



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale

قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : *Toxicologie*

Intitulé :

Etude des propriétés physicochimiques et biologiques d'*Eucalyptus citriodora* Hook.

Présenté et soutenu par :

Le 17/09/2020

Miloudi Rim

Benzerguine Khaoula

Berkan Rania

Jury d'évaluation :

Président du jury : Dr Dalichaouch Souhaila (MCA -Université Salah Boubnider, Constantine3)

Rapporteur : Dr Atmani-Merabet Ghania (MCB -Université Salah Boubnider, Constantine3)

Examineurs : DR. BRIK Nassima (MAHU-Université Salah Boubnider, Constantine3)

Année universitaire
2019-2020

Remerciements

Nous voulons tout d'abord remercier le bon Dieu qui nous a donné la vie et sans qui rien n'est possible.

Nos remerciements s'adressent spécialement à notre encadreur Dr Atmani-Merabet qui s'est donnée corps et âme pour la réussite de notre travail, pour cela nous lui disons un grand merci et lui souhaitons que le tout puissant lui accorde plus de bénédiction et de la chance dans sa vie.

Nous remercions Dr. Dalichaouch de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre mémoire.

Nos vifs remerciements pour Dr BRIK d'avoir accepté de juger ce travail et de faire partie du jury.

Toute notre reconnaissance à nos enseignants de toxicologie que nous avons eu l'honneur d'avoir durant notre parcours universitaire.

A tous nos collègues du master de la promotion 2019-2020.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de nos études et à ceux qui liront ce travail.

Dédicace

A ceux qui ont sacrifié leur vie pour moi, à ceux qui m'ont donné leur amour, à ceux qui m'ont encouragé et soutenu pour réaliser mon rêve et aller toujours en avant, Mes très chers parents Rabah et Rahima, que Dieu les protège pour moi.

A mes très chers sœurs Nabila, Choubaila et Souhaila.

A tous les membres de ma familles Benzerguine et Atmani.

A mes très chers cousines Batoul et Imene.

A mon amie Rym pour tous les instants inoubliables que j'ai passés avec elle, Dieu la protège pour moi et sa famille.

A toutes mes amies qui ont rendu ma vie agréable et pleine de Bons souvenirs.

Khaoula

Dédicace

A ma mère qui m'a aidé à devenir ce que je suis aujourd'hui, que Dieu la garde pour moi

A mon père qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite, que Dieu le garde pour moi

A mon petit ange Aya

A mes grands-parents que Dieu les protège pour moi

A ma chère amie Khaoula qui a été toujours avec moi

A mes chères amies : Sara, Youssra, Nada, Nini

A ceux qui on a partagé des bons moment et souvenirs

Rym

Dédicace

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse,
Leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.*

*A mes chères sœurs Nour et Maria, pour leurs encouragements permanents,
Et leur soutien moral.*

A mes chers frères Ziad et Mounib, pour leur appui et leur encouragement.

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours
Universitaire.*

Rania

Liste des Abréviations

AFNOR	Association Française de la Normalisation.
AGP	Angiosperms Phylogeny Group.
CL₅₀	Concentration Létale Médiane.
CPG	Chromatographie en Phase Gazeuse.
DL₅₀	Dose Létal pour tuer 50% populations.
E	Eucalyptus
HEs	Huiles Essentielles.
ISO	International Standard Organisation.
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
PH	Potentiel d'Hydrogène.
R(%)	Rendement en huile essentielle.
RLs	Radicaux libres
SM	Spectrométrie de Masse.
µg	Microgrammes

Liste des figures

Figure 1 : Structure chimique d'isoprène (C ₅ H ₈) n.....	3
Figure 2 : Structure chimique de quelques monoterpènes.....	4
Figure 3 : Structure chimique de quelques sesquiterpènes	5
Figure 4 : Montage d'hydrodistillation.....	13
Figure 5 : Entraînement à la vapeur d'eau	14
Figure 6 : Technique d'extraction par CO ₂ supercritique.....	15
Figure 7 : Montage d'extraction assistée par micro-onde.....	16
Figure 8 : Feuilles adultes fruits (capsules, boutons floraux).....	22
Figure 9 : Lignotuber d' <i>Eucalyptus caesia</i>	23
Figure 10 : Structure chimique de l'eucalyptol.....	24
Figure 11 : Aire de répartition d' <i>Eucalyptus citriodora</i> dans le monde.....	27
Figure 12 : Inflorescences.....	28
Figure 13 : <i>Eucalyptus citriodora</i> (arbre, feuilles et fleurs).....	29
Figure 14 : <i>Eucalyptus citriodora</i> (tronc, feuilles et fruits).....	29
Figure 15 : Composés majoritaires d' <i>E.citriodora</i>	30
Figure 16 : Composés majoritaires de l'HE d' <i>E.citriodora</i>	39

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle <i>d'E. citriodora</i>	31
Tableau 2 : Rendement de l'HE <i>d'E.citriodora</i>	33
Tableau 3 : Caractéristiques organoleptiques de l'HE <i>d'E.citriodora</i>	34
Tableau 4 : Caractéristiques physicochimiques de l'HE <i>d'E.citriodora</i>	35
Tableau 5 : Composition chimique de l'HE <i>d'E.citriodora</i>	37
Tableau 6 : Activités antibactériennes de l'HE <i>d'E.citriodora</i>	41
Tableau 7 : Activités antifongiques de l'HE <i>d'E.citriodora</i>	43
Tableau 8 : Activités anti oxydantes de l'HE <i>d'E. citriodora</i>	45
Tableau 9 : Activités insecticides de l'HE <i>d'E.citriodora</i>	45

Sommaire	
Remerciements.....	i
Dédicaces.....	ii
Liste des abréviations.....	v
Liste des figures.....	vi
Liste des tableaux.....	vii
Sommaire.....	viii
Introduction.....	1
Chapitre I : Généralités sur les huiles essentielles	
1-1 Historique.....	2
1-2 Définition	2
1-3 Composition chimique.....	3
1-3-1 Composés terpéniques	3
1-3-2 Composés aromatiques.....	5
1-3-3 Composés d'origine diverses.....	5
1-4 Propriétés physicochimique des huiles essentielles	6
1-5 Contrôle de qualité des huiles essentielles.....	7
1-5-1 Rendement.....	7
1-5-2 Propriétés organoleptiques	7
1-5-3 Caractéristiques physicochimiques.....	7
1-6 Propriétés et utilisation des huiles essentielles	9
1-7 Activités biologiques des huiles essentielles.....	10

1-8 Origine et localisation des huiles essentielles.....	12
1-9 Notion de chémotype.....	12
1-10 Méthodes d'extraction.....	13
1-10-1 Hydrodistillation.....	13
1-10-2 Entraînement à la vapeur d'eau.....	13
1-10-3 Expression à froid.....	14
1-10-4 Extraction par les fluides supercritique(CO ₂)	14
1-10-5Extraction assistée par micro-onde.....	15
1-11 Techniques d'analyse des huiles essentielles	16
1-11-1 Couplage CPG/SM.....	16
1-12 Toxicité des huiles essentielles.....	18
1-12-1 Neurotoxicité.....	18
1-12-2 Néphrotoxicité.....	18
1-12-3 Hépatotoxicité.....	19
Chapitre II : Le genre <i>Eucalyptus</i>	
I- Les <i>Eucalyptus</i>	
I-1 Généralités.....	20
I-2 Présentation botanique et géographique du genre <i>Eucalyptus</i>	21
2-3 Principales espèces d' <i>Eucalyptus</i>	23
2-4 Principaux composant du genre <i>Eucalyptus</i>	24
2-5 Propriétés thérapeutiques	24
2-6 Fabrication de la pâte de papier.....	25
2-7 Activités biologiques des <i>Eucalyptus</i>	25
2-8 Toxicité des <i>Eucalyptus</i>	26

II- <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	
II-1 Répartition et description.....	27
II-1-1 Répartition et dénomination	27
II-1-2 Description botanique.....	28
II-1-3 Composition chimique	30
II-1-4 Propriétés de l'huile essentielle d' <i>E. citriodora</i>	32
Chapitre III : Propriétés d'<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	
I- Etude analytique de l'huile essentielle d'<i>E. citriodora</i> Hook.	
I-1 Rendement	33
I-2 Caractéristique organoleptiques	34
I-3 Caractéristique physicochimiques.....	34
I-4 Composition chimique de l'HE d' <i>E.citriodora</i>	36
II- Activités biologiques de l'HE d'<i>Eucalyptus citriodora</i>	
II-1 Activité antibactérienne.....	40
II-2 Activité antifongique.	42
II-3 Activité anti oxydante.....	44
II-4 Activité insecticide.....	45
II-5 Activité acaricide.....	46
Conclusion générale	48
Références bibliographiques	49

Introduction générale

L'Homme primitif s'est adapté à son environnement pour survivre, il a utilisé les richesses et la biodiversité du règne végétale élaborées par la nature pour se nourrir, se soigner, dans ses rites religieux et pour ses besoins médicaux. Ainsi donc, la phytothérapie ou l'utilisation des plantes pour le traitement des maladies est très ancienne, elle a évolué avec l'histoire et la civilisation de l'humanité.

La plupart des végétaux renferment des huiles essentielles ; ils sont alors appelés "plantes aromatiques". Ces huiles essentielles se trouvent dans de nombreuses parties de la plante : le bois, les feuilles, les fruits, les écorces, les grains et les racines. Ce sont des mélanges complexes constitués d'une dizaine, voire de plus d'une centaine de composés principalement des terpènes et de composés aromatiques (**Bruneton, 1993**). Dès les premières civilisations et à nos jours, l'évolution de la science prouve les avantages des plantes médicinales et de leurs huiles essentielles dans : la guérison, la relaxation, la beauté et la parfumerie grâce à leur faible toxicité et leur caractère économique. Leur utilisation s'appelle « l'aromathérapie », elle consiste à utiliser les huiles essentielles pour traiter les divers symptômes des maladies (**Yahyaoui, 2005**). Parmi les huiles essentielles les plus demandées sur le marché mondial : citronnelle, menthe des bois, *Eucalyptus* type cinéole, orange, menthe poivrée, citron, *Eucalyptus* (type citronellal), feuilles de clou de girofle, verveine exotique et menthe verte (**Bessah et Benyoussef, 2015**).

Nos grandes mères utilisaient l'huile essentielle d'*Eucalyptus* comme un remède naturel contre la toux, la grippe, et notamment comme anti-inflammatoire. Beaucoup d'études soulignent les propriétés anti-oxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires, anti-infectieuses, antispasmodiques, insecticides et acaricides de l'huile essentielle d'*Eucalyptus* (**Ait M'barek et al., 2007 ; Atmani-Merabet, 2018, Inouye et Abe 2007 ; Steflitsch 2008**).

Notre objectif à travers cette étude bibliographique est de mettre en évidence l'importance et la diversité de la flore algérienne, en étudiant les propriétés physicochimiques et biologiques de l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora*.

Ce mémoire est subdivisé en trois chapitres :

Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les huiles essentielles, le deuxième aux *Eucalyptus* et leurs propriétés, dans le dernier chapitre, on aborde les propriétés physicochimiques et biologiques d'*Eucalyptus citriodora*.

Enfin on termine notre étude par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I

Généralités *Sur les huiles essentielles*

I-1 Historique

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C (**Baser et Buchbauer, 2010**). Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses. Les égyptiens puis les grecs et les romains ont employé diverses matières premières végétales ainsi que les produits qui en découlent, notamment les huiles essentielles.

Après la naissance de Jésus-Christ, à l'époque du Moyen-âge, c'est Paracelse, médecin Suisse jouant un rôle considérable dans l'histoire de la médecine, qui réimplante le pouvoir des huiles essentielles. C'est lors de la renaissance moyen-orientale qu'Avicenne produisit la première huile essentielle (HE) pure de *Rosa centifolia* avec l'invention du serpentín permettant le refroidissement rapide de la vapeur aromatique (**Compagnie des sens, 2016**).

Le nom « aromtérii » donné aux apothicaires vers Le XVème siècle donne une idée de la place occupée par les plantes aromatiques et leurs extraits dans la médecine à cette époque (**Franhomme et al., 2001**).

De la fin de la révolution, jusqu'au XXe siècle, aucune découverte notable n'est faite en aromathérapie. En 1910, René-Maurice Gattefossé, chimiste, parfumeur et père de l'aromathérapie scientifique, se brûle la main lors d'une explosion dans son laboratoire, par réflexe, il plonge sa main dans un récipient rempli d'huile essentielle de lavande vraie. Le soulagement est immédiat, la guérison de la plaie et sa cicatrisation fut très rapide, sans infections ni cicatrices. Ce résultat surprenant l'incite à se consacrer à l'étude des propriétés antibactériennes des huiles essentielles (HEs) (**Fabre, 2017**).

I-2 Définition

Le nom « huile essentielle » a été conçu empiriquement. Le terme « huile » souligne le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances, cependant, le terme « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante (**Bernard et al., 1988 ; Teuscher et al., 2005**).

Selon l'AFNOR (Association Française de Normalisation), l'huile essentielle est un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par un entraînement à la vapeur

d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerpe des citrus, soit par distillation sèche, et qui séparé de la phase aqueuse par des procédés physique, pour les deux premiers modes d'obtention, elle peut subir des traitements physiques n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (Bruneton, 2009).

I-3 Composition chimique

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes pouvant contenir plus de 300 composés différents. Ces composés sont des molécules volatiles appartenant pour la grande majorité à la famille de terpènes (Boutarfaia et Benyahia, 2015).

I-3-1 Composés terpéniques

Les terpènes sont des hydrocarbures formés par assemblage de deux ou plusieurs unités isopréniques. Ce sont des polymères de l'isoprène de formule brute $(C_5H_8)_n$ (Dale Poulter, 1977) (Figure 1).

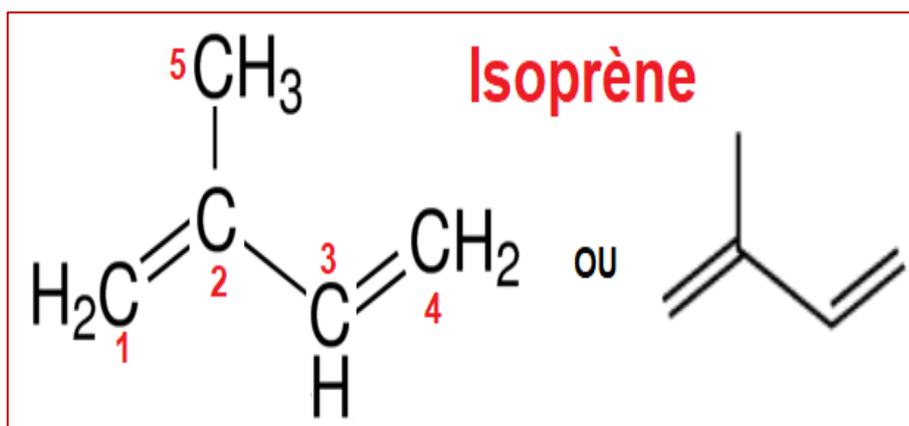


Figure 1 : Structure chimique d'isoprène $(C_5H_8)_n$

Suivant les valeurs de n , on a les Hemiterpènes ($n=1$), les Monoterpènes ($n=2$), les Sesquiterpènes ($n=3$), les Triterpènes ($n=6$), les Tétra terpènes ($n=8$) et les Polyterpènes. Les constituants des huiles essentielles sont très variés, on y trouve en plus des cétones, des phénols, des oxydes et autres (Teisseire, 1991).

a- Monoterpènes

Les monoterpènes sont des carbures constitués de deux unités isoprènes. Ils sont électropositifs et apolaires (**Bruneton,1993**). Stimulants du système immunitaire, leur action est révulsive sur la peau, utile en cas de douleurs localisées : ils sont donc antalgiques à action percutanée. Leur utilisation doit être limitée dans le temps, sinon ils deviennent dermocaustiques et agressifs pour les muqueuses.

On peut distinguer les hydrocarbures mono-terpéniques, ils peuvent être acycliques (myrcène, ocimène ...) monocyclique (α et γ terpinène, p-cymène.) ou bicycliques (pinène, 3-carène, camphène, sabinène ...) (Figure 2) ; ils constituent parfois plus de 90% des huiles essentielles : (citrus, térébenthines.) (**Christopher, 1991**).

