



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

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

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

قسم الكيمياء الحيوية و البيولوجيا الخلوية و الجزيئية  
Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie moléculaire et santé

**Intitulé :**

**Phytochimie, activité biologique et principaux usages  
du genre *Eucalyptus*: Etude bibliographique**

**Présenté et soutenu par :**

**Le :08/07/2021**

ZIAN Roumeissa

SMARI Lamis

**Jury d'évaluation :**

**Président :** K. BAZRI (MC.A- UFM Constantine1).

**Rapporteur :** B. BOUSEBA (MC.B-UFM Constantine1).

**Examineur :** S. CHIBANI (MC.A- UFM Constantine1).

*Année universitaire  
2020 - 2021*

# Remerciements

*Nous remercions notre créateur Allah, Grand et Miséricordieux, le tout puissant pour le courage qu'il nous a donné Pour mener ce travail à terme.*

*Nous adressons nos vifs remerciements à Monsieur **BOUSEBA Bachir** maître de conférences (classe B) à l'Université Frères Mentouri-Constantine, pour ses encouragements, ses conseils, sa disponibilité et surtout pour sa patience dans l'encadrement de ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier tout particulièrement monsieur «**K. BAZRI**» Maître de conférences (classe A) à l'Université Frères Mentouri-Constantine, d'avoir accepté de présider le jury.*

*Nous exprimons mes vifs remerciements «**S.CHIBANI**» Maître de conférences (classe A) à l'Université Frères Mentouri-Constantine, d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.*

*Nous remercions les amis et camarades que nous avons rencontré pendant ce mémoire, ainsi que toutes nos amies de la promotion, pour leur aide, leur amitié, leur gentillesse et leur soutien moral.*

## *Dédicace :*

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers :*

*A MES CHERS PARENTS :*

*ZIAN. Smaine & Z. Ouissila*

*Qui m'avez dirigé et suivi pendant toute mes études, leurs conseils m'ont suivi  
permis d'atteindre le bout de chemin.*

*Ce travail soit une expression de ma reconnaissance et une compensation pour vos  
sacrifices et votre soutien moral.*

*Vous avez tout fait pour mon bonheur et ma réussite.*

*Que dieu vous préserve en bonne santé et vous accorde une longue vie.*

*A mon frère*

*Pour leur affection , tendresse, soutien moral*

*Et en fin à toute ma famille, pour leur encouragement.*

*\*Raumeissa\**

## *Dedicace*

*Je dédie ce travail accompagné d'un profond amour :*

*A mes chers parents pour leur patience, leur amour, leur soutien, leur confiance, et leurs encouragements à celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espérance, à la source d'amour incessible .....ma mère*

*A mon support dans ma vie, qui m'a appris m'a supporté et ma dirigé vers la gloire..... mon père.*

*A mes chères frères et sœurs ainsi pour leur tendresse, leurs complicités, et leur présence.*

*A tout mes amies et mes camarades pour leur amitié.*

*Aussi mes collègues pour aide et l'ambiance chaleureuse qui nous a réuni dans ce travail.*

*A mon chère binôme "Roumeissa" qui partagé avec moi moments difficiles de ce travail.*

*Sans oublier tout les professeurs que se soit du primaire, du moyen, du secondaire, ou de l'enseignement supérieur.*

*\*Lamis\**

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>01</b>
<b>ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>Chapitre I : La famille des myrtacées (<i>myrtaceae</i>) et le genre <i>eucalyptus</i></b> .....	<b>03</b>
I. 1 – Ordre <i>Myrtales</i> .....	<b>03</b>
I. 2 – La famille des <i>myrtaceae</i> .....	<b>03</b>
I. 3 – Utilisation de la famille des myrtacées en médecine traditionnelle .....	<b>05</b>
I. 4 – le genre <i>eucalyptus</i> .....	<b>06</b>
I. 4.1 – Systématique .....	<b>06</b>
I. 4.1.1 – la découverte d' <i>eucalyptus</i> .....	<b>06</b>
I. 4.1.2 – Classification .....	<b>07</b>
I.4 .2- Propriétés botaniques d' <i>eucalyptus</i> .....	<b>09</b>
I. 4. 2.1 – <i>Eucalyptus globulus</i> .....	<b>11</b>
I.4. 2.2 – <i>Eucalyptus camaldulensis</i> .....	<b>12</b>
I.4.2.3 – <i>Eucalyptus citriodora</i> .....	<b>13</b>
II- culture d' <i>eucalyptus</i> dans le monde .....	<b>15</b>
II.1-Culture d' <i>eucalyptus</i> en Australie .....	<b>15</b>
II. 2- Culture d' <i>eucalyptus</i> en Chine .....	<b>18</b>
II. 3 – Culture d' <i>eucalyptus</i> en Amérique du sud .....	<b>19</b>
II. 4– Culture d' <i>eucalyptus</i> en Inde .....	<b>20</b>
II. 5– Culture d' <i>eucalyptus</i> en Europe .....	<b>21</b>
II. 6 – Culture d' <i>eucalyptus</i> en Afrique .....	<b>22</b>
II. 6. 1– Culture d' <i>eucalyptus</i> en Algérie .....	<b>23</b>
II. 6. 2– Culture d' <i>eucalyptus</i> en Maroc .....	<b>24</b>
<b>Chapitre II : métabolites secondaires isolés du genre <i>eucalyptus</i></b>	
III. métabolites secondaires .....	<b>26</b>
III.1- Monoterpènes .....	<b>27</b>
III.2- Sesquiterpènes .....	<b>29</b>
III. 3- Glucosides d'oleuropéique .....	<b>30</b>
III.4- polycétones cycliques .....	<b>31</b>
II. 5- Acylphloroglucinols .....	<b>31</b>
II. 6- Glycosides de phloroglucinol .....	<b>32</b>

III. 7 –Macrocarpales et euglobales.....	32
III.8 - Flavonoïdes .....	33
III.9- Catéchines.....	34
III. 10- tanins hydrolysables.....	35
III.11- B- dicétones.....	35
III.12- Triterpènes.....	36
III.13- Composés stéroïdiens .....	37
III.14-glycosides cyanogènes.....	39

### **Chapitre III : Principaux usages et Activité biologique d'eucalyptus**

IV. Principaux usages et activités biologiques d'eucalyptus .....	40
IV. 1- Principaux usages des eucalyptus.....	40
IV. 1.1- Production du bois .....	40
IV. 1.2- Production des huiles .....	43
IV. 1.3- Production d'extraits autre que l'huile d'eucalyptus.....	46
IV.2- Activités biologiques des eucalyptus .....	47
IV. 2.1- Activité antibactérienne.....	47
IV. 2.2- Activité antioxydante .....	48
IV.2.3- Activité insecticide.....	50

## LISTE D'ABREVIATION

°C : degré Celsius

% : Pourcentage

ABTS : acide 2,2'-azino-bis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique

AG : Acide gallique

C : carbone

MBC : concentrations bactériennes minimales

C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O : 1,8-cinéol

CMI : concentration minimale d'inhibition

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl

E. coli : Escherichia coli

E : Extrait

EM: E. Microcorys

g/cm: gram / centimeter

g/L : gram/ litre

G/mol: gram/mol

Gram+: gram positive

Gram-: gram negative

ha: hectare

nm: nanometer

mg/ml : milligramme/millilitre

UE: Union Européenne

µg ml<sup>-1</sup> : microgramme / millilitre

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Les 16 ordres de la sous-classe <i>Rosidae</i> .....	<b>03</b>
<b>Figure 2 :</b> fréquence d'utilisation traditionnelle des plantes médicinales dans le parc national d'El KALA (Est d' Algérie) .....	<b>06</b>
<b>Figure 3:</b> tailles des eucalyptus .....	<b>10</b>
<b>Figure 4:</b> Formes d'écorce de certaines espèces <i>d'eucalyptus</i> .....	<b>10</b>
<b>Figure 5:</b> Feuilles <i>d'eucalyptus globulus</i> .....	<b>12</b>
<b>Figure 6:</b> Feuilles <i>d'eucalyptus camaldulensis</i> .....	<b>13</b>
<b>Figure 7:</b> Feuilles <i>d'eucalyptus citriodora</i> ....	<b>14</b>
<b>Figure 8:</b> Plantation <i>d'eucalyptus polybractea</i> .....	<b>17</b>
<b>Figure 9:</b> Exploitation <i>d'eucalyptus gundal</i> FCBA 121 à 10 ans .....	<b>22</b>
<b>Figure 10:</b> Biosynthèse du 1,8-cinéole à partir du géranyl pyrophosphate.....	<b>28</b>
<b>Figure 11:</b> Structures de quelques composés monoterpéniques isolés de certaines espèces <i>d'eucalyptus</i> .....	<b>29</b>
<b>Figure 12:</b> Courbe Time-kill de l'aromadendrène et du 1,8-cinéole seuls et en combinaison contre <i>Streptococcus pyogenes</i> .....	<b>30</b>
<b>Figure 13:</b> Schéma de la biosynthèse des acylphloroglucinols La torquatone est l'acylphloroglucinol le plus répandu chez les espèces <i>d'eucalyptus</i> .....	<b>31</b>
<b>Figure 14:</b> Biosynthèse des catéchines .....	<b>34</b>
<b>Figure 15:</b> Principaux triterpénoïdes (lupane, oléane et ursane) identifiés dans l'écorce <i>d'Eucalyptus globulus</i> .....	<b>36</b>
<b>Figure 16:</b> Fabrication de biocarburants à partir de bois d'eucalyptus par voie chimique.....	<b>41</b>
<b>Figure 17 :</b> Usine de pate cellulosique de Sidi- Yahia- du- Rharb .....	<b>42</b>
<b>Figure 18:</b> Exportation d'huile d'eucalyptus de Chine, 1983- 1990.....	<b>45</b>
<b>Figure 19 :</b> Activité antioxydante de l'extrait lyophilisé aqueux <i>d'eucalyptus microcorys</i> (EM) par rapport à l'acide ascorbique .....	<b>41</b>



## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b> Quelques plantes de la famille des <i>Myrtaceae</i> utilisées en médecine traditionnelle.....	<b>05</b>
<b>Tableau 2 :</b> Nouvelle classification.....	<b>08</b>
<b>Tableau 3:</b> Principales espèces d'eucalyptus.....	<b>09</b>
<b>Tableau 4 :</b> démenions des arbres en fonction de la pluviosité.....	<b>16</b>
<b>Tableau 5:</b> Sources commerciales d'huile d'eucalyptus : principales espèces et pays de production .....	<b>44</b>
<b>Tableau 6:</b> Propriétés antioxydantes des huiles essentielles d'eucalyptus .....	<b>49</b>
<b>Tableau 7 :</b> Répulsion des huiles volatiles de certaines espèces d'eucalyptus contre les moustiques, <i>Aedes albopictus</i> .....	<b>50</b>

# INTRODUCTION GENERALE

## INTRODUCTION

Pendant des milliers d'années, les sociétés qui se sont succédées sur terre ont planté des arbres pour leur fournir de la nourriture (fruits, baies et noix), l'habitation, l'ornementation et pour les rites religieux.

Actuellement, les forêts et les arbres plantés jouent de nombreux rôles et fonctions bénéfiques (**Evans, 2009**) : (i) La production du bois et de la fibre de bois, destinés à différents usages. (ii) En tant que matière première pour la production de carburants renouvelables (combustion du bois et du charbon de bois) et de matériaux de construction alternatifs pouvant remplacer avantageusement l'aluminium, le béton et l'acier énergivores. (iii) La protection de l'environnement comme, par exemple, l'atténuation des conséquences du dérèglement climatique. (iv) La réhabilitation des sols, la phytoremédiation et la bonification des terres, notamment dans la lutte contre la désertification.

Les forêts et les arbres apportent d'autres bienfaits tout aussi importants, tel que la production des huiles essentielles (*L'Eucalyptus* en constitue un exemple typique), la conservation ou la restauration des écosystèmes naturels, la réduction de la pauvreté, les loisirs et les services connexes.

L'eucalyptus est un genre appartenant à la famille des *Myrtaceae*, ce genre comprenant environ 800 espèces. La plupart de ces espèces sont originaires d'Australie et de Tasmanie, de Nouvelle-Zélande et d'Auckland.

Les eucalyptus ont connu du succès en tant qu'arbres exotiques grâce à leur capacité de croissance rapide et de leur tolérance aux environnements hostiles, impliquant de nombreuses adaptations efficaces : croissance indéterminée, recépage, sécheresse, feu, résistance aux insectes et tolérance à l'acidité du sol et à sa faible fertilité (**Rockwood et al, 2008**).

Par conséquent, l'eucalyptus est l'un des feuillus les plus précieux et les plus plantés, couvrant actuellement plus de 20 millions d'hectares dans le monde (**Brancaion et al, 2020**).

Les eucalyptus sont également cultivés commercialement dans de nombreux pays, notamment en Australie, en Chine, au Brésil, au Congo, en Indonésie, en Malaisie, en Thaïlande, en France, au Portugal, en Nouvelle-Zélande et aux États-Unis.

Parmi les produits à base d'eucalyptus, on dénombre les huiles essentielles, la pâte à papier de haute qualité, le bois d'œuvre, le contreplaqué, le placage, les planchers massifs et d'ingénierie, les panneaux de fibres, les composites bois-ciment, les étais de mine, les poteaux, le bois de chauffage, le charbon de bois, le miel et le tanin.

Il est également utilisé dans la médecine traditionnelle, ainsi que dans la médecine moderne, pour traiter plusieurs maladies dont les maux de gorge, les maux de tête et les migraines, les infections respiratoires (rhumes, crises d'asthme, bronchite, sinusite, pneumonie), la fièvre et les syndromes grippaux, les inflammations du système digestif, les douleurs articulaires (rhumatismes), la fatigue et l'asthénie, le stress, l'anxiété et les problèmes de peau.

En général, les eucalyptus représentent une source importante de devises et d'emplois pour des milliers de personnes à travers le monde.

En Algérie, un grand nombre d'espèces de cette plante ont été introduites entre 1864 et 1876 par l'ancien président de la Société botanique de France M. Cordier.

En 1990, la superficie des plantations était estimée à 30 000 hectares. Cinq ans plus tard, elle s'accroît d'environ 39 000 hectares (**Coppen, 2002**).

En effet, bien que des décennies se soient écoulées depuis que cet arbre a été planté dans notre pays, et selon les informations qui nous ont été accessibles, l'Algérie n'a pas su profiter pleinement de ses bienfaits, y compris sur le plan commercial.

L'objectif du présent travail est d'une part, une étude phytochimique et biologique de ce genre et d'autre part, la mise en évidence de l'intérêt de cet arbre, au regard de ses principales utilisations et de son importance économique, en espérant qu'il sera particulièrement pris en compte par nos chercheurs.

Notre étude comporte quatre chapitres :

- Chapitre I : Description de la famille des Myrtacées (*Myrtaceae*) et du genre *Eucalyptus*.
- Chapitre II : Propagation des eucalyptus dans le monde.
- Chapitre III : Métabolites secondaires isolés du genre *Eucalyptus*
- Chapitre IV : Principaux usages et activité biologique d'*Eucalyptus*

Le manuscrit se termine par une conclusion générale et des perspectives.

# ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

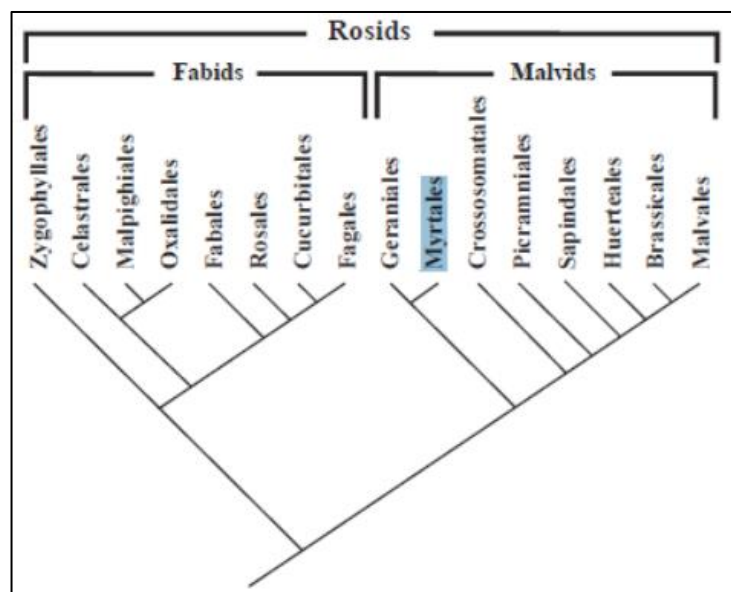
## I. La famille des *Myrtacées* (*Myrtaceae*) et le genre *Eucalyptus*

### I. 1 – Ordre *Myrtales*

L'ordre des *Myrtales* est l'un des ordres importants de la sous-classe *Rosidae* (Rosids) (Figure 1).

Les Rosidées et Astéridées sont les deux principaux clades des vraies dicotylédones (classification phylogénétique APG III, 2009).

Les vraies dicotylédones ou eudicotylédones: Ce sont les plantes dont les grains de pollen comportent trois pores ou davantage (Piroux, 2002).



**Figure 1** : Les 16 ordres de la sous-classe *Rosidae* (Simpson, 2010).

L'ordre des *Myrtales* renferme 9 familles: Alzateaceae, Combretaceae, Cryteroniaceae, Lythraceae, Melastomataceae (y compris Memecylaceae), **Myrtaceae** (y compris Heteropyxidaceae, Psiloxylaceae), Onagraceae, Penaeaceae (incl. Oliniaceae and Rhynchocalycaceae), Vochysiaceae. (Simpson, 2010).

### I. 2 – La famille des *Myrtacées* (*Myrtaceae*)

Le terme « *Myrtaceae* » vient du mot grec « myrtus » qui signifie myrte, plantes généralement de type arbuste à feuilles persistantes aromatique (Simpson, 2010).

La famille des *Myrtaceae* (ou famille des myrtes) est une grande famille de dicotylédones composée de 131 genres et de 4600 à 5500 espèces (Simpson, 2010).

Selon la même référence, les Myrtacées se composent d'arbres et d'arbustes hermaphrodites, dont la fleur porte à la fois les organes mâles (étamines) et femelles (pistil.). Chez Psiloxylon sont dioïques, dont les fleurs mâles et les fleurs femelles se trouvent sur des pieds séparés.

Les Myrtacées sont actuellement classées en deux sous-familles (avec plusieurs tribus): Myrtoideae, avec 17 tribus, et Psiloxylloideae.

On les rencontre dans le monde entier, notamment dans les régions tropicales chaudes et tempérées en Australie.

Economiquement très importantes, certaines sont des arbres à bois importants, en particulier *Eucalyptus* spp. D'autres sont des plantes médicinales utilisées en phytothérapie pour le traitement ou la prévention des maladies par l'usage de certaines parties de ces plantes telles que les racines, les tiges ou les feuilles.

Cette famille présente les caractères morphologiques suivants (**Simpson, 2010**) :

- Les racines possèdent des mycorhizes ectotrophes (le mycélium entoure les racines d'une plante sans pénétrer à l'intérieur).
- Les tiges ont des cavités sécrétoires et un phloème interne dans la moelle.
- Les feuilles sont opposées (généralement) ou en spirale, rarement verticillées, simples, glanduleuses ou pellucides, et souvent coriaces, avec la présence ou l'absence des petites stipules.
- Le mode de groupement des fleurs (inflorescence) est variable.
- Les fleurs sont bisexuées, actinomorphes, bractées, épipérygines, rarement pérygines.
- Le périanthe est bisérié, les segments du périanthe distincts ou connés, fusionnés en un calypstre en forme de paupière (opercule) dans certains (par exemple, *Eucalyptus*).
- Le calice se compose de 4–5 sépales imbriqués.
- La corolle se compose de 4–5 pétales.
- Les étamines sont centripètes, distinctes ou connées en 4 ou 5 groupes.
- Les anthères sont à déhiscence loculicides ou poricides.
- Le gynécée est syncarpe, avec un ovaire inférieur [rarement demi-inférieur ou supérieur], 2–5 carpelles et 2–5 locules.
- Le style est terminal; le stigmate est capiteux ou lobé.
- Laplacement est axile ; les ovules sont anatropes ou campylotropes, bitesgmiques ou unitegmiques.

