



Etude Bibliographique sur la Phytochimie et les Activités Biologiques de *Eucalyptus globulus* L. (Myrtaceae)

[Bibliographic Study on the Phytochemistry and Biological Activities of *Eucalyptus globulus*]

Jean Pierre Mbula¹, Giresse Kasiana Nkal², Aristote Matondo², Juvenal Bete², Koto-Te-Nyiwa
Jean Paul Ngbolua³, Dorothée Tshilanda Dinangayi², Damien Tshibangu Sha-Tshibey², Pius
Mpiana Tshimankinda²

¹Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, Kisangani, République Démocratique du Congo

²Département de Chimie & Industries, Faculté des Sciences & Technologies, Université de Kinshasa, Kinshasa, République Démocratique du Congo

³Département de Biologie, Faculté des Sciences & Technologies, Université de Kinshasa, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Résumé

L'objectif de ce travail est de passer en revue les données de la littérature rapportées sur l'espèce *Eucalyptus globulus* concernant sa phytochimie et ses activités afin de montrer comment l'espèce *Eucalyptus globulus* peut être utilisée dans le traitement des plusieurs maladies. Une étude antérieure a montré que divers composés ont été extraits de cette espèce, il s'agit notamment de 1,8-cinéole (48.6%), α -pinène (9.7%), globulol, Aromadendrene; isovaléraldéhyde, spathulénol, Isoamylisovalérate (1.1%), trans-Carveol (0.8%), Carvacrol (0.1%), α -Terpinyl acetate (0.3%), Geranyl acetate (0.1%), Aromadendrene (4.6%), Ledene (0.6%), Viridiflorol (0.4%), Globulol (10.9%), α -Eudesmol (0.8%), Juriper Camphor (0.6%), etc... Une revue de la littérature révèle que l'espèce *E. globulus* et leurs huiles essentielles sont actives contre un grand nombre de virus et même contre le SARS-CoV-1 qui partage 96% des gènes avec le SARS-CoV-2. Les études ont aussi montré que cette plante est douée des plusieurs activités biologiques (antivirale, anti-oxydante, antibactérienne, insecticide, acaricide, antipaludique et antifongique).

Mots clés : *Eucalyptus globulus*, activités biologiques, usages, métabolites, phytochimie

Abstract

The objective of this work is to review literature data reported on *Eucalyptus globulus* species regarding its phytochemistry and activities in order to show how *Eucalyptus globulus* species can be used as medicine in the management of several diseases. A previous study has shown that various compounds have been extracted from this species, these include 1,8-cineole (48.6), α -pinene (9.7), globulol, Aromadendrene; isovaleraldehyde, spathulenol, Isoamylisovalerate (1.1), trans-Carveol (0.8), Carvacrol (0.1), α -Terpinyl acetate (0.3), Geranyl acetate (0.1), Aromadendrene (4.6), Ledene (0.6), Viridiflorol (0.4), Globulol (10.9), α -Eudesmol (0.8), Juriper Camphor (0.6), etc... A review of the literature reveals that *E. globulus* species and their essential oils are active against a large number of viruses and even against SARS-CoV-1, which has 96% of the same genes with SARS-CoV-2. Studies have also shown that this plant species has several biological activities (antiviral, antioxidant, and antibacterial, insecticidal, acaricide, antimalarial and antifungal).

Keywords: *Eucalyptus globulus*, biological activities, uses, metabolites, phytochemistry

*Auteur correspondant : Mbula Jean Pierre, (mbulajeangepierre@yahoo.fr). Tél. : (+243) 819344075

Reçu le 24/02/2023 ; Révisé le 29/03/2023 ; Accepté le 21/04/2023

<https://doi.org/10.59228/rcst.023.v2.i1.28>

Copyright: ©2023 Mbula et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

En Afrique, l'accès à la médecine conventionnelle reste limité aux grandes agglomérations. Les difficultés de déplacements, l'insuffisance du personnel qualifié, le coût élevé de prestations et des médicaments conventionnels et les facteurs socio-économiques, ne laissent à une grande partie de la population, d'autres choix, que celui de la médecine traditionnelle pour traiter leurs maladies. En République Démocratique du Congo (RDC), les plantes médicinales représentent le principal produit des populations tant urbaines que rurales pour leurs besoins en soins de santé en raison des coûts élevés de la médecine conventionnelle. Ces espèces végétales contiennent des composés bioactifs également appelés phytochimiques capables de moduler les processus métaboliques et d'améliorer la santé. Certaines de ces plantes agissent donc comme des aliments fonctionnels et pourraient servir de sources des médicaments. *Eucalyptus globulus*, appelé aussi Gommier bleu de Tasmanie, a été découvert en 1792 par le botaniste français La Billardière. C'est un arbre originaire de Tasmanie en Australie appartenant dans la famille de Myrtaceae et pousse surtout dans les régions chaudes. L'*Eucalyptus globulus* mesure 30 à 60 mètres de haut et il peut atteindre jusqu'à 100 mètres dans certains cas et a des applications diverses, allant du traitement des troubles respiratoires aux troubles gastro-intestinaux (Koziol, 2015). Ses feuilles sont la principale source de son huile essentielle. Utilisée pour ses vertus médicinales, notamment antitussive et expectorantes, elle n'en a pas moins des propriétés fébrifuges, toniques, astringentes, antiseptiques, antimicrobiennes, hémostatiques et vermifuges (Boukhatem et al., 2019; Salehi et al., 2019).

Il a été rapporté que la composition en huiles essentielles de *E. globulus* de certaines localités était caractérisée par une teneur élevée en terpénoïdes, en particulier : 1,8-cinéole, α -pinène, β -pinène, sabinène, α -phellandrène, limonène, camphre. Par ailleurs, Daroui et al., 2013 et Liu et al., 2009 ont rapporté l'utilisation de la plante aromatique en médecine populaire africaine pour le traitement de diverses maladies et ces études ont confirmées la présence des activités anti inflammatoire, analgésique, antipyrétique. Le présent article est une revue de la littérature sur la phytochimie et les activités biologiques de l'*Eucalyptus globulus*. Cette étude vise à orienter les recherches futures sur les molécules bioactives pour la gestion de certaines maladies en vue de la

valorisation de la biodiversité végétale en République Démocratique du Congo.