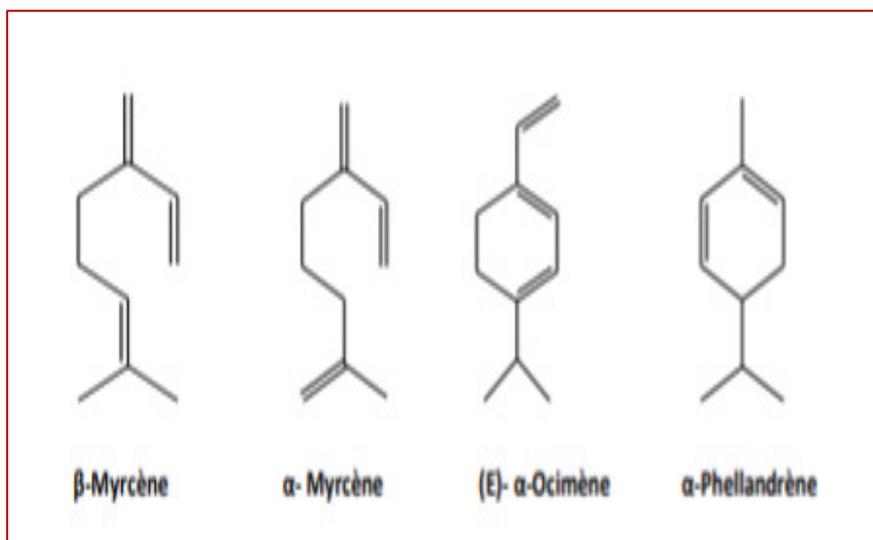


Figure 2 : Structure chimique de quelques monoterpènes

(Atmani-Merabet ,2018)

b- Sesquiterpènes

Bons toniques et stimulants généraux, ils sont peu anti-infectieux mais surtout immunostimulants. Les même familles chimiques rencontrées dans la série des monoterpènes se retrouvent dans cette série ; on trouvera ci-dessous quelques exemples de sesquiterpènes caractéristiques des huiles essentielles : les carbures (β -bisabolène, β -caryophyllène, longifolène), les alcools (farnesol, carotol, β -santalol, patchoulo), les cétones (β -vétivone, nootkatone, cis-longipinane-2,7-dione), les aldéhydes (sinensales), les esters (acétate de cédryle) (**Bruneton, 1993 ; Bruneton,1999 ; Chanchal ,2001**) (Figure 3).

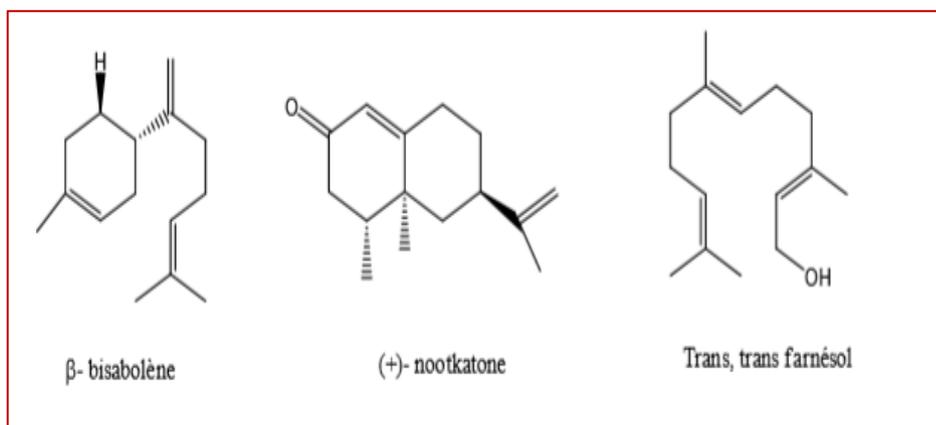


Figure3 : Structure chimique de quelques sesquiterpènes

(Boutarfaia et Benyahia, 2015)

c- Diterpènes

Les diterpènes dérivent bio synthétiquement du Pyrophosphate de géranyl géranyl. Ils peuvent être acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, tétracyclique ou macrocycliques. Beaucoup de diterpènes possèdent un système de cycles supplémentaires dans leur chaîne latérale ou sous forme de substituant d'ester (Marouf et Tremblin,2009).

I-3-2 Composés aromatiques

Les composés aromatiques dérivés du phényle propane sont beaucoup moins fréquents que les précédents ; ce sont très souvent des allyles et propényle phénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles telles que l'anéthol, l'anis aldéhyde, mais aussi de celle du girofle, de la muscade, de l'estragon et de la cannelle (Eugénol, myristicine, asarones, cinnamaldéhyde). Des composés en phényle méthane comme la vanilline ou l'antranilate de méthyle, peuvent être également rencontrés dans les huiles essentielles (Bruneton ,1993 ; Christopher, 1991).

I-3-3 Composés d'origines diverses

Selon le mode de récupération utilisé, les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire entraînable lors de l'hydrodistillation, on peut citer :

- Les carbures linéaires et ramifiés, saturés ou non,
- Les acides de C₃ à C₁₀ : ce sont les composés les plus anti-inflammatoires du règne végétal ; ils sont hypothermiques, hypotenseurs.
- Les alcools,
- Les aldéhydes,
- Les esters acycliques
- Les lactones : elles agissent avec effet hypothermiques, et ont une action fongicide plus puissante que celle des cétones,

Dans les concrètes, il n'est pas rare de trouver des produits de masse moléculaire plus importante, non entraînés à la vapeur d'eau, tels que :

- Les homologues des phényles propanes
- Les diterpènes
- Les coumarines : neuro-sédatives, anticoagulante

(Chanchal, 2001 ; Christopher, 1991).

I-4 Propriétés physicochimiques des huiles essentielles

Selon (Bardeau, 1976 ; Bruneton, 1999; Lemberg, 1982), les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physicochimiques :

- Elles sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, et peu solubles dans l'eau à laquelle, toutefois, elles communiquent leur odeur.
- Leur point de d'ébullition varie de 160° à 240° C.
- Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau, elle varie de 0.75 à 0.99 (les huiles essentielles de sassafras de girofle ou de cannelle constituent des exceptions).
- Elles ont un indice de réfraction élevée.
- Elles sont dextrogyres ou lévogyres, rarement inactive sur la lumière polarisée.
- Elles dissolvent les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et réduisent certains sels.
- Ce sont des parfums et sont de conservation limitée.
- Sont très altérables et sensibles à l'oxydation (mais ne rancissent pas).

I-5 Contrôle de qualité des huiles essentielles

Nombreux sont les facteurs susceptibles de modifier les essences natives de la plante qui sont des substances très altérables, elles renferment en effet presque toutes des terpènes et des aldéhydes, corps souvent oxydables sous l'action de l'air et de la lumière. Ils se résinifient et modifient alors profondément le parfum des essences, leur saveur ainsi que leurs constantes physiques et chimiques, en les rendant parfois inutilisables (**Mehani, 2015**). Ceux-ci ont induit un besoin de normalisation. Les normes AFNOR (2000) (Association Française de Normalisation) sont identiques aux normes internationales de l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO, 1977), elles servent de critère de qualité d'une huile essentielle. D'une manière générale, les propriétés et caractéristiques d'une huile essentielle sont :

I-5-1 Rendement

Le rendement est la quantité maximale d'huile essentielle que donne une masse donnée de végétal pendant une période donnée. C'est le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue sur la masse du matériel végétal utilisé. Le rendement est calculé selon la relation suivante :

$$R(\%) = \text{Masse(HE)} / \text{Masse (M V)} \times 100$$

R (%) : Rendement en huile essentielle.

Masse (HE) : masse de l'huile essentielle.

Masse (MV) : masse du matériel végétal sec ou frais.

I-5-2 Propriétés organoleptiques

Trois aspects peuvent être contrôlés :

- ✓ **La couleur** : C'est un paramètre très important. Elle est déterminée à l'œil nu.
- ✓ **L'odeur** : Elle est caractéristique à chaque HE mais nécessite une bonne habitude olfactive.
- ✓ **La saveur** : Généralement les HEs de mauvaises qualités ou falsifiées ont un goût désagréable qui s'amplifie avec le vieillissement (**AFNOR NF ISO 280 : 1999**).

I-5-3 Caractéristiques physico-chimiques

Chaque huile essentielle est caractérisée par différentes constantes physiques permettant de l'identifier et de contrôler son origine géographique ainsi que son absence de falsification ou sa pureté. Les critères à déterminer selon la pharmacopée Européenne, les

normes ISO et AFNOR sont : densité, solubilité dans l'alcool, points de fusion et d'ébullition, point de congélation, pouvoir rotatoire, indice de réfraction, résidu d'évaporation, indice d'acide, indice d'ester (Faucon, 2012).

a- Mesure de la densité relative (Norme NF T 75 -111. 2000)

La densité relative d'une HE est définie comme étant le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C et la masse de volume d'eau distillée à 20°C. Cette grandeur est sans dimension et son symbole est d_{20} . On effectue la correction à 20°C par la formule :

$$d_{20} = d_{\text{exp}} + 0,00073 (T_{\text{exp}} - 20)$$

d_{20} : Densité à 20°C.

d_{exp} : Densité mesurée

T_{exp} : Température ambiante.

b- Mesure de l'indice de réfraction (Norme NF T 75 – 112. 2000)

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 rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une température constante où la longueur d'onde de la raie D de sodium est 589,3nm. Ensuite on effectue la correction à 20°C par la formule suivante :

$$\eta_D^{20} = \eta_D^T + 0,00045 (T - 20)$$

η_D^{20} : Indice de réfraction à 20°C.

η_D^T : Indice de réfraction à la température ambiante ou de mesure.

T : Température ambiante.

c- Mesure de l'indice d'acide : (AFNOR NFT 75 – 103. 2000)

Il représente le nombre en milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1 g d'huile essentielle. A 1 g d'huile dissoute dans 10 ml d'hexane, on ajoute 2 à 3 gouttes de phénophtaléine. La solution ainsi obtenue est tirée par une solution de KOH (0,01N) dans l'éthanol jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle. Le titrage est terminé lorsque la couleur rose pâle persiste pendant au moins 15 s.

On note alors le volume de KOH, et l'indice d'acide est calculé selon la formule suivante (Chaabane et al, 2001) :

$$IA = N \cdot V \cdot 56,1 / PE$$

IA : indice d'acide

N : normalité de KOH

V : volume de la solution de KOH (ml)

PE : prise d'essai de l'huile essentielle (g)

56,1 : masse molaire de KOH

d- Mesure du pH

pH est l'abréviation de potentiel d'Hydrogène, il mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) (Appelés aussi couramment protons) en solution. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Il s'agit d'un coefficient permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre : elle est acide si son pH est inférieur à 7, neutre s'il est égal à 7, basique s'il est supérieur à 7 (Mohammedi, 2006).

I-6 Propriétés et utilisation des huiles essentielles

L'intérêt des HEs ou essences est reconnu depuis l'antiquité de nos jours, ces produits naturels sont considérés comme des produits à très haute valeur ajoutée destinés à différents secteurs industriels :

- L'industrie agro-alimentaire : elles donnent leur saveur aux condiments, aux aromatisants.
- L'industrie de parfums et des produits cosmétiques est le principal consommateur des plantes à huiles essentielles. Près de 300 huiles essentielles ont une importance commerciale et sont utilisées en parfumerie, les produits cosmétiques ou hygiéniques.
- En pharmacie, l'utilisation des HEs en tant que telles, reste limitée à quelques applications comme des antiseptiques externes ou aromatisants pour certaines formes médicamenteuses destinées à la voie orale.

- L'industrie chimique : certains constituants des HEs sont utilisés comme matières premières pour la biotransformation ou l'hémi synthèse de divers principes actifs médicamenteux, odorants, etc.
- Certains HEs et/ou leurs composants présentent un large spectre d'activité contre les insectes nuisibles, les champignons pathogènes et les nématodes et des pesticides synthétiques (Marouf et Tremblin, 2009).

I-7 Activités biologiques des huiles essentielles

Les plantes aromatiques possèdent plusieurs activités biologiques, parmi lesquelles on peut citer les activités fongicides, insecticides, herbicides, bactéricides et antioxydant.

Les HEs sont connus pour être douées de propriétés antiseptiques et antimicrobiennes. Beaucoup d'entre elles, ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales, antioxydantes, et antiparasitaires. Plus récemment, on leur reconnaît également des propriétés anticancéreuses (Baser et Buchbauer, 2015 ; Lahlou, 2004).

L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants. Sa valeur tient à l'intégralité de ses constituants et non seulement aux composés majoritaires (Lahlou, 2004).

a- Activité antibactérienne

Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols. Les terpènes ou terpénoides ont aussi des effets contre les bactéries et différents autres germes causant des problèmes dans le domaine médicale et agroalimentaire. Cependant le mécanisme de l'action de ces terpènes n'est pas entièrement compris et qu'il s'agit peut-être de la rupture de la membrane par les composés lipophiles (Cowan, 1999).

D'une manière générale, l'action des huiles essentielles se déroule en trois phases :

- Attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

b- Activité anti-inflammatoire

Les constituants des huiles essentielles tels que les monoterpènes hydrocarbonés, les sesquiterpènes hydrocarbonés et les alcools sesquiterpéniques ont montré une activité inhibitrice de la 5-lipoxygénase qui est une enzyme responsable de la production de leucotriènes suspectés de jouer un rôle important dans la maladie d'Alzheimer (**Chao et al.,2005**).

c- Activité insecticide

L'effet insecticide des HEs par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (**Iman, 2000**). Ces huiles essentielles agissent par diffusion, c'est ce qui leur permet d'atteindre tous les interstices dans la masse de graines stockées. Elles peuvent donc être utilisées en fumigation et leur emploi est facile. Selon (**Koumaglou, 1992**) la technologie de leur extraction est simple et accessible à tous les niveaux.

d- Activité antifongique

Les infections fongiques sont très fréquentes dans notre société. Cette extension est largement favorisée par la prescription de manière abusive des antibiotiques, issus en premier lieu de champignons microscopiques. Les groupes de molécules aromatiques citées comme antibactériens sont également actifs sur les champignons.

Les constituants actifs sont : les phénols monoterpéniques et aromatiques, les alcools monoterpéniques, les aldéhydes aromatiques et monoterpéniques et les lactones. On citera comme exemples :

- *Candida albicans* est sensible aux HEs d'Origan, de Cannelle de Ceylan, de Thym vulgaire à thymol.
- *Trichophyton mentagrophytes* Var. interdigitale (onychomycoses « pied d'athlète ») est sensible aux HEs de sarriette et d'arbre à thé.
- *Pityriasis versicolor* est sensible aux HEs de Lemon grass (le plus actif) et de l'arbre à thé (**Fabre, 2017**).

e- Activité Antivirale

La plupart des virus sont sensibles aux HEs à phénol. Ces derniers sont très puissants mais également dermocaustiques, les HEs les contenant devront donc être utilisées avec précaution. Etant lipophiles, les HEs peuvent pénétrer dans l'enveloppe des virus et sont donc plus actives sur les virus enveloppés comme le HSV 1 et 2 (herpès).

Plusieurs HEs possèdent des propriétés antivirales in vitro. On peut citer par exemple, l'HE de ravintsara, l'HE de cannelle de Ceylan ou encore l'HE de bois de Hô riches en aldéhyde cinnamique et linalool respectivement (Bruneton, 2009 ; Faure, 2013).

(Sydney et al., 2014) ont également suggéré que l'HE d'*Ocinumbasilicum* (basilic) ainsi que différentes molécules retrouvées dans les HEs (camphre, thymol et 1,8-cinéole) pouvaient avoir une activité antivirale à l'encontre du virus de la diarrhée bovine (Kubica et al., 2014).

I-8 Origine et localisation des huiles essentielles

Les huiles volatiles peuvent être considérées comme des résidus du métabolisme végétal. Suite à la photosynthèse au niveau des chloroplastes, l'énergie produite (sous forme de glucides, NADPH et d'ATP) contribue au développement de la plante et indirectement à la biosynthèse de multiples composés secondaires parmi elles les huiles essentielles (Hamadou et Touki, 2017). Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer l'origine des huiles essentielles dans la plante. Actuellement, il est admis que deux voies métaboliques secondaires conduisent à la formation des principaux constituants des huiles essentielles :

- La voie de l'acide mévalonique qui conduit aux terpènes ;
- La voie de l'acide shikimique, précurseurs des composés aromatiques (Abdoul Dorosso, 2002).