- Les nectaires sont présents, sous forme de disque au sommet de l'ovaire ou sur l'hypanthe (ou hypanthium) interne.
- Le fruit est une baie (fruit charnu, en général indéhiscent et contenant une ou plusieurs graines) ou une capsule loculicide (fruit sec déhiscent).

### I. 3 – Utilisation de la famille des *Myrtacées* en médecine traditionnelle

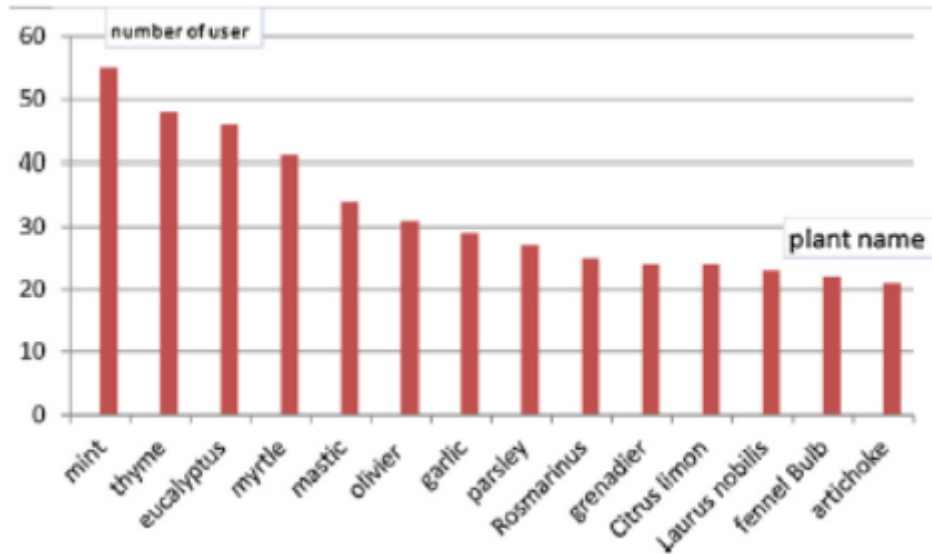
De nombreuses espèces appartenant à cette famille sont utilisées en médecine traditionnelle. Le tableau suivant montre quelques exemples de ces plantes traditionnellement utilisées pour traiter des maladies spécifiques.

**Tableau 1:** Quelques plantes de la famille des *Myrtacées* utilisées en médecine traditionnelle

Genres ou Espèces	Traitement traditionnel	Références
Genre <i>Eucalyptus</i>	Traitement des maladies respiratoires, du rhume, de la grippe et de la congestion des sinus.	<b>Salehi et al, 2019</b>
<i>Eucalyptus globulus</i>	Traitement de l'asthme et de la bronchite, un effet antitussif, traitement des maladies du dispositif cardiaque et des maladies de la peau.	<b>Gonzalez-Burgos et al, 2018</b>
<i>Psidium guajava</i>	Diarrhée, dysenterie, bronchite, plaies oculaires, soulagement des maux de dents, ulcères et plaies.	<b>Mahbubur Rahman et Zaman, 2015</b>
<i>Syzygium cumini</i>	Anthelminthique et astringente aux intestins, diabète, cancer, diarrhée, troubles digestifs, dysenterie, hémorroïdes, boutons et maux d'estomac	<b>Ayyanar et Babu, 2012</b> <b>Ruan et al, 2008</b>
<i>Syzygium jambos</i>	Asthme, fatigue, dysenterie. maladies infectieuses.	<b>Djipa et al, 2000</b>
<i>Syzygium fruticosum</i>	Estomac, diabète, bronchite, dysenterie sanguine (diarrhée accompagnée de sang).	<b>Mahbubur Rahman et Zaman, 2015</b>

**Boughrara et Belkacem (2016)**, ont documenté les utilisations traditionnelles des plantes médicinales dans le parc national d'El Kala (Est de l'Algérie). Ils ont constaté que les plantes les plus utilisées parmi les 40 espèces étudiées sont la menthe, le thym, l'eucalyptus (**figure 2**).





**Figure 2:** Fréquence d'utilisation traditionnelle des plantes médicinales dans le parc national d'El Kala (Est de l'Algérie) (Boughera et Belkacem, 2016)

Dans le même contexte, **Bouasla et Bouasla (2017)** ont réalisé un inventaire des espèces médicinales existantes dans la pharmacopée traditionnelle de la région de Skikda (nord-est de l'Algérie). L'enquête a été effectuée au cours de l'année (2015-2016), à travers des entretiens en face à face, à l'aide d'un questionnaire pré-préparé. Ils ont découvert que l'eucalyptus est utilisé traditionnellement pour traiter le rhume, la grippe, la toux, les infections respiratoires, les infections génitales et les douleurs dentaires.

Chez les marocains, la décoction de feuilles d'*eucalyptus globulus* se boit pour traiter la toux, la bronchite, et la grippe. L'infusion est employée comme rafraichissant, fébrifuge et aussi pour aromatiser le thé. (El Baraka, 2019).

Les Australiens ont traditionnellement utilisé des feuilles d'eucalyptus pour traiter les plaies et les infections fongiques (Gilles et al, 2010).

## I. 4–Genre *Eucalyptus*

### I. 4. 1 – Systématique

#### I. 4. 1. 1 – La découverte d'eucalyptus

D'après **Hill et al, (2016)**, il existe des preuves confirmant l'existence d'eucalyptus depuis l'Antiquité (Extinction de la période Crétacé - Paléogène) dans la province biogéographique de

Weddell (englobant le Sud de l'Amérique du Sud, l'Ouest de l'Antarctique et le Sud-Est de l'Australie).

La découverte de l'eucalyptus est liée aux voyages du capitaine James Cook en Australie et en Nouvelle-Zélande sur l'Endeavour (navire robuste) dans les années 1770 (Brooker, 2002).

D'après la même référence, la plante fut ensuite étudiée par le botaniste français **Charles Louis L'Héritier**, il la publia en 1788 comme une espèce unique d'un nouveau genre qu'il nomma *Eucalyptus*, du grec «eu» (c'est-à-dire « bien ») et « kalyptos » signifie « couvrir », car le limbe du calice reste bien fermé jusqu'à la floraison.

Au cours des cinquante années qui ont suivi les voyages de Cook, de nombreuses autres espèces d'eucalyptus ont été découvertes.

#### **I. 4. 1. 2 – Classification**

Le genre *Eucalyptus* a été décrit et nommé pour la première fois par le botaniste français l'Héritier en 1788 après avoir examiné des spécimens d'*Eucalyptus obliqua* recueillis par Nelson, naturaliste lors de la troisième expédition de Cook (FAO, 1981).

Depuis cette description, de nombreux botanistes ont tenté d'identifier et de classer ces eucalyptus.

Selon la même référence, En 1860, 149 eucalyptus avaient été nommés. Le botaniste anglais George Bentham a pu les organiser en groupes ordonnés et a adopté une classification basée sur leurs anthères. Il les a divisés en cinq séries et a divisé la cinquième en neuf sous-séries.

Puis un peu plus tard, Joseph Henry Maiden aidé de William Faris Blakely complétèrent le travail (Site web 1).

En 1934, W.F. Blakely, a produit une clé des eucalyptus, dans laquelle il a décrit 500 espèces et 138 variétés. Cette clé a ensuite été révisée par les congrès botaniques internationaux (FAO, 1981).

Ensuite, le genre *Eucalyptus* a été divisé en sous-genres. A titre d'exemple, et selon **Naithani, 2014**, Pryor et Johnson (1971) ont publié «A Classification of the *Eucalypts*», dans laquelle ce genre est divisé en sept sous-genres. Ces sous-genres sont divisés en sections, séries, sous-séries, super espèces, espèces et sous-espèces.

En 2002, Booker a proposé une nouvelle classification du genre *Eucalyptus* qui comprend 13 sous-genres (tableau 2).

**Tableau 2:** Nouvelle classification proposé par Booker, 2002.

---

Subgenus <i>Angophora</i>
Subgenus <i>Corymbia sensu</i> Pryor and Johnson, 1971
Subgenus <i>Blakella sensu</i> Pryor and Johnson, 1971
Subgenus ( <i>E. curtisii</i> )
Subgenus ( <i>E. guilfoylei</i> )
Subgenus <i>Eudesmia sensu</i> Pryor and Johnson, 1971
Subgenus <i>Symphymyrtus sensu</i> Pryor and Johnson, 1971
Subgenus ( <i>E. ravertiana</i> , <i>E. brachyandra</i> , <i>E. howittiana</i> , <i>E. deglupta</i> )
Subgenus ( <i>E. microcorys</i> )
Subgenus ( <i>E. tenuipes</i> )
Subgenus <i>Idiogenus sensu</i> Pryor and Johnson, 1971 ( <i>E. cloeziana</i> )
Subgenus ( <i>E. rubiginosa</i> )
Subgenus <i>Eucalyptus</i> (= <i>Monocalyptus</i> in Pryor and Johnson, 1971)

---

Des études phylogénétiques récentes ont abouti à la reconnaissance de sept genres dans le complexe des eucalyptus, circonscrits par la tribu des Eucalypteae

Le genre *Eucalyptus* comprend plus de 500 espèces d'eucalyptus, dont les principales sont répertoriées ci-dessous (**Tableau 3**).

Tableau 3: Principales espèce d'*Eucalyptus* (Kesharwani et al, 2018).

Major Species of Eucalyptus	Major Species of Eucalyptus
<i>Eucalyptus amygdalina</i>	<i>Eucalyptus microtheca</i>
<i>Eucalyptus australiana</i>	<i>Eucalyptus nitens</i>
<i>Eucalyptus botryooides</i>	<i>Eucalyptus ovate</i>
<i>Eucalyptus calophylla</i>	<i>Eucalyptus pauciflora</i>
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Eucalyptus perriniana</i>
<i>Eucalyptus citriodora.</i>	<i>Eucalyptus ptilularis</i>
<i>Eucalyptus cladocalyx</i>	<i>Eucalyptus polyanthemus</i>
<i>Eucalyptus consideniana</i>	<i>Eucalyptus polybractea</i>
<i>Eucalyptus cypellocarpa.</i>	<i>Eucalyptus popuinea</i>
<i>Eucalyptus dives</i>	<i>Eucalyptus radiate</i>
<i>Eucalyptus gigantean</i>	<i>Eucalyptus regnans</i>
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Eucalyptus risdonni</i>
<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	<i>Eucalyptus robusta</i>
<i>Eucalyptus grandis</i>	<i>Eucalyptus rossi</i>
<i>Eucalyptus gunnii</i>	<i>Eucalyptus rostrata</i>
<i>Eucalyptus incrassate</i>	<i>Eucalyptus saligna</i>
<i>Eucalyptus kino</i>	<i>Eucalyptus sideroxylon</i>
<i>Eucalyptus largeflorens</i>	<i>Eucalyptus sieberiana</i>
<i>Eucalyptus lesouefii</i>	<i>Eucalyptus smithii</i>
<i>Eucalyptus macrocarpa</i>	<i>Eucalyptus tereticornis</i>
<i>Eucalyptus macrorhyncha</i>	<i>Eucalyptus tetradonta</i>
<i>Eucalyptus maculate</i>	<i>Eucalyptus umbra</i>
<i>Eucalyptus marginata</i>	<i>Eucalyptus urophylla</i>
<i>Eucalyptus melanophloia</i>	<i>Eucalyptus viminalis</i>
<i>Eucalyptus melliodora</i>	<i>Eucalyptus wandoo</i>

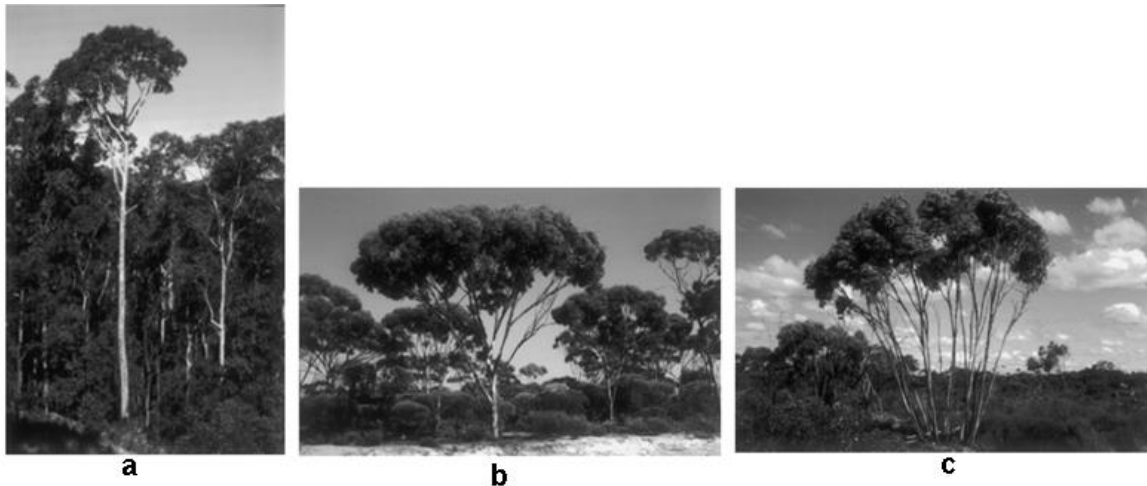
#### I. 4. 2 – Propriétés botaniques d'eucalyptus

L'eucalyptus se caractérise par sa croissance rapide et sa capacité à s'adapter à de nombreux environnements différents, ce qui en fait l'un des arbres les plus plantés au monde, il est également choisi pour son bois massif et son excellent combustible (Brooker 2002).

En Australie, l'un des continents les plus sujets aux incendies sur terre, la régénération des forêts d'eucalyptus se produit rapidement après l'incendie (Volkova et Weston 2019).

Chaque eucalyptus se distingue par son apparence générale et ses dimensions; son écorce au stade adulte; plantules, feuilles juvéniles et adultes, et parfois feuilles de transition entre ces deux dernières phases dites «feuilles intermédiaires»; jeunes branches; inflorescences; forme du bourgeon; étamines; fruits et graines (FAO, 1981).

La longueur du tronc et la forme de la couronne (ensemble structuré des branches situées au sommet du tronc) de l'arbre varient selon les espèces d'eucalyptus (Figure 3). La couronne mature de la plupart des eucalyptus est constituée de feuilles adultes.

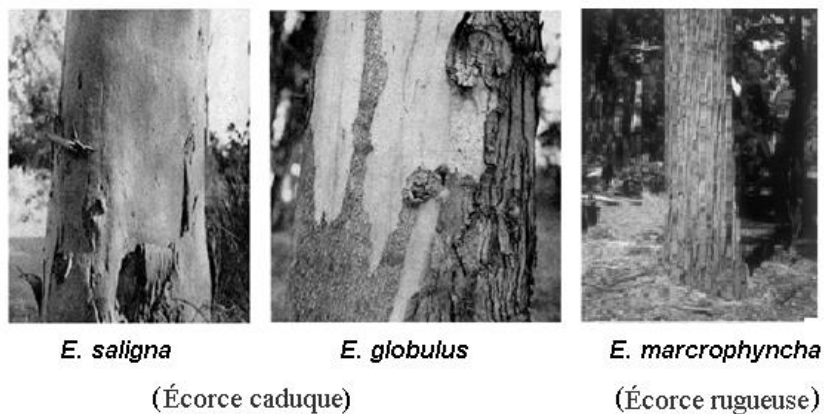


- a) Tige longue et petite couronne terminale (*E. maculata*).  
 b) Tige courte et grande couronne étalée (*E. kumariensis*).  
 c) Tiges multiples (*E. livida*).

**Figure 3:** Tailles des eucalyptus (Brooker 2002).

L'écorce est un caractère très utile pour l'identification et la distinction entre les espèces d'eucalyptus. Sa couleur, sa forme et son épaisseur varient considérablement selon les groupes taxonomiques, l'âge et la santé des arbres, la saison, etc.

La **figure 4** montre certains types d'écorce ainsi que les espèces d'eucalyptus correspondantes.



**Figure 4:** Forme d'écorce de certaines espèces d'eucalyptus (Brooker 2002; FAO, 1981).

Selon Boland et al, (1991), cité in "**Brooker 2002**", la forme, la taille, la couleur et l'ornementation tégumentaire des graines des eucalyptus sont également des indicateurs de groupes taxonomiques.

Les feuilles de la plupart des types d'eucalyptus varient considérablement, parfois, des plantules aux arbres matures. Ce sont des aides importantes à l'identification (FAO, 1981).

Sur les jeunes arbres, elles sont opposées, sessiles, ovales et glauques, et quand l'arbre grandit, elles deviennent alternes, pétiolées, très allongées, parfois un peu courbées comme des lames de faux, et d'un vert luisant (**Daroui-Mokaddam, 2012**).

La nervation des feuilles peut être également un caractère fort pour l'identification des eucalyptus (**Brooker 2002**). Les feuilles de la plupart des espèces ont une nervure médiane facilement reconnaissable (**FAO, 1981**).

Dans la feuille adulte mature de la plupart des espèces, les glandes à huiles sont très visibles. Leur taille, leur forme et leur couleur, ainsi que leur association spatiale apparente avec les veinules, donnent lieu à une multitude de motifs utiles pour l'identification des espèces.

En général, les fleurs nectarifères se développent sur les nouveaux rameaux en position axillaire, regroupées de 3 à 7 (et parfois plus); certaines espèces ont des fleurs solitaires comme l'espèce *globulus* (**Site web 1**).

Nous présenterons ci-dessous une description botanique de certaines espèces d'eucalyptus plantées en Algérie, en particulier *E. globulus*. Cette description a été faite par **Ménager, (1952)**.

#### **I. 4. 2. 1 – *Eucalyptus globulus***

Blue-Gum. « Gum », nom générique anglais des *Eucalyptus*. Blue, en raison de la couleur glauque bleuâtre des feuilles.

*L'Eucalyptus globulus* (gomme bleue) pousse assez bien dans les sols généralement secs, et pourtant est particulièrement adapté aux sous-sols humides (**Pepper, 1896**).

**Hauteur:** Jusqu'à 45 m.

**Port:** Divariqué. Tronc assez droit poussant parfois en spirale.

**Diamètre:** De 0 m 80 à 1 m 50.

**Ecorce:** Lisse, blanc bleuâtre. La vieille écorce se détache en grandes lanières qui pendent le long du tronc et des branches principales, ce qui donne un aspect particulier à l'espèce.

**Couleur du bois:** Pâle ou légèrement foncé.

**Feuilles définitives:** Alternées, vert foncé, luisantes, lancéolées ou falciformes, 10 à 25 cm de longueur, 2 cm 5 à 5 cm de largeur.

**Inflorescences:** Axillaires subsessiles avec 1 à 3 boutons, gros et verruqueux.



**Couleur de la fleur:** Blanche.

**Graines:** Très grosses, ressemblant à celle du Poireau.



**Figure 5:** feuilles d'*Eucalyptus globulus* (Site web N° 5)

#### **I. 4. 2. 2 – *Eucalyptus camaldulensis***

Le Gommier de Camaldoli ou Gommier des rivières ou Gommier rouge.

