

Algérienne Démocratique et Populaire

*Ministère DE L'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique*

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Département De Biologie



Mémoire de fin d'études

**En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le
domaine SNV filière Science Biologique**

Biodiversité Et Physiologie Végétale

Thème

**Analyse Physico-chimie Et chromatographie des
Huiles Essentielles *D'Eucalyptus globulus* Récolté
Dans plusieurs sites**

Réalisé Par :

- Abbad Cherine
- Morsli Sarah

Soutenu le:

15/07/2021

Devant le Jury :

Promotrice	M^{me} Benmansour.N	(MCA ;USDB)
Co-Promotrice	M^{me} Takarli.S	(MAA ;USDB)
Présidente	M^{me} Zerkaoui	(MAA ; USDB)
Examinatrice	M^{me} Metidji	(MCB;USDB)

Promotion 2021 / 2022

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles afin d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profond remerciement et nous vive reconnaissance à notre promotrice, Docteure BENMANSOUR N, Enseignante au département d'agroalimentaire, Faculté des SNV, Université Saad Dahleb Blida 1, pour nous avoir fait l'honneur de diriger ce travail.

Nos remerciements s'adressent en particulier à notre Co-promotrice Mme Takarli S qui nous a encadré et dirigé avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle nous a accordés, nous a permis de réaliser ce travail.

Nous remercions vivement les membres de ce jury :

Mme Zerkaoui, Enseignante a la Faculté des SNV, Université Saad Dahleb Blida 1. Nous sommes très honorées que vous ayez accepté la présidence du jury de ce mémoire. Trouvez ici l'expression de notre sincère remerciement et soyez assuré de notre profonde gratitude.

Mme Metidji, Enseignante a la Faculté des SNV, Université Saad Dahleb Blida 1, Merci pour avoir accepté de faire partie du jury de ce mémoire, pour l'intérêt que vous portez à notre travail et pour le temps consacré afin de l'évaluer.

Un grand merci pour notre très chère Mme chérif hamida chef d'option BPV pour leurs précieux conseils.

A tous nos enseignants qui nous ont accompagné tout au long de notre parcours

À toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression de notre très vif remerciement.

Cherine Et Sarah

Dédicaces

Je remercie tout d'abord « Allah » le tout puissant de m'avoir donné, la patience et la volonté pour réaliser ce modeste travail. Du profond du mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

A mes chers parents Safia et Omar Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et mon bien-être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis ma naissance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Je souhaite que ce travail soit le fruit de vos durs labeurs. Dieu Tout-Puissant, vous donne la santé, le bonheur et une longue vie.

Mes remerciements Ma chère tante HASSIBA et Ma grande mère

Ma chères sœur Fatma zohra et son mari Amer et leurs enfants zaki et bilal et Noha

Mon frère Karim et son épouse AKILA

Mon frère Mohamed et son épouse Dounia et leur enfant Anes

Mes chères sœur Saliha et Zineb

Mes frères Hamza et Ayoub

Je tiens également à remercier ma chère amie et mon binôme chérine pour sa patience et sa ténacité durant les bons et parfois durs moments qu'on a passés ensemble.

Mes proche amies Douaa et ASMA et lyna et Wafa

Mes amies Elhachemi et Abdelhak et Riadh

Mes remerciements s'adressent aussi mes oncles, mes tantes, leurs maris, leurs enfants tout la famille Morsli et said et Bakir

Ainsi que mes sincères remerciements pour tous mes collègues d'études, particulièrement mon Promotion., pour tous les moments qu'on a partagés et pour l'ambiance qu'on a vécue pendant ces cinq dernières années, Je n'oublierai jamais l'expérience que j'ai vécue avec eux

A toute personne qui m'a aidée d'un geste si petit soit-il je dis « Merci ».

Morsli sarah

Dédicaces

Avec l'aide et la grâce de Dieu j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie particulièrement:

A ma très chère MAMAN symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse, lumière de mes yeux. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte que Dieu la garde pour moi.

A Mon Père Krimo et Mes Frères Oussama, Isslem, Rayane Et Badro...Pour Leur Affection, Tendresse Et Soutien Moral.

*A Mon Cher Grand-Père Qui Est Décédé Sans Avoir Sa Petite Fille Réaliser Ses Premiers Rêves. J'ai Obtenu Mon Diplôme Et Je M'efforcerai De Réaliser Le Reste De Mes rêves Tout Comme Vous Lorsque Vous Luttiez Pour Protéger Ce Pays.
A ma grand-mère, mes oncles Amine, Mohamed , mes tantes Nesrine et Nawal*

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour.

A Mes bébés d'amour qui Ils étés Toujours Avec Moi Quand J'ai Préparé Mon Mémoire.

A Mes Cousines Mounira, Meroua, Amira, Nesrine, Fadila et tout la Famille Abbad Merci Pour Votre Soutien.

A Mes Vieux Amies Wissem Et Hadjira...Le Destin souhaité Que Nous Soyons Ensemble Dans Toutes Les Joies Et Les Peines Que Nous Avons Eues Au Cours de Notre étude Ensemble...Et Dont La Derrière A été Cette Grande Joie...J'espère Que Notre Amitié Durera Pour Toujours.

A Mes Amis D'enfance Sarah Et Manel...Je Vous remercie Beaucoup De M'avoir Encouragé à Continuer Mes Etudes.

A Mes Sœurs Douaa Et Sarah...Merci D'être Dans Ma Vie Vraiment J'ai La Chance De Vous Connaitre Car Vous êtes Les Meilleur...Je Vous Souhaite A Tous Les Deux Une Vie Heureuse Et Pleine De Succès...Je Vous Aime Beaucoup.

A Mes Amis Abdelhak, Riadh Et EL Hachemi, Merci Pour Votre Soutien Et Encouragement.

A Mon Ami Salah, Je Vous Remercie Beaucoup De M'avoir Encouragé Et Pour Le Bonheur Que Tu M'apporte.

A Tout Ceux Qui M'ont Aidé De Près Ou De Loin A La Réalisation De Ce Travail Ne Serait-ce Que Par Leur Humble Présence.

Abbad Cherine

Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, nous sommes intéressés à la diversité de la composition chimique des huiles essentielles de l'espèce *Eucalyptus Globulus L.* récoltée dans 04 régions différentes : 03 régions Algériennes différentes (Saida, Djbel El Ouahch (situé à 15 km à l'est de Constantine) et Bejaia) et la région située dans la ville Monastir (Tunisie). Nous avons réalisé une synthèse théorique des travaux antérieurs réalisés par 04 équipes de chercheurs : Les Algériens et les Tunisiens.

Les huiles essentielles ont été extraites selon la méthode d'hydrodistillation (Technique Clevenger). Le rendement des huiles essentielles des fruits d'Eucalyptus récoltée dans la région de Bejaia (3.1 %) est plus élevé par rapport à ceux des feuilles de la plante récoltée dans les régions de Constantine et de Saida.

La composition des huiles essentielles par CPG /SM (le type d'appareillage, le modèle et la qualité de la colonne, la programmation de la température et le gaz vecteur sont différents) est différente entre les régions : elle a permis d'identifier 41 composés représentant environ 85.27% dans les huiles extraites des feuilles de Saida, 39 composés dans les huiles extraites des feuilles de Constantine qui représentent environ 80% et 28 composés volatiles extraites des fruits d'Eucalyptus de Bejaia.

L'analyse qualitative et quantitative des huiles essentielles extraites des feuilles d'*Eucalyptus globulus* varie d'une région à l'autre :

-L'huile essentielle de Saida a mis en évidence une présence importante d'Hydrocarbures monoterpéniques.

- L'huile essentielle extraite des feuilles de Djbel El Ouahch (Constantine), est composée essentiellement par des monoterpènes oxygénés (86,01%), des monoterpènes (5,74%), des alcools monoterpènes (4,05%) et des alcools sesquiterpènes (2,74%) dont le principal constituant de l'huile était le 1,8-cinéole (78,45%).

- L'huile essentielle provenant de Monastir (Tunisie) est trop riche en mono terpène : 1,8-cinéole (95,61 %).

Contrairement aux huiles essentielles extraites des feuilles, les huiles essentielles extraites des fruits d'*Eucalyptus globulus L.* provenant de la région de Bejaia sont riches en sesquiterpènes et en sesquiterpènes oxygénés (61,2%) avec le globulol (23,6%) comme composé majoritaire.

.Par rapport aux les proportions importantes en composés chimiques majoritaires dans les huiles essentielles des régions citées ci-dessus: nous pouvons classer ces HE des 04 régions de la manière suivante :

-Les HE de la station de Saïda (située dans le sud-ouest de l'Algérie) sont de chémotype à p-cymène

- Les HE de la station de Djbel El Ouahch, (situé à 15 km à l'est de Constantine, en Algérie) sont de chémotype à 1,8-cinéole

- Les HE de la station de Tunisie (Monastir) sont de chémotype à 1,8-cinéole

- les HE (extraites à partir des fruits) de la station de Bejaia (située dans le nord –ouest d'Algérie) sont de chémotype à d'eucalyptol

Mots clés : *Eucalyptus globulus L.*, Huiles essentielles, CPG /SM, Chémotypes

Abstract

As part of the valuation of aromatic and medicinal plants, we are interested in the diversity of the chemical composition of essential oils of the species *Eucalyptus Globulus L.* collected in 04 different regions: 03 different Algerian regions (Saida, Djbel El Ouahch (located 15 km east of Constantine) and Bejaia) and the region located in the city Monastir (Tunisia). We carried out a theoretical synthesis of previous work carried out by 04 research teams: Algerians and Tunisians.

The essential oils were extracted using the hydrodistillation method (Clevenger Technique). The yield of essential oils from the fruits of *Eucalyptus* harvested in the region of Bejaia (3.1%) is higher compared to those of the leaves of the plant harvested in the regions of Constantine and Saida.

The composition of essential oils by CPG / MS (the type of equipment, the model and the quality of the column, the temperature programming and the carrier gas are different) is different between the regions: it has made it possible to identify 41 compounds representing approximately 85.27% in the oils extracted from the leaves of Saida, 39 compounds in the oils extracted from the leaves of Constantine which represent approximately 80% and 28 volatile compounds extracted from the fruits of *Eucalyptus* of Bejaia.

The qualitative and quantitative analysis of essential oils extracted from the leaves of *Eucalyptus globulus* varies from region to region:

- The essential oil of Saida demonstrated a significant presence of monoterpene hydrocarbons.
- The essential oil extracted from the leaves of Djbel El Ouahch (Constantine), is essentially composed of oxygenated monoterpenes (86.01%), monoterpenes (5.74%), monoterpene alcohols (4.05%) and sesquiterpene alcohols (2.74%) of which the main constituent of the oil was 1,8-cineole (78.45%).
- The essential oil from Monastir (Tunisia) is too rich in mono terpene: 1,8-cineole (95.61%).

Unlike essential oils extracted from the leaves, essential oils extracted from the fruits of *Eucalyptus globulus L.* from the region of Bejaia are rich in sesquiterpenes and oxygenated sesquiterpenes (61.2%) with globulol (23.6%) as majority compound.

Compared to the large proportions of major chemical compounds in the essential oils of the regions mentioned above: we can classify these EOs from the 04 regions as follows

- The EOs at the Saïda station (located in southwest Algeria) are p-cymene chemotype

- The HE of the Djbel El Ouahch station, (located 15 km east of Constantine, in Algeria) are of 1,8-cineole chemotype

- The HE from the Tunisian station (Monastir) are of 1,8-cineole chemotype

- the EO (extracted from the fruits) of the Bejaia station (located in the north-west of Algeria) are of eucalyptol chemotype .

Key words : *Eucalyptus globulus* L., Essential oils, CPG / MS, Chemotypes

المخلص

كجزء من تقييم النباتات العطرية والطبية ، نحن مهتمون بتنوع التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية لنوع *Eucalyptus Globulus L*. المجموعة في 04 مناطق مختلفة: 03 مناطق جزائرية مختلفة (صيदा ، جبل الأوحش (تقع 15 كم شرق قسنطينة) وبجاية) والمنطقة الواقعة في مدينة المنستير (تونس). قمنا بتجميع نظري للعمل السابق الذي أجرته أربع فرق بحثية: جزائريين وتونسيين.

تم استخلاص الزيوت العطرية بطريقة التقطير المائي (تقنية Clevenger). محصول الزيوت العطرية من ثمار الأوكالبتوس المحصودة في منطقة بجاية (3.1%) أعلى مقارنة بحصاد أوراق النبات في منطقتي قسنطينة وصيदा.

يختلف تكوين الزيوت الأساسية بواسطة CPG / MS (نوع الجهاز ، والطراز وجودة العمود ، وبرمجة درجة الحرارة والغاز الحامل) بين المناطق: فقد أتاح تحديد 41 مركبًا يمثلون حوالي 85.27% من الزيوت المستخرجة من أوراق صيदा 39 مركبًا في الزيوت المستخرجة من أوراق قسنطينة والتي تمثل ما يقارب 80% و 28 مركبًا طياراً مستخلصاً من ثمار أوكالبتوس بجاية.

يختلف التحليل النوعي والكمي للزيوت الأساسية المستخرجة من أوراق الكينا الكروي من منطقة إلى أخرى:

- أظهر الزيت العطري في صيदा وجودًا كبيرًا لهيدروكربونات المونوترابين.

- يتكون الزيت العطري المستخرج من أوراق قسنطينة من أحادي التربينات المؤكسجة (86.01%) ، monoterpenes (5.74%) ، كحول المونوترابين (4.05%) وكحولات سيسكيتيربين (2.74%) أهمها المكون من النفط كان 1.8-سينيول (78.45%).

- الزيت العطري من المنستير (تونس) غني جدًا بالتربين الأحادي: (95.61-1.8 cineole%).

على عكس الزيوت العطرية المستخرجة من الأوراق ، فإن الزيوت الأساسية المستخرجة من ثمار الكينا الكروي L. من منطقة بجاية غنية بالسيسكيتيربين و sesquiterpenes المؤكسدة (61.2%) مع الجلوبيولول (23.6%) كمركب أغلبية.

مقارنة بالنسب الكبيرة من المركبات الكيميائية الرئيسية في الزيوت الأساسية للمناطق المذكورة أعلاه: يمكننا تصنيف هذه العناصر من 04 مناطق على النحو التالي

-الأخبار في محطة صيदा (الواقعة في جنوب غرب الجزائر) هي النمط الكيميائي p-cymene

- محطة سعادة جبل الواح (الواقعة على بعد 15 كم شرق قسنطينة بالجزائر) من النوع الكيميائي cineole-1,8

- HE من المحطة التونسية (المنستير) من النوع الكيميائي 1,8 سينيول

- EO (المستخرج من الثمار) لمحطة بجاية (الواقعة في شمال غرب الجزائر) هي من نوع كيميائي من نوع اليوكالبتول

الكلمات المفتاحية: أوكالبتوس 99 جلوبولوس L. ، زيوت عطرية ، CPG / MS ، أنماط كيميائية.

Liste des abréviations

CPG : chromatographie en phase gazeuse

CG/MS : chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

HE : Huile Essentielle.

EG : *Eucalyptus Globulus*.

Lab : Labill.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle.

°C : Degré Celsius.

(AA) : Anti-Oxydante.

IC50 : indice inhibition.

AA : Acide ascorbique .

BHT : hydroxytoluène.