I-9 Notion de chémotype

La composition chimique de l'huile essentielle de certaines plantes peut varier à l'intérieur d'une même espèce, ces variétés chimiques sont communément appelées : **Chémotype**. Le mot chémotype est dérivé de chimiotype ou chimiovariété. Cette variation peut se présenter d'un peuplement à l'autre ou d'un individu à l'autre ; elle peut être due à des facteurs exogènes comme : l'ensoleillement, la nature les composants du sol, la température et

l'altitude, et aux facteurs endogènes : la composition génétique des individus. Par exemple le basilic cultivé en pleine lumière à Madagascar a un taux de chavicol de 57%, alors que la même plante cultivée à l'abri de lumière en contient 75% (Franchomme et Penoel, 1990).

Cette variabilité peut être influencée également par la situation géographique, l'*Eucalyptus globulus* récolté au Brésil possède un taux de cinéole de 83,9% (Maciel et al., 2010), alors que la même plante récoltée en Algérie a un taux de 48.6% (Daroui, 2012).

I-10 Méthodes d'extraction

I-10-1 Hydrodistillation

Cette méthode consiste à immerger la matière végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est porté à ébullition, elle est généralement conduite à pression atmosphérique, la chaleur permet l'éclatement et libération des molécules volatiles contenues dans les cellules végétales. Le mélange volatil est ensuite refroidi, condensé puis séparé en une phase aqueuse et une phase organique qui constitue l'huile essentielle (Bruneton, 1999) (Figure 4).

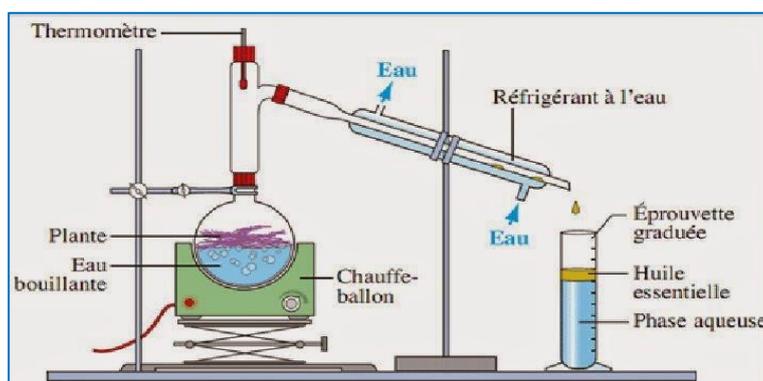


Figure 4 :Montage d'hydrodistillation

(Huile-essentielle-de-lavande69.e-monsite.com)

I-10-2 Entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Le mélange

est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique. L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur. (Benouali, 2016) (Figure 5).

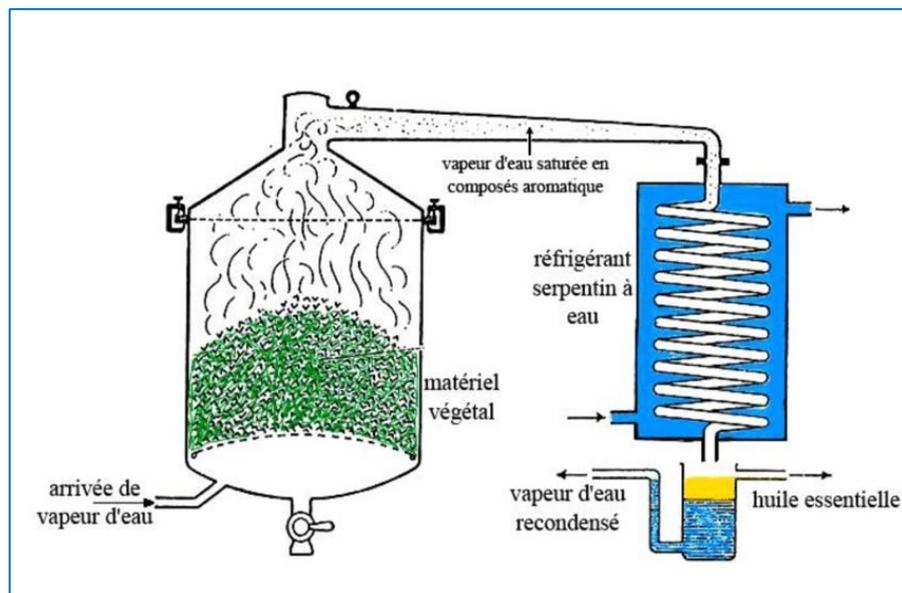


Figure 5:Entrainement à la vapeur d'eau
(www.inconscients.com)

I-10-3 Expression à froid

C'est le procédé le plus ancien et le plus simple pour obtenir une HE, cependant il reste limité car il ne s'applique qu'aux agrumes dont le péricarpe des fruits possède des poches sécrétrices d'essences. Cette technique, née en Sicile et en Calabre, est uniquement mécanique et consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais afin de détruire les poches sécrétrices d'essences et donc de libérer l'essence qu'elles contiennent. L'expression à froid permet de limiter l'oxydation en conservant les antioxydants naturels présents dans la fraction non volatile de l'essence. Le produit final obtenu est appelé essence car il n'a subi aucune modification chimique lors de son procédé d'extraction (Baudoux et al., 2012 ; Roux, 2011).

I-10-4 Extraction par les fluides supercritiques (CO₂)

L'extraction par le dioxyde de carbone (CO₂) supercritique méthode innovante utilisant du CO₂ « fluidisé », est disponible depuis les années 1980 et elle a fait des percées importantes dans les mondes des saveurs, parfums et aromathérapie. C'est une méthode qui ne nécessite pas de chaleur ou des solvants chimiques. Lorsque la température du CO₂ est

maintenue à environ 31°C, sous pression, il agit comme un fluide et dissout la partie soluble de la plante dans le CO₂. Par conséquent, le rendement de cette extraction est beaucoup supérieur par rapport aux autres techniques d'extraction, mais l'inconvénient réside dans le fait que cette méthode est plus couteuse (Buckel, 1997) (Figure 6).

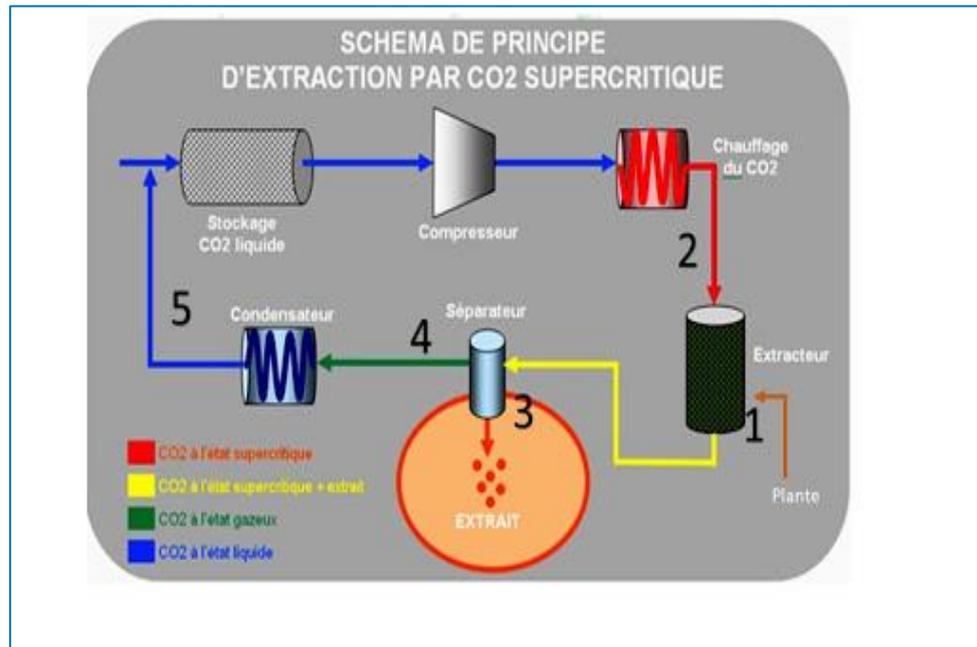


Figure 6: Technique d'extraction par CO₂ supercritique
(<http://tpe-huile-essentielle.e-monsite.com>)

I-10-5 Extraction assistée par micro-onde

L'extraction assistée par micro-ondes est une nouvelle technique qui combine l'utilisation des micro-ondes et d'autres méthodes traditionnelles. Dans ce procédé, la matière végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques condensation, refroidissement, et décantation (Hemwimon et al., 2007) (Figure 7).

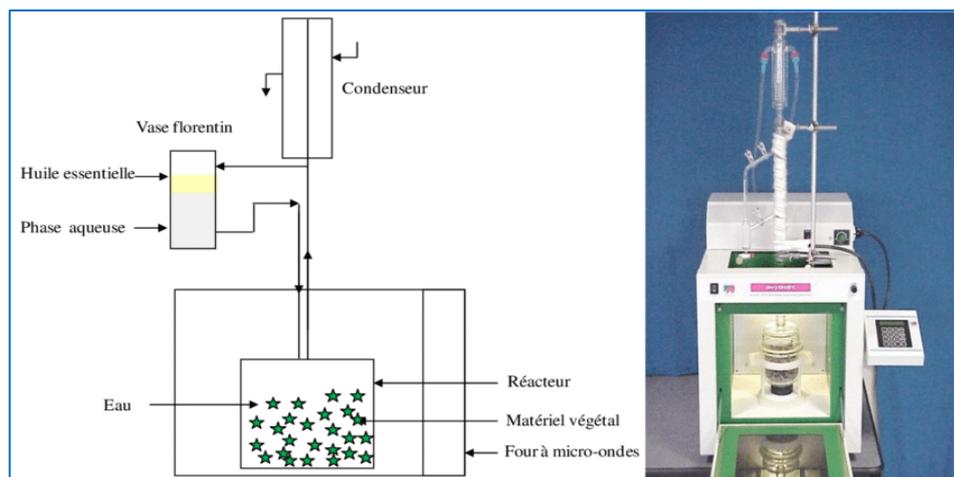


Figure 7: Montage d'extraction assistée par micro-onde
(Source : Boutayeb, 2013)

I-11 Techniques d'analyse des huiles essentielles

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles, en vue de leur commercialisation, leur contrôle ou de leur valorisation, nécessite des analyses par des techniques de pointe telle que la chromatographie, la spectrométrie et la résonance magnétique nucléaire. Cependant, l'analyse peut s'effectuer avec une seule technique, mais quand il s'agit de mélanges complexes ou de constituants très proches, dont la séparation et l'identification sont difficiles, on procède au couplage de deux techniques ou plus. (Bouyahaoui, 2017).

I-11-1 Couplage CPG/SM

Les nombreuses difficultés rencontrées lors de l'analyse de mélanges complexes selon les différentes techniques et méthodes connues ont conduit, récemment, à la mise au point de la spectrométrie de masse multidimensionnelles à double analyseur (SM/SM) ou à triple analyseur. Cette technique, souvent couplée à la chromatographie en phase gazeuse CPG, a connu un développement rapide ces dernières années. Le principe consiste à sélectionner un ion issu de la première fragmentation afin de le fragmenter de nouveau. Les fragments de l'ion secondaire constituent, alors le deuxième spectre de masse qui diffère selon l'origine de l'ion primaire. Souvent, le premier spectromètre de masse du couplage fonctionne en mode ionisation chimique et les suivants en mode impact électronique. Cette technique de couplage permettait de différencier les différents isomères d'un composé organique (Bouyahaoui, 2017 ; Duval, 2012).

a- Spectrométrie de masse (SM)

La spectrométrie de masse permet l'identification et la quantification des composés. Il existe de nombreux type de spectromètre de masse ; tous ont en communs trois éléments : une source, un analyseur et un détecteur. La source est la partie du spectromètre de masse où sont produits des ions gazeux à partir des molécules introduites. En couplage avec la CPG, où les composés sont élués arrivent au spectromètre à l'état gazeux, les sources utilisées sont dites à « Ionisation chimique (IC) » ou à « Ionisation électronique (IE) ».

La source est maintenue à une température élevée pour éviter la condensation des substances (**Bouchonnet et Libong, 2004**). Les ions sont ensuite dirigés vers la partie analytique de l'appareil. Dans le spectromètre, les ions sont séparés selon leur ratio « masse/charge », à l'aide d'un champ magnétique ou électrique (**Besombes, 2008**).

b- Chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La Chromatographie en phase gazeuse ou CPG (GC en Anglais) est une méthode développée pour l'analyse des mélanges très complexes dont les conditions sont différentes par leurs natures et leurs propriétés physiques.

Un appareil de chromatographie en phase gazeuse comporte trois parties : injecteur, colonne, et détecteur à travers lesquelles un gaz vecteur entraîne les substances d'un mélange à séparer. Le gaz vecteur le plus utilisé est l'hélium, les autres sont l'hydrogène, l'azote ou l'argon. Il doit être très pur et surtout ne contenir ni oxygène, ni eau. Le débit du gaz est ajusté par un régulateur.

Le mélange à analyser est vaporisé à l'entrée d'une colonne, qui renferme une substance active solide ou liquide appelée phase stationnaire, puis il est transporté à travers celle-ci à l'aide de gaz porteur (ou gaz vecteur). Les différentes molécules du mélange vont se séparer et sortir de la colonne les unes après les autres après un certain laps de temps qui est fonction de l'affinité de la phase stationnaire avec ces molécules (**Boukabache et Boudjefdjouf, 2016**).

I-12 Toxicité des huiles essentielles

De par leur composition chimique diversifier, les huiles essentielles doivent être utilisées avec une extrême prudence, du fait qu'elles peuvent présenter de très graves dangers lors d'une utilisation aléatoire autonome, surtout que le consommateur est attiré par la facilité d'emploi de ces essences en absorption interne ou en application externe, en ignorant que certaines sont plus rapidement dangereuse que les autres. On citera comme exemple : l'absinthe, l'armoise, la sauge officinale, l'hysope, le thuya, l'aneth, l'anis, le carvi et le romarin, d'autre sont à éviter durant la grossesse, ou interdites aux personnes souffrant d'hypertension ou d'affections dermatologiques (**Benzeggouta, 2005**).

I-12-1 Neurotoxicité

Les molécules qui présentent une toxicité pour le système nerveux, sont les cétones et les lactones. Ces molécules peuvent franchir les enveloppes de protection autour du cerveau, surtout si elles sont appliquées autour de la tête, elles peuvent déstructurer la gaine de myéline si elles sont appliquées sur des zones à risques, telles que les tempes. De plus toutes les molécules neurotoxiques peuvent provoquer une fausse couche chez la femme enceinte ou perturber le développement neuronal du fœtus. Dans ces familles biochimiques, on peut donc retrouver : l'huile essentielle d'Aneth, Carvi, Cèdre de l'atlas, Coriandre, Curcuma, *d'Eucalyptus globulus*, fenouil doux, *Lavande Aspic*, *Lavandula Stoechas*, Menthe des champs, Menthe Poivrée, Menthe verte, Muscade, Myrte citronné, Romarin à Camphre, Romarin à Cinéole, Romarin à Verbénone, Sauge à Feuille de lavande, Tanaisie annuelle, Thym à Thymol.

Ces huiles essentielles sont à contre indiquer chez la femme enceinte, les enfants ainsi que chez les patients ayant des antécédents épileptiques (**Lancelot, 2018**).

I-12-2 Néphrotoxicité

Les HEs riches en monoterpènes (surtout pinène et camphène), lorsqu'elles sont utilisées sur le long terme, sont susceptibles d'enflammer et d'abimer les néphrons, on citera comme exemple : l'HE de cyprès ou de genévrier. Ces huiles seront donc contre-indiquées chez l'insuffisant rénal et de façon plus générale, chez la personne âgée (**Barlier, 2014**).

I-12-3 Hépatotoxicité

Les HEs à phénols (Thymus à thymol ou à carvacrol, *Cinnamomum zeylanicum*, *Origanum compactum* ou vulgare) présentent une Hépatotoxicité lorsqu'elles sont administrées sur de longues périodes et à doses élevées (**Baudoux et al., 2006**).