**Hauteur:** De 30 à 50 m.

**Port:** Etalé, divariqué. Tronc plus ou moins droit chez les arbres isolés, droit en plantations serrées.

**Diamètre:** De 1 m à 1 m 50.

**Ecorce:** Jeune : blanchâtre; vieille : gris brunâtre, se détachant par plaques, ce qui donne un aspect particulier à l'arbre.

**Couleur du bois:** De rouge sombre à rouge clair (selon veines différenciées).

**Feuilles définitives:** Alternées, lancéolées ou falciformes, vert glauque de 12 à 22 cm de longueur et de 1 à 2 cm 5 de largeur, avec pétiole anguleux de 1 cm 5 à 2 cm de longueur.

**Inflorescences:** En ombelles axillaires sur pédoncule mince de 1 à 1 cm 5 de longueur, 8 à 10 boutons ovoïdes avec pédicelle de 4 à 6 mm.

**Couleur de la fleur:** Blanche.

**Graines:** Très fines.



**Figure 6:** feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* (Site web N° 6)

#### **I. 4. 2. 3 – *Eucalyptus citriodora* Hook**

A parfum de citronnelle, en raison de l'odeur de ses feuilles qui contiennent une huile essentielle riche en citronellal.

**Hauteur:** De 35 à 48 m.

**Port:** Divariqué, élégant, très ornemental. Tronc droit, dégagé de branches jusqu'à une bonne hauteur.

**Diamètre:** De 0 m 70 à 1 m 20.

**Ecorce:** Lisse, blanchâtre ce qui donne à l'arbre un aspect particulier.

**Couleur du bois:** Jaunâtre moucheté or, très joli.

**Feuilles définitives:** Alternées, longuement lancéolées ou falciformes, glabres et lisses, vert clair sur les deux faces de 15 à 23 cm de longueur et de 2 cm 5 à 5 cm de largeur.

**Inflorescences:** En grappes composées avec pédoncules courts, ombelles de 3 à 5 fleurs, pédoncule arrondi de 5 à 7 mm de longueur.

**Couleur de la fleur:** Blanche.



**Graines:** Grosses.



**Figure 7:** feuilles d'*Eucalyptus citriodora* (Site web N° 7)

## II – Culture d'eucalyptus dans le monde

Dans ce chapitre, la présentation de la culture et de la production d'eucalyptus dans la plupart des régions du monde a été principalement basée sur les références citées dans le livre de Cooper (2002).

### II. 1 – Culture d'eucalyptus en Australie

L'Australie est le pays le plus aride de la planète. Cependant, il existe des zones avec de très fortes pluies le long de la côte Est et dans le Sud-Ouest de la Tasmanie. Ce pays se caractérise par sa végétation forestière tropicale relativement uniforme.

L'Australie compte environ 132 millions d'hectares de forêt indigène. La plupart sont composés d'espèces d'angiospermes, principalement d'*Eucalyptus* et d'*Acacia* (Mathias et al., 2020).

La plupart des espèces du genre *Eucalyptus* sont originaires d'Australie et de Tasmanie, de Nouvelle-Zélande et d'Auckland (CHEVALIER, 1952).

Selon Brooker (2002):

- Parmi les espèces d'eucalyptus les plus abondantes dans les forêts humides de la côte Est de l'Australie, on trouve: *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus globulus* Labill., *Eucalyptus tereticornis* Smith et *Eucalyptus nitens*.
- L'espèce *Eucalyptus kumarlensis* Brooker est un exemple d'eucalyptus dominant dans les régions les plus sèches et souvent sur des sols moins fertiles. C'est un arbre sempervirent, de taille moyenne à parfois grande, atteignant habituellement 20 m de haut, parfois 50 m (Site web N° 4).
- Il existe environ 250 espèces de forme principalement boisée qui occupent les collines, les pentes, les plateaux et les montagnes, ainsi que les sols les plus lourds des plaines.
- La gomme de la rivière Rouge, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh est un grand arbre trouvé dans les ruisseaux d'eau douce dans la plupart des régions du continent.
- L'intérieur de l'Australie est presque aride, l'acacia étant le genre prédominant, mais les espèces d'eucalyptus se trouvent couramment dans ces régions le long des ruisseaux saisonniers et dans les collines rocheuses.
- Dans le sud, en particulier, il y a de larges plaines sableuses de faible fertilité où l'on trouve de nombreuses espèces d'eucalyptus de type mallee (environ 180 au total), qui

poussent en émettant de nombreuses tiges à partir du sol et d'une hauteur inférieure à 10 m.

La dimension des arbres d'eucalyptus variait avec la pluviosité et la température (**Tableau 4**), mais elle était généralement remarquable relativement aux conditions dans lesquelles ils poussaient (**Unasyva, 1956**).

**Tableau 4:** Dimensions des arbres en fonction de la pluviosité

Pluviosité annuelle (mm)	Hauteur des arbres (mètres)
Inférieure à 370	1,8 à 9
370 à 740	18 à 30
740 à 1 480	18 à 30
1270 mm ou plus	45 à 75

La disponibilité immédiate de l'huile d'eucalyptus dans les forêts australiennes et la baisse de sa valeur ont rendu le développement des plantations de cet arbre peu attrayant au cours du premier siècle de production. Cependant, de vastes zones de forêts ont été défrichées pour l'agriculture, d'autres zones ont été incorporées dans des parcs nationaux. Une grande partie de la propriété privée est devenue indisponible (**Davis, 2002**).

La faisabilité de l'établissement de plantations est devenue évidente lorsque les marchés sont devenus raisonnablement sûrs et que des techniques mécaniques de plantation et de récolte ont été développées.

Selon la même référence, les avantages de la plantation d'eucalyptus, par opposition à la forêt naturelle, sont résumés ci-dessous :

1. On peut généralement trouver des terres appropriées sur lesquelles cultiver les espèces d'eucalyptus requises. Certaines espèces poussent mieux sur des terres autres que celles sur lesquelles elles poussent naturellement.
2. Alternativement, les espèces les plus adaptées aux terres disponibles peuvent être sélectionnées.

3. Le lieu de plantation peut être choisi sur lequel les machines peuvent être utilisées en toute sécurité.
4. Une seule espèce désirée peut être plantée avec une densité appropriée. C'est généralement beaucoup plus que dans les forêts naturelles où d'autres espèces sont présentes dans la plupart des cas.
5. Les insectes et autres prédateurs peuvent être contrôlés plus facilement.
6. En pays sec, ce qui est généralement le cas de la production australienne, l'irrigation est parfois possible.

La figure suivante montre, comme exemple, la plantation d'*Eucalyptus polybractea* en Australie, et ceci pour la production industrielle de l'huile de cette plante.



**Figure 8:** Plantation d'*Eucalyptus polybractea*

(Davis, 2002)

A cet effet, la production de plantations d'eucalyptus nécessite quelques étapes indispensables pour une bonne reprise végétale dans le sol d'accueil :

- **Préparation du sol:** pour permettre principalement la pénétration de l'eau et des racines.
- **Plantation:** Le semis direct des graines n'est pas praticable en raison de la nature très fragile de la plante juste après la germination. Par conséquent, les semis doivent germer en pépinière jusqu'à un stade où ils peuvent résister aux conditions du sol.

- **Dés herbage:** Le contrôle des mauvaises herbes dans les premiers stades est essentiel. Une fois que les arbres sont bien établis et forment une canopée, les mauvaises herbes sont supprimées.
- **Maladies et ravageurs:** Peuvent se propager très rapidement, détruisant de grandes surfaces de feuilles en quelques jours s'ils ne sont pas contrôlés.

En outre, il existe de nombreux facteurs qui affectent la production de biomasse et d'huile d'eucalyptus, tels que :

- ❖ Provenance des graines.
- ❖ Propriétés du sol et des nutriments.
- ❖ Approvisionnement en eau
- ❖ La météo.

## II. 2 – Culture d'eucalyptus en Chine

L'eucalyptus a été introduit pour la première fois en Chine depuis l'Italie en 1890 (Qi 1990). Il a été initialement planté à petite échelle dans les jardins, les écoles, les collèges et les sites pittoresques, le long des routes et autour des villages (**Chen, 2002**).

La production des plantations d'eucalyptus a considérablement augmentée, avec une moyenne d'environ 30 000 ha plantés chaque année. D'après une enquête du China Eucalypt Research Center (CERC), le taux de cette production s'est accéléré de 1990 à 1995, atteignant 50 000 hectares la première année (**Chen, 2002**).

Les espèces les plus plantées sont: *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus exserta*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, l'hybride entre *Eucalyptus urophylla* et *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus leizhou* No.1 (locale).

**XIE et al., 2017**, ont estimé que les plantations d'eucalyptus dépassent 4,5 millions de mètres carrés et qu'elle possède la troisième plus grande superficie de ces plantations après l'Inde et le Brésil.

Les plantations sont réparties dans 17 provinces, dont environ 90 pour cent sont concentrées dans le Guangdong, le Guangxi, le Hainan et le Yunnan (**Chen, 2002**).

En raison de leur croissance rapide, de leur capacité de recépage, de leurs utilisations multiples et de leur adaptabilité, les eucalyptus sont largement plantés dans les campagnes, souvent par

de petits agriculteurs qui utilisent eux-mêmes une partie de la récolte et une partie comme source de revenus monétaires (**Chen, 2002**).

L'industrie actuelle d'eucalyptus en Chine est une industrie complexe et multiforme, elle comprend la propagation des semis, la production et la fourniture d'engrais, la sylviculture, la récolte et le transport, la transformation du bois pour des produits tels que le bois, la pâte et le papier, et les panneaux à base de bois, ainsi que la production de bioénergie et divers sous-produits forestiers et produits forestiers non ligneux (**XIE et al, 2017**).

Par conséquent, la Chine est devenue le pays le plus grand consommateur de produits du bois au monde et un marché mondial pour les produits forestiers (**Chen et al, 2015**).

Selon **XIE et al, 2017**, en 2015, la valeur totale de la production de toute cette industrie était d'environ 300 milliards CNY. Actuellement, elle est d'une importance majeure pour l'économie chinoise; elle implique des dizaines de milliers de producteurs et d'entreprises qui fournissent des moyens de subsistance à des centaines de milliers de personnes.

A titre d'exemple, l'exploitation industrielle des plantations d'eucalyptus dans la production d'huiles essentielles dans ce pays a commencé dans les années 1950. Durant les années 1970, la production annuelle d'huile d'eucalyptus était d'environ 3000 t, dont 30 pour cent étaient exportés. En 1980, ces chiffres sont passés à 4000 t, dont 50 pour cent étaient exportés. Durant les années 90, la proportion exportée est passée à environ 80 pour cent (**Chen, 2002**).

Parmi les espèces les plus couramment utilisées dans ce domaine, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus citriodora* et *Eucalyptus dives*, qui sont les plus importantes sources d'huiles de parfumerie et industrielles.

### **II. 3 – Culture d'eucalyptus en Amérique du Sud**

Plusieurs espèces d'eucalyptus ont été introduites au Brésil dans la première décennie du XXe siècle par un agronome qui a étudié au Portugal (**Couto, 2002**).

De 1909 à 1965, environ 470 000 ha d'eucalyptus ont été plantés, dont 80 pour cent dans l'État de São Paulo, destinés principalement à remplacer les bois indigènes utilisés comme bois de feu.

Simultanément, la culture de l'eucalyptus s'est transférée vers d'autres pays d'Amérique du Sud, comme l'Argentine, le Pérou, le Chili et l'Uruguay, où la superficie cultivée a atteint plus de 245 000 hectares.

Certaines espèces comme *Eucalyptus grandis* et *Eucalyptus dunnii* ont un potentiel productif élevé dans le sud du Brésil, l'Uruguay et le centre de l'Argentine. Ceci est basé sur la similitude du climat et du sol de ces zones, qui forment une écorégion appelée Campos (**Resquin et al, 2020**).

Selon la même référence, la superficie plantée d'eucalyptus dans différentes régions de l'Uruguay est estimée à 726 000 hectares. De plus, une grande surface de sol peut être cultivée, selon la législation en vigueur (environ 3,288 millions d'hectares).

En général, l'eucalyptus a été exploité commercialement dans de nombreux pays d'Amérique du Nord, à travers la production d'huile et d'autres produits forestiers.

Au Brésil, la production d'huiles essentielles d'eucalyptus a commencé pendant la Seconde Guerre mondiale. En 1970, il est devenu le plus grand producteur d'*Eucalyptus Citriodora* au monde.

Le Chili et la Bolivie produisent de l'huile riche en cinéole à partir d'*Eucalyptus globulus*, tandis que le Paraguay produit des huiles d'*Eucalyptus globulus* et d'*Eucalyptus citriodora*. Le Chili, le Paraguay et l'Argentine ont tous exporté de l'huile en 1999 et / ou 2000.

## II. 4 – Culture d'eucalyptus en Inde

L'eucalyptus a été introduit en Inde par les français en tant qu'arbre ornemental à la fin du XVIIIe siècle. Sa plantation régulière a commencé exactement en 1856(**Handa et al, 2002**).

Actuellement, la superficie de plantation de cette plante est estimée à plus de 3 millions d'hectares, dont environ 80% sont en agroforesterie (cultivés autour ou parmi les cultures ou les pâturages). En conséquence, l'Inde possède environ 10 % des plantations mondiales d'eucalyptus (**Singh et Dhakad, 2018**).

Selon **Handa et al, 2002**, l'eucalyptus hybride est devenu l'eucalyptus le plus populaire et le plus universel dans toutes les régions à faibles précipitations de l'Inde en raison de sa capacité unique à s'adapter aux nombreux environnements agroclimatiques différents, sa capacité à résister à la sécheresse sur de longues périodes et ses excellents pouvoirs de recépage.

La plupart des eucalyptus sont plantés pour la production de bois à pâte, de bois de chauffage et d'huiles (en particulier à partir des espèces *Eucalyptus globulus* et *Eucalyptus citriodora*).

L'huile d'*Eucalyptus globulus* est utilisée localement comme antiseptique dans le traitement des voies respiratoires, pour la bronchite et l'asthme, et comme rubéfiant pour les rhumatismes. Il est également utilisé comme composant d'inhalant, d'embrocation (calmant appliqué sur le



corps et produit de la chaleur), de gargarismes (rinçage de la gorge) et de préparations germicides et désinfectantes.

L'huile riche en citronnelle d'*E. Citriodora* est utilisée comme parfum pour parfumer les savons, les détergents et les désinfectants.

Son utilisation principale est comme matière de départ pour la production de citronellol, d'hydroxy citronellol et d'hydroxy dihydro citronellal. Ce dernier composé a une odeur fine et fleurie, il est utilisé en grande quantité dans les compositions parfumantes.

## II. 5 – Culture d'eucalyptus en Europe

Concernant la culture d'eucalyptus dans la zone méditerranéenne, **Métro, (1970)** a écrit :

"Les pays où les plantations d'eucalyptus ont été les plus dynamiques sont : le Portugal, l'Espagne, le Maroc, l'Italie, la Tunisie et l'Algérie ; mais pour l'avenir la tendance varie".

Selon la même référence, les espèces les plus notoires de cette période sont *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus gomphocephala*, *Eucalyptus occidentalis*, ainsi qu'un groupe d'espèces xérophiiles.

D'après **Cerasoli et al, 2016**, l'espèce *Eucalyptus globulus* Labill (communément appelé gomme bleue de Tasmanie) a été introduite dans le Sud-ouest de l'Europe, le Portugal et l'Espagne au milieu du XIXe siècle. Cette espèce qui est bien adaptée aux conditions climatiques de la région méditerranéenne a été plantée à des fins industrielles, particulièrement du bois et de la pâte à papier.

Récemment, elle couvre 1,3 million d'hectares de superficie forestière, principalement en Ibérie (plus de 80%), en France et en Italie.

D'autres eucalyptus ont été sélectionnés pour être plantés en Europe pour leur meilleure adaptation aux différentes conditions et usages environnementaux.

Parmi ces espèces, la gomme rouge (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) plantée principalement en Espagne, au Portugal, en Italie, en France, en Grèce, à Malte, à Chypre et en Turquie. Cette espèce est mieux adaptée à la production de bois que de pâte à papier. Elle est également utilisée comme brise-vent et comme plante ornementale (**Cerasoli et al, 2016**).

En France, trois espèces ont été également plantées dans le Sud de ce pays à destination de l'usine de pâte à papier de Saint-Gaudens : *Eucalyptus dalrympleana* pour ses très bonnes capacités de croissance et de rectitude, *Eucalyptus gunnii* pour ses aptitudes de tolérance au



froid, puis l'hybride *Eucalyptus gundal* qui associe les qualités des deux espèces (**Melun et Nguyen The 2012**).

La **figure 9** montre une partie d'exploitation de l'espèce *Eucalyptus gundal* en France après 10 ans de sa plantation. La surface occupée par ces plantations est aujourd'hui d'environ 2000 ha.



**Figure 9:**Exploitation *Eucalyptus gundal* FCBA 121 à 10 ans  
(**Melun, 2018**)

## **II. 6 –Culture d'eucalyptus en Afrique**

La première espèce introduite en Afrique a été *Eucalyptus globulus* en 1828 dans la colonie du Cap (Afrique du Sud), suivie par d'autres espèces d'origine australienne en 1860. (**Jacovelli, 2002**).

La croissance rapide de l'eucalyptus, son adaptation aux différentes conditions environnementales et la diversité de ses utilisations ont conduit à sa propagation rapide sur tout le continent africain.

Davidson (1995), cité par **Jacovelli (2002)**, a estimé un total de 1.636.000 ha de plantations d'eucalyptus en 1990.

Récemment, la superficie plantée d'eucalyptus en Afrique du Sud est estimée à environ 39,1% du total des forêts du pays (**Dye P., 2013**).

Les principales espèces commerciales en Afrique sont: *Eucalyptus grandis* (souvent confondu avec *Eucalyptus saligna*) sur les sites les plus fertiles, *Eucalyptus camaldulensis* dans les régions plus sèches, *Eucalyptus gomphocephala* dans les pays sablonneux et arides d'Afrique du Nord (**Jacovelli, 2002**).

L'objectif principal de la plantation d'eucalyptus en Afrique était la production d'huile. Les autres produits fabriqués, tels que les poteaux et le bois de chauffage, sont considérés comme des sous-produits utiles et utilisés (ou vendus) dans la mesure du possible.

En ce qui concerne la production d'huiles d'eucalyptus, elle a été établie au début des années 1940 en République démocratique du Congo (anciennement Zaïre), au Rwanda et au Burundi. Ces pays d'Afrique Centrale, ont produit de l'huile riche en cinéole à partir de l'espèce *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus smithii*, *Eucalyptus globulus sub sp. maidenii* et *Eucalyptus dives*, ainsi que d'autres types d'huile de *Eucalyptus citriodora* et *Eucalyptus macarthurii*.

En 1992, la production d'huile riche en cinéole était d'environ 255 tonnes en Afrique du Sud (ce qui représente plus de 9 pour cent de la production mondiale totale).

**Jacoveli (2002)** a mentionné 26 pays africains, dont l'Égypte et le Maroc, qui produisent de l'huile à partir des feuilles de certains types d'eucalyptus, et malheureusement l'Algérie ne fait pas partie de ces pays.

### II. 6. 1 – Culture d'eucalyptus en Algérie

Les premières graines d'eucalyptus envoyées en Afrique du Nord ont été plantées dans le Jardin d'Essai d'Alger en 1862, par M. Hardy, directeur du jardin botanique qui porte son nom (**Pepper, 1896**).

Par la suite, l'eucalyptus est planté dans la région du Sahel, en particulier dans les grandes vallées et sur les coteaux (**Pepper, 1896**).

Un grand nombre d'espèces de cette plante ont été introduites en Algérie (de 1864 à 1876), notamment par l'ancien président de la Société botanique de France M. Cordier (**Trabut, 1914**).

