



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 متنوري 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 :

---

## Synthèse des propriétés physicochimiques et biologiques d'*Eucalyptus globulus* Labill.

---

Présenté et soutenu par : *ARIBA FATIMA ZAHRA*

Le 17/09/2020

*BENCHIHEB HAYET*

*DENECHÉ SARA*

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*

*On tient à exprimer nos profonds remerciements et notre Reconnaissance à notre encadreur, le Docteur Atmani-Merabet Ghania qui a su, à sa façon, nous conseiller et nous orienté tout au long de la réalisation de ce travail.*

*On remercie vivement Dr Dalichaouch qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire*

*Nos sincères remerciements pour Dr Brik qui a accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.*

*Nos respects et notre reconnaissance pour nos enseignants de la filière de toxicologie.*

*Toutes nos salutations à tous nos collègues de la promotion de master 2019-2020*

*A toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de nos très vifs remerciements*



## *Dédicace*

*Je voudrais dédier ce travail...*

*A l'esprit de ma pure grande mère, une fée dont le rêve était d'atteindre cette haute position.*

*A mes très chers parents, ceux qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours universitaire et qui se sont sacrifiés pour moi.*

*A mon cher frère Ahmed et ma chère sœur Khadîdja son mari et son fils Amir, pour leur aimable soutien.*

*A toute ma famille et mes proches, qu'ils m'ont encouragé même avec un mot gentil.*

*A tous mes amis de l'étude, en particulier FATIMA et SAARA, vous êtes mes meilleures amies, merci pour votre coopération et pour l'intensification de vos efforts avec moi pour accomplir ce merveilleux travail.*

**HAYET**



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes très chers parents*

*Qui m'ont toujours encouragé et soutenus tout au long de mes études.*

*A mes chers frères et mes chères sœurs*

*Qui m'ont soutenue dans les moments les plus difficiles.*

*A les petites : Darine, Mouhamed Amine et Djade .*

*A toute la famille Ariba.*

*A Hayet et Sara.*

*A tous mes amis et camarades.*

*A toutes les personnes*

*Qui de près ou de loin, m'ont aidé.*

**FATIMA**



## *Dédicace*

*C'est avec profonde gratitude et sincères mots que je*

*dédie ce travail à :*

*A mon père Toufik, exemple de sacrifice et source de patience et de  
générosité*

*A ma mère, la reine et la lumière de ma vie*

*Merci d'être tout simplement mes parents, merci pour tous vos  
sacrifices pour que vos enfants grandissent et prospèrent*

*A mes précieuses sœurs Rayanne, Lina, Nada*

*A toute la promotion 20019/2020 sans oublier tous les professeurs et  
mes chères camarades Hayat et Fatima*

**SARA**

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
(1)	Distribution géographique d' <i>Eucalyptus globulus</i> en Algérie	23
(2)	Compositions chimiques des Huiles essentielles d' <i>Eucalyptus globulus</i>	30
(3)	Rendements de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	37
(4)	Caractéristiques organoleptiques de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	38
(5)	Caractéristiques physicochimiques de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	39
(6)	Composition chimique de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	41
(7)	Activités antibactériennes de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	46
(8)	Activités antifongiques de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	49
(9)	Activités anti oxydantes de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	51
(10)	Activités insecticides de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i>	53

## *Liste des Figures*

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Figure 1	Structure de l'isoprène (2-méthyl buta-1,3-diène)	6
Figure 2	Structures de quelques monoterpènes	6
Figure 3	Structures de quelques sesquiterpènes	7
Figure 4	structure de quelques composés aromatiques	8
Figure 5	Structure de quelques arènes dérivées du phenylpropane	8
Figure 6	Montage d'extraction par la technique d'hydro distillation	10
Figure 7	Principe de distillation a la vapeur	10
Figure 8	Schéma démonstratif d'une expression à froid à l'aide d'une presse	11
Figure 9	Schéma du principe d'extraction par CO <sub>2</sub> supercritique	12
Figure 10	Montage de l'extraction assistée par micro-ondes	13
Figure 11	Aire de répartition d' <i>Eucalyptus globulus</i> dans le monde	21
Figure 12	Répartition des <i>Eucalyptus</i> dans le monde	22
Figure 13	Séchage des feuilles d' <i>Eucalyptus globulus</i>	24
Figure 14	Arbre d' <i>Eucalyptus globulus</i>	26
Figure 15	<i>Eucalyptus globulus</i> à tronc qui se divise au sol	27
Figure 16	<i>Eucalyptus globulus</i> a tronc unique	27
Figure 17	Jeunes feuilles d' <i>Eucalyptus globulus</i>	28
Figure 18	Feuilles adultes d' <i>Eucalyptus globulus</i>	28
Figure 19	Fleurs d' <i>Eucalyptus globulus</i>	28
Figure 20	Fruit d' <i>Eucalyptus globulus</i>	29

Figure 21	Structure chimique de l'eucalyptol (1,8- cinéole)	31
Figure 22	Effet d' <i>Eucalyptus globulus</i> sur la croissance de <i>Candida albicans</i>	35
Figure 23	Huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i>	38
Figure 24	Teneur du 1,8-cinéole dans différentes régions d'Algérie	43
Figure 25	Teneur du 1,8-cinéole en Algérie et dans d'autres régions du monde	43
Figure 26	Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne	46
Figure 27	Courbe dose-réponse de l'évolution de l'espèce <i>Aspergillus</i> après traitement avec de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> et avec du 1,8-cinéole	48
Figure28	Principe du test DPPH	51

## *Liste des abréviations*

AFNOR	Association Française de Normalisation
ISO	International Standard Organisation
HEs	Huiles essentielles
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
CPG/SM	Chromatographie en phase gaz couplée à une spectroscopie masse
SC	Supercritique
TC	Carbone inorganique Total
spp	Plusieurs espèces
DPPH	2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl
CL <sub>50</sub>	Concentration Létale Médiane.
E	Eucalyptus
µg	Microgrammes

# Table des matières

Remerciements.....	i
Dédicaces.....	ii
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures.....	vi
Liste des abréviations.....	vii
Table des matières.....	vii
Introduction.....	1
<b>Chapitre I : Généralités sur les huiles essentielles</b>	
I-1 Définition.....	3
I-2 Historique.....	3
I-3 Répartition et localisation des huiles essentielles .....	4
I-4 Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	4
I-5 Fonctions biologiques des huiles essentielles .....	5
I-6 Variabilité des huiles essentielles .....	5
I-7 Composition chimique.....	5
I-7-1 Terpènes.....	5
I-7-2 Composés aromatiques .....	8
I-7-3 Composés d'origines diverses .....	8
I-8 Notion de chémotype.....	9
I-9 Techniques d'extraction des huiles essentielles .....	9
I-10 Propriétés et utilisation des huiles essentielles .....	13
I-11 Conservation des huiles essentielles .....	14
I-12 Méthodes d'analyses et contrôles de qualité des huiles essentielles .....	15
I-12-1 Rendement.....	15

I-12-2 Propriétés organoleptiques.....	15
I-12-3 Caractéristiques physico-chimiques.....	16
I-12-4 Analyses chromatographiques.....	17
I-12-5 Chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	18
I-12-6 Spectrométrie de masse (SM).....	19
I-12-7 Couplage CPG-SM.....	19
I-13 Toxicité des huiles essentielles .....	19
<b>Chapitre II : Description d'<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.</b>	
II-1 Historique et origine de la plante .....	21
II-2 Répartition géographique de la plante en Algérie .....	22
II-3 Culture et récolte .....	24
II-4 Mode de reproduction .....	24
II-5 Classification de la plante .....	25
II-6 Description morphologique .....	25
II-7 Principaux constituants d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	29
II-8 Les pays producteurs des huiles essentielles .....	31
II-9 Utilisations de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	31
II-9-1 Utilisation interne.....	32
II-9-2 Utilisation externe.....	32
II-9-3 Utilisation en écologie.....	33
II-10 Activités biologiques des huiles essentielles d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	33
II-11 Toxicité des huiles essentielles d' <i>Eucalyptus</i> .....	35
<b>Chapitre III</b>	
<b>Etude des propriétés d'<i>Eucalyptus globulus</i> Labill</b>	
III-1 Etude analytique de L'huile essentielle d' <i>E.globulus</i> .....	37
III-1-1 Rendement .....	37

III-1-2 Caractéristiques organoleptiques.....	38
III-1-3 Caractéristique Physicochimiques.....	39
III-1-4 Composition chimique de l'HE d' <i>E.globulus</i> .....	40
III-2 Activités biologiques de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	44
III-2-1 Activité antibactérienne.....	44
III-2-2 Activité antifongique.....	48
III-2-3 Activité anti oxydante.....	49
III-2-4 Activité insecticide.....	52
III-2-5 Activité acaricide.....	55
<b>Conclusion générale</b> .....	56
<b>Références bibliographiques</b> .....	57

# **Introduction**

Depuis longtemps l'Homme reconnaît et utilise les plantes pour se nourrir et pour traiter diverses maladies (Ali - Delille, 2013). On estime que deux tiers des médicaments actuels ont une origine naturelle (Newmann et al., 2007): obtenus par héli-synthèse, à partir d'un pharmacophore ou par modification d'un produit naturel, composés issus des biotechnologies, vaccins, composés d'origine végétale, microbiologique ou animale. Seul un tiers des médicaments commercialisés possède donc une origine purement synthétique.

Il y a environ près de 240 000 à 300 000 espèces de plantes à fleur sur terre. Moins de 10% de ces espèces auraient été étudiées scientifiquement pour leurs propriétés pharmacologiques (Anthony et al., 2005 ; Diallo, 2000).

Aujourd'hui encore, la science confirme les différentes vertus des plantes aromatiques, de leurs huiles essentielles et de leurs extraits bruts dont les domaines d'application sont très variés, ils sont très utilisés dans l'industrie alimentaire comme additifs, dans les cosmétiques, les parfumeries, et dans les industries de savon et de détergents en volume impressionnant. Elles rentrent également dans la composition de plusieurs médicaments, sous forme de crèmes, gélules et suppositoires (Yahyaoui, 2005).

La flore Algérienne regorge d'une importante réserve de plante a caractères aromatique et médicinale. Cette flore est estimée à 3139 espèces (Quezel et Santa, 1963). Zeraia dénombre quant à lui à peu près 168 espèces endémiques spécifiques de l'Algérie. Toutefois certaines espèces introduites se sont bien adaptées à ces différents écosystèmes, et ont proliférées de manière naturelle pour constituer une essence forestière de premier ordre ; c'est le cas de l'*Eucalyptus*, introduit par les français vers 1850 [Chevalier, 1952]. Le genre *Eucalyptus* de la famille des Myrtacées dont les espèces sont riches en huiles essentielles, compte plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral Algérien ainsi que dans ses régions internes (Benazzedine, 2010 ; INRF 1996).

Dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne et à travers une étude approfondie, on s'est intéressé à l'espèce *Eucalyptus globulus*. Ce choix est justifié par le fait que cette plante est riche en principes actifs (huiles essentielles)et possède des activités biologiques diverses et importantes (Atmani-Merabet, 2018 ; Daroui-Mokadem, 2011 ; Derwich et al., 2009 ; Kabsi, 2011 ; Koziol, 2015).

Le présent travail est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les huiles essentielles, le deuxième au genre *Eucalyptus* et plus particulièrement à l'espèce *Eucalyptus globulus*. Dans le dernier chapitre, on aborde les propriétés physicochimiques et biologiques d'*Eucalyptus globulus*. Notre étude se termine par une conclusion et des perspectives. .

# **Chapitre I**

## **Généralités sur les huiles essentielles**

## I-1 Définition

Les huiles essentielles sont des produits de composition généralement assez complexe qui renferment les principes volatils contenus dans les végétaux (définition Pharmacopée) (**Andriamanantoanina, 1984**).

Les huiles essentielles se trouvent en très grande variété dans le règne végétal et dans tous les organes des plantes : la partie florale, les feuilles, les rhizomes, les fruits, l'écorce, ou les sucs résineux (**Bruneton, 1987**). Elles sont obtenues soit par entraînement à la vapeur d'eau des végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression de péricarpe frais (**Burt, 2004 ; Kalemba, 2003**).

AFNOR (Association Française de Normalisation : AFNOR, Edition 2000) a défini les huiles essentielles comme étant : « Des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles par distillation à l'eau ou à la vapeur d'eau, soit à partir des fruits de Citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques ».

## I-2 Historique

L'utilisation des huiles essentielles remonte à la Haute antiquité. En effet, 4000 ans avant J.C., les Egyptiens préparaient déjà l'essence de cèdre par distillation sèche et effectuaient aussi les momifications suivant une technique très minutieuse à l'aide d'essences aromatiques dont ils avaient remarqué les propriétés antiseptiques. La première essence signalée dans un traité médical est celle du romarin utilisée au XIII<sup>e</sup> siècle pour ses propriétés curatives. Le romarin est connu depuis l'Antiquité pour son parfum balsamique (**Nourachani, 2010**).

Les huiles essentielles furent étroitement associées à la médecine grâce au célèbre médecin et philosophe Ibn Sinna « Avicenne » (980-1037), qui produisit la première huile essentielle pure de *Rosa centifolia* avec l'invention du serpentín permettant le refroidissement rapide de la vapeur aromatique ce qui donna un nouvel essor à la médecine par les plantes.

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, un français du nom de René Maurice Gattefossé (1881-1950), s'investit dans l'étude des huiles essentielles et de leurs vertus médicinales, c'est le père de l'aromathérapie. En se brûlant les mains lors d'une explosion au laboratoire, il eut le réflexe génial de plonger ses mains dans un récipient rempli de l'huile essentielle de

lavande ; la plaie guérit très vite et étonné, il décida alors d'étudier les huiles essentielles et leurs propriétés (**Atmani-Merabet, 2018**).

Enfin, Dans les années 1960, le docteur Jean Valnet (1920-1995) reprit les travaux de Gattefossé et publia des ouvrages de référence (*Aromathérapie, Traitement des maladies par les essences des plantes*, 1964). Ils sont tous les deux considérés comme les pères de l'aromathérapie moderne.

### I-3 Répartition et localisation des huiles essentielles

L'huile essentielle est la sécrétion naturelle de la plante. Elle est élaborée par ses organes sécréteurs qui sont localisés dans les différentes parties des plantes et des arbres aromatiques. Ce peuvent être de minuscules cellules épidermiques dans les pétales de la rose ou des poils sécréteurs disposés à la périphérie des calices floraux, des feuilles et des tiges chez les labiées (Thymus , Eucalyptus) ou des grosses cellules disposées au sein même des tissus végétaux : tiges écorces, racines , feuilles , semences (**Daniel et Max, 2004**).

### I-4 Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles contiennent les principes odorants responsables de l'arôme caractéristique de chaque végétal. Elles sont, de ce fait, constituées de substances à forte odeur aromatique. Habituellement, elles sont liquides, faiblement colorées, de densité inférieure à celle de l'eau (0,759 à 1,096), à l'exception de quelques essences : celles de la cannelle, du girofle et du sassafras (**Valisolalao, 1989 ; Valnet, 1990**).

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 (**Ouis, 2015**).

Elles sont peu polaires donc peu solubles dans l'eau, mais solubles dans la plupart des solvants organique, elles sont également très sensibles à l'oxydation et ont tendance à se polymériser pour former des produits résineux (**Foudil Cherif, 2005**).

## I-5 Fonctions biologiques des huiles essentielles

La volatilité et l'odeur caractéristique des huiles essentielles font qu'elles contribuent à la communication entre les végétaux. En effet, ces substances jouent un rôle non négligeable dans la pollinisation et la dispersion des spores. Souvent, elles constituent un moyen de défense vis-à-vis des pathogènes (microorganismes, champignons, insectes et herbivores) et parfois elles semblent avoir une action télétoxique sur la germination. Ces diverses actions sont facilitées par la localisation périphérique des éléments sécréteurs. La complexité de la composition des huiles permet le transfert des « messages » complexes et sélectifs (**Bruneton, 1987 ; Randriantsoa, 2004**).

## I-6 Variabilité des huiles essentielles

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 c'est-à-dire lié aux techniques d'exploitation de matériel végétal. En effet, de profondes modifications s'opèrent lors du séchage, du stockage, de l'extraction et du conditionnement (**Evans, 1996**).

## I-7 Composition chimique

Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylethane (**Kurkin, 2003**).

### I-7-1 Terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures formés par assemblage de deux ou plusieurs unités isopréniques ce sont des polymères de l'isoprène de formule brute  $(C_5H_8)_n$  (**Ouis, 2015**). (Figure : 1). Les terpènes sont très répandus dans la nature. En effet, les plantes vasculaires produisent des terpènes volatils, notamment au niveau des organes foliaires. Ces molécules sont synthétisées à la suite du couplage d'au moins deux entités à 5 carbones dont la structure est celle de l'isoprène ou 2-méthyl buta-1,3-diène (**Banthorpe et al., 1991**).

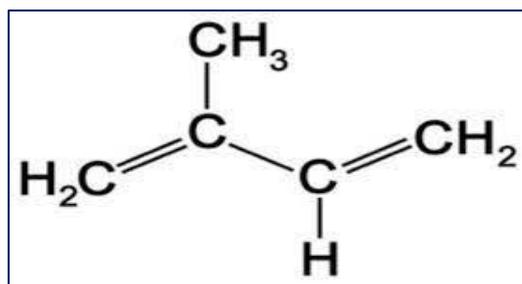


Figure 1 : Structure de l'isoprène (2-méthyl buta-1,3-diène).

Selon le nombre de résidus isoprènes que groupent les composés terpéniques, on distingue : les Hemiterpènes (n=1), les Monoterpènes (n=2), les Sesquiterpènes (n=3), les Triterpènes (n=6), les Tétraterpènes (n=8) et les Polyterpènes. On trouve aussi les poly terpènes (n isoprènes) qui comprennent par exemple le caoutchouc et la gutta-percha (Benayad, 2008).

### a- Hemiterpènes

Une cinquantaine d'Hemiterpènes sont connus. Ils sont représentés par des alcools, des esters ou encore des aldéhydes mais ils restent généralement minoritaires dans les huiles essentielles.

### b-Monoterpènes C<sub>10</sub>

Ce sont des molécules en C<sub>10</sub>, les plus répandues dans les huiles essentielles en général. Ils peuvent être linéaires, monocycliques ou bicycliques. La plupart de ces composés possèdent des centres asymétriques et sont donc optiquement actifs. Dans la nature, on ne retrouve fréquemment qu'un seul des stéréo-isomères (Figure : 2).

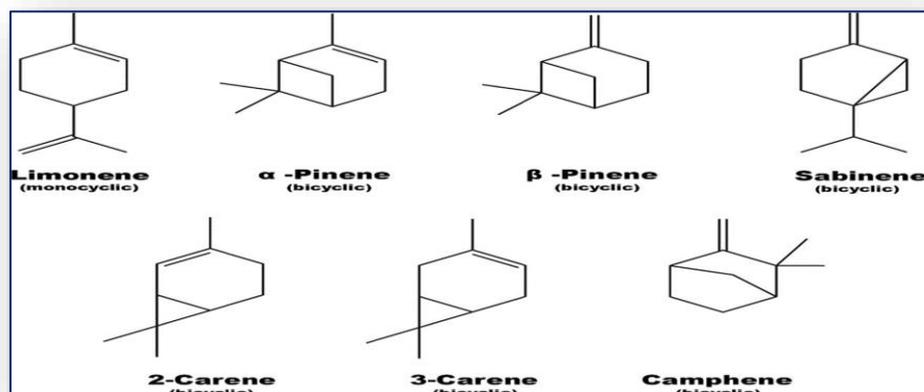


Figure 2 : Structures de quelques monoterpènes.

### c- Sesquiterpènes C<sub>15</sub>

Constitués par assemblage de trois unités isoprènes, et donc de 15 atomes de carbone. Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. Ces deux derniers types sont les plus fréquents. D'autres structures peuvent être rencontrées comme des peroxydes ou des lactones (Figure : 3).