Liste des Tableaux

Numéro	Titre	Pages
Tableau 01	Les différents noms vernaculaires <i>d'Eucalyptus globulus L</i>	6
Tableau 02	la classification <i>d'eucalyptus globulus L</i> selon (Ghedira 2008).	7
Tableau 03	<i>Composition chimique d'Eucalyptus globulus L</i>	14
Tableau 04	Présentation de la nature des données	30
Tableau 05	Site , période de récolte et méthode d'extraction des échantillons <i>Eucalyptus globulus L</i>	31
Tableau 06	Cueillette et séchage des échantillons <i>d'Eucalyptus globulus L</i>	32
Tableau 07	méthodes d'extraction des huiles essentielles	35
Tableau 08	condition opératoire d'analyse chromatographique par CPG et GC/MS	36
Tableau 09	Conditions opératoire de l'activité antioxydante	41
Tableau 10	Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles <i>d'Eucalyptus globulus L</i> récoltée dans la région de Saïda (dans le sud-ouest de l'Algérie). d'analysées par CPG/SM	42
Tableau 11	Composition chimique de l'huile essentielle de feuille <i>d'Eucalyptus Globulus L</i> récoltée dans la région de Djbel El Ouahch, situé à 15 km à l'est de Constantine, en Algérie. -La zone d'étude (herbier de Draa Naga) par CPG/SM	43
Tableau 12	Le pourcentage de groupes particuliers <i>d'Eucalyptus globulus L</i> composants d'huile essentielle. récoltée dans la région de Djbel El Ouahch .	44
Tableau 13	composition chimique de huile essentielle de feuille <i>Eucalyptus Globulus</i> récoltée dans la région de Tunisie (Monastir).	45
Tableau 14	Composition chimique de l'huile essentielle des fruits <i>d'Eucalyptus globulus</i> . récoltée dans la région de Bejaia nord -ouest d'Algérie).	46
Tableau 15	Différents chémotypes des différentes régions d'Algérie	47
Tableau 16	Résultats des IC50 en mg /ml des 0huiles essentielles <i>d'Eucalyptus globulus L</i> récoltée dans 03 régions	48

Liste des Figures

N°	Titre	pages
Figure01	Aire de répartition des Myrtaceae dans le monde (Heywood V.H., 1996)	04
Figure02	Air de Répartition Géographique d' <i>Eucalyptus Globulus L</i> mondiale	07
Figure03	Air de répartition géographique d' <i>Eucalyptus Globulus L</i> En Algérie	08
Figure04	Illustration montre la description botanique d' <i>Eucalyptus globulus L</i>	10
Figure05	Caractérisation de l'huile essentiel d' <i>eucalyptus globulus L</i>	13
Figure06	Hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger	33
Figure07	Schéma du fonctionnement de la distillation à la vapeur d'eau	33
Figure08	Extraction Soxhlet	34

Sommaire

Résumé en Français

Résumé en Anglais

Résumé en Arabe

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Introduction

Chapitre I : Synthèse Bibliographique 03

I-1-Généralités sur la famille des lamiales 04

I.2.Classification 04

I.3.Répartition géographique 04

I.4.Généralité sur le genre *Eucalyptus Globulus* 05

I.5. Historique de l'espèce 05

I.6. Les noms vernaculaires 05

I.7. Classification botanique 06

I.8. Origine et répartition géographique Mondiale 07

I.9. Répartition géographique des *Eucalyptus* en Algérie 07

I.10. Description botanique du *Eucalyptus globulus* 08

I.10.1. Caractéristiques morphologique 08

I.10.2.Mode de reproduction 10

I.11. Utilisation traditionnelle 11

I.11.1. Intérêt et utilisation récent 11

I.12.Composition chimique des huiles essentielles *Eucalyptus globulus* 11

I.12.1.Définition des huiles essentielles 11

I.12.2.Composition chimique des huiles essentielles 12

I.12.3. Caractéristiques physico-chimique des huiles essentielles 15

I.12.4.Propriétés physiques des huiles essentielles 15

I.13.Localisation des huiles essentielles dans la plante 16

I.14. Les facteurs influençant la composition chimique et la teneur en huile essentielles 16

a) Facteur abiotique 16

b) Facteur biotique 17

I.15. Usage des huiles essentielles d'*Eucalyptus* 19

I.16.Travaux antérieurs 20

Chapitre II : Matériel et Méthode	24
II.1. Présentation de l'étude	25
II.2. Nature de données	25
II.3. Matériel végétal	25
II.3. 1. Cueillette et séchage	26
II .4. Méthodes utilisées	27
II.4.1. Extraction des huiles essentielles et Détermination du rendement des huiles essentielles d' <i>Eucalyptus globulus</i> L	27
II.4.1.2.Détermination de Rendement des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus L	29
II.4. 2.. Méthodes d'Analyse chromatographique	30
II.4.4. Détermination de l'activité antioxydante	31
Chapitre III: Résultats et Discussions	32
III.1. Rendement des huiles essentielles d' <i>Eucalyptus Globulus</i> L	33
III.2. Analyse des huiles essentielle par CPG et (GC/MS)	34
Conclusion	43
Références bibliographiques.	46

Introduction

L'huile essentielle est un produit généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale définie botaniquement, soit par distillation à la vapeur, distillation à sec ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage.» Les huiles essentielles sont généralement séparées de la phase aqueuse d'un extrait par un processus physique, sans entraîner de changement significatif dans la composition des huiles essentielles. Les huiles essentielles des espèces d'Eucalyptus particulièrement l'espèce d'*Eucalyptus globulus* L. sont de grands arbres appartenant à la famille des myrtacées. Ils sont originaires d'Australie et ils ont été introduits en Algérie par Ramel en 1845. Aujourd'hui, il existe environ 900 espèces d'Eucalyptus à travers le monde, dont environ 300 contiennent des huiles volatiles et sont utilisées comme remèdes en médecine traditionnelle (Sharifi-Rad et al 2017, Grbovic et al 2010, Salari et al 2005). En plus de l'Australie, Les Eucalyptus sont acclimatées en Amérique du Sud, en Afrique, au Moyen-Orient, en Europe et en Chine.

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve le genre *Eucalyptus*. Les Eucalyptus occupaient une surface de 5 855 hectares dont plus de la moitié dans la région Oranaise (Boudy, 1955).

De nombreuses espèces de ce genre sont utilisées en médecine traditionnelle parce qu'elles renferment plusieurs molécules douées d'activités thérapeutiques; parmi les espèces les plus connues se trouve *Eucalyptus globulus* L. Les plantations de cette dernière dans longent le littoral d'El-Kala et d'Azzefoun et on retrouve cette espèce dans les régions Mitidja et Tipazza (Foudil-Cherif, 1991).

L'espèce *Eucalyptus globulus* L. est l'une des plantes médicinales les plus utilisées au monde et elle est largement utilisée pour traiter les troubles digestives, les ulcères, les brûlures, la diarrhée,...etc et elle constitue le sujet de plusieurs études qui font déterminer leurs compositions chimiques.

Dans ce contexte, notre étude se base sur :

Une étude comparative de la variabilité chimique de l'huile essentielle extraite de différentes parties de la plante dans différents pays à travers la synthèse des travaux antérieurs réalisés par 05 équipes de chercheurs (Algériens, Tunisiens et portugais)(Benabdesslem et al (2020),

AtmaniMerabet et *al.*, (2018), Noumi et *al.*, (2012) et Bey-ould et Saïda. (2016) Santos *et al.* (2012)).

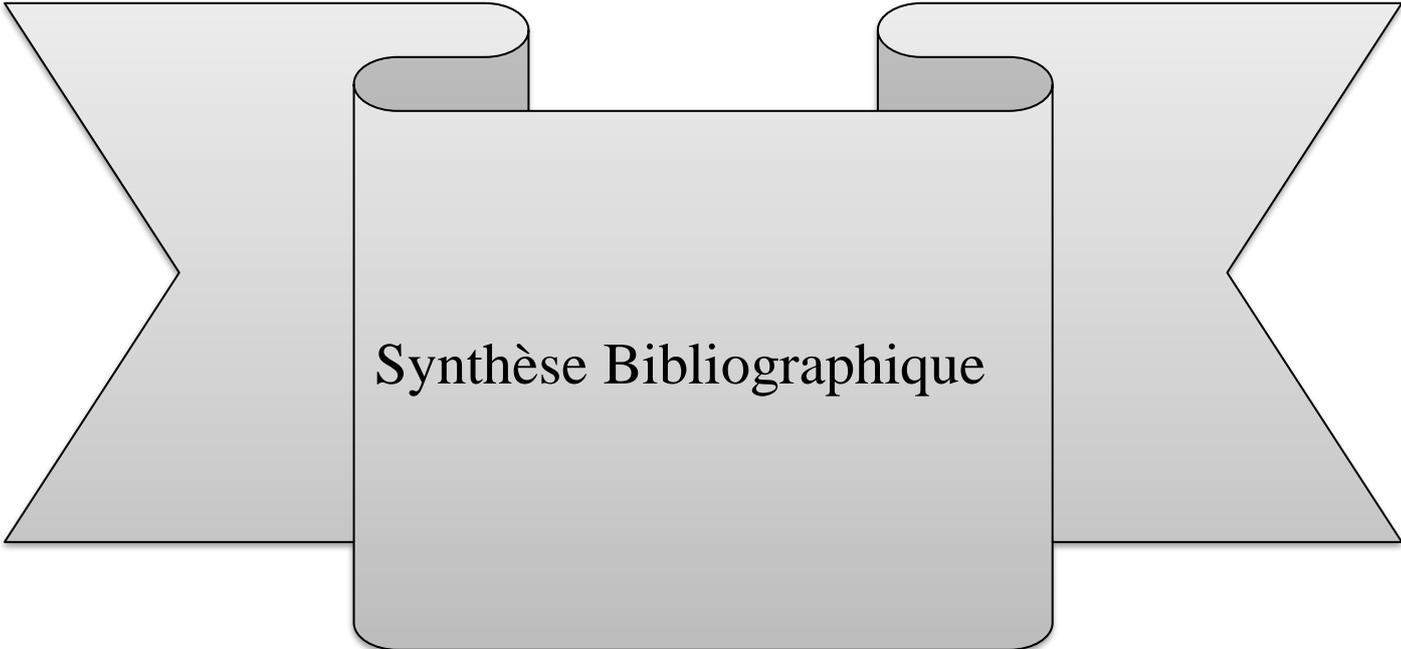
La caractérisation d'*Eucalyptus globulus L* (originale de trois pays : Algérie, Tunisie et Portugal) à travers la composition chimique de l'huile essentielle, on met en évidence un éventuel profil chimique au sein de cette espèce et préciser à quel(s) type(s) chimique(s) elle appartient.

Et l'évaluation des activités antioxydantes des huiles essentielles extraites de l'espèce récoltée dans les 05 régions.

Ainsi, ce travail est divisé en deux parties :

La première partie consiste en une synthèse bibliographique, description botanique, localisation géographique et les différents domaines d'utilisations de la plante, stress hydrique, et une vue générale sur les huiles essentielles et la biodiversité

La deuxième partie consiste à la présentation des résultats des auteurs cités ci-dessus : l'extraction de l'huile essentielle et détermination de son rendement, analyse qualitative et quantitative par Chromatographie en phase Gazeuse couplée à la Spectrophotométrie de Masse (CG/MS) et CPG des huiles essentielles et détermination du pouvoir antioxydant.



Synthèse Bibliographique

I-1 La famille des Myrtacées :

La famille Myrtaceae - Myrtacées est une famille des plantes dicotylédones, elle est répartie en environ trois mille espèces réparties en 134 genres environ.

Beaucoup d'espèces appartenant à cette famille sont une source d'huiles essentielles pour la parfumerie ou pour l'usage thérapeutique (**Bruneton, 1999**).

I.2. Classification

La classification phylogénétique APGIII (2009) et les travaux récents de (**Soltis et al. 2011**) classent la famille des Myrtacées au sein des clades suivants : les Angiospermes, les Eudicotyledoneae, les Rosidae, les Malvidae et enfin l'ordre des Myrtales (**Solti et al 2011**).

I.3. Répartition géographique

La distribution géographique des Myrtacées est essentiellement dans les régions équatoriales, subtropicales, tropicales voire tempérées. Les espèces de cette famille présentent un large éventail d'habitats notamment le bassin méditerranéen, l'Amérique du sud et l'Australie où la partie tempérée de ce continent abrite une grande diversité d'espèces (**figure 01**). (**Mabberley, 1997**) (**Grattapaglia et al 2012**).

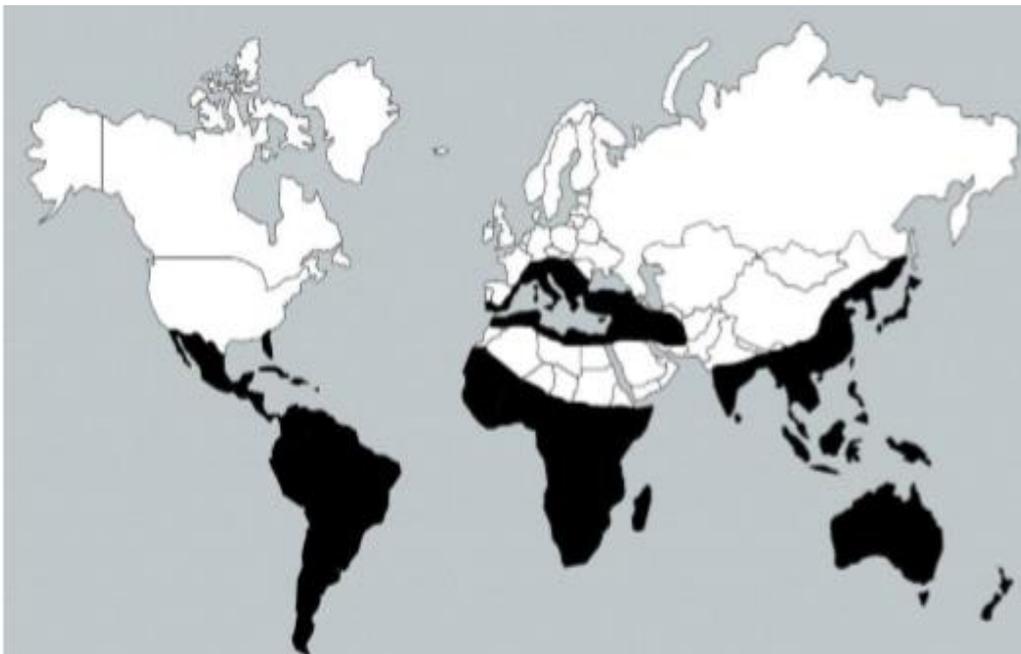


Figure 01: Aire de répartition des Myrtacées dans le monde (**Heywood, 1996**)

I.4.Généralités sur le genre d'Eucalyptus:

L'Eucalyptus est l'un des divers genres de plantes à fleurs dans le monde, appartenant à la famille des Myrtacées. Le mot « Eucalyptus » vient du grec « eu » c'est-à-dire bon et le mot « kalypto » signifie couvrir. Appelé aussi Gommier bleu de Tasmanie, Arbre au koala, Arbre à la fièvre (**Lobstein et al, 2018**).

Les espèces les plus connues sont :

Eucalyptus camaldulensis ; *Eucalyptus citriodora* ; *Eucalyptus cordata* ; *Eucalyptus deglupta* ; *Eucalyptus globulus* ; *Eucalyptus gundal* ; *Eucalyptus gunnii* ; *Eucalyptus pauciflora* ; *Eucalyptus radiata* ; *Eucalyptus regnans* ; *Eucalyptus sideroxylon* ; *Eucalyptus smithii*. (**Tom, 2011**)

I.5.Historique de l'espèce

L'Eucalyptus comme exotique, a déjà une longue histoire (**Métro, 1955**). C'est à partir de 1850 que les Eucalyptus ont été introduits par les Français en Algérie, avec *Eucalyptus camaldulensis* dehn. Comme espèce pionnière.

Les Eucalyptus ont été plantés à titre exceptionnel pour l'assèchement des marais (**Abdel M in Mehani, 2006**).

L'Eucalyptus globulus Labill. (Du nom de La billardièr le voyageur français qui le découvrit en 1800 lors d'un voyage en Australie) est une espèce très cultivée, prit rapidement une grande extension en Algérie entre 1860 et 1870 (**Boudy, 1952**).

C'est vers les années 1960 et 1970 qu'ont commencé le reboisement à base d'Eucalyptus à l'Est du pays (EL-Kala, Annaba, Skikda) au centre (Tizi-Ouzou et Bai nem) et à l'Ouest (Mostaganem) dans le but de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux et avec un capital d'environ 130 espèces.

La plantation d'Eucalyptus a continué jusqu'en 1982 où il a été mis fin à la production des plantes en pépinière et par conséquent à leur plantation (**Meziane, 1996 in Mehani, 2006**).

I.6. Les noms vernaculaires

Les différents noms vernaculaires *d'Eucalyptus globulus L* sont représentés au **tableau 01**.

Tableau 01 : Les différents noms vernaculaires *d'Eucalyptus globulus*.

Langues	Noms vernaculaires	Référence
Français	Gommier bleu, Arbre de koala, arbre de la fièvre	(Boulekbache-Makhlouf et al, 2013 ; Lobstein et al, 2018)
Anglais	Eucalypt , bleu gumtree	(Ashok et al, 2017)
Arabe	Kalitûs, calibtous	(Hamich, 2015)
Allemand	Eukalyptus blatter	(Ghedira et al, 2008)

I.7. Classification botanique

La classification *d'Eucalyptus globulus* selon (GHEDIRA 2008) est donnée par le (Tableau 2)

Tableau02 : la classification d'*Eucalyptus globulus* selon (Ghedira 2008).