Le savant botaniste **Louis Trabut** (1853-1929), professeur à l'École de médecine d'Alger, a remarqué la présence d'un eucalyptus sur le bord des Oueds, au milieu de la végétation spontanée, qui ne répond bien à aucune des espèces australiennes. Il l'a désigné en 1904 dans

la Revue Horticole de l'Algérie sous le nom d'*Eucalyptus algeriensis* Trabert l'a considéré comme un hybride *E. rostrata* X *rudis*.

L'espèce *Eucalyptus algeriensis* est plus résistante et d'une culture très facile, elle pourrait être semée en place. Son bois est un bois rouge pouvant remplacer l'acajou, il se prête très bien à la confection de très beaux meubles (Trabut, 1914).

Plusieurs espèces ont donné d'excellents résultats dans les parties subhumides et semi-arides du pays, principalement en dessous de 800 m et dans les zones avec une pluviométrie supérieure à 450 mm. En 1965, la superficie estimée des plantations était de 28 200 ha (FAO, 1981).

L'espèce *Eucalyptus camaldulensis* est la plus répandue en Algérie, elle peut être utilisée sous forme de brise-vent, bosquets, arbres pour le bétail, pour l'assainissement des marais, le reboisement des lits d'oueds, des espaces verts urbains (Tazrout et al, 2012).

D'autres espèces ont été plantées en fonction de leur adaptabilité au climat et au sol (FAO, 1981).

- a) Pour les zones fraîches et humides: *Eucalyptus botryoides*, *Eucalyptus cladocalyx*, *Eucalyptus diversicolor*, *Eucalyptus maculata*, *Eucalyptus siderophloia*.
- b) Pour les hautes altitudes: *Eucalyptus cypellocarpa*, *Eucalyptus melliodora*, *Eucalyptus ovata*, *Eucalyptus smithii*, *Eucalyptus viminalis*.
- c) Pour les sols calcaires: *Eucalyptus astringens*, *Eucalyptus gomphocephala*.

En 1990, la superficie des plantations était estimée à 30 000 hectares. Cinq ans plus tard, elle s'accroît d'environ 39000 hectares (Coppen, 2002).

## II. 6. 2 – Culture d'eucalyptus au Maroc

Au Maroc, c'est à partir du XX<sup>e</sup> siècle que plusieurs espèces de ce genre furent introduites sur l'ensemble du territoire national (EL BARAKA, 2019).

Les deux espèces *Eucalyptus camaldulensis* et *Eucalyptus gomphocephala* ont été introduites dans ce pays respectivement en 1918 et 1920. (FAO, 1981).

La superficie totale d'eucalyptus plantés au Maroc à la fin de 1974 était de 117 743 ha (FAO, 1981).

Les objectifs de la plantation de cet arbre au Maroc sont (EL BARAKA, 2019):

- Initialement pour l'amélioration des conditions écologiques, en particulier sur les immenses plaines insalubres de la région du Gharb.
- Contribution au développement économique de certaines régions du Maroc, grâce à l'industrie de bois, où elles sont devenues la composante majeure de cette filière.
- L'industrie du papier, ainsi que la production d'huile essentielle et la production mellifère.
- Aujourd'hui l'arbre d'eucalyptus fait partie intégrante du paysage forestier marocain.

Les deux espèces, *Eucalyptus camaldulensis* et *Eucalyptus gomphocephala*, sont les plus importantes en termes de superficie plantée (FAO, 1981).

Les plantations les plus étendues se trouvent dans la zone de Rharb / Mamora au nord-est de Rabat, où l'objet de la gestion est la fourniture de bois à pâte (*Eucalyptus camaldulensis*) à l'usine de pâte et papier de Sidi-Yahia (FAO, 1981).

**Chapitre II : Métabolites  
secondaires isolés du genre  
Eucalyptus**

## II. Métabolites secondaires isolés du genre *Eucalyptus*

Les métabolites secondaires sont des composés chimiques qui jouent un rôle primordial dans les relations entre les plantes et leur environnement.

Ces différentes relations ont conduit à une extrême diversification des composés secondaires. **(Krief, 2003)**

Dans le cas du genre *Eucalyptus*, ils ont plusieurs rôles pour cette plante, dont les plus importants sont: l'adaptation aux conditions climatiques difficiles, la protection contre les agents pathogènes, les insectes et les herbivores, etc. **(Singh et Sidana, 2014; Almas et al, 2021)**.

Selon **Sibanda et al, 2021** (n'est pas encore officiellement publié), les espèces d'eucalyptus sont connues pour leur libération des produits chimiques toxiques qui retardent la croissance des plantes indigènes, conduisant généralement à une érosion sévère.

Le genre *Eucalyptus* est une source importante de métabolites secondaires dont le nombre de composés volatils dépasse de loin celui des non volatils. Il est très riche en composés terpéniques et polyphénoliques biologiquement actifs **(Brezáni et Šmejkal, 2013)**.

Certaines études ont montré que les espèces d'*eucalyptus* présentent de grandes différences dans leur composition chimique **(Chahomchuen et al, 2020; Limam et al, 2020)**.

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

Les métabolites secondaires extraits de différentes espèces d'eucalyptus ont été décrits en détail par deux équipes de chercheurs, **Brezáni et Šmejkal, 2013** et **Salehi et al., 2019**, à savoir: Monoterpènes, Sesquiterpènes, Glucosides d'acide oleuropéique, Polycétones cycliques, Acylphloroglucinols, Glycosides de phloroglucinol, Acylphloroglucinols dimères, Robusta diols, Euglobales, Macrocarpales, Eucalyptone G and rhodomyrton, Flavonoïdes, Catéchines, Tanins hydrolysables,  $\beta$ -dicétones, Triterpènes, Composés stéroïdiens et Glycosides cyanogéniques.

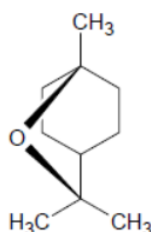
Ci-dessous, nous présentons un petit nombre d'exemples de composés extraits à partir de l'espèce *Eucalyptus globulus*, la principale source d'huile d'eucalyptus dans le monde

(Mulyaningsih et al, 2011; Vecchio et al, 2016) et largement répandu en Algérie (Harkat-Madouri et al, 2015).

### III. 1 - Monoterpènes

Le monoterpène le plus connu est l'eucalyptol, composé naturel organique incolore, également connu sous le nom cinéole ou 1,8-cinéole. On le trouve dans presque toutes les huiles essentielles extraites d'espèces d'eucalyptus plantées à différents endroits à travers le monde.

De nombreuses études ont montré que le pourcentage de ce composé dans certaines espèces d'eucalyptus est inférieur à 50%, tandis que dans d'autres, il est supérieur à 80%. (Almas et al, 2021).



Eucalyptol (1,8-cinéol)

D'après Laguerre, 2015, le 1,8-cinéole est décrit comme un liquide incolore à jaune pâle. Il possède une odeur aromatique caractéristique camphrée ainsi qu'un goût piquant et épicé.

- Formule brute :  $C_{10}H_{18}O$
- Nom IUPAC est le suivant : 1, 3,3-triméthyl-2-oxa-bicyclo [2, 2,2] octane.
- Diamètre moléculaire : 0,660 nm.
- Masse moléculaire : 154,24 g/mol.
- Densité : 0,925 g/cm<sup>3</sup> à 20°C
- Solubilité : insoluble dans l'eau (3,25 g/L à 21°C) mais soluble dans l'éther, l'éthanol, le chloroforme, le sulfure de carbone et l'acide acétique pur.
- Point d'ébullition : 174-177°C
- Point d'inflammation : 49°C
- Point de fusion : 1,5°C
- Point de congélation : 0-1°C
- Point de liquéfaction : -1°C

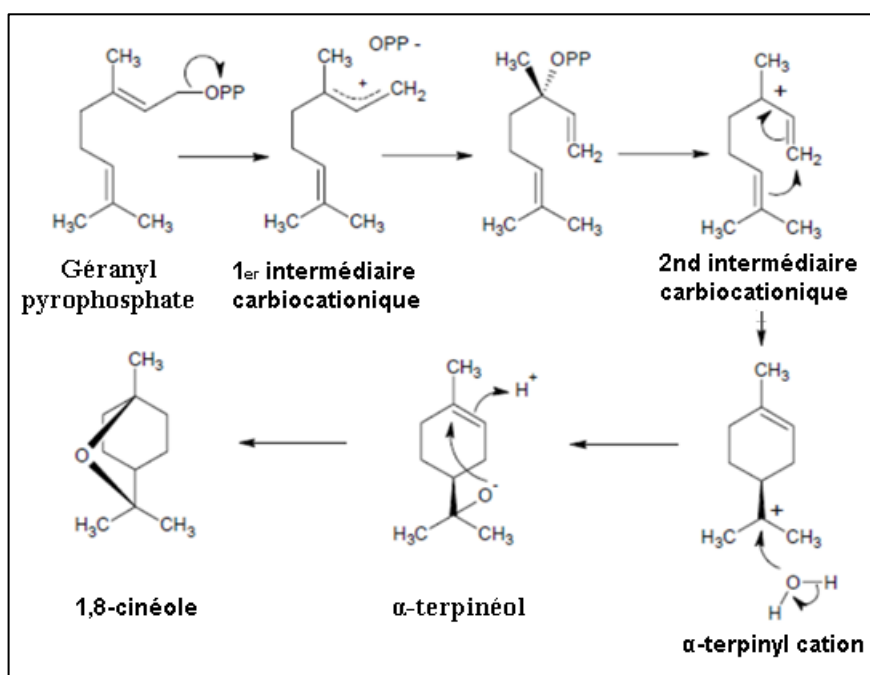
Les huiles d'eucalyptus à usage médicinales, généralement préparée à partir d'*Eucalyptus Globulus*, *Eucalyptus polybractea* ou *Eucalyptus smithii*, contiennent au moins 70 pour cent de 1,8-cinéole (**Konoshima et Takasaki 2002**).

Selon **Brophy et Southwell (2002)**, l'espèce *Eucalyptus globulus* reste la principale source de cinéole dans le monde.

Bien que l'eucalyptol soit l'un des principaux composants de l'huile d'eucalyptus, l'effet antimicrobien de l'extrait total est également généré par un composant secondaire. Cela peut expliquer l'effet antimicrobien plus fort de l'huile d'eucalyptus par rapport à celui de l'eucalyptol seul, ce qui a été confirmé dans des études biologiques (**Hac-Wydro et Szydło, 2016**).

Par conséquent, l'eucalyptol peut être également utilisé dans la composition d'un complément alimentaire reconnu par son utilisation pour traiter l'inflammation des voies respiratoires, des bronches et de la gorge, mais aussi pour aider à soulager la fièvre et les symptômes de l'asthme (**Site web N°3**).

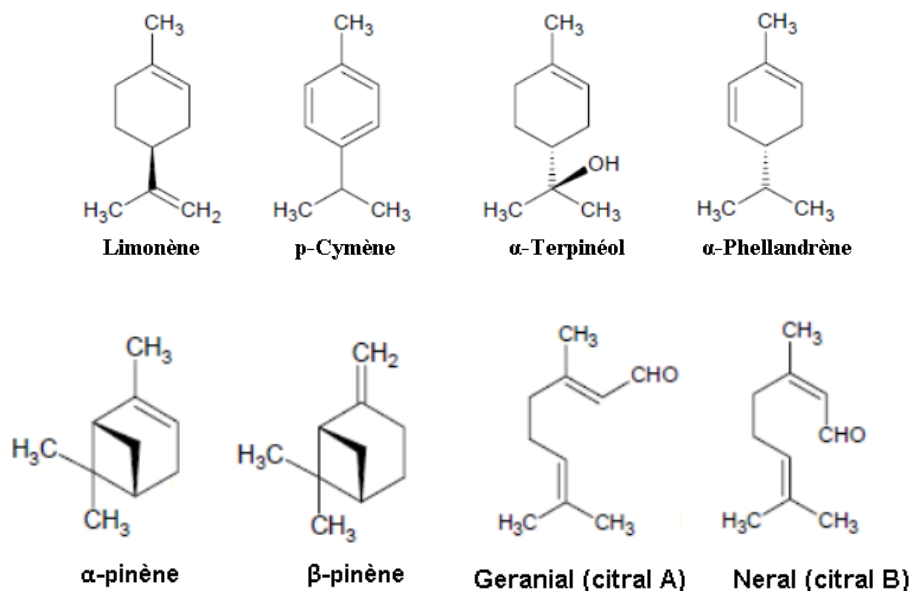
La figure suivante montre la voie de biosynthèse du 1,8-cinéole à partir du géranyl pyrophosphate.



**Figure 10:** Biosynthèse du 1,8-cinéole à partir du géranyl pyrophosphate. (**Brezáni et Šmejkal, 2013; Laguerre, 2015**)



En plus du cinéole, de nombreux composés monoterpéniques ont été isolés de différentes espèces d'eucalyptus, mais avec un pourcentage plus faible (**figure 11**).

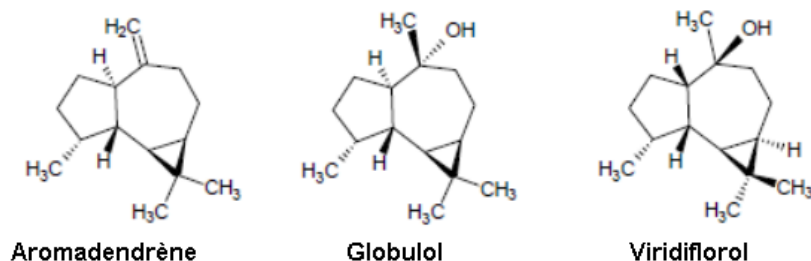


**Figure 11:** Structures de quelques composés monoterpéniques isolés de certaines espèces d'eucalyptus (**Brezáni et Šmejkal, 2013**)

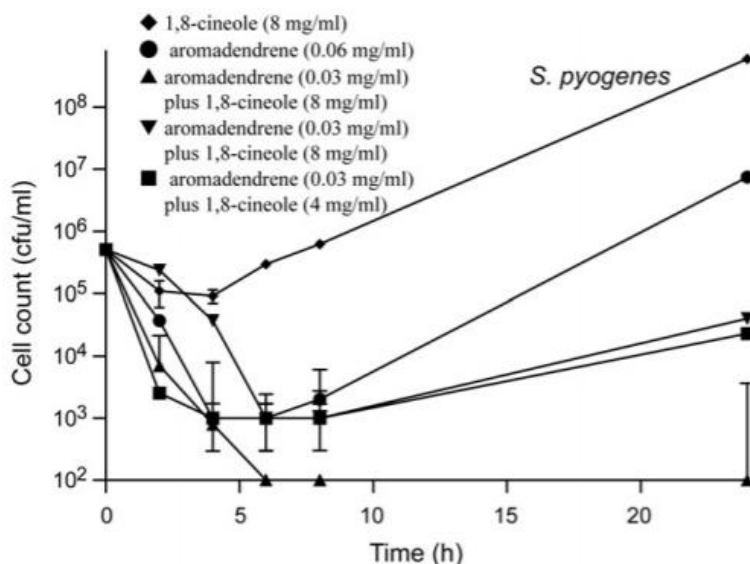
A titre d'exemple, **Almas et al, 2021** ont constaté que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* contiennent 51,62% d'eucalyptol comme constituant principal. D'autres composés majeurs sont l' $\alpha$ -pinène (23,62%), le p-cymène (10%) et le  $\beta$ -cymène (8,74%).

### III. 2 - Sesquiterpènes

Parmi ces composés, on mentionne l'aromadendrène, le globulol et le viridiflorol, qui sont parmi les principaux composants de l'huile d'*eucalyptus globulus* et qui se caractérise également par une activité biologique.



A titre d'exemple, la **Figure 12** illustre la courbe time-kill de l'aromadendrène et du 1,8-cinéole seuls et en combinaison contre *Streptococcus pyogenes*, bactérie responsable d'infections potentiellement graves chez l'Homme.

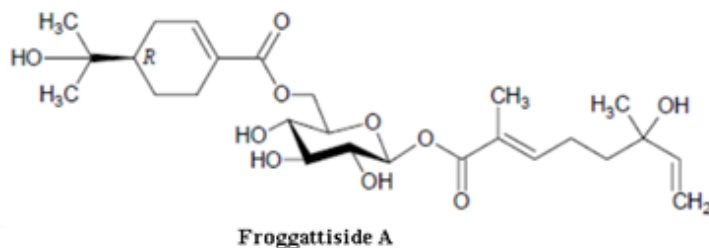


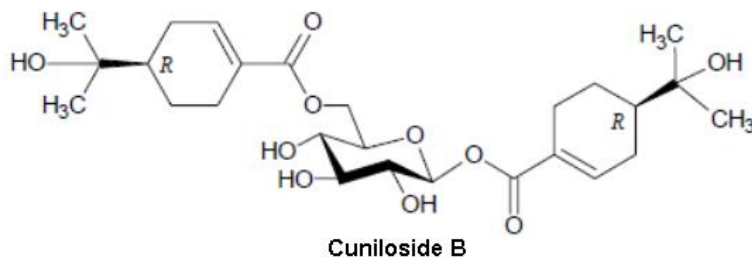
**Figure 12:** Courbe Time-kill de l'aromadendrène et du 1,8-cinéole seuls et en combinaison contre *Streptococcus pyogenes* (Mulyaningsih et al, 2010).

### III. 3 - Glucosides d'acide oleuropéique

Le rôle de ces composés non volatils dans les cavités sécrétoires d'*Eucalyptus* n'est pas clair. Il a été suggéré qu'ils pourraient être impliqués dans la biosynthèse des monoterpènes (Brezáni et Šmejkal, 2013).

L'exemple suivant est celui de deux molécules de froggattisides A et B, isolées à partir d'*Eucalyptus globulus*.



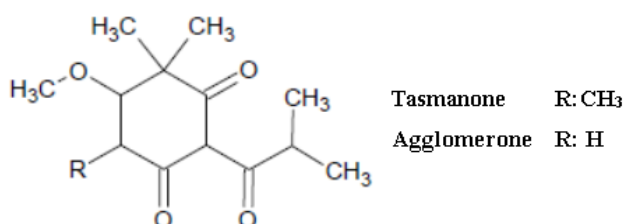


Les autres molécules obtenues à partir de cette espèce sont: Cunilosides, globulisines, cypellocarpines et eucalmaidines (Brezáni et Šmejkal, 2013).

### III. 4 - Polycétones cycliques

Ces polycétones cycliques diffèrent par la chaîne latérale, le nombre de groupes méthyle nucléaires et le niveau d'oxygénation: Tasmanone, Agglomerone, Leptospermone, Isoleptospermone et flavesone.

La première polycétone cyclique isolée d'eucalyptus était la Tasmanone en 1914, elle peut constituer jusqu'à 40% de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camfieldii* (Brezáni et Šmejkal, 2013).



### III. 5 - Acylphloroglucinols

Les Acylphloroglucinols sont des composés phénoliques biosynthétisés par acylation intramoléculaire de type Claisen entre les atomes C-1 et C-6 de l'acétogénine correspondante (Brezáni et Šmejkal, 2013).

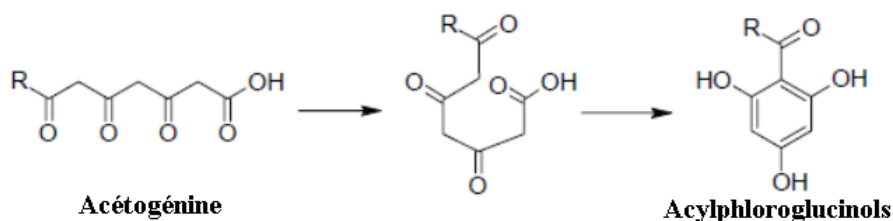
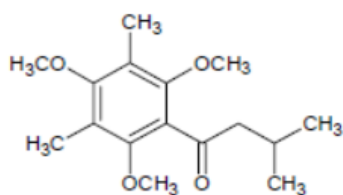


Figure 13: Schéma de la biosynthèse des Acylphloroglucinols

La torquatone est l'acylphloroglucinol le plus répandu chez les espèces d'eucalyptus.