Chapitre II

Le genre Eucalyptus

I- Les *Eucalyptus*

I-1 Généralités

La famille des Myrtacées regroupe des plantes dicotylédones. Ce sont des arbres et des arbustes producteurs d'huile aromatiques poussant principalement en Australie. Le genre *Eucalyptus* appartient à cette famille (**Bruneton, 1999**).

Originaire d'Australie, *L'Eucalyptus* est l'un des principaux genres forestiers plantés dans le monde, il compte environ 600 à 700 espèces et variétés (**Warot, 2006**). Possédant une exceptionnelle capacité d'absorber l'eau du sol sur lequel il croît, *L'Eucalyptus* assèche rapidement les marais qu'il colonise. Il élimine ainsi les milieux de reproduction des insectes qui transmettent la malaria, d'où le nom « d'arbre à la fièvre » ou « Australian fever tree ». Il est également connu sous le nom de : gommier bleu ; arbre au Koala et huile de respiration.

Le nombre d'espèces d'*Eucalyptus* introduites dans différents pays est supérieur à 150, moins d'une trentaine sont exploitées de façon significative en plantation et quatre espèces (*E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. tereticornis* et *E. grandis*) occupaient, à la fin des années quatre-vingt, plus de la moitié des surfaces plantées (**Eldridge et al., 1993**).

La répartition de la plante compose plus de 90% de forêts naturelles. On trouve ce genre également en Tasmanie (île d'Océanie au sud-est du continent australien) et dans les îles indonésiennes. Le genre est très vaste puisqu'on en dénombre plus de 600 espèces (**Melun, et al., 2011**).

Son introduction en Algérie fut par les français en 1860. L'espèce pionnière semble être *L'E. camaldulensis*, mais d'autres espèces furent introduites dans des placettes d'essais notamment dans la région d'Alger. Cette zone d'introduction a été tellement favorable qu'on a assisté à des croisements naturels qui ont donné des hybrides dont *L'Eucalyptus algériensis* (**Nait Achour, 2012**).

Dans les années 40 et 50 les *Eucalyptus* furent introduits dans 18 arboretums couvrant les étapes bioclimatiques humides et semi-arides. Pendant les années 60 à 70, les reboisements à base d'*Eucalyptus* ont concerné notamment l'Est (El-Kala, Annaba, Skikda), le centre (Tizi-Ouzou, Baïnem) et l'Ouest (Mostaganem) et ceci afin de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux et papetiers (**Nait Achour, 2012**).

Etymologie « Eu » est un préfixe d'origine grecque et signifiant «bien» et «Kalyptos» veut dire «couverture». Le nom générique signifie donc : «bien couvert», car les pétales et sépales sont soudés.

Noms vernaculaires

- Calitouss« le nom le plus connue en Algérie », on a aussi : Calibtus et Kafor, ces noms sont utilisés dans différentes régions d'Algérie.

Nom commun

- Gommier bleu fait allusion à la gomme résineuse qu'ils exsudent quand ils sont blessés.
- Arbre à fièvre dans les régions où ils sont plantés en prévention du paludisme (Mekelleche, 2015).

I-2 Présentation botanique et géographique du genre *Eucalyptus*

Les *Eucalyptus* sont de grands arbres dont certaines espèces peuvent atteindre 100 mètres de hauteur, originaire d'Australie, notamment de la province de Tasmanie ; l'*Eucalyptus* fut rapidement planté dans les régions subtropicales de l'Asie et du bassin méditerranéen. Possédant une exceptionnelle capacité d'absorber l'eau du sol sur lequel il croît, l'*Eucalyptus* assèche rapidement les marais qu'il colonise. Il élimine ainsi les milieux de reproduction des insectes qui transmettent la malaria, d'où le nom « d'arbre à la fièvre » ou Australien « fever tree ».

La plupart des *Eucalyptus* ont des feuilles persistantes. Comme les autres membres de la famille des Myrtaceae, les feuilles d'*Eucalyptus* sont couvertes de glandes à huile. L'abondante production d'huile est une caractéristique importante de ce genre.

Les feuilles, bleutées, ont une curieuse caractéristique : sur les jeunes arbres, elles sont opposées, sessiles, ovales et glauque, et quand l'arbre grandit, elles deviennent alternes, pétiolées, très allongées, parfois un peu courbées comme des lames de faux, et d'un vert luisant.

Les fleurs sont très variées. Elles ont de très nombreuses étamines qui peuvent être de couleur blanche, crème, jaune, rose ou rouge (Figure 8).

Les fruits à maturité ont la forme d'un cône, ils sont secs, et de couleur brune. Ils ont également des valves qui se soulèvent pour laisser échapper les graines lors de leur chute sur le sol (**Bruneton, 1999**).

De nombreux *Eucalyptus* sont utilisés dans le monde pour produire du bois de service : poteaux, bois de mine, bois de feu, perches, bois de construction (**Rabiai, 2014**).



Figure 8 : Feuilles adultes fruits (capsules, boutons floraux (Plante-essentielle.com)

Les *Eucalyptus* sont connus pour leur capacité à coloniser des terrains nus ou dévastés à cause de leurs graines très nombreuses (et à faibles réserves) ; grâce à un organe souterrain, le lignotuber, même après une coupe ou un incendie ; ils poussent sans marquer de dormance, tant que les conditions météorologiques ne sont pas défavorables. Ces dernières propriétés ajoutées à sa grande valeur papetière, ont assuré à l'*Eucalyptus* une dispersion et un succès mondiaux (**Fraval, 2005**).

Un **lignotuber** est un renflement riche en amidon qui se forme sur les racines ou les tiges souterraines de certaines plantes telles que les *Eucalyptus*. C'est une assurance de survie pour les plantes en cas d'incendie ou de prédation par les animaux. Les lignotubers font partie des systèmes de défense active des plantes contre les attaques (Figure 9).



Figure 9 : Lignotuber d'*Eucalyptus caesia*
(Www2.palomar.edu)

La classification scientifique réalisée par l'AGP (Angiosperms Phylogeny Group) sur le genre *Eucalyptus* a permis de déterminer la systématique suivante (**Guignard, 1985**).

Règne :Plantae

Sous règne :Angiosperms

Classe :Eudicots

Ordre :Myrtales

Famille :Myrtaceae

Genre :*Eucalyptus*

I-3 Principales espèces d'*Eucalyptus*

Les principales espèces d'*Eucalyptus* sont :

- *Eucalyptus globulus* : très en faveur autrefois en Afrique du nord.
- *Eucalyptus rostrata* : il couvre des surfaces très importantes en Afrique du nord, espèce rustique et plus tolérante vis-à-vis des sols carbonatés et de la sécheresse.
- *Eucalyptus gomphocephala* : très intéressant car il pousse très bien sur le calcaire, il a été introduit en Californie, Afrique du sud, Espagne et Afrique du nord.
- *Eucalyptus citriodora* :son huile essentielle lui procure une odeur de citronnelle et de verveine.

- *Eucalyptus cladocalyx* : Il a été introduit sur toutes sortes de sols et de climats, cet *Eucalyptus* est très répandu en Australie.
- *Eucalyptus astringens* : Il se contente de terrains pauvres, il est exploité d'une façon excessive pour son tanin. (Boudy, 1970)

I-4 Principaux composants du genre *Eucalyptus*

- Huile essentielle (Oxydes terpéniques : 1,8-cinéole ; Monoterpènes : alpha-pinène, limonène, gamma-terpinène, para-cymène ; Sesquiterpènes : Aromadendrene ; Sesquiterpénols : globulol, lédol) (Figure 10).
- Flavonoïdes (des hétérosides de flavones avec les aglycones suivants : quercétine, myricétine, kaempférol et rutine).
- Tanins (Carnesecchi et al, 2001).

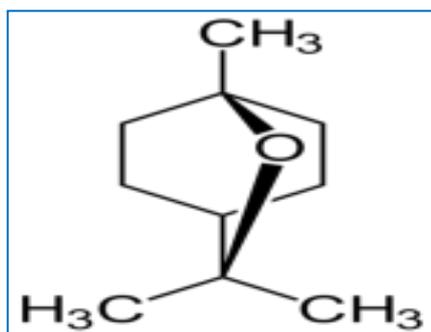


Figure 10 : Structure chimique de l'eucalyptol
(Atmani-Merabet, 2018)

I-5 Propriétés thérapeutiques

L'*Eucalyptus* est utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise pour une variété de maladies, ses principales utilisations sont la production d'huiles essentielles utilisées à des fins médicinales et pharmaceutiques (Belyagoubi, 2012). On l'utilise aussi pour soulager les symptômes de l'asthme, pour traiter l'inflammation des voies respiratoires, de la gorge ou des muqueuses de la bouche (voie interne) ainsi que pour soulager les douleurs rhumatismales (Atta, 1998).

Les Aborigènes (Australiens autochtones) utilisent traditionnellement les feuilles d'*Eucalyptus* pour guérir les plaies et les infections fongiques. Les extraits de feuilles d'*Eucalyptus* ont été approuvés en tant qu'additifs alimentaires et sont également utilisés dans les formulations cosmétiques (**Takahashi et al., 2004**).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) reconnaît l'usage traditionnel des feuilles d'*Eucalyptus*, de l'HE (*E. globulus*) pour soulager la fièvre et les symptômes de l'asthme, pour traiter l'inflammation des voies respiratoires, de la gorge ou des muqueuses de la bouche (voie interne) ainsi que pour soulager les douleurs rhumatismales (voie externe) (**Rabiai, 2014**).

I-6 Fabrication de la pâte de papier

La pâte à papier est fabriquée à partir des fibres cellulosiques contenues dans le bois. Pendant des années, on utilisait du chêne, du châtaignier, du hêtre ou du peuplier pour fabriquer le papier mais les ressources n'étaient pas suffisantes par rapport à la demande croissante. L'industrie a donc eu l'idée de planter des forêts d'*Eucalyptus*, à croissance très rapide, afin d'avoir une quantité suffisante de bois pour répondre à la demande. C'est ainsi que sont nées des forêts spécifiques à la fabrication de pâte à papier au Brésil, au Portugal, en Chine,...de plus, les *Eucalyptus* fournissent un papier de qualité pour l'édition (**Koziol, 2015**).

I-7 Activités biologiques des *Eucalyptus*

L'effet insecticide des huiles essentielles d'*Eucalyptus* par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, des nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer leur activité insecticide (**Ismane, 1995**). En effet l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* possède un effet bio insecticide contre le bruche du haricot (**Goucem – Khelfane, 2014**), sur les larves L4 *Culex pipiens* (**Aouati, 2015**), et sur le bruche niébé (**Taleb-Toudert, 2015**). On a enregistré l'efficacité de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* pour protéger le riz stocké contre *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Gelechiidae) (**Togola et al, 2014**). Les huiles d'*Eucalyptus citriodora*, *globulus* et *staigriana* présentent une activité insecticide assez important (**Aouati, 2015 ; Benazzeddine, 2010 ; Benslimane et al., 2014 ; Ribeiro et al., 2014**).

Contre *Varroa destructor* parasite des colonies d'abeilles, plusieurs travaux ont été menés sur l'effet toxique de certaines essences d'*Eucalyptus*, en effet, les huiles essentielles d'*E. globulus*, d'*E. robusta* et d'*E. sideroxylon* montrent une bonne efficacité contre ce parasite (Atmani-Merabet, 2018 ; Gendé et al, 2010 ; Shengping et Lihua, 2011).

Contre les champignons, les huiles des *Eucalyptus* : *globulus*, *citriodora*, *robusta* et *saligna* indiquent une activité antifongique contre différents champignons (Benseddik et Khenfer, 2015 ; Ramzani et al, 2002 ; Sartorelli et al, 2007).

Contre les bactéries, des tests biologiques sur l'activité antibactérienne des huiles essentielles de différentes espèces d'*Eucalyptus* sur diverses souches de bactéries se sont révélées positives (Kebisi, 2011 ; Mehani et Segni 2014).

I-8 Toxicité des *Eucalyptus*

Les *Eucalyptus* en général ont une toxicité aigüe par voie orale, la majorité et qui sont couramment utilisés possède une dose létale DL_{50} comprise entre 2 et 5 g/Kg, les mêmes observations peuvent être faites pour les constituants de l'huile essentielle d'*Eucalyptus*, en effet rares sont ceux qui ont une $DL_{50} < 2\text{g/Kg}$, le thujone, pulégone et carvone possèdent les DL_{50} respectives suivantes : 0,2 g/Kg, 0,47 g/ Kg et 1,64 g/Kg (Benazzeddine, 2010).

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est interdite chez les enfants et les femmes enceintes, le pouvoir expectorant très asséchant des eucalyptus est à prendre avec précaution chez les asthmatiques. Les huiles riches en eucalyptol (1,8-cinéole) vont stimuler les glandes digestives et vont augmenter les sécrétions gastriques d'où l'apparition d'ulcère gastrique lors d'intoxication au huiles essentielles (Koziol, 2015).

II- *Eucalyptus citriodora* Hook.

II- 1 Répartition et description

II-1-1 Répartition et dénomination

L'*Eucalyptus* citronné « *Eucalyptus citriodora* » fait partie de la grande famille des Myrtaceae. Il doit son nom à la forte odeur de citron que dégage son feuillage. Originaire d'Australie et de Madagascar il est présent dans différentes régions du monde. Le froid est un facteur limitant à son implantation. On le trouve aujourd'hui d'avantage dans des zones chaudes, tropicales ou semi tropicales, voir semi arides, telles que l'Amérique du Sud, Chine, régions tropicales et tempérées de l'est de l'Australie, l'Afrique, le Brésil, l'Inde, Madagascar, et même le Portugal (Koziol, 2015 ; Tolba, 2017) (Figure11).



Figure 11 :Aire de répartition d'*Eucalyptus citriodora* dans le monde

(GBIF, 2020)

L'*Eucalyptus citriodora* ou *Corymbia citriodora* a d'abord été classé dans les *Eucalyptus* pendant des années. C'est en 1995 qu'un nouveau genre a été créé : le genre *Corymbia*. L'*Eucalyptus* citronné est donc devenu *Corymbia citriodora* mais son nom vernaculaire est resté *Eucalyptus citriodora*(Koziol, 2015).

On différencie essentiellement les *Corymbia* des *Eucalyptus* par leur inflorescence qui comme leur nom l'indique, est sous forme de corymbe. *Eucalyptus radiata* et *Eucalyptus*

globulus ont quant à eux une inflorescence simple, en épi, les fleurs poussent à l'aisselle des feuilles (Koziol, 2015) (Figure 12).

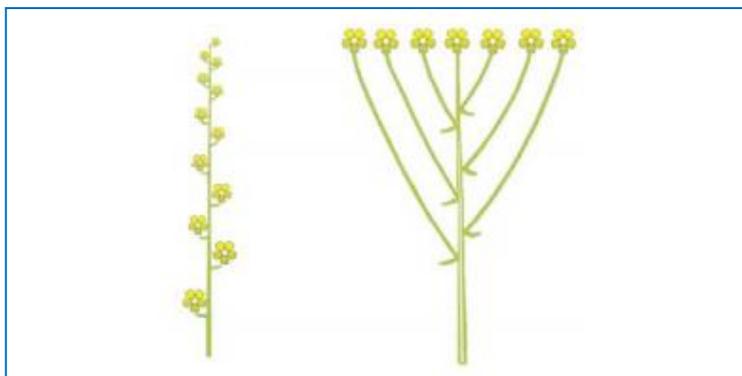


Figure 12 : Inflorescences (à gauche : épi, à droite : corymbe)
(Koziol, 2015)

Nom latin : *Corymbia citriodora* anciennement *Eucalyptus citriodora*.

Noms vernaculaires : *Eucalyptus* citronné, *Eucalyptus* blanc, *Eucalyptus* à odeur de citron.

La classification systématique de l'espèce *Eucalyptus citriodora* est la suivante (Koziol, 2015) :

Embranchement	Spermaphytes
Sous - embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtacées
Genre	<i>Eucalyptus</i> ou <i>Corymbia</i>
Espèce	<i>Citriodora</i>

II-1-2 Description botanique

- C'est un grand arbre qui peut atteindre entre 20 et 50 mètres de haut. Son écorce est fibreuse, grise ou gris brun se détachant en longs rubans. Les petites branches sont de couleur verte.

