.*
35. **ANONYME.***Conservation des ressources génétique. Groupe du travail de L' IUFRO S2.02.2. 2006.*
36. *https://inpn.mnhn.fr/.* [En ligne]
37. *https://fr.wikipedia.org/.* [En ligne]
38. **B, Bertrand.***L'herbier boisé:histoires et légendes desarbres abrustes .Plume de carotte p195. 2007.*
39. **J, Bross.***Larousse des arbres et des arbutes.Larouss, Paris p-576 . 2007.*
40. **Pelt JM.***Les vertus des plantes.Du chene. p-184. 2004.*
41. **Bruneton, J.***Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition. s.l. : Tec and Doc, Lavoisier , 2009.*
42. **Boukhatem, M.N,Ferhat, A. et Kameli, A. et Mekrnia, M.***Eucalyptus globulus(Labill): un arbre à esennce aux mille vertus.Lavoisier SAS. 2017.*
43. *Insight into Eucalyptus genus chemical constituent, biological activities and health-promoting effects. Salehi.B, Sharifi-Rad,J., Quispe, C. Llaique ,H. Villalobos,M.Smeriglio,A. s.l. : Journal Science Direct.trend in Food Science and Tchnology, Vol n°91; Edition Elsevier P:609-624, 2019.*
44. **Koziol, N.***Huiles essentielles d'Eucalyptus globulus,d'eucalyptus radiata et de corymbia citriodoramqualité,efficacité et toxicité.Thèse pour l'obtention du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie.Université de Loirraine. 2015.*
45. **Wichtl, M et Anton , E.***Plantes thérapeutiques.2ème édition. s.l. : Tec et Doc.Edition mdicinales internatinalles.Lavoisier, 2003.*
46. **Burnie G.Forrester S.Greig D, Guest S.***Botanica.Encyclopédie de botanique et d'horticulture, plus de 10000 plates du monde entier.HF Ullmann Editio.2013.p-1024. 2013.*
47. *https://www.google.com/amp/s/www.aujardin.info/plantes/eucalyptus-globulus.php%3famp.* [En ligne]

Références

48. **Budavari, S et O'Neil,M.J et Smith,J et Heckelman et P.E et Kinneary,J.F.***the mark index- twelfth edition, white house station . 1996.*
49. **Richter, G.**« *Métabolisme des végétaux* », *Physiologie et Biochimie. Presses polytechniques et universitaires, Romandes, . 1993. p. 292.*
50. **Bernard, T., et al.**«*Informations chimie* », *Oct, 1988, n° 298, 179.*
51. **Sallé, J. L.**« *Les huiles essentielles; Synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie* », *Edition Frison – Roche, Paris, 1991, 21.*
52. **Bruneton, J.**« *Pharmacognosie* », *Plantes médicinales, Ed. Lavoisier, Techniques et Documentation, Paris 1999, 405; b) Da Cruz-Cabral, L.; Fernandez-Pinto, V.; Patriarca, A. Int J Food Microbiol. 2013, 166, 1-14.*
53. **Marie Claude, M., M onique, S.,** « *Actifs et additifs en cosmétologie, Ed tec et doc, Paris, (2006), 1051p.*
54. **Valnet. J.,** « *Phytothérapie, traitement des maladies par les plantes* », *5ème Ed, Maloine, Paris, (1983), 929p.*
55. *Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. International Journal of Food Microbiology 94:223-253. Burt, S. 2004.*
56. **TALHI Ahlem, TBOULA Zeyneb, BOUSSAHA Meriem.***Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles des trois plantes médicinales (Salvia sclarea, Sysygium aromaticum et Allium cepa). Université 8 Mai 1945 Guelma. 2018. memoire de master .*
57. **AFNOR.***Huiles essentielles. Monographies relatives aux huiles essentielles. Tome 2. 6ième edition. AFNOR, Paris.p440. 2000.*
58. **Lafforgue, C.***Les huiles essentielles. Groupe d'études et de recherches en dermatoallergologie (GERDA)-Progrès en dermato-allergologie. 2013.*
59. **SAMATE, Abdoul Dorosso.***COMPOSITIONS CHIMIQUES D'RUILES ESSENTIELLES EXTRAITES DE PLANTES AROMATIQUES DE LA ZONE SOIJDANIENNE DU BURKINA FASO: VALORISATION. l'Université de Ouagadougou. 2002. these de doctorat .*
60. [En ligne] [Citation : 10 06 2022.] https://www.snhf.org/wp-content/uploads/sites/5/2015/07/JdF636_1A1.pdf.
61. **S. Moja et F. Jullien** (2014), *Les menthes, diversité des espèces et composition chimique in Jardins de France n° 630 « Simples et aromatiques: le bien être à cultiver ».*
62. **Margaux, BRISSON.** [En ligne] 10 12 2020. [Citation : 10 06 2022.] https://www.franceagrimer.fr/content/download/65547/document/PresentationAromadays_v3.pdf.
63. **Brunton J.** *Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 3ème édition. Paris.*