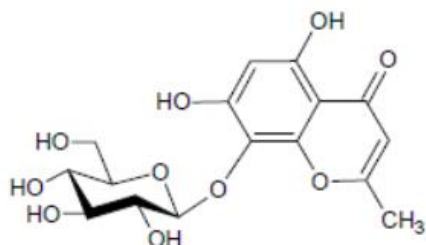


**Torquatone**

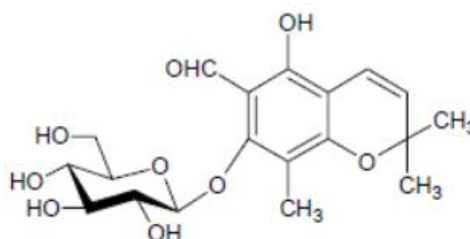
D'autres composés ont été isolés à partir des différentes espèces d'*Eucalyptus*, à savoir: Jensenone, torquatone, loxophlébène, robustaol B, conglomerone, pulverulente A, pulverulente B, baeckeol, isobaeckeol, homoisobaeckeol, 2,6-diméthoxy-p-benzoquinone, acétate de 3,4,5-triméthoxyphénol et acétate de 2,4,6-triméthoxyphénol (Brezáni et Šmejkal, 2013).

### III. 6 - Glycosides de phloroglucinol

L'isobiflorine et le chromène glycoside ont été isolés à partir d'extraits d'acétone des feuilles séchées d'*Eucalyptus globulus* (Brezáni et Šmejkal, 2013).



**Isobiflorin**

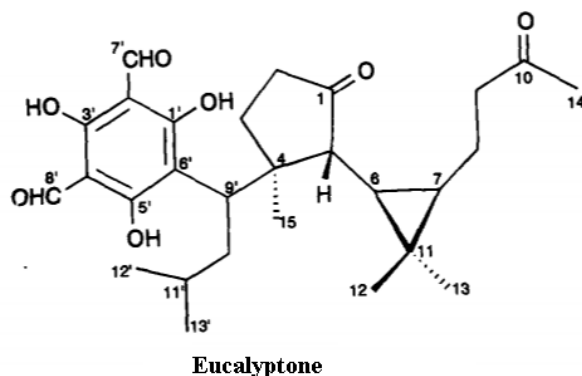


**Chromène glycoside**

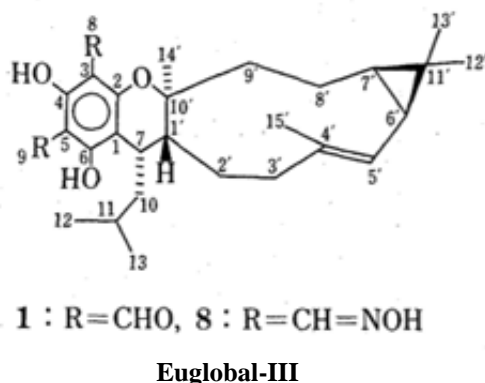
### III. 7 –Macrocarpales et Euglobales

Les plantes du genre *Eucalyptus* contiennent de nombreux types de dérivés de phloroglucinol, tels que les macrocarpales et les euglobales, et certains de ces composés possèdent des activités biologiques intéressantes (OSAWA et al, 1995).

L'eucalyptone, également connue sous le nom de macrocarpal AM1, appartient à la classe des composés organiques appelés sesquiterpénoïdes. Il a été isolé des feuilles d'*Eucalyptus globulus* et se caractérise par son efficacité contre les bactéries cariogènes.



L'Euglobal-III est le premier composé euglobale isolé à partir des bourgeons et des feuilles d'*Eucalyptus globulus* LABILL (Kozuka et al, 1982).



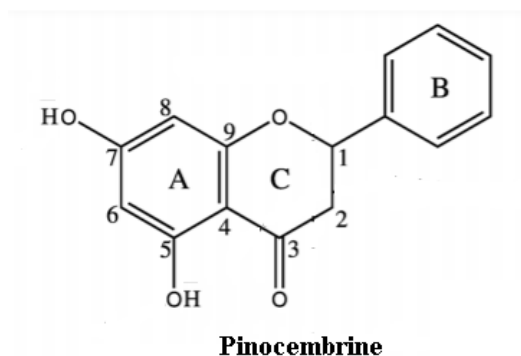
### III. 8 - Flavonoïdes

Un vaste éventail de flavonoïdes a été reporté chez les espèces d'eucalyptus. Ces flavonoïdes comprennent les flavonols, les flavanones et les 3-hydroxyflavanones ainsi que les proanthocyanidines (ABD-ALLA et al, 1980).

Les flavonoïdes peuvent se présenter sous deux formes: sous forme de glycosides ou d'aglycones libres. Ils présentent un spectre d'activités biologiques remarquable.

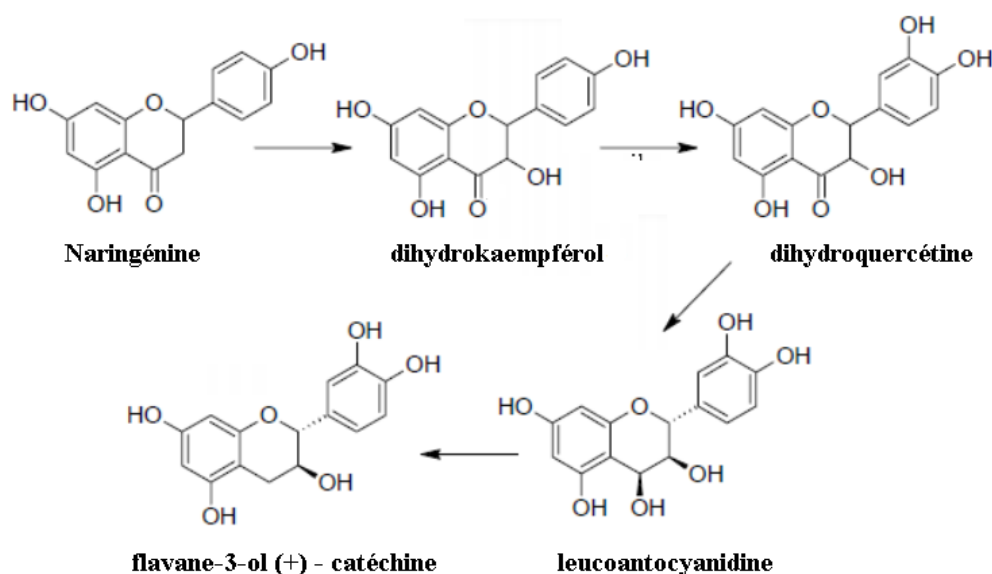
**Brezáni et Šmejkal, 2013** ont cité les différents flavonoïdes isolés à partir des différentes espèces d'eucalyptus. Ces flavonoïdes sont les suivants: Pinocembrine, chrysin, Rutine, quercétine-3-O-D-glucopyranoside, syringétine, quercétine-3-O-β-arabinoside, quercétine-3-O-α-rhamnoside, quercétine-3-O-2-(β-xylosyl)-α-rhamnoside, quercétine-3-O-β-galactoside-6''-O-gallate, 3,4'-diméthoxy-6,8-diméthylkaempférol, 3-méthoxy-6,8-diméthylkaempférol, eucalyptine, 8-desméthyleucalyptine, kaempférol, myricétine, lutéoline et tricétine.

La pinocembrine est très prometteuse en tant que produit pharmaceutique et est principalement d'origine végétale, de sorte que l'eucalyptus pourrait être une source commerciale potentielle de ces composés (Goodger et al, 2016).



### III. 9–Catéchines

Les catéchines sont des molécules qui appartiennent au groupe des flavan-3-ols. Ils sont dérivés des flavanones par plusieurs étapes de biosynthèse (Figure 14).



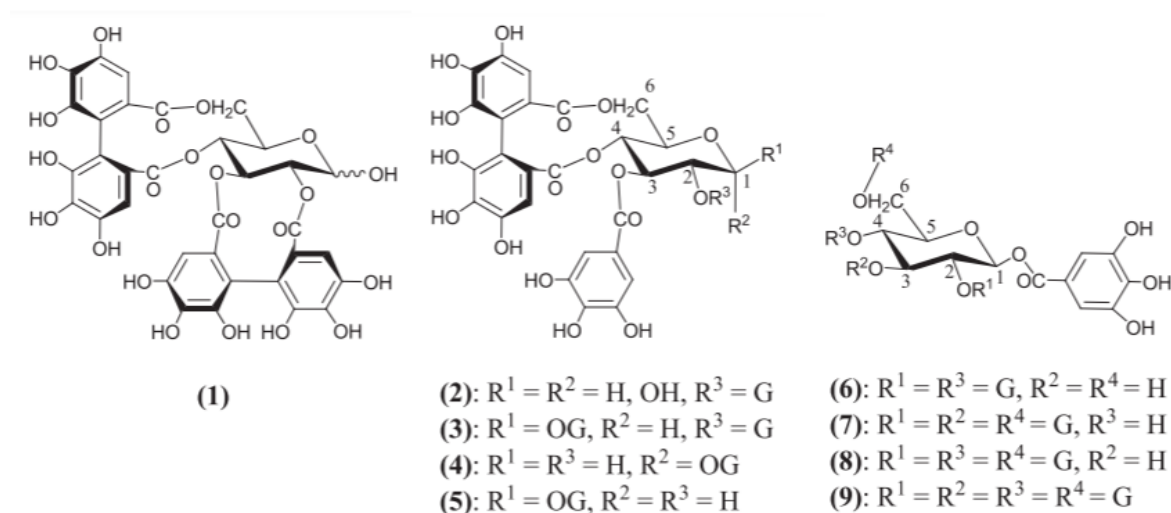
**Figure 14:** Biosynthèse des catéchines (Brezáni et Šmejkal, 2013)

Selon la même référence, par exemple, 9 molécules ont été isolées à partir de l'espèce *Eucalyptus ovata* à savoir: Catéchine, gallocatéchine, catéchine-3-O-gallate, épicatechine- (4 $\beta$ -8) -catéchine, catéchine- (4 $\beta$ -8) -catéchine, gallocatéchine- (4 $\beta$ -8) -catéchine, gallocatéchine- (4 $\beta$ -8) - gallocatéchine, gallocatéchine- (4 $\beta$ -6) -catéchine et gallocatéchine- (4 $\beta$ -8) - gallocatéchine- (4 $\beta$ -8) –catéchine.

### III. 10 –Tanins hydrolysables

L'acide gallique, l'acide ellagique et leurs dérivés sont des tanins hydrolysables, caractérisés par leur faculté d'être hydrolysés, qui ont été détectés dans des extraits méthanoliques d'écorce d'*Eucalyptus globulus* (Brezáni et Šmejkal, 2013).

Les scientifiques japonais Sugimoto et al, (2009) ont isolé et identifié neuf tanins hydrolysables (cinq ellagitanins et quatre gallotanins) à partir de l'extrait aqueux éthanolique de feuilles d'*Eucalyptus globulus*. Ces molécules présentent une activité antioxydante plus puissante que l'acide ascorbique.

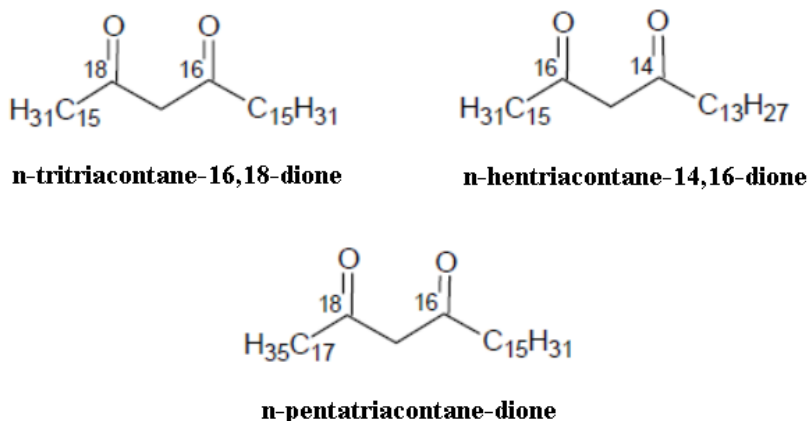


(1) Pédonculagine; (2) tellimagrandine I; (3) tellimagrandine II ; (4) hétérophylline A ; (5) 1,3-di-O-galloyl-4,6-hexahydroxydiphénoyl (HHDP) - $\beta$ -D-glucose ; (6) 1,2,4-tri-O-galloyl- $\beta$ -D-glucose ; (7) 1,2,3,6-tétra-O-galloyl- $\beta$ -D-glucose ; (8) 1,2,4,6-tétra-O-galloyl- $\beta$ -D-glucose ; (9) 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl- $\beta$ -D-glucose.

### III. 11– $\beta$ -dicétones

LI et al, 1997, ont trouvé que les  $\beta$ -dicétones à longue chaîne,  $[H_3C-(CH_2)_{n1}-CO-CH_2CO-(CH_2)_{n2}-CH_3]$ , sont les principaux composants de la plupart des cires de feuilles des espèces d'*Eucalyptus* étudiées.

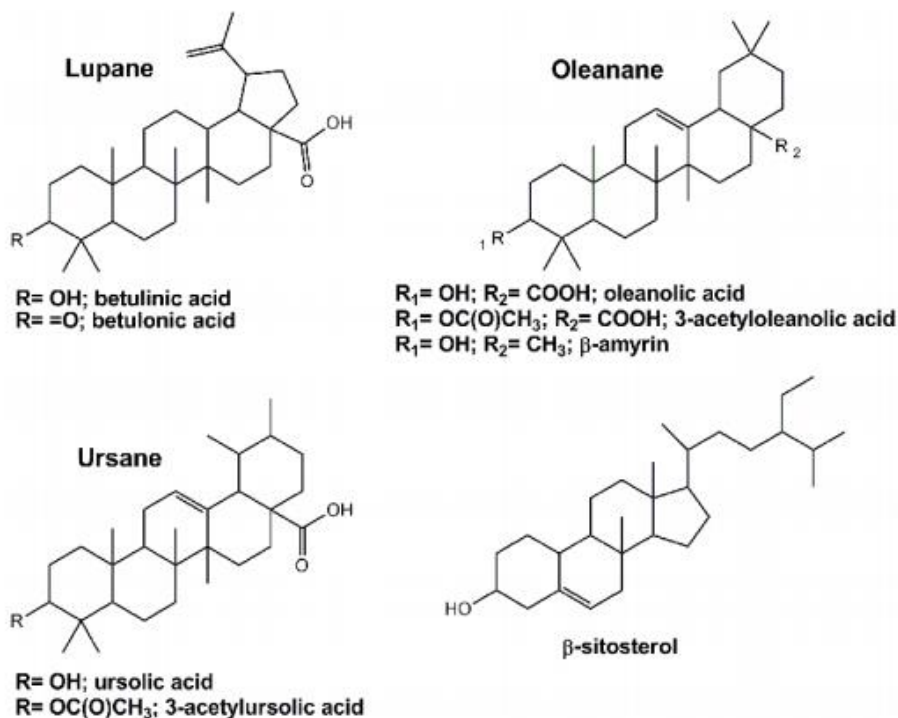
Ils ont également trouvé que la molécule n-tritriacontane-16,18-dione est l'homologue majeur de toutes les espèces, tandis que les deux molécules n-hentriacontane-14,16-dione et n-pentatriacontane-dione sont les homologues mineurs.



### III. 12 –Triterpènes

L'écorce d'eucalyptus contient de grandes quantités de triterpénoïdes caractérisés par une bioactivité remarquable, à savoir les acides triterpéniques, à savoir les acides triterpéniques et leurs dérivés acétyliques (acides ursolique, bétulinique, oléanolique, bétulonique, 3-acétylursolique et 3-acétyloléanolique) (Domingues et al, 2012).

Les principaux triterpénoïdes trouvés dans plusieurs espèces *d'eucalyptus* ont des structures de lupane, oléanane et ursane, comme le montre la **figure 15**.



**Figure 15:** Principaux triterpénoïdes (lupane, oléanane et ursane) identifiés dans l'écorce *d'Eucalyptus globulus* (Domingues et al, 2012).



Trois *Eucalyptus globulus* matures âgés de 40 ans ont été étudiés par l'équipe de recherche **Gominho et al, 2020** de l'université de Lisboa-Portugal, à trois niveaux de hauteur (0%, 35% et 60% de la hauteur totale de l'arbre) et à trois régions radiales (aubier, bois de cœur intérieur et extérieur).

Les résultats de cette étude ont montré que les acides gras constituent la principale famille chimique et qu'ils représentent 40,8% du total des composés isolés, suivis des phytostérols (19,0%), des aromatiques (10,5%) et des triterpènes. (10,4%).

#### **Triterpéniques au squelette du lupane**

Acide bétulonique, acide bétulinique, Acide 3-acétylbétulinique, et ester méthylique de l'acide bétulinique.

#### **Triterpéniques au squelette de l'oléanane.**

Acide oléanolique, acide 3-acétyloléanolique, érythrodiol,  $\beta$ -amyrine et ester méthylique d'acide cis-pméthoxy-cinnamoyloxy oléanolique.

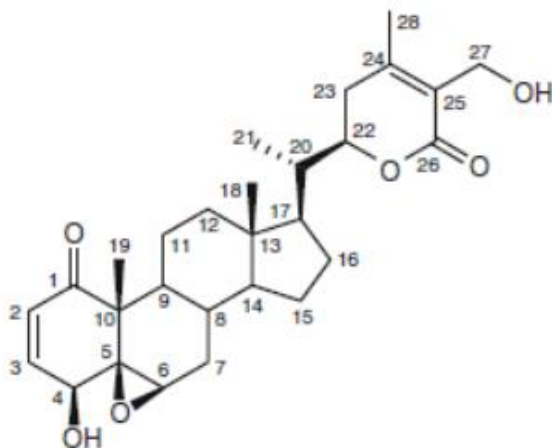
#### **Triterpéniques au squelette de l'ursane**

Acide ursolique, acide 3-acétylursolique, ester méthylique d'acide ursolique, uvaol, ester méthylique d'acide cis-pméthoxy-cinnamoyloxy oléanolique et ester méthylique d'acide trans-p-méthoxy-innamoyloxyoleanolique.

### **III. 13–Composés stéroïdiens**

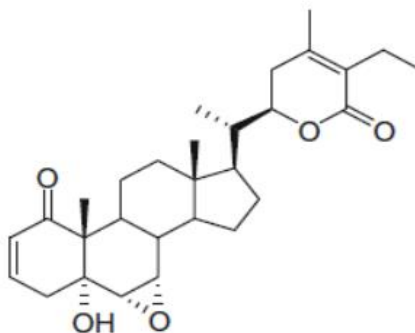
Les withanolides, groupe de lactones stéroïdiennes naturelles avec un squelette de type ergostane C-28, possèdent de nombreuses activités biologiques telles que des propriétés anti-inflammatoires, antitumorales, cytotoxiques, immunomodulatrices et chimiopréventives du cancer ainsi que des propriétés antibactériennes et antifongiques. (**Misico et al., 2011**).

Selon la même référence, La withaférine Aa été considérée pendant de nombreuses années comme le modèle de base des withanolides.



Withaférine A

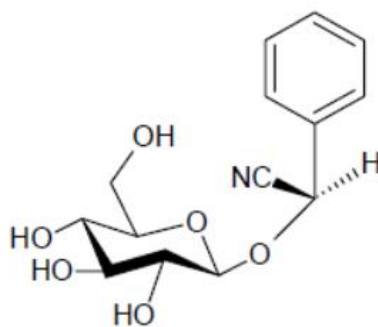
La molécule suivante, est un exemple particulièrement intéressant présent dans l'écorce d'*Eucalyptus globulus*.