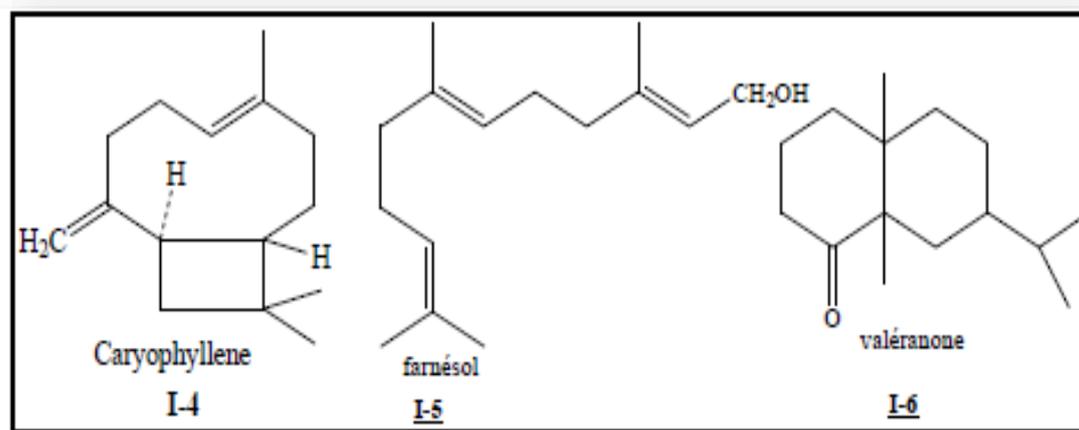


Figure 3 : Structures de quelques sesquiterpènes.

### d- Diterpènes C<sub>20</sub>

Les diterpènes dérivent bio synthétiquement du Pyrophosphate de géranyl géranyl. Ils peuvent être acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, tétracyclique ou macrocycliques. Un des exemples les plus simples de di-terpène acyclique mais également un des plus importants est le phytol, qui est à l'origine de la chaîne latérale de la chlorophylle. Il est donc très présent dans les plantes. Le substitut phytole se retrouve également dans la vitamine K1 (Dewick, 2002).

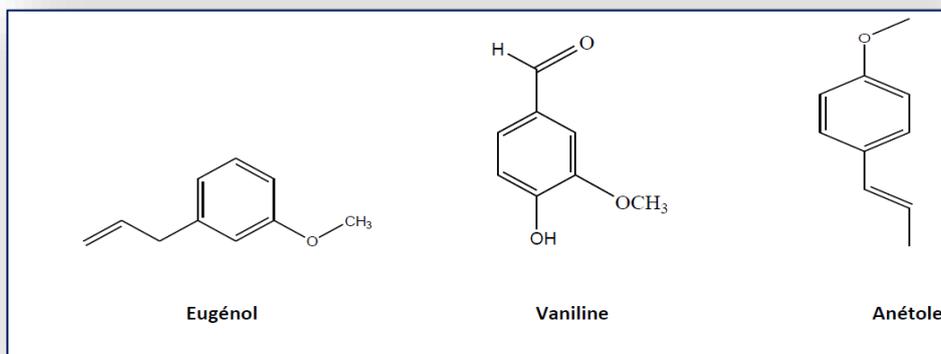
### e- Triterpènes et Tétra terpènes

Il existe plus de 1700 Triterpènes dans la nature, dont la majorité est sous forme tétra cyclique ou penta cyclique. La forme acyclique étant très rare. Le squalène (triterpène acyclique) est le précurseur des autres triterpènes et aussi des stéroïdes végétaux (Breitmaier, 2006).

Les caroténoïdes sont des Tétraterpènes, les plus typiques étant les apos caroténoïdes et les diapos caroténoïdes.

### I-7-2 Composés aromatiques

Les composés aromatiques dérivés du phenylpropane sont moins fréquents, mais néanmoins très importants: eugénol, anéthol, vaniline etc. (Figure : 4)

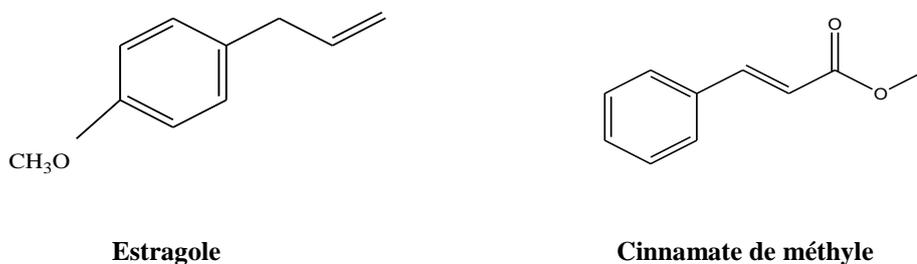


**Figure 4 : structure de quelques composés aromatiques.**

Ces composés aromatiques constituent un ensemble important, car ils sont généralement responsables des caractères olfactifs et organoleptiques des huiles essentielles : par exemple, l'eugénol est responsable de l'odeur du clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) (Hurtel, 2006).

### I-7-3 Composés d'origines diverses

Ce sont des produits résultants de la transformation de molécules non volatiles. Ces composés contribuent aux arômes de fruits. Compte tenu de leur mode de préparation, les concrètes et les absolues peuvent en renfermer. Il en est de même pour les huiles essentielles, lorsqu'elles sont entraînaibles par la vapeur d'eau (Bruneton, 1999). (Figure : 5).



**Figure 5 : Structure de quelques arènes dérivées du phenylpropane.**

## I-8 Notion de chémotype

La notion de chémotype (chimiotype ou encore race chimique) est une notion clé en aromathérapie. Terme utilisé pour la première fois en 1968 par le Dr R. Santesson et son fils, le chémotype est alors défini comme un « groupe chimiquement défini au sein d'une population d'individus morphologiquement indiscernables » (**Keefover-Ring, 2009**). Le chémotype d'une HE est une référence précise qui indique le composant biochimique majoritaire ou distinctif, présent dans l'HE. C'est l'élément qui permet de distinguer une huile essentielle extraite d'une même variété botanique mais, d'une composition biochimique différente.

Cette classification permet de sélectionner les HEs pour une utilisation plus précise, et plus efficace. Ce polymorphisme chimique existe chez certaines espèces : *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata*, *Origanum vulgare*. Il est important de noter que les HEs à chémotype différent présentent non seulement des activités différentes mais aussi des toxicités très variables (**Pibiri, 2005**).

## I-9 Techniques d'extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont obtenues avec des rendements très faibles (environ 1%) ; ce qui les rend des substances fragiles, précieuses et rares. Il existe différentes méthodes pour les extraire, le choix de la méthode la plus adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, et l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction (**Samate Abdoul, 2001**).

### ➤ Hydrodistillation

Le principe de l'hydrodistillation est celui de la distillation des mélanges binaires non miscibles. Elle consiste à immerger la biomasse végétale dans un alambic rempli d'eau, que l'on porte ensuite à l'ébullition. La vapeur d'eau et l'essence libérée par le matériel végétal forment un mélange non miscible. Les composants d'un tel mélange se comportent comme si chacun était tout seul à la température du mélange. Cette méthode est simple dans son principe et ne nécessite pas un appareillage coûteux. Cependant, à cause de l'eau, de l'acidité, de la température du milieu, il peut se produire des réactions d'hydrolyse, de réarrangement, d'oxydation, d'isomérisation, etc. qui peuvent très sensiblement conduire à une dénaturation (Figure : 6).

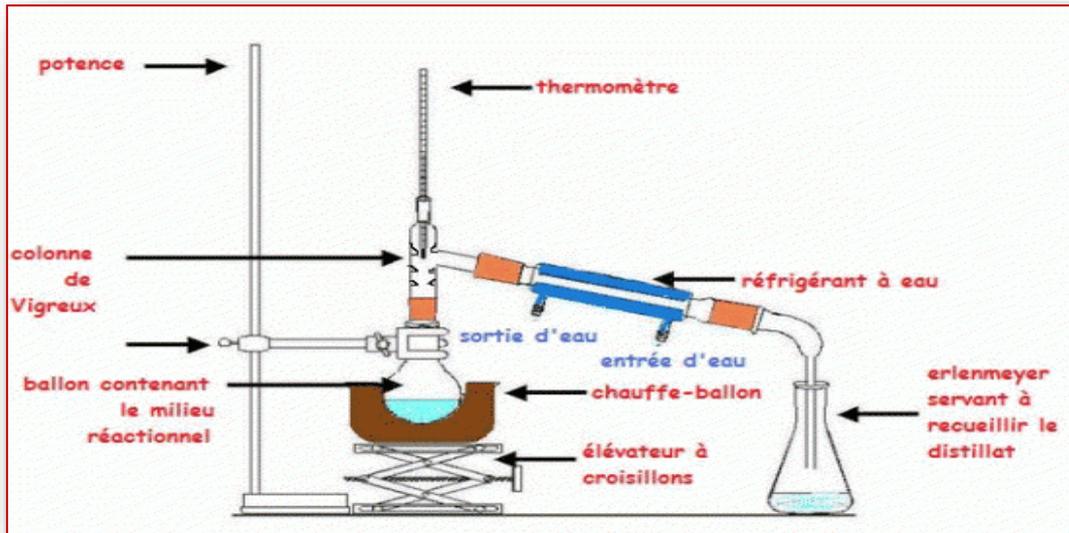


Figure 6: Montage d'extraction par la technique d'hydrodistillation.

(<https://www.eucalyptustupe.e.moniste.com>)

#### ➤ Entraînement à la vapeur d'eau

Les méthodes d'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau sont basées sur le fait que la plupart des composés volatils contenus dans les végétaux sont entraînaables par la vapeur d'eau, du fait de leur point d'ébullition relativement bas et de leur caractère hydrophobe. Sous l'action de la vapeur d'eau introduite ou formée dans l'extracteur, l'essence se libère du tissu végétal et entraînée par la vapeur d'eau. Le mélange de vapeurs est condensé sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par décantation (**Bruneton, 1993**) (Figure : 7).

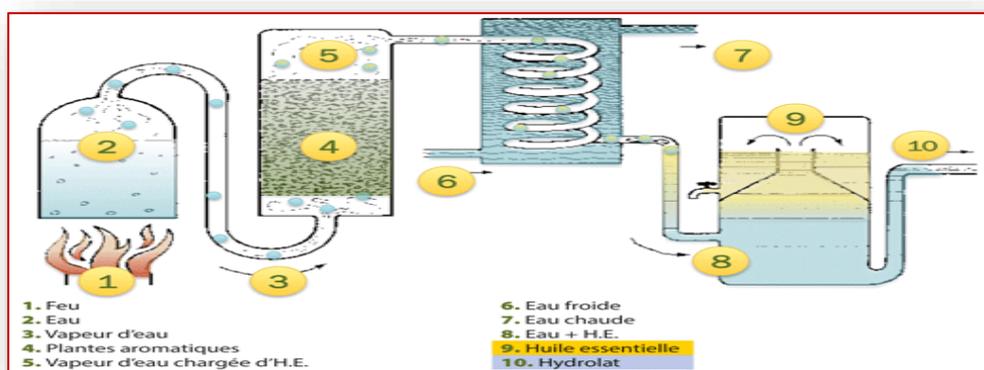
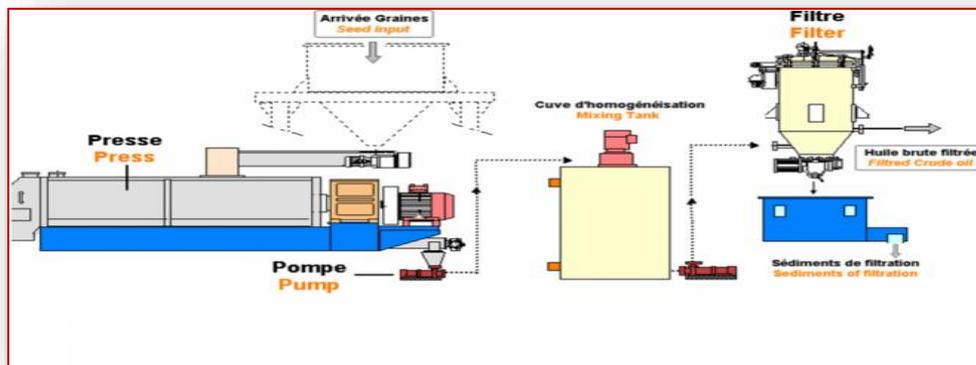


Figure7 : Principe de distillation a la vapeur.

(Aromathérapieetbieneterbio.over-blog.com 12 mars2017)

➤ **Expression à froid**

L'expression à froid est réservée à l'extraction des composés volatils dans les péricarpes des hespéridés. Il s'agit d'un traitement mécanique qui consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices. L'essence libérée est recueillie par un courant d'eau et reçoit tout le produit habituel de l'entraînement à la vapeur d'eau, d'où la dénomination d'huile essentielle (Martini et Seiller, 1999). Cette technique est la plus simple pour recueillir les huiles essentielles, mais elle est aussi la plus limitée. Elle consiste à écraser par différents moyens les écorces des fruits de façons à faire éclater les poches situées à leur surface et renfermant l'huile essentielle. On utilise différents moyens pour réaliser cette extraction : manuellement, mécaniquement à l'aide d'une centrifugeuse ou d'une presse (Figure : 8).



**Figure 8 : Schéma démonstratif d'une expression à froid à l'aide d'une presse**  
(<http://tpe-huiles-essentielles-2014-2015.e-monsite.com>)

➤ **Extraction par CO<sub>2</sub> supercritique :**

L'utilisation du CO<sub>2</sub> supercritique (CO<sub>2</sub> SC) comme solvant d'extraction de molécules organiques à partir de plantes est apparue au stade industriel vers la fin des années 1970. Le CO<sub>2</sub> de par ses propriétés physico-chimiques (incolore, inodore, non toxique, non inflammable) est le fluide supercritique le plus utilisé. De plus, du fait de ses conditions critiques modérées ( $T_c = 31\text{ °C}$ ,  $P_c = 73,8\text{ bars}$ ), le CO<sub>2</sub>SC est très rapidement apparu comme un candidat particulièrement approprié à l'extraction végétale, et ce notamment comme alternative aux solvants organochlorés pour absorber les molécules odorantes.

Les étapes d'extraction par ce procédé sont les suivantes: la matière à traiter est chargée dans un extracteur dans lequel on fait circuler du gaz carbonique à l'état supercritique (mis sous pression et chauffé). Le gaz absorbe alors les substances odorantes. Ensuite, il est

détendu, c'est-à-dire que l'on abaisse sa pression, et il revient ainsi à l'état gazeux. Cette opération réalisée dans un séparateur, permet de récupérer l'extrait parfumé par décantation, l'absolue. Le gaz est récupéré et recyclé pour de nouvelles opérations.

Cette méthode d'extraction est particulièrement douce, car la matière à traiter (fleurs, feuilles) n'est pas soumise à de hautes températures et ne subit par conséquent aucune dégradation. Autre avantage majeur de ce mode d'extraction réside dans l'absence de trace indésirable inhérente à l'extraction par solvant volatil, si bien que l'extrait obtenu est particulièrement pur et de très grande qualité (Figure : 9).

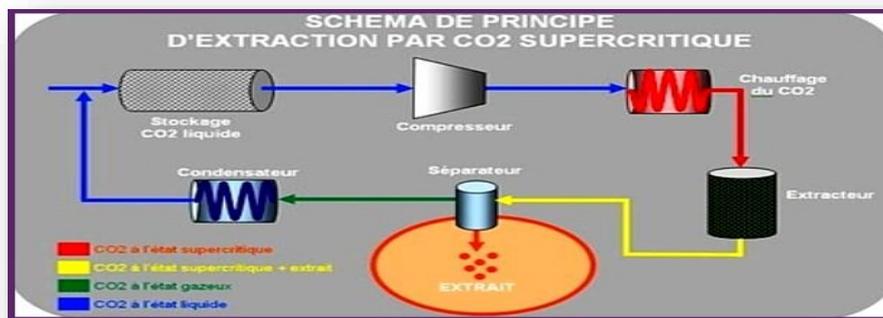


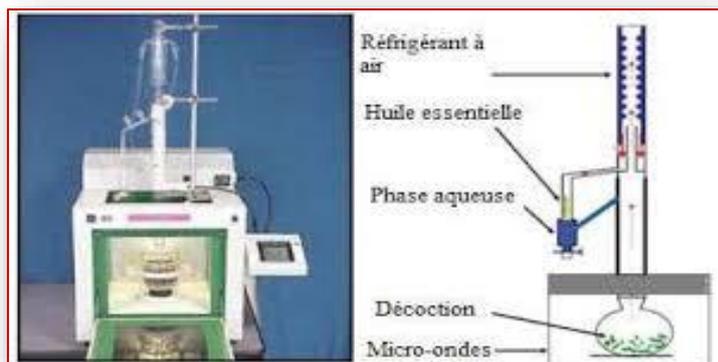
Figure 9: Schéma du principe d'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique.

(Marinelle baladesphotos.fr)

#### ➤ Extraction assistée par micro-onde:

Les micro-ondes agit sur certaines molécules, telles que l'eau, qui absorbent l'onde, et convertissent son énergie en chaleur. Dans une plante, les micro-ondes sont absorbées par les parties les plus riches en eau (les vacuoles, véritables réservoirs liquides des cellules), puis convertis en chaleur. Ils en résultent une soudaine augmentation de la température à l'intérieur du matériel, jusqu'à ce que la pression interne dépasse la capacité d'expansion des parois cellulaire.

La vapeur détruit la structure des cellules végétales, et les substances situées à l'intérieur des cellules peuvent alors s'écouler librement à l'extérieur du tissu biologique, et l'huile essentielle est entraînée par la vapeur d'eau. L'avantage essentiel de ce procédé est de réduire considérablement, la durée de distillation (ramenée à quelques minutes) et incrémente le rendement d'extrait (Duval, 2012) (Figure : 10).



**Figure 10 : Montage de l'extraction assistée par micro-ondes  
(photo de Wikipédia)**

## **I-10 Propriétés et utilisation des huiles essentielles**

Les huiles essentielles ont des propriétés pharmacologiques nombreuses et variées. Elles peuvent être: anti-infectieuses, anti-inflammatoires, antispasmodiques, antimicrobiennes, anti-oxydantes, cytotoxiques, acaricides et anticancéreuses (**Abe et Inouye, 2007; Abou Fatima et al., 2007; Atmani-Merabet, 2018 ; Bardeau, 2009 ; Brossard et al., 2009 ; Steflitsch 2008**).

Elles sont utilisées dans certains médicaments, en parfumerie, en cosmétiques, en thérapeutique ou comme agent dans l'alimentation.

### **➤ En alimentation**

Les huiles essentielles jouent un rôle capital dans l'aromatisation des aliments. En effet, elles donnent la saveur aux condiments (poivre, gingembre) et aux aromatisants (menthe, anis, oranger, thym, laurier). A faible dose, certaines substances ont un effet favorable sur la digestion, ce qui explique leur utilisation en liquoristerie (essence d'anis ou de badiane). Les huiles essentielles entrent dans leurs diverses propriétés, dans la composition des arômes employés de manière fréquente aujourd'hui dans tous les produits alimentaires comme les plats cuisinés ou prêts à l'emploi (**Bruneton, 1999 ; Valisolalao, 1989**).

### **➤ En parfumerie**

Les huiles essentielles sont des matières premières importantes dans l'industrie des parfums. L'enfleurage se révèle alors être la méthode d'extraction la plus appropriée.

L'industrie de la parfumerie traite d'importants tonnages d'essences telles que celles de rose, de jasmin, de citron ou de santal (**Bruneton, 1999 ; Valisolalao, 1989**).

➤ **En cosmétologie**

Beaucoup des huiles essentielles ont des propriétés intéressantes dans le domaine de la cosmétologie, c'est le cas par exemple :

- du basilic et du romarin à propriétés tonifiantes.
- du romarin et du thym qui ont des propriétés antipelliculaires.
- de la rose et de la lavande qui stimulent la régénération des cellules dermiques.

Présentement, on préfère utiliser des produits naturels qui sont censés ne pas avoir d'effets secondaires graves par rapport aux produits de synthèse. En effet, il ne faut pas oublier que « naturel » ne signifie pas non toxique (**Bruneton, 1987 ; Valisolalao, 1989**).

➤ **En thérapeutique**

Les HEs ont depuis longtemps été employés pour leurs effets thérapeutiques. Elles sont utilisées en particulier en raison de leurs vertus antibactériennes, telles l'action antiseptique des voies respiratoires des essences d'Eucalyptus ou du Niaouli. Elles sont administrées par massages, inhalations, vaporisation ou dans le bain (**Bruneton, 1987**).