Figure 1. *Eucalyptus globulus* : arbre (a)-tronc (b)-feuilles, fleurs et fruits (c)

Source: (Atlas of Living Australia, 2015)

E. globulus est une plante arbustive atteignant 30 à 60 mètres de haut et il peut atteindre jusqu'à 100 mètres dans certains cas. Son tronc est lisse et sa couleur varie du blanc au gris. Son écorce se détache facilement en longues bandes. Les jeunes feuilles sont cireuses, ovales, claires, opposées et sessiles. Ces feuilles peuvent atteindre 25 centimètres de long. Elles sont falciformes, alternes, pétiolées, de couleur gris-vert. Les feuilles ont une nervure principale surtout distincte sur la face inférieure. La plante coupée est reconnaissable par la présence de nombreuses poches sécrétrices sur la face inférieure de la feuille. Les fleurs, visibles au printemps, 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 (Anton et al., 2003). Elle est largement distribuée en Afrique tropicale occidentale et centrale (Koziol, 2015).

E. globulus est une plante aromatique utilisée depuis des décennies en médecine traditionnelle pour soigner des troubles respiratoires telles que, le rhume, la toux ou la grippe. Les feuilles sont bouillies et inhalées en flux pour le traitement de ces dernières. Récemment, il a été rapporté l'utilisation des feuilles de cette plante pour soulager les signes du COVID-19 en Afrique. En effet, on sait que l'aromathérapie peut avoir des effets désinfectants respiratoires, décongestionnants et psychologiques. Les molécules qui pénètrent dans le nez ou la bouche passent dans les poumons et, de là, dans d'autres parties du corps. Ils peuvent atteindre le cerveau, affecter le système limbique, qui est lié aux émotions; la fréquence cardiaque, la respiration, la mémoire, le stress et l'équilibre hormonal et peuvent ensuite avoir un effet subtil mais holistique sur le corps (Brasier, 2020; Tshibangu et al., 2020; Anon., 2020).

Les huiles essentielles (HE) sont les principales molécules actives des plantes aromatiques. Ce sont des mélanges de différentes substances lipophiles et volatiles, telles que des monoterpènes, des sesquiterpènes et/ou des phénylpropanoïdes, et ont une odeur agréable (Dhifi et al., 2016). Ils possèdent diverses applications principalement dans les industries de la santé, de la cosmétique, de l'agriculture et de l'alimentation.

Le but de cette revue est de décrire la phytochimie et les activités biologiques de l'espèce de *E. globulus* contre certaines maladies courantes.

Méthodologie

Dans cette étude, une recherche documentaire a été menée pour obtenir toutes les informations sur les utilisations traditionnelles, les propriétés physiques, la phytochimie et la bioactivité de *E. globulus* (Myrtaceae) à partir de diverses bases de données électroniques (PubMed, PubMed Central, Science Direct et Google Scholar). Le nom scientifique de cette espèce végétale a été utilisé comme mot-clé pour la recherche. Les structures chimiques des composés naturels de *E. globulus* ont été dessinées à l'aide du logiciel ChemBioDraw Ultra 12.0, mais les références bibliographiques ont été réalisées à l'aide du logiciel bibliographique Mendeley.

Résultats et discussion

Résultats

Phytochimie

Les activités biologiques des plantes aromatiques sont dues aux composés chimiques qui contiennent ces espèces. Plusieurs études ont identifié et isolé de nombreux composés et extraits d'HE de l'espèce de *E. globulus*. Le tableau

1 présente la composition chimique de l'espèce de *E. globulus*.

Tableau 1. Quelques constituants majeurs de l'HE et quelques molécules des extraits de la plante *E. globulus*.

Composés chimiques. Principaux constituants de l'HE (%)	Références
Terpènes : 1,8-cinéole (48,6), α -pinène (9,7), globulol, Aromadendrène ; 1,8-cinéole, isovalaldéhyde, spathulénol, γ -terpinéol, γ pinène 1, 8-cinéole (70-85).	(Alieta et al., 2003) (Tshibangu et al., 2020)
1,8-cinéole (48,6), Isoamylisovalérate (1,1), α -pinène (9,7), trans-Pinocarveol (10,7), Pinocarvone (1,0), 4-Terpineol (0,3), α -Terpineol (6,6), trans-Carveol (0,8), Carvacrol (0,1), α -Terpinyl acetate (0,3), Geranyl acetate (0,1), Aromadendrène (4,6), etc.	(Erau, 2019) (Daroui et al., 2013) (Juergens & Dethlefsen, 2002) (Mohammed, 2014)
1,8-cinéole (64,22), globulol (0,92), limonène (0,12), α -pinène (17,27), β -pinène (0,40), α -phellandrène (0,12), sabinène (0,12), p-cymène (1,77), trans-pinocarvéol (2,74), aromadendrène (2,66), camphre (2,66).	(Anton et al., 2018) (Dauvergne, 2020)
1,8 -cinéole (72,71), alpha-pinène (9,22), alpha-terpinéol (2,54), globulol (2,77)	(Liu et al., 2009) (Mpondo et al., 2017)
1,8-cinéole (85,8), alpha-pinène (7,2), bêta -myrcène (1,5)	(Mpondo et al., 2017)
1,8-cinéole : (46,5), terpinène-4-ol (23,46), p-cymène (8,10), spathulenol (8,94), globulol (2,52)	(Damjanovic et al., 2011)
1,8-cinéole (45,4), Limonène (17,84), p-cymène (9,5), alpha-pinène (4,2), alpha-terpinéol (3,6)	(Malik & Tyagi, 2011)
1,8-cinéole (85,8), alpha-pinène (7,2), bêta -myrcène (1,5)	(Damjanovic et al., 2011)
1,8-cinéole (45,4), limonène (17,8), p-cymène (9,5), alpha-pinène (4,2), alpha-terpinéol (3,6)	(Malik & Tyagi, 2011)
terpinène-4-ol (23,46), p-cymène (8,10), spathulenol (8,94), globulol (2,52)	(Olayinka et al., 2012)
1,8-cinéole (47,05), cymène (3,48), α -pinène (7,69), globulol (8,65)	(Taleb-Toudert, 2015)
1,8-cinéole (78,45), o-cymène (2,18), α -pinène (1,69)	(Atmani-Merabet, 2018)
1,8-cinéole (63,0), α -pinène (16,1)	(Mekonnen et al., 2016)
1,8-cinéole (48,6), trans -Pinocarveol (10,7), α - pinène (9,7)	(Chiba & Djouaher, 2018)
1,8-cinéole (55, 3), spathulenol (7,4), α -terpinéol (5,5)	(Bey-Ould et al., 2015)