Classification Phytogénétique	Classification classique
Règne : Plantae	Règne : végétal
Sous règne : Tracheobionta	Embranchement : Phanérogames
Division : Magnoliophyta	Sous embranchement : Angiospermes
Classe : Magnoliopsida	Classe : Dicotylédones
Sous classe : Rosidae	Sous classe : Dialypétales
Ordre : Myrtales	Série : Caliciflores
Famille : Myrtacees	Ordre : Myrtales
Genre : Eucalyptus	Famille : Myrtacées
Espèce : <i>Eucalyptus globulus</i>	Genre : Eucalyptus
	Espèce : <i>Eucalyptus globulus</i>

1.8. L'origine et Répartition Géographique mondiale

Eucalyptus Globulus est Spontané en Tasmanie et dans le Sud-Est de l'Australie, Mais Il Est actuellement largement platée et naturalisé dans les régions Afrique Tropicale ; On le rencontre dans les régions fraîches d'altitude. (Ait Youssef ,2006 ; Louppe, 2008)(**figure 2**)

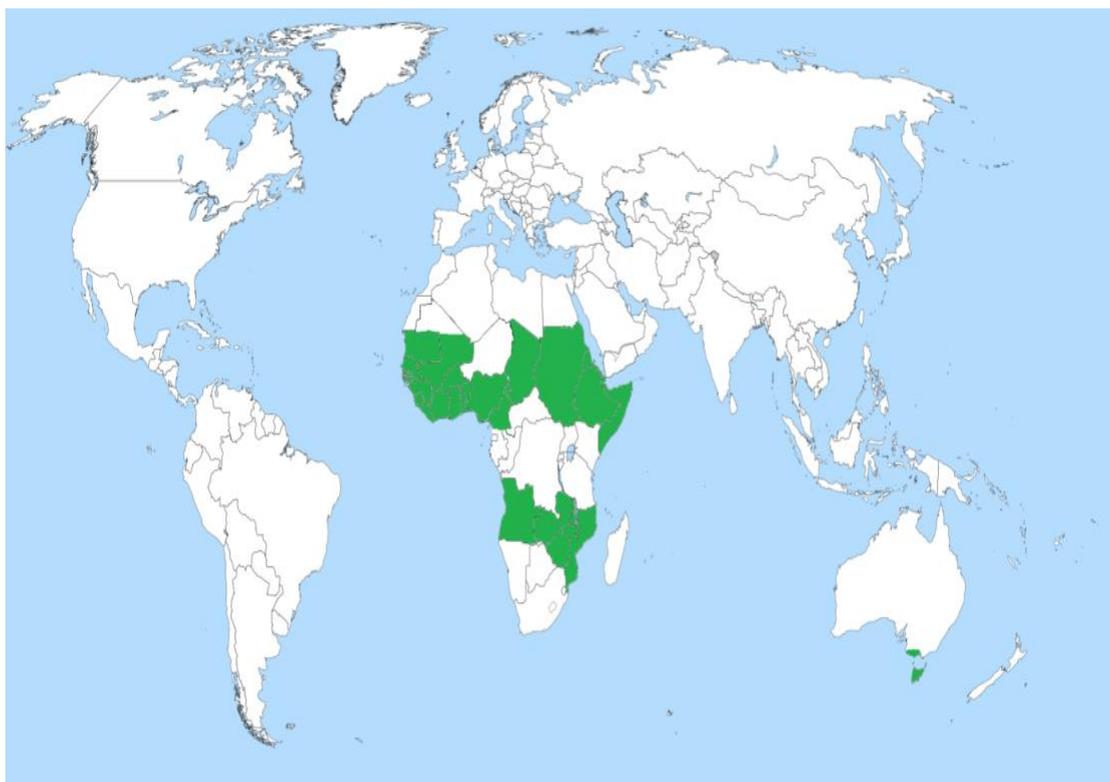


Figure 02 : Air de Répartition Géographique d'*Eucalyptus Globulus* mondiale

I.9.Répartition géographique des Eucalyptus en Algérie

Les Eucalyptus occupaient une surface de 5 855 hectares dont plus de la moitié dans la région Oranaise (**Boudy, 1955**). (**figure 4**)

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 Tipazza (**Foudil-Cherif, 1991**).



Figure 03 : Air de répartition géographique d'*Eucalyptus Globulus* En l'Algérie .

1.10. Description botanique du l'*Eucalyptus globulus*

L'Eucalyptus globulus est un arbre aromatique et médicinal, mesure 30 à 60 mètres de haut mais dans des conditions favorables, il peut parfois atteindre 100 mètres.

Le plus grand spécimen actuellement connu en Tasmanie mesure 90,7 m jusqu'à 200 cm de diamètre.

Le gommier bleu possède un système racinaire profond et étalé (**Raho et al, 2017; Lobstein et al, 2018**).

1.10.1. Caractéristiques morphologiques (figure 4)

Racines:

Le système racinaire comprend deux parties :

- Un pivot central important s'enfonçant jusqu'à 2,20 m et mesurant à 80 cm de profondeur, 35 cm de diamètre (**Giordano 1968**).

- Une grande concentration de racines à la base du tronc d'où partent 8 racines latérales. Dans les 40 premiers centimètres du sol, se trouve un réseau latéral dense avec un maximum de racines en surface (**Bisset et Shaw 1964 ou Jacob 1955**).

L'écorce :

L'écorce est de couleur et de texture variable selon les espèces. Souvent elle présente plusieurs couleurs, comme un platane, et se détache en lambeaux qui tombent au sol, mais l'écorce peut être aussi dure, fibreuse, floconneuse et lisse (**Giordano 1968**).

Les fleurs :

Bisexuées, régulières, blanchâtres, pédicelle jusqu'à 8 mm de long, boutons floraux en forme de sommet, visibles au printemps, naissent à l'aisselle des feuilles. (**Raho et al, 2017 ; Lobstein et al, 2018**).

Feuille :

Les Eucalyptus portent des feuilles persistantes, glabres mais différentes en fonction de l'âge des rameaux :

- Les jeunes rameaux possèdent des feuilles larges, courtes, avec un vrai limbe nervuré

(vignette).

- Les rameaux plus âgés possèdent des feuilles aromatiques, épaisses, vert foncé, courtement pétiolées (**Goetz, 2008**).

Fruits:

Les fruits à maturité ont la forme d'un cône, ils sont secs, et de couleur brune.

Les fruits ligneux mesurent de 1,5 à 2,5 cm de diamètre ont une capsule très dure (**Goetz, 2008**).

Graine :

Les graines sont à placentation axile, et en grand nombre. Elles sont petites, dépourvues d'endosperme. Elles sont fertiles ou stériles (**Taillotte ,1872**).

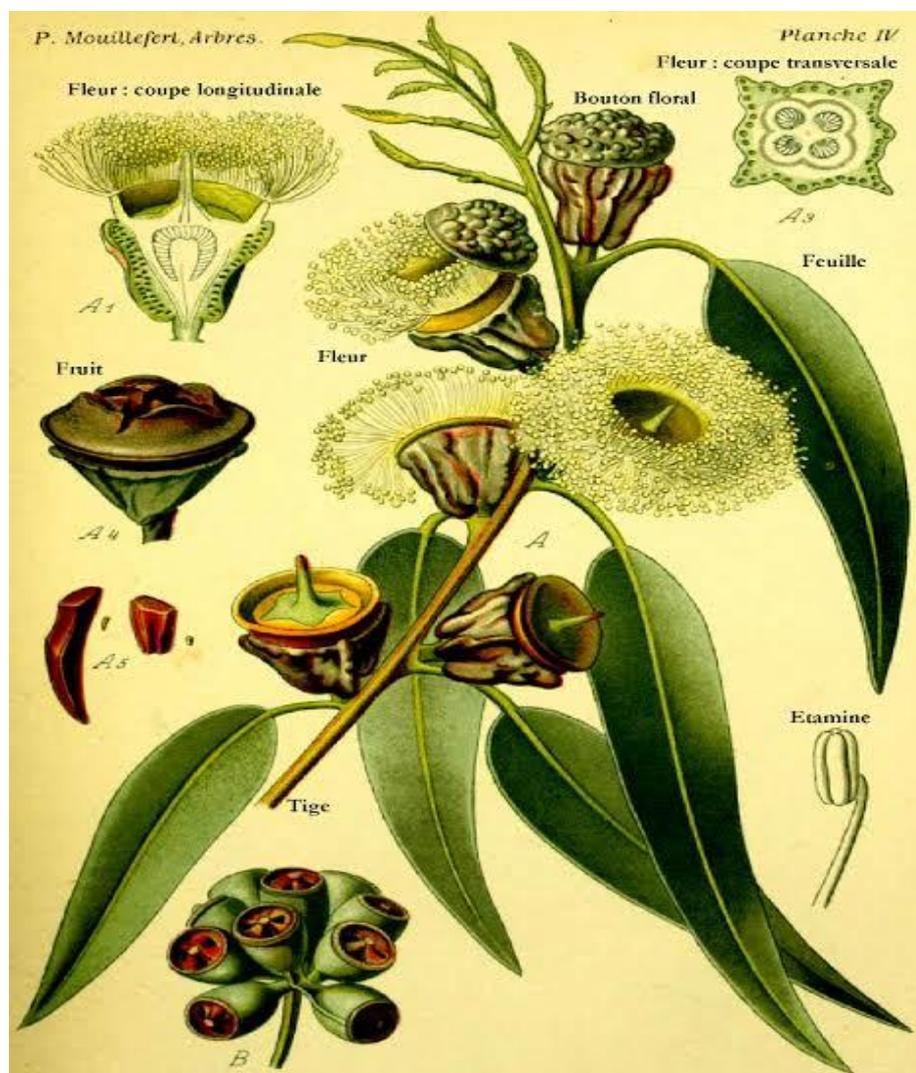


Figure 04: Illustration montre la description botanique *d'Eucalyptus globulus*

I.10.2.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.

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

1.11. Utilisations traditionnelles

Eucalyptus globulus est de plus en plus utilisé en médecine traditionnelle pour diverses implications médicales telles que des effets antibactériens, anti-inflammatoires et antipyrétiques. La plante est appréciée pour cela, elle est cultivée dans les régions subtropicales et méditerranéennes plus que les autres espèces. L'huile essentielle de feuilles d'Eucalyptus a fait l'objet de plusieurs études antibactériennes, antioxydantes, activité antihyperglycémiant et antifongique (**Derwich et al., 2009**).

1.11.1. Intérêt et utilisation récente

L'Eucalyptus globulus est un antiseptique et un antispasmodique des voies respiratoires (**Sijelmassi, 1991**), sédatif, hypoglycémiant, antirhumatismal, stimulant et vermifuge On l'utilise donc pour soigner les maladies de refroidissement, le diabète, les douleurs rhumatismales, certaines affections des voies urinaires, les migraines, les sinusites et les vers intestinaux (**Perroti et al. 1999**).

Les gommiers bleus revêtent une importance considérable à l'échelle de l'économie forestière mondiale (**Lanier, 1986**).

Du point de vue écologique, les gommiers bleus sont plantés le long des vergers dans les régions productrices de fruits.

On outre, cet arbre a été choisi pour répondre à plusieurs fins :

-production destinée à l'industrie papetière en Algérie (**Villagran et Kadic, 1981**) et dans d'autres pays.

-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 (**Charries, 1980 et Bertrand, 1989**).

I.12.Composition chimique des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*

I.12.1.Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des extraits végétaux volatiles et odorants appelés également substances organiques aromatiques liquides, qu'on trouve naturellement dans diverses parties des arbres, des plantes et des épices, elles sont volatiles et sensibles à l'effet de la chaleur, elles ne contiennent pas de corps gras (Yahyaoui, 2005).

L'Eucalyptus globulus est une riche source de composés phytochimiques sous forme des flavonoïdes, alcaloïdes, tanins et propanoïdes, extraits dans la feuille, la tige et la racine de la plante (Dixit et al., 2012) (Tableau 3)

I.12.2.Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont avant tout des composés terpéniques. Du strict point de vue chimique, les terpènes apparaissent comme des polymères d'un carbure d'hydrogène diéthylénique, l'isoprène.

Selon le nombre de résidus isoprènes que groupent les composés terpéniques, on distingue :

- Les Monoterpènes , formés de deux isoprènes $C_{10}H_{16}$.
- Les sesquiterpènes, formés de trois isoprènes $C_{15}H_{24}$.
- Les di terpènes, formés de quatre isoprènes $C_{20}H_{32}$.
- Les triterpènes, formés de six isoprènes $C_{30}H_{40}$.
- Les tétraterpènes, formés de six isoprènes $C_{40}H_{64}$.

On trouve aussi les poly terpènes (n isoprènes) qui comprennent par exemple le caoutchouc et la gutta-percha (Benayad, 2008).(Tableau 3) (figure 6)

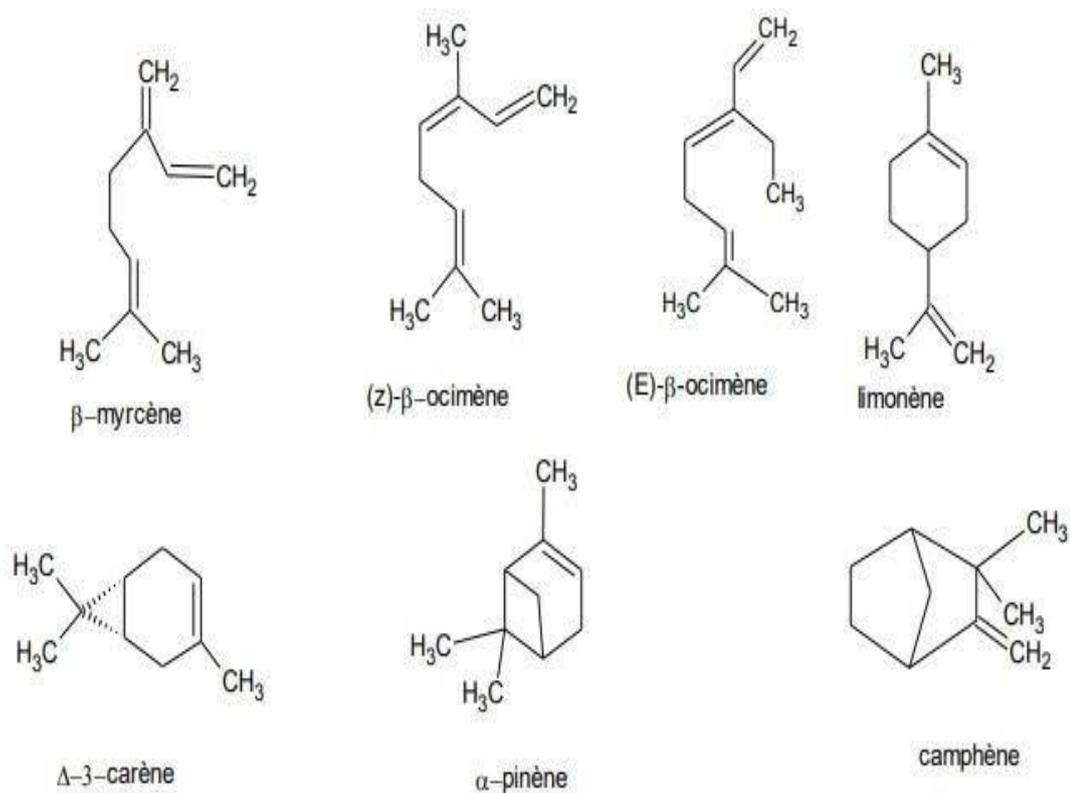


Figure 05 : Caractérisation de l'huile essentiel *d'Eucalyptus globulus*

Tableau 03 : Composition chimique *d'Eucalyptus globulus*.

	Composition		Référence
feuilles	Huiles essentielles	De 70 à 85 %: 1,8cinéole (eucalyptol). <i>Terpènes</i> : α terpène, le terpinene-4-ol, sabinene et terpinolene, trpinene α β -terpinène, aromadendrène et allo-aromadendrène etc.	(Kesharwani et al., 2018)
	Composés phénoliques	<i>Alcools</i> : endesmol, α - terpinéol, globulol, pinocarvèol, euglobal... etc. <i>Aldéhydes</i> : citral, myrténal.	
	Divers	<i>Cétones</i> : carvone, pinocarvone, verbénone acétate de géranyl.	
Bois		<i>Les composés majeurs</i> : les stérols, les esters de stérols, les acides gras, les cétones de stéroïdes, les hydrocarbures et les triglycérides. <i>Les composés mineurs</i> : l'alcool gras, les mono- et diglycerides, les cires et les tocophérols.	(Kesharwani et al ; 2018)
Fruits	Huiles essentielles	Le bornéol, le citral, l'eudesmol, la fenchone, le p-menthane, le myrcène, le myrtenol, l' α -terpinéol, la verbinone, l'asparagine, la cystéine, la glycine, l'ornithine et la thréonine.	(Kesharwani et al., 2018)
	Composés phénoliques	Acide bétulinique, acide auscaphic, acidhydrobétulinique, acide oléanolique, acide triméthylelladique, acide méthyllagique, acide méthylellafique, acide ellagique et acide gallique, acide glutamique et l'acide caproïque.	
	Divers	sitostérol, stigmastérol, macrocarpol B, macrocarpol Aacétyl-alpha-L-rhamnopyranoside.	