## **I-11 Conservation des huiles essentielles**

L'instabilité relative de molécules qui constituent les HEs rend leur conservation délicate. Trois facteurs interviennent dans l'altération des huiles essentielles :

**La température :** obligation de stockage à basse température (entre 8° et 25°C).

**La lumière :** stockée dans l'obscurité et dans un récipient opaque, brune de préférence.

**L'oxygène :** les flacons doivent être entièrement remplis et fermés de façon étanche, il est possible de recouvrir à l'adjonction d'antioxydants. La durée de conservation admise est de 2 à 5 ans (**Bruneton, 1993**).

Les règles d'emballage, de conditionnement et de conservation ont été établies par l'agence française de normalisation (AFNOR), dans sa norme NFT75-001 (1996) ou par l'organisation internationale de normalisation (ISO) dans sa norme ISO/TR210 (1999).

## I-12 Méthodes d'analyses et contrôles de qualité des huiles essentielles

Selon la pharmacopée Française et Européenne, le contrôle des huiles essentielles s'effectue par différents essais. Ce contrôle a pour but de définir les caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle ; ces caractéristiques propres à chaque huile seront ensuite utilisées pour décrire l'huile essentielle et servir de critère de qualité. Les méthodes de détermination des caractéristiques physico-chimiques sont décrites dans le recueil de normes publié par l'Association Française de Normalisation (**AFNOR, 1996**), qui sont identiques aux normes internationales de l'Organisation Internationale de Standardisation (**ISO, 1977**). D'une manière générale, les propriétés et caractéristiques d'une huile essentielle sont :

### I-12-1 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 (**Kebsi, 2011**). On a calculé le rendement en utilisant 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-12-2 Propriétés organoleptiques

Trois aspects peuvent être contrôlés :

**La couleur** : chaque HE présente une couleur qui lui est propre permettant de confirmer son identification ou sa qualité. Elle varie en fonction du vieillissement et de l'oxydation, allant souvent dans le sens d'un brunissement.

**L'odeur** : elle est caractéristique à chaque HE mais nécessite une bonne habitude olfactive.

**La saveur** : généralement les HE de mauvaises qualités ou falsifiées ont un goût désagréable qui s'amplifie avec le vieillissement (**Baudoux et al., 2006**).

### I-12-3 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 ; Franchomme et al ., 2007).**

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

La densité relative de l'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.

$d_{\text{exp}}$  : Densité mesurée                       $T_{\text{exp}}$  : 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 :

$$\eta_{D20} = \eta_{D T} + 0,00045 (T - 20)$$

$\eta_{D20}$  : Indice de réfraction à 20°C.

$\eta_{D T}$  : 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 0,2 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<sup>+</sup>) (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 (Mohamdi, 2006).

**I-12-4 Analyses chromatographiques**

Selon la pharmacopée Européenne et les normes ISO et AFNOR, les analyses chromatographiques à effectuer sont les suivantes :

- **Chromatographie sur couche mince (CCM)**

Elle permet une mise en évidence rapide et une analyse de routine des principaux constituants. Cette technique est souvent insuffisante, on lui préfère la chromatographie en phase gazeuse (CPG).

- **Chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP)**

Cette technique est peu intéressante pour les fractions volatiles. Néanmoins, elle est efficace pour s'assurer de l'authenticité des HEs de Citrus, qui renferment des composants non volatiles comme les furanocoumarines.

- **Chromatographie en phase gazeuse (CPG)**

C'est la méthode de choix qui permet de réaliser le profil chromatographique de l'HE.

### **I-12-5 Chromatographie en phase gazeuse (CPG)**

La chromatographie en phase gazeuse CPG est une technique très répandue. Elle possède plusieurs avantages: sensibilité, polyvalence, rapidité de mise au point des analyses nouvelles et aux possibilités d'automatisation, qui augmentent plus son intérêt (**Brooks et al., 2007**). La technique a été perfectionnée et permet maintenant de séparer les constituants des mélanges très complexes contenant jusqu'à 200 composés (**Barnes et al., 2005 ; Cserhat et Forgacs, 1999**). Elle s'applique principalement aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. 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 d'un 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 (**Burgot, 2011 ; Scimeca, 2007**).

Pour chacun des composés, deux indices de rétention polaire et apolaire, peuvent être obtenus. Ils sont calculés à partir des temps de rétention d'une gamme étalon d'alcane ou à plus rarement d'esters méthyliques linéaires, à température constante (indice de Kováts) (**Burgot, 2011**). Les indices de rétention sont ensuite comparés avec ceux des produits de référence (mesurés au laboratoire ou décrits dans la littérature). C'est pourquoi la comparaison des indices sur deux colonnes de polarité différente est nécessaire.

Malgré tout, ceci ne peut suffire à une bonne identification, sans l'apport du couplage entre la CPG et une technique d'identification spectroscopique : en général la spectrométrie de masse CPG/SM.

### I-12-6 Spectrométrie de masse (SM)

La spectrométrie de masse permet l'identification et la quantification des composés. Il existe de nombreux types de spectromètres de masse ; tous ont en communs trois éléments : une source, un analyseur et un détecteur. La source est la partie du spectromètre de masse où sont produits des ions gazeux à partir des molécules introduites. En couplage avec la 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 (**Bouchonn 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.

### I-12-7 Couplage CPG-SM

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse est une méthode d'analyse qui combine les performances de la chromatographie en phase gazeuse et de la spectrométrie de masse afin d'identifier et/ou de quantifier précisément de nombreuses substances. Le couplage CPG-SM en mode impact électronique (IE), dit CPG-SM(IE), est la technique utilisée en routine pour l'analyse dans le domaine des huiles essentielles. Le principe de la spectrométrie de masse consiste à bombarder à l'aide d'électrons, une molécule qui sera fragmentée ; les différents fragments obtenus, chargés positivement constituent le spectre de masse de la molécule. Cette technique permet d'identifier un composé en comparant son spectre à ceux contenus dans des bibliothèques de spectres informatisées ou sous format papier, ainsi que celles élaborées de manière interne en laboratoire (**Adams, 2001 ; Mc Lafferty et Stauffer, 1994**).

## I-13 Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. La toxicité des huiles essentielles varie selon leur composition, la plante source, le terrain où elle est cultivée, la période de l'année où la plante est récoltée, La voie d'administration (orale, cutanée, aérienne), elle varie aussi selon l'espèce vivante concernée et son stade de développement. Comme tous les produits naturels. Les huiles essentielles contenant surtout des phénols et des aldéhydes peuvent irriter la peau, les yeux et les muqueuses.

Particulièrement les huiles de: Cannelle de Ceylan, Basilic exotique, Menthe, Thym à thymol et Lemon-grass. De plus, certaines huiles essentielles peuvent provoquer des réactions cutanées allergiques, c'est en particulier le cas des huiles essentielles de la cannelle de Ceylan et de la menthe.

La proportion de la population développant des allergies cutanées dues aux parfums est en augmentation car l'utilisation de parfums et de produits parfumés ne cesse d'augmenter (**Hayakawa, 1987**). Il a été démontré que les allergènes présents dans l'air jouent un rôle évident dans la formation d'eczéma, soit par inhalation, soit par contact cutané (**Schnuch, 2006**).

Les huiles essentielles qui sont utilisées en parfumerie peuvent se comporter comme irritant des muqueuses respiratoires et favoriser le déclenchement de crises d'asthmes pour les asthmatiques comme par exemple les sprays désodorisants (**Elberling et Skov, 2007**). Les cétones et dans une moindre mesure les lactones sont neurotoxiques (romarin, sarriette, cèdre, camphre, thuya, aneth et hysope).

# **Chapitre II**

## **Description**

***d'Eucalyptus globulus* Labill.**

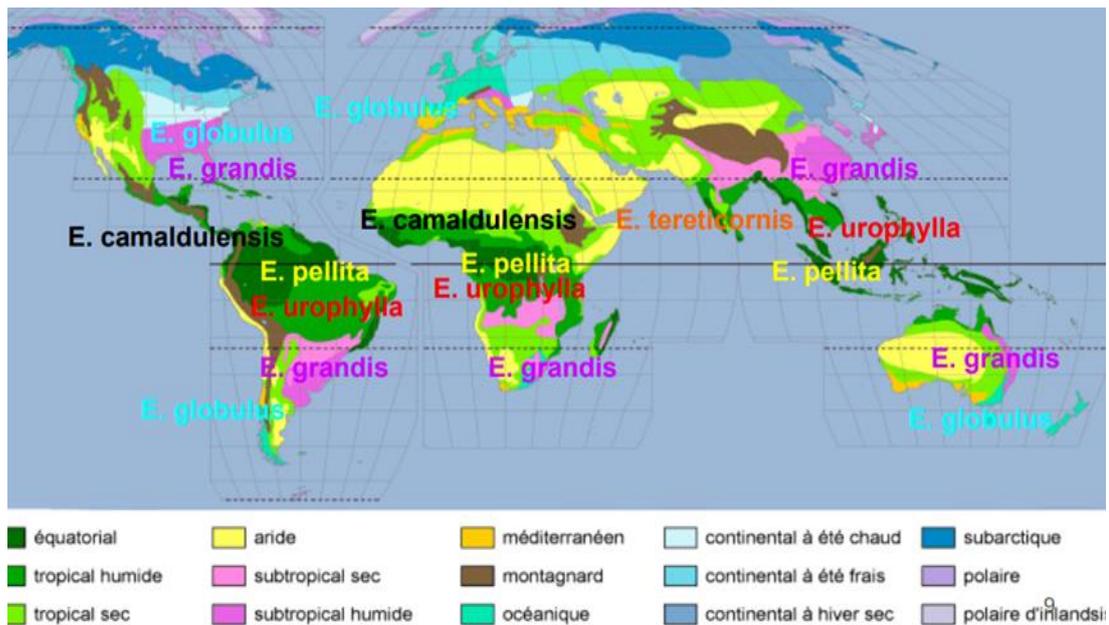
## II-1 Historique et origine de la plante

L'*Eucalyptus* (*gommier*) est un arbre sempervirent de la famille des *Myrtaceae*, «*eucalyptus* » vient du grec, eu « bien » et calyptos « couvert », car les pétales et sépales sont soudés le nom générique signifie donc: «bien couvert» et le terme « gommier » fait allusion à la gomme résineuse rouge qu'ils exsudent quand ils sont blessés. Il porte aussi comme nom commun : al kalitouss, al kafore, arbre au koala, arbre à fièvre et huile de respiration (Arar-Houari, 2008).

*Eucalyptus globulus* est découvert pour la première fois en 1792 par le botaniste français Jacques Labillardière en Tasmanie (Pasquier, 1872). Le genre *Eucalyptus* appartient à la famille des Myrtacées grande famille de 72 genres et 300 espèces. Ce genre compte environ 600 à 700 espèces et variétés (Warot, 2006). Plusieurs espèces sont introduites dans différents pays, où règnent des conditions climatiques adéquates, car ce genre craint le froid ; leur nombre dépasse les 150 espèces, moins d'une trentaine sont exploitées de façon significative en plantation. A la fin des années 80 quatre espèces : *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. tereticornis* et *E. grandis*, occupent la moitié des surfaces plantées (Davidson et al., 1993).



**Figure 11: Aire de répartition d'*Eucalyptus globulus* dans le monde**  
(GBIF, 2018)



**Figure 12: Répartition des *Eucalyptus* dans le monde**

(Bouvet, J.M, 2003)

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

## II-2 Répartition géographique de la plante en Algérie

Les *Eucalyptus* occupaient une surface de 5855 hectares dont plus de la moitié dans la région Oranaise (Boudy, 1955). Actuellement des plantations longent le littoral d'El-Kala et d'Azzefoun. On retrouve cette espèce dans la région de la Mitidja et celle de Hadjout. La répartition géographique de l'espèce *E.globulus* est reportée dans le tableau(1) (Foudil-Cherif, 1991).

**Tableau(1):Distribution géographique d'*Eucalyptus globulus* en Algérie**  
**[Foudil-Cherif, 1991]**

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

### II-3 Culture et récolte

Originaire d'Australie, l'*Eucalyptus* est cultivé dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées. Très exigeant en eau, il ne supporte pas les températures au-dessous de +4°C. Type de sol : Riche en humus, normal, sableux. Sa multiplication se pratique par semis des graines à l'automne, dans des godets, sous serre (<https://www.france-nature.com/pages/huiles-essentielles/eucalyptus-globulus-10-ml-4-10.html>). On repique les plants au printemps et on récolte les feuilles durant l'été, en choisissant les plus allongées et étroites, portées par les branches plus âgées. On les fait sécher à l'ombre dans des locaux aérés.



**Figure 13 : Séchage des feuilles d'*Eucalyptus globulus*.**

(Photo personnelle, 2020).

### II-4 Mode de reproduction

L'inflorescence des *Eucalyptus globulus* est en général sous forme d'ombelles. La majorité des espèces d'*Eucalyptus* présentent un nombre de chromosome de  $2n = 22$ . Les fleurs sont hermaphrodites, les organes mâles et femelles se trouvent dans la même fleur. L'âge de maturité oscille selon les espèces de 3 à 10 ans, mais un décalage de floraison existe entre les différentes unités génétiques (individus, provenances, espèces). La pollinisation est principalement entomophile ou réalisée par les oiseaux pour les espèces à grandes fleurs (Hopper et Moran, 1981), ce qui favorise dans ce dernier cas l'hybridation interspécifique.

La distance de dispersion du pollen est généralement inférieure à 100 mètres (**Eldridge et al., 1993**).

## II-5 Classification de la plante

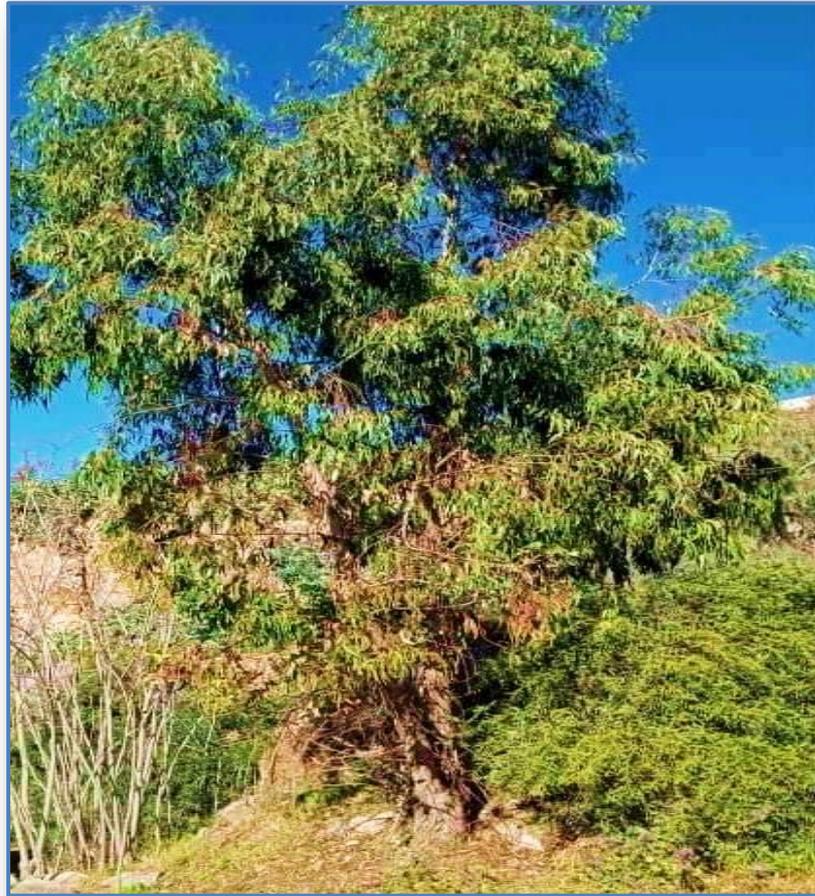
La classification systématique d'*Eucalyptus globulus* est réalisée par Quezel et Santa, 1963.

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceae
Genre	<i>Eucalyptus</i>
Espèce	<i>Eucalyptus globulus</i>

## II-6 Description morphologique

### ➤ Arbre

*Eucalyptus globulus* est un arbre qui peut atteindre une taille de 25 à 30 mètres de hauteur quelquefois plus. C'est un arbre indigène en Tasmanie et au Sud-est du continent australien. Introduit en Algérie en 1854 cet arbre ne dépasse guère 30mètres. Il se signale par sa croissance rapide (**Beloued, 2009**) (Figure : 14).

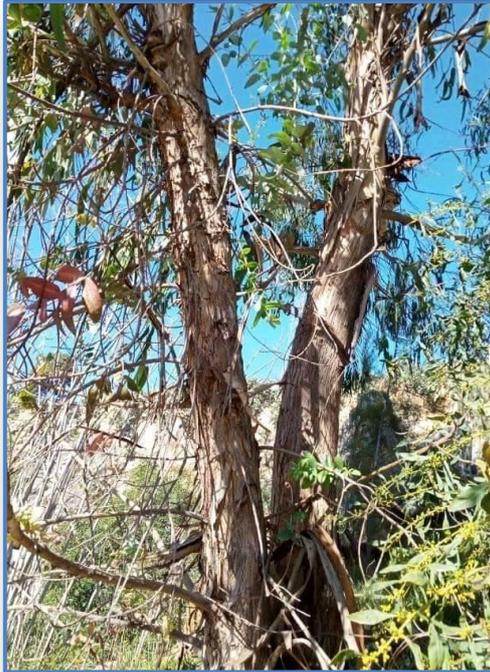


**Figure 14: Arbre d'*Eucalyptus globulus*.**

**(Photo personnelle, 2020, Campus Chihani Bachir, Constantine)**

➤ **Tronc et écorce**

Droit et lisse, sa couleur varie du blanc au gris. Son écorce se détache facilement en longues bandes. Elle est de couleur et de texture variable selon les espèces. Elle peut présenter de grandes différences dans son apparence : se décortiquant, dure, fibreuse, floconneuse, lisse, creusée de profonds sillons. Certains arbres sont à tronc unique d'autres ont un tronc qui se divise au niveau du sol (figures : 15, 16).



**Figure 15 :** *Eucalyptus globulus* à tronc qui se divise au sol



**Figure 16:** *Eucalyptus globulus* a tronc unique

(Photos personnelles, 2020, Campus Chihani Bachir, Constantine)

### ➤ Feuilles

Les *Eucalyptus globulus* ont en majorité des feuilles persistantes et falciformes, couvertes de glandes à huile. Les feuilles sont visibles au printemps. Les jeunes feuilles sont cireuses, ovales, claires, opposées, larges, glauques, longues de 6 à 15 cm. Mais les feuilles adultes sont alternes, étroites, pétiolées, longues de 15 à 35 cm, de couleur vert sombre (Figures : 17, 18).



**Figure 17: Jeunes feuilles d'*E. globulus*    Figure 18: Feuilles adultes d'*E. globulus***

**(Photos personnelles, 2020, Campus Chihani Bachir, Constantine)**

### ➤ Fleurs

Les fleurs sont visibles au printemps, elles naissent à l'aisselle des feuilles. Le calice a la forme d'une toupie bosselée dont la partie large est couverte par un opercule qui se détache au moment de la floraison laissant apparaître de nombreuses étamines (Koziol, 2015). Elles sont de couleur crème : leur nectar est particulièrement apprécié des abeilles (Figure : 19).



**Figure 19: Fleurs d'*Eucalyptus globulus***

**(Mekelleche, 2015)**

**➤ Fruits**

Les fruits sont secs et bruns, en forme de cône. Ils mesurent entre 1,5 et 2,5 cm de diamètre. Ils ont 3, 4, à 5 loges qui dessinent une étoile à son sommet, pour libérer de nombreuses graines sombres qui s'échappent lors de leur chute sur le sol (Figure : 20).



**Figure 20 : Fruit d'*Eucalyptus globulus***  
(Photo personnelle, 2020, Campus Chihani Bachir, Constantine).

**II-7 Principaux constituants d'*Eucalyptus globulus*.**

- Flavonoïdes.
- Flavines.
- Acide phénol.
- Tanins galliques.
- Aldéhydes phloroglucidiques.
- Substances lipidiques anti oxydantes.
- Huiles essentielles(Sarda, 2012).