Composés chimiques. Principaux constituants de l'HE (%)	Références
1,8-cinéole (21,4), o-cymène (21,4), α -pinène (6,7)	(Bakir et al., 2016)
1,8-cinéole (44,3), camphène (23,1), α -pinène (9,3)	(Apers al., 2012)
1,8-cinéole (56,5), limonène (28,0)	(Ghaffar et al., 2015)
Glycosides flavanone: Engelitine, Dihydroquercétine arabinoside,	(Alieta et al., 2003)
Proanthocyanidines: Catéchine, Gallates dimères de procyanidine, Proanthocyanidines polymères	(Alieta et al., 2003)
Tanins hydrolysables: Acide méthyl ellagique arabinoside, Glucoses trigalloyl, Pédonculagine, Tellimagrandin, Tétragalloylglucoses, Ellagitannin, Pentagalloylglucoses, Composé de phloroglucinol formylé, Glycosides de stilbene.	(Alieta et al., 2003)
α -pinène (2,03), Camphène (0,01), β -pinène (0,08), Myrcène (0,06), a-phellandrene (0,06), P.Cymène (0,08), 1,8 Cinéole (Eucalyptol) (73,32), Gamma Terpinène (0,05), Terpinolène (0,07), Linalol (0,04), Compholène Aldehyde (0,08), Bornéol (0,47), etc.	(Karakahina & Saidisiham, 2016)
β -caryophyllène (0,04), Acétate α -terpinyl (0,10), Terpinène-4-ol (0,08), γ -terpinène (8,50), α -terpinène (0,02), α -phellandrene (0,08), 1,8-cinéole (81,70), p-cymène (1,07), α -pinène (2,30)	(Djenane et al., 2011)
1,8-cinéole (78,45) o-cymène (2,18) α -pinène (1,69)	(Atmani et al., 2018)
1,8-cinéole (48,6) trans - Pinocarveol (10,7) α -pinène (9,7)	(Chiba et al., 2018)
1,8-cinéole (55, 3) spathulenol (7,4) α -terpinéol (5,5)	(Bey et al., 2015)
Autres composés isolés : Glycosides de phloroglucinol	

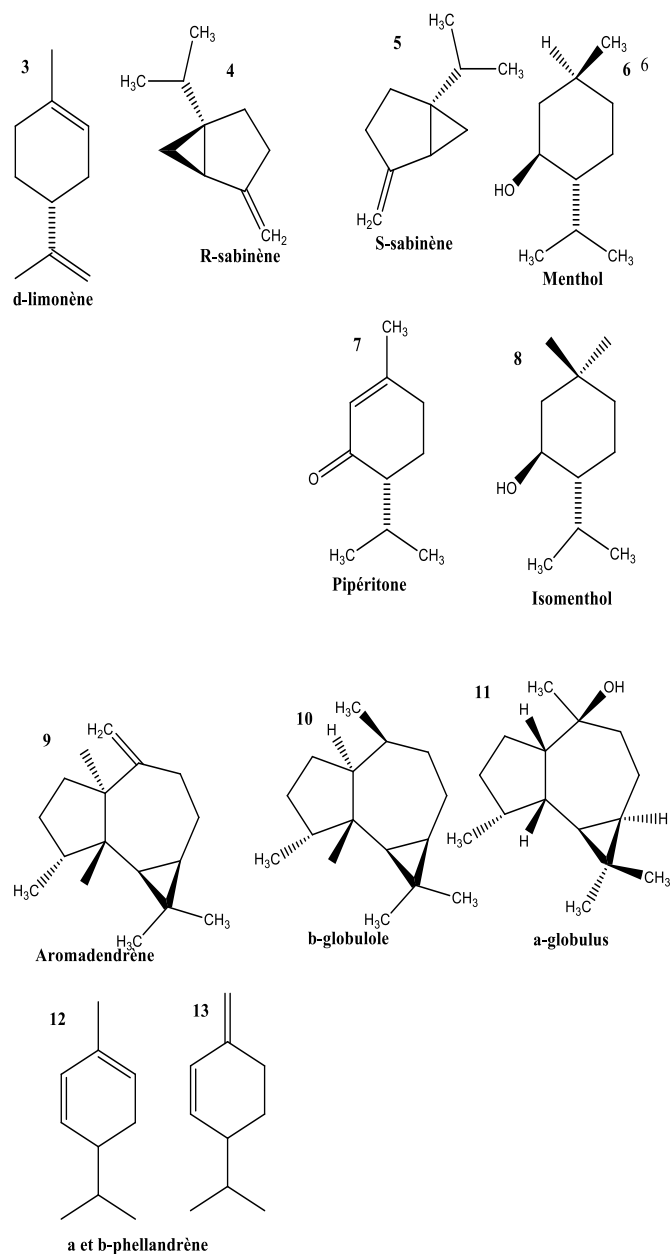
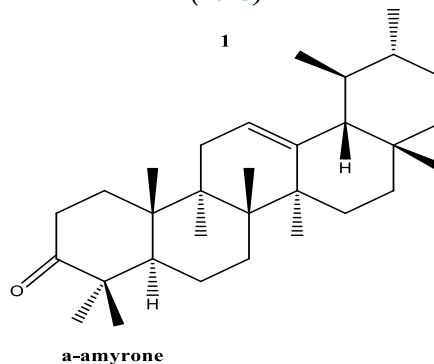
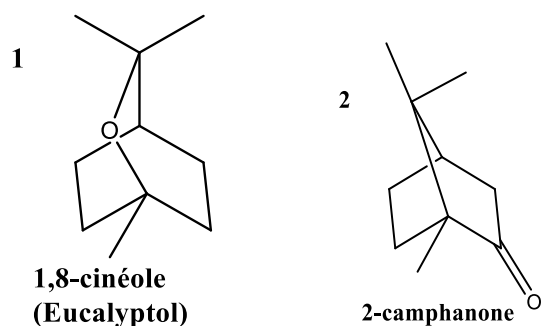


Figure 2. Structures de quelques composés monoterpéniques et ses quiterpènes isolés d'*Eucalyptus globulus*. Source : Brezáni & Šmejkal (2013)