1.12.3. Caractéristiques physico-chimique des huiles essentielles

Densité à 20°C : 0,905 à 0,925

Indice de réfraction à 20°C : 1,460 à 1,466

Pouvoir rotatoire à 20°C : +0° à +10°

Point éclair : +44°C

Aspect : liquide

Couleur : Incolore à jaune pâle

Odeur : camphrée, fraîche. (Raynaud, 2006)

I.12.4. Propriétés physiques des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des liquides à température ordinaire, d'odeur aromatique très prononcée, généralement incolores ou jaune pâle à l'exception de quelques huiles essentielles telles que l'huile de l'Achillée et l'huile de la Matricaire. Ces dernières se caractérisent par une coloration bleu à bleu verdâtre, due à la présence de l'azulène et du chamazulène (Abou Zeid, 2000).

La plupart des huiles essentielles ont une densité inférieure à celle de l'eau et sont entraînable à la vapeur d'eau Elles possèdent un indice de réfraction souvent élevé et sont douées de pouvoir rotatoire (Paris et Hurabeille, 1981 ; Duraffourd et al, 1990 ; Salle et Pelletier, 1991).

Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvants organiques (Paris et Hurabielle, 1981 ; Bruneton, 1999 ; Abou Zeid, 2000 ; Ghestem et al, 2001).

Leur point d'ébullition est toujours supérieur à 100°C et dépend de leurs poids moléculaires par exemple les points d'ébullition du caryophyllène, du géraniol, du citral et du α -pinène sont 260°, 230°, 228° et 156°C respectivement (Abou Zeid, 2000), mais d'après (Valnet, 1984), ce point varie de 160°C à 240°C.

Les huiles essentielles s'oxydent facilement à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène, en même temps, leurs odeurs se modifient, leurs points d'ébullition augmentent et leurs solubilités diminuent.

-Composition chimique Comme toute substance, les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Le nombre de composants isolés est d'environ des milliers et il en reste beaucoup à découvrir (**BACIS, 1999**). Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes :

Le groupe des terpénoïdes (les composés terpéniques) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phenylpropane, beaucoup moins fréquents.

Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton, 1999**).

I.13. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles n'existent généralement que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en générale dans des cellules glandulaires spécialisées. En suite, elles sont stockées dans des cellules dites cellules à huiles essentielles (Lauraceae), dans des poiles sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtacée), dans des canaux sécréteurs (Astraceae). Elles peuvent être stockées dans divers organes végétaux : les fleurs, les feuilles, les racines, les rhizomes, les fruits, le bois, ou graines (**Oussala, 2006**).

1.14. Les facteurs influençant la composition chimique et la teneur en huile essentielles

La qualité des plantes aromatiques et médicinales dépend de facteurs écologiques agissant durant les périodes de développement et de croissance de la plante. Les facteurs génétiques mais aussi environnementaux abiotiques et ou biotiques, influencent directement ou indirectement le métabolisme et donc l'accumulation de métabolites secondaires (**Searles et al, 2001; Zidorn et Stuppner, 2001; Dong et al, 2006**).

Plusieurs plantes régulent le type et la concentration des métabolites secondaires en fonction des variations de l'environnement.

Certains métabolites sont synthétisés uniquement sous des conditions environnementales spécifiques (**Penuelas et Llusà, 1997; Valls et al, 2007**).

A. Facteurs abiotiques

La lumière, la température, l'humidité, l'altitude, la durée d'ensoleillement et la composition du sol, sont autant de facteurs d'ordre environnemental susceptibles de susciter des modifications

physiologiques à l'intérieur de la plante et donc d'influencer la composition chimique de son Huile Essentiel secondaires (**Searles et al, 2001; Zidorn et Stuppner, 2001; Dong et al, 2006**).

B .La lumière et rayons solaires :

L'énergie solaire est l'un des facteurs environnementaux les plus importants pour la croissance et le développement des plantes. Les plantes ont acquis une certaine plasticité de développement dans différents environnements grâce, en partie, à leur gestion permanente de la qualité (Longueur d'onde), de la durée et de la quantité des radiations solaires. Les plantes exploitent le maximum de leur capacité dans le processus photosynthétique et l'accumulation de biomasse. Elles ont développé pour cela une forte sensibilité et une grande capacité de sensation des différents spectres de la lumière et des ultraviolets présents dans le rayonnement solaire (**Kazan et Manners, 2011**).

C. Le sol :

Les effets des nutriments du sol sur la croissance des plantes, leur physiologie, la chimie de leurs tissus ou la tolérance au stress sont généralement étudiés par l'application d'apports d'éléments nutritifs dans des essais expérimentaux. Des études ont montré la variation des niveaux des métabolites secondaires dans les tissus des plantes en fonction de la disponibilité de la ressource (**Coley et al, 1985**).

Le niveau des proanthocyanidines, par exemple, augmente avec un stress nutritionnel déterminé par une disponibilité limitée en phosphate (**Kouki et Manetas, 2002**). Alors que de faibles quantités de Fer semblent stimuler la biosynthèse des composés phénoliques (**Dixon et Paiva, 1995**).

L'équilibre des éléments nutritifs et la nutrition du sol influencent le niveau des métabolites secondaires et la régulation du métabolisme des plantes (**Herms et Mattson 1992**).

D. L'eau :

La durée et l'intensité de la sécheresse ont un impact important sur la survie des plantes. La réduction de la croissance sous stress hydrique est due à une réduction de la photosynthèse. L'indisponibilité de l'eau et les hautes températures influencent la production des composés phénoliques dans les plantes (**Glynn et al, 2004; Alonso-Amelot et al, 2007**).

E. La température :

Le stress causé par les variations de température est généralement connu pour ses effets d'induction ou d'inhibition des enzymes piègeuses de l'oxygène actif telle la super oxydedismutase, la catalase, le peroxydase et d'autres antioxydants. La température provoque des changements physiologiques, biochimiques et moléculaires dans le métabolisme des plantes comme la dénaturation des protéines ou la perturbation de l'intégrité de la membrane cellulaire. Beaucoup de ces changements peuvent influencer les concentrations en métabolites secondaires dans les tissus des plantes (**Zobayed et al, 2005**).

F. Facteur Biotique

- **L'effet allélopathique :**

L'environnement biotique semble également jouer un rôle dans la répartition des chémotypes. (**Tarayre et al, 1995**) ont montré que contrairement à l'essence des plantes non-phénoliques, celle des phénoliques pouvait inhiber la germination de compétiteurs telle que la graminée *Brachy podiumphoenicoides*, suggérant ainsi un rôle allélopathique de ces chémotypes. De même, (**Ehlers et Thompson, 2004**) .

- **Les herbivores et les agents pathogènes :**

Les plantes sont exposées à d'autres stress biotiques comme les attaques des herbivores et des agents pathogènes (**Dixon et paiva, 1995; Holopainen et Gershenzon, 2010**).

Les dommages des herbivores sur les parties végétatives induisent une augmentation de la production des métabolites secondaires (**Bernays et Chapman, 2000; Hagerman et Butler, 1991**).

Le spectre du composé dépend du type, de l'intensité du stress et du type de l'organisme attaquant dans le cas du stress biotique (**Niinemets, 2010**).

Les dommages mécaniques aux feuillages de la plante provoquent aussi une élévation du niveau de défense par la production de métabolites, quoique celle-ci ne soit pas aussi intense et ne présente pas la même diversité en composés, que celle résultant des attaques d'herbivores (**Holopainen et Gershenzon, 2010**).

I.15. Usage des huiles essentielles d'Eucalyptus

L'utilisation des huiles essentielles d'Eucalyptus en inhalations ou sous forme de pommade; pour soigner un rhume provoqué par des virus (rhinovirus) (**Sandrine, 2006**).

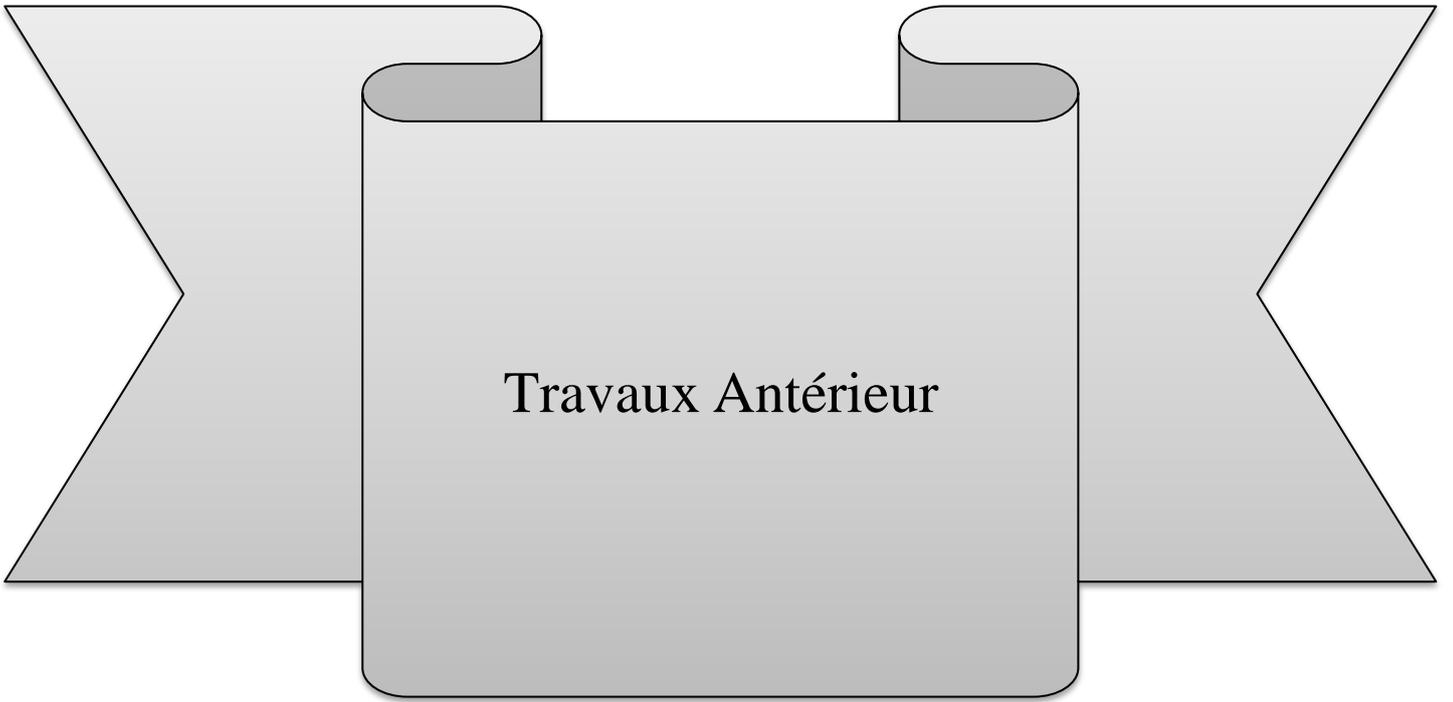
L'Eucalyptus est parmi les plantes médicinales (la mauve, la réglisse) qui ont montré une efficacité contre la toux. Les gens utilisaient également les feuilles pour aider à soulager la fièvre et divers autres maux. Elles sont également utilisées comme bois d'œuvre et de chauffage. Leurs huiles essentielles sont utilisées dans les industries pharmaceutiques et cosmétiques pour la fabrication de différents produits (**Sandrine, 2006 ; Goetz et al, 2008**).

Les huiles essentielles sont aujourd'hui présentes dans les savons, les crèmes, les détergents, lessives et dans l'industrie agro-alimentaire. Leur utilisation est liée à leurs larges spectres d'activités biologiques reconnues (**Makhloufi, 2013**).

Elles sont appréciées pour leurs propriétés odorantes et antiseptiques dans le domaine de la parfumerie, de la cosmétologie et de l'industrie alimentaire. Leur intérêt en médecine humaine et vétérinaire est aussi grandissant. Elles sont utilisées par voie orale (diluée dans du lait, yaourt, miel..etc), rectale, ou par inhalation directe (**Degryse et al., 2008**). A l'heure actuelle, en France, la phytothérapie est reconnue par le Ministère de la Santé Publique

comme thérapie officielle depuis 1986. L'aromathérapie, se soigner par les Huiles Essentielle, fait partie de cette médecine est donc, en développement (**Zhiri et al., 2010**).

Les Huiles Essentielles sont également utilisées comme bio pesticides efficaces (**Chiasson et Beloin, 2007**).



Alitonou et al(2004) ont analysé des huiles essentielles extraites des feuilles fraîches d'*Eucalyptus tereticornis* récoltée à Sèmè-kpodji (Bénin) par chromatographie en phase gazeuse et chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse. La composition chimique a révélé 23 composés représentant 91% de l'huile. Les constituants majoritaires sont le p-cimène (31,4%), le β -phellandrène (9,77%), les pathulénol (8,13%), le γ -terpinène (7,03%) et le α -phellandrène(6,78%). Cette essence présente des activités antimicrobiennes et une activité biologique très accentuée contre les tiques.

Des travaux menés **par HMIRI et al. (2011)**, ont accompli des tests de l'activité antifongique des huiles essentielles de *Mentha pulegium* et d'*Eucalyptus camaldulensis* contre les champignons responsables de la pourriture des pommes. Les huiles essentielles, obtenues par hydrodistillation, ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. L'essence de *M. pulegium* est dominée par la pulégone (80,28 %), alors que celle d'*Eucalyptus camaldulensis* possède le 1,8-cinéole (42,30 %) et l' α -pinène (28,30 %) comme composants majoritaires. Le pouvoir antifongique de ces huiles a été étudié vis-à-vis d'*Alternaria alternata* et de *Penicillium expansum* par la technique de micro-atmosphère. L'huile essentielle de *M. pulegium* s'est révélée la plus active, en effet 10 μ l de son extrait ont été suffisants pour inhiber totalement la croissance mycélienne des deux moisissures ; alors qu'il a fallu 30 μ l d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* pour obtenir le même effet sur les deux champignons. L'effet inhibiteur de ces huiles laisse entrevoir des perspectives d'application dans le domaine de la conservation de certaines denrées alimentaires (pommes, poires, etc.).

Charchari et Chahboub (1995) ont déterminé L'optimisation de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus Lab* en utilisant un modèle mathématique, établi à l'aide du plan factoriel 2^3 . Ce modèle exprime la variation du rendement en huile en fonction des variables réduites de trois paramètres accessibles expérimentalement. En l'occurrence, la masse de matière végétale à traiter par unité de volume de l'alambic, la température du distillat et la vitesse de distillation. L'optimum de l'équation mathématique du modèle, déterminé par la méthode analytique, étant en dehors du domaine expérimental, une recherche exploratoire par la méthode de Box Wilson a été entreprise et a permis d'atteindre les conditions opératoires optimales de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus Lab*.

Zrira et al.(2011) ont examinés Les huiles essentielles (HE) de six espèces xérophytes d'*Eucalyptus* plantées dans deux zones différentes de la région de Marrakech (Jbilet et Takerkoust). Les espèces étudiées ont donné des rendements relativement intéressants. Pour l'*Eucalyptus salmonophloia* a atteint 5%. 41 composés ont été identifiés par chromatographie en phase gazeuse. Le cinéole reste le composé majoritaire de la plupart des huiles essentielles analysées: sa teneur varie entre 40 et 70%. Le rendement en HE, ainsi que la composition chimique de ces dernières varient d'une espèce à une autre

et d'un milieu à un autre. Les échantillons prélevés dans la zone de Jbilet sont mieux pourvus en p-cymène et en spathuléol. Ceux récoltés dans la zone de Takarkoust présentent en revanche des teneurs en α -pinène et en bornéol nettement plus élevées. Le taux du 1,8-cinéole ne présente pas de variations importantes entre les régions étudiées pour les échantillons de la même espèce.

Dans le dessein de créer des formulations d'huiles essentielles pour l'assainissement de l'air en milieu hospitalier **Billebeck, 2007** a réalisé l'activité antimicrobienne des 40 huiles essentielles vis-à-vis des deux souches bactériennes responsables de maladies nosocomiales et résistantes aux antibiotiques : *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Les résultats trouvés révèlent que la plupart des huiles essentielles ont inhibées la croissance de *S. aureus*. En revanche, seulement dix huiles essentielles –*Cinnamomum cassia*, *Cinnamosma fragrans*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus dives*, *Eugenia caryophyllata*, *Melaleuca nquinervia*, *Nepeta cataria*, *Pelargonium roseum*, *Salvia officinalis* et *Satureja montana* ont inhibé le développement de *P. aeruginosa* avec un diamètre d'inhibition supérieur à 13 mm.