- Son écorce est lisse et blanchâtre à rose ce qui lui vaut le nom vernaculaire d'*Eucalyptus* blanc. Son écorce se desquame par plaques, on pourra parfois même retrouver ces plaques d'écorce enroulées sur elles-mêmes.
- Les feuilles seront vertes, oblongues, alternes, étroites, effilées aux extrémités et mesurent 7 à 15 centimètres de long sur 0,7 à 1,5 de large. Le froissement de ces feuilles va libérer une odeur fortement citronnée due à la présence en grande quantité de citronellal.
- Les fleurs ont une inflorescence en forme de corymbe. Elles sont regroupées par 10 à 20. Elles seront de couleur jaune crème. Les fleurs donneront naissance à des fruits sous forme de capsules (Kozioł, 2015) (Figures 13, 14).



Figure 13 : *Eucalyptus citriodora* (arbre, feuilles et fleurs)
(madhessentielles.com)



Figure 14 : *Eucalyptus citriodora* (tronc, feuilles et fruits)
(madhessentielles.com)

II-1-3 Composition chimique

L'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* sera obtenue à partir des feuilles de la plante. Contrairement aux autres *Eucalyptus*, elle contient très peu de 1,8-cinéole (moins de 1%). Le composant principal de l'huile essentielle sera le citronellal (qui confère à la plante son odeur citronnée si caractéristique). Il existe une norme AFNOR qui définit l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* (*Corymbia citriodora*) (Koziol, 2015).

La norme AFNOR la définit comme une huile essentielle « obtenue par entraînement à la vapeur d'eau des feuilles et des rameaux de l'*Eucalyptus citriodora* Hook., de la famille des Myrtaceae ». Concernant la composition, la norme indique uniquement qu'il faut au minimum 75% de citronellal et au maximum 10% de néoisopulégol et isopulégol (AFNOR NF ISO 3044). L'huile essentielle d'*E. citriodora* sera donc composée de :

Citronellal : 75 - 90%

Citronellole : 3-8%

Isopulégol et néoisopulégol < 10% (Figure 15).

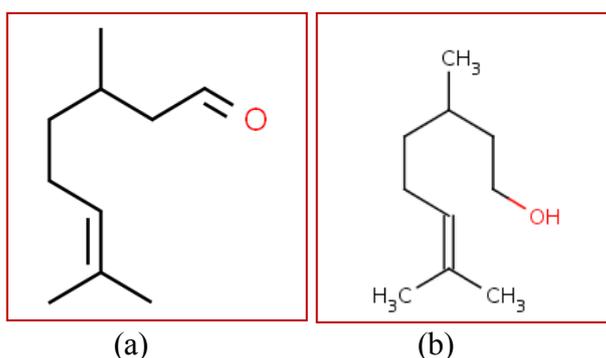


Figure 15 : Composés majoritaires d'*E. citriodora* ((a) citronellal, (b) citronellole)

Dans l'huile essentielle d'*E. citriodora*, le composé majoritaire est le citronellal, cette espèce conserve globalement la même composition chimique qui est dominée par le citronellal quel que soit sa localisation géographique (Tolba, 2017) (Tableau 1).

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle d'*E. citriodora*

Composés majoritaires	Origines	Références
citronellal (29,7-88,1%) citronellol (2,3-51,8 %) isopulégol (1,5-1,9%)	Kenya	Mwangi et al., 1981
citronellal (65-80%)	Angola	Proença et Neves, 1996
citronellal (77,6-78,5%) citronellol (6,3-6,4 %) méthyleugénol (2,2-2,3%)	Mali	Chalchat et al., 2000
citronellal (73,3%) citronellol (11,9%) isopulégol (8,9%)	Ethiopie	Dagne et al., 2000
citronellal (65,5-90,1%) citronellol (4,6-12,2%) isopulégol (0,7-3,6%)	Inde	Kapur et al., 1967
citronellal (79,0%) citronellol (12,0%) isopulégol (2,7%)	Pakistan	Chandhry et al., 1994
citronellal (66,0%) citronellol (12,1%) (E)-caryophyllène (4,0%)	Australie	Bignell et al., 1997

II-1-4 Propriétés de l'huile essentielle d'*E. citriodora*

Grâce à sa composition riche en aldéhydes terpéniques, l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* agit comme un anti-inflammatoire puissant. Elle est de plus utile dans les cas d'inflammations cutanées ou respiratoires. Elle atténue les douleurs ressenties lors des affections des voies respiratoires, comme par exemple les trachéites ou les laryngites.

Le citronellal présent au sein de l'huile essentielle lui confère une activité insecticide qui permet d'éloigner les insectes et de détruire leurs larves. Il est particulièrement efficace comme répulsif anti-moustiques. L'huile possède des propriétés anti fongiques intéressantes, dans le cas de mycoses cutanées par exemple (dermatophytes, candidose...), antibactériennes et anti spasmodiques (Tolba, 2017).

Enfin une des attributions premières d'*E. citriodora* en usage traditionnel : la fumigation et l'asepsie de l'air. En diffusion, son parfum puissant, épicé et citronné devra être mélangé à d'autres senteurs plus douces pour assainir l'air ambiant ou faire fuir les insectes nuisibles. Ses composés permettront aussi d'éliminer les mauvaises odeurs et de limiter le développement d'agents pathogènes. (Huile essentielle d'eucalyptus citronné passportsante.net).

Chapitre III

Propriétés *d'Eucalyptus citriodora* Hook.

I. Etude analytique de L'huile essentielle d'*E. citriodora* Hook.

I.1 Rendement

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids d'HE extraite et le poids de la biomasse végétale à traiter, il est exprimé en pourcentage de la matière végétale. Il varie selon différents facteurs comme l'âge de la plante, la période de la récolte et le séchage.

Le rendement enregistré pour l'huile essentielle de l'espèce *E. citriodora* en Algérie et dans différentes régions du monde est illustré dans le tableau (2).

Tableau (2) : Rendements de l'HE d'*E.citriodora*

Rendements (%)	Origines	Références
2,26	Algérie (Alger)	Tolba, 2017
3,30	Tunisie	Barbosa et al., 2016
4.60	Benin	
4,00	Brésil	
0,66	Brésil	
2,1	Brésil	
0,7	Colombie	
1,63	RD Congo	
0,60	Inde	
2,36 – 4,8	Inde	
1,82	Pakistan	
1,89	Taiwan	
3,59	RD Congo	Likibi et al., 2019
0,22	Inde	Mittal et al., 2011
1,82	Pakistan	Saba et al., 2013
1,17	Pakistan	Iqbal et al., 2003
0,9 – 1,3	Pakistan	Rafique et Chaudhary, 1996

Les rendements de l'HE d'*E. citriodora* enregistrés en Algérie et dans différentes régions du monde varie entre 0,22% et 4,60%. L'espèce du Benin a donné la plus grande valeur (4,60%), alors que le plus faible rendement est celui de l'espèce de l'Inde (0,22%).

Le rendement de l'espèce *E. citriodora* d'Algérie est 2,26 %, il est comparable à l'espèce du Brésil et de l'Inde.

Par ailleurs, L'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* peut être produite avec des rendements élevés atteignant 4 à 6% (Mapola, 2004).

I.2 Caractéristiques organoleptiques

Les propriétés organoleptiques (l'aspect, la couleur et l'odeur) ont été évaluées à base de la méthode sensorielle impliquant la vue et l'odorat.

Les caractéristiques organoleptiques de l'HE d'*Eucalyptus citriodora* sont regroupées dans le Tableau (3).

Tableau (3) : Caractéristiques organoleptiques de l'HE d'*E.citriodora*

Aspect	Couleur	Odeur	Références
Liquide mobile limpide	Presque incolore à jaune pâle	Fraîche, plus ou moins eucalyptolée selon l'origine	AFNOR (2000)
Liquide mobile	Jaune pâle	Citronnée	Tolba, 2017
Liquide	Incolore	Citronnée	Likibi et al, 2019)
Liquide	Jaune pâle	Citronnée	Saba et al, 2013

I.3 Caractéristiques physicochimiques

Les HES sont caractérisées par leurs propriétés physiques (densité, pouvoir rotatoire, indice de réfraction, miscibilité dans l'alcool, ...) ainsi que par leurs propriétés chimiques (indice d'acide, d'ester, d'iode et de carbonyle) permettant d'évaluer la nature des composés organiques (acide, ester, alcène, carbonyle) présents dans l'essence. La qualité d'une huile essentielle et sa valeur commerciale sont définies par des normes admises et portant sur les

indices physicochimiques. Ces normes ont été déterminées par plusieurs organisations connus à l'échelle mondiale telles que : ISO « International Standard Organisation » et AFNOR « Association Française de Normalisation » (Ouis, 2015).

Les caractéristiques physicochimiques de l'HE d'*E. citriodora* en Algérie et dans différentes régions du monde sont illustrées dans le tableau (4).

Tableau (4) : Caractéristiques physicochimiques de l'HE d'*E.citriodora*

Paramètres physicochimiques					
Indice d'acide	Densité à 20°C	Indice de réfraction à 20°C	PH	Régions	Références
0.84 - 3.74	0,866	1,441 - 1,464	4 – 6		AFNOR
-	0,86	1,456	6	Algérie (Alger)	Tolba, 2017
	-	1,51	-	Inde	Shahi et Shahi, 2011
2,25 - 2,93	-	-	-	Indonésie	Zulnely et al., 2015
0,392	-	1,4532		RD Congo	(Likibi et al., 2019)
-	0,85	1,49	-	Pakistan	Saba et al., 2013
-	0,86	1,42	-	Pakistan	Iqbal et al., 2003

La valeur de l'indice de réfraction à 20°C de l'HE de l'espèce *E. citriodora* d'Algérie est conforme aux normes, ceci prouve la bonne qualité de celles-ci étant donné que l'indice de réfraction est un critère de pureté de l'HE. Par contre, une des espèces du Pakistan a enregistré un indice de réfraction supérieur aux normes, alors qu'une autre a donné un indice inférieur aux normes. L'indice de réfraction de l'espèce de l'Inde est le plus élevé que la norme (Tableau 4).

L'espèce du Congo a enregistré une faible valeur de l'indice d'acide, inférieure à l'unité et à celle donnée par les normes. Une faible valeur de l'indice d'acide inférieure à 2 est une preuve de bonne conservation de l'huile essentielle et de non détérioration ou dégradation de celle-ci. C'est à dire, l'huile est stable et n'est pas oxydée.

L'huile essentielle conservée dans des flacons teintés anti-actinique à l'abri de la lumière est protégées de toutes attaques et réactions éventuelles (Fauconnier, 2006). La lumière en effet, favorise l'altération de la structure des huiles essentielles et le développement des acides. L'huile essentielle fraîche contient peu d'acides libres (Duraffourd et al., 1990). Par contre, l'indice d'acide de l'HE de l'espèce d'Indonésie est dans les normes et reste assez élevé (Tableau 4).

La densité des huiles d'*E. citriodora* en Algérie et dans les autres régions est en général dans les normes. La densité nous renseigne selon Garnéro (1996) sur la composition chimique : ainsi une densité inférieure à 0.9 indique la présence, de composés terpéniques et aliphatiques à des taux élevés, alors qu'une densité supérieure à 1 indique une composition très variée en composés terpéniques polycycliques.

Il est bien établi que le rendement tout comme la qualité d'une HE et sa composition sont influencés par des facteurs endogènes et exogènes. L'influence du stade végétatif, l'organe de la plante, les hybridations et les facteurs de mutation, sont les principaux facteurs endogènes qui influencent la composition et le rendement des huiles essentielles (Bruneton, 1999 ; Garnéro, 1991).

Les conditions environnementales, la température, la lumière, la pluviométrie, les conditions édaphiques, l'origine géographique, les conditions de culture et le stockage du végétal avant distillation sont les principaux facteurs exogènes qui influent sur la composition et le rendement des huiles essentielles (Bruneton, 1999).

I.4 Composition chimique de l'HE d'*E. citriodora*

Une HE est très fluctuante dans sa composition, sur laquelle intervient un grand nombre de paramètres, d'origine intrinsèque (facteurs génétiques, localisation, degré de maturité), d'origine extrinsèque (sol, climat, altitude) ou d'ordre technologique lié aux techniques d'exploitation du matériel végétal. En effet, de profondes modifications s'opèrent lors du séchage, du stockage, de l'extraction et du conditionnement (Evans, 1996).

Ces facteurs influent sur les voies de biosynthèse de la plante et par conséquent la proportion relative des composés principaux caractéristiques. Cela conduit à l'existence de chémotypes différents qui distinguent les HEs de différentes origines.

La composition chimique de l'huile essentielle de l'espèce *E. citriodora* en Algérie et dans différentes régions du monde est donnée dans le tableau (5).

Tableau 5 : Composition chimique de l'huile essentielle d'*E.citriodora*

Composés majoritaires	Origines	Références
Citronellal (69,77 %) Citronellol (10,63 %) Isopulégol (4,66 %)	Algérie (Alger)	Tolba, 2017
Citronellal (49,5 %) Citronellol (11,9 %) Isopulégol (10,4 %)	Taiwan	Su et al., 2006
Citronellal (46,2 %) Citronellol (10,22 %)	Inde	Makhaik et al., 2005
Citronellal (86,0 %) Citronellol (4,5 %)	Inde	Verna et al., 2013
Citronellal (69,77 %) Citronellol (10,63 %) Isopulégol (4,66 %)	Inde	Batish et al., 2006
Citronellal (52,23%) Citronellol (12,31 %) Isopulégol (11,9%)	Kenya	Mwangi et al., 1981
Citronellal (65-80%)	Angola	Proença et Neves, 1969
Citronellal (77,6-78,5%) Citronellol (6,3-6,4 %) Méthyl eugénol (2,2-2,3%)	Mali	Chalcha et al., 2000
Citronellal (73,3%) Citronellol (11,9%) Isopulégol (8,9%)	Ethiopie	Dagne et al., 2000

Citronellal (65,5-90,1%) Citronellol (4,6-12,2%) Isopulégol (0,7-3,6%)	Inde	Kapur et al., 1967
Citronellal (79,0%) Citronellol (12,0%) Isopulégol (2,7%)	Pakistan	Chandhry et al., 1994
Citronellal (66,0%) citronellol (12,1%) (E)-caryophyllène (4,0%)	Australie	Bignell et al., 1997
1,8-cinéole (54%) α -pinène (23,7%)	Tunisie	Elaissi et al, 2011
α -pinène (38,6%) β -pinène (25,7%) Sabinene (19,6%)	Inde	Mittal et Ali,2011

Dans l'huile essentielle d'*E.citriodora*, le composé majoritaire est le citronellal, cette espèce conserve globalement la même composition chimique qui est dominée par le citronellal quel que soit sa localisation géographique (Tolba, 2017). Ceci est vérifié par les différentes études et recherches sur la composition chimique de l'HE d'*E. citriodora* en Algérie et dans différentes régions du monde qui ont montré que le citronellal était le composé majoritaire avec des quantités variant entre 46,2% et 90,1% (Tableau 5). Toutefois, l'espèce de Tunisie avec la composition 1,8-cinéole (54%) et α -pinène (23,7%) sera à chémotype 1,8-cinéole et celle de l'inde à chémotype α -pinène et β -pinène avec une composition de α -pinène (38,6%) et β -pinène (25,7%).

La figure 16 regroupe les trois composés les plus courants de l'espèce *E. citriodora* et leur teneur maximale dans différentes régions du monde.