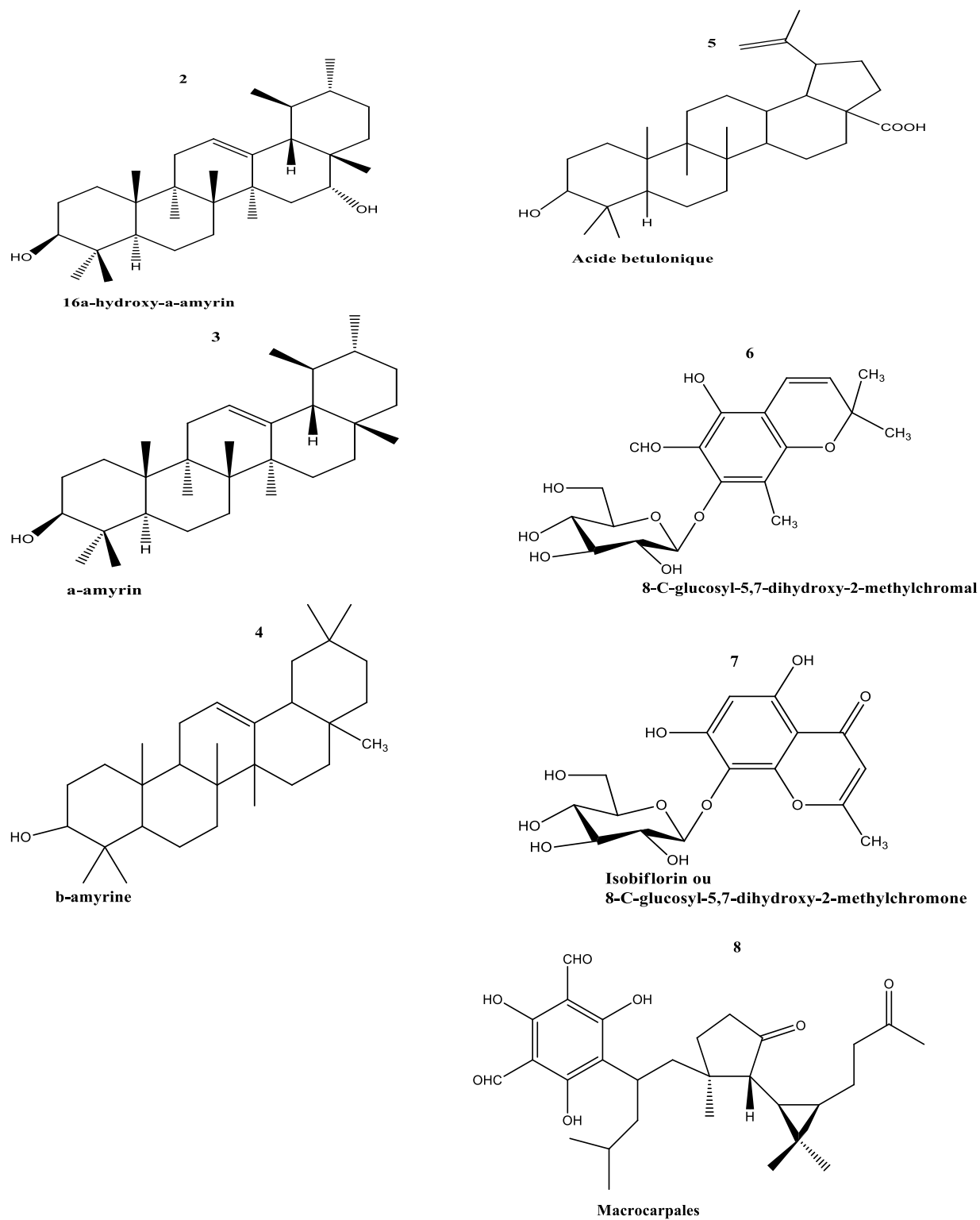


Figure 3 : Structure des quelques Glycosides de phloroglucinol et Macrocarpales isolées de Eucalyptus globulus

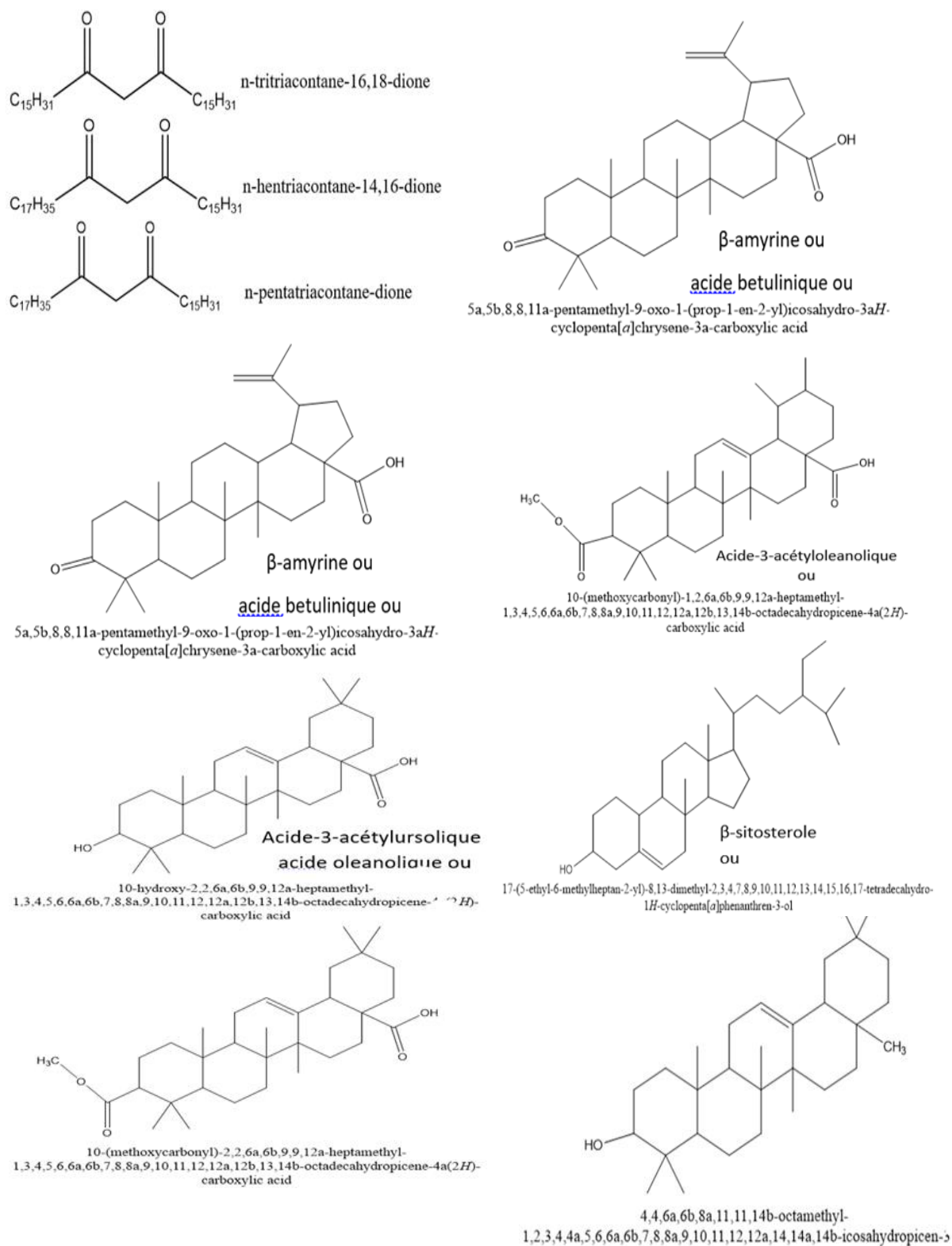


Figure 4. Principaux triterpénoïdes (lupane, oléane et ursane) identifiés dans l'écorce de *Eucalyptus globulus*.