**❖ Constituants des huiles essentielles**

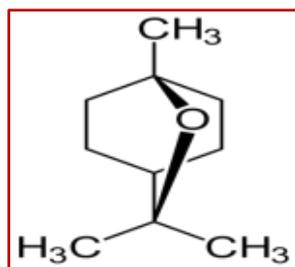
Quelques études ont été réalisées sur les huiles essentielles des feuilles d'*E. globulus*, et plus de 30 composés ont été identifiés. Le composé majoritaire est le 1,8-cinéole où eucalyptol (50 à 80 %). On trouve aussi les composés : camphène, alpha-pinène, globulol, bêta-pinène, p-cymène, myrcène, et le limonène (Freire et al., 2005 ; Liu et al., 2009).

Les principaux composés identifiés dans les huiles essentielles de la plante *E. globulus* sont montrés dans le tableau (2).

Tableau (2) : Compositions chimiques des Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*.

Composés des H E	Références
1,8-cinéole : 72,71 %	Liu et al., 2009
alpha-pinène : 9,22 %	
alpha-terpinéol : 2,54 %	
globulol : 2,77 %	
1,8-cinéole : 85,8 %	Vratnica, 2011.
alpha-pinène : 7,2 %	
béta-myrcène : 1,5 %	
1,8-cinéole : 45,4 %	Malik et Tyagi 2011.
limonène : 17,8 %	
p-cymène : 9,5 %	
alpha-pinène : 4,2 %	
alpha-terpinéol : 3,6 %	
1,8-cinéole : 46,5 %	Olayinka et al., 2012.
terpinène-4-ol : 23,46 %	
p-cymène : 8,10 %	
spathulenol : 8,94 %	
globulol : 2,52 %	
1,8-cinéole : 47,05 %	Taleb-Toudert, 2015.
cymène : 3,48 %	
$\alpha$ -pinène 7,69 %	
globulol : 8,65 %	
1,8-cinéole : 78,45 %	Atmani-Merabet et al., 2018.
<i>o</i> -cymène (2,18%)	
$\alpha$ -pinène (1,69%)	

Le composé 1,8- cinéole (ou eucalyptol) est en général le composé majoritaire et le marqueur génétique de l'espèce d'*E. globulus* (Figure: 20). L'utilisation pharmaceutique des huiles essentielles de cette plante exige une teneur approximative de 70% en 1,8- cinéole (Freire et al., 2005).



**Figure 21: Structure chimique de l'eucalyptol (1,8- cinéole).**  
(Atmani-Merabet, 2018)

## II- 8 Les pays producteurs des huiles essentielles

Les pays producteurs sont : l'Espagne, le Portugal, le sud de la France, l'Italie, l'Algérie, la Californie, le Mexique, le Brésil....En 1984, la production mondiale était de 1400 tonnes (**Garner, 2002**). L'Australie produit en environ deux tiers (**Batish et al., 2008**). En industrie pharmaceutique la substance la plus utilisée est l'eucalyptol, qui entre dans la préparation des baumes, des sirops, des pommades et des pastilles [Baba Aissa, 2000]. L'huile essentielle d'*E. globulus* est également utilisée en médecine, en soins dentaires, pour les produits désinfectants (**Garner, 2002**). L'utilisation pharmaceutiques des huiles essentielles de cette plante exige une teneur approximative de 70% en 1,8 **cinéole** (**Pereira et al., 2004**).

## II -9 Utilisations de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*

Traditionnellement, l'*Eucalyptus* est un anti infectieux et antiseptique des voies respiratoires, il est utilisé dans le traitement de l'infection aigue et chronique des voies respiratoires supérieures ou inférieures. Il est également conseillé pour le traitement de la toux des bronchites, des gripes et des affections pulmonaires, ce qui rend cette plante efficace pour soigner les rhumes et les maux de gorge (**Paul, 2007**).

L'huile essentielle d'*E.globulus* est également utilisée en médecine, en soins dentaires et pour les produits désinfectants (**Garnéro, 2002**). L'utilisation pharmaceutiques des huiles essentielles de cette plante exige une teneur approximative de 70% en 1,8 cinéole (**Freire et al., 2005**).

Cette essence est employée dans les affections des voies respiratoires telles que la tuberculose pulmonaire. C'est un excellent cicatrisant naturel utilisé dans le pansement des plaies, brûlures et leucorrhées (**Boulekbache - Makhoul et al., 2011**).

### II-9-1 Utilisation interne

#### A- Inflammation et infection des voies respiratoires

- **Infusion** : Infuser de 2 g à 3 g de feuilles séchées dans 150 ml d'eau bouillante durant 10 minutes. Boire deux tasses par jour.
- **Inhalation** : Elle consiste à respirer de la vapeur d'eau (par le nez) chargée de quelques gouttes d'huile essentielle (pas plus de 10 gouttes). A défaut d'inhalateur, vous pouvez tout simplement vous pencher au-dessus d'un bol d'eau chaude avec une serviette de bain sur la tête pour respirer le plus possible de vapeur. Ne pas dépasser plus de 15 minutes par inhalation. Répéter jusqu'à trois fois par jour (**Dethlefsen et Juergens, 2003**).

### II -9-2 Utilisation externe

#### B- Inflammation et infection des voies respiratoires

- **Friction et massage** : Appliquées sur la peau, les huiles essentielles pénètrent les tissus et irriguent le corps par le sang. On peut ainsi privilégier les passages veineux Comme le poignet ou le coude. En règle générale, il vaut mieux éviter d'appliquer sur la peau des huiles essentielles non diluées (**passportsante.net**).

#### Mal de gorge

- **Gargarisme** : Infuser durant 10 minutes de 2 à 3 g de feuilles séchées dans 100 ml d'eau bouillante. Se rincer la bouche ou se gargariser avec la préparation filtrée et refroidie, de deux à trois fois par jour. On peut également préparer un gargarisme en diluant de 2 à 3 gouttes d'huile essentielle dans 5 ml d'alcool, préparation à laquelle on ajoutera 50 ml d'eau (**passportsante.net**).

#### Hygiène buccale

- **Bain de bouche**: Diluer de 2 à 3 gouttes d'huile essentielle d'*Eucalyptus* dans 5 ml d'alcool et ajouter 50 ml d'eau. Faire un bain de bouche deux à trois fois par jour (**passportsante.net**).

### **Douleurs rhumatismales**

- **Friction** : Verser de 15 à 20 gouttes d'huile essentielle dans 25 ml d'huile végétale et frictionner les articulations douloureuses, trois fois par jour.

### **Mal de tête**

- **Friction** : Verser de 1 à 2 gouttes d'huile essentielle dans quelques gouttes d'huile végétale; frictionner les tempes et le front. Ne pas appliquer trop près des yeux (**Dethlefsen et Juergens, 2003**).

Par ailleurs, Les gommiers bleus revêtent une importance considérable à l'échelle de l'économie forestière mondiale (**Lanier, 1986**). Des plantations de bois dur d'intensité très élevée ont été établies avec succès au Brésil, en Californie et bien ailleurs. Les gommiers bleus présentent, incontestablement, les plus importantes plantations du bois dur dans le monde (**Turnbull, 1991**).

### **II-9-3 Utilisation en écologie**

Du point de vue écologique, les gommiers bleus sont plantés le long des vergers dans les régions productrices de fruits. Leurs fleurs attirent les abeilles et la pollinisation est nettement améliorée. En plus, ceci favorise la production de miel de très bonne qualité. Au Soudan, les *Eucalyptus globulus* sont plantés pour protéger les récoltes contre les vents de sable. Cet arbre a servi l'humanité grâce aux puissantes émanations de ses feuilles et à sa capacité de pomper d'impressionnantes quantités d'eau, assainissant de ce fait les marais et réduisant fortement les sites de reproduction des insectes (**Mekelleche, 2015**).

On outre, cet arbre a été choisi pour répondre à plusieurs fins (**Mekelleche, 2015**) :

- production destinée à l'industrie papetière en Algérie dans d'autres pays. (**Kadic et Villagran, 1981**).
- Fourniture de la matière première à l'industrie du bois (**Anonyme, 1986**).
- Approvisionnement de chemin de fer (**Bertrand et Le Roy, 1991**) et approvisionnement énergétique en bois de feu et en charbon (**Bertrand, 1989**).

### **II-10 Activités biologiques des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus***

- **analgésique et anti inflammatoire**

Des études attestent que l'HE d'*Eucalyptus globulus* possède des propriétés anti-inflammatoires et analgésiques grâce à la présence de 1,8-cinéole (**Rao et Santos, 2000**).

➤ **Expectorante et mucolytiques**

La forte quantité de 1,8-cinéole présent dans l'HE d'*Eucalyptus globulus* lui confère sa propriété principale : elle est expectorante et mucolytiques. Grâce à une stimulation directe des cellules sécrétrices de la muqueuse bronchique, elle fluidifie les sécrétions bronchiques, qui sont ainsi expulsées plus facilement. Elle favorise également le relâchement des muscles lisses des voies aériennes (Nascimento et al., 2009).

➤ **Insecticide et acaricide**

La présence de 1,8-cinéole confère à l'HE d'*Eucalyptus globulus* des propriétés répulsives, insecticides et parasitocides notamment contre les poux, (Yang et al., 2004). Elle peut être employée en diffusion pour éloigner les moustiques en été bien que l'HE d'*Eucalyptus citriodora* soit beaucoup plus efficace dans cette indication (Batish, 2008). Une étude montre également que cette huile est une bonne alternative naturelle contre les mouches domestiques [(Kumar, 2012). Contre *Varroa destructor* des abeilles, cette huile présente une activité hautement acaricide (Atmani-Merabet et al., 2018).

➤ **Antivirale**

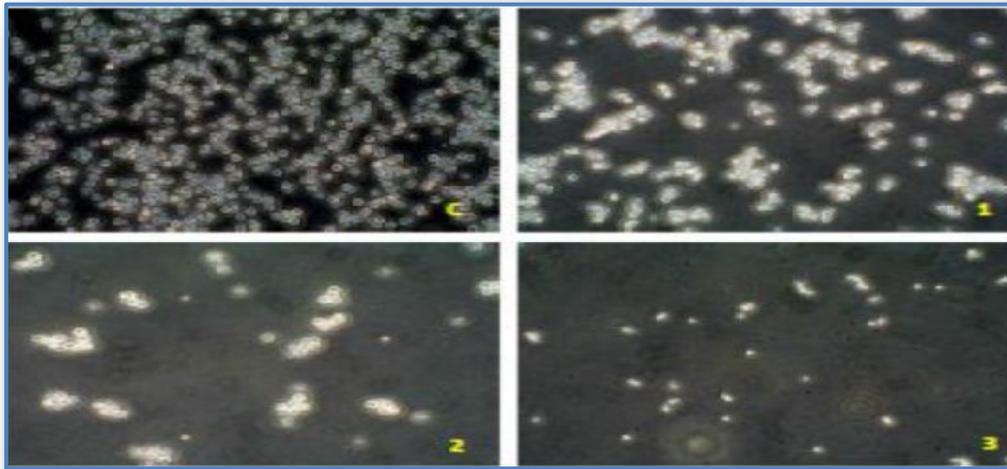
L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* possède une activité antivirale. Elle est notamment importante concernant Herpès Simplex Virus (HSV). Le HSV existe sous deux formes :

Le **HSV-1** qui est plus souvent responsable de l'herpès labial et le **HSV-2** qui est plus souvent responsable de l'herpès génital. Des études ont démontré que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et de *Tea tree* possèdent une forte activité antivirale contre HSV. On pourra donc les utiliser afin de traiter un bouton de fièvre, appliquées sur le bouton soit pures, soit en mettant 1 goutte d'huile essentielle dans une pommade d'acyclovir et ce cinq fois par jour minimum (Schnitzler, 2001).

➤ **Antibactériennes et cicatrisantes**

Grâce à la présence de 1,8-cinéole, l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est douée des propriétés antibactériennes et cicatrisantes. Elle pourra être utilisée afin de désinfecter les plaies raccourcir le temps de cicatrisation et elle est particulièrement efficace dans le traitement des ampoules, des brûlures, des coupures, des blessures et des plaies (Goh et al., 2014).

On a démontré l'efficacité de l'HE d'*E. globulus* comme agent naturel de la conservation des aliments grâce à son effet antibactérien sur de nombreux micro-organismes, telles que les *salmonelles* avec des essais réussis de conservation des œufs entiers liquides. Elle est également efficace. Contre *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* (Djenne et al., 2011), ainsi que sur *Candida albicans*, comme le montre la Figure (22).



**Figure 22: Effet d'*Eucalyptus globulus* sur la croissance de *Candida albicans* (Bakhrouf et al., 2010).**

### ➤ Antifongique

L'HE d'*Eucalyptus globulus* présente des propriétés antifongiques et de ce fait, son usage en diffusion est recommandé. (Vilela et al., 2009). ont testé in vitro les propriétés antifongiques de 30 huiles essentielles sur deux souches différentes de *Candida albicans*. Une concentration de 0,05% (v/v) était suffisante pour inhiber complètement leurs croissances (Agarwal et al., 2008).

## II-11 Toxicité des huiles essentielle d'*Eucalyptus*

Les *Eucalyptus* possèdent des propriétés toxiques vis-à-vis des insectes En effet des essaims de *Schistocerca gregaria* se sont retrouvés morts après avoir consommé des feuilles d'*Eucalyptus occidentalis* (Rung, 1946). Toutes les parties de la plante sont toxiques (tiges, feuilles et fleurs). Il contient des hétérosides toxiques qui entraînent notamment des troubles cardiaques, chez les herbivores, les chiens, les rongeurs, les oiseaux... et même chez l'Homme (Queffelec et Rebelle, 2013).

De nombreuses études montrent des cas de réactions allergiques notamment des dermatites de contact suite à des expositions aux huiles essentielles (notamment chez les fleuristes par exemple). L' $\alpha$ -pinène que l'on retrouve dans l'huile essentielle d'*Eucalyptus* est connue comme étant un très fort allergène (Cannan et al., 2002).

L'huile essentielle d'*Eucalyptus* peut provoquer des brûlures gastriques, des nausées et vomissements, de la tachycardie ainsi qu'une hypertension, des suffocations et une parésie cérébrale. A fortes doses, des cas de décès ont été observés notamment deux cas en Australie à la suite d'une ingestion de 3,5 ml d'huile essentielle d'*Eucalyptus* pour l'un et 4 à 5 ml pour l'autre (De Vincenzo, 2002).

La DL50 des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* se situe entre 2 et 5 g/kg, chez le rat. Les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* sont contre indiqués chez les enfants de moins de 7 ans, les femmes enceintes et les femmes allaitantes.

Par voie orale, une dose trop élevée pourrait irriter les reins (à cause des monoterpènes :  $\alpha$  et  $\beta$ -pinène ainsi que le limonène). Une dose trop élevée peut également provoquer des nausées, des vomissements et même un coma pour les doses très élevées. Aussi, il suffit d'une dose de 10 à 30 ml pour que l'huile essentielle soit mortelle chez l'Homme (Anton et al., 2003).

# **Chapitre III**

## **Propriétés**

***d'Eucalyptus globulus* Labill.**

### III-1 Etude analytique de L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*

#### III-1-1 Rendement

Le rendement en huile essentielle est exprimé en pourcentage de la matière végétale. Il est variable selon différents facteurs comme le séchage de la matière végétale, le broyage et la durée d'extraction.

Le rendement enregistré pour l'huile essentielle de l'espèce *E.globulus* en Algérie et dans différentes régions du monde est donné dans le tableau (3).

**Tableau (3) : Rendements de l'HE d'*E. globulus***

Rendements (%)	Origines	Références
0,65	Algérie (Ain Defla)	Chiba – Djouaher,2018
<b>2,53</b>	Algérie (Bejaia)	Bey-Ould Si Said et al., 2015
2,53	Algérie (Bejaia)	Bey-Ould Si Said, 2014
<b>0,2</b>	Algérie (Blida)	Boukhatem et al., 2014
0,93	Algérie (Constantine)	Atmani-Merabet et al., 2018
2,5	Algérie (Constantine)	Bouacha et al., 2010
1,1	Algérie (Constantine)	Benayache et al., 2001
2,43	Algérie (Guelma)	Bouacha et al., 2017
1,17	Algérie (Ouargla)	Benseddik et Khenfer, 2015
0,51	Algérie (Ouargla)	Kebsi, 2011
0,48	Algérie (TiziOuzou)	Taleb-Toudert, 2015
1,21	Maroc	Benziane et al., 2009
1,89	Pakistan	Ghaffar et al., 2015
1,80	Monténégro	Dakov et al., 2011
<b>0,96</b>	Nigéria	Abimbola et al., 2012
1,87	RD Congo	Apers et al., 2002
<b>3,10</b>	Brésil	Astolfi et al., 2011
1,31-1,49	Argentine	Cabrera et al., 2015
1,66	Argentine	Lucia et al., 2010
2,25	Argentine	Gonzalaz et al., 2009
1,10	Pakistan	Hussain et al., 2003

Les rendements rapportés dans la littérature dans différentes régions d'Algérie de l'HE d'*Eucalyptus globulus* varient entre 0,2 % et 2,53%. Ces rendements sont relativement proches de ceux trouvés chez la même espèce dans différentes régions du monde, en effet le rendement varie de 0,96% à 3,1 % avec la plus grande valeur pour l'espèce du Brésil (Astolfi et al., 2011).

### III-1-2 Caractéristiques organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques (couleur, odeur et aspect) de l'HE d'*Eucalyptus globulus* sont regroupées dans le Tableau (4) (Figure 24).

**Tableau (4) : Caractéristiques organoleptiques de l'HE d'*E. globulus*.**

Aspect	Couleur	Odeur	Références
Liquide mobile limpide	Presque incolore à jaune pâle	Caractéristique fraîche, plus ou moins Eucalyptolée selon l'origine	AFNOR
Liquide à température ambiante	Jaune foncé	fraiche et épicées	Chiba – Djouaher, 2018
Liquide, mobile	Jaune	Forte, aromatique odeur prononcée de camphre	Atmani-Merabet, 2018
Liquide limpide	Jaune clair	Forte odeur	Bouacha et al., 2017
Liquide limpide	Jaune clair	Forte odeur (agréable)	Benseddik & Khenfer, 2015
Liquide limpide	Jaune clair	Fraîche et épicée	Kebsi, 2011



**Figure 23 : Huile essentielle d'*Eucalyptus globulus***  
(Santeonaturel.com)

### III-1-3 Caractéristiques physicochimiques

Le contrôle des huiles essentielles s'effectue par différents essais. Il a pour but de définir les caractéristiques physico-chimiques de l'huile essentielle ; ces caractéristiques propres à chaque huile seront ensuite utilisées pour décrire l'huile essentielle et servir de critère de qualité. Les méthodes de détermination des caractéristiques physico-chimiques sont décrites dans le recueil de normes publié par l'Association Française de Normalisation (AFNOR, 1996), qui sont identiques aux normes internationales de l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO, 1977).

L'HE d'*E. globulus* est caractérisée par des constantes physico-chimiques, déterminées selon des méthodes normalisées (Tableau 5).

**Tableau (5) : Caractéristiques physicochimiques de l'HE d'*Eucalyptus globulus*.**

Paramètres physicochimiques				Régions	Références
Indice d'acide (IA)	Densité à 20°C	Indice de réfraction à 20°C (I <sub>R</sub> )	pH		
0.84 - 3.74	0,9060 - 0,9250	1,460 - 1,4760	4 – 6		AFNOR
3.36	-	1.4878	6	Algérie (Ain Defla)	Chiba-Djouaher, 2018
1,874	0,9122	<b>1,4608</b>	-	Algérie (Constantine)	Atmani-Merabet, 2018
-	0,9135	1,4687	-	Algérie (Bejaia)	Bey-Ould Si Said, 2014
<b>0,5945</b>	0,919	1,4693	4,9	Algérie (Blida)	Boukhatem et al., 2014
1,3	0,9	1,11	4,3	Algérie (M sila)	Rabiai, 2014
1,96	0,9146	<b>1,4877</b>	4,8-6	Algérie (Ouargla)	Kebsi, 2011
-	0,88	1,44	-	Pakistan	Hussain et al., 2003

L'indice de réfraction est un critère de pureté de l'HE, un faible indice de réfraction indique la faible réfraction de la lumière ce qui pourrait favoriser l'utilisation de l'huile essentielle dans les produits cosmétiques (Boukhatem et al., 2010).