### III. 14–Glycosides cyanogènes

De nombreuses espèces d'eucalyptus contiennent des composés cyanogènes capables de produire du cyanure toxique. A titre d'exemple, la mort du bétail en mangeant les feuilles d'*Eucalyptus cladocalyx* (Brezáni et Šmejkal, 2013).

Parmi ces molécules, la (R)-prunasine qui a été identifiée dans 12 des 18 espèces d'*Eucalyptus* cyanogènes.



(R) –prunasine

# **Chapitre III : Principaux usages et activité biologique d'Eucalyptus**

## IV. Principaux usages et activité biologique d'*Eucalyptus*

### IV. 1-Principaux usages des eucalyptus

#### IV. 1. 1-Production du bois

Les forêts plantées (arbres natives et introduites) sont extrêmement importantes dans le contexte socio-économique et environnemental de nombreux pays, notamment des régions à climat tropical (**Abreu-Junior et al, 2017**).

A titre d'exemple, en Union Européenne (UE) sont par conséquent la base d'un secteur avec 16 millions de propriétaires forestiers et de nombreuses entreprises qui soutiennent l'économie rurale avec plus de trois millions d'emplois directs (**Carnus et al, 2012**).

Les arbres, arbustes (taille entre 4 et 7 mètres) et arbrisseaux (taille de moins de 4 mètres) sont une source importante de bois qui est un ensemble de tissus secondaires résistants (support, conduction et stockage) qui constituent les troncs, les branches et les racines de ces plantes.

D'après **Hinchee et al, 2009**, la biomasse ligneuse représente une ressource renouvelable aux multiples applications industrielles. Elle est utilisée comme matière première pour l'industrie des pâtes et papiers, mais peut également être plantés spécifiquement pour répondre aux besoins en matières premières de l'industrie de l'énergie ou des biocarburants (**figure 16**).

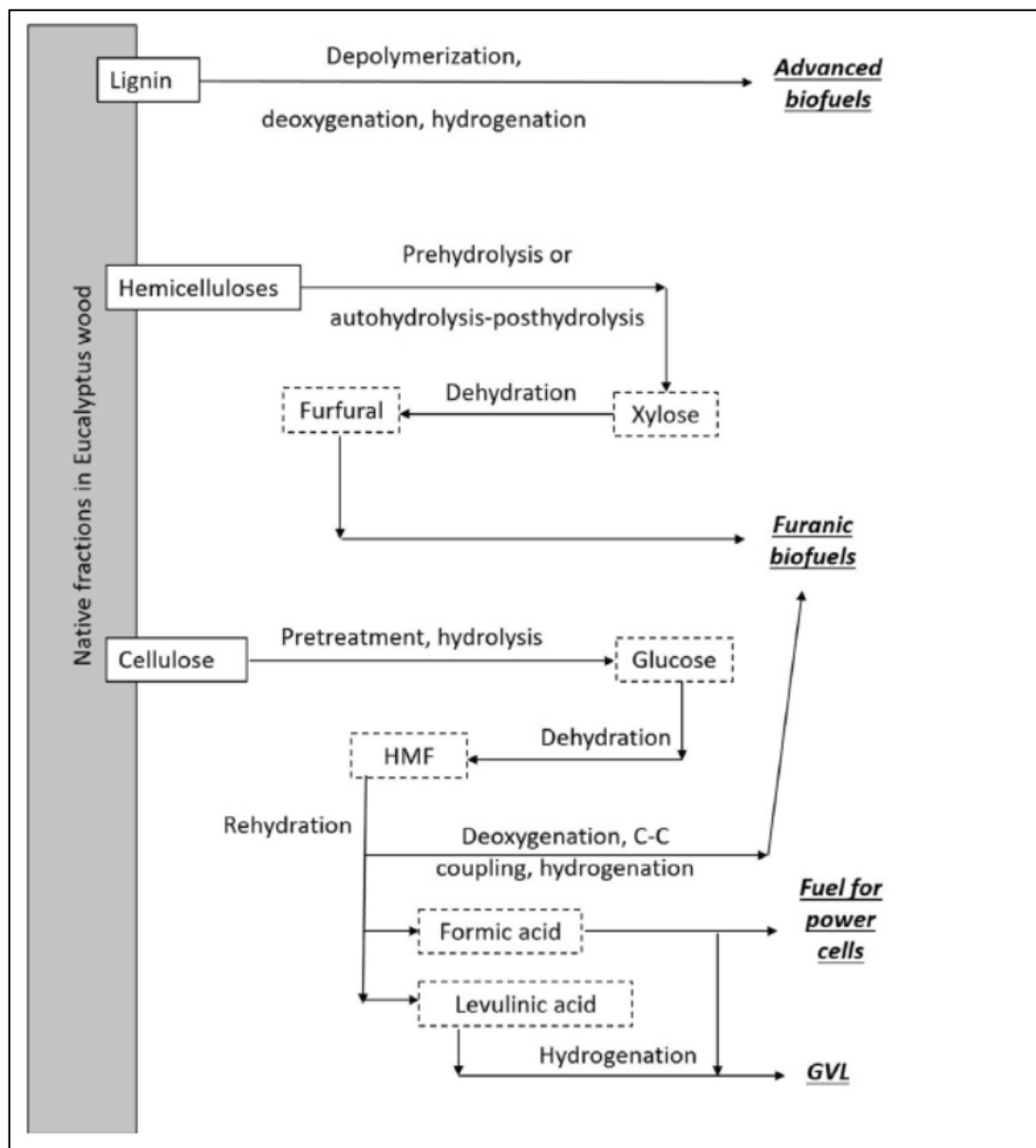
Le bois utilisé dans l'industrie est principalement composé de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. Il se caractérise par sa couleur, sa dureté, son pouvoir calorifique, sa résistance aux champignons, sa résistance aux termites, etc.

*L'eucalyptus* est le genre dont le bois a des propriétés supérieures. Il est surtout planté dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées, offrant une production élevée de biomasse sur des rotations à court terme, même sur des sols altérés et pauvres en éléments nutritifs (**Labate et al, 2009; Epron et al, 2013**).

**Turnbull et Booth, (2002)**, ont confirmé que l'utilisation du bois d'*Eucalyptus* a commencé pour la première fois en Australie, à la fin du XVIIIe siècle. Ils l'ont utilisé principalement dans la construction des bâtiments agricoles, les clôtures et le bois de chauffage.

Parmi les autres usages de ce bois, il est utilisé pour la construction (en particulier de ponts et de quais), les revêtements de sol, la construction navale, les traverses de chemin de fer, le bois de mine, le mobilier et les caisses d'emballage. Il a également été utilisé pour les placages, le contreplaqué, le tournage, les panneaux durs, les panneaux de fibres et les panneaux de particules (**Site web N° 4**).

Dans certains pays comme le Brésil et l'Afrique du Sud, les eucalyptus ont été plantés le long des voies ferrées pour alimenter les chaudières des locomotives à vapeur.



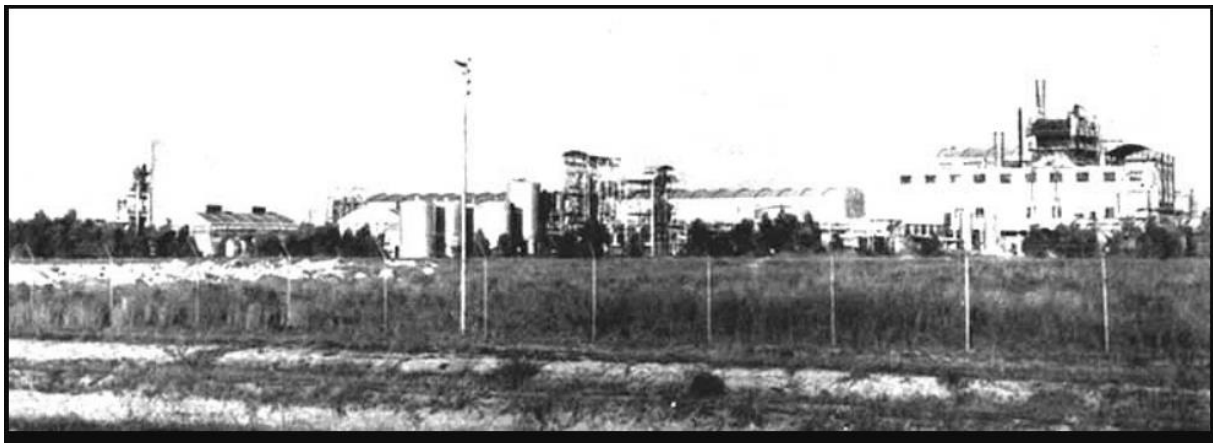
**Figure 16:** Fabrication de biocarburants à partir de bois d'Eucalyptus par voie chimique (Penin et al, 2020).

Le charbon de bois est utilisé pour la production de fonte brute et d'acier de haute qualité et pour la production d'alliages de fer, en particulier au Brésil et en Australie (Rockwood et al, 2008; Protasio et al, 2021).

Le Brésil, par exemple, produit environ 10 millions de tonnes de fonte brute en utilisant du charbon de bois, 60% sont exportés, générant un revenu de 2,0 milliards de dollars US par an (**site web n° 5**).

Au Madagascar, la plantation des espèces d'eucalyptus est d'un intérêt primordial pour le développement des communautés rurales qui les utilisent en tant que bois de chauffe, de construction et de charbon, principalement pour alimenter les chaudières des locomotives (**Verhaegen et al, 2011**).

Au Maroc, l'utilisation industrielle du bois d'Eucalyptus a commencé dans les années 1950. Ils ont mis en place une usine de pâte cellulosique située à 6 km de Sidi-Yahia-du-Rharb, à proximité immédiate des principaux boisements (**figure 17**). En 1963, la consommation en bois est de 75 000 à 80 000 tonnes par an, correspondant à une production de 16 000 tonnes de pâte, soit 45 tonnes par jour (**Unasyva, 1963**).



**Figure 17:** Usine de pâte cellulosique de Sidi-Yahia-du-Rharb (**Unasyva, 1963**).

Actuellement, les plantations d'Eucalyptus au Maroc occupent une superficie très importante et jouent un rôle socio-économique important. En plus de la production de pâte à papier elles fournissent du bois de chauffage et des grumes (**Marien et Idrissi, 2011; Amer et al, 2019**).

En Afrique du Sud, la superficie totale consacrée à l'Eucalyptus est estimée à un peu plus de 380 000 hectares, soit 29 % de la superficie totale boisée. Environ 85 % du volume total de bois produit chaque année est consommé par les industries de la pâte et des mines, dont environ 50 % est consommé par l'industrie des pâtes et papiers. Les 15% restants sont principalement utilisés pour la production de bois de sciage et de poteaux (**MALAN, 1995**).

Au Royaume-Uni, les eucalyptus sont particulièrement adaptés à une telle production de biomasse car ils présentent une densité de bois relativement élevée, des caractéristiques chimiques appropriées, une faible teneur en humidité et peuvent être facilement récoltés toute l'année à l'aide de machines conventionnelles (Leslie et al, 2012).

En Algérie, les forêts sont constituées de pin d'Alep (880 000 ha), de chêne liège (230 000 ha), de chêne zéen (48 000 ha), de cèdre (éparpillés sur 16 000 ha), de pin maritime (32 000 ha) et d'eucalyptus (43 000 ha) (FAO, 2000).

Selon la même référence, le bois du pin d'Alep, de loin le plus répandu, est de qualité moyenne. Ses principaux débouchés sont la menuiserie, la charpente et le coffrage. Les bois d'eucalyptus, qui est exploité généralement à courte rotation (10ans), est destiné à la trituration.

Le bois de chêne zéen, vu son importante densité et sa dureté, est essentiellement utilisé pour la confection de traverses de chemin de fer. Le bois de pin maritime, de meilleure qualité est surtout utilisé en menuiserie, le bois de cèdre est quant à lui utilisé en ébénisterie.

#### **IV. 1. 2-Production des huiles**

L'huile d'eucalyptus est l'une des huiles essentielles les plus utilisées, produite dans de nombreuses régions du monde et à des échelles très différentes. Elle a une grande importance économique et pour de nombreux pays, c'est une source précieuse de devises étrangères (Coppen, 2002).

Les huiles d'eucalyptus sont des liquides clairs avec des arômes caractéristiques de l'espèce à partir de laquelle sont obtenus. Elles sont incolores lorsqu'elles sont raffinées mais généralement légèrement jaunes lorsqu'elles sont distillées pour la première fois à partir des feuilles (Coppen, 2002).

Une douzaine d'espèces d'eucalyptus sont utilisées dans la production des huiles, dont six représentent la plus grande partie de la production mondiale: *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus exserta*, *Eucalyptus polybractea*, *Eucalyptus smithii*, *Eucalyptus citriodora* et *Eucalyptus dives* (Coppen, 2002).

La distillation commerciale des huiles d'eucalyptus a été débutée en Australie en 1852, dans le Gippsland, juste à l'Est de Melbourne, et en Tasmanie. L'huile était utilisée comme désinfectant et solvant, ainsi que pour sa valeur médicinale (Davis, 2002; Daroui-Mokaddem, 2012).

Après cette période, une enquête scientifique a commencé sur les principales sources de ces huiles et leur composition chimique. Ils ont constaté que leur valeur commerciale dépend de la

quantité d'huile qui doit représenter au moins 1 pour cent du poids frais de la feuille et la composition chimique doit présenter un intérêt pour le marché.

En effet, la composition chimique de l'huile est l'un des facteurs les plus importants qui déterminent sa valeur commerciale (**Brophy et Southwell, 2002**).

Les huiles essentielles d'eucalyptus sont généralement un mélange de terpènes, souvent très complexes (**Doran, 2002**).

Elles sont classées, en plusieurs types, en fonction de leurs compositions: Huiles à cinéole (1,8-cinéole), huiles de citronellal (*Eucalyptus citriodora*), huiles citrals (*Eucalyptus staigeriana*), huile d'acétate de géranyle (*Eucalyptus macarthurii*), huiles riches en pipéritone et  $\alpha$ -phellandrène (exp. *Eucalyptus dives*) et huiles riches en cinnamate de E-méthyle (*Eucalyptus olida*).

L'huile la plus importante est celle du 1,8-cinéole et l'espèce *Eucalyptus globulus* reste la principale source de cette huile dans le monde. (**Brophy et Southwell, 2002**).

Depuis le début de l'industrie en Australie, d'autres pays (**tableau 5**) ont planté des eucalyptus afin de produire de l'huile à des fins commerciale set, pendant près d'un siècle, ils ont pu approvisionner le marché mondial avec ce produit (**Davis, 2002**).

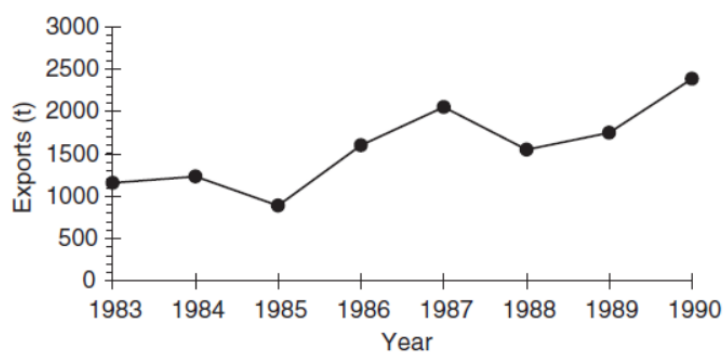


**Tableau 5:** Sources commerciales d'huile d'eucalyptus: principales espèces et pays de production (Coppén, 2002).

<i>Species</i>	<i>Producing country</i>
Medicinal	
<i>E. globulus</i> <sup>b</sup>	China, Portugal, Spain, India, Brazil, Chile
<i>E. exserta</i> <sup>c</sup>	China
<i>E. polybractea</i>	Australia
<i>E. smithii</i>	South Africa
<i>E. radiata</i> <sup>d</sup>	South Africa, Australia
Perfumery	
<i>E. citriodora</i>	China, Brazil, India
<i>E. staigeriana</i>	Brazil
Industrial <sup>e</sup>	
<i>E. dives</i> (piperitone variant)	South Africa
<i>E. olida</i>	Australia

Par exemple, la production commerciale d'huiles d'eucalyptus a commencé au 18<sup>ème</sup> siècle en Australie par plusieurs sociétés telles que: Tasmanian Eucalyptus Oil Company; J. Bosisto & Company Pty Ltd (devenue en 1951 Drug Houses of Australia); F.H. Faulding & Co...etc.

La Chine est devenue, entre 1983 et 1990, le premier producteur et exportateur mondial d'huiles médicinales (principalement *Eucalyptus globulus*) et de parfums (*Eucalyptus citriodora*).

**Figure 18:**Exportations d'huile d'eucalyptus de Chine, 1983–1990(Chen, 2002).

La production d'huiles essentielles d'eucalyptus au Brésil a commencé pendant la Seconde Guerre mondiale, en particulier dans l'État de São Paulo. Dans les années 1970, le Brésil est devenu le plus grand producteur d'huile d'*E. Citriodora* au monde (Couto, 2002).

Le Chili, la Bolivie, le Paraguay, l'Uruguay, l'Argentine et la Colombie ont tous produit de l'huile d'eucalyptus à un moment ou à un autre. Le Chili et la Bolivie produisent de l'huile riche en cinéole à partir d'*Eucalyptus globulus*, tandis que le Paraguay produit des huiles d'*Eucalyptus*

*globulus* et d'*Eucalyptus citriodora*. Le Chili, le Paraguay et l'Argentine ont tous exporté de l'huile en 1999 et / ou 2000 (Couto, 2002).

En Inde, seules deux espèces, *Eucalyptus globulus* et *Eucalyptus citriodora*, ont été exploitées commercialement pour la production d'huile d'eucalyptus (400t et 100 t par an respectivement) (Handa, 2002).

Il y a très peu d'informations enregistrées concernant l'utilisation huiles essentielles des eucalyptus en Afrique, bien qu'il soit probable que les populations locales aient rapidement découvert la valeur thérapeutique des feuilles de certaines espèces (Jacovelli, 2002).

Les premières plantations africaines dédiées à la production d'huile d'eucalyptus ont probablement été établies vers le début des années 40 en République démocratique du Congo (anciennement Zaïre), au Rwanda et au Burundi (Jacovelli, 2002).

Selon la même référence, Copen et Hone (1992) ont estimé qu'en 1991, environ 255 t d'huile riche en cinéole étaient produites en Afrique du sud (représentant plus de 9 pour cent de la production mondiale totale).

Au Maroc, les chiffres d'affaires perçus des exportations des huiles essentielles est passé de 3 millions d'Euros en moyennes entre 1980 et 1985 à 20 millions d'Euros entre 2001 et 2006. (EL BARAKA, 2019)

#### IV. 1. 3-Production d'extraits autres que l'huile d'eucalyptus

Selon Davis (2002), plusieurs produits d'extraction autres que l'huile ont été obtenus commercialement à partir d'eucalyptus, à savoir:

**Extrait de tanin:** Le tanin était extrait du bois de l'espèce *Eucalyptus wandoo* par la société Industrial Extracts Ltd pendant une quarantaine d'années, jusqu'à la fin des années 1960.

Le produit était utilisé dans le tannage du cuir, en particulier du cuir lourd. Il était également utilisé comme agent de traitement de l'eau de chaudière, où il agissait comme un piègeur d'oxygène, empêchant l'entartrage en formant des sels solubles de préférence aux sels de calcium insolubles, et formant un film de tannate de fer conservateur sur les tubes de la chaudière.