Vue les huiles essentielles d'Eucalyptus et Arbre à thé sont traditionnellement utilisées pour le traitement des infections fongiques et notamment des candidoses ; **Emira Noumi et al (2011) ont analysé** les huiles essentielles de 15 espèces par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectro masses (GC-MS), et leur activité antifongique a été testée contre 32 souches provoquant la Candidose .Les activités antioxydantes (DPPH), le pouvoir réducteur ont également été étudiées. L'huile essentielle d'arbre à thé était particulièrement riche en terpinène-4-ol (40,44%), gamma terpinène (19,54 %) et 1,8-cinéole (95,61 %) et alpha-pinène (1,5%) . Huile. Essentielle L'*Eucalyptus globulus* était plus efficace et avait le meilleur effet antifongique par la voie orale contre *Candida albicans* et *Candida glabrata* comparées aux résultats obtenus avec l'Amphotéricine B. Même à de faibles concentrations.

Ces huiles altèrent considérablement le taux de croissance des deux *C. albicans* et *C. glabrata*. L'huile essentielle d'arbre à thé a affiché la capacité de piégeage DPPH la plus élevée avec la plus faible IC50 (IC50, 12,5 µg/ml) et le plus grand pouvoir réducteur et blanchissant de β -carotène (CE50, 24 µgml⁻¹ et IC50, 42 µgml⁻¹, respectivement) par rapport à *Eucalyptus globulus* huile et BHT. Ces résultats appuient l'intérêt d'*Eucalyptus globulus* et *M.*

alternifolia huiles essentielles comme outil d'hygiène bucco-dentaire efficace (anti-Candidosespp.) et comme source de composés antioxydants.

Puisque l'eucalyptus est l'une des plantes utilisées dans l'industrie des pâtes et papiers, et leurs feuilles sont connus comme des déchets d'exploitation forestière susceptibles de produire des huiles essentielles **Agmi Bagus Kartiko et al (2021)** ont examiné les profils physico-chimiques des huiles essentielles d'*Eucalyptus pellitalleaf* cultivée dans le Kalimantan oriental et leur activité antibactérienne potentielle. L'analyse des profils physico-chimiques de cette huile a dévoilé 1,465 d'indice de réfraction une la solubilité dans l'alcool de 1:1. La composition chimique a montré la

dominance du β -pinène (33,49 %), l'alcool de patchouli (13,77 %), le 1, 7,7-triméthylbicyclo[2.2.1]hept-2-ène (9,81 %), l'eucalyptol (1,8-cinéole) (6,7%) et trans- β -caryophyllène (6,7%). Cette huile a inhibé la croissance des *S. sobrinus* avec un diamètre d'inhibition allant de 14,78 à 22,33 mm et les *S. mutans* avec un diamètre d'inhibition variant de 14,00 mm à 52,00 mm.

Luciano Da Rocha Corrêa et al (2004) ont déterminé les effets de différentes températures sur les microboutures cultivées in vitro et comme prétraitement dans les semis donneurs de boutures d'*Eucalyptus saligna* Smith et *Eucalyptus globulus* Labill a été étudié en relation avec l'enracinement adventif avec et sans la phytohormone auxine exogène induisant les racines. *Eucalyptus globulus* était plus sensible aux températures élevées continues appliquées aux plantes donneuses et aux boutures; ce dernier a donné la meilleure réponse d'enracinement globale dans les cycles jour/nuit de 30 C/20 C. En général, *Eucalyptus saligna* était plus résistant aux températures plus élevées et la croissance des racines était fortement inhibée à 15 °C. La présence d'auxine exogène favorisait l'enracinement, en particulier à des températures plus basses et plus élevées.

Travaux Antérieurs sur le genre d'eucalyptus

Les huiles essentielles ont de nombreuses propriétés thérapeutiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine fongique, **Mouna Mehani et al (2014)** ont évalué l'effet antimicrobien d'huile essentielle de *Eucalyptus camaldulensis* contre les germes pathogènes en utilisant la méthode de diffusion en milieu solide(sensibilité).L'étude a révélé que l'huile essentielle de *Eucalyptus camaldulensis* se montre active sur les germes *Pseudomonas aeruginosa* (DI= 6.33mm). *Escherichia coli* s'est dévoilé modérément sensible avec une zone d'inhibition égale à 10 mm. Par contre, *Antirobactère* et *Proteus* sont des souches les plus sensibles à l'encontre de l'huile essentielle.



Synthèse des données

II.1. Présentation de l'étude

En raison des conditions actuelles dues à la pandémie de COVID 19 ; nous avons réalisé notre étude de manière théorique sous forme d'une analyse systématique de 05 articles basant sur quatre méthodes : l'extraction des huiles essentielles, l'analyse de la composition chimique par GCMS ou par CPG et évaluation de l'activité antioxydante

Ces méthodes ont été utilisées par les chercheurs pour réaliser une étude qualitative et quantitative des huiles essentielles de la plante Espèce *Eucalyptus globulus L* récoltée dans différentes régions du Monde : l'Algérie, la Tunisie et LA Portugal

Notre synthèse bibliographique a duré 03 mois successifs (mois d'Avril jusqu'au mois de juin).

II.3. Matériel végétal

Au total nous avons téléchargé 20 articles et on a utilisé exclusivement 05 articles. Ces derniers traitent les analyses des huiles essentielles par CPG/SM, les dosages des métabolismes secondaires et les activités antioxydantes des huiles essentielles.

Le matériel végétal récolté dans la région choisi par chaque auteur (cité dans chaque article) avec leur localisation géographique est donné par le (**tableau 05**)

Tableau 04 : Site période de récolte et méthode d'extraction des échantillons *Eucalyptus globulus L*

Numéro d'Article	Auteur	Partie Végétale récoltée	Lieu de récolte	Année de récolte
Article 1	Noumi et al.,2011	L'huile essentielle a été extraite de feuilles fraîches	Tunisie (Monastir)	
Article 2	Santos et al., 2012	L'huile essentielle a été extraite des l'écorces a été séchées à l'air	Portugal (d'Avéro)	
Article 3	Bey-Ould Si Saïd et al., 2016	L'huile essentielle a été extraite fruit	Bejaia nord –ouest d'Algérie)	2016
Article4	Atmani-Merabetet al., 2018	L'huile essentielle a été extraite de feuilles fraîches	Djbel El Ouahch, situé à 15 km à l'est de Constantine, en Algérie. -La zone d'étude (herbier de Draa Naga).	2014
Article 5	Benabdesslemet al.,2020	Extrait Les huiles essentielles à partir Les feuilles fraîches	Saïda dans le sud-ouest de l'Algérie.	Avril 2019

II.3.1.. Cueillette et séchage :

Les échantillons *Eucalyptus globulus L*. après récolte ont été séchées à l'abri de la lumière pendant une période allant de 10 à 15 jours. Après séchage une partie de la plante a été utilisée pour les analyses soit la partie aérienne ou les feuilles et fleurs (**tableau 05**)

Tableau 05 : Cueillette et séchage des échantillons d'*Eucalyptus globulus L*

Noumi <i>et al.</i>, 2011	Les échantillons ont été séchés à l'air pendant 15 jours en laboratoire à température ambiante jusqu'à ce que le poids reste stable.
Santos <i>et al.</i>, 2012	l'écorce d' <i>Eucalyptus globulus L</i> a été séchée à l'air jusqu'à poids constant et broyée à une granulométrie inférieure à 2 mm avant l'extraction.
Bey-Ould Si Saïd <i>et al.</i>, 2016	les échantillons récoltés ont été lavés à l'eau du robinet et séchés à 30 °C pendant 6 jours. Un échantillon de 150g de fruits grossièrement écrasé.
Atmani-Merabet <i>et al.</i>, 2018	L'huile essentielle a été extraite à partir des feuilles fraîches (400 g)
Benabdesslemet <i>et al.</i>, 2020	Les feuilles fraîches ont été retirées manuellement d'un arbre d' <i>Eucalyptus globulus L</i> Après séchage à l'ombre pendant au moins cinq jours, 100 g de feuilles ont été submergées.

II .4. Méthodes utilisées :

Les méthodes utilisées par les chercheurs cités dans les 05 articles scientifiques sont les suivants :

- Extraction des huiles essentielles.
- Analyse des huiles essentielles par CPG et CG/SM.
- Evaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles

II.4.1. Extraction des huiles essentielles et Détermination du rendement des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus L*

II.4.1.1. Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

L'extraction des huiles essentielle *Eucalyptus globulus L* a été réalisée selon trois méthodes (**figure 06 ; figure 07; Figure 08**), (**Tableau 06**).

Tableau 06: méthodes d'extraction des huiles essentielles.

Benabdesslem et al., 2020	hydrodistillation pendant 3 h à l'aide d'un appareil de type Clevenger, selon Hachem et coll.11. Pour éliminer tous les traces d'eau, l'huile extraite a été traitée avec Na anhydre2DONC4, après quoi il a été stocké dans l'obscurité à 4 heures°C jusqu'à une analyse plus approfondie
Atmani-Merabet et al.,2018	distillation à la vapeur en utilisant un appareil Clevenger pendant 4 heures. L'huile distillée a été immédiatement séchée sur du sulfate de sodium anhydre et stockée dans des flacons en verre foncé à bouchon à vis à 4 ° C jusqu'à d'autres tests.
Noumi et al.,2011	Ils n'ont pas mentionné.
Santos et al., 2012	Extraction Soxhlet au dichlorométhane pour 6h pour retirer les composants lipophiles.
Bey-Ould Saïd et al., 2016	hydrodistillation pendant 3h 500mL-1 huile distillée à l'aide d'un appareil de type Clevenger (Harkat-Madouri et al. 2015). L'huile extraite a été récupérée et stockée à 4°C .

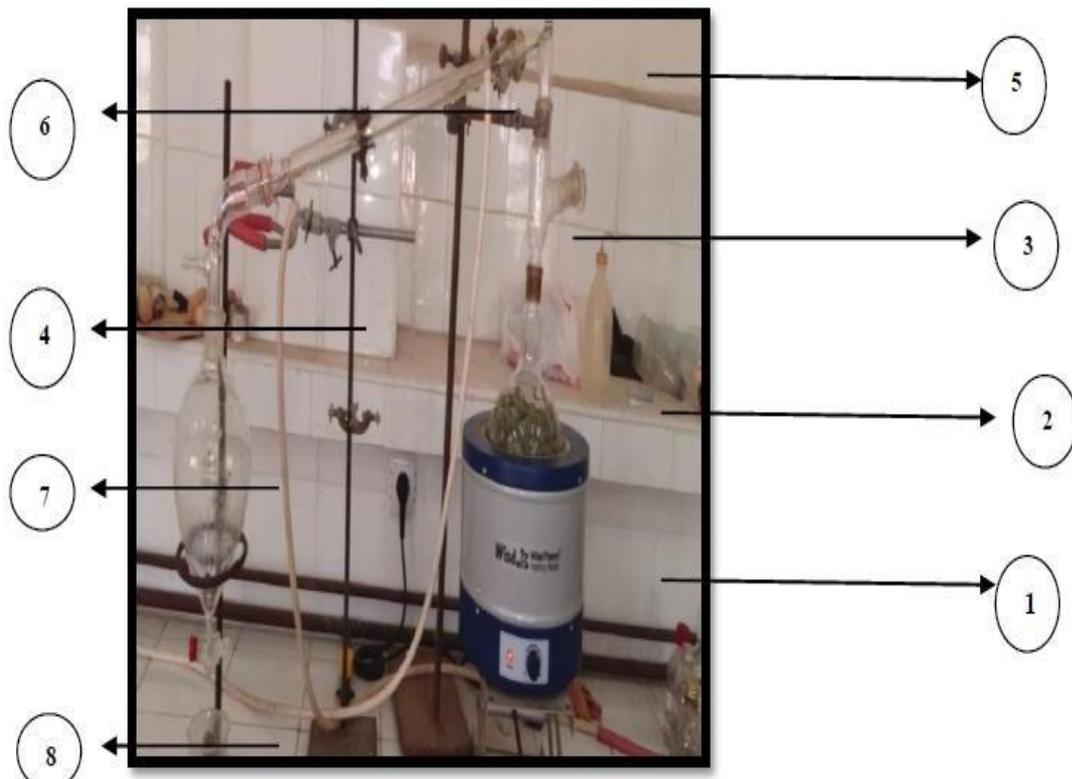


Figure 06 : Dispositif d'extraction de type de Clevenger. (Originale 2018) 1-Chauffe ballon. 2-Ballon monocol (Eau + biomasse végétale). 3- sortie d'eau. 4- entrée d'eau. 5-Allongeur. 6- Réfrigérant. 7 empoule à déconté (hydrodistillat). 8- Bicher

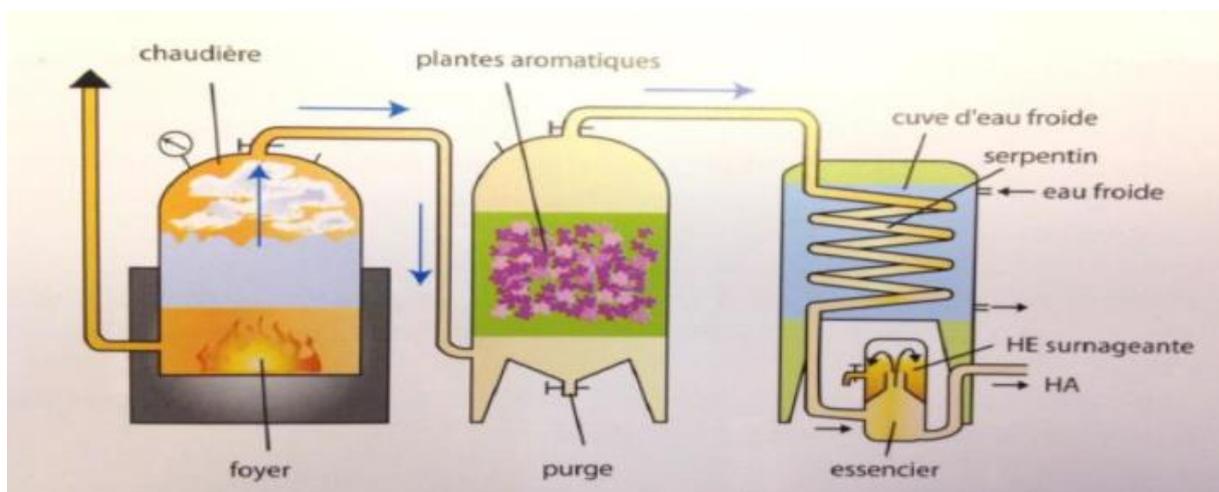


Figure 07 : Schéma du fonctionnement de la distillation à la vapeur d'eau.

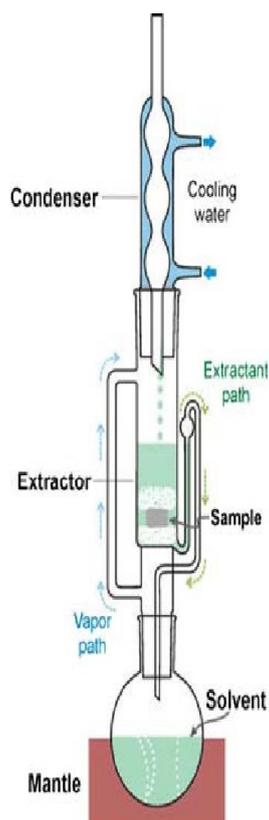


Figure 08 : Extraction Soxhlet.

II.4.1.2. Détermination de Rendement des huiles essentielles *d'Eucalyptus globulus L*

Rendement en HE:

Le rendement en HE est défini comme étant le rapport entre la masse d'HE obtenue et la masse végétale sèche à traiter (Carré, 1953). Le rendement en HE est exprimé par la formule suivante:

$$\mathbf{Rmt\% = m1.100/m0}$$

Rmt : rendement en HE exprimé en pourcentage(%)

M1: masses en(g)d'HE.

M0: masses en(g)de la matière végétale traitée.

II.4.2. Méthodes d'Analyse chromatographique :

Il est bien connu que les analyses quantitatives de la composition chimique de l'huile essentielle extraite par hydrodistillation se font par chromatographie en phase gazeuse couplée

à la spectrométrie de masse «CG-SM» ou par la CPG. Dont le mode opératoire réalisé par chaque chercheur est donné par le **tableau 07**

Les Méthode d'analyse chromatographie en réalise par deux méthode chromatographie CPG et par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse «CG-SM». (**Tableau 07**).