Références

64. **J, Dorosso Sonate.** *Composition chimique des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanaïenne du Burkina Faso : valorisation.* Université Ouagadougou. 2002.
65. **Mebarki Rim, Bougueffa Ilham.** *mise en evidence des huiles essentielles de quelques plantes medecinale.* université Larbi Ben M'hidi de Oum bouaghi. 2012 . memoire de master .
66. **N, Fekih.** *Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre Pinus poussant en Algérie Tlemcen.* Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen-. 2015. thèse.
67. **HESSAS Thafsouth, SIMOUD Sounia.** *Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Thymus sp.* université de tizi ouzo . 2018. memoire pour l'obtention du diplome de docteur en pharmacie .
68. **Kaloustian J, Hadji-Minaglo F.** *La connaissance des huiles essentielles : qualitologie et aromathérapie.* Paris. Edition Springer. 2012. 2012.
69. **N, Benayad.** *Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse. .* UNIVERSITÉ MOHAMMED V. FACULTÉ DES SCIENCES. RABAT. 2013. Thèse.
70. **YAACOUB Rahma, TLIDJANE Imane.** *Caractérisation physico-chimiques et analyses biologiques de l'huile essentielle des grains de Cuminum cyminum L. et de Foeniculum vulgare Mill. extraite par hydrodistillation et CO2 supercritique : Etude comparative.* UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI OUM EL BOUAGHI. 2018.
71. **O, Chouiteh.** *composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de Glycyrrhiza glabra Oran .* Université d'Oran . 2012. thèse].
72. **A., Elhaïb.** *Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformation catalytique.* Université de Toulouse. 2011. thèse.
73. **Boutamani.M.** *Etude de la variation du rendement et de la composition chimique du Curcuma longa et Myristica fragrans en fonction du temps et de la technique utilisée.* Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger . 2013.
74. **Iserin P.** *Encyclopédie des plantes médicinales 2ème édition.* Paris: Larousse. Edition 2001.
75. **S., Jorite.** *La phytothérapie, une discipline entre passé et future : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel.* Université de Bordeaux. 2015. Thèse.
76. **Wicht M, Anton R.** *Plantes thérapeutiques. Tradition pratique officinales, science et thérapeutique.* 2ème édition. Paris : Edition TEC et DOC.