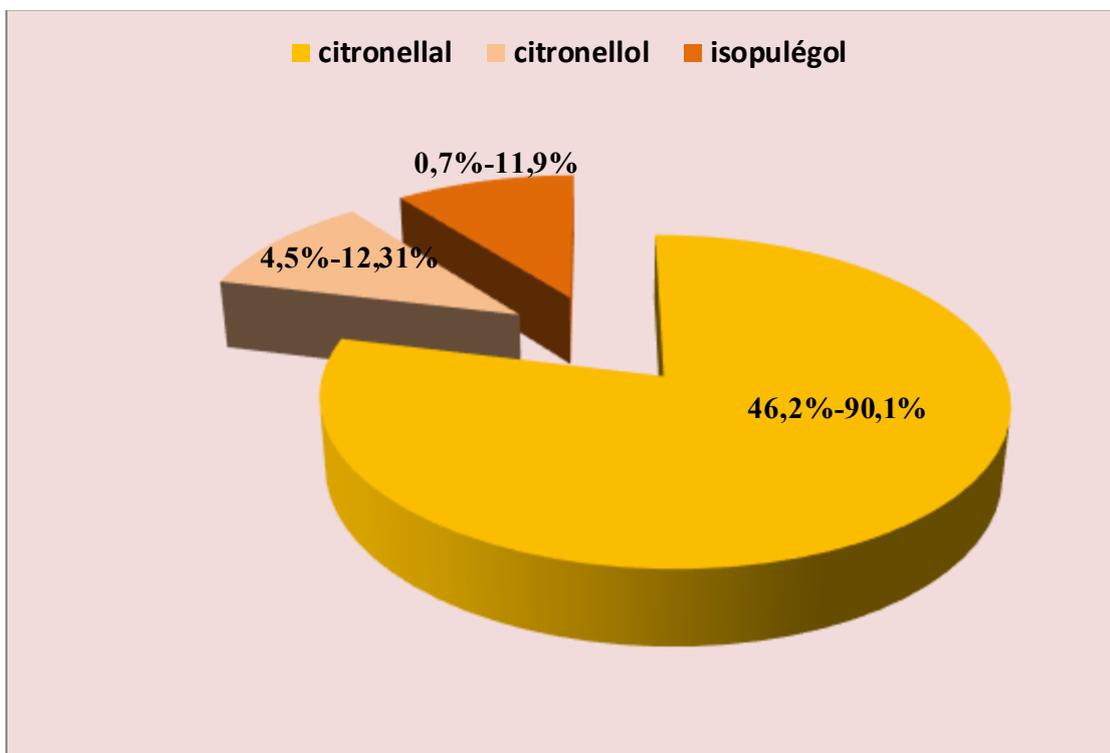


Figure 16 : Composés majoritaires de l'HE d'*E citriodora*

II- Activités biologiques de l'HE d'*Eucalyptus citriodora*

Les huiles essentielles sont connues pour être douées de propriétés antiseptiques et antimicrobiennes. Beaucoup d'entre elles, ont des propriétés antitoxiques, antivenimeuses, antivirales et antiparasitaires. Plus récemment, on leur reconnaît également des propriétés anticancéreuses (Valnet, 2005). L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants. Sa valeur tient à son « totum » ; c'est-à-dire, l'intégralité de ses constituants et non seulement à ses composés majoritaires (Lahlou, 2004).

Cinq activités biologiques de l'huile d'*E. citriodora* ont été examinées dans cette étude indiquant l'importance de cette huile dans différents domaines. Les informations décrites peuvent être utile dans la rationalisation de l'utilisation des HES d'*Eucalyptus citriodora* comme source de constituants pour les produits pharmaceutiques et les applications agrochimiques ainsi que les conservateurs alimentaires.

II.1 Activité antibactérienne

La thérapeutique des bactéries des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques qui les détruisent en s'attaquant directement à leur structures essentielles (paroi cellulaire et membrane plasmique), inhibition de la synthèse protéique et l'acide nucléique, inhibition de certaines voies métabolique des bactéries et par conséquent perturbent leurs fonctions (Tenover, 2006).

Le spectre d'action des HES est très large : moisissures, levures, bactéries. Elles sont généralement plus actives sur les moisissures et les levures que sur les bactéries. D'une manière générale, pour les antiseptiques, les bactéries Gram+ qui ne possèdent pas de membrane externe sont naturellement moins résistantes que les bactéries Gram- qui en possèdent une. Certains travaux rapportent une activité bactériostatique d'une manière générale meilleure sur les Gram+, mais l'activité des HES dépend aussi de l'espèce bactérienne (Zhiri et al., 2010). Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs (Daroui - Mokaddem, 2012).

Les huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* ont enregistré une activité positive contre 12 souches bactériennes décrites dans le tableau (6).

Tableau (6) : Activités antibactériennes de l'HE d'*E. citriodora*

Espèces cibles	Références
<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Citrobacterdiversus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella choleraesuis</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>S. gallinarum</i> , <i>S. pullorum</i> , <i>S. senftenberg</i> <i>S. Typhimurium</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	<p>Barbosa et al., 2016</p> <p>Tolba, 2017</p>

L'huile essentielle d'*E. citriodora* possède une activité antibactérienne. Plusieurs études ont démontré son efficacité variable contre différentes bactéries (Tableau 6).

L'espèce *E. citriodora* d'Algérie a montré un degré variable de potentiel antibactérien contre les souches testées. La zone d'inhibition augmente avec la concentration de l'huile (10, 20 et 30 μL). La bactérie *E.coli* (Gram négatif) était très sensible à l'huile (diamètre d'inhibition = 26 mm) pour une concentration de l'huile égale à 10 μL .

Par contre, l'huile était inactive contre les bactéries à Gram négatif *P. aeruginosa* et *E. faecalis*. Les bactéries *Salmonella enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. gallinarum pullorum* et *S. senftenberg* qui étaient résistantes à l'huile donnant des diamètres de zone d'inhibition variant entre 10 – 16 mm. La bactérie à Gram positif *Staphylococcus epidermidis* était extrêmement sensible à l'huile donnant la plus grande valeur du diamètre de la zone d'inhibition égal à 50 mm pour la plus faible concentration de l'huile (10 μL) (Tolba, 2017).

L'espèce *E. citriodora* d'Algérie a montré une activité antibactérienne importante, et sélective pour les bactéries à Gram-positif que celles à Gram-négatif. Par ailleurs, il a été observé que l'huile d'*E. citriodora* possédait une activité antibactérienne sur *S. aureus* et *E. coli* avec un diamètre d'inhibition égal à 80 et 62 mm respectivement (Akin - Osanaiye et al., 2007). Cette activité a été attribuée aux composés majoritaires de l'HE d'*E. citriodora* à savoir citronellal et citronellol (Lee et al., 2008 ; Tolba, 2007).

II.2 Activité antifongique

Les antifongiques sont des substances chimiques produites par des micro-organismes (ATF naturels) ou par synthèse chimique de molécules dérivantes de composés naturels. Ces médicaments sont utilisés pour lutter contre les mycoses qui sont des infections microscopiques.

En effet, leur mécanisme est basé sur la croissance de la composition de la paroi cellulaire et la membrane cytoplasmique des germes fongique. Ces deux éléments cellulaires jouent un rôle important dans la perméabilité aux antifongiques. Ainsi dans la constitution des médicaments antifongiques, il faut tenir compte de l'hydro solubilité et de la liposolubilité. Malgré ces difficultés, il existe plusieurs classes d'antifongique ; leur mécanisme d'action sont variés et se résument comme suit :

- Altération de la structure de la paroi fongique (candines).
- Troubles de la perméabilité membranaire (Amphotéricine B) (Agre, 2015).

Les infections causées par des champignons et des bactéries représentent un problème important en raison du développement des espèces résistantes aux fongicides et antibiotiques bien connus (Cermelli et al., 2008).

Compte tenu des informations disponibles dans la littérature concernant l'activité antimicrobienne des HEs de l'*Eucalyptus*, l'emploi de Cette solution peut être considéré comme une alternative viable pour surmonter le problème de la résistance.

Les fongicides synthétiques sont généralement utilisés pour prévenir la contamination des denrées alimentaires de la détérioration fongique comme de la contamination par les mycotoxines. Toutefois, l'utilisation de ces composés n'est pas sans effets secondaires, à cause de la toxicité résiduelle qui contribue au développement de résistance.

L'utilisation des HEs a été considérée comme une alternative pour surmonter les problèmes signalés associés aux fongicides synthétiques et à la protection des denrées alimentaires (Ghnaya et al., 2013).

Les HEs d'*Eucalyptus citriodora* ont un effet antifongique contre diverses souches fongiques comme indiqué sur le tableau (7).

Tableau (7) : Activités antifongiques de l'HE d'*E.citriodora*

Espèces cibles	Références
<i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus spp.</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Chaetomium globosum</i> , <i>Candida albicans</i> <i>Cladosporium cladosporioides</i> , <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Colletotrichum musae</i> , <i>Cryphonectria parasitica</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Lenzites sulphureus</i> , <i>Microporum anis</i> <i>Microsporium gypseum</i> <i>Myrothecium verrucaria</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>Phaeolus schweintzii</i> , <i>Phanerochaete chrysosporium</i> , <i>Phytophthora cactorum</i> , <i>Pyricularia grisea</i> , <i>Pythium multimum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Rhizopus solani</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Trametes versicolor</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> <i>Trichophyton rubrum</i> <i>Trichoderma viride</i>	<p style="text-align: center;">Barbosa et al., 2016</p>

L'évaluation de l'effet antifongique de cette espèce a révélé qu'elle inhibe complètement la croissance de *C. cladosporioides*, *M. verrucaria* et *T. viride*, et elle inhibe partiellement la croissance de *A. clavatus*, *A. niger* et *P. citrinum* (90,7%, 54,6% et 86,0% respectivement). Cette activité antifongique a été attribuée aux composés citronellal et citronellol qui sont les composés principaux de l'espèce *E. citriodora* (Su et al., 2006).

Tolba (2007), a testé l'effet antifongique de cette l'huile sur les levures *C. albicans* et *S. cerevisiae*, une grande sensibilité a été observée avec une zone d'inhibition de 42 mm et 24,5 mm respectivement. Cette même étude a montré que l'huile d'*E. citriodora* d'Algérie a inhibé la croissance absolue des dermatophytes : *Microsporum anis* (64 mm), *Trichophyton mentagrophytes* (65 mm) et *Trichophyton rubrum* (39 mm). Par ailleurs, *Microsporum gypseum* était le plus résistant (12 mm).

II.3 Activité anti oxydante

Un antioxydant est défini comme toute substance ayant la capacité de retarder, prévenir ou réparer un dommage oxydatif d'une molécule cible (Halliwell et Gutteridge, 2007).

Le maintien d'un niveau non cytotique des RLs est assuré par des systèmes d'antioxydants (Berger,2006). Les cellules utilisent de nombreuses stratégies anti oxydantes et consomment beaucoup d'énergie pour contrôler leurs niveaux d'espèces réactives de l'oxygène (ERO). La nature des systèmes antioxydants diffère selon les tissus et les types cellulaires et selon qu'on se trouve dans le milieu intracellulaire ou extracellulaire. Les défenses anti oxydantes de notre organisme peuvent se diviser en système enzymatiques (endogènes) et systèmes non enzymatique (exogènes) (Goudable et Favier, 1997).

L'utilisation des antioxydants de synthèse dans les domaines agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques a été largement décriée ces dernières années. En effet, les antioxydants synthétiques sont suspectés à long terme d'effets tératogènes, mutagènes est cancérigènes (Chavéron, 1999). Les plantes constituent des antioxydants naturels, ces dernières sont apparues comme une alternative aux antioxydants de synthèse.

Les huiles essentielles de l'espèce *E. citriodora* d'Algérie et d'autres régions du monde testées ont présenté une activité anti oxydante variable qui s'est traduite par leur pouvoir réducteur des radicaux libres (Tableau 8).

Tableau (8) : Activités anti oxydantes de l'HE d'*E.citriodora*

Activité anti oxydante	Région	Références
+	Algérie	Tolba,2017
+	Inde	Singh et al., 2012
+	Pakistan	Gaffa et al., 2015
+	Egypte	Al Sayed et El-Naga, 2015
+	Iles Comores	Soidrou, 2018

Selon notre recherche et certains auteurs l'activité antioxydante de l'huile essentielle d'*E.citriodora* a été peu étudiée.

II.4 Activité insecticide

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (**Isman, 2000**).

L'huile essentielle d'*E.citriodora* est efficace pour éloigner les insectes : moustiques, tiques, mouches. Il existe beaucoup d'études qui démontrent l'efficacité larvicide contre les larves de moustiques (**Koziol, 2015**). C'est un composant de l'huile essentielle d'*E. citriodora*, le citronellal qui est responsable de l'effet répulsif de celle-ci, on pourrait donc imaginer avoir recours aux huiles essentielles pour évincer naturellement les moustiques et notamment dans les pays où le paludisme est présent (**Koziol, 2015**)

L'HE d'*E. citriodora* d'Algérie et de différentes régions du monde a été testée positivement dans le contrôle d'une variété d'espèces d'insectes (Tableau 9).

Tableau (9) : Activités insecticides de l'HE d'*E. citriodora*

Espèces cibles	Références
<i>Aedes aegypti</i> , <i>Anophelesgambia</i> , <i>Atta sexdens rubropilosa</i> , <i>Callosobruchus maculatus</i> , <i>Lutzomyialongipalpis</i> , <i>Nasutitermes corniger</i> , <i>Pediculushumanuscapitis</i> , <i>Sitophiluszeamais</i> , <i>Thyrinteinaarnobia</i> , <i>Triboliumcastaneum</i>	Barbosa et al., 2016

L'huile essentielle d'*E. citriodora* possède une activité insecticide. Plusieurs études ont démontré son efficacité variable contre différents insectes (Tableau 6).

L. longipalpis est le vecteur de *Leishmania chagasi*, une espèce protozoaire esta été évaluée sur les œufs, les larves et les phases adultes de *L. longipalpis*. L'huile était active sur les phases évaluées. L'huile évaluée avait comme composant majoritaire le citronellal (71,8%), un composé connu pour son activité **insecticide (Maciel et al., 2010)**.

Les feuilles d'*E.citriodora* sont traditionnellement utilisées comme insectifuges, pour se protéger contre les moustiques **(Koziol ; 2015)**.

Enfin, les HEs de cette espèce riche en citronellal, citronellol et isopulégole présentent une activité insecticide contre *T. castaneum*, ravageur mondial des produits stockés, en particulier des céréales alimentaires. L'activité observée était plus élevée que le produit commercial utilisé comme contrôle positif **(Olivero-Verbel et al., 2010)**.

II.5 Activité acaricide

Un acaricide est une substance active ou une préparation phytopharmaceutique ayant la propriété de tuer les acariens. Selon leur mode d'action, les acaricides agissent en perturbant la respiration cellulaire, les phénomènes de croissance et de développements, ou le système nerveux.

Un certain nombre d'études ont démontré l'effet acaricide de l'HE de l'espèce *Eucalyptus citriodora* contre différents acariens, tiques et mites tels que : *Boophilus microplus*, *Dermanyssus gallinae*, *Neoseiulus californicus*, *Tetranychus urticae* **(Barbosa et al., 2016)**.

L'effet de cette huile sur l'espèce de tique *B. microplus* a été évaluée à plusieurs doses (1%, 5%, 10%,15%, et 30% dans le méthanol), une mortalité de 100 % des larves a été observée à une concentration de 10 % **(Chagas et al., 2002)**.

L'huile est également toxique sur les acariens *T. urticae* et *N. californicus*, les valeurs des DL50 obtenues sont 19,3 µg/cm³ et 21,4 µg/cm³ respectivement **(Han et al., 2010)**.

Les HEs destinées à la parfumerie sont riches en citronellal, citronellol et géranyl acétate. L'une des plus importantes sources des HEs de parfumerie est l'*E. citriodora* dans laquelle le citronellal est le composé majoritaire et sa teneur doit être comprise entre 65% et 85%. Les huiles essentielles d'*E. citriodora* sont utilisées en parfumerie, généralement dans les savons, parfums et désinfectants à moindre coût, mais leur utilisation principale est comme source de citronellal pour l'industrie chimique **(Barbosa et al., 2016)**.

L'activité des huiles essentielles est souvent réduite à l'activité de ses composés majoritaires, ou ceux susceptibles d'être actifs. Toutefois, les composés minoritaires pourraient agir de manière synergique (**Lahlou, 2004**).

Les différentes activités observées chez l'HE d'*E. citriodora* sont dues probablement au composé majoritaire citronellal en association avec les produits minoritaires à savoir, citronello1 et isopulégol.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressées à la valorisation de l'huile essentielle d'une Myrtacée algérienne, *Eucalyptus citriodora* (*Corymbia citriodora*) qui est l'une des espèces les plus largement utilisées dans les industries alimentaires et pharmaceutiques.

L'étude se base sur la comparaison des propriétés physicochimiques et biologiques de l'espèce algérienne avec celle des autres régions du monde.

Le rendement enregistré varie entre 0,2% et 4,6% avec une valeur de 2,6% pour l'espèce algérienne.

Les propriétés organoleptiques et physicochimiques indiquent en général que l'huile est de bonne qualité et elle respecte les normes AFNOR.

La composition chimique d'*Eucalyptus citriodora* quelque soit son origine géographique a comme composé majoritaire le citronellal, donc elle est à chémotype citronellal. Les autres composés retrouvés partout sont le citronellol et l'isopulégol. Toutefois d'autres chémotypes sont trouvés pour cette espèce.