Tableau 07 : condition opératoire d'analyse chromatographique par CPG et GC/MS.

Auteurs	Analyse chromatographique des huiles essentielles
Benabdesslem et al.,April 2019	<p>-La composition chimique des huiles essentielles a été analysée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse monté sur un spectromètre de masse (Bruker Scion SQ) équipé d'une colonne capillaire DB-5 (25 m × 0,22DI mm, 0,25 µm d'épaisseur de film).</p> <p>- L'analyse GC-MS a été réalisée en utilisant l'hélium comme gaz vecteur, avec un débit de 0,8 mL / min, en mode fractionné (1 /100), 0,2 µL volume d'injection sans dilution et une température d'injection de 250°C pour un total de 125 min d'analyse.</p> <p>-Les alcanes ont été utilisés comme points de référence dans le calcul de la rétention relative indices</p>
Atmani-Merabet et al.,2014	<p>-analysé par un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse «GC / MS» (Agilent System HP-5MS.)</p> <p>- Les composants essentiels ont été provisoirement identifiés par comparaison avec les données de spectres de masse (MS) obtenues à partir de la bibliothèque NIST-Wiley-MS et confirmés par comparaison avec l'indice de Kovats sur la colonne HP-5MS.</p>
Noumi et al. ,2011	<p>-L'analyse de l'huile essentielle a été réalisée à l'aide d'un GC Hewlett Packard 5890 II, équipé d'une colonne capillaire HP-5 MS (30 m · 0,25 mm id, 0,25 µm) et d'un détecteur sélectif de masse HP 5972. Pour la détection GC-MS, un système d'ionisation électronique avec une énergie d'ionisation de 70 eV a été utilisé</p> <p>-Les résultats ont également été confirmés par la comparaison de l'ordre d'élution des composés avec leurs indices de rétention relatifs sur les phases non polaires rapportés dans la littérature (Adams, 2001).</p>
Bey-Ould Si Saïd et al.,2016	<p>-Analyse chromatographe en phase gazeuse TRACE Ultra couplé à un spectromètre de masse ISQ (Thermo Scientific, Austin, Texas, USA), connecté à un ordinateur exécutant le logiciel Xcalibur 2.0 (Thermo Scientific, Austin, Texas, USA). L'instrument GC équipé d'une colonne capillaire DB-5ms (60m×0,25 mm de diamètre intérieur, 0,25 m d'épaisseur de film,</p> <p>-La concentration des composés identifiés, exprimée en pourcentage, a été directement calculée des zones de pic sans correction du facteur de réponse FID.</p>

II.4.3. Détermination de l'activité antioxydante :

Selon le (tableau 08); trois auteurs ont cités les activités antioxydantes des huiles essentielles :

Les conditions opératoires de chaque méthode sont données par le (tableau 08)

Tableau 08 : Conditions opératoire de l'activité antioxydante.

Auteurs	Méthodes
<p>Noumiet <i>al., 2011</i></p>	<p>la méthode du DPPH</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ -2 mL de diverses dilutions des extraits végétaux ont été mélangés avec un volume égal de solution méthanolique de DPPH 0,135 mM. Après une période d'incubation de 30 min dans l'obscurité à température ambiante, l'absorbance à 517 nm et la longueur d'onde d'absorbance maximale du DPPH, ont été enregistrées comme A (échantillon). ○ Une expérience à blanc a également été réalisée en appliquant la même procédure à une solution sans le matériau d'essai et l'absorbance a été enregistrée comme A (blanc). L'acide ascorbique est utilisé comme référence. ○ Les mesures ont été effectuées en triple. L'activité de piégeage des radicaux libres de chaque solution a ensuite été calculée en pourcentage d'inhibition selon l'équation suivante : % d'inhibition = 100 (A (vide)–A(échantillon))/A(vierge).
<p>Santos et al., <i>2012</i></p>	<p>1-Méthode du DPPH</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Cinquante microlitre des différentes concentrations des extraits d'huile essentielle a été ajouté à 2 ml d'une solution méthanolique à 0,004 % de DPPH. Après une période d'incubation de 30 min à température ambiante, l'absorbance a été lue par rapport à un blanc à 517 nm avec le spectrophotomètre SHIMADZU UV-min1240 UV-Vis. ○ La concentration de l'extrait fournissant 50 % d'inhibition (CI50) a été calculée à partir du graphique traçant le pourcentage d'inhibition par rapport à la concentration de l'extrait. ○ L'hydroxytoluènebutylé (BHT) et l'acide ascorbique (AA) ont été utilisés comme témoins positifs
<p>Bey-Ould Si Saïd et <i>al., 2016</i></p>	<p>-Activité antioxydante. L'activité antioxydante des extraits a été déterminée par la méthodologie de piégeage des radicaux 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) -(BHT) a été utilisé comme composés de référence.</p>



Résultats et discussions

Les résultats des travaux des auteurs (**Benabdelsslem et al.,2020 ;Atmani Merabat et al.,2018 ;Santos et al.,2012 ; Bey-ould et Saïda 2016**) sont données par les tableaux et les figures .

III.1.Rendement des huiles essentielles d'*Eucalyptus Globulus L*

Selon (**Benabdelsslem et al.,2020**)le rendement de l'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus globulus.L* était de $2,64\% \pm 0,1\%$. (**tableau 9**)

Cette valeur était presque identique à celle obtenue par (**Madouri et al.,2015**) ($2,53\% \pm 0,1\%$), alors que dans les études précédentes, le rendement obtenu était beaucoup plus faible, allant de $0,77\%$ à $1,29\%$. (**tableau 9**)

Pour (**Atmani Merabat et al.,2018**) le rendement d'extraction de l'huile essentielle était de $0,96\%$, une valeur dans la fourchette de ceux précédemment rapporté (**Olayinka et al 2012 ; Mossi AJ et al 2011**).

Suivant (**Bey-ould et Saïda(2016)**) le rendement d'extraction était d'environ $3,1\pm 0,4\%$, ce qui est supérieur à ceux trouvés par (**Mulyaningsih et al. 2010**), (**Pereira et al. 2005**) et (**Selvakumar 2012**) ($0,7\%$, $1,6\%$ et $0,7\%$, respectivement).(**tableau 9**)

En outre, on remarque que le rendement des huiles essentielles récoltée des feuilles d'*Eucalyptus* de la station de saida est plus élevé par rapport à celui de la région de Djbel El Ouahch, (Constantine) soit 2.64% .

En plus on constate que le rendement les huiles essentielles des fruits d'*Eucalyptus* récoltée dans la région de Bejaiaa est le plus élevée par rapport à d'autres régions de récolte soit 3.1% . En conséquence les fruits de la plante sont plus riches en huiles par rapport aux feuilles.

Les rendements des huiles essentielles variables entre les différentes régions citées dans les travaux antérieurs sont probablement dû aux facteurs suivants

- Aux conditions pédoclimatiques des deux régions.
- Au degré d'aridité : semi-aride dans la région de Timimoune et hyper aride dans la région de Syrie.
- Aux facteurs génétiques, le stade végétatif et la méthode d'extraction.

- Et aux conditions environnementales (la lumière, la disponibilité des nutriments, et la longueur du jour).

Tableau 09: Rendement des huiles essentielles *d'Eucalyptus Globulus L*

Auteurs	Rendement %	Région de récolte
Benabdelsslem et al.,2020)	2,64% ± 0,1%	Saïda dans le sud-ouest de l'Algérie.
Atmani Merabat et al.,2018)	0,96% ± 0,7%	Djbel El Ouahch, situé à 15 km à l'est de Constantine, en Algérie
Bey-ould et Saïda(2016)	3,1±0,4%	Bejaia (située au Nord d'Algérie)

III.2.Analyse des huiles essentielle par CPG et (GC/MS)

Benabdelsslem et al. (2020) ont analysé les huiles essentielles par CPG-SM. L'analyse chromatographique d'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus L* par CPG/SM a permis **d'identifier 36 composés** qui représentent environ **85.27%** (**tableau 28**) (**figures 23**) (**Annexe**)

Du point de vue qualitatif, on note une présence importante d'Hydrocarbures monoterpéniques : le phellandrène (5,10%) la cryptone (5,02%), β thujène (3,40%),cuminal (2,64%),élixène (3,00) et phellandral (2,54%) (**Tableau 10**).

Du point de vue quantitatif, L'huile essentielle *d'Eucalyptus globulus L* est composée principalement de p-cymène (20,24%), de spathuléol (14,10%), et d'eucalyptol (11,30%) .

Tableau 10: Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus globulus* L récoltée dans la région de Saïda (dans le sud-ouest de l'Algérie). d'analysées par CPG/SM .

Composés	RI _{lit.}	RI _b	Composition %
2-heptène, 6-méthyl-	890	-	0,01
β-Thujène	941	929	3,40
α-Pinene	946	944	1,16
2,4 (10) -Thujadiène	959	963	0,34
Sabinène	974	974	1,90
β-Pinene	982	982	1,36
α-Phellandrène	1006	1006	5,10
α-Terpinène	1018	1017	1,15
p-Cymène	1026	1030	20,24
Eucalyptol	1032	1033	11h30
Phénylacétaldéhyde	1041	1043	0,02
β-Ocimène	1048	1050	0,10
γ-Terpinène	1061	1061	2,16
p-Mentha-3,8-diène	1058	1070	0,06
trans-Oxyde de linalol	1072	1072	0,03
α-Terpinolène	1088	1090	0,71
Nonanone	1093	1095	0,15
Linalol	1100	1101	0,74
Nonanol	1103	1104	0,20
Thujone	1115	1110	0,25
Acétate de 3-octyle	1123	1123	0,82
α-Campholène aldéhyde	1125	1127	0,06
trans-Pinocarvéol	1138	1140	0,15
cis-Verbénol	1141	1143	0,70
Camphre	1147	1145	0,22
p-Mentha-3-en-8-ol	1149	1149	0,75
Menthofuran	1163	1164	0,14
Bornéol	1165	1168	0,10
Terpinen-4-ol	1177	1180	3,70
Cryptone	1183	1183	5,02
p-Cymène-8-ol	1185	1184	0,30
α-Terpinéol	1189	1190	0,40
Le salicylate de méthyle	1192	1192	0,50
Myrténol	1194	1195	0,04
Décanal	1209	1205	0,11
Verbenone	1211	1208	0,04

Suivant **AtmaniMerabet et al. (2018)** les résultats de l'analyse GC / MS ont révélé **39 composés (tableau 11)**. L'huile essentielle est composée essentiellement par des monoterpènes oxygénés

(86,01%), des monoterpènes (5,74%), des alcools monoterpènes (4,05%) et des alcools sesquiterpènes (2,74%) (**tableau12**).

Les principaux constituants de l'huile étaient le **1,8-cinéole (78,45%)**, l'o-cymène (2,18%), l'isopinocarvéole (1,74%), l' α -pinène (1,69%), la pinocarvone (1,34%) et le veridiflorol (1,31 %). (Tableau 11)

Tableau 11 : Composition chimique de l'huile essentielle de feuille *d'Eucalyptus Globulus L* récoltée dans la région de Djbel El Ouahch, situé à 15 km à l'est de Constantine, en Algérie.

-La zone d'étude (herbier de Draa Naga) par CPG/SM

Composés	KI	% composition
1,8-cinéole	1030	78,45
o-cymène	1026	2,18
Isopinocarvéole	1226	1,74
alpha-pinène	939	1,69
alpha-terpinéol	1189	1,36
Pinocarvone	1165	1,34
Veridiflorol	1593	1,31
(+) spathuléol	1578	1,05
méthylbenzène trans-p-mentha-1 (7), 8-	1185	0,79
dién-2-ol	773	0,77
Camphène	954	0,7
cis-p-mentha-1 (7), 8-dién-2-ol 4-	1235	0,51
terpinéol	1177	0,5
1-phellandrène	1003	0,35
thymol	1290	0,28
Ledol	1569	0,28
trans-carvéol	1217	0,22
butylester	2388	0,17
D-carvone	1243	0,16
alpha-sélinène	1498	0,14
bêta-myrcène	991	0,13
Myrtéol	1327	0,13
2-bêta-pinène	979	0,12
Valencène	1496	0,11
gamma-terpinène	1060	0,1
Isospathuléol	1644	0,1

Tableau 12. Le pourcentage de groupes particuliers d'*Eucalyptus globulus L* composants d'huile essentielle. récoltée dans la région de Djbel El Ouahch .

Groupes	Pourcentage (%)
Monoterpènes	5,47
Monoterpènes oxygénés	78,45
Alcools monoterpènes	4,05
Monoterpènes cétones	3,41
Monoterpènes aldéhydes	0,1
Sesquiterpènes	0,65
Alcools sesquiterpènes	2,74
Hydrocarbures aromatiques	0,87
Aldéhydes	0,16
Les esters	0,27

Pour (Noumi et al., 2012), le 1,8-cinéole (95,61 %) et l'alpha-pinène (1,5 %) étaient les principaux composants d'*Eucalyptus globulus L*

Huile essentielle testée dans le présent travail. En fait, de multiples études ont été rapportées sur la composition chimique des huiles essentielles d'espèces d'*Eucalyptus* appartenant à différentes régions du monde. Les compositions chimiques des huiles de feuilles d'*eucalyptus* de diverses parties du monde ont été rapportées et le **1,8-cinéole** a été identifié comme le composant principal à partir d'échantillons poussant à Taïwan, Uruguay, Algérie, Burundi, Congo, Mozambique, Grèce, Australie, Tunisie, Italie, Nigeria, Turquie et Maroc (Boland et al., 1991 ; Dethier et al., 1994 ; Derwich et al., 2009). (Tableau13)

Tableau13 : composition chimique de huile essentielle de feuille *Eucalyptus Globulus* récoltée dans la région de Tunisie (Monastir).

E. globulus huile essentielle (Total des composants identifiés 99,19 %)			
1-8, cinéole	1040	95,61	MS, KI
-pinene	935	1,50	MS, KI
myrcène	991	0,53	MS, KI
-pinene	979	0,40	MS, KI
-terpinéol	1192	0,28	MS, KI

Bey-ould et Saïda. (2016) ont analysé les des extraits de fruits et ils ont d'identifié **28 composés volatiles (Tableau 14)**, ils sont des sesquiterpènes et de sesquiterpènes oxygénés (61,2%), avec le globulol (23,6%) comme composé majoritaire des huiles identités. En effet, **(Tan et al. 2008)** ont concentré leurs travaux sur le même composé majeur d'*Eucalyptus globulus* des fruits. Cependant, les composés monoterpéniques identifiés (environ 31,2 %) étaient composés d'eucalyptol (19,8 %), de -pinène (3,8 %), d'isovaléradéhyde (2,4 %) et de -phellandrène (1,9%). Ces résultats sont similaires à ceux rapportés dans la littérature sur la prédominance des sesquiterpènes dans *Eucalyptus globulus* des fruits. En effet, les fruits frais d'*Eucalyptus globulus* de Californie ont montré une prédominance de cette classe d'huiles essentielles **(Nishimura et Calvin, 1979)**. D'un autre côté, **(Mulyaningsih et al., 2010)** ont rapporté leur abondance (avec la prédominance de l'arodendrène : 31,2 % et du globulol : 10,7 %), suivi du monoterpène (1,8-cinéole : 14,5 %, phellandrène : 2,6 % et Pinène : 1,5 %).

Tableau 14 : Composition chimique de l'huile essentielle des fruits *d'Eucalyptus globulus* . récoltée dans la région de Bejaia nord –ouest d'Algérie).