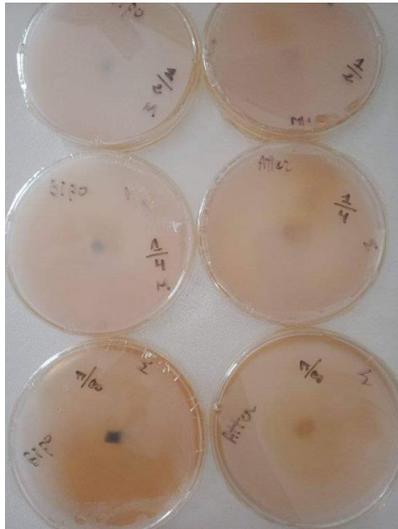
Références

77. **J-Y., Chabrier.***Plantes Médicinales et Formes d'utilisation en phytothérapie.* . Université Henri Poincaré-Nancy. 2010. Thèse.
78. **M., Jammaledine.***Extraction et caractérisation de la composition des huiles essentielles de Juniperus phoenicea et Juniperus oxycedrus du Moyen Atlas [].* Université sidi mohammed ben abdellah. Fès. 2010. Mémoire.
79. **Lacoste S.** *Ma bible de la phytothérapie [magazine].* Edition : *Quotidien Malin*, 2014.
80. **N., Bousbia.***Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires.* . Ecole nationale supérieure agronomique. 2011. Thèse.
81. **L., Muther.***Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant .* Faculté de pharmacie de Clermont Ferrand. 2015. thèse.
82. **Kaloustian J, Hadji-Minaglo F.***La connaissance des huiles essentielles : qualité et aromathérapie.* Paris. Edition Springer. 2012.
83. **J., Dorosso Sonate.***Composition chimique des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanaise du Burkina Faso : valorisation.* 2002. Université Ouagadougou. .
84. **O., Chouiteh.***composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de Glycyrrhiza glabra .* Université d'Oran. 2012. [thèse] .
85. **S., Courtial.***précis d'aromathérapie vétérinaire à l'usage des pharmaciens d'officine . .* Université de Nante, faculté de pharmacie. 2005. thèse.
86. **DESCHEPPER, ROBIN.***VARIABILITÉ DE LA COMPOSITION DES HUILES ESSENTIELLES ET INTÉRÊT DE LA NOTION DE CHÉMOTYPE EN AROMATHÉRAPIE.* LA FACULTE DE PHARMACIE DE MARSEILLE. 2017. LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE.
87. **AFSSAPS** (Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé). *Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles.* AFSSAPS, 2008.
88. **Faucon M.** *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale.* Sang de la terre (2012). 880p. .
89. **Kaloustian J., Hadji-Minaglou F.***La connaissance des huiles essentielles. Qualité et aromathérapie.* Springer (2012). 210p.
90. **AMERA., Bouamer A. BELLAGHIT M.et MOLLAY.***Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe verte et la menthe poivrée de la région de Ouargla . .* Université de Ouargla . 2004. Mémoire DES.

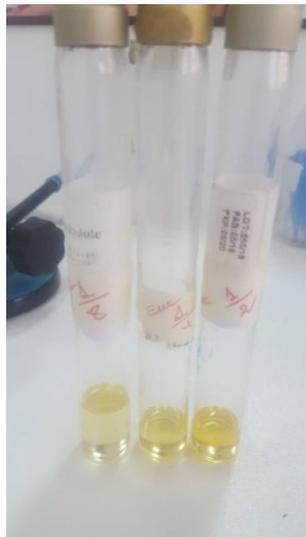
Références

91. **Bouanane N, Boussehel N.**, *contribution agroécologique aux essais d'introduction de la menthe poivrée (menthe piperata L) dans la région de Ouargla en vue de l'utilisation de ses huiles essentielles en thérapie* . . université de ouargla . 2005. mém Ing.Univ.
92. **CHEBBOUR., M. ABADLIA ET A.** *étude des huiles essentielles de la plante mantha piperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires*. université Constantine 1. 2014. mémoire de master.
93. **Ferron.A (1976)** : *Bactériologie (à l'usage des étudiants en médecine) GOUAN et ROQUES. 8eme MASSON.*
94. **Monteil .H** , *Avril.J 1992 :Bactériologie chimique. 1ère Ed. Marketing.paris.*
95. **Petrovska, Biljana Bauer.** *Historical review of medicinal plants' usage*. s.l. : National Institutes of Health, January 2012.
96. **x, Safarinejad MR.** *Urtica dioica for treatment of benign prostatic hyperplasia : a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study*. s.l. : National Institutes of Health, 2005.
97. **Janmejai K. Srivastava, Eswar Shankar, Sanjay Gupta.** *Chamomile: a herbal medicine of the past with bright future*. s.l. : National Institutes of Health, 2011.
98. **Schütz K, Carle R, Schieber A.** *Taraxacum : a review on its phytochemical and pharmacological profile. (2006) Aromathérapie, 11ème édition*. s.l. : Vigot National Institutes of Health, 2001.
99. [En ligne] <https://www.aquaportail.com/definition-7746-aromate.html>.
100. **Bruneton.J(1993)**: *Pharmacognosie, Phytochimie, Plante médicinales. Lavoisier Technique & ème Documentation, 2 éd. Paris.*

Annexes



Annexe 1 :Résultat antifongique



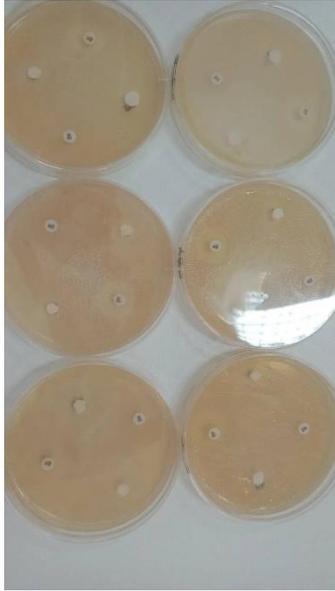
Annexe 2 :Dilution préparer



Annex 3: Dispositif d'hydrodistillation



Annexe 4: Résultat CPG



Annexe 5 : Résultat antibactérienne