**Rutine:** La rutine est un composé phénolique extrait à l'échelle commerciale à partir des feuilles d'un certain nombre d'eucalyptus, en particulier l'espèce *Eucalyptus macrorhyncha* et *Eucalyptus youmanii*. Elle a été utilisée dans le traitement de la fragilité capillaire, en particulier les varices, les hémorroïdes et les engelures.

**Parfumerie:** L'huile riche en citronnelle d'*Eucalyptus citriodora* est utilisée comme parfum pour parfumer les savons, les détergents et les désinfectants, mais son utilisation principale est comme matière première pour la production de citronellol, d'hydroxycitronellol et d'hydroxy dihydro citronellal.

#### IV. 2-Activité biologique des eucalyptus

Les extraits d'huiles essentielles d'eucalyptus possèdent un large éventail d'activités biologiques telles que l'activité antibactérienne, fongicide, insecticide, herbicide, acaricide et nématocide.

##### IV. 2. 1-Activité antibactérienne

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

**Elaissi et al., (2011)** ont évalué l'activité antibactérienne de vingt espèces d'*Eucalyptus* récoltées dans les régions Zerniza et Souin et arborea (Nord-Ouest et Nord de la Tunisie), par la méthode de diffusion sur papier-gélose, contre deux bactéries Gram<sup>-</sup>: *Escherichia coli* (ATCC 25922); *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et deux bactéries Gram<sup>+</sup>: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923); *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212).

Ils ont trouvé que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles présente des variations considérables entre les différentes espèces d'eucalyptus. Cette variabilité a été attribuée à la composition chimique des huiles de feuilles.

La plus grande efficacité contre *Staphylococcus aureus* a été observée avec l'huile d'*Eucalyptus odorata* (16,0 ± 1,0 mm), caractérisée par une proportion plus élevée de cryptone.

Cette efficacité est diminuée dans le cas des huiles d'*Eucalyptus diversicolor* et d'*Eucalyptus tereticornis* qui contiennent une teneur plus faible en cryptone.

L'huile extraite des feuilles d'*Eucalyptus globulus* cultivée en Algérie a été testée par **Harkat-Madouri et al, (2015)** contre 12 souches bactériennes (6 parodontopathogènes Gram<sup>-</sup> et 6 cariogènes Gram<sup>+</sup>). Le test a été réalisé par la méthode de microdilution sur microplaque de 96 puits. Cette huile essentielle s'est avérée plus active contre les bactéries à Gram négatif, principalement pour *Fusobacterium nucleatum* ATCC 25586 (CMI = 1,14 mg/ml) et *Porphyromonas gingivalis* ATCC33277 (CMI = 0,28 mg/ml).

Un autre travail récent réalisé par **Limam et al, (2020)**, impliquant cette fois treize espèces d'eucalyptus plantées en Tunisie. L'objectif de cette étude est de déterminer la composition chimique des huiles essentielles des feuilles de ces espèces et d'évaluer leurs activités

antioxydantes et antibactériennes contre Six bactéries pathogènes humaines. L'activité antibactérienne a été évaluée qualitativement et quantitativement par deux méthodes différentes; diffusion en milieu gélosé (méthode de disques) et détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et concentrations bactéricides minimales (MBC).

Toutes les huiles essentielles ont montré une activité antibactérienne importante contre toutes les bactéries testées. L'huile d'*Eucalyptus camaldulensis* présente la plus grande zone d'inhibition ( $25,33 \pm 2,84$ ) et la plus faible concentration minimale inhibitrice (CMI = 0,93 mg/ml) contre la bactérie *Serratia marcescens*.

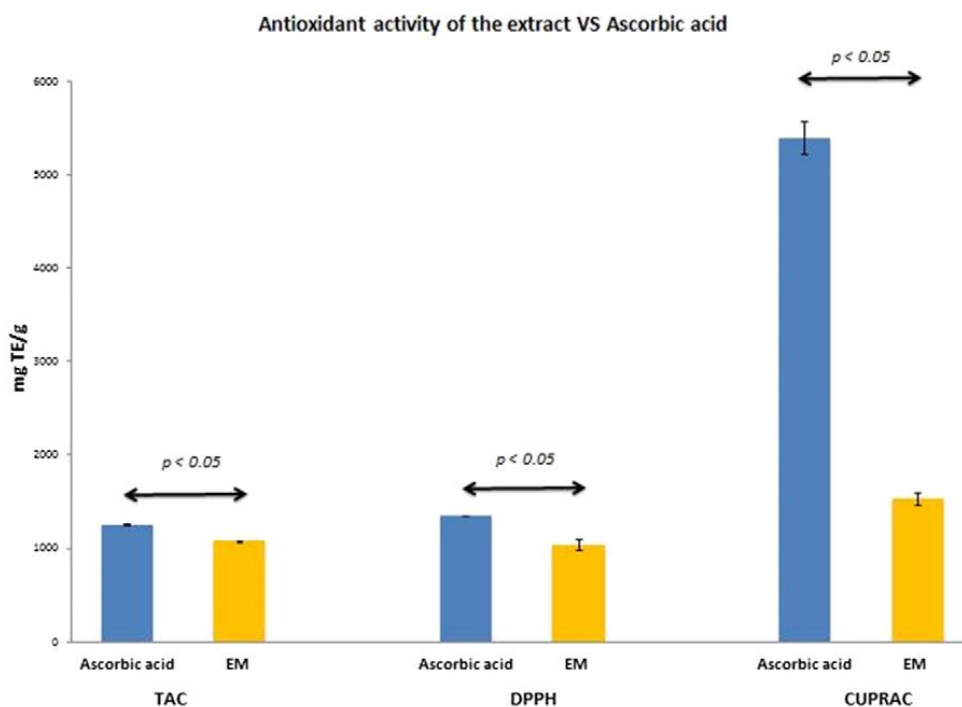
**Chaves et al., (2018)** ont examiné l'effet antibactérien de l'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehn (EOEc) sur les deux souches bactériennes *Staphylococcus aureus* (SARM) et *E. coli*. Cette huile a présenté une activité significative contre *Staphylococcus aureus* (CMI =  $1000 \mu\text{g ml}^{-1}$ ), alors qu'elle était inactive contre *Escherichia coli* (CMI >  $1000 \mu\text{g ml}^{-1}$ ).

En général, les bactéries Gram-positives se sont révélées plus sensibles aux huiles essentielles d'*Eucalyptus* que les bactéries Gram-négatives (**Gilles et al, 2010**).

#### IV. 2. 2-Activité antioxydante

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

En conséquence, **Bhuyan et al, 2017** ont évalué les propriétés antioxydantes de l'extrait aqueux brut de feuilles d'*Eucalyptus microcorys* par trois tests: Le test DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl), le test ABTS (acide 2,2'-azino-bis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) et le test CUPRAC (capacité antioxydante réductrice cuivrique). Les résultats de cette étude ont montré que l'extrait a présenté une activité antioxydante significative dans les trois tests (**figure 19**).



**Figure 19:** Activité antioxydante de l'extrait lyophilisé aqueux d'*E. Microcorys* (EM) par rapport à l'acide ascorbique (Bhuyan et al, 2017).

Le **tableau 6** montre les propriétés antioxydantes des huiles essentielles de deux eucalyptus, *Eucalyptus globulus* et *Eucalyptus radiata*, mesurées par deux méthodes différentes (piégeage du radical libre DPPH et blanchissement du  $\beta$ -carotène). Ces propriétés sont liées à leur profil phytochimique, notamment le 1,8-cinéole (*Eucalyptus globulus*) et le limonène (*Eucalyptus radiata*).

**Tableau 6:** Propriétés antioxydantes des huiles essentielles d'eucalyptus (Luís et al., (2015))

Method	Parameters	<i>Eucalyptus globulus</i> (v/v)	<i>Eucalyptus radiata</i> (v/v)	Gallic acid (w/v)	Quercetin (w/v)	BHT (w/v)
DPPH scavenging assay	IC <sub>50</sub> (%)	2.90 ± 0.35	4.56 ± 0.70	0.22 ± 0.01	0.43 ± 0.04	-
	AAI	1.74 ± 0.35	1.11 ± 0.21	22.77 ± 0.25	12.17 ± 1.71	-
	Antioxidant activity	Strong	Strong	Very strong	Very strong	-
$\beta$ -Carotene bleaching test	IC <sub>50</sub> (%)	2.72 ± 0.01	6.54 ± 0.05	-	-	3.58 ± 0.02

IC<sub>50</sub> : Concentration Inhibitrice 50%

AAI : indice d'activité antioxydante

Certaines études ont constaté que l'activité antioxydante des huiles essentielles d'eucalyptus est modérée par rapport à l'activité antibactérienne, et dans certains cas, elle est plus faible (Harkat-Madouri et al., 2015; Limam et al., 2020).

#### IV. 2. 3-Activité insecticide

L'activité insecticide des plantes est une préparation d'extraits végétaux bruts riche en substances actives qui ont la propriété de répulser les insectes ou de les tuer soit par toxicité directe, soit par élimination de leurs larves et de leurs œufs.

L'homme a utilisé certains arbres ou plantes comme moyen de protection contre les moustiques et les pestes. Ces arbres ou plantes sont considérées comme amies de l'environnement contrairement aux produits chimiques de synthèse qui présentent un risque majeur pour la santé humaine et l'écosystème.

A titre d'exemple, certaines espèces d'eucalyptus sont plantées dans une partie de l'Afrique pour diminuer la propagation du paludisme.

Ces espèces d'eucalyptus ont donné de bon résultats, non par l'effet répulsif pour les insectes, mais parce que ses fortes besoins en eau ont permis d'assécher les marais et d'empêcher ainsi la reproduction des moustiques.

La poudre d'écorce d'Eucalyptus a été également utilisée depuis l'Antiquité comme insecticide en Afrique (Konoshima et Takasaki 2002).

Le Quwenling, fabriqué en Chine à partir de l'huile de l'eucalyptus citronné, a été utilisé pour la protection contre les moustiques (Golob et al, 2002).

Selon la même référence, et à l'aide d'*Aedes albopictus*, les activités répulsives des huiles essentielles obtenues à partir des feuilles de plusieurs espèces d'Eucalyptus, dont *Eucalyptus citriodora*, ont été testées. Les résultats sont présentés dans le **tableau 7**.

**Tableau 7:** Répulsion des huiles volatiles de certaines espèces d'Eucalyptus contre les moustiques, *Aedes albopictus*

<i>Species</i>	<i>Repellency (%)<sup>a</sup></i>	
	<i>1% conc.</i>	<i>0.1% conc.</i>
<i>E. camaldulensis</i>	93	60
<i>E. citriodora</i>	90	43
<i>E. radiata</i>	54	24
<i>E. globulus</i>	—	30
<i>E. viminalis</i>	27	—
<i>E. pulverulenta</i>	16	—
<i>Cinnamomum camphora<sup>b</sup></i>	0	0

a % de répulsion = {(nombre total de moustiques - moustiques attirés) / nombre total de moustiques} x 100.

b L'huile de cette espèce est connue pour répulser les insectes tels que les Coléoptères et a été utilisée pour comparer l'eucalyptus.

Le degré d'activité insecticide des huiles essentielles varient en fonction de l'espèce de la plante étudiée, de la dose utilisée et de la durée du traitement (**Ainane et al, 2019**).

**Nathan(2007)**, a testé l'extrait d'huile essentielle de l'*Eucalyptus tereticornis* contre le moustique *Anophelesstephensi* Liston vecteur du paludisme (Les diptères) mature et immature. Dans les conditions de laboratoire, l'extrait a montré une forte activité larvicide, pupicide et adulticide à des doses plus élevées.

Dans le même contexte, une autre étude a été réalisée par l'équipe de recherche **Maciel et al, (2010)** de l'Université de l'État Ceara au Brésil pour de déterminer la composition chimique des huiles essentielles commerciales extraites à partir d'*Eucalyptus staigeriana*, *Eucalyptus citriodora* et *Eucalyptus globulus*, et évaluer leur activité insecticide sur les différents stades de développement de *Lutzomyialongipalpis* (œuf, larve et adulte), le principal vecteur de la leishmaniose viscérale en Amérique latine.

Les résultats de cette étude, réalisée dans des conditions de laboratoire, ont montré d'une part que le citronellal est le composant principal de l'huile essentielle d'*Eucalyptus staigeriana*. En revanche, l'huile de cette espèce était la plus efficace contre les larves de l'insecte, suivie par *Eucalyptus citriodora* et *Eucalyptus globulus*.

12 constituants purs obtenus à partir des huiles essentielles de feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* et *Eucalyptus urophylla*. Ces composés ont également été testés individuellement contre les larves d'*Aedesaegypti* et d'*Aedesalbopictus*.

Parmi les six constituants efficaces, l' $\alpha$ -terpinène a présenté un effet larvicide significatif contre les larves des deux insectes étudiées.

En conséquence, **Cheng et al, 2009** ont conclu que l'huile essentielle de feuille d'*Eucalyptus camaldulensis* et ses constituants efficaces pourraient être considérés comme une source puissante pour la production de fins larvicides naturels.

# Conclusion



## Conclusion et perspectives

Une étude bibliographique sur la phytochimie, l'activité biologique et les principaux usages du genre *Eucalyptus* a été réalisée.

L'eucalyptus a été décrit et nommé pour la première fois par le botaniste français l'Héritier en 1788. C'est un genre appartenant à la famille des *Myrtaceae*, comprenant environ 800 espèces. La plupart de ces espèces sont originaires d'Australie et de Tasmanie, de Nouvelle-Zélande et d'Auckland.

Du point de vue phytochimique, le genre *Eucalyptus* est une source importante de métabolites secondaires dont le nombre de composés volatils dépasse de loin celui des non volatils. Il est très riche en composés terpéniques et polyphénoliques biologiquement actifs.

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

L'eucalyptus est le genre dont le bois a des propriétés supérieures. Il est surtout planté dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées, offrant une production élevée de biomasse sur des rotations à court terme, même sur des sols altérés et pauvres en éléments nutritifs.

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

## RESUME

L'objectif principal de notre travail est l'étude phytochimique et biologique du genre *Eucalyptus*. Cette étude s'est limitée à une recherche bibliographique, néanmoins exhaustive, la réalisation d'une étude expérimentale s'avérant quasi-impossible en cette période de pandémie de Covid-19.

Dans le premier chapitre de cette étude, la famille des *Myrtaceae* et le genre *Eucalyptus* sont décrits botaniquement.

Dans le seconde chapitre, l'étude bibliographique montre que l'*Eucalyptus* est l'un des feuillus les plus précieux et les plus plantés dans le monde (plus de 20 millions d'hectares).

Dans le troisième chapitre, l'étude phytochimique montre que le genre *Eucalyptus* est riche en métabolites secondaires, composés chimiques qui jouent un rôle primordial dans la relation entre cet arbre et son environnement.

Dans le dernier chapitre de ce travail, il s'avère que le genre *Eucalyptus* est extrêmement important dans les domaines socio-économiques et environnementaux.

En conclusion et en se basant sur les données de cette étude, on peut affirmer que l'Algérie n'a pas su profiter pleinement des bienfaits de ce genre, y compris sur le plan commercial.

Par conséquent, nous espérons que le grand potentiel de ce type d'arbres sera pleinement exploité, comme c'est le cas dans d'autres pays.

**Mots clés :** *Myrtaceae*, *Eucalyptus*, métabolites secondaires, activité biologique, médecine traditionnelle.

## ABSTRACT

The main objective of our work is the phytochemical and biological study of the genus *Eucalyptus*. This study was limited to a bibliographical search, however exhaustive, the realization of an experimental study proving almost impossible in this period of the Covid-19 pandemic.

In the first chapter of this study, the Myrtaceae family and the genus *Eucalyptus* are described botanically.

In the second chapter, the bibliographic study shows that *Eucalyptus* is one of the most valuable and most planted hardwoods in the world (over 20 million hectares).

In the third chapter, the phytochemical study shows that the genus *Eucalyptus* is rich in secondary metabolites, chemical compounds which play a primordial role in the relationship between this tree and its environment.

In the last chapter of this work, it turns out that the genus *Eucalyptus* is extremely important in socio-economic and environmental fields.

In conclusion and based on the data of this study, we can say that Algeria has not been able to take full advantage of the benefits of this kind, including on the commercial level.

Therefore, we hope that the great potential of this type of trees will be fully exploited, as is the case in other countries.

**Keywords:** *Myrtaceae*, *Eucalyptus*, secondary metabolites, biological activity, traditional medicine.

## الملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو دراسة جنس الأوكالبتوس من الناحية الكيمياء النباتية والبيولوجية. حيث اقتصرت هذه الدراسة على البحث البيولوجي فقط، لان إجراء الدراسة التجريبية شبه مستحيلة في هذه الفترة من جائحة كوفيد-19.

في الفصل الأول من هذه الدراسة، تم وصف عائلة *Myrtaceae* وجنس *Eucalyptus* نباتياً.

في الفصل الثاني ، أظهرت الدراسة البيولوجية أن شجرة الكالبتوس هي واحدة من الأخشاب الصلبة الأكثر قيمة والأكثر زراعة في العالم (أكثر من 20 مليون هكتار).

في الفصل الثالث ، أظهرت الدراسة الكيميائية النباتية أن جنس الأوكالبتوس غني بالمستقبلات الثانوية ، وهي مركبات كيميائية تلعب دوراً أساسياً في العلاقة بين هذه الشجرة وبيئتها.

في الفصل الأخير من هذا العمل ، اتضح أن جنس الأوكالبتوس مهم للغاية في المجالات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية.

في الختام واستناداً إلى معطيات هذه الدراسة، يمكننا القول إن الجزائر لم تتمكن من الاستفادة الكاملة من مزايا هذا الجنس، بما في ذلك على المستوى التجاري.

لذلك نأمل أن يتم استغلال الإمكانيات الكبيرة لهذا النوع من الأشجار استغلالاً كاملاً كما هو الحال في دول أخرى.

**الكلمات المفتاحية:** المستقبلات الثانوية، النشاط البيولوجي، الطب التقليدي، *Eucalyptus*, *Myrtaceae*.

# Références bibliographique

## Références bibliographiques

(A)

**ABD-ALLA et al., (1980)** Flavonoid glycosides and the chemosystematics of *Eucalyptus camaldulensis*. *Phytochemistry*, Vol. 19. pp. 2629-2632.

**Almas et al., (2021)** Chemical composition of essential oils from *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus maculata* grown in Tanzania. *Scientific African* 12. e00758

**Amer et al., (2019)** Influence of moisture content on the axial resistance and modulus of elasticity of clonal eucalyptus wood. *Materials Today: Proceedings* 13: 562–568.

**Ainane et al., (2019)** Chemical composition and insecticidal activity of five essential oils: *Cedrus atlantica*, *Citrus limonum*, *Rosmarinus officinalis*, *Syzygium aromaticum* and *Eucalyptus globules*. *Materials Today: Proceedings* 13: 474–485.

**Ayyanar M, Babu PS(2012)** *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2: 240-246.

**Abreu-Junior et al., (2017)** Fertilization using sewage sludge in unfertile tropical soils increased wood production in *Eucalyptus* plantations. *Journal of Environmental Management* 203: 51-58.

(B)

**Bouasla A. et Bouasla I. (2017)** Ethnobotanical survey of medicinal plants in northeastern of Algeria. *Phytomedicine* 36: 68–81.

**Boughrara et Belgacem (2016)** Ethnobotanical study close to the population of the extreme northeast of Algeria: The municipalities of El Kala National Park (EKNP). *Industrial Crops and Products* 88: 2–7.

**Bhuyan et al., (2017)** Phytochemical, antibacterial and antifungal properties of an aqueous extract of *Eucalyptus microcorys* leaves. *South African Journal of Botany* 112: 180–185.

**Brancalion et al., (2020)** Exotic eucalypts: From demonized trees to allies of tropical forest restoration? *Journal of Applied Ecology*. 57:55–66.