Compounds	KI	Composition (%)
Monoterpenes (M)		
α -pinene	920	3.8
β -pinene	1122	0.1
β -myrcene	990	0.2
α -phellandrene	1024	1.9
α -terpinene	1015	0.2
O-cymene	1026	0.5
γ -Terpinene	1065	0.2
Limonene	1035	0.3
Total (M)		7.3
Oxygenatedmonoterpenes (OM)		
Eucalyptol (1,8-cineole)	1033	19.8
Isovaleraldehyde	660	2.4
2-pentanone-4-hydroxy-4- methyl	837	0.9
4-terpineol	1181	0.4
α -Terpineol	1196	0.2
Cis-Sabinol	1043	0.1
Carvenone	1250	0.1
Total (OM)		23.7
TOTAL (M + OM)		31.2
Sesquiterpenes (S)		
β -gurjunene	1430	0.4
β -humulene	1440	0.2
α -gurjunene	1409	1.4
Aromadendrene	1462	19.7
Allo-Aromadendrene	1440	2.5
γ -gurjunene	1473	0.5
Ledene	1031	3.1
β -Selinene	1480	0.2
δ -cadinene	1510	0.7
Total (S)		28.9
Oxygenated Sesquiterpenes (OS)		
Epiglobulol	1561	6.4
Globulol	1589	23.6
Eudesmol	1626	2.1
δ -cadinol	1640	0.2
Total (OS)		32.3
Total (S + OS)		61.2
TOTAL		92.3

Tableau 15: Différents chémotypes des différentes régions d'Algérie

Auteurs	Composés majoritaires	Pourcentage %	Lieux de récolte
Benabdesslem et al , 2020	p-cymène	20,24	Saïda dans le sud-ouest de l'Algérie.
Atmani Merabet et al., 2018	1,8-cinéole	78,45	Djbel El Ouahch, situé à 15 km à l'est de Constantine, en Algérie. -La zone d'étude (herbier de Draa Naga).
Noumi et al.,2012	1,8-cinéole	95,61	Tunisie (Monastir)
Bey-ould et Saïda.,2016	d'Eucalyptol	19,8	Bejaia nord –ouest d'Algérie)

Grager et Passet (1973) ont introduit la notion de chémotypes pour distinguer les individus génétiquement différents à l'intérieur d'une même espèce, en utilisant les constituants majoritaires. En reprenant les proportions importantes en composés chimiques majoritaires dans les huiles essentielles des régions citées ci-dessus: nous pouvons classer ces HE de la manière suivante (**Tableau 15**):

- 1- Les HE de la station de Saïda (située dans le sud-ouest de l'Algérie.) sont de chémotype à p-cymène (**Benabdesslem et al ,2020**).
- 2- Les HE de la station de Djbel El Ouahch, (situé à 15 km à l'est de Constantine, en Algérie) sont de chémotype à 1,8-cinéole (**AtmaniMerabet et al., 2018**)
- 3- Les HE de la station de Tunisie (Monastir) sont de chémotype à 1,8-cinéole (**Noumi et al., (2012)**)
- 4- les HE (extraites à partir des fruits) de la station de Bejaia (située dans le nord –ouest d'Algérie) sont de chémotype à d'eucalyptol **Bey-ould et Saïda. (2016)**

A la lumière de ces résultats, il s'avère que la composition chimique de l'huile essentielle *d'Artemisia judaica L.* est sujette à des variations, dictées par le milieu écologique, au même titre que celle *d'Artemisia herba alba Asso.*

III.3. Pouvoir antioxydant

Tableau 16 : Résultats des IC50 en ug /ml des 0huiles essentielles *d'Eucalyptus globulus L* récoltée dans 03 régions

Auteurs	Lieux de récolte	Extrait	IC 50 (ug ml -1)	Mode de référence	IC 50
Noumiet <i>al.</i>,2011	Tunisie (Monastir)	Méthanolique	14	BHT B HA (0.02mg/ml (20 ug /ml).	0.02 Ug/ml
Santos <i>et al.</i>, 2012	Portugal (d'avéro)	Méthanolique	2,09	d'acide ascorbique 0.4 ug/ml	0.4 Ug/ml
Bey-Ould Si Saïd <i>et al.</i>, 2016	Algérie (Béjaia)	Méthanolique	27,0±0,1	B HA (04 mg/ml)	04 Ug/ml

L'IC50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé. Elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande

Les valeurs d'IC50 de BHA (Hydroxyanisole butylé) et d'extrait Méthanolique *d'Eucalyptus globulus L* récoltée dans trois régions différentes sont indiquées dans le **(tableau 16)** .

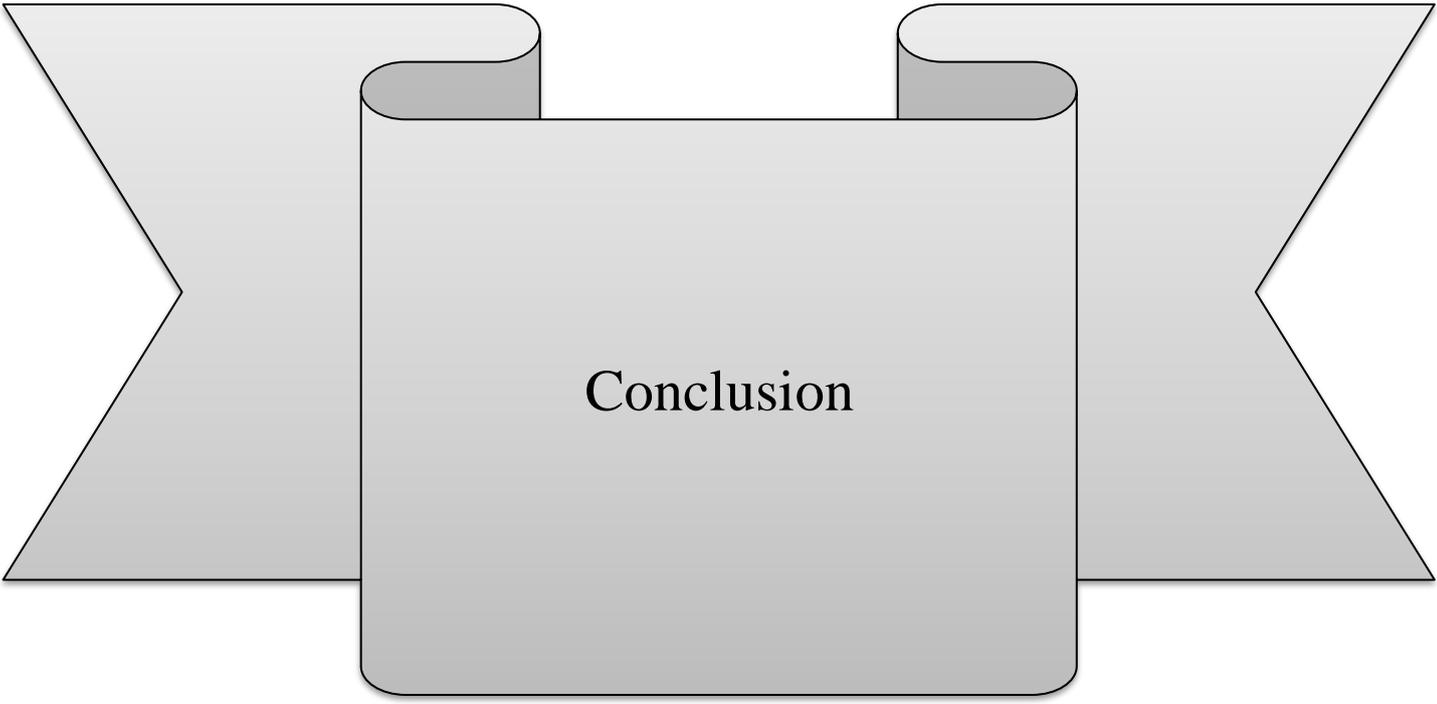
L'extrait Méthanolique *d'Eucalyptus globulus L* récoltée dans la région de Tunisie (Monastir) et dans la région de Béjaia (Algérie) pouvaient ramener le radical libre stable 2.2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) au vers la couleur jaune avec des IC50 respectives 14 ug/ml et 27 ug/ml . Ces dernières sont inférieures à celles de B HA **(voir tableau)** Cependant, on remarque que l'IC50 d'extrait de Tunisie est inférieure à celle d'extrait de

Bejaia. Donc l'extrait Méthanolique de Tunisie exhibe une activité antioxydante importante par rapport à celle de la région de Bejaia

En outre, les IC50 des huiles essentielles de la région de Portugal sont inférieures à celle de l'acide ascorbique (voir tableau 16).

les molécules antioxydants telles que l'acide ascorbique, les tocophérols, les flavonoïdes et les tanins réduisent et décolorent le DPPH en raison de leur capacité à céder l'hydrogène(Bourgue *et al.*,2008). Les polyphénols contenus dans les extraits de *L'Eucalyptus globulus L.* sont probablement responsables de l'activité antioxydante de ces extraits d'autant plus que l'activité antioxydante de l'extrait éthanoïque trouvé est toujours supérieure que celle de l'extrait aqueux (Bourgue *et al.*,2008).

Ceci est en accord avec les travaux menés sur les extraits d'*Eucalyptu globulus L.* qui ont mis en évidence une forte activité antioxydant de l'extrait alcoolique, de l'huile essentielle et de leurs composés majoritaires. Les même études montrent que la *Eucalyptu globulus L* est une espèce riche en composés phénoliques qui sont responsables de nombreuses activités biologiques notamment l'activité antioxydante, antimicrobienne et antiseptique .



Conclusion

Conclusion

La composition de l'huile essentielle issue d'une plante est extrêmement variable. Cette variabilité est le fruit de l'influence d'une multitude de facteurs s'appliquant au végétal tout au long de son développement. Ces facteurs de variation s'étendent jusqu'à l'extraction et le stockage de l'huile essentielle. Ce travail avait pour but d'exposer la diversité de la composition des huiles essentielles de *Eucalyptus globulus* L récoltée dans 04 régions différentes Algériennes et Tunisiennes à travers des travaux antérieurs réalisés par des équipes de chercheurs.

Les résultats des travaux antérieurs Algériens et Tunisiens sur la composition chimique des huiles essentielles ont révélé une variabilité importante dans la qualité et la quantité des composés chimiques :

-Les huiles essentielles extraites des feuilles sont riches en mono terpènes et en mono terpènes oxygénés. Celles de Saïda sont riches surtout en hydrocarbures monoterpéniques.

En revanche celles de Djbel El Ouahch (Constantine) sont composées essentiellement par des monoterpènes oxygénés (86,01).

- les huiles essentielles extraites des fruits de *Eucalyptus globulus* L. provenant de la région de Bejaia sont riches particulièrement en sesquiterpènes et en sesquiterpènes oxygénés (61,2%).

Suivant les proportions importantes en composés chimiques majoritaires des huiles essentielles de *Eucalyptus globulus* L. récoltée dans les 04 régions, on remarque la présence de 04 chémotypes :

-Les HE de la station de Saïda (située dans le sud-ouest de l'Algérie) sont de chémotype à p-cymène

- Les HE de la station de Djbel El Ouahch, (situé à 15 km à l'est de Constantine, en Algérie) sont de chémotype à 1,8-cinéole

- Les HE de la station de Tunisie (Monastir) sont de chémotype à 1,8-cinéole

- les HE (extraites à partir des fruits) de la station de Bejaia (située dans le nord-ouest d'Algérie) sont de chémotype à d'eucalyptol

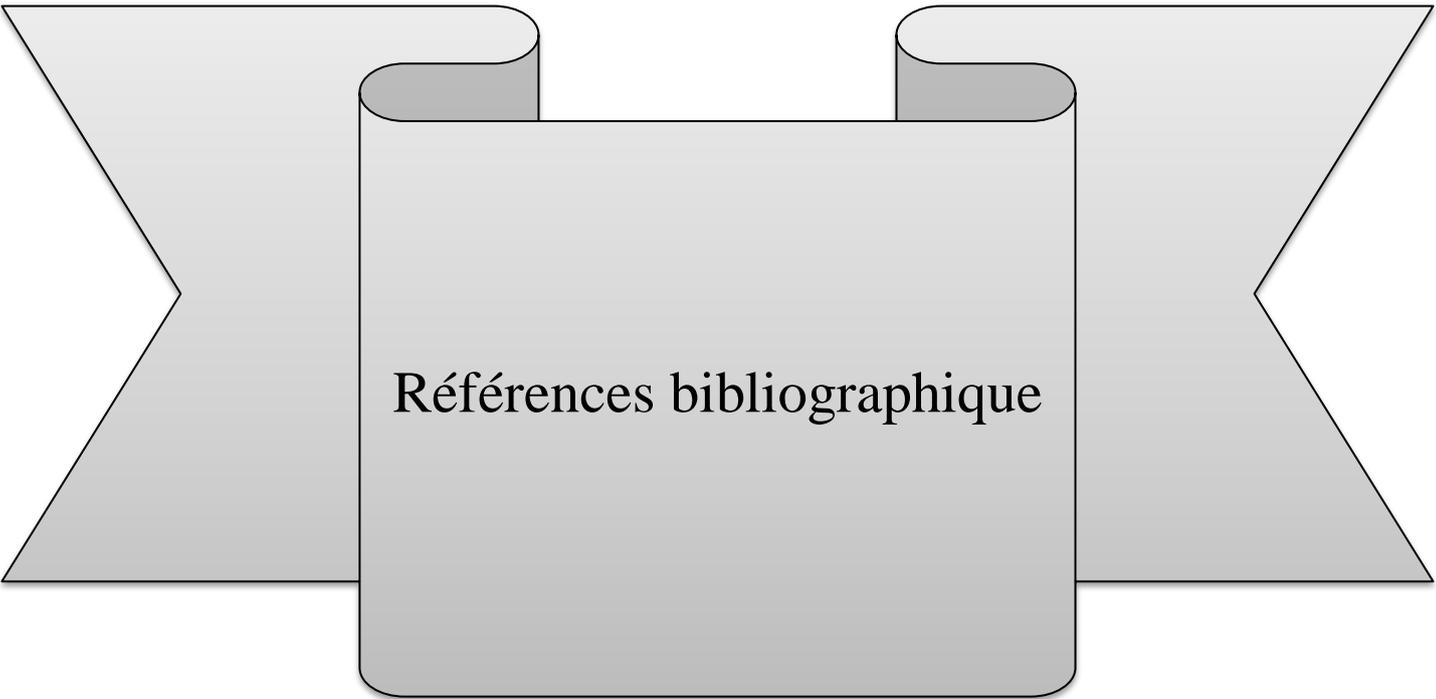
En fait, de multiples études ont été rapportées sur la composition chimique des huiles essentielles d'espèces de *Eucalyptus globulus* L appartenant à différentes régions du monde. Les compositions chimiques des huiles de feuilles de *Eucalyptus globulus* de diverses parties du monde ont rapportées que **1,8-cinéole** était le composant principal à partir d'échantillons poussant à Taïwan, Uruguay, Algérie, Burundi, Congo, Mozambique, Grèce, Australie, Tunisie, Italie, Nigeria, Turquie et Maroc (**Boland et al., 1991 ; Dethier et al., 1994 ;**

Conclusion

Derwich et al., 2009). Cependant les travaux réalisés par **Benabdesslem et al** (2020) ont divulgué et signalé pour la première fois un nouveau chémotype p-cymène (constituant majoritaire p-cymène(20%)) dans les huiles essentielles extraites des feuilles de l'espèce Algérienne récoltée dans la région de Saida .

Donc il ressort qu'au fil des années on peut avoir l'apparition de nouvelles chémotypes dans la même espèce .Cette variations est due

- Aux conditions pédoclimatiques des régions
- Aux facteurs génétiques, le stade végétatif et la méthode d'extraction.
- Et aux conditions environnementales (la lumière, la disponibilité des nutriments, et la longueur du jour).



Références bibliographique

Références bibliographique

- Afonson, V., Champy, R., Mitrovic, D., Collan, P., Lomri, A., (2007). Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxyde dismutases : rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du rhumatisme*, 74(7) : 636-643p.
- Ait Youcef, M.(2006) .plante médicinales de Kabylie, édition Ibispress ,Paris, France.
- Alonso-Amelot M E, Oliveros-Bastidas A, Calcagno-Pisarelli M P. 2007. Phenolics and condensed tannins of high altitude *Pteridium arachnoideum* in relation to sunlight exposure, elevation and rain regime. *Biochemical Systematics and Ecology*. 35: 1–10
- Anonyme (1986) FAO les eucalyptus sont-ils écologiquement nocifs ? *Unasyuva*. Vol 38.N°152.
- Ashok D., Vijay P., Sobia B and Janhvi R. 2017. Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 98(3): 833–848.
- AUGUSTE TAILLOTTE., 1872 : l'Eucalyptus globulus au point de vue botanique,
- Boyd, B., Ford, C., Koepke, M, Gary, K., Horn, E., (2003). Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en bonne santé. *Glycoscience et Nutrition*, 4(6) :70-77p.
- Behera J. N. and Rao J., 2006. A Ni²⁺ (S = 1) Kagome Compound Templated by 1,8.
- Benayad N.(2008). 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, département de chimie, faculté des sciences de rabat. 1Bostrychidae) et *Triboium confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae .
- Bernath. J, B. Danos, E. Hethelyi, *Herba Hung*; (1991) ; 30 :35. 29.
- Bertrand A et Le Roy E (1991) Appui méthodologique aux volets foncier et économie forestière. ATP FOFIDA- CIRAD. L'économie forestière sur les hautes terres malgaches ; Nogent/Marne.
- Bertrand A (1989) 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.