Les extraits organiques d'*Eucalyptus globulus* possèdent en plus des huiles essentielles, des composés ayant des activités antibiotiques et anti-inflammatoires prononcées tel que le robustol A, les robustadiols et l'eucalyptol. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) reconnaît l'utilisation traditionnelle des feuilles d'*Eucalyptus globulus* pour soulager la fièvre et les symptômes de l'asthme, pour traiter l'inflammation des voies respiratoires, de la gorge ou des muqueuses de la bouche (Daroui, 2012; Mpondo et al., 2017).

Gominho et al. (2020) de même que Elaissi et al. (2011) ont fait une étude sur trois *Eucalyptus globulus* matures âgés de 40 ans, à trois niveaux de hauteur (0%, 35% et 60% de la hauteur totale de l'arbre) et à trois régions radiales (aubier, bois de cœur intérieur et extérieur). Les résultats de cette étude ont montré que les acides gras constituent la principale famille chimique et qu'ils représentent 40,8% du total des composés isolés, suivis des phytostérols (19,0%), des aromatiques (10,5%) et des triterpènes (10,4%).

Activité antivirale

Les huiles essentielles jouent un rôle important dans l'inhibition de la multiplication de certains virus comme rapporté dans la littérature. 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* 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 (Ariba et al., 2020).

Une précédente étude a confirmé que le 1,8-cinéole inhibe le NF- κ B, réduit les cytokines pro-inflammatoires et soulage les modifications pathologiques de la pneumonie virale chez les souris infectées par le virus de la grippe. Le 1,8-cinéole, administré par voie intranasale, peut également avoir la capacité d'être un adjuvant du vaccin antigrippal.

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 et al., 2018; Habbi, 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 % (Ariba et al., 2020; Chagas et al., 2002).

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 : α -pinène, p-cymène, o-cymène, spathulenol, limonène, γ -terpinène, globulol et camphène.

Activité acaricide

L'activité insecticide des plantes est une préparation d'extraits végétaux bruts riche en substances actives qui ont la propriété de repulser les insectes ou de les tuer soit par toxicité directe, soit par élimination de leurs larves et de leurs œufs. L'homme a utilisé certains arbres ou plantes comme moyen de protection contre les moustiques et les pestes. Ces arbres ou plantes sont considérées comme amies de l'environnement contrairement aux produits chimiques de synthèse qui présentent un risque majeur pour la santé humaine et l'écosystème.

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

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

Cependant, une variété d'espèces d'insectes a été ciblée notamment, *Aedes aegypti*, *Lutzomyia longipalpis*, *Musca domestica*, *Odontotermes assamensis*, *Pediculus humanus capitis*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* (Barbosa et al., 2016).

Ariba et al. (2020) ont rapportés que l'activité « anti-puqe » 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'étude de [Benazzeddine \(2010\)](#) 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 de [El banna \(2006\)](#). 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.

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 ([Ariba et al., 2020](#)).

Activité antibactérienne

De nombreuses études ont montré que les huiles extraites des espèces d'eucalyptus ont une activité contre certaines bactéries Gram- et Gram+.

Les travaux de [Elaissi et al. \(2011\)](#) ont prouvés que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* présentaient une activité antimicrobienne supérieure aux 19 autres espèces d'*Eucalyptus* étudiés. Cette variabilité a été attribuée à la composition chimique des huiles de feuilles.

Les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* ont été testées contre un panel de 21 souches bactériennes : *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Citrobacter diversus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Fusobacterium nucleatum*, *Klebsiella oxytoca*, *K. pneumoniae*, *Porphyromonas gingivalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Salmonella paratyphi*, *S. typhi*, *S. typhimurium*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *S. intermedius*, *S. sciuri*, *S. warneri*, *S. pyogenes* ([Barbosa et al., 2016](#) ; [Kesbi, 2011](#)).

Les HES de *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 de *E. globulus* de la région de Ouargla (Algérie) a été moyennement active sur *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *acinetobacter baumannii* avec respectivement une

surface d'inhibition de 10, 8,2, 10,4 et 8,7 mm ([Kesbi, 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.

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 *Salmonella 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 & Mohamed, 2008](#)). Par ailleurs, les travaux de [Adouani & Merghadi \(2021\)](#) ont confirmés le pouvoir antibactérien de la fraction buthanolique et acetate d'éthyl des feuilles d'*Eucalyptus globulus* sur la souche *E. coli* qui a donné des zones d'inhibitions de 9 mm pour la fraction acetate d'éthyl et négative pour la fraction buthanolique avec la même concentration de 40mg/ml.

Activité antifongique

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

Les travaux de [Almeida et al. \(2009\)](#) ont démontré une activité antifongique de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur deux espèces du genre *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. L'expérience démontre que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a un effet plus 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 (Kozioł, 2015).

Les HEs d'*Eucalyptus globulus* ont été évaluées contre diverses espèces fongiques comme indiqué sur le [tableau 2](#)

Tableau 2. Activités antifongiques de l'HE de *E. globulus*.

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

Dakov et al. (2011) ont rapporté que les HEs de *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 & Tyagi (2011) ont étudié l'effet des HEs de *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.

Activité antioxydante

De nombreuses maladies, telles que le cancer, la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer, le diabète, la fibromyalgie, l'arthrite, les allergies et le vieillissement, sont liées au stress oxydatif. Pour lutter contre ce dernier, il a été suggéré de prendre des antioxydants qui peuvent être efficaces pour inhiber de tels phénomènes.

En conséquence, beaucoup des 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 due à la présence des groupes d'hydroxyle dans leur structure chimique (Hussain, 2009).