**Brezáni, V.; Šmejkal, K. (2013)** Secondary metabolites isolated from the genus *Eucalyptus*. *Curr. Top. Med. Chem.* 7, 65–75.

**Brophy Joseph J. et Southwell Ian A. (2002)** Eucalyptus chemistry. *In:* Coppen, J.J.W. (ed.) Eucalyptus: The Genus Eucalyptus. Taylor and Francis, London and New York, pp. 101–159.

**Brooker (2002)** Part 1: General aspects. *In:* Coppen, J.J.W. (ed.) Eucalyptus: The Genus Eucalyptus. Taylor and Francis, London and New York, pp. 13–46.

(C)

**Carnus, J.-M., Hengeveld, G.M., Mason, B., (2012)** Sustainability impact assessment of forest management alternatives in Europe: an introductory background and framework. Ecol. Soc. 17, 49. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04838-170449>.

**Chahomchuen et al., (2020)** Chemical profile of leaf essential oils from four Eucalyptus species from Thailand and their biological activities. Microchemical Journal Volume 158. 105248.

**Chaves et al., (2018)** Essential oil of Eucalyptus camaldulensis Dehn potentiates  $\beta$ -lactam activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* resistant strains. Industrial Crops & Products 112: 70–74.

**Chen S. (2002)** Cultivation and production of eucalypts in the People's Republic of China: With special reference to the leaf oils. *In:* Coppen, J.J.W. (ed.) Eucalyptus: The Genus Eucalyptus. Taylor and Francis, London and New York, pp. 200–213.

**Chen et al., (2015)** New species, hyper-diversity and potential importance of *Calonectria* spp. from Eucalyptus in South China. STUDIES IN MYCOLOGY 80: 151–188.

**Cheng et al., (2009)** Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species. Bioresource Technology 100: 452–456.

**Cerasoli, S., Caldeira, M. C., Pereira, J. S., Caudullo, G., de Rigo, D., (2016)** Eucalyptus globulus and other eucalypts in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *In:* San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01b5bb+

**Coppen, J.J.W. (2002)** Eucalyptus: The Genus Eucalyptus. Appendix 2. Estimates of eucalypt plantations worldwide. Taylor and Francis, London and New York, page: 404.

**Chevalier Auguste (1952)** Travaux français sur le genre Eucalyptus. In: Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale, 32<sup>e</sup> année, bulletin n°353-354, Mars-avril. pp. 105-112.

**Couto L.(2002)** Cultivation and production of eucalypts in South America With special reference to the leaf oils. *In:* Coppen, J.J.W. (ed.) *Eucalyptus: The Genus Eucalyptus*. Taylor and Francis, London and New York, pp. 237–248.

**(D)**

**Daroui-MokaddemHabiba (2012)** Etude phytochimique et Biologique des Espèces *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniolumolusatrum* (Apiaceae), *Asteriscusmaritimus* et *Chrysanthemum trifurcatum* (Asteraceae). Thèse de Doctorat en Biochimie Appliquée, Département de Biochimie, Faculté des Sciences-Université Badji Mokhtar-Annaba.

**Davis Geoffrey R. (2002)** Cultivation and production of eucalypts in Australia: With special reference to the leaf oils. *In:* Coppen, J.J.W. (ed.) *Eucalyptus: The Genus Eucalyptus*. Taylor and Francis, London and New York, pp. 181–199.

**Djipa CD, Delmee M and Quetin-Leclercq P (2000).** Antimicrobial activity of bark extracts of *Syzygium jambos* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 71: 307-313.

**Domingues et al., (2012)** Supercritical Fluid Extraction of *Eucalyptus globulus* Bark—A Promising Approach for Triterpenoid Production. *Int. J. Mol. Sci.* 13: 7648-7662.

**Doran J. C. (2002)** Genetic improvement of eucalypts: With special reference to oil-bearing species. *In:* Coppen, J.J.W. (ed.) *Eucalyptus: The Genus Eucalyptus*. Taylor and Francis, London and New York, pp. 74–93.

**Dye P., (2013)** A review of changing perspectives on *Eucalyptus* water-use in South Africa. *Forest Ecology and Management* 301: 51–57.

**(E)**

**EL Baraka Soumaya, (2019)** L'EUCALYPTUS : Propriétés botaniques, phytochimiques, pharmacothérapeutiques et usage industriel. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Mohamed v. Faculté de médecine. Rabat. Maroc.

**ElaissiAmeur, Hadj SalahKarima, MabroukSamia, Mohamed LarbiKhouja, ChemliRachid, Harzallah-SkhiriFethia(2011)** Antibacterial activity and chemical composition of 20 *Eucalyptus* species essential oils. *Food Chemistry* 129: 1427–1434.

**Epron et al., (2013)** Partitioning of net primary production in *Eucalyptus* and *Acacia* stands and in mixed-species plantations: Two case-studies in contrasting tropical environments. *Forest Ecology and Management* 301: 102–111.



**Evans, J. (2009)** Planted forests: uses, impacts and sustainability. Rome: CAB International and FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

**(F)**

**FAO. (1981)** Eucalypts for Planting: FAO Forestry and Forest Products Studies 11. Rome. Italy.

**FAO. (2000)** FOSA Document national de prospective-L 'Algérie

<http://www.fao.org/3/X6771F/X6771F00.htm#TOC> (consulter le 06/06/2021)

**(G)**

**Gilles M., Zhao J., An M. et Agboola S. (2010)** Chemical composition and antimicrobial properties of essential oils of three Australian Eucalyptus species. Food Chemistry 119: 731–737.

**Golob et al., (2002)** Eucalyptus in insect and plant pest control. *In*: Coppen, J.J.W. (ed.) Eucalyptus: The Genus Eucalyptus. Taylor and Francis, London and New York, pp. 301–320.

**Gominho et al., (2020)** An extensive study on the chemical diversity of lipophilic extractives from Eucalyptus globulus wood. Phytochemistry Volume 180, 112520.

**Gonzalez-Burgos et al., (2018)** Antioxidant activity, neuroprotective properties and bioactive constituents analysis of varying polarity extracts from Eucalyptus globulus leaves. Journal of Food and Drug Analysis Volume 26, Issue 4: 1293-1302.

**Goodger JQD, Seneratne SL, Nicolle D, Woodrow IE (2016)** Foliar Essential Oil Glands of Eucalyptus Subgenus Eucalyptus (Myrtaceae) Are a Rich Source of Flavonoids and Related Non-Volatile Constituents. PLoS ONE 11(3): e0151432. doi:10.1371/journal.pone.0151432.

**(H)**

**Hac-WydroetSzydło (2016)** The influence of environmentally friendly pesticide – Eucalyptol –alone and in combination with terpinen-4-ol– on model bacterial membranes. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces . 146: 918-923.

**Handa S.S., Thappa R.K. et Agarwal S.G. (2002)** Cultivation and production of eucalypts in India: With special reference to the leaf oils. *In*: Coppen, J.J.W. (ed.) Eucalyptus: The Genus Eucalyptus. Taylor and Francis, London and New York, pp. 249–264.

**Harkat-Madouri et al., (2015)** Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of *Eucalyptus globulus* from Algeria. *Industrial Crops and Products* 78: 148–153.

**Hinchee et al., (2009)** Short-rotation woody crops for bioenergy and biofuels applications. *In Vitro Cell.Dev.Biol.—Plant.* 45:619–629.

**Hill et al., (2016)** Evolution of the eucalypts – an interpretation from the macrofossil record. *Australian Journal of Botany Review.* <http://dx.doi.org/10.1071/BT16117>

**(J)**

**Jacovelli Paul A. (2002)** Cultivation and production of eucalypts in Africa: With special reference to the leaf oils. *In:* Coppen, J.J.W. (ed.) *Eucalyptus: The Genus Eucalyptus*. Taylor and Francis, London and New York, pp. 214–236.

**(K)**

**Kesharwani et al., (2018)** A review on therapeutics application of eucalyptus oil. *International Journal of Herbal Medicine.* 6(6): 110-115.

**Konoshima T. et Takasaki M. (2002)** Chemistry and bioactivity of the non-volatile constituents of eucalyptus. *In:* Coppen, J.J.W. (ed.) *Eucalyptus: The Genus Eucalyptus*. Taylor and Francis, London and New York, pp. 266–287.

**Kozuka et al., (1982)** The granulation-inhibiting principles from *Eucalyptus globulus* Labill. III. The structures of euglobal-III,-IVb and-VII. *Chem. Pharm. Bull.* 30 (6): 1964-1973.

**(L)**

**Labate CA, De Assis TF, Oda S, Mello EJ, Mori ES, Moraes MLT, Cid LPB, Gonzáles ER, Alfenas AC, Zauza EA, Foelkel C, Moon DH, De Carvalho MCCG, Caldas DGG, Carneiro R (2009)** *Eucalyptus*. *In:* Kole C, Hall T (eds) *Compendium of transgenic crop plants*. Wiley, Chichester, pp 35–108.

**Laguerre V. (2015)** Huiles essentielles et 1, 8-cinéole. *Sciences pharmaceutiques.* hal-01770640.

**Leslie et al., (2012)** The potential for *Eucalyptus* as a wood fuel in the UK. *Applied Energy* 89: 176–182.

**LI et al., (1997)** Variation in Leaf Waxes of the Tasmanian *Eucalyptus* Species--I. Subgenus *Symphomyrtus*. *Biochemical Systematics and Ecology.* Vol. 25, No. 7. pp. 631-657.

**Limam et al., (2020)** Variation in chemical profile of leaves essential oils from thirteen Tunisian Eucalyptus species and evaluation of their antioxidant and antibacterial properties. *Industrial Crops & Products* 158: 112964.

**Luís et al., (2015)** Chemical composition, antioxidant, antibacterial and anti-quorum sensing activities of Eucalyptus globulus and Eucalyptus radiata essential oils. *Industrial Crops and Products* 79: 274–282.

(M)

**Mahbubur Rahman et Reshma Zaman (2015)** Taxonomy and Traditional. Medicinal Plant Species of Myrtaceae (Myrtle) Family at Rajshahi. District, Bangladesh. *Int J Adv Res.* 3(10):1057-66.

**Maciel et al., (2010)** Chemical composition of Eucalyptus spp. essential oils and their insecticidal effects on Lutzomyia longipalpis. *Veterinary Parasitology* 167: 1–7.

**MALAN, F. A. (1995)** Eucalyptus improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, São Paulo. Anais... São Paulo: IPEF/IPT: 1-19.

**Marien Jean-Noël, Idrissi Azami Ahmed (2011)** Le développement des plantations clonales d'eucalyptus au Maroc : Une dynamique toujours plus actuelle. *Forêt Méditerranéenne*, 32 (1): 31-38.

**Mathias N., Eastaugh C., Adams M. (2020)** Managing mixed Callitris-Eucalyptus forests for carbon and energy in central-eastern Australia. *Biomass and Bioenergy* 140: 105656.

**Melun F et Nguyen The N (2012)** L'Eucalyptus en France : une espèce remarquable pour la production de biomasse. *Revue Forestière Française*, n°1 p 7 à 26.

**Melun F, (2018)** L'EUCALYPTUS EN FRANCE: production des plantations sur 3 rotations. *FCBA INFO*, n°10.

**Ménager H.(1952)** Les Eucalyptus dans le Gharb (Maroc occidental). In: *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, 32<sup>e</sup> année, bulletin n°357-358, Juillet-août 1952. pp. 309-355.

**Métro A. (1970)** Les Eucalyptus dans le monde méditerranéen. AgroParisTech, Nancy, France.

**Misico et al., (2011)** Withanolides and Related Steroids. in "A.D. Kinghorn et al. (eds.), *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*,

Vol. 94, DOI 10.1007/978-3-7091-0748-5\_3, # Springer-Verlag/Wien.

**Mulyaningsih et al., (2010)** Synergistic properties of the terpenoidsaromadendrene and 1,8-cineole from the essential oil of *Eucalyptus globulus* against antibiotic-susceptible and antibiotic-resistant pathogens. *Phytomedicine*. 17 (13): 1061-1066.

**Mulyaningsih et al., (2011)** Antibacterial activity of essential oils from *Eucalyptus* and of selected components against multidrug-resistant bacterial pathogens. *Pharmaceutical Biology*; 49(9): 893–899.

**(N)**

**Nathan (2007)** The use of *Eucalyptus tereticornis* Sm. (Myrtaceae) oil (leaf extract) as a natural larvicidal agent against the malaria vector *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Bioresource Technology* 98 1856–1860.

**Naithani, H. B. (2014)** Botany of genus *Eucalyptus*. *In*"P. P. Bhojvaid, S. Kaushik, Y. P.Singh, D. Kumar, M. Thapliyal, & S. Barthwal (Eds.). *Eucalypts in India*(pp. 1– 20). Dehradun: ENVIS centre on forestry ICFRE.

**(O)**

**OSAWA et al., (1995)** EUCALYPTONE FROM EUCALYPTUS GLOBULUS. *Phytochemistry*, Vol. 40, No. 1, pp. 183 184.

**(P)**

**Penín et al., (2020)** Technologies for *Eucalyptus* wood processing in the scope of biorefineries: A comprehensive review. *Bioresource Technology* Volume 311, 123528.

**Pepper Edward (1896)** *Eucalyptus* in Algeria and Tunisia, from an Hygienic and Climatological Point of View. *Proceedings of the American Philosophical Society*, Jan., Vol. 35, No. 150: 39-56.

**Piroux A. (2002)** Evolution des Classifications Botaniques: Utilitaires, Morphologiques, Phylogéniques. ESSIB: Lyon.

**Protasio et al., (2021)** Charcoal productivity and quality parameters for reliable classification of *Eucalyptus* clones from Brazilian energy forests. *Renewable Energy* 164: 34-45.

**(R)**

**Resquin et al., (2020)** Modelling Current and Future Potential Habitats for Plantations of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden and *E. dunnii* Maiden in Uruguay. *Forests* , 11, 948; doi:10.3390/f11090948

**Rockwood et al., (2008)** Energy Product Options for *Eucalyptus* Species Grown as Short Rotation Woody Crops. *Int. J. Mol. Sci.* 9: 1361-1378.

**Ruan, P.Z., Zhang, L.L., Lin and M.Y. (2008)** Evaluation of the antioxidant activity of *Syzygium cumini* leaves. *Molecules* 13, 2545-2556.

**(S)**

**Salehi et al., (2019)** Insights into *Eucalyptus* genus chemical constituents, biological activities and health-promoting effects. *Trends in Food Science & Technology* 91: 609–624.

**Sibanda et al., (2021)** Mapping the *Eucalyptus* spp woodlots in communal areas of Southern Africa using Sentinel-2 Multi-Spectral Imager data for hydrological applications. *Elsevier Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* (in press). Voir site web N°2.

**Simpson. M. G. (2010)** *Plant Systematics*, Second Edition, Academic Press is an imprint of Elsevier.428-432.

**Singh et Dhakad, (2018)** GROWTH PREDICTION MODEL FOR EUCALYPTUS HYBRID IN INDIA. *Journal of Tropical Forest Science* 30(4): 576–587.

**Singh I. and Sidana J. (2014)** *Chemistry of the Genus Eucalyptus*. in: Bhojvaid et al. (ed) *Eucalypts in India*. ENVIS Centre on Forestry. India.

**Sugimoto et al., (2009)** Hydrolyzable Tannins as Antioxidants in the Leaf Extract of *Eucalyptus globulus* Possessing Tyrosinase and Hyaluronidase Inhibitory Activities. *Food Sci. Technol. Res.*, 15 (3): 331 – 336.

**(T)**

**Tazrout et al., (2012)** Étude de la récupération du collapse par microdensitométrie avec du bois d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehn provenant de Beghla en Algérie. *BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES*, N° 312 (2).

**Trabut M. L. (1914)** Naturalisation d'un Eucalyptus en Algérie: Eucalyptus algeriensis Trab., Bulletin de la Société Botanique de France, 61:5, XIII-XIV, DOI: 10.1080/00378941.1914.10832605.

**Turnbull J. W. et Booth T. H. (2002)** Eucalypts in cultivation: an overview. *In*: Coppen, J.J.W. (ed.) Eucalyptus: The Genus Eucalyptus. Taylor and Francis, London and New York, pp. 51–73.

(U)

**Unasylva, (1956)** Revue internationale des forêts et des produits forestiers. Vol. 10, No. 3. FAO.

**Unasylva, (1963)** Revue internationale des forêts et des produits forestiers. Vol. 17, No. 68. FAO.

(V)

**Vecchio et al., (2016)** Beneficial and Healthy Properties of Eucalyptus Plants: A Great Potential Use. The Open Agriculture Journal, 10, (Suppl 1: M3) 52-57.

**Verhaegen Daniel, Honoré Randrianjafy, Pierre Montagne, Pascal Danthu, Raymond Rabevohitra, et al.. (2011)** Historique de l'introduction du genre Eucalyptus à Madagascar. Bois et Forêt des Tropiques, Bois et Forêts des Tropiques, pp.17-25, . cirad-00845157.

**Volkova L. et Weston C. J. (2019)** Effect of thinning and burning fuel reduction treatments on forest carbon and bushfire fuel hazard in Eucalyptus sieberi forests of South-Eastern Australia. Science of the Total Environment 694: 133708.

(W)

(X)

**XIE et al., (2017)** Advances in eucalypt research in China. Front. Agr. Sci. Eng. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2017171>

(Z)

### Sitesweb

**Site web N°1:** <https://www.lepeupledacote.com/plante/eucalyptus-angophora-corymbia/>

(Consulter le 27/02/2021).

**Sit web N°2:**

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474706521000322#abs0015> (Consulter le 22/04/2021).

**Site web N°3:**

[https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=eucalyptus\\_ps](https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=eucalyptus_ps) (Consulter le 15/05/2021)

**Site web N°4:**

<https://prota4u.org/database/protav8.asp?fr=1&g=pe&p=Eucalyptus+camaldulensis+Dehnh.>  
(Consulter le 11/06/2021)

**Site web N°5:**

<https://www.lepeupledacote.com/plante/eucalyptus-globulus-gommier-bleu-de-tasmanie/>  
(Consulter le 30/03/2021).

**Site web N°6:**

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus\\_camaldulensis\\_Leaves\\_DehesaBoyaldePuertollano.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus_camaldulensis_Leaves_DehesaBoyaldePuertollano.jpg) (07-04-2021).

**Site web N°7:**

<https://indiabiodiversity.org/species/show/264898> (30/03/2021).

## *Etude phytochimique et biologique de genre eucalyptus : synthèse bibliographique*

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie moléculaire et santé.

### Résumé

L'eucalyptus (une plante médicinale appartient à la famille des Myrtacées) est un grand arbre indigène d'Australie figurant parmi les plantes les plus utilisées en phyto-aromathérapie pour ses nombreuses vertus thérapeutiques. Que ce soit ses feuilles fraîches ou séchées, son fruit ou son huile essentielle, l'eucalyptus regorge de principes actifs très intéressants en thérapeutique, médecine traditionnelle, et pouvant être éventuellement exploités pour la production de nouveaux médicaments.

Dans ce travail, nous avons fait l'effort d'énumérer tous les principes actifs connus contenus dans le genre eucalyptus plantées à travers le monde, d'élucider leurs utilisations dans divers domaines tant en médecine moderne que traditionnelle, et de regrouper leurs propriétés, leurs composants chimiques tel que les terpènes, polyphénols...., leurs usages et leurs principaux activités biologiques.

**Mots clés :** Eucalyptus, botanique, activités biologiques, principaux usages, métabolites

Jury d'évaluation :

<b>Président du jury :</b>	K. BAZRI	(MC-A - UFM Constantine).
<b>Rapporteur :</b>	B. BOUSEBA	(MC-B- UFM Constantine).
<b>Examineur :</b>	S. CHIBANI	(MC-A - UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 08/07/2021