L'huile d'*Eucalyptus citriodora* possède une activité insecticide contre les moustiques, grâce à l'odeur citronnée que dégagent ses feuilles. Elle est aussi active contre un certain nombre de bactéries, et de champignons, elle est anti oxydante et acaricide. Cette espèce est l'une des plus importantes sources des huiles essentielles de parfumerie et du citronellal en industrie chimique.

Ces propriétés montrent l'importance économique de l'espèce *Eucalyptus citriodora* dans les domaines de l'agriculture, de l'industrie alimentaire, chimique et pharmaceutique. Il serait donc intéressant de faire des études plus approfondies de l'espèce *Eucalyptus citriodora* d'Algérie, et de détailler expérimentalement ses différentes propriétés chimiques et biologiques.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

Abdoul dorosso, S. Composition chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatique de la zone soudanienne du Burkina : Valorisation. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou, 2002.

AFNOR. « Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles ». AFNOR, Paris ; 2000 :661-3.

AFNOR. Norme AFNOR NF ISO 3044 (en ligne). (Consulté le 17 juin 2015). Disponible à l'adresse : <http://saga.web.afnor.org/bases-doc.univ-lorraine.fr/fr>.

Agre, D. Evaluation et essais D'optimisation de l'activité Antifongique des extraits D'écorces d'*Eucalyptus torelliana* F. Muell (Myrtaceae) sur la croissance in vitro de *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida tropicalis*. Université Félix Houphouet-Boigny, 2015.

Ait M'barek, L. ; Ait Mouse, H. ; Tilaoui, M. ; Jaafari, A. ; Aboufatima, R. ; Chait, A et al. Anti-tumoral properties of black seed (*Nigella sativa* L.) extracts. Braz J of Med and Biol, 2007, 40(11), 893-47.

Akin-Osanaiye, B.C.; Agbaji, A.S.; Dakane, M.A. Antimicrobial activity of oils and extracts of *Cymbopogon citrates*, *Eucalyptus citriodora* and *Eucalyptus camaldulensis*. J. Med.Sci 7, 2007, 694-697.

Al-Sayed,E.; El-Naga.; R.N. Protective role of ellagitannins from *Eucalyptus citriodora* against ethanol-induced gastric ulcer in rats: Impact on oxidative stress, inflammation and calcitonin-gene related peptide. Phytomedicine, 2015, 22(1), 5-15.

Aouati, A. Etude de la toxicité de certaines plantes sur les laves de *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae). Thèse de Doctorat, Université des Frères Mentouri, Constantine, 2015.

Atmani-Merabet, G. Huile essentielles de trois espèces d'*Eucalyptus* d'Algérie : composition et activité acaricide (*Varroa destructor*). Thèse de Doctorat, Université Constantine1, 2018.

Atta, A.H. ; Alkofahi. ; A. Anti-nociceptive and anti-inflammatory effects of some Jordanian medicinal plant extracts. J Ethnopharmacol, 1998, 60(2), 117-24.

Références Bibliographiques

Barbosa, L.C.A.; Filomeno, C.L.; Teixeira, R.R. Supplementary Materials: Chemical Variability and Biological Activities of *Eucalyptus* spp. Ess Oils. *Molecules*. 2016, 21, 1671.

Bardeau, F. La médecine par les fleurs, Ed. Robert Laffont, 1976.

Barlier, L. Etat des lieux de l'utilisation des huiles essentielles au CHU d'Angers (de 2000 à 2013). Thèse d'exercice, Université d'Angers. UFR des sciences pharmaceutique et ingénierie de la santé, 2014.

Baser, K.H.C et Buchbaue, G. 2010. Handbook of essential oils: Science. Technology and Application. Ed Taylor and Francis Group, LLC. United StatesofAmerica,2010.

Baser, K.H.C and G, Buchbauer.Handbook of essential oils. Science, Technology and Applications, CRC press, 2015.

Batish, D.R.;Singh, H.P.; Setia, N.; Kaur, S.; Kohli, R.K. Chemical composition and phytotoxicity of volatile essential oil from intact and fallen leaves of *Eucalyptus citriodora*. *Z. Natureforsch.*2006, 61, 465-471. (CrossRef).

Baudoux D. ; Blanchard, J.M. ; Malotaux, A.F. Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française : Soins. 1^oéd. Luxembourg : Inspir, 2006.

Baudoux, D. ; Kaibeck, J. ; Malotaux. ; A.F. Huiles végétales. 1^{ère} Ed, J.O.M, Belgique, 2012.

Belyagoubi, N. Activité anti oxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du sud –Ouest Algérien. Thèse de Doctorat en biologies Université Aboubaker Belkaid-Tlemcen, 2012.

Benazzeddine, S. Activités insecticides de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus orizae* (Coleoptra, Tenebrionidae). Mémoire on line, 2010.

Benouali, D. Extraction et identification des huiles essentielles. Mémoire de Master, Université Mohamed Boudiaf,2016.

Benseddik, M.L et Khenfer, B. Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Thymus algeriensis* contre quelques champignons phytopathogènes des palmes du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). Master Académique. Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 2015

Références Bibliographiques

- BenSliman, B.; Ezzinz, O.; Dhahri, S.; Ben Jamaa, M.I.** Essential oils from two *Eucalyptus* from Tunisia and their insecticidal action on *Orgyia trigotephra* (Lepidoptera, Lymantriidae). *Biol RES*, 2014, 47-29.
- Benyahia, I et Boutraifaia, A.** Contribution à l'extraction et l'activité de l'huile essentielle du *Pelargonium graveolens* de la région de Ouargla. Mémoire de Master, Ouargla, 2015.
- Benzeggouta, N.** Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles infusés de quatre plantes médicinales connues comme aliments. Thèse de Magister, Université Mentouri de Constantine, 2005.
- Berger, M., (2006).** Manipulation nutritionnelle du stress oxydant : état des connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 2006, 20, 48-53.
- Bernard, T., Perineau, F. ; Bravo, R. ; Delmas, M & Gaset, A. (1988) :** Extraction des huiles essentielles, *Chimie et Technologie. Information*, 1988, 179-184.
- Bessah, R et Benyoussef, E.L.** La filière des huiles essentielles : Etat de l'art, impact et enjeux socioéconomique. *Rev Energ Renouv*, 2015, 18 (3), 513-28.
- Besombes, C.** Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro thermo mécanique d'herbes aromatique, Application généralisées. Thèse de Doctorat, Université de la Rochelle, 2008.
- Bignell, C.M., Dunlop, P.J. Volatile Leaf Oils of some Queensland and Northern Australian Species of the Genus *Eucalyptus* (Series II) Part II. Subgenera (a) *Blakella*, (b) *Corymbia*, (c) *Unnamed*, (d) *Idiogenes*, (e) *Monocalyptus* and (f) *Symphomyrtus*. *FlavourFragr. J*, 1997, 12, 277-284.**
- Bouchonnet, S. ; Libong, D.** Le couplage chromatographie en phase spectromètre de masse. *L'act.Chim*, 2004, p 7614.
- Boudy, P.,** « Guide du forestier en Afrique du nord ». Ed, Maison rustique, Paris, 1970,
- Boukabache, M. ; Boudjefdjouf, F.** Extraction, identification de l'huile essentielle par CPG-SM de l'espèce *Citrus limon* et mise en évidence de son activité antibactérienne : Fabrication du parfum. Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri, Constantine, 2016.

Références Bibliographiques

- Bouyahyaoui, A.M.** Contribution à la valorisation des substances naturelles : Etude des huiles essentielles des Cupressacées de la région de l'Atlas Algérien. Thèse de Doctorat, Université de Mostaghanem, 2017.
- Bruenton, J.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, partie 03 : Terpénoïdes et Stéroïdes. Ed : Lavoisier, Tec& Doc, 2^{ème} édition, Paris,1993.
- Bruneton J.** Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} éd., Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 1999.
- Bruneton, J.** Pharmacognosie, phytochimie : Plantes médicinales.4^{ème}éd, Pairs, Tec& Doc, 2009, p 1269.
- Buckle, J.** Essential oils in practice. Clinical aromatherapy, 2^{ndes}.United states of America, 1997, p 424.
- Carnesecchi, S.; Schneider, Y.; Crealine, J.; Duranton, B.; Gosse, F.; Seiler, N.; Raul, F.** Geraniol, a Component of plant essential oils, inhibits growth and polyamine biosynthesis in human colon cancer cells. J. Phamacol. Exp. Ther, 2001, 298(1), 197-200.
- Cermelli, C.; Fabio, A.; Fabio, G.; Quaglio, P.** Effect of *Eucalyptus* essential oil on respiratory bacteria and viruses. Curr. Microbiol, 2008, 56, 89–92.
- Chagas, A.C.S.; Passos, W.M.; Prates, H.T.; Leitem, R.C.; Furlong, J.; Fortes, I.C.P.** Acaricide effect of *Eucalyptus* spp. Eos and concentrated emulsion on *Boophilusmicroplus*. Braz.J. Vet. Res. Anim. Sci, 2002, 39, 247-253.
- Chalchat, J.C.;Valade I.** Chemical Composition of Cinnamomum from Madagascar: *C. zeylanicum* Blume, *C. camphora* L., *C. fragrans* Baillon and *C. angusti folium*. J. Essent. Oil Res, 2000, 12, 537-540.
- Chanchal, C.**Clinical aromatherapy; themedicinal value of volatile oils. MNIMH, AHG, 2001, p1-18.
- Chao, L.K.; Hua, K.F.; Hsu, H, Y., et al.** Study on the anti- inflammatory activity of essential oils from leaves of *Cinnamomum osmophloeum*. Journalof agricultural and food chemistry, 2005, 53, 7274-7278.

Références Bibliographiques

Chaudhry, F.M.; Akbar, S.; Ahmad, R.; Waheed, A.; Rashid, M. Chemical constituents of the essential oil of *Eucalyptus citriodora* Hook. (Myrtaceae), grown in Pakistan. *Sci. Int. (Lahore)*, 1994, 6, 373-375.

Chavéron, H. Molécules toxiques. Dans « Introduction à la toxicologie nutritionnelle », TEC& DOC, Lavoisier, Paris, 1999.

Christopher, G. Monoterpenes: An easily accessible but neglected class of natural products. *Journal of chemical education*, 1991, 68(3), 267-268.

Compagnie des sens : Histoire des huiles essentielles (<https://www.compagnie-des-sense.fr/histoire-des-huiles-essentielles>). (Consulté le :01-déc-2016).

Cowan, M. Plants product as antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology*, 1999.

Dagne, E.; Bisrat D.; Alemayehu M.; Worku T. Essential Oils of Twelve *Eucalyptus* Species from Ethiopia, *J. Essentials Oils*, 2000, 467-470.

Dale poulter, C; Marscle, L.; Hugher, J. Met Argyle, J.C.J. *Am. Soc*, 1977, 99, 3823

Daroui-Mokaddem H. Etude phytochimique et biologique des espèces *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniun olusatrum* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* et *chrysanthemum trifurcatum* (Asterarceae). Thèse de Doctorat en Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar-Annaba, 2012.

Duraffourd, C. ;D'Hicourter, L. ; Lapraz, J. C. Cahiers de Phytothérapie Clinique. 2^{ème} édition. Paris : Masson, 1990.

Duval, L. Les huiles essentielles à l'officine. Thèse de Doctorat. UFR de Médecine et de Pharmacie de Rouen, France, 2012, p 153.

Eldridge, K.; Davidson, J.; Harwood C.; Van Wyck, G. 1993. *Eucalyptus* domestication and breeding. Clarendon Press, Oxford, 1993.

Evans, W.C.; Treasa, G. E. Treasa and Evan's Pharmacognosy. 14th edition. London: W.B. Saunders, 1996.

Fabre, N. Conseil et utilisation des huiles essentielles les plus courantes en officine, Thèse de Doctorat, Toulouse, 2017.

Références Bibliographiques

- Faucon, J.P.; Drajnudel, P.; Chauzat, M.P.; Aubert, M.** Contrôle de l'efficacité du médicament) : 283-90. Apivard ND contre *Varroa destructor* de l'abeille domestique. Revue Med Vét, 2007, 158
- Fauconnier M. L.** HE d'Ylang : sa fiche qualitative et son suivi-exposé pour les GIE maison des Epices des Comores, 2006.
- Faure, A.** L'aromathérapie en Rhône-Alpes : Exemples d'utilisation thérapeutique des huiles essentielles en soins palliatifs. Thèse d'exercice. Université Claude Bernard-Lyon1, 2013.
- Franchomme et Penoel.** L'aromathérapie *exactement*. *Encyclopédie* de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles, Roger Jallois éditeur, Limoges, 1990.
- Fralval, (2005).** Le Longicorne de l'Eucalyptus – 1^{ère} partie. Insectes, 2005, 4(139).
- Garnéro, J.** Les huiles essentielles. Leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed Encyclopédie des médecines naturelles, Paris, France, 1991.
- Garnéro, J.** Huiles essentielles. Techniques de l'ingénieur, 1996.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility).** *Eucalyptus citriodora*. Hook, 1848. Publié dans : T. L. Mitchell, J. exped. Trop. Australia 235 1848. Source : [Catalogue of Life](#), 2020.
- Gendé, L.B. ; Maggi, M. ; Van Baren, C. ; Dileolira, A. ; Bandoni, A. ; Fritz, R. ; et al.** Antimicrobial and miticide activities of Eucalyptus Essential oils obtained from different Argentina regions. Spanish J of Agric Res. 2010, 8(3), 642-600.
- Ghnaya, A.B.; Hanana, M.; Amri, I.; Balti, H.; Gargouri, S.; Jamoussi, B et al.** Chemical composition of Eucalyptus *erythrocorys* EOs and evaluation of their herbicidal and antifungal activities. J. Pest Sci. 2013, 86, 571–577.
- Ghaffar,A ;Yameen,M ;Kiran,S;Kamel,S;Jalal,F;Munir,B;Saleem,S;Rafiq,N;Ahmed,A; Saba,I;et al** .chemical composition and in-vitro evaluation of the antimicrobial and antioxidant activities of essential oils extracted from seven Eucalyptus species.Molecules 2015,20,20498.(Cross REF) (pub MED).
- Goudable, J., Favier, A., (1997).** Radicaux libres oxygénés et antioxydants. Nutrition Clinique et Métabolisme, 1997,11, 115-200

Références Bibliographiques

- Goucem –Khelfane K.** Etude de l'activité insecticide de quelques huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard du bruche du haricot *Acanthoceldes obtectus* Say (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchaine) et des composés volatils de différentes de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L). Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri.Tizi- Ouzou, Algérie, 2014.
- Guignard, J.L.; Cosson, L.; et Henry, L.** Abrégé de phytochimie. Masson, Paris, 1985.
- Halliwell, B.;et Gutteridge, J.M.C.** Free Radicals in Biology and Medicine. Oxford University Press, Oxford (fourth edition), 2007.
- Hamadou, F et Touki, S.** Extraction, caractérisation des huiles essentielles des épices : Girofle, Poivre noire. Mémoire de Master, Université de Ouargla, 2017.
- Han, J. ; Choi, B.R. ; Lee, S.G. ; Kim, S.I. ; Ahn, Y.J.** Toxicity of plant EOs to acaricide-susceptible and resistant *Tetranychus urticae* (Acari : Tetranychidae) and *Neoseiulus californicus* (Acari : Phytoseiidae). J. Econ. Entomol, 2010, 103, 1293–1298.
- Hemwimon, S.; Pavasant, p.; Shotiprux, A.** Microwave-assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of *Morindocitrofolia*, separation and purification. Technology, 2007, 54, 44-50.
- Inouye, S et Abe, S.** Nouvelle approche de l'aromathérapie anti-infectieuse. Phytotherapy.2007, 5, 2-4.
- Iqbal, Z; Hussain, I; Yasin Ashraf, H.M.** Genetic variabilityoil contents and composition of five species of Eucalyptus. Pak. J. Bot, 2003, 35(5), 843-852.
- Ismene, M.B.** Leads and prospects for the development of new botanical insecticides, in R.M.Roc and R.J Kuthr (eds) Rev in Pest Toxicol, 1995, 3, 1-20.
- Isman,M.B.**Plant essential oils for pest and disease management. Crop protection, 2000, 19, 603-608.
- Kapur, K.; Vashist, V.N.; Atal, C.K.,** Variability and UtilizationStudies on *Eucalyptus citriodora*Hook. grown in India, Perfume. Oli Rec, 1967, 58, 148-153.