Les huiles essentielles de l'espèce *E. globulus* de plusieurs 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 3](#)) (Ariba et al., 2020).

Tableau 3. Activités anti oxydantes de l'HE de *E. globulus*

Activité anti oxydante	Pays	Références
+	Algérie	(Kesbi, 2011)
+	Espagne	(Cruz et al., 2005)
+	Maroc	(Aazza et al., 2014)
+	Egypte	(Abhishek et al., 2018)
+	Tunisie	(Belfekiac et al., 2016)
+	Monténégro	(Dakov et al., 2011)
+	Tunisie	(Bakhrouf et al., 2010)
+	South Africa	(Ashoke et al., 2010)
+	Japon	(Mitsuo & Toshihiko, 1981)

Selon l'étude de Ashoke et al. (2010) l'huile essentielle de *E. globulus* montre une activité antioxydant avec un pourcentage de piégeage du radical DPPH de 79±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%).

Activité antipaludique

Il resort des travaux de Muhindo et al. (2022) que, l'*Eucalyptus globulus* est utilisé traditionnellement République Démocratique du Congo pour soigner le paludisme. Le taux d'utilisation de cette plante est estimé à 10,99%.

Kasali et al. (2014) ont aussi dans leurs travaux prouvés que l'*Eucalyptus globulus* est largement utilisé en République Démocratique du Congo pour soigner le paludisme.

4. Conclusion et perspectives

Une étude bibliographique sur la phytochimie et l'activité biologique de l'espèce d'*Eucalyptus globulus* a été réalisée. Du point de vue phytochimique, l'espèce d'*Eucalyptus globulus* est une source importante de métabolites secondaires dont le nombre de composés volatils dépasse de loin

celui des non volatils. Il est très riche en composés terpéniques et polyphénoliques biologiquement actifs.

Les métabolites secondaires se trouvent dans les différentes parties de la plante, dans les feuilles, les fleurs, les racines et les tiges. Ils sont largement utilisés dans la médecine traditionnelle, la parfumerie, les produits cosmétiques et les produits pharmaceutiques. Ils représentent également une grande activité biologique, notamment en tant qu'antioxydant, antibactérien, insecticide, acaricide, antipaludique et antifongique.

A la fin, il s'avère que l'espèce *Eucalyptus globulus* est extrêmement important dans les domaines socioéconomiques et environnementaux. De cet effet, on propose d'orienter les recherches scientifiques vers la réalisation des études approfondies et complémentaires afin que le grand potentiel de ce type d'arbres sera pleinement exploité, comme c'est le cas dans d'autres pays.

Références bibliographiques

- Aazza, S., Cortés, G.I., Figueiredo, A.C., Lyoussi, B., Megías, C., Vioque, J. (2014). Anti-oxidant, Anti-inflammatory and Anti-proliferative Activities of Moroccan Commercial Essential Oils. *Pharmaceutical biology* 9(4), P(451-457)
- Abhishek-Albert, A., Al-Sayed, E., Ganesan, D., Singab, A.B. (2018). 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 NRK49Fcells. *Natural Product Research*, (11), 32. P(330-336)
- Adouani, L. & Merghadi, I. (2021). Étude des activités biologiques des extraits et l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* [Thèse de doctorat, Université Larbi Ben Mhidi D'oum El Bouaghi].
- Alam, M.K., Das, A., Hossain, M.A., Kabir, M., Rahman, A., Rahman, S.M., Salehuddin, S., Singha, S.K. (2010). Antibacterial properties of essential oils and methanol extracts of sweet basil *Ocimum basilicum* occurring in Bangladesh. *Pharmaceutical biology*, 48(5), 504-511.
- Alamgeer, Waqas, Y., Hira A., Amber, S., Humayun, R., Ishfaq, A.B. (2018). Plantes médicinales traditionnelles utilisées pour les troubles respiratoires au Pakistan: un examen des preuves ethno-Médicinales et pharmacologiques. *Médecine Chinoise*. 3(48), 117-124. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0204-y>.
- Alieta, E., Davies, N.W., & Mohammed, C. (2003). Wound wood formation in *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*: anatomy and chemistry. *Can. J. For. Res.*, 33: 2331-2339. Doi: 10.1139/X03-149
- Almeida, G.S., Duarte, B., Eduardo, M., Maria, A., Marisa, A. B., Regitano, M. H., Vilela, G. R. (2009). 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*, 45(2), 108-111.
- Anon. (2020). Covid 19: Quand les plantes aromatiques et médicinales servent de traitement. Consulté le 26/4/2020. <https://www.agrimaroc.ma/covidplantes-aromatiques-medicinales/>.
- Anton, R. & Wichtl, M. (2003). *Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique* (2è éd.). Paris, Editions Tech & Doc.
- Anton, R., Chevallier, V., Faucon, M., Guillemin, E., Hilpiper, C. (2018). Aromathérapie scientifique : préconisations pour la pratique clinique, l'enseignement et la recherche, argumentaire version longue. *Naturopathie d'aujourd'hui.com*, 3(9), 177.
- Apers, S., Bruyne, D., Cimanga, K., Hermans, N., Kambu, K., Pieters, L., Tona, L., Totté, J., Vlietinck, A.J. (2012). Correlation between chemical composition and antibacterial activity of EOs of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of the Congo. *J. Ethnopharmacol*, 79, 213-220.
- Arau, P.L. (2019). *Eucalyptus: botanique, composition chimique, utilisation thérapeutique et conseil a officine* [Thèse de doctorat en pharmacie, Faculté de pharmacie de Marseille].
- Ariba, F.Z., Benchiheb, H., Deneche, S. (2020). *Synthèse des propriétés physicochimiques et biologiques d'Eucalyptus globulus Labill* [Mémoire master, Université des Frères Mentouri Constantine].
- Armenise, D., Laurentis, N., Milillo, M.A., Rosato, A., Vitali, C. (2007). Antibacterial effect of some Eosa dministered alone or in combination with Norfloxacin. *Phytomédecine*, 14, 727-732.
- Ashoke, K., Chattopadhyay, P., Ghosh, J.S., Mishra, A. K., Sahu, N., Mishra, A. (2010). Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of essential oil of *Eucalyptus* leaf. *Pharmacognosy journal*, 2(16), 25-28.
- Atlas of Living Australia. (2015). *Eucalyptus globulus: Blue Gum*. Consulté le 17 juin 2015. http://bie.ala.org.au/species/Eucalyptus+globulus#tab_gallery