On remarque que l'espèce *E. globulus* de Constantine a enregistré une valeur d'indice de réfraction de 1,4608 dans les normes mais qui reste la plus faible comparée à celles

données par la même espèce dans différentes régions d'Algérie. En revanche l'espèce de Ouargla a donné un  $I_R = 1,4877$ , valeur élevée par rapport aux normes.

L'indice d'acide permet de vérifier la qualité d'une HE, notamment en ce qui concerne sa dégradation avec le temps durant le stockage; il donne une idée sur le taux d'acides libres, un IA inférieur à 2 est une preuve de bonne conservation de l'essence (faible quantité d'acides libres) (**Boukhatem et al., 2010**). Les espèces *E.globulus* d'Algérie ont montrés des indices d'acide, des densités et des pH dans les normes, sauf pour l'espèce de Blida qui a enregistré une valeur d'indice d'acide de 0,5945 qui reste faible comparée aux normes.

En général, les paramètres physicochimiques de l'espèce *E. globulus* d'Algérie et des autres régions du monde respectent les normes, les différences qui existent sont dues aux conditions édaphiques et climatiques qui influencent les paramètres physico-chimiques des HEs (**Bruneton, 1999**).

#### III-1-4 Composition chimique de l'HE d'*Eucalyptus globulus*

La composition chimique des huiles essentielles d'une même espèce varie en fonction de différents facteurs, incluant l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétal elle-même, l'organe végétal, le stade de la croissance, la période de cueillette, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction (**Abbasi et al., 2007 ; Bruneton, 1999**). 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.

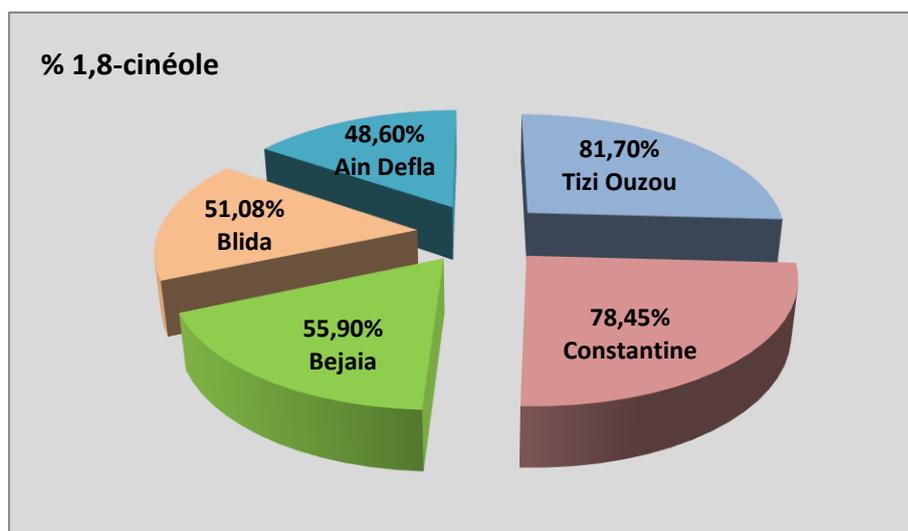
La composition chimique de l'huile essentielle de l'espèce *E.globulus* en Algérie et dans différentes régions du monde est donnée dans le tableau (6).

Tableau (6) : Composition chimique de l'HE d'*Eucalyptus globulus*.

Composés principaux	Origine	Références
<b>1,8-cinéole (78,45%)</b> o-cymène (2,18%) α-pinène (1,69%)	Algérie (Constantine)	Atmani-Merabet et al., 2018
<b>1,8-cinéole (48,6%)</b> α-pinène (9,7 %) Trans-pinocarvéole(10,7%)	Algérie (Constantine)	Bouacha, 2010
<b>1,8-cinéole (71,3%)</b> α-pinène (8,8%) Trans-pinocarvéole (3,3%)	Algérie (Constantine)	Benayache et al., 2001
<b>1,8-cinéole ( 48,6%)</b> trans -Pinocarveol (10,7%) α - pinène (9,7%)	Algérie (Ain Defla)	Chiba –Djouaher, 2018
<b>1,8-cinéole (55, 3%)</b> spathulenol (7,4%) α-terpinéol (5,5%)	Algérie (Béjaia)	Bey-Ould Si Said et al., 2015
<b>1,8-cinéole (55 ,9%)</b> Isovaleraldehyde (10,16%) α-pinène (6,67 %)	Algérie (Bejaia)	Bey-Ould Si Said, 2014
<b>1,8-cinéole (51,08%)</b> α-pinène (24,6 %) pinocarvéole (9,98%)	Algérie (Blida)	Boukhatem et al., 2014
<b>1,8-cinéole (47,05%)</b> α-pinène (7,69 %) globulol (8,65%)	Algérie (Tizi-Ouzou)	Taleb-Toudert, 2015
<b>1,8-cinéole (81,70%)</b> γ-terpinène (8,50 %) α-pinène (2,30%)	Algérie (Tizi-Ouzou)	Djenane et al., 2011
<b>1,8-cinéole (22,4%)</b> limonène (7,0%) Solanone (6,1%)	Maroc	Benziane et al., 2009
<b>1,8-cinéole (53,7%)</b> α-pinène (12,0 %) globulol (7,0%)	Tunisie	Ben Salem et al ., 2012
<b>1,8-cinéole (21,4%)</b> o-cymène (21,4%) α-pinène (6,7%)	Egypte	Bakir et al., 2016
<b>1,8-cinéole (52,3-62,1%)</b>	Argentine	Cabrera et al., 2015
<b>1,8-cinéole (90,0%)</b> α-pinène (2,2%)	Australie	Choi et al., 2004
<b>1,8-cinéole (83,9%)</b> limonene (8,2%) α-pinène (4,2%)	Brésil	Bevilaqua et al., 2009
<b>1,8-cinéole (44,3%)</b> camphene (23,1%) α-pinène (9,3%)	RD du Congo	Apers et al., 2012
<b>1,8-cinéole (66,3%)</b> Cis-o-cymène (21,3%) α-terpinyl acétate (3,4%)	Inde	Dubey et al., 2014

<b>1,8-cineole (86,5%)</b> $\alpha$ -pinene (4,7%)	Indonésie	Mulyaningsih et al., 2011
<b>1,8-cinéole (63,0%)</b> $\alpha$ -pinène (16,1%)	Ethiopie	Mekonnen et al., 2016
<b>1,8-cinéole (84,9%)</b> $\alpha$ -pinène (5,6%) <i>p</i> -cymène (5,3%)	Italie	Casella et al., 2014
<b>1,8-cinéole (17,2%)</b> $\alpha$ -pinène (7,1%) spathulenol (6,5%)	Kenya	Githua et al., 2013
<b>1,8-cinéole (84,5%),</b> limonène (8,50%)	Iran	Afkhami-Goli et al., 2015
<b>1,8-cinéole (85,8%)</b> $\alpha$ -pinène (7,2%)	Monténégro	Dakov et al., 2011
<b>1,8-cinéole (56,5%),</b> limonène (28,0%)	Pakistan	Ghaffar et al., 2015
<b>1,8-cinéole (32,12%)</b> $\alpha$ -pinène (16,78%) <i>p</i> -cymène (8,91%)	Pakistan	Hussain et al., 2003
terpinèn-4-ol (23,46 %) $\gamma$ -terpinène (17,01 %) spathulenol (8,94 %) <i>p</i> -cymène (8,10 %)	Nigéria	Abimbola et al., 2012
$\alpha$ -pinène (22,52%) <i>p</i> -cymène (21,6%) $\beta$ -phellandrene (20,08%)	Taiwan	Chang et al., 2009

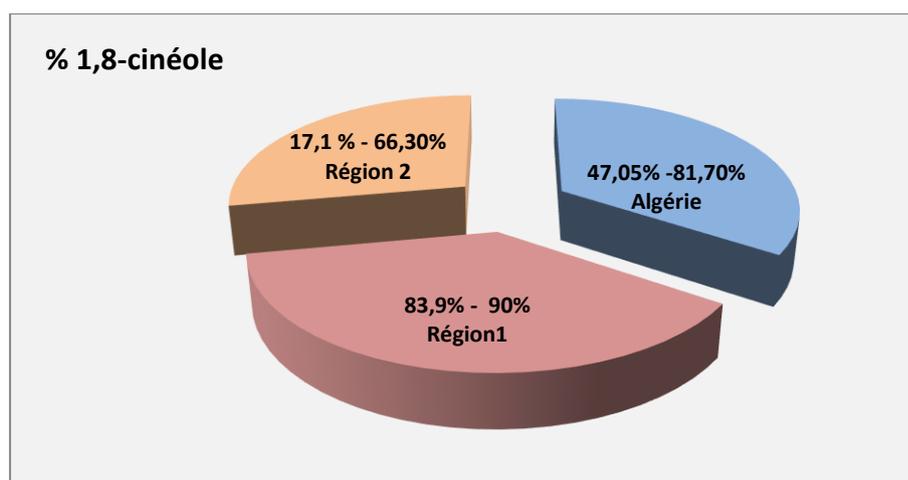
L'espèce *E. globulus* dans différentes régions en Algérie possède comme composé majoritaire le 1,8-cinéole avec une teneur qui varie entre 47,05% et 81,70%, (Tableau 6) sachant que ce composé est en général le marqueur génétique de l'espèce *E. globulus*. La figure 24, regroupe la teneur du 1,8-cinéole retrouvée dans les espèces récoltées et étudiées en Algérie.



**Figure 24: Teneur du 1,8-cinéole dans différentes régions d'Algérie**

La composition chimique de l'HE *E. globulus*, prélevée de différents endroits très éloignés géographiquement (Région1: Brésil, Australie, Italie, Indonésie, Monténégro et Iran), est remarquablement riche en 1,8-cinéole avec un taux qui varie entre (83,9 – 90%) (Figure 25). Les autres constituants étant minoritaires, ceci permet de considérer ces huiles comme des produits à chemotype 1,8-cinéole, et qui restent très recommander par les utilisateurs en industrie pharmaceutique et cosmétique.

Un taux qui varie entre (17,01% – 66,3%) est enregistré pour l'espèce *E. globulus* de la région 2: Ethiopie, Egypte, Kenya, Pakistan, Espagne et Maroc et Tunisie (Figure 25).



**Figure 25: Teneur du 1,8-cinéole en Algérie et dans d'autres régions du monde**

L'espèce du Nigéria avec une composition de terpinèn-4-ol (23.46 %),  $\gamma$ -terpinène (17.01%) et celle de Taiwan avec la composition  $\alpha$ -pinène (22.52%), *p*-cymène (21.6%) sont

des espèces à dominance « terpinèn-4-ol et  $\gamma$ -terpinène » et «  $\alpha$ -pinène et *p*-cymène » respectivement. L'espèce *E. globulus* récoltée au Maroc et au Pakistan est à chémotype « 1,8-cinéole et limonène », celle de l'Égypte et de l'Inde est à chémotype « 1,8-cinéole et *o*-cymène ». Enfin, celle de la RD du Congo est à chémotype « 1,8-cinéole, camphène » (Tableau 6).

Cette différence dans la composition est due aux différents facteurs endogènes et exogènes qui influent sur la proportion des composés majoritaires et cela conduit à l'existence de chémotypes différents (Bruneton, 1999).

### III-2 Activités biologiques de l'HE d'*Eucalyptus globulus*

Des études récentes ont montré que les huiles essentielles et leurs constituants présentent un important potentiel en tant qu'agents antimicrobiens et dans plusieurs domaines industriels et médicaux. La diversité moléculaire des métabolites qu'elles contiennent, leur confère des rôles et des propriétés biologiques très variés, ainsi qu'une utilisation moins dommageable, car ils n'ont pas d'effets secondaires (Aafi et al., 2008). Pour la même raison, aucune résistance particulière vis-à-vis des huiles essentielles n'a été décrite et il est important de souligner que certaines d'entre elles constituent des alternatives efficaces ou des compléments aux antibiotiques sans montrer le même effet secondaire (Carone et al., 2010).

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

#### III-2-1 Activité antibactérienne

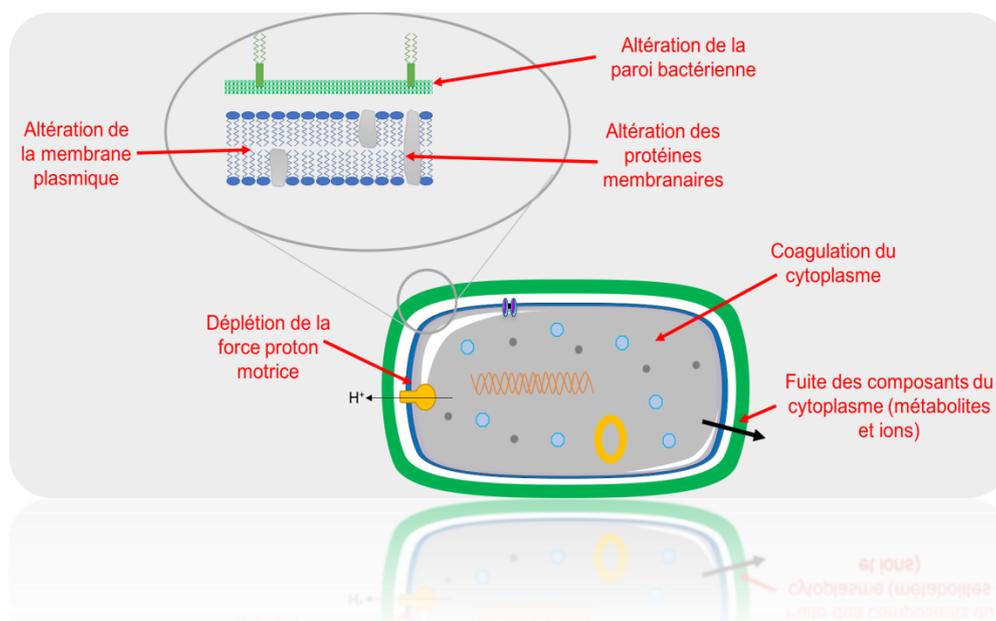
Une huile possédant une activité antibactérienne, prévient ou combat les bactéries, et l'infection bactérienne. Une bactérie est un micro-organisme unicellulaire procaryote. Certaines sont bénéfiques, voire indispensables à la vie, quand d'autres sont dangereuses, voire mortelles, en causant des maladies. Les bactéries sont les organismes les plus abondants de notre planète en nombre. Il existe principalement deux grands types de bactéries: les bactéries à Gram positif (paroi épaisse de peptidoglycane mais sans membrane externe) et celles à Gram négatif (à paroi cellulaire mince mais avec membrane externe).

En phytothérapie, les HEs sont utilisées pour leur propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, comme les bactéries endocalanaires ou la microflore vaginale, et d'origine fongique comme les dermatophytes, les moisissures allergisantes et les champignons opportunistes. Elles présentent aussi des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectant en tant qu'agents antimicrobien à large spectre (**De Billerbeck, 2007**).

Des études récentes ont prouvés que les HEs ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien les croissances des bactéries que celles des moisissures et des levures et que leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de leur composés volatils majeurs (**Doughar et Obidah, 2008**).

Les molécules aromatiques possédant l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols. Les terpènes ou terpénoïdes 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 (Figure 26).



**Figure 26: Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne (Baser et Buchbauer, 2010)**

Les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* ont été testées contre un panel de 21 souches bactériennes décrites dans le tableau (7).

**Tableau (7) : Activités antibactériennes de l'HE d'*E. globulus***

Espèces cibles	Références
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Barbosa et al., 2016  Kebsi, 2011
<i>Bacillus cereus</i>	
<i>Bacillus subtilis</i>	
<i>Citrobacter diversus</i>	
<i>Enterococcus faecalis</i>	
<i>Escherichia coli</i>	
<i>Fusobacterium nucleatum</i> ,	
<i>Klebsiella oxytoca</i> ,	
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ,	
<i>Porphyromonas gingivalis</i> ,	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ,	
<i>Pseudomonas fluorescens</i> ,	
<i>Salmonella paratyphi</i>	
<i>Salmonella typhi</i>	
<i>Salmonella typhimurium</i>	
<i>Shigella</i>	
<i>Staphylococcus aureus</i>	
<i>Staphylococcus intermedius</i>	
<i>Staphylococcus sciuri</i>	
<i>Staphylococcus warneri</i>	
<i>Streptococcus pyogenes</i>	

Les HEs d'*Eucalyptus globulus* ont été évaluées par rapport à plusieurs souches bactériennes à Gram positif et à Gram négatif. Les HEs ont montré différents degrés d'efficacité contre les espèces évaluées. Parmi les souches bactériennes, le Gram positif pathogène *Staphylococcus aureus* était le plus sensible aux HEs provenant de plusieurs espèces d'*Eucalyptus* et d'*Eucalyptus globulus*. Selon les données bibliographiques, *Pseudomonas aeruginosa* correspondait aux espèces bactériennes les plus résistantes **(Barbosa et al., 2016)**.

l'HE d'*E. globulus* de la région de Ouargla (Algérie) a été moyennement active sur *Proteus mirabilis*, *Escherichiacoli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *acinetobacter baumannii* avec respectivement une surface d'inhibition de 10, 8,2, 10,4 et 8,7 mm. **(Kebisi, 2011)**.

Benziane et al., 2009 ont démontré l'efficacité de l'HE de l'espèce *E globulus* du Maroc contre *E. coli* et *S. aureus* et *S. intermedius*. Ces auteurs ont trouvé qu'elle présentait une excellente activité sur *E.coli* dans le test de diffusion sur disque de gélose (48,15 mm) par rapport à *S. aureus* (13,5 mm) et *S. intermedius* (10,26 mm). La concentration minimale inhibitrice (CMI) pour *E. coli* correspond à 0,15 mg/ml tandis que pour *S .aureus* et *S. intermedius* les valeurs correspondent à 0,75 mg / ml et 1,08 mg / ml respectivement.

Les effets des HEs d'*E. globulus* ont été étudiées sur 14 micro-organismes d'altération des aliments. La CMI (concentration minimale inhibitrice) variait entre 2,25 et 9 mg/ml, et il a été observé que la CMI obtenue pour *B. subtilis* et *S. aureus* était inférieure à celle trouvée pour *E. coli*, *P. aeruginosa* et *P. fluorescens* **(Malik et Tyagi, 2011)**.

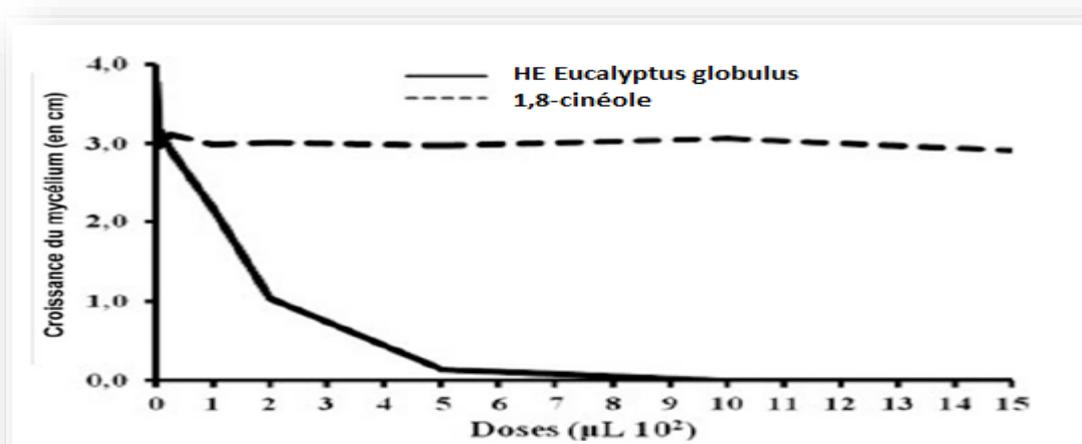
Une très forte activité antibactérienne a été notée sur les germes suivants: *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Acinetobacter baumannii*, et *Klebsiella pneumoniae*. Les concentrations minimales d'inhibition montrent une faible activité contre *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonela infantis* (3,13 mg/ml), par contre la plus forte activité a été notée pour *S. aureus*, *E. coli*, et *S.pyogenes* (0,09 mg/ml). **(Dakov et al., 2011)**.