Références Bibliographiques

- Kesbi A.** Etude des propriétés physico chimiques et évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* dans la région de Ouargla. Mémoire de fin d'étude. Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 2011.
- Koumagalou, B.1992.**Le stockage des produits des agricoles et tropicaux 4^{ème} ED. Fondation Agromisa, Wageningen, 1992.
- Koziol N.** Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora* : qualité, efficacité et toxicité. Thèse pour obtenir le Diplôme d'état de Docteur en Pharmacie. Université de Lorraine, France, 2015.
- Kubica, T.F.; Alves, S.H et al.** In vitro inhibition of the bovine viral diarrhea virus by the essential oil of *Ocimum basilium* (basil) and monoterpenes. Braz Microbiol, 2014, 45(1), 209-14.
- Lahlou, M.**Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. Phytotherapy Research: an international journal devoted to pharmacological and toxicological evaluation of natural product derivatives, 2004, 18(6), 435-448.
- Lancelot, P.** Toxicité des huiles essentielles chez les enfants. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse III Paul Sabatier, France, 2018.
- Lee, Y.S.; Kim, J.; Shin, S.C.; Lee, S.G.; Park, K.** Antifungal activity of Myrtaceae essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. Flav.Frag. J, 2008, 23, 23-28.
- Lemberg, S.** <<Armoise>>Anémosiaberba alba, Parfumer flavorist 1982, 7, 58-63.
- Likibi, B. N.; Tsiba, G.; Mabika, A.B.M.; Ossibi, A.W.E; Nsikabaka, S.; Ouamba, J.M.** Profils chimiques communs des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* Hook. (Myrtaceae) et de *Cymbopogon nardus* (L) Rendle (Poaceae) du Congo Brazaville. American Journal of Innovative Research and Applied Sciences, 2019.
- Maciel, M.V.; Morais, S.M.; Bevilaqua, C.M.I.; Silva, R.A.; Barros, R.S.; Sous, R.N.; et al.** chemical composition of *Eucalyptus* ssp. Essential oils and their insecticidal effects on *Lutzomyia congipalpis*. Vet. Parasitol. 2010, 167, 1-7. (Cross Ref)(Pub Med).
- Makhaik, M.; Naik, S.N.; Tewary, D.K.** Evaluation of anti-mosquito properties of essential oils. J. SciIndRes, 2005, 64, 129-133.

Références Bibliographiques

- Mapola, G.** Variation saisonnière de la teneur et de la composition des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* acclimatée à Pointe Noire (Congo Brazzaville). Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, 2004.
- Marouf, A et Tremblin, G.** Abrégé de biochimie appliquée. Paris : Collection, Grenoble Science, 2009, 136-137.
- Mehani M et Segni I.** Effet antimicrobien des huiles essentielles de la plante *Eucalyptus camaldulensis* sur certaines bactéries pathogènes. Annales Sci et Technol, 2014, 6(1).
- Mehani, M.** Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Eucalyptus camendulensis* dans la région de Ouargla. Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 2015.
- Mekkeleche, H.** Contribution à l'étude morphométrique d'*Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtacées) dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master 2, Université Aboubaker Bekaid, Tlemcen, Algérie, 2015.
- Melun, F. ; Sud-ouest, S et al.** "*Eucalyptus gundal* : une espèce remarquable pour la production de biomasse." FCBA Institut Technologique, 2011.
- Mittal, A et Ali, M.** 2011. Volatile composition of the leaves of *Eucalyptus citriodora* Hook. IJRAP, 2011, 2, 509-511.
- Mohammedi, Z.** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et des flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de Magistère. Université Abou Bakr Belkaïd, Tlemcen, 2006.
- Mwangi J. W.; Guantai, A.N; Muriuki, G.** *Eucalyptus citriodora* – Essential oil content and chemical varieties in Kenya, E. Afr. Agric. For J, 1981, 46, 89-96.
- Nait Achour K.** Etude de la composition chimique des essences de quatre espèces d'*Eucalyptus* poussant dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire de Magister, 2012.
- Olivero-Verbel, J.; Nerio, L.S.; Stashenko.; E.E.** Bioactivity against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* EOs grown in Colombia. Pest Manage. Sci, 2010, 66, 664–668.

Références Bibliographiques

Ouïs, N. Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil, Mémoire de Docteur, chimie organique, Université d'Oran 1, 2015.

Proença Da Cunha A & Campos Neves M.T. Análise do óleoessencial de *Eucalyptus citriodora* de Angola, Boll. Fac. Farm. Univ. Combtra Ed Cient., 1996,29, 38-52.

Rabiai, M. Etude physicochimique et évaluation de l'activité biologique d'une huile essentielle et l'extrait aqueux d'*Eucalyptus globulus* de la région M'SILA. Mémoire de Master, Université de M'sila, Algérie, 2014.

Rafique, M. and Chaudhary, F.M. Seasonal variations in the composition of essential oil of *Eucalyptus citriodora* of Pakistan. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, 1996, 39: 83- 84.

Ramzani H, Singh HP, Batish DB, Kohli RK. Antifungal activity of volatile oil of *Eucalyptus citriodora*. Fitoterapia, Elsevier, 2020.

Ribeiro, J.C.; Ribeiro, W.L.C.; Camurc, A.; Vasconcelosa, A.L.; Macedoa, I.T.F.; Santos, J.M.L, et al. Efficacy of free and nano encapsulated *Eucalyptus citriodora* essential oils on sheep gastro-intestinal nematodes and toxicity for mice. V et Parasitol, 2014, 204, 243-48.

Roux, D. Conseil en aromathérapie. 2^{ème}éd, Pro- Officina, 2011, p 187.

Saba, I.; Iqbal, M.J.; Iqbal, M. Bioactivity of *Eucalyptus citriodora* leaves essential oil. Agrochemical, 2013, Vol. LVII - N. 2.

Sartorelli, P.; Marquioreto, A.A.; Baroli, M.E.L.; Liwa, P.R.H.; Moreno. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from species of *Eucalyptus(robusta-saligna)*.Phytotherapy.2007, 21(3), 231-33.

Shahi, S.K and Shahi M. P. Assessment of broad-spectrum control potential of *Eucalyptus citriodora* Hook oil against post-harvest spoilage of *Malus Pumilo* L. Journal of stored products and Postharvest Research, 2011, 2(8):170-175.

Shengping, P.J.Y.Q.Q and Lihua,L.C.W. Study of the niche transition of lesser Asian mite (*Tropilae lapsclareae*) in honey bee colony just after infection desynchronisation of larger varroa mite (*Varroa destructor*). Apiculture of China, 2011.

Références Bibliographiques

- Singh, H.P.; Kaur, S.; Negi, K.; Kumari, S.; Saini, V.; Batish, D.R et al.,** Assessment of *in vitro* antioxidant activity of essential oil of *Eucalyptus citriodora* (lemon-scented Eucalypt; Myrtaceae) and its major constituents LWT. Food Science and Technology, 2012, 48(2) : 237-241.
- Soidrou, S.H.** Eco-synergie et activité anti oxydante des mélanges tertiaires de trois plantes : l'*Eucalyptus citriodora*, le *Piper pyrifolium* et l'*Ocimum canum*. Quali REG, 2018. Les rencontres de l'agroalimentaire en océan Indien, Moroni, Comores.
- Steflitsch, W et Steflitsch, M.** Clinical Aromatherapy. Journal of Men's Health, 2008, 5(1), 2 - 4.
- Su, Y.C.; Ho, C.L.; Wang, E.I.; Chang, S.T.** Antifungal activities and chemical compositions of Eos from leaves of four *Eucalyptus*. Taiwan J. Sci, .2006, 21, 49-61.
- Taleb-Toudert K.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur le bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptear : Bruchidae). Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri, TiziOuzou, Algérie, 2015.
- Takahashi, T.; Kokubo, R.;&Sakaino, M.** Antimicrobial activities of Eucalyptus leaf extracts and flavonids form *Eucalyptus maculata*. Letters in Applied Microbiology, 2004, 39(1), 60-64.
- Tenover, C.** Mechanisms of Antimicrobial Resistance in Bacteria. The American Journal of Medicine, 2006, 119(6), 3-10.
- Tesseire, P.J.** : Chimie des substances odorantes. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 1991, p 480.
- Teuscher, E. ; Anton, R. ; &Lobstein, A.** Plantes aromatique : Epices, aromates, condiments et huile essentielles. Paris : Tec &DOC, 2005.
- Togola, A.; Silivie,P.; Seck,P.A.; Menozzi,P.; Nwilene,F.E. ; Glitho,I.A. ; et al.** Efficacité des huiles essentielles d'*Eucalyptus camaldulensis* et de *Cymbopogon citratus* dans la protection du riz stocké contre IOBC/WPRS. Bulletin,2014, 98, 203-11.
- Tolba, H.** Extraction des huiles essentielles des plantes de la flore algérienne, Etude des effets thérapeutiques en vue d'une application pharmaceutique. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 2017.

Références Bibliographiques

Valnet, M. Antibacterial activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth. *International Journal of Food Microbiology*, 2005, 85, 73-81.

Verma, R.S.; Padalia, R.C.; Pandey, V.; Chauhan, A. Volatile oil composition of vegetative and reproductive parts of lemon-scented gum (*Eucalyptus citriodora* Hook.). *J. Essent Oil Res*, 2013, 25, 452-457.

Warot, S. (2006). Les Eucalyptus utilisés en Aromathérapie. Préparatrice en pharmacie. Mémoire de fin de formation en phyto-aromathérapie, 2006.

Yahyaoui, N. Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Menthe Spicata* L sur *Rhyzoperla hudsoniana* (F.) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium confusum* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomique, option : Ecologie, INA, El-Harrach, 2005.

Zhiri, A. ; Mayaud, L. ; Bouhdid, S. ; Baudoux, D. ; Abrini, J. ; Aubert, G. Evaluation de l'activité bactéricide et bactériostatique des huiles essentielles vis-à-vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques. Congrès Francophone de Phytothérapie, Beyrouth, 2010.

Zulnely, Z.; Gusmailina, G.; Kusmiati, E. Prospects of *Eucalyptus citriodora* as essential oils potentially. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon*, 2015, 1(1), 120- 126.

Résumé

Cette étude a pour objectif de déterminer à travers une recherche bibliographique approfondie, les différentes propriétés physicochimiques et biologiques qui caractérisent l'espèce *Eucalyptus citriodora* Hook. (*Corymbia citriodora*). C'est une étude comparative entre l'espèce algérienne et celle des autres régions du monde.

Le rendement enregistré par cette espèce varie entre 0,2% et 4,6%, avec une valeur de 2,26% pour l'espèce algérienne. Les propriétés organoleptiques et physicochimiques sont en générale en accord avec les normes AFNOR, ce qui rend l'huile de cette espèce de bonne qualité.

Le citronellal est le composé chimique majoritaire d'*Eucalyptus citriodora* quel que soit sa localisation géographique, ce qui lui donne une odeur citronnée caractéristique et ce qui rend cette espèce à chémotype citronellal. Les autres composés sont le citronellol et l'isopulegol. D'autres chémotypes peuvent exister.

L'huile essentielle de cette espèce est très reconnue pour son activité insecticide surtout contre les moustiques, elle est aussi antibactérienne, antifongiques, anti oxydante et acaricide. Cette espèce est importante en agriculture et en industrie alimentaire et pharmaceutique, c'est l'une des plus importantes sources des huiles essentielles de parfumerie et du citronellal pour l'industrie chimique.

Mots clés : *Eucalyptus citriodora*, propriétés physicochimiques, propriétés biologiques

Abstract

The aim of this study is to determine, through in-depth bibliographic research, the different physicochemical and biological properties that characterize the species *Eucalyptus citriodora* Hook. (*Corymbia citriodora*). It is a comparative study between the Algerian species and that of other regions of the world.

The yield recorded by this species varies between 0.2% and 4.6%, with a value of 2.26% for the Algerian species. The organoleptic and physicochemical properties are generally in accordance with AFNOR standards, which make the oil of species of good quality.

Citronellal is the majority chemical compound of *Eucalyptus citriodora* regardless of its geographical location, which gives it a characteristic lemon odor and what makes this species with citronellal chemotype. The others compounds are citronellol and isopulegol. Other chemotypes may exist.

The essential oil of this species is very recognized for its insecticidal activity especially against mosquitoes, it is also antibacterial, antifungal, antioxidant and acaricidal. This species is important in agriculture and in the food and pharmaceutical industries; It is one of the most important sources of essential oils for perfumery and citronellal for the chemical industry.

Key words: *Eucalyptus citriodora*, physicochemical properties, biological properties

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد من خلال بحث بيبلوغرافي متعمق الخصائص الفيزيوكيميائية والبيولوجية المختلفة لأنواع الأوكالبتوس سترودورا هوك (*Eucalyptus citriodora* Hook) إنها دراسة مقارنة بين الأنواع الجزائرية والأنواع الأخرى من العالم.

يتراوح المردود الذي يسجله هذا النوع بين 0,2 % و 4,6 % بقيمة 2,26 % للنوع الجزائري. الخصائص الحسية و الفيزيوكيميائية تتوافق بشكل عام مع معايير AFNOR, مما يجعل زيت هذا النوع ذو نوعية جيدة.

السترونيلال هو المركب الكيميائي السائد عند نوع (*Eucalyptus citriodora*) مهما كان موقعها الجغرافي، مما يمنحه رائحة الليمون المميزة وما يجعل هذا النوع ذو نمط كيميائي سترونيلال. المركبات الأخرى هي السترونيلول ايزوبوليغول. قد توجد أنماط كيميائية أخرى.

الزيت العطري لهذا النوع معروف جدا لنشاطه المبيد الحشري خاصة عند البعوض، كما انه مضاد للأكسدة ومضاد للالتهابات. هذا النوع مهم في الزراعة و في صناعة الأغذية و الأدوية، وهو من أهم مصادر الزيوت الأساسية لصناعة العطور، و مصدر السترونيلال للصناعات الكيميائية.

الكلمات المفتاحية: أوكالبتوس سترودورا، الخصائص الفيزيوكيميائية، الخصائص البيولوجية.

Année Universitaire : 2019/2020

Présenté par : Miloudi Rim
Benzerguine Khaoula
Berkan Rania

Etude des propriétés physicochimiques et biologiques d' *Eucalyptus citriodora* Hook.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Toxicologie

Résumé :

Cette étude a pour objectif de déterminer à travers une recherche bibliographique approfondie, les différentes propriétés physicochimiques et biologiques qui caractérisent l'espèce *Eucalyptus citriodora* Hook. (*Corymbia citriodora*). C'est une étude comparative entre l'espèce algérienne et celle des autres régions du monde. Le rendement enregistré par cette espèce varie entre 0,2% et 4,6%, avec une valeur de 2,26% pour l'espèce algérienne. Les propriétés organoleptiques et physicochimiques sont en générale en accord avec les normes AFNOR, ce qui rend l'huile de cette espèce de bonne qualité.

Le citronellal est le composé chimique majoritaire d'*Eucalyptus citriodora* quel que soit sa localisation géographique, ce qui lui donne une odeur citronnée caractéristique et ce qui rend cette espèce à chémotype citronnellal. Les autres composés sont le citronellol et l'isopulegol. D'autres chémotypes peuvent exister.

L'huile essentielle de cette espèce est très reconnue pour son activité insecticide surtout contre les moustiques, elle est aussi antibactérienne, antifongiques, anti oxydante et acaricide.

Cette espèce est importante en agriculture et en industrie alimentaire et pharmaceutique, c'est l'une des plus importantes sources des huiles essentielles de parfumerie et du citronellal pour l'industrie chimique.

Mots clés : *Eucalyptus citriodora*, propriétés physicochimiques, propriétés biologiques

Laboratoire de recherche :

Laboratoire de pharmacologie et toxicologie de l'Université Constantine1.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Dr Dalichaouch Souhaila (MCA- Université Salah Boubnider Constantine 3)

Rapporteur : Dr Atmani-Merabet Ghania (MCB- Université Salah Boubnider Constantine 3)

Examineur : Dr Brik Nassima (MAHU-Université Salah Boubnider Constantine 3)

Date de soutenance : 17 Septembre 2020