- Atmani-Merabet, G. (2018). *Huiles essentielles de trois espèces d'Eucalyptus d'Algérie : composition et activité acaricide (Varroa destructor)*. [Thèse de Doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine 1].
- Atmani-Merabet, G., Belkhir, A., Dems, A.M., Khalfaoui, Z., Lalaouna, A., Mosbah, B. (2018). Chemical composition, toxicity, and acaricidal activity of *Eucalyptus globulus* essential oil from Algeria. *Current issues in pharmacy and medical sciences*, 31(2), 89-93.
- Bakhrouf, A., Noumi, E., Snoussi, M. (2010). In vitro effect of *Melaleuca alternifolia* and *Eucalyptus globulus* essential oils on mycelial formation by oral *Candida albicans* strains. *Afr. J. Microbiol. Tunisia*, 4(12), 1332-1336.
- Bakir, H.Y., Bayoumi, S.A., Yones, D.A. (2016). Chemical composition and efficacy of some selected plant oils against *Pediculus humanus capitis* in vitro. *Parasitol Res*, 115: 320918.
- Barbosa, L.C.A., Filomeno, C.L., Teixeira, R.R. (2016). Supplementary Materials: Chemical Variability and Biological Activities of *Eucalyptus* spp. *Ess. Oils. Molecules*.
- Batish, D.R., Kohli, R.K., Singh, H.P. (2008). *Eucalyptus* essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecol Management*, 256(12), P(229-234)
- Belfekiac, H., Hassounac, M., Mejrib, M. (2016). Antioxidant and anti-lipases activities in vitro of *Mentha viridis* and *Eucalyptus globulus* extracts, *Industrial Crops and Products*, 89(30), 514-521.
- Benazzeddine, S. (2010). *Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de Sitophilus orizae (Coleoptera, Tenebrionidae)* [Mémoire, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger].
- Benziane, Z., Boukir, A., Derwich, E. (2009). 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.*, 3, 305-13.
- Bey, O.S., Boudria, A., Harkat-Madouri, L., Khodir M., Rigouc, P.D. (2015). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of *Eucalyptus globulus* from Algeria. *Ind. Crops and Prod.*, 78, 148-53.
- Bey-Ould, S.S., Boudria, A., Harkat-Madouri, L., Khodir M., Saida, S., K., Rigouc, P.D. (2015). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of *Eucalyptus globulus* from Algeria. *Ind. Crops and Prod.*, 78, 148-153.
- Boukhatem, M.N., Ferhat, A. & Kameli, A. (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. *Revue Agrobiologia*, 9(2), 1653-1659
- Brasier, M. (2020). Aromatherapy, or essential oil therapy, refers to a range of traditional, alternative or complementary therapies that use essential oils and other aromatic plant compounds. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/10884>.
- Brezáni, V & Šmejkal, K. (2013). Secondary metabolites isolated from the genus *Eucalyptus*. *Curr. Top. Med. Chem*, 7, 65-75.
- Chagas, A.C.S., Fortes, I.C.P., Furlong, J., Leitern, R.C., Passos, W.M., Prates, H.T. (2002). Acaricide effect of *Eucalyptus* spp. EOs and concentrated emulsion on *Boophilus microplus*. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 39, 247-253.
- Chiba, S & Djouaher, F. (2018). *Activité antibactérienne, anti oxydante et anti-insectes des huiles essentielles d'Eucalyptus, laurier de la région d'Ain Defla*. [Mémoire de Master, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana].
- Cruz, J.M., Domínguez, H., Parajó, J.C. (2005). Antioxidant activity of isolates from acid hydrolysates of *Eucalyptus globulus* wood. *Chemistry*, 90(4), 503-511
- Dakov, T., Damjanovic, J., Šukovic, D., Vratnica, B.D. (2011). Antimicrobial Effect of Essential Oil Isolated from *Eucalyptus globulus* Labill. from Montenegro. *Czech J. Food Sci.*, 29, 277-284.
- Damjanovic, V.B., Dakov, D., Sukovic, J. (2011). Antimicrobial effect of essential oil isolated from *Eucalyptus globulus* Labill from Montenegro. *Czech journal of Food Sciences*, 29(3), 277-284.
- Daroui, M., Shahrara, A., Karim, Z., Majid, M. (2013). Investigation of different factors towards synthesis of CuS spherical nanoparticles. *Journal of Experimental Nanoscience*, 8(4), 451-461. DOI: 10.1080/17458080.2011.593563.
- Daroui-Mokaddem, H. (2012). *Étude phytochimique et biologique des espèces Eucalyptus globulus (Myrtaceae), smyrnium olusatrum (Apiaceae), asteriscus maritimus et chrysanthemum trifurcatum (Msterarceae)* [Thèse de Doctorat, Université de Badji mokhtar annaba].
- Dauvergne, A. (2020). *Huiles essentielles d'Eucalyptus globulus, d'Eucalyptus radiata et de Corymbiacitriodora: botanique,*