Comme précédemment mentionné, le 1,8-cinéole est le principal composé de l'HE d'*E.globulus*. Il a été démontré que ce composé a une activité antimicrobienne contre plusieurs micro-organismes dont *S.aureus* **(Armenise et al., 2007)**, *E.coli* et *B.subtilis* **(Ghalem et Mohamed, 2008)**.

### III-2-2 Activité antifongique

Les antifongiques sont des substances possédant la capacité de traiter les mycoses, c'est à dire des infections causés par des champignons microscopiques et levures.

Almeida et al., 2009 ont démontré une activité antifongique de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur deux espèces d'aspergillus : *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*. Ils ont mis des mycéliums des deux espèces en présence d'une solution A contenant de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* et d'une solution B contenant uniquement du 1,8-cinéole. Les résultats sont les suivants (Figure 27) :



**Figure 27 : Courbe dose-réponse de l'évolution de l'espèce *Aspergillus* après traitement avec l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* et le 1,8-cinéole.**

(Almeida et al., 2009)

L'expérience démontre que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a un effet plus que significatif sur l'inhibition de la croissance des mycéliums des deux espèces d'aspergillus. En revanche, le 1,8-cinéole seul n'a pas d'effet sur les mycéliums. On peut donc conclure que le 1,8-cinéole n'est pas le seul responsable de l'effet antifongique de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* mais qu'il s'agit d'une synergie de molécules qui donnent cette action (Koziol, 2015).

Les HEs d'*Eucalyptus globulus* ont été évaluées contre diverses espèces fongiques comme indiquer sur le tableau (8).

Tableau (8): Activités antifongiques de l'HE d'*E. globulus*.

Espèces cibles	Références
<i>Aspergillus flavus</i>	Barbosa et al., 2016
<i>Aspergillus niger</i>	
<i>Aspergillus parasiticus</i>	
<i>Aspergillus spp</i>	
<i>Candida albicans</i>	
<i>Fusarium oxysporum</i>	
<i>Mucor spp</i>	
<i>Penicillium digitatum</i>	
<i>Rhizopus nigricans</i>	
<i>Rhizopus solani</i>	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
<i>Trichophyton spp</i>	

(Dakovet al., 2011) ont rapporté que les HEs d'*E. globulus* étaient deux fois plus efficaces (diamètre d'inhibition: 14-46 mm) que la nystatine, un médicament utilisé pour traiter les infections fongiques sur la peau, la bouche, le vagin, et le tractus intestinal. Les auteurs ont attribué cet effet à la forte teneur en 1,8-cinéole dans l'huile (85,8%).

(Malik et Tyagi, 2011) ont étudié l'effet des HEs d'*E. globulus* sur plusieurs espèces fongiques et ont rapporté des valeurs de CMI variaient de 2,25 à 9 mg/ml. La valeur limite supérieure a été observée pour *P. digitatum* et *A. niger*. Pour *A. flavus*, *R. nigricans* et *F. oxysporum*, une CMI de 4,5 mg/ml a été trouvée, tandis que pour *C. albicans*, une CMI de 2,25 mg/ml a été signalée.

### III-2-3 Activité anti oxydante

Un antioxydant est défini comme étant toute substance qui peut retarder ou empêcher l'oxydation des substrats biologiques (Boyd et al., 2003). Ce sont des composés capables de minimiser efficacement les rancissements, retarder la peroxydation lipidique, sans effet sur les propriétés sensorielle et nutritionnelle du produit alimentaire. Ils permettent le maintien de la qualité et d'augmenter la durée de conservation du produit.

L'activité anti oxydante peut être primaire ou préventive (indirecte). Les composés qui ont une activité primaire sont capables de donner des électrons à l'oxygène radicalaire afin qu'ils puissent le piéger, empêchant ainsi la destruction des structures biologiques. Ils peuvent

agir comme agents réducteurs capables de passer leurs électrons aux réactifs oxygènes espèces (ROS) et les éliminer (**Kohen et Nyska, 2002**).

En revanche, les composés qui ont une activité préventive sont capables de retarder l'oxydation par des mécanismes indirects tels que la complexation des ions métalliques ou la réduction d'oxygène(**Deshpande et al., 1995**). Ils contribuent ainsi à préserver les aliments des phénomènes d'oxydation tels que : Viande, poulets et légumes (**Caillet et Lacroix, 2007**).

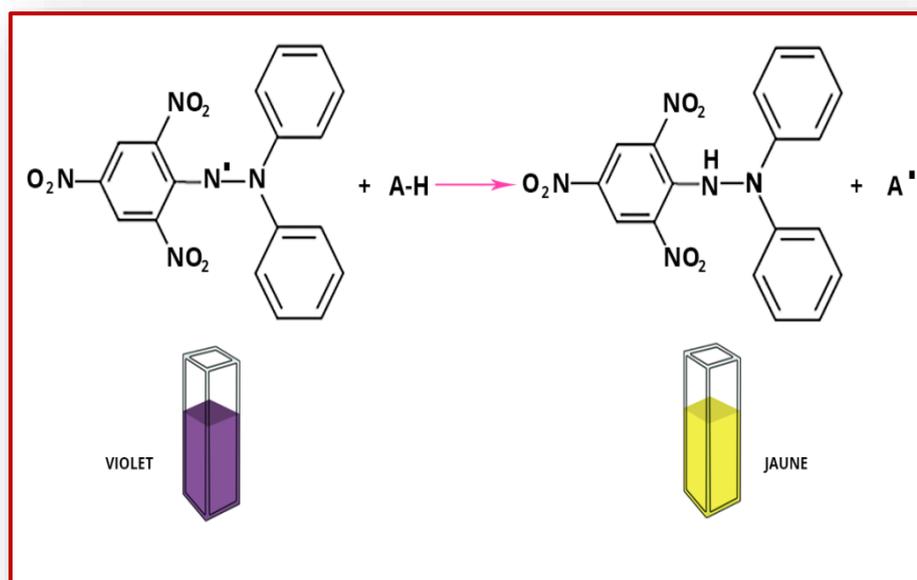
Quelques travaux ont rapporté que certaines huiles essentielles sont plus efficaces que les antioxydants synthétiques (**Alam et al., 2010**). Les effets antioxydants d'huiles essentielles et d'extraits des plantes sont dus principalement à la présence des groupes d'hydroxyle dans leur structure chimique (**Hussain, 2009**).

L'évaluation de l'activité anti oxydante in vitro est faite par plusieurs techniques. Ces méthodes se basent exclusivement sur la capacité réductrice ou piégeage des radicaux comme étant un indicateur de son potentiel antioxydant. La mise en évidence de l'activité antioxydant in vitro des huiles essentielles peut être réalisée par plusieurs méthodes, on citera comme exemple : le piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl), la méthode DPPH.

### La méthode de DPPH

Le 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle (capteur de proton) est un radical libre, stable au cours du temps et largement utilisé pour évaluer l'activité antioxydant d'un composé quelconque(**Allais et al., 2003 , Bernierv et al., 1996**), le radical DPPH en solution est coloré en violet. En présence d'antioxydant (donneurs de proton); le radical DPPH est réduit en formant une liaison moléculaire stable (Figure 28). Le produit réduit présente une coloration qui tire vers le jaune. On mesure à l'aide d'un spectromètre UV à 517 nm, la diminution de coloration de la solution qui est proportionnelle à la quantité d'antioxydant.

L'activité anti oxydante de l'extrait est comparée à celle d'un antioxydant de référence en termes d'équivalence ou en termes d'inhibition.



**Figure 28: Principe du test DPPH**  
(Chimativ agroparistech.fr)

Les huiles essentielles de l'espèce *E.globulus* 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. Ce pouvoir réducteur des radicaux qui sont à l'origine de l'oxydation confirme l'utilisation traditionnelle de ces plantes pour traiter entre autres, des maladies oxydatives (Tableau 9).

**Tableau (9) : Activités anti oxydantes de l'HE d'*E. globulus*.**

Activité anti oxydante	Région	Références
+	Algérie	Kebsi, 2011
+	Espagne	Cruz et al., 2005
+	Maroc	Aazza et al., 2014
+	Egypte	Abhishek-Albert et al.,2018
+	Tunisie	Belfeki et al., 2016
+	Monténégro	Dakovet al., 2011
+	Tunisie	Bakhrouf et al., 2010
+	South Africa	Ashoke et al.,2010
+	Japon	Mitsuo et Toshihiko, 1981

Selon l'étude de Ashoke et al., 2010, l'huile essentielle d'*E. globulus* montre une activité antioxydant avec un pourcentage de piégeage du radical DPPH de  $79 \pm 0,82\%$  à une concentration de 80% (V/V).

L'étude réalisée par Bakhrouf et al., 2010 a indiqué que l'huile de cette espèce a enregistré une forte activité anti oxydante de par sa composition riche en 1,8- cinéole (95,61%).

### III-2-4 Activité insecticide

Un insecticide est défini comme une substance active ou une préparation ayant la propriété de tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs.

La présence de 1,8-cinéole dans l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* va lui conférer des propriétés répulsives et insecticides. On pourra l'utiliser par exemple en diffusion pour éloigner les moustiques en été (bien qu'on lui préférera *Eucalyptus citriodora* qui est beaucoup plus efficace pour cette indication) (Batish et al., 2008).

Par ailleurs, l'HE d'*E. globulus* de différentes régions du monde a été testée positivement dans le contrôle d'une variété d'espèces d'insectes (Tableau 10).

**Tableau (10): Activités insecticides de l'HE d'*E. globulus***

Espèces cibles	Références
<i>Aedesa egypti</i> , <i>Lutzomyia longipalpis</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Odontotermes assamensis</i> , <i>Pediculus humanuscapitis</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , <i>Sitophilus zeamais</i> , <i>Tribolium castaneum</i> , <i>Triboliumconfusum</i>	Barbosa et al., 2016

Certaines publications annoncent une efficacité contre *Pediculushum anuscapitis*, plus communément appelé pou (Choi et al., 2004 ; Lucia et al.,2010). Dans ces études, les chercheurs ont mis des larves et des poux adultes en présence d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* qu'ils ont passé sous forme gazeuse. Ils ont également, en comparaison, fait le test avec deux insecticides largement utilisés dans le traitement de la pédiculose. Les résultats montrent que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a une action pédiculaire mais son action est nettement inférieure à celle des insecticides de synthèse, de l'ordre de 4 à 5 fois moindre.

Une étude montre également que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est une bonne alternative naturelle contre les mouches domestiques (**Kumar et al., 2012**).

L'activité insecticide de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a été évaluée contre les larves et les pupes de la mouche domestique *Musca domestica* L. à travers deux essais biologiques différents : la toxicité de contact et la fumigation. La dose létale (LC50) par contact était comprise entre 2,73 et 0,60 µl/cm<sup>2</sup> et le temps léthal (LT50) était compris entre 1,7 et 6,0 jour pour les larves.

En fumigation pour les larves de la mouche domestique, la dose létale était de 66,1 µl/L (en 24h) et 50,1 µl/L (en 48h).

L'activité « anti-pupe » a été mesurée en termes de pourcentage du taux d'inhibition (PIR), qui était de 36 à 93% pour la toxicité de contact et de 67,9 à 100% pour la fumigation.

Cette activité considérable de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* contre les larves et les pupes de la mouche domestique démontre son potentiel comme une option viable pour le développement de produits respectueux de l'environnement pour le contrôle de la prolifération de la mouche domestique (**Arau, 2019**).

L'huile a enregistré la meilleure activité sur *S. oryzae* (également connu sous le nom de charançon du riz) (DL50 de 28,9 µL/L d'air). L'évaluation individuelle du 1,8-cinéole, le principal composant de l'HE d'*E. globulus*, a révélé une DL50 de 23,5 µL/L d'air (**Choi et al., 2001**).

*L. longipalpis* est le vecteur de *Leishmania chagasi*, une espèce protozoaire responsable de 90% de la leishmaniose viscérale au Brésil. Les effets de l'HE d'*E. globulus* a été évaluée sur les œufs, les larves et les phases adultes de *L. longipalpis*. L'huile était active sur les phases évaluées (**Barros et al., 2010**).

Le principal ravageur du maïs *S. zeamais* est connu pour attaquer à la fois les cultures sur pied et les céréales stockées. Des recherches sur les effets insecticides et répulsifs de l'huile d'*E. globulus* sur *S. zeamais* ont été menées. En utilisant l'essai de cytotoxicité par contact sur papier filtre, l'huile a provoqué une mortalité de 100 % à une concentration de 0,16 µL/cm<sup>2</sup> après 24 heures d'exposition. Une analyse de régression a permis de calculer la valeur de la CL50 d'*E. globulus* (0,10 µL/cm<sup>2</sup>). L'analyse de la teneur en huiles essentielles et de l'activité de mortalité a permis d'établir une corrélation entre la teneur en 1,8-cinéole et la

CL50. Il est donc plausible de considérer ce composé comme responsable de l'activité observée (Astolfi et al., 2011).

Les HEs d'*E. globulus*, riche en 1,8-cinéole, ont vu leur activité anti-termite évaluée contre *O. assamensis*. A la concentration de 2,5 mg/g, les HEs d'*E. globulus* ont causé une mortalité de 80 % alors que 70 % ont été observés pour le 1,8-cinéole pur (Banerjee et al., 2012). Ces résultats suggèrent que d'autres composés présents dans l'huile pourraient renforcer l'effet du 1,8-cinéole.

De nombreuses études ont démontré l'activité insecticide de l'HE d'*Eucalyptus globulus* en Algérie sur plusieurs espèces d'insectes.

(Selon Kellouche, 2006), le taux de létalité des adultes de *C. maculatus* traités par *Eucalyptus globulus* variait de 78% à 89%.

L'étude de Benazzeddine en 2010 a montré que l'HE d'*Eucalyptus globulus* testée sur *T. confusum* a provoqué une mortalité de 72,63%.

(Merrouche et al., 2016) ont étudié l'activité insecticide de l'extrait d'*Eucalyptus globulus* sur une espèce de moustique *Culex pipiens*. L'extrait a présenté un taux de mortalité de 51% après 72 h d'exposition et une activité larvicide plus efficace à l'égard des larves de *Culex pipiens*. L'efficacité d'*Eucalyptus globulus* a été démontrée aussi par les travaux d'El banna en 2006, en effet une mortalité de 80% a été observée après le traitement avec un extrait des feuilles sur les larves de *Culex pipiens* pour une concentration de 1000 ppm. Ce qui a permis d'établir la dose létale DL50 est 4,48 g/L et la DL95 est 10,35 g/L.

(Aouid et et Ghenaïet, 2016), ont étudié l'activité insecticide d'*Eucalyptus globulus* sur l'insecte *Rhyzopertha dominica*. Les tests de toxicité qu'ils ont appliqué sur les adultes de *Rhyzopertha dominica* avec les concentrations: 25,50, 75, 100, et 125µl/L d'air en huile et après 24 h, ont enregistré une mortalité de 41 jusqu'à 100% avec une relation dose réponse, donc un pouvoir insecticide, avec une concentration létale CL50 de 33,39 µl/L d'air.

Enfin Abid en 2019 a testé cette huile sur des adultes de *Tribolium castaneum*. Son étude est réalisée pour l'évaluation de l'effet létale sur des adultes (longévité) exposés aux différentes doses d'huile par contact et par inhalation. Les résultats obtenus, montrent que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a un effet considérable par contact que par inhalation sur le *Tribolium. castaneum* avec un taux de mortalité de 67% et 47% respectivement.

Les valeurs de DL50 (7,76µl/ml) et de TL50 (81,28h) montrent que l'huile possède une activité vis-à-vis de *Tribolium castaneum*.

L'utilisation de l'huile d'*Eucalyptus globulus* comme pesticide naturel est d'une importance immense compte tenu des implications environnementales et toxicologiques de l'utilisation néfaste des pesticides synthétiques. Ce qui permettra de surmonter le problème de l'augmentation de la résistance des ravageurs aux traitements actuels.

### III-2-5 Activité acaricide

Un acaricide peut être défini comme toute substance ou mélange de substances destiné à prévenir, détruire, repousser ou atténuer les tiques et les acariens.

Un certain nombre d'études ont démontré l'effet acaricide de l'HE de l'espèce *Eucalyptus globulus* notamment sur *Varroa destructor* des abeilles, acarien qui est à l'origine de la disparition de milliers d'abeilles en Algérie et dans le monde (Atmani-Merabet et al., 2018 ; Habbi-Cherifi, 2014) L'effet de cette huile sur l'espèce de tiques *Boophilus 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 20 % (Chagas et al., 2002).

L'huile essentielle d'*E. globulus* est parmi les huiles typiques utilisées pour produire les huiles essentielles médicinales avec une teneur en 1,8-cinéole de 80 % à 90 % (Dorane, 1991). En effet, à des fins médicinales, la valeur des HEs d'*Eucalyptus* est directement associée à sa teneur en 1,8-cinéole qui devrait être au moins 70% en masse. Il convient de mentionner que les HEs médicinales sont désignées en termes de 1,8-cinéole contenu. Le prix le plus élevé est associé à une huile essentielle connue sous le nom d'«eucalyptol» qui contient environ 98% de 1,8-cinéole (Bizzo et al., 2009 ; Coppen & Hone, 1992)

Les différentes activités biologiques observées chez l'espèce *E. globulus*, sont dues à l'action de son composé majoritaire le 1,8-cinéole en association avec les composés minoritaires tel que :  $\alpha$ -pinène, p-cymène, o-cymène, spathulenol, limonène,  $\gamma$ -terpinène, globulol et camphène.

Il faut savoir que l'activité d'une huile essentielle 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).

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

L'objectif de notre travail consiste à faire une étude chimique et biologique de l'huile essentielle de l'espèce *Eucalyptus globulus* d'Algérie et des différentes régions du monde, en effectuant une comparaison en termes, de rendement, de propriétés physico-chimiques, de composition chimique, et d'activité biologique.

Les rendements de l'HE d'*Eucalyptus globulus* dans différentes régions d'Algérie varient entre 0,2 % et 2,53%. Ces rendements sont relativement proches de ceux enregistrés chez la même espèce dans différentes régions du monde, en effet le rendement varie de 0,96 % à 3,1 %.

Les propriétés organoleptiques et physicochimiques sont en général conformes aux exigences de la norme AFNOR.

L'espèce *E. globulus* dans différentes régions et selon les différentes études menées en Algérie est à chémotype 1,8-cinéole, sa teneur varie dans ces wilayas entre 47,05% et 81,70%. La composition chimique de la même espèce dans des endroits très éloignés géographiquement est généralement à chémotype 1,8-cinéole avec des teneurs variant entre (17,01% - 66,3%) et (83,9 – 90%). Toutefois d'autres chémotypes peuvent exister.

Cette espèce selon les différentes études et recherches effectuées en Algérie et ailleurs, présente une activité acaricide, antibactérienne, insecticide, anti oxydante et antifongique. Elle pourra donc être utilisée comme agent anti oxydant et conservateur en industrie alimentaire, agent antifongique pour protéger les récoltes, réduire la croissance microbienne et comme pesticide et acaricide naturel ce qui permettra de surmonter le problème de l'augmentation de la résistance des ravageurs aux traitements actuels.

Le rendement obtenu est très intéressant sur le plan économique pour d'éventuelle utilisation commerciale en effet, 100 ml d'huile essentielle est commercialisée 50 dollars. Cette opportunité ainsi que le pouvoir biologique important de cette plante, ouvre la voie vers son utilisation dans le développement économique durable et dans la création de la richesse renouvelable dans notre pays.

Enfin, l'huile essentielle d'*E. globulus* a été testée positivement contre le Covid-19, il serait donc intéressant de développer cet axe de recherche et d'utiliser cette huile comme moyen de prévention contre ce fléau dans notre pays.

## **Références bibliographiques**

**Aafi, A.; Aberchane, M.; Amarti, F.; Chaouch, A.; El Ajjouri, M.; El Antry, S.; et al.** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus capitatus* et de *Thymus bleicherianus* du Maroc. *Phytothérapie*, 2008, (6), 342–347.

**Aazza, S.; Cortés-Giraldo, I.; Figueiredo, A.C.; Lyoussi, B.; Megías, C.; Vioque, J, et al.** Anti-oxidant, Anti-inflammatory and Anti-proliferative Activities of Moroccan Commercial Essential Oils. 2014; 9(4).

**Abbasi, K.; Ahmadi, S.; Jamzad, Z.; Sefidkon, F.** The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja Rechingeri jamzad*. *Food chemistry*, 2007, 100: 1054-1058.

**Abe, S.; Inouye, S.** Nouvelle approche de l'aromathérapie anti-infectieuse. *Phytothérapie*. 2007; 5: p 2-4.

**Abhishek-Albert, A.; Al-Sayed, E.; Ganesan, D.; Singab, A.B.** Antioxidant activity of phenolic compounds from extracts of *Eucalyptus globulus* and *Melaleuca styphelioides* and their protective role on D-glucose-induced hyperglycemic stress and oxalate stress in NRK-49F cells. *Natural Product Research*, 2018, (11), 32.

**Abid, S.** Effet insecticide des huiles essentielles de l'*Eucalyptus globulus* L. et *Globularia alypum* L sur *Tribolium castaneum* Herbest. Département des Sciences Agronomiques. Université Akli Mouhand Oulhadj Bouira. Algérien ; 2019.

**Abimbola, A.S.; Idiat, J.D.; Olayinka, A.J.; Olawumi, O.O.; Olalekan, A.M.; Theophilus, O.A.** Chemical composition, antioxidant and cytotoxic effects of *Eucalyptus globulus* grown in north-central Nigeria. *J Nat Prod Plant Resour*. 2012; 2(1): 1-8.

**Aboufatima, R.; Ait M'barek, L.; Ait Mouse, H.; Chait, A.; Jaâfari, A.; Tilaoui, M.; et al.** Anti tumor properties of black seed (*Nigella sativa* L.) extracts. *Braz J of Med and Biol*. 2007; 40(11): 839-847.

**Adams, R.P.** Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography / Quadruple Mass Spectroscopy. Allured: Carol Stream, IL; 2001.

**Adler, C.; Bouda, H.; Fontemc, D.A.; Reichmuth, C.; Tapondjou, A.L.** Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* duval, Journal of Stored Products Research, N°41, pp.91-102; 2005.

**Afkhami-Goli, A.; Bassami, M.;Golestani, M.R.; Rad, M.** Analysis and evaluation of antibacterial effects of new herbal formulas, AP-001 and AP-002, against *Escherichia coli* O157:H7. Life Sci. 2015 ; 135: 22–26.

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

**Agarwal, V.; Lal, P.; Pruthi, V.** Prevention of bio film by plant oils. Mycopathologia, 2008, 165(1), 9–13.

**Alam, M.K.; Das, A.; Hossain, M.A.; Kabir, M.; Rahman, A.; Rahman, S.M.; Salehuddin, S.; Singha, S.K.** Antibacterial properties of essential oils and methanol extracts of sweet basil *Ocimum basilicum* occurring in Bangladesh. Pharmaceutical biology, 2010. 48(5): p. 504-511.

**Ali-Delille, I.** Les plantes médicinales d'Algérie, Berti, 2013, p1.

**Allais, D.P.; Delage, C.; Calliste, C.A. ; Duroux, J.L.; Marfak, A.; Simon, A.; Trouillas,P.** Antioxydant, anti-inflammatoire et anti prolifératif propriétés de seize extraits de plantes utilisés dans le Limousin rural comme tisane. Food and chemistry. 2003,3: 399-407.

**Almeida, G.S.; Duarte, B.; Eduardo, M.; Maria, A.; Marisa, A. B.; Regitano, M. H.; Vilela, G. R.** Activity of essential oil and its major compound, 1,8-cineole, from *Eucalyptus globulus* Labill., against the storage fungi *Aspergillus flavus* Link and *Aspergillus parasiticus* Speare. Journal of Stored Products Research. avril 2009. Vol. 45, n° 2, pp. 108-111.

**Andriamanantoanina, H.** Extraction d'arômes alimentaires : cas du gingembre. Mémoire de fin d'étude Antananarivo, Université d'Antananarivo; Département Industries Agricoles et Alimentaires, ESSA, 1984,78p.

**Anonyme,** FAO les eucalyptus sont-ils écologiquement nocif. Unasyuva. Vol 38.N°152.1986.

**Anthony, J.P.; Fyfe, L.; Smith, H.** Trends in Parasitology, 2005, 21:462-468.

**Anton, R.; Bernard, M. et Wichtl, M.** Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Paris: Cachan, France : Editions Tech & Doc; Editions médicales internationales, 2003.

**Aouidet, S. et Ghenaiet, I.** Etude de l'impact des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* sur *Rhyzopertha dominica*: Aspect toxicologique et bio marqueur. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie .Université de Larbi Tébessi. Tébessa. Algérie ; 2016.

**Apers, S.; de Bruyne, T.; cimanga, K.; Hermans, N.; Kambu, K.; Pieters, L.; Tona, L.; Totté, J.; Vlietinck, A.J.** Correlation between chemical composition and antibacterial activity of EOs of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of the Congo. J. Ethnopharmacol. 2002, 79, 213–220.

**Arar, Z.; Houari, S.** Etude de comportements de quelques peuplements de boisement dans la région de Ouargla. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2008, p 43.

**Arau, P.L.** Eucalyptus : botanique, composition chimique, utilisation thérapeutique et conseil a officine. Thèse de docteur en pharmacie, Faculté de pharmacie de Marseille, France, 2019.

**Armenise, D.; Laurentis, N.; Milillo, M.A.; Rosato, A.; Vitali, C.** Antibacterial effect of some Eosa administered alone or in combination with Norfloxacin. Phytomédecine , 2007, 14, 727–732.

**Ashoke, K.; Chattopadhyay, P.; Ghosh, J.S.; Mishra, A. K.; Sahu, N.; Mishra, A.** Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of essential oil of *Eucalyptus* leaf Pharmacognosy .Journal 2010 | Vol 2 | Issue,(16): P25-28.

**Astolfi, V.; Cansiana, R.; Devilla, I.A.; Kubiak, G.; Mossi, A.J.; Lerin, L., et al.** Insecticidal and repellency activity of essential oil of *Eucalyptus sp.* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (*Coleoptera, Curculionidae*). J. Sci. Food Agric. 2011, 91, 273–277.

**Atmani-Merabet, G.** Huiles essentielles de trois espèces d'*Eucalyptus* d'Algérie : composition et activité acaricide (*Varroa destructor*). Thèse de Doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine 1 ; Algérie ; 2018.

**Atmani-Merabet, G. ; Belkhiri, A. ; Dems, A.M.; Khalfaoui, Z.; Lalaouna, A.; Mosbah, B.** Chemical composition, toxicity, and acaricidal activity of *Eucalyptus globulus* essential oil from Algeria. *Current issues in pharmacy and medical sciences*, 2018, 31(2), 89-93.

**Baba Aissa, F.** Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique, d'orient et d'occident. Edition: Librairie moderne – Rouiba, 2000, P101.

**Bakhrouf, A.; Noumi, E.; Snoussi, M.** In vitro effect of *Melaleuca alternifolia* and *Eucalyptus globulus* essential oils on mycelial formation by oral *Candida albicans* strains. *Afr. J. Microbiol*, 2010, Tunisia , 4(12), 1332-1336.

**Bakir, H.Y.; Bayoumi, S.A.L.;Yones, D.A.** Chemical composition and efficacy of some selected plant oils against *Pediculus humanus capitis* in vitro. *Parasitol Res.* 2016; 115: 3209-18.

**Banerjee, S.; Chattopadhyay, P.; Pakshirajan, K.; Pandey, A.; Singh, L.** Antitermitic activity of plant EOs and their major constituents against termite *Odontotermes assamensis* Holmgren (Isoptera: Termitidae) of North East India. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 2012, 75, 63–67.

**Banthorpe, D.V.; Charlwood B.V.; Dey, P.M; Harborne, J.B.** Methods in plant biochemistry. Vol. 7. London : Academic Press, 1991,p 43-98.

**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 : p 1671.

**Bardeau, F.** Les huiles essentielles / découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale. Editeur, Fernand Lanore; 2009.

**Barnes, J.; Barnes, J.D.; Denny, R.C.; Mendham, J.; Mottet, M.; Vogel, A.I.; Tomas, M.J.K;Toullec, J.** Analyse chimique quantitative de Vogel, Ed. De Boeck Université, 2005, p 231-314.

**Barros, R.S.; Bevilaqua, C.M.L.; Brito, E.S.; Maciel, M.V.; Morais, S.M.; Silva, R.A.; Sousa, R.N.; Sousa, L.C.; Souza-Neto, M.A.** Chemical composition of *Eucalyptus spp.* EOs and their insecticidal effects on *Lutzomyia longipalpis*. *Vet. Parasitol.* 2010, 167, 1–7.

**Baser, K.H.C. and Buchbauer, G.** Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications, ISBN-10, 1420063154, 2010.

**Batish, D.R.; Kohli, R.K.; Singh, H.P et al.** *Eucalyptus* essential oil as a natural pesticide. Forest Ecol Management, 2008, 256(12), 74-2166.

**Baudoux, D.; Blanchard, J.M.; Malotau, A.F.** Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française : Soins palliatifs. 1e éd. Luxembourg : In spir, 2006,p 318.

**Belfeki<sup>ac</sup>,H.; Hassouna<sup>c</sup>,M.; Mejri<sup>b</sup>,M.** Antioxidant and anti-lipases activities *in vitro* of *Mentha viridis* and *Eucalyptus globulus* extracts Industrial Crops and Products.2016, 89(30) : 514-521.

**Beloued, A.** Plantes Médicinales d'Algérie (5ème édition). Alger, 2009.

**Benayad, N.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : Moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées, laboratoire des substances naturelles et thermolyse éclair, faculté des sciences de rabat, Tenebrionidae,2008.

**Benayche, F.; Benayche, S.; Benyahia, S.** Leaf oils of some *Eucalyptus* species growing in Algeria. J Essent Oil Res. 2001;13: 210-213.

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

**Ben Salem, Y.; Elaissi, A.; Khouja M.L.; Mabrouk, S.; Rouis, Z.; Salem, N.A.B.** Chemical composition of 8 *Eucalyptus* species 'essential oils and the evaluation of their antibacterial, antifungal and antiviral activities.BMC Complementary and Alternative, 2012, 12(1), 81.

**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.

**Benziane, Z.; Boukir, A.;Derwich, E.** GC/MS analysis of volatile constituents and antibacterial activity of the essential oil of the leaves of *Eucalyptus globulus* in Atlas Median from Morocco. Ad Nat Appl Sci. 2009; 3: 305–13.

**Berger, B.M.; Dagli, F.; Erler, F.; Tunc, I.** Ovocidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insect. *Journal Stored Products Research*.2000, N°36, pp 161-168.

**Bernier, J.L.; Catteau, J.P.; Cotelte, N.; Gaydou, E.M.; Pommery J.; Wallet, J.C.** Antioxidant properties of hydroxy-flavones. *Free Radical Biology and Medecine*. 1996.20: 35 - 43.

**Bertrand, A.; Le Roy, E.** Appui méthodologique aux volets foncier et économie forestière. ATP FOFIDA- CIRAD. L'économie forestière sur les hautes terres malgaches ; Nogent/Marne.1991.

**Bertrand, A.** Analyse économique de l'approvisionnement d'Antananarivo en produits forestiers et propositions de réforme de la réglementation et des redevances forestières. DEF, CTFT, Nogent/Marne, 1989.

**Bevilaqua, C.M.L.; Camurça-Vasconcelos, A.L.F.; Macedo, IT.F. ; Oliveira, F.R.; Oliveira, L.M.B.; Vieira, L.S.;et al.** Ovicidal and larvicidal activity in vitro of *Eucalyptus globulus* EOs on *Haemonchus contortus*. *Rev Bras Parasitol Vet*. 2009; 18: 62–66.

**Bey-Ould Si Said, Z.** Activités biologiques des huiles essentielles des feuilles et du fruit d'une plante médicinale *Eucalyptus globulus*. Mémoire de Magister. Université Abderrahmane, Mira, Bejaïa ; 2014.

**Bey-Ould Si Said , Z.; Boudria, A.; Harkat-Madouri, L.; Khodir M.; Si Saida, K.;Rigouc, P.D.** Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of *Eucalyptus globulus* from Algeria. *Ind Crops and Prod*. 2015; 78: 148-53.

**Bizzo, H.R.; Hovell, A.M.C.; Rezende, C.M.** Óleos essenciais no Brazil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Quím. Nova* 2009, 32, 588–594

**Bouacha, M.; Bruneau, C.; Daroui-Mokadem. H.; El Azzouny, A.; Kabouche, A. ; Soumati, B.; et al.**GC/MS analysis and antimicrobial activity of the essential oil of fresh leaves of *Eucalyptus globulus*, and stems of *Smyrniium olusatrum* from Constantine (Algeria).*Nat Prod Commun*. 2010; 5(10): 1669-72.

**Bouacha, H. ; Khafrabi, N.; Seghairia, D.** Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles contre *Candida albicans*. Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945-Guelma, Algérie, 2017.

**Bouchonnet, S.;Libong, D.** Le couplage chromatographie en phase gazeuse – spectrométrie de masse. L'Act. Chim, 275, 2004, p.7-14.

**Boudy,P.** Économie forestière nord - africaine.Ed. Masson et cie, Paris, 1955, Tome IV. p 826.

**Boukhatem, M.N.; Hakim, Y.; Hamaidi, M.N.; Saidi, F.** Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du *Géranium Rosat (Pelargonium graveolens L.)* cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). Rev Nat et Technol .2010; p3.

**Boukhatem, M.N.; Ferhat, M.A.; Kameli, A.; Kerkedi, W.; Sadok Bouziane , M.; Saidi, F.** Quality assessment of the essential oil from *Eucalyptus globulus* Labill of Blida (Algeria) origin. Int Lett of Chem, Phys and Astron. 2014; 17(3): 303-15.

**Boulekbache-Mekhlouf, L.** Activités biologiques et caractérisation des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la région de Bejaia: *Eucalyptus globulus*. Thèse de Doctorat en Sciences Alimentaire. Université de Bejaia, 2011.

**Bouvet, J.M.** L'*Eucalyptus* une essence majeure pour le reboisement à Madagascar. Conférence. Université d'Antananarivo, -Madagascar. 2003.

**Boyd, B.C.; Ford, C.; Gary, E.; Horn, S.; Koepke Michael, K.; Mc Anelley, C.,** Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose AOTM sur des personnes en bonne santé. Glyco Science et Nutrition, 2003. 4(6): p 7.

**Breitmaier, E.** Terpenes : Flavors, Fragrances, Pharmaca, Pheromones. Weinheim : Wiley, 2006,p 214.

**Brooks, S.; Rouessac, A.; Rouessac, F.** Chemical analysis: Modern instrumentation methods and techniques, Ed. JohnWileyandSons, 2007, p.31.

**Brossard, D.; Chaumeil, J.C.;Le Hir, A.** Pharmacie galénique, Bonnes pratiques de

fabrication des médicaments Editeur : Elsevier Masson ; 2009.

**Bruneton, J.** Eléments de Phytochimie et Pharmacognosie. Lavoisier Paris Technique et Documentation, 1987, p 585..

**Bruneton, J.** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Paris: Tec&Doc .Lavoisier, 1993, p.623.

**Bruneton, J.** Pharmacognosie : Phytochimie ; Plantes médicinales, 3ème éd. Lavoisier Paris : Technique et Documentation et Editions médicales internationales, 1999; p : 1120.

**Bruneton, J.** *Pharmacognosie : Phytochimie : Plantes médicinales*. 4e éd. Paris : Tec & Doc, 2009. P 1269.

**Burgot, G.; Burgot, J. L.** Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications: Méthodes chromatographiques électrophorèses, méthodes spectrales et méthodes thermiques, 3ème Edition Tec& Doc Lavoisier, 2011, p 10, ISBN:978-2-7430-1337-0.

**Burt, S.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. International Journal of Food and Microbiology. 2004, 94: 223-253.

**Cabrera, N.; Chludil, H.; Leicah, S.; Russo, S.; Yaber-Grass, M.** Insecticidal activity of young and mature leaves essential oil from *Eucalyptus globulus* Labill. Against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). Chi J Agric Res. 2015; 75: 375–79.

**Caillet, S. et Lacroix, M.** Les huiles essentielles: leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire, RESALA Université de Laval, Québec, Canada. 2007.

**Cannan, S.; Dharmagunawardena, B.; Harmagunawardena, B.; Ilchyshyn, A.; Rodger, A.; Sanders ,K et al.** Gas chromatography : an investigative tool in multiple allergies to essential oils. Contact Dermatitis, 2002, 47(5), 288-292.

**Carone, A.; Corbo, F.; Muraglia, M.; Piarulli, M.; Vitali, M .E.; Vitali, C.; Rosato,A.** In Vitro Synergistic Action of Certain Combinations of Gentamicin and Essential Oils. Current Medicinal Chemistry.2010, (17), 3289-3295.

**Casella, S.; Ebani, V.V.; Fratini, F.; Leonardi, M.; Pisseri, F.; Pistelli, L. et al.** Antibacterial activity of EOs, their blends and mixtures of their main constituents against some strains supporting livestock mastitis. *Fitoterapia*. 2014; 96: 1–7.

**Chaabane, R.; Sdiri, H.; Meddahi, M.L.; Selmi, M.** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie, 2001, (12) :167-74.

**Chagas, A.C.S.; Fortes, I.C.P.; Furlong, J.; Leitem, R.C.; Passos, W.M.; Prates, H.T.** Acaricide effect of Eucalyptus spp. EOs and concentrated emulsion on *Boophilus microplus*. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 2002, 39, 247–253.

**Chang, S.; Chen, S.; Chen W.; Chen, Y.; Huang, C.; Yu, J.** Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two Eucalyptus species. *Biores Technol.* 2009; 100: 45256.

**Chevalier, A.** Etude&Dossier. Travaux français sur le genre Eucalyptus. *Rev Int de Bot Appl & d'Agaric Tropical.* 1952; 32: 353-354.

**Chiba, S.; Djouaher, F.** Activité antibactérienne, anti oxydante et anti-insectes des huiles essentielles d'Eucalyptus, laurier de la région d'Ain Defla. Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, 2018.

**Choi, W.; Lee, B.; Lee, S.; Park, B.** Fumigant toxicity of EOs and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Crop Prot.* 2001, 20, 317–320.

**Choi, H.Y.; Choi, W.S.; Yang, Y.C.; et al.** Ovicidal and adulticidal activity of *Eucalyptus globulus* leaf oil terpenoids against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). *J Agric Food Chem*, 2004, 52(9), 2507-11.

**Coppen, J.J.W.; Hone, G.A.** Eucalyptus Oils—A Review of Production and Markets. *Bulletin* 56; Natural Resources Institute, University of Greenwich: London, England, 1992. 217.

**Cowan, N.M.** Plant products as anti-microbial agents. *Clinical microbiology Reviews.* 1999, Vol. 12(4): 564-582.

**Cragg, G.M.; Newmann, D.** *Journal of Natural Product*, 2007, 70: 461-477.

**Cruz, J.M.; Domínguez, H.; Parajó, J.C.** Anti-oxidant activity of isolates from acid hydrolysates of *Eucalyptus globulus* wood. Chemistry, 90(4),2005,503-511.

**Cserhati, T.; Forgacs, E.** Chromatography in food science and technology. CRC Press, 1999, p1.

**Dakov, T.; Damjanovic, J.; Šukovic, D.; Vratnica, B.D.** Antimicrobial Effect of Essential Oil Isolated from *Eucalyptus globulus* Labill. from Montenegro. Czech J Food Sci. 2011; 29: 277–284.

**Damjanovic-Vratnica, B.; Dakovt-Sukovic, D.; Damjanovic, J.** Antimicrobial effect of essential oil isolated form *Eucalyptus globulus* Labill. From Montenegro. Czech J. Food Sci, 2011, 29, 277-284.

**Daroui-Mokadem, H.** Phytochimique et biologique des espèces *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniun olusatrum* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* et *Chrysanthemum trifurcatum* (Asterarceae). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar; Annaba, Algérie; 2010.

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

**De Billerbeck, V.G.** Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. Phytothérapie, 2007, vol, 5 : 249-253.

**Deshpande, S.; Madhavi, D.; Salunkhe, D.K.** Food antioxidants: Technological: Toxicological and health perspectives. CRC Press. 1995.

**Dethlefsen, U.; Juergens, U.R.** Anti-inflammatory activity of a 1.8-cineol (eucalyptol) in bronchial asthma: à double-blind placebo-controlled trial. Respir, 2003, 97, 250, 256.

**De Vincenzo, M.; De Vincenzi, A.; Maialetti, F.; Scazzocchio, B.; Silano, M.** Constituents of aromatic plants : eucalyptol. Phytotherapie, 2002, 73(3), 269 – 275.

**Dewick, P.M.** Medicinal Natural Products: a biosynthetic approach. John Wiley & Sons (2002). 2ème éd, 2002, P 507.

**Diallo, D.** Thèse de doctorat, Lausanne (Suisse). 2000, P 221.

**Djenane, D.; Lefsih, K.; Roncalés, P.; Yangüela, J.** Composition chimique et activité anti-*Salmonella enteritidis* CECT 4300 des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, de *Lavandula angustifolia* et de *Satureja hortensis*. Tests in vitro et efficacité sur les œufs entiers liquides conservés à  $7 \pm 1$  °C. *Phytothérapie*, 2011, 9, 343–353.

**Doran, J.C.** Commercial sources, uses, formation, and biologyc. In *Eucalyptus Leaf Oils: Use, Chemistry, Distillation and Marketing* ,Eds.; Inkata: Melbourne, Australia, 1991; pp. 11–28.

**Doughar, J.H ; Obidah, J.S.** In vitro antifungal activity stem bark extracts of *Leptadenia lanciflora*. *International Journal of interactive biology*, 2008, 3(2): 111.

**Dubey, S.;Naik, S.N.; Pant, M.; Patanjali, P.K.; Sharma, S.** Insecticidal activity of *Eucalyptus* oil nanoemulsion with karanja and jatropha aqueous filtrates. *Int Biodeterior Biodegrad.* 2014; 91: 119-27.

**Duval, L.** Les huiles essentielles à l'officine, thèse du doctorat, Université de Rouen de médecine et de pharmacie de Rouen, 2012.

**Elberling, J.; Skov, P.S.** *Clin Exp Allergy*,2007.37: 1676-80.

**Eldridge, K.; Davidson, J.; Harwood, C.; vanwyk, G.** *Eucalypt domestication and breeding*, Oxford University Press Inc., New York, 1993, p 288.

**Evans, W.C.; Trease, G. E.** *Trease and Evan's Pharmacognosy*.14<sup>th</sup>edition. London: W.B. Saunders, 1996.

**Faucon, M.** *Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : Fondements et aide à la prescription*. Paris : Sang de la Terre et Médical, 2012. 880 p.

**Foudil-Cherif, Y.** *Etude comparative des Huiles Essentielles Algériennes d'Eucalyptus.*, Mémoire de Magister.1991.

**Foudil-Cherif, Y.** *Etude chimio taxonomique des huiles essentielles de neuf espèces d'Eucalyptus poussant en Algérie distribution en abtionmérique de cinq monoterpènes par chromatographie multidimensionnelle*. Thèse Doctorat en chimie .Université des Sciences et

la Technologie Houari Boumediene .Alger-2005.

**Franchomme, P.; Jollois, R.; Penoel, D.** L'aromathérapie exactement : Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des extraits aromatiques. 1e éd. Paris : Roger Jollois, 2007. p490.

**Freire, S.R.C.; Neto, P.; Pereira, S.; Silva, M.S.A.; and Silvestre, J.D.** Chemical composition of the essential oil distilled from the fruits of *Eucalyptus globulus* grown in Portugal. Flavour and fragrance journal, 2005, 20, 407-409.

**Garnéro ; J.** Huiles essentielles. Techniques de l'Ingénieur. Traité Constantes physicochimiques, 2002, p 9.

**GBIF** (Global Biodiversity Information Facility). *Eucalyptus globulus* Labill. Publié dans: Voy. rech. Pérouse 1:153, t. 13. 1800, source: Catalogue of Life, 2020.

**Ghaffar, A.; Jalal, F.; Kamal, S.; Kiran, S. ; Munir, R. B.; Yameen, M. 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: 20487–98.

**Ghalem, B.R. ;Mohamed, B.** Antibacterial activity of leaf Eos of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus camaldulensis*. Afr. J. Pharm. Pharmacol. 2008, 2, 211–215.

**Ghosh, V.; Nirmala, M.J.; Sugumar, S.; et al.** Ultrasonic emulsification of *Eucalyptus* Oil nanoemulsion: Antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and wound healing activity in Wistar rats. Ultrasonics Sonochemistry, 2014, 21(3), 1044-9.

**Githua, M.; Karemu, C.K.; Ndung'u, M.W.** Repellent effects of EOs from selected *Eucalyptus* species and their major constituents against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Int J Trop Insect Sci. 2013 ; 33: 188-94.

**Gonzalaz, A.P.; Licastro, S.; Lucia, A.; Masuh H.; Zerba, E.** Sensitivity of *Aedes aegypti* adults (Diptera: Culicidae) to the vapors of Eucalyptus EOs. Bioresour Technol. 2009 ; 100, 6083-87.

**Habbi-Cherifi, A.** Etude de la dynamique du parasite *Varroa destructor* de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) et évaluation de l'efficacité de quelques huiles essentielles dans la lutte contre ce parasite. Mémoire de Magister en Sciences Biologiques. Université

Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie ; 2014.

**Hayakawa, R.** Contact Dermatitis, 1987, 16:272-274.

**Hopper, S.D.; Moran, G.F.** Bird pollination and the mating system of *Eucalyptus stoatei*. Australian Journal of Botany 29, 1981, 625-638p.

**Hurtel, J.M.** Noix de muscade, *Myristica fragrans*, fiche médicale sur cette épice Aphrodisiaque et son huile essentielle antiseptique, phytomania : phytothérapie, plantes Médicinales, aromathérapie, huiles essentielles. Phytomania. com. 2006.

**Hussain, A.I.; Iqbal, Z.; Yasin Ashraf, H.M.** Genetic variability oil contents and composition of five species of Eucalyptus. Pak.J.Bot, 2003, 35(5): 843-852.

**Hussain, A.I.** Characterization and biological activities of essential oils of some species of Lamiaceae. Thèse de Doctorat, University of Agriculture, Faisalabad. 2009.

**INRF.** La forêt Algérienne, édité par l'Institut National de la Recherche Forestière, Bainem, Alger ; 1996.

**Jubril, O.A.; Olutayo, O.O.; Michael, O.A.; Sarah, A.** Chemical composition antioxidant cytotoxic effects of *Eucalyptus globulus* grown in north central Nigeria. J Nat prod plan Resour, 2012, 2(1), 1-8.

**Kadik, B.; Villagran, J.** Etude préliminaire sur l'évolution de *Phoracantha semipunctata* Fab, ravageur des forêts en Algérie .C.N.R.E.F, 1981.p 6.

**Kalemba, D.; Kunicka, A.** Antibacterial and antifungal properties of essential. Current Medicinal Chemistry. 2003, 10: 813-829.

**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'études. Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie ; 2011.

**Keefover-Ring, K.; Linhart, Y.B.; Thompson, J.D.** Beyond six scents: defining a seventh *Thymus vulgaris* chemotype new to southern France by ethanol extraction. Flavour and Fragrance journal, 2009 ; 24 : 117-122.

**Kellouche, A.** Etude du bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* F. (*Coleoptera Bruchidae*), physiologie, reproduction et lutte. Thèse Doctorat d'état en Science Naturel. Univ. T.O.Z. Spécialité : Entomologie, 216p ; 2006.

**Kohen, R.; Nyska, A.** Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions, and methods of their quantification. *Toxicol Pathol*, 2002; 30 (6): 620-50.

**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.

**Kumar, P.; Mishra, S.; Malik, A.; et Satya, S.** Compositional analysis and insecticidal activity of *Eucalyptus globulus* (family: Myrtaceae) essential oil against housefly (*Musca domestica*). *Acta Tropica*. mai 2012. Vol. 122, n° 2, pp. 212-218.

**Kurkin, A.** *Chem. Nat. Compd.* 2003, p 39,123.

**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.

**Lanier, L.** Maladies de l'*Eucalyptus*, 1986, *Bult. OEPP/EPPOB* 16, pp.: 255 - 263.

**Liu, Y.; Song, A.; Wang, Y.** Study on the chemical constituents of the essential oil of the leaves of *Eucalyptus globulus* Labill from China. *Asian Journal of Traditional Medicines*, 2009, 4(4).

**Lucia, A.; Masuh, H.; Picollo, M.I.; Toloza, A.C.; Zerba, E.** *Eucalyptus* essential oil toxicity against permethrin-resistant *Pediculus humanus capitis* (Phthiraptera: Pediculidae). *Parasitol Res.* 2010; 106: 409– 14.

**Malik, A.; Tyagi, A.** Antimicrobial potential and chemical composition of *Eucalyptus globulus* oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms. *Food Chemistry, India*, 2011, 126, 228-235.

**Martini, M.C.; Seiller, M.** Edition Tec et Doc. Editions médicales internationales, Paris, Lavoisier ; 1999.

**Mc Lafferty, F.W.; Stauffer, D.B.**Wiley Registry of Mass Spectral Data, 6th ed., Mass spectrometry library search system BenchTop/PBM, version 3.10d. Palisade Co.: Newfield; 1994.

**Mekelleche, H.** Contribution à l'étude morphométrique d'*Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtacées) dans la région de Tlemcen. Département d'Ecologie et Environnement, Université Aboubaker Belkaid-Tlemcen, Algérie, 2015.

**Mekonnen, A.; Taddese, S.; Tesema, A.; Yitayew, B.** In Vitro Antimicrobial activity of essential oil of *Thymus schimperi*, *Matricaria chamomilla*, *Eucalyptus globulus*, and *Rosmarinus officinalis*. Int J Microbiol. 2016 : 1–8.

**Merrouche A, Touati H, Zemmar K.** Etude préliminaire de l'activité insecticide des extraits des plantes (*Eucalyptus globulus*, *Myrtus communis* et *Nerium oleander*) à l'égard d'une espèce de moustique *Culex pipiens*. Spécialité : Biologie, évaluation et contrôle de population d'insectes. Université des Frères Mentouri Constantine. Algérie ; 2016.

**Mitsuo, N .A et Toshihiko, O.** Novel Type of Antioxidant Isolated from Leaf Wax of *Eucalyptus* leaves. Agricultural and Biological chemistry. 1981, (3). 45.

**Mohammedi, Z.** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et des flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse Magistère. Université Abou Bakr Belkaïd. Tlemcen; 2006.

**Mulyaningsih, S.; Reichling, J.; Sporer, F.; Wink, M.** Antibacterial activity of EOs from *Eucalyptus* and of selected components against multidrug-resistant bacterial pathogens. Pharm Biol. 2011, 49: 893–99.

**Nascimento, N.R.; Refosco, R.M.; Vasconcelos, E.C.; et al.** 1, 8-Cineole induces relaxation in rat and guinea pig airway smooth muscle. J Pharm Pharmacol, 2009, 61(3), 361-6.

**Norme AFNOR.** Les huiles essentielles. NFT75-001. Paris: AFNOR 1996.

**Norme ISO.** Matière premières d'origine naturelle. ISO 9235. 1997.

**Nourachani, I.** Caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile essentielle des écorces de *Cryptocarya crassifolia* (LAURACEAE). Mémoire de doctorat Biochimie Appliquée aux Sciences Médicales, Université D'Antananarivo, 2010, p 5.

**Ouis, N.** étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil, mémoire de docteur , chimie organique, Université d'Oran 1,2015, p 19,37.

**Pasquier, J.** L'*Eucalyptus globulus* et l'eucalyptol. Imp Aparent, Paris, 1872, p 6.

**Paul, I.** Larousse des plantes médicinales,2007.

**Pharmacopée Européenne.** 7<sup>th</sup> Ed. Strasbourg, 2010.

**Pibiri, M.C.** Assainissement microbiologiques de l'air et des systèmes de ventilations au moyen d'huile essentielle. Thèse de Doctorat, polytechnique fédérale de Lausanne, 2015.

**Queffelec, S.; Rebelle, B.** L'intoxication au laurier rose. Le nouveau praticien vétérinaire équine oct 2012- janv 2013, 43-44.

**Quezel, P.; Santa, S.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS (Ed). Paris, Tome 1, 1963.

**Quezel, P.; Santa, S.** Nouvelle Flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS (Ed), Paris, Tome 2, 1963.

**Rabiai, M.** Etude physicochimique et évaluation de activité biologique d'un huile essentielle et l'extrait aqueuse des *Eucalyptus globulus* de la région M'sila, 2014.

**Rao, V.S.; Santos, F.A.** Antiinflammatory and antinociceptive effects of 1,8-cineole a terpenoid oxide present in many plant essential oils. Phytother Res, 2000, 14(4), 240-4.

**Randriantsoa, D.R.** Etude comparative de deux huiles essentielles antibactériennes extraites des plantes *Cinnamosma fragrans* et *Citrus simensis* dans l'élevage de la crevette : *Panaeus monodon*. [Mémoire de DEA : Biochimie]. Antananarivo : Université d'Antananarivo, 2004, p78.

**Rung, C.** Végétaux toxiques. Arch zool exp gén ,1946, 89-108.

**Samate Abdoul, D.** Composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes

aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : Valorisation. Thèse de Doctorat, Univ.de Ouagadougou, Burkina Faso ; 2001.

**Sarda, N.** Quelques pathologies hivernales. Préparatrice en pharmacie, 2012, p 4.

**Schnitzler, P.; Rechling, J.; Schön, K.** Antiviral activity of Australian Tea tree oil and *Eucalyptus* oil against *herpes simplex* virus in cell culture. Die Pharmazie, 2001, 56(4), 343-347.

**Schnuch, Axel Wolfgang Uter.** Studies of the importance of airborne contact allergens in the onset of contact dermatitis. Federal Environment Agency, 2006.

**Scimeca, D.** Les plantes du Bonheur, Ed. Alpen, 2007, p.12-17.

**Steflitsch, M.; Steflitsch, W.** Clinical aromatherapy. Journal of Men's Health. 2008, 5(1):2-4.

**Taleb-Toudert, K.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérie). Evaluation de leurs effets sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie, 2015.

**Turnbull, J.W.** Future use of Eucalyptus: opportunities and problems. in: A.P.G. Schonau (ed.). IUFRO Symp Intensive for the role of *Eucalyptus*. Southern African Institute of Forestry, Pretoria. 1991 ; p 2-27.

**Valisolala, J.** Huile essentielle, inventaire et études des plantes aromatiques et médicinales des Etats de l'Océan Indien. Projet FED/COI/AIRDOI, 1989.

**Valnet, J.** Aromathérapie : traitement des maladies par les essences de plantes, 2<sup>ème</sup> 2<sup>éd</sup>. Paris : Maloine, 1990, pp31-43.

**Warot, S.** Les *Eucalyptus* utilisés en Aromathérapie. Préparatrice en pharmacie. Mémoire de fin de formation en Phyto-aromathérapie, 2006, p 3.

**Yahyaoui, N.** Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Menthe Spicata* L. sur *Rhyzoperlhu dominicu* (F) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium*

*confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques,  
Option : Ecologie, INA, El-Harrach, 2005.

## **Résumé**

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence la richesse de l'espèce *Eucalyptus globulus* Labill. En principes actifs (huiles essentielles) à travers une étude comparative et approfondie des propriétés physicochimiques et biologiques de l'espèce algérienne avec l'espèce cultivée dans différentes régions du monde.

L'espèce *Eucalyptus globulus* dans divers endroits en Algérie possède un rendement variant entre 0,2 % et 2,53%, comparable à celui trouvé pour la même espèce dans le monde. Les propriétés organoleptiques et physicochimiques de cette espèce en Algérie ou ailleurs sont conformes aux exigences de la norme AFNOR.

La composition chimique de l'espèce algérienne est à chémotype 1,8-cinéole, ce qui est retrouvé chez la majorité des espèces dans différents pays. Toute fois, d'autres chémotypes peuvent exister.

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* possède des propriétés biologiques très importantes, elle est anti oxydante, insecticide, acaricide, antibactérienne, antifongique, et c'est une huile typique pour produire les huiles essentielles médicinales.

Toutes ces propriétés confirment l'importance de l'huile de cette espèce en agriculture, en industrie alimentaire et en pharmacie.

**Mots clés :** *Eucalyptus globulus*, huiles essentielles, propriétés physicochimiques, propriétés biologiques.

## ***Abstract***

The objective of this study is to highlight the richness of the species *Eucalyptus globulus* Labill. Active ingredients (essential oils) through a comparative and in-depth study of the physicochemical and biological properties of the Algerian species with the species cultivated in different regions of the world.

The species *Eucalyptus globulus* in various places in Algeria has a yield varying between 0,2% and 2,53% , comparable to that found for the same species in the world.

The organoleptic and physicochemical properties of this species in Algeria or elsewhere comply with the requirements of the AFNOR standard.

The chemical composition of the Algerian species has a 1,8-cineole chemotype, which is found in the majority of species in different countries. Touched times, other chemotypes may exist.

*Eucalyptus globulus* essential oil has very important biological properties; it is antioxidant, insecticidal, acaricidal, antibacterial and antifungal. It is a typical oil for producing medicinal essential oils.

All these properties confirm the importance of the oil of this species in agriculture, food industry and pharmacy.

**Keywords:** *Eucalyptus globulus*, essential oils, physicochemical properties, biological properties.

## ملخص

تعتبر شجرة الكاليتوس من النباتات الطبية المستخدمة في الادوية التقليدية في الجزائر حيث يتميز بعدة خصائص بيولوجية لكونه نبات عطري غني بعدة مركبات اساسية هي المسؤولة عن هذا النشاط البيولوجي.

تهدف هذه الدراسة لدراسة الزيوت الاساسية لأوراق شجرة الكاليتوس *Eucalyptus globulus Labill* ودراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للزيوت العطرية المستخلصة وكذلك دراسة الخصائص البيولوجية والمتمثلة في فعالية الزيوت وقدرتها المضادة ضد كل من البكتيريا والاكسدة والفطريات والحشرات والعناكب.

تتكون الزيوت الطيارة للكاليتوس من عدة مركبات اساسية تختلف نسبتها حسب كل منطقة عموما المركب الرئيسي هو السينيول 1,8-cinéole.

**الكلمات المفتاحية :** كاليتوس غلوبوليس – الزيوت الطيارة – الخصائص الفيزيوكيميائية – الخصائص البيولوجية.

**Année universitaire : 2019/2020**

**Présenté par :** *Denech Sara*  
*Benchiheb Hayet*  
*Ariba Fatima Zohra*

Synthèse des propriétés physicochimiques et biologiques d'*Eucalyptus globulus* Labill.

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

### **Résumé**

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence la richesse de l'espèce *Eucalyptus globulus* Labill. en principes actifs (huiles essentielles) à travers une étude comparative et approfondie des propriétés physicochimiques et biologiques de l'espèce algérienne avec l'espèce cultivée dans différentes régions du monde.

L'espèce *Eucalyptus globulus* dans divers endroits en Algérie possède un rendement variant entre 0,2 % et 2,53%, comparable à celui trouvé pour la même espèce dans le monde. Les propriétés organoleptiques et physicochimiques de cette espèce en Algérie ou ailleurs sont conformes aux exigences de la norme AFNOR.

La composition chimique de l'espèce algérienne est à chémotype 1,8-cinéole, ce qui est retrouvé chez la majorité des espèces dans différents pays. Toutefois, d'autres chémotypes peuvent exister.

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* possède des propriétés biologiques très importantes, elle est anti oxydante, insecticide, acaricide, antibactérienne, antifongique, et c'est une huile typique pour produire les huiles essentielles médicinales. Toutes ces propriétés confirment l'importance de l'huile de cette espèce en agriculture, en industrie alimentaire et en pharmacie.

**Mots clés :** *Eucalyptus globulus*, huiles essentielles, propriétés physicochimiques, propriétés biologiques

### **Laboratoire de recherche :**

Laboratoire de pharmacologie et toxicologie de l'Université Constantine 1.

### **Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** Dr Dalichaouch. S (MCA - Université Salah Bounider Constantine 3).

**Rapporteur :** Dr Atmani-Merabet Ghania (MCB- Université Salah Bounider Constantine 3).

**Examineur :** Dr Brik. Nassima (MAHU- Université Salah Bounider Constantine 3).

**Date de soutenance :** 17 Septembre 2020