Références bibliographique

- Bisset W.J et Shaw N. H (1954) A comparison of D.C.P.A., T.C.P.A. and Arsenic for killing Eucalypt regrowth in subtropical native pastures. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 20, 177-181.
- Boudy P (1952) Guide du forestier en Afrique, du Maroc, de Tunisie. Ed librairie agricole. Horticole forestier et Ménagère, Paris, 496p.
- Boukhatem M.N., Ferhat M.A., Kameli A and Mekarnia M. 2017. Eucalyptus globulus (Labill.) : un arbre à essence aux mille vertus. Phytothérapie. 2: 203-214.
- Boulekbache-Makhlouf L., Slimani S and Madani K. 2013. Total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of fruits of Eucalyptus globulus cultivated in Algeria. Industrial Crops and Products. 41: 85–89.
- Boyd, B., Ford, C., Koepke, M, Gary, K., Horn, E., (2003). Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en bonne santé. Glycoscience et Nutrition, 4(6) :70-77p.
- Bruneton J. (1999) - Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Ed. TEC et DOC, Paris.
- Bruneton J. (1999) .Pharmacognosie « Phytochimie Plantes » Médicinales 3ème Ed, Tec et doc, Paris- P 484-540
- Buchanan B.B., Gruissem W., Jones R.L., 2000. Biochemistry & molecular biology of plants. American society of plant physiologists: Rockville, MA, p 1367.
- Chagas ACS, Passos WM, Prates HT, Leitem RC, Furlong J, Fortes ICP. Effet acaricide d'Eucalyptus spp. OE et émulsion concentrée sur Boophilus microplus. Braz J Vet Res Ann. Sci. 2002; 39: 247-53.
- Charries J (1980) L'eucalyptus sur les hauts plateaux malgaches : Témoin, acteur et victime de comportements sociaux et politiques. Cah O.R.S.T.O.M, Sér.Sci.Hum, 17 :267-268p.
- Chiasson. H et Beloin.N(2007). Les huiles essentielles, des biopesticides « Nouveau genre » Bulletin de la Société d'entomologie du Québec Antennae , vol. 14, no 1 chimique Et de ses principales applications. Thèse présentée et publiquement soutenue à

Références bibliographique

- Coley P D, Bryant J P, Chapin III F.S. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science*. 230: 895-899.
- Derwich E, Benziane Z, Boukir A. Analyse GC / MS des constituants volatils et de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle des feuilles d'Eucalyptus globulus dans l'Atlas Median du Maroc. *Adv Nat Appl Sci*. 2009; 3: 305-13.
- Dethier M, Nduwimana A, Cordier Y, Menut C, Lamaty G (1994). Plantes aromatiques d'Afrique centrale tropicale. XVI. Etudes sur les huiles essentielles de cinq espèces d'Eucalyptus cultivées au Burundi. *J. Essent. Huile. Rés.*, 6 : 469-673.
- Degryse A. C, Delpla I, et Voinier M.A(2008). Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles .Atelier sante et environnement-IGS-EHESP.P9
- Dixit A., Rohilla A and Singh V. 2012. Eucalyptus globules: A New Perspective in Therapeutics. *International journal of pharmaceutical and chemical sciences*. 1(4): 5005-5227.
- Dixon R A, Paiva N L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell*. 7: 1085-1097
- Dong J E, Ma X H, Wei Q, Peng S B, Zhang S C. 2011. Effects of growing location on the contents of secondary metabolites in the leaves of four selected superior clones of *Eucommia ulmoides*. *Industrial Crops and Products*. 34: 1607-1614.
- Émira Noumi, Mejdî Snoussi, Hafedh Hajlaoui, Najla Trabelsi, Riadh Ksouri, Eulogie Valentin et Amina Bakhrouf ,2011. Composition chimique, potentiel antioxydant et antifongique de *Melaleuca alternifolia* (arbre à thé) et *Eucalyptus globulus* huiles essentielles contre bucco-dentaire *Candidose* espèce, *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 5(17), pp. 4147-4156, 9 septembre 2011.
- Eldridge K, Davidson J, Harwood C et vanwyk G (1993) *Eucalypt domestication and breeding*, Oxford University Press Inc., New York, p 288.
- FELLAH .S, M.ROMDHANE, M.ABDERRABA 2006. l'extraction et étude des huiles essentielles de la *Salvia officinalis*.L cueille dans deux déférente régions de la Tunisie 16(2)193-202

Références bibliographique

- Ghania Atmani-Merabet, Abdelmalik Belkhiri, Mohamed Abdeslam Dems, Abdeldjallil Lalaouna, Zakaria Khalfaoui, Bouzid Mosbah.2017. Composition chimique, toxicité et activité acaricide de *Eucalyptus globulus* huile essentielle d'Algérie. DOI: 10.1515 / cipms-2018-0017 Curr. Émissions Pharm. Med. Sci., Vol. 31, n ° 2
- Grbovic, S., Orcic, D., Couladis, M., Jovin, E., Bugarin, D., Balog, K., Mimica-Dukic, N. (2010).Variation de la composition des huiles essentielles de *Eucalyptus camaldulensis* (Myrtaceae) du littoral de Montengero. Acta. Période. Technol. 41: 151-158.
- Ghedira K; Goetz P; Jeune R .(2008). *Eucalyptus Globulus* Labill.Phytothérapie .6: 197 20.
- Ghedira, K, <*Eucalyptus globulus labill* >Ed, Springer Paris,Volume6,N°3(2008)
- Giordano E (1968) Osservazioni sull'apparato radicale dell'*Eucalyptus globulus* Labill. Publ. del Centro di Spermentazione Agricola e Forestale. X, 2 : 135-148.
- Glynn C, Ronnberg-Wastljung A C, Julkunen-Tiitto R, Weih M. 2004. Willow genotype, but not drought treatment, affects foliar phenolic concentrations and leaf-beetle resistance. Entomologia Experimentalis et Applicata. 113: 1–14.
- Grattapaglia D., Vaillancourt R.E., Shepherd M., Thumma B.R., Foley W., Kulheim C., Potts B.M., Myburg A.A. 2012. Progress in Myrtaceae genetics and genomics : *Eucalyptus* as the pivotal genus. Tree Genetics Genomes 8: 463–508.
- Harkat-Madouri L, Boudria A, Khodir M, Bey-Ould Z, Si Saida K, Rigouc PD, et al. Composition chimique, activités antibactériennes et antioxydantes de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* d'Algérie. Ind Crops and Prod, 2015; 78: 148-53.
- Hammiche V. 2015. Traitement de la toux à travers la pharmacopée traditionnelle kabyle. Phytothérapie. 13: 358-372.
- Herms D A, Mattson W J. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. The Quarterly Review of Biology. 67: 282–335.
- Heywood V.H., 1996. Flowering plants of the world. B.T. Batsford, Ltd, London.Cité par Grattapaglia D., Vaillancourt R.E., Shepherd M., Thumma B.R., Foley W., Kulheim C., Potts B.M., Myburg A.A. 2012. -Progress in Myrtaceae genetics and genomics : *Eucalyptus* as the pivotal genus. Tree Genetics Genomes 8, 463–508.

Références bibliographique

- Holopainen J K, Gershenzon J. 2010. Multiple stress factors and the emission of plant VOCs. *Trends in Plant Science*. 15: 176–184.
- Jacob M.R (1955) Growth habits of the eucalyptus. Ed. by Forest and Timber Bureau. Dept of the Interior. Canberra. Australia.
- Kazan K, Manners J M. 2011. The interplay between light and jasmonate signalling during defence and development. *Journal of Experimental Botany*.62: 4087–4100.
- Kesharwani V., Gupta SH., Kushwaha N., Kesharwani R and Dilip K.M. 2018. A review on therapeutics application of eucalyptus oil. *International Journal of Herbal Medicine*. 6(6): 110-115.
- Kouki M, Manetas Y. 2002. Resource availability affects differentially the levels of gallotannins and condensed tannins in *Ceratonia siliqua*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 30: 631–639
- Lanier I (1986) Maladies de l'eucalyptus. *Bult. OEPP/EPPOB* 16 : 255-263 p
- Le livret de recettes cosmétiques. Tom I (2011).
l'école supérieure de pharmacie de Montpellier. Universitaire de I ère classe, pharmacien de la
- Lobstein A., Couic-mariner F., Koziol N. 2018. Huile essentielle d'Eucalyptus globulus. *Actualités pharmaceutiques*. 57(573): 59-61.
- Madhava Rao K.V., Raghavendra A. S. et Janardhan Reddy K. (2006). Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer: 1-14p.
- Morena, M., Martin-Mateo, M., Cristol, J., Canaud, B., (2002). Stress oxydant, hémoincompatibilité et complications de la dialyse au long cours. *Néphrologie*, 23(5) :201-208p.
- Mulyaningsih, S., Sporer, F., Zimmermann, S., Reichling, J., Wink, M., 2010. Propriétés synergiques des terpénoïdes aromadendrène et 1,8-cinéole de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* contre les agents pathogènes sensibles et résistants aux antibiotiques. *Phytomédecine* 17, 1061-1066.

Références bibliographique

- Mabberley D.J., 1997. The Plant-Book: A Portable Dictionary of the Vascular Plants. Ed 2 Cambridge University Press, New York, Melbourne.
- Makhloufi A. (2010). Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar(*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Thèse de doctotrat en Microbiologie et sécurité sanitaire des aliments. Université de Tlemcen. P 64,65,66,67,74
- marine, P10-12.
- Mehani M (2006) Diagnostic sur les essais d'introduction de quelques essences.
- Métro A (1955) Eucalypts for planting. FAO Forestry and Forest Products Studies II. Rome : FAO.
- Noumi, E., Snoussi, M., Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Ksouri, R., Valentin, E., Bakhrouf, A., 2011. Composition chimique, potentiel antioxydant et antifongique de *Melaleuca alternifolia* (arbre à thé) et *Eucalyptus globulus* huiles essentielles contre les espèces orales de *Candida*. J. Méd. Rés. 5, 4147-4156.
- N.Malo, 10ième journées internationales, Digne-les-Bains 5-6-7 Sept. 1991 ; p28.
- Niinemets Ü, 2010. Mild versus severe stress and BVOCs: thresholds, priming and consequences. Trends in Plant Science. 15: 145–153.
- Olayinka AJ, Olawumi OO, Olalekan AM, Abimbola AS, Idiat ID, Theophilus OA. Composition chimique, effets antioxydants et cytotoxiques d'*Eucalyptus globulus* cultivé dans le centre-nord du Nigéria. J Nat Prod Plant Resour. 2012; 2 (1): 1-8.
- Oussala M; Caillet S; Saucier L. (2006) .Lacroix m-antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *pseudomonas putida* strain isolâtes from méat-méat science.73 : 236-244. 97
- Pereira, SI, Freire, CS, Neto, CP, Silvestre, AJ, Silva, A., 2005. Chimique composition de l'huile essentielle distillée à partir des fruits de *Eucalyptus globulus* cultivé au Portugal. Parfum de parfum. J. 20, 407-409.

Références bibliographique

- Penuelas J, Munné-Bosch S. 2005. Isoprenoids: an evolutionary pool for photoprotection. Trends in Plant Sci Valls J, Richard T, Trotin F, Monti J P, Me´rillon J M, Vitrac X. 2007. Carbon-14 biolabeling of flavanols and chlorogenic acids in *Crataegus monogyna* cell suspension cultures. Food Chemistry. 105: 879-882. ence. 10(4):166
- Perroti C, Caraffa N, Aïli S (1999) *Se soigner par les plantes*. Berti Editions, 118p.
- Raho B. 2017. Antimicrobial research: Novel bioknowledge and educational programs .Algérie. 68-78.
- RayaudJ.2006 *Prescriptionetconseil en aromathérapie*. Ed.Tec,Tavoisier. 96p
- Selvakumar, P., Edhayanaveena, B., Dprakash, S. (2012). Etudes sur l'activité antipelluculaire de l'huile essentielle de *Coleus amboinicus* et *Eucalyptus globulus*. Pac asiatique. J. Trop. Biomed. 2: 715-719
- Sharifi-Rad, J., Sureda, A., Tenore, GC, Daglia, M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., Tundis, R., Sharifi-Rad, M., Loizzo, MR, Ademiluyi, AO, Sharifi-Rad, R., Ayatollahi, SA, Iriti, M. (2017). BiologicalActivities of Essential Oils: FromPlant Chemoecology to Traditional Healing Systems. Molécules. 22: 70.
- Salari, MH, Amine, G., Shirazi, MH, Hafezi, R., Mohammadypour, M. (2005). Effets antibactériens de *Eucalyptus globulus* extrait de feuille sur des bactéries pathogènes isolées d'échantillons de patients souffrant de troubles des voies respiratoires. Clin. Microbiol. Infecter. 12: 194-196.
- Sandrine. (2006). Warot préparatrice en pharmacie. Les *Eucalyptus* utilisés en aromathérapie, Mémoire de fin de formation en phyto-aromathérapie.P8
- Searles P S, Flint S D, Caldwell M M. 2001. A meta-analysis of plant field studies simulating stratospheric ozone depletion. Oecologia. 127: 1-10
- Sijelmassi A (1991) *Les plantes médicinales du Maroc*. 2 ème ED, le feunec 125p.
- Soltis D.E., Smith S.A., Cellinese N., Wurdack K.J., Tank D.C., Brockington S.F., Refulio-Rodriguez N.F., Walker J.B., Moore M.J., Carlsward B.S., Bell C.D., Latvis M., Crawley S., Black C., Diouf D., Xi Z., Rushworth C.A., Gitzendanner M.A., Sytsma K.J., Qiu Y.-L., Hilu K.W., Davis C.C., Sanderson M.J., Beaman R.S., Olmstead R.G., Judd W.S., Donoghue M.J.,

Références bibliographique

- Soltis P.S., 2011. Angiosperm phylogeny: 17 genes, 640 taxa. *American Journal of Botany* 98, 704–730
- Tsimilli-Michael M, Pêcheux M and Strasser RJ (1998). Vitality and stress adaptation of the symbionts of coral reef and temperate foraminifers probed in hospite by the fluorescence kinetics OJ-I-P. *Archs. Sci. Genève* 51 (2): 1—36
- Tarayre M, Thompson J D, Escarré J, Linhart Y. B. 1995. Intra-specific variation in the inhibitory effects of *Thymus vulgaris* (Labiatae) monoterpenes on seed germination. *Oecologia*. 101: 110-118.
- Thompson J, Gauthier P, Amiot J, Ehlers B, Collin C, Fossat J, Barrios V, ArnaudMiramont F, Keefover-Ring K, Linhart Y. 2007. Ongoing adaptation to mediterranean climate extremes in a chemically polymorphic plant. *Ecological Monographs*. 77(3): 421-439
- Valko, M., Rhodes, C., Izakovic, M., Mazur, M., (2006). Free radical, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*, 160 :1-40p.
- Valko, M., Rhodes, C., Izakovic, M., Mazur, M., (2006). Free radical, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*, 160 :1-40p.
- Valls J, Richard T, Trotin F, Monti J P, Me´rillon J M, Vitrac X. 2007. Carbon-14 biolabeling of flavanols and chlorogenic acids in *Crataegus monogyna* cell suspension cultures. *Food Chemistry*. 105: 879-882.
- Witcombe JR., Hollington PA., Howarth CJ., Reader S., Steel KA., (2009). Breeding for abiotic stress for sustainable agriculture. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 363: pp.703-716.
- Villagran J et Kadik B (1981) Etude préliminaire sur l'évolution de *Phoracantha semipunctata* Fab, ravageur des forêts en Algérie .C.N.R.E.F.p6.
- Yasmina Benabdesslem, Kadda Hachem et Moubarek Mébarki. 2020. Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Eucalyptus globulus* Labill. Cultiver dans le sud-ouest de l'Algérie. *TEOP* 23 (5) 2020 pp 1154-1160 1154

Références bibliographique

- Yahyaoui N, (2005) - Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L sur *Rhyzopertha dominica* (F.) ,
- Zakia Bey-Ould Si Saïdune, Hayate Haddadi-Guemgharune, Lila Boulekbache-Makhlouf une, Peggy Rigoub, Hocine Rémini une, Abdennour Adjaoudune, Nabyla Khaled Khoudjaune,c, Khodir Madani.2015. page d'accueil Journal: www.el-sevier.com/localiser/indcrop
- Zobayed S M A, Afreen F, Kozai T. 2005. Temperature stress can alter the photosynthetic efficiency and secondary metabolite concentrations in St. John's wort. *Plant Physiology and Biochemistry*. 43: 977-984 www.Toutiempo.net
- Zhiri A., Mayaud L., Bouhdid S., Baudoux D, Abrini J, Aubert G(2010). Evaluation de l'activité bactéricide et bactériostatique des huiles essentielles vis-à-vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques.Congres Francophone de Phytothérapie – Beyrouth.
- Zidorn C, Stuppner H. 2001. Evaluation of chemosystematic characters in the genus *Leontodon*. *Taxonomy*. 50: 115-133.