- aromathérapie et enquête auprès des pharmaciens d'officine. [Thèse de doctorat, Université Paris Cité].
- Dhifi W, Bellili S, Jazi S, Bahloul N, Mnif W. (2016). Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. *Medicines (Basel)*, 3(4), 25. DOI: 10.3390/medicines3040025.
- Djenane, K.D., Lefsih, J., Yangüela, Roncalés, P. (2011). 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 ± 1 °C. *Phytothérapie*, 9, 343–353. DOI 10.1007/s10298-011-0664-z.
- Domingues, R.M.A., Eduardo, L.G.O., Carmen, S.R.F., Ricardo, M.C., Pedro, C.S., Neto, C.P., Armando, J.D.S., Carlos, M.S. (2012). Supercritical Fluid Extraction of *Eucalyptus globulus* Bark—A Promising Approach for Triterpenoid Production. *Int. J. Mol. Sci*, 13, 7648–7662. doi: 10.3390/ijms13067648.
- Elaissi, A., Salah Karima, H., Mabrouk, S., Mohamed, L., Chemli, R., Harzallah, S. (2011). Antibacterial activity and chemical composition of 20 *Eucalyptus* species essential oil. *Food Chemistry*, 129, 1427–1434.
- Erau, P. (2019). *L'Eucalyptus: Botanique, composition chimique, utilisation thérapeutique et conseil à l'officine*. [Thèse de doctorat, AMU PHARM - Aix-Marseille Université]. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02380842>.
- Ghaffar, A., Jalal, F., Kamal, S., Kiran, S., Munir, R.B., Yameen, M. (2015). Chemical Composition and in-vitro Evaluation of the Antimicrobial and Antioxidant Activities of Essential Oils Extracted from Seven *Eucalyptus* Species. *Molecules*, 20, 20487–2098.
- Ghalem, B.R. & Mohamed, B. (2008). Antibacterial activity of leaf Eos of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus camaldulensis*. *Afr. J. Pharm. Pharmacol*, 2, 211–215.
- Gominho, J., Ana, L., Antonio, V.M., Pereira, H. (2020). An extensive study on the chemical diversity of lipophilic extractives from *Eucalyptus globulus* wood. *Phytochemistry*, 180, 112520. doi : <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112520>.
- Habbi-Cherifi, A. (2015). *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 Master en Sciences Biologiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou].
- Hussain, A.I. (2009). *Characterization and biological activities of essential oils of some species of Lamiaceae* [Thèse de Doctorat, University of Agriculture, Faisalabad].
- Juergens, U.R. & Dethlefsen, U. (2002). Anti-inflammatory activity of a 1.8-cineol (eucalyptol) in bronchial asthma: a double-blind placebo-controlled trial. *Respiratory Medicine*, 97, 250–256.
- Karakahina & Saidisiham. (2016). *Contribution à l'étude comparative du rendement et des composés chimiques de l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus L entre les feuilles âgées et les feuilles jeunes de la forêt de Harouza (Commune de Tizi-Ouzou)*. [Mémoire de master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou].
- Kasali, F.M., Mahano, A.O., Kadima, N.J., Mpiana, P.T., Ngbolua, K.N., Tshibangu, T.S.D. (2014). *Ethnopharmacological Survey of Medicinal Plants Used against Malaria in Butembo City (D. R. Congo)*. *European Journal of Medicinal Plants* 4(1), 29–49. doi: 10.9734/EJMP/2014/5766.
- Kesbi, A. (2011). *Eude 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, Algérie].
- Kozioł, N. (2015). *Huiles essentielles d'Eucalyptus globulus, d'Eucalyptus radiata et de Corymbia citriodora : qualité, efficacité et toxicité* [These de doctorat, Université de Lorraine].
- Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., Satya, S. (2012). Compositional analysis and insecticidal activity of *Eucalyptus globulus* (family: Myrtaceae) essential oil against housefly (*Musca domestica*). *Acta Tropica*, 122(2), 212–218.
- Li, H., Madden, J.L., Potts, B.M. (1997). Variation in Leaf Waxes of the Tasmanian *Eucalyptus* Species--I. Subgenus *Symphomyrtus*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 25(7), 631–657.
- Malik, A & Tyagi, A. (2011). Antimicrobial potential and chemical composition of *Eucalyptus globulus* oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms. *Food Chemistry India*, 126, 228–235.
- Malik, A. & Tyagi, A. (2011). Antimicrobial potential and chemical composition of *Eucalyptus globulus* oil in liquid and vapour

- phase against food spoilage microorganisms. *Food Chemistry India*, 126, 228-235.
- Mekonnen, A., Taddese, S., Tesema, A., Yitayew, B. (2016). In Vitro Antimicrobial activity of essential oil of *Thymus schimperi*, *Matricaria chamomilla*, *Eucalyptus globulus*, and *Rosmarinus officinalis*. *Int. J. Microbiol.*, 1–8. Article ID 9545693 <https://doi.org/10.1155/2016/9545693>.
- Merrouche, A., Touati, H., Zemmar, K. (2016). 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* [Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, Alger].
- Mitsuo, N. A. & Toshihiko, O. (1981). Novel Type of Antioxidant Isolated from Leaf Wax of *Eucalyptus* leaves. *Agricultural and Biological Chemistry*, (3)
- Mohammed, R. (2014). *Étude physicochimique et évaluation de l'activité biologique d'une huile essentielle et l'extrait aqueux d'Eucalyptus globulus de la région M'SILA*. [Mémoire de Master, Université de M'SILA, Alger].
- Mpondo, E., Vandi, D., Ngouondjou, T.F., Mvogo, P.B., Enyegue, E.E., Dibong, S.D. (2017). Contribution des populations des villages du centre Cameroun aux traitements traditionnels des affections des voies respiratoires. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 32(3): 5223-5242. <http://www.m.elewa.org/JAPS>.
- Muhindo, A.S., Mbayahi, E., Musubao, M.K., Mavinga, B.M. (2022). Ethnobotanical Study of Plants Used by Traditherapists for the Treatment of Malaria in the City of Butembo, North Kivu, East of the Democratic Republic of Congo. 2(3), 219-233. Doi: 10.47540/ijias.v2i3.605.
- Nascimento, N.F., Refosco, R., Mohana, D.C., Vasconcelos, E.C., Kerntopf, F., Marta, R.S., Ferreira, C., Francisco, J.A., Mota, C., Fonteles, M.C. (2009). 1,8-Cineole induces relaxation in rat and guinea-pig airway smooth muscle. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 61(3), 361- 366.
- Osawa. (1995). Eucalyptone From *Eucalyptus Globulus*. *Phytochemistry*, 40(1), 183-184.
- Salehi, B., Upadhyay, S., Orhan, I.E., Jugran, A.K., Jayaweera, S.L.D., Dias, D.A., Sharopov, F., Taheri, Y., Martins, N., Baghalpour, N., Cho, W.C. et Sharifi-Rad, J. (2019). Therapeutic Potential of α - and β -Pinene: A Miracle Gift of Nature. *Biomolecules*, 9 Doi: 10.3390/biom9110738.
- Liu, Y., Song, A., Wang, Y. (2009). Study on the chemical constituents of the essential oil of the leaves of *Eucalyptus globulus* Labill from China. *Asian Journal of Traditional Medicines*, 4(4), 134-140.
- Sugimoto. (2009). Hydrolyzable Tannins as Antioxidants in the Leaf Extract of *Eucalyptus globulus* Possessing Tyrosinase and Hyaluronidase Inhibitory Activities. *Food Sci. Technol. Res.*, 15(3), 331 – 336.
- Taleb-Toudert, K. (2015). *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].
- Tshibangu, D.S.T., Matondo, A., Lengbiye, E.M., Inkoto, C., Ngoyi, E.M., Kabengele C. (2020). Possible Effect of Aromatic Plants and Essential Oils against COVID-19: Review of Their Antiviral Activity. *J. Compl. Altern. Med. Res.*, 11(1), 10-22. DOI: 10.9734/JOCAMR/2020/v